

Udvikling af *Skimmelstyring* for bekæmpelse af kartoffelskimmel

Blight Management for the chemical control of potato late blight

Jens Grønbech Hansen & Iver Thyssen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Jordbrugssystemer

Forskningscenter Foulum

DK-8830 Tjele

Bent J. Nielsen, Lars Bødker & Hans H. Hansen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

During the project "Integrated control of potato late blight" several strategies for the chemical control of late blight were tested in field trials during 1999-2002. The basic idea was to test the integrated effects of fungicide mode of action, reduced dosages, variety resistance against late blight, and application timing according to blight weather forecasts. In 2001, basic results were implemented in the Danish Internet-based information and decision support system PlanteInfo as a new component called Blight Management. Blight Management was integrated with other components for late blight control, e.g. late blight monitoring, fungicide information, and variety database, but also with the irrigation management system in PlanteInfo. For the strategies tested, the best results were obtained in more resistant varieties when fungicide was applied just before predicted blight weather and in dynamic dosages according to current conditions during the season. This article describes milestones and major results obtained in the project.

Sammendrag

I projektet "Integreret bekæmpelse af kartoffelskimmel" 1999-2002 blev der hvert år udført markforsøg med forskellige strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). Formålet var at teste integrerede effekter af fungiciders virkemåde, variable doser, sortsresistens og behandling efter vejrprognose. I 2001 blev resultaterne af de første års forsøg

implementeret i PlanteInfo på Internettet. Den nye komponent for integreret bekæmpelse af kartoffelskimmel blev kaldt *Skimmelstyring*, og denne komponent blev integreret med andre beslutningsstøttekomponenter for kartoffelskimmel f.eks. registreringsnet for tidlige angreb af skimmel, information om fungicider og deres virkningsmåde, sortsdatabase m.m. Desuden er *Skimmelstyring* integreret med Vandregnskab, et beslutningsstøttesystem om vanding - også i PlanteInfo. De bedste resultater i strategiforsøgene blev opnået i den mere resistente sort Kurras, og generelt når fungicid blev udbragt i variable doser kort tid før vejrprognosen forudsagde skimmelvejr. Denne artikel beskriver milepæle og hovedresultater fra projektet.

Indledning

Frem til 1999 var DJF's bud på beslutningsstøtte om kartoffelskimmel PC-NegFry med anvendelse af lokale klimaspyd (Hansen *et al.*, 1995; Hansen *et al.*, 2000). I et nyt projekt, "Integreret Bekæmpelse af Kartoffelskimmel" (1999-2002), var målet at forbedre PC-NegFry gennem forsøg med udnyttelse af vejrprognoser, afgrøderesistens, fungicidtype, virkemåde og en dynamisk tilpasning af dosis og sprøjteinterval samt inokulumkilder. Det var yderligere et mål at opnå en bedre forståelse for betydningen af seksuel rekombination for aggressivitet og produktion af jordbåren inokulum og af oosporer som primært inokulum. Projektet er udført i et samarbejde mellem Afdeling for Plantebeskyttelse og Afdeling for Jordbrugssystemer ved Danmarks JordbrugsForskning samt Landskontoret for Planteavl, Landbrugets Rådgivningscenter.

Med den vellykkede udvikling af PlanteInfo (www.planteinfo.dk) blev det hurtigt klart, at et nyt system burde implementeres i PlanteInfo og integreres med andre produkter om kartoffelskimmel og kartoffelproduktion, som allerede var til stede eller under udvikling. Resultaterne fra projektet blev implementeret i PlanteInfo i 2001 under titlen *Skimmelstyring* (i det første år med tilføjelsen *-Test*). Der fulgte enkelte modifikationer i 2002. Erfaringerne fra projektet er desuden anvendt til forbedringer af PC-NegFry, som fortsat anvendes i andre lande (Baltikum, Polen, Irland og Canada), men kun i mindre grad i Danmark, hvor al beslutningsstøtte om kartoffelskimmel er samlet i PlanteInfo på Internettet.

I denne artikel beskrives milepæle i udviklingen af *Skimmelstyring* og opnåede resultater i projektet. Der vises resultater fra forsøgene i 2002, idet resultater af strategiforsøg 1999-2001 og af tilknyttede projekter er publiceret tidligere (Hansen *et al.*, 2000; Bødker *et al.*, 2001; Bødker & Nielsen, 2001; Bødker & Nielsen, 2002; Hansen *et al.*, 2002). Der foretages på grundlag af forsøgsresultater fra 2001-2002 en foreløbig evaluering af *Skimmelstyring*.

Metode

Fra 1999 til 2002 blev der hvert år udført forsøg med forskellige strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel. Strategiforsøgene tog fra starten udgangspunkt i at finde nye strategier som skulle sikre rettidig behandling ved bl.a. at anvende vejrprognoser til at prædiktere forventet sporespredning og de vejræssige muligheder for at udføre sprøjtning før sporespredning. Der blev indført en ”beskyttelsesperiode”, som var afhængige af middeltpe og dosis. Indenfor beskyttelsesperioden blev det antaget, at afgrøden var fuldt beskyttet mod angreb af kartoffelskimmel. Endvidere blev der introduceret en såkaldt ”venteperiode”, som efterfulgte beskyttelsesperioden, hvis vejret var ufavorabelt for skimmeludvikling. Næste behandling skulle udføres næste gang, og helst inden vejret igen blev skimmelfavorabelt. Her var en vejrprognose helt afgørende. I 1999 og 2000 blev DMI’s prognose for nedbør og minimum-temperatur anvendt til forudsigelse af skimmelvejr. I 2001 blev der beregnet daglige risikotal baseret på 5-døgnsprognozen fra European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) og i 2002 blev daglige risikotal og antal timer med RH>87 % beregnet med en 2-døgnsprognoze baseret på DMI’s HIRLAM model.

I alle år og i alle forsøg er der anvendt de to stivelsessorter Dianella og Kuras. Dianella er modtagelig, og Kuras er moderat resistent overfor skimmel. Der blev i alle årene anvendt to fungicider, Dithane og Shirlan, fordi disse midler er de mest anvendte i praksis, og fordi de er forskellige med hensyn til virkningstid og regnfasthed (jf. fungicidinformati on i PlanteInfo). Ved fuld dosering af Dithane (2 kg/ha) er der blevet anvendt 7 dages beskyttelsesperiode. Ved fuld dosis af Shirlan (0,4 l/ha) har beskyttelsesperioden været 10 dage.

På grundlag af forsøgsresultater fra 1999 (Hansen *et al.*, 2000) blev der indført en strategi for start af bekæmpelse, hvori der tages hensyn til sortens skimmelresistens:

- I Dianella startes med fuld dosis efter Negativprognosen (første gang det daglige risikotal var større end 7 efter overskridelse af negativprognose tærskelværdi på 120) eller tidligere, hvis der findes skimmel i området.
- I Kuras startes med reduceret dosis, når der blev fundet skimmel i ubehandlede parceller med Dianella. Dosis hæves til fuld dosis, når der observeres skimmel i ubehandlede parceller med Kuras.

Med hensyn til forsøgenes udførelse og registreringer henvises til Bødker *et al.* (2001).

Resultater

Hovedkonklusioner og milepæle i 1999

I 1999 blev der anlagt et strategiforsøg ved Forskningscenter Flakkebjerg vedrørende integreret bekæmpelse af kartoffelskimmel. I forsøget blev der testet for effekten af variable fungi-

ciddoser i relation til sortsresistens, fungicidtype, vejrprognose og det eksisterende beslutningsstøttesystem, PC-NegFry. Den bedste effekt med et samtidigt lavt behandlingsindeks blev opnået i Kuras med varierende dosering igennem sæsonen og med anvendelse af nedbørsprognose. I Kuras blev der startet med reduceret dosis og korte intervaller. I takt med at skimmelangrebet tog til i styrke og først angreb Bintje og derefter Dianella, blev dosis sat op i Kuras – fortsat med relativt korte intervaller. Denne strategi gav bedre resultater, end hvor Kuras blev behandlet med fuld dosis, men med længere intervaller imellem behandlingerne. Årsagen er sandsynligvis, at Kuras har en kombination af partiel og racespecifik resistens, og at den racespecifikke resistens nedbrydes i slutningen af vækstsæsonen (Hansen *et al.*, 2002). Dette underbygges af, at sygdomsudviklingen i Kuras var ligeså hurtig som i Dianella i slutningen af vækstsæsonen (Hansen *et al.*, 2000). Forsøget viste, at der var gode muligheder for en reduktion af anvendelse af fungicider i kartofler ved brug af resistente sorter og variable doser (Hansen *et al.*, 2000).

Den første halvdel af NegFry til prognose for primær angreb af kartoffelskimmel blev implementeret i PlanteInfo. (Hansen *et al.*, 1999). Validering af PC-NegFry blev foretaget i seks EU lande via et concerted action (EU.NET.ICP) (Kleinhenz & Jörg, 2000) og i de tre baltiske lande (Hansen *et al.*, 2000). Resultaterne viste, at NegFry's 1. halvdel generelt fungerede godt kombineret med sideløbende monitoring. I NegFry-forsøgene blev det konkluderet, at NegFry's anden halvdel burde forbedres med inddragelse af sortsresistens, middeltype og dosis og anvendelse af vejrprognosen (Hansen *et al.*, 2000). Dette var netop redskaberne i de nye strategiforsøg.

Hovedkonklusioner og milepæle i 2000

En analyse af skimmelisolater indsamlet i Danmark og de øvrige Nordiske lande viste, at der var en ligelig fordeling af A1 og A2 krydsningstyperne. Resultaterne vedrørende genetiske variation viste at kønnet formering var udbredt i alle de Nordiske lande.

På baggrund af erfaringerne fra forsøgene i 1999 blev der anlagt et strategiforsøg ved Forskningscenter Flakkebjerg samt to strategiforsøg i Jylland ved henholdsvis Borris og Jyndevad. Yderligere blev der igangsat et forsøg ved Flakkebjerg vedrørende effekten af forskellige fungicider i forhold tidspunkt for infektion. Forsøgene i 2000 viste, at det generelt var sværere at bekæmpe kartoffelskimmel i en modtagelig sort (her Dianella) med Dithane DG end med Shirlan. Dette gjaldt også, hvor der blev anvendt en rutinestrategi med et højt behandlingsindeks. I den moderat resistente sort Kuras var der derimod ikke markant forskel på effekten af Dithane DG og Shirlan. Med hensyn knoldskimmel var der en klar tendens til lavere angreb ved brug af Shirlan. Anvendelse af ½ dosis fungicid i begyndelsen af vækstsæsonen så ud til kun at have et potentiale, hvis der anvendes Shirlan.

Ligeledes viste resultaterne, at man i moderat resistente sorter (her Kuras) har mulighed for at vente med første behandling til der fundet skimmel i en nærliggende, modtagelig sort (Bødker *et al.*, 2001). Det var succesfuldt at bruge halve doseringer i Kuras i begyndelsen af vækstsæ-

sonen, uden at det fik konsekvenser for kontrol med skimmelen senere i sæsonen. Dog var det vigtigt, at dosering blev øget til fuld dosis straks de første symptomer viste sig i ubehandlet Kuras. Det blev forsøgt at vente med at hæve dosis i Kuras fra halv til hel dosis, indtil skimmel første gang blev observeret i behandlede parceller, men dette gav en dårlig kontrol med angrebet efterfølgende (Bødker *et al.*, 2001).

En strategi, der byggede på faste beskyttelsesperioder og en prognose om skimmelvej fra PlanteInfo, blev fra 2000 betegnet ”Prognosemodel” med henvisning til betydningen af anvendelsen af vejrprognoser. Prognosemodellen blev kun afprøvet ved Flakkebjerg og viste gode resultater i både Dianella og Kuras. I Dianella reducerede prognosemodellen behandlingshyppigheden med 45% i forhold til en rutinebehandling med Dithane DG og med 25% i forhold til en rutinebehandling med Shirlan. Brugen af prognoser for nedbør og temperatur som indikator for skimmelvej viste sig at være for unuanceret og at udløse for mange unødvendige behandlinger.

Timing af sprøjtningen i forhold til infektionstidspunkt blev undersøgt i et andet forsøg. Generelt havde de undersøgte fungicider en meget høj virkning mod kartoffelskimmel, hvis de blev anvendt præventivt (før infektion). Hvis der blev sprøjtet kurativt, det vil sige efter inokulering og infektion, viste forsøget, at det kun var produkter med indhold af en systemisk komponent (propamocarb eller metalaxyl), som kunne bekæmpe kartoffelskimmel, men effekten var reduceret. Produkter med translaminære komponenter (dimethomorph eller cymoxanil) havde generelt mindre effekt end de systemiske, men bedre effekt end kontaktmidlerne (Bødker & Nielsen, 2001)

Midt i sæsonen 2000 blev der i PlanteInfo implementeret beregninger af daglige risikotal med brug af numeriske vejrprognoser. Prognoserne blev beregnet af DMI i 10*10 km grid 5 dage frem i tiden på grundlag af data fra en global vejrmodel ved European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) og formidlet til PlanteInfo. Som forsøg blev de prognostiserede risikotal udsendt via SMS telefonbeskeder til avlerkredse tilknyttet virksomheden Flensted A/S og Midtjysk Rådgivningscenter. Denne formidlingsmetode og den aktuelle beslutnings-støtte var fra starten meget populær.

Hovedkonklusioner og milepæle i 2001

Strategiforsøgene fra 2000 blev gentaget i en modificeret udgave ved Flakkebjerg, Borris og St. Jynde vad. Anvendelsen af prognostiserede risikotal var nu mulig fra sæsonens start. Det blev indført, at blot én dag mod tidligere to dage med skimmelfavorabelt skulle udløse en behandling efter beskyttelsesperiodens ophør. Prognosemodellen som var udviklet i strategiforsøgene blev implementeret i PlanteInfo under navnet *Skimmelstyring-Test*. I 2001 blev historiske og prognostiserede risikotal (4 dage) for kartoffelskimmel udsendt via SMS i fuld operationel skala.

NegFry blev fortsat testet i de tre Baltiske lande og erfaringerne fra strategiforsøgene blev

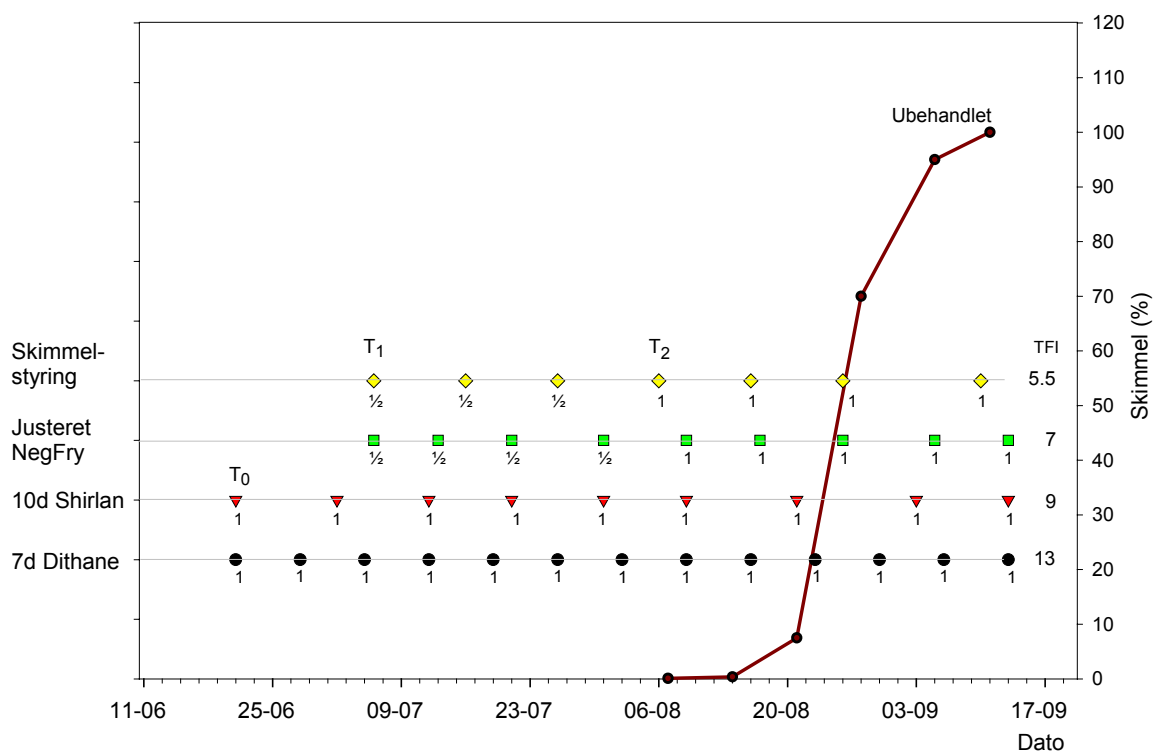
brugt til at udvikle en ”Justeret NegFry”. Justeringen omfattede at vejrprognosedata blev gjort tilgængelige i NegFry ved automatisk download via Internet (dog kun for de tre Baltiske lande og Polen). Anvendelsen af reducerede doser blev indført på den måde, at sprøjteintervaller for alle sorter i NegFry blev beregnet som for en modtagelig sort. Modtagelige sorter blev behandlet som normalt, men for mere resistente sorter blev dosis reguleret efter den generelle strategi som nævnt under afsnittet Metoder. Den eneste forskel var, at NegFry beregnede sprøjteintervaller efter Blight Units, mens intervallerne i Prognosemodellen i strategiforsøgene var faste afhængigt af dosis og fungicid.

I forsommeren 2001 startede DMI en udskiftning af de eksisterende Lambrecht sensorer for måling af luftfugtighed (Rh) med nye sensorer af mærket Vaisala i forbindelse med en generel renovation af klimastationerne. I løbet af sommeren viste det sig, at beregningen af daglige risikotal var markant lavere ved stationer med Vaisala sensorer end ved stationer med Lambrecht sensorer. En grov analyse af data viste, at de nye Vaisala sensorer målte ca. 3-4% lavere Rh ved luftfugtighed over 80% end Lambrecht sensorerne. Dermed blev risikotal for kartoffelskimmel beregnet for lavt ved stationer med de nye Vaisala sensorer. Tærsklerne i modellen for beregning af risikotal blev justeret i slutningen af juli måned. Rh-sensorerne var udskiftet med Vaisala ved Flakkebjerg og Jyndevad, men ikke ved Borris. Resultatet blev at forsøget med Dianella og Kuras ved Jyndevad og forsøget med Dianella ved Flakkebjerg delvis måtte kasseres. Kurasforsøget ved Flakkebjerg blev reddet, fordi der endnu ikke var skimmel i Kuras, da fejlen blev rettet. En analyse og sammenligning af Lambrecht og Vaisala Rh_sensorer er publiceret af Plauborg & Jensen (2002).

Resultaterne fra tre vellykkede forsøg i 2001 var meget lovende, idet fungicidforbruget kunne reduceres betydeligt, samtidig med at effekten af bekæmpelsen var den samme eller bedre sammenlignet med rutine (Hansen *et al.*, 2002). Figur 1 viser tidspunkterne for sprøjtning ved forskellige strategier i et forsøg på Borris i sorten Kuras.

I løbet af sæsonen 2001 blev der stillet spørgsmålstejn ved kvaliteten af de daglige risikotal til forudsigelse af situationer med risiko for sporulering. Der var observeret aktiv skimmel med sporulerende læsioner på dage, hvor risikotallene var lave. Dette forhold og problemerne med måling af Rh bevirkede at der vedtaget følgende initiativer:

1. En evaluering af risikotal for udvikling af kartoffelskimmel med historiske data inklusive en gennemgang af litteraturen på området (Hansen, 2002).
2. Markforsøg med sporangiefangster og afvask af læsioner i 2002 til evaluering risikotal for sporulering (Bay *et al.*, 2003, denne rapport).
3. Analyse af målinger af luftfugtighed hvor Vaisala sammenlignes med Lambrecht. Inden sæsonen 2002 ville alle stationer være udskiftet med Vaisala sensorer og en evt. justering af modelparametre var vigtig (Plauborg & Jensen, 2002).



Figur 1. Tidspunkter for sprøjtning ved forskellige strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel. Borris, 2001, i sorten Kuras. Timing of spraying in different strategies for the chemical control of late blight. Borris, 2001 in variety Kuras.

Hovedkonklusioner og milepæle i 2002

På baggrund af en evaluering af risikotal for udvikling af kartoffelskimmel (Hansen, 2002) blev det besluttet at anvende en simpel indikator for skimmelvej, nemlig ”dage med mere end 10 sammenhængende timer med $R_h > 87\%$ ”. For at tage hensyn til usikkerheden i målingen af R_h og eventuelle specielle lokalklimaforhold, blev dette risikotal også beregnet med en R_h -tærskel på 85% som indikator for ”næsten risiko”. De lavere R_h -tærskler end de traditionelle 90% blev valgt af hensyn til et ændret niveau for R_h ved måling med Vaisala-sensorer.

Strategiforsøgene for 2002 blev gentaget ved Flakkebjerg og Foulum i en modificeret udgave af 2001. Forsøgene omfattede 10 forskellige strategier i to sorter ved Flakkebjerg og 4 udvalgte strategier i tre sorter ved Foulum. Målet var at undersøge om *Skimmelstyring* kunne placere behandlingerne mere optimalt i forhold til risiko for sporulering og at der dermed kunne opnås en bedre effekt end med en rutinestrategi.

Resultaterne fra 2002 fremgår af tabel 1-5. Behandlingerne foretaget efter *Skimmelstyring* klarede sig generelt dårligere end rutinebehandlingerne, hvilket skyldtes, at de forebyggende behandlinger ofte blev udført for sent. Flere gange angav prognosen ingen skimmelrisiko, mens de efterfølgende målte vejrdata viste skimmelrisiko. En senere analyse har vist, at R_h i gennemsnit blev prognosticeret ca. 10 % for lavt (Detlefsen, 2003).

De dårligste resultater blev opnået, hvor der blev anvendt Dithane NT efter *Skimmelstyring*. Resultaterne var dårligere i Oleva end i Kuras, idet kombinationen af en modtagelig sort og et kontaktmiddel med en kortere tids effekt ikke giver nogen buffereffekt. Effekten af for sene forebyggende behandlinger viste sig derfor med det samme.

Tabel 1. Strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel, Flakkebjerg, 2002. Sort: Oleva
Strategies for the chemical control of potato late blight, Flakkebjerg, 2002. Variety: Oleva.

| Strategi for bekæmpelse Control strategy | Antal behandlinger Number of treatments | BI ¹ TFI ¹ | Forsinkelse af første symptom (dage) Delay of first symptoms (days) | Endeligt sygdoms niveau (%) Final disease level (%) | RAUDPC ² RAUDP ² | Udbytte (t/ha) Yield (t/ha) | Knoldskimmel (%) Tuber blight (%) |
|---|--|-------------------------------------|--|--|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| Ubehandlet | 0 | 0 | 0 | 100 | 0.69 | 32 | 1.8 |
| Rutine Dithane NT 2 kg/ha, 7d | 13 | 13 | 7 | 23 | 0.03 | 51 | 0.5 |
| Skimmelstyring Dithane, 2 kg/ha | 9 | 9 | 0 | 53 | 0.08 | 49 | 2.3 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,4 l/ha | 7 | 7 | 7 | 56 | 0.09 | 49 | 0.5 |
| Rutine Shirlan 0,2 l/ha 7d | 13 | 6.5 | 7 | 46 | 0.07 | 51 | 0.3 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,2 l /ha | 9 | 4.5 | 7 | 61 | 0.10 | 46 | 0.0 |
| Skimmelstyring Shirlan dynamisk ³ | 10 | 5 | 7 | 50 | 0.09 | 49 | 0.8 |
| L.s.d | | | | | | 4.1 | 1.5 |

¹BI = behandlingsindeks. ²RAUDPC = relativt areal under sygdomskurven. ³Halv eller hel dosis efter antal risikodage. ¹TFI=Treatment Frequency Index . ²RAUDPC = relative are a under the disease progress curve. ³Half or full dose after number of risk days.

Tabel 2. Strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel, Flakkebjerg, 2002. Sort: Kuras.
Strategies for the chemical control of potato late blight, Flakkebjerg, 2002. Variety: Oleva.

| Strategi for bekæmpelse Control strategy | Antal behandlinger Number of treatments | BI TFI | Forsinkelse af første symptom (dage) Delay of first symptoms (days) | Endeligt sygdoms niveau (%) Final disease level (%) | RAUDPC RAUDP | Udbytte (t/ha) Yield (t/ha) | Knoldskimmel (%) Tuber blight (%) |
|---|--|-----------|--|--|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Ubehandlet | 0 | 0 | 0 | 97 | 0.40 | 40 | 6.3 |
| Rutine Dithane NT 2 kg/ha, 7d | 14 | 14 | 20 | 16 | 0.03 | 56 | 0.5 |
| Skimmelstyring Dithane, 2 kg/ha | 9 | 8 | 7 | 39 | 0.06 | 53 | 6.0 |
| Rutine Shirlan 0,4 l/ha 10d | 8 | 9 | 7 | 10 | 0.02 | 57 | 0.0 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,4 l/ha | 7 | 7 | 20 | 14 | 0.02 | 56 | 0.3 |
| Rutine Shirlan 0,2 l/ha 7d | 13 | 7.3 | 7 | 14 | 0.02 | 54 | 0.3 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,2 l /ha | 9 | 4.5 | 7 | 36 | 0.05 | 53 | 1.3 |
| Skimmelstyring Shirlan dynamisk | 10 | 5 | 20 | 44 | 0.06 | 55 | 0.5 |
| L.s.d | | | | | | 4.9 | 2.9 |

Tabel 3. Strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel, Foulum, 2002. Sort: Dianella.
Strategies for the chemical control of potato late blight, Foulum, 2002. Variety: Dianella.

| Strategi for bekæmpelse Control strategy | Antal behandlinger Number of treatments | BI TFI | Forsinkelse af første symptom (dage) Delay of first symptoms (days) | Endeligt sygdoms niveau (%) Final disease level (%) | RAUDPC RAUDP | Udbytte (t/ha) Yield (t/ha) | Knoldskimmel (%) Tuber blight (%) |
|---|--|-----------|--|--|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Rutine Shirlan 0,4 l/ha 10d | 7 | 7 | 24 | 13 | 0.02 | 46 | 0.8 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,4 l/ha | 6 | 6 | 24 | 43 | 0.05 | 41 | 2.5 |
| Rutine Shirlan 0,2 l/ha 7d | 9 | 4.5 | 0 | 25 | 0.03 | 44 | 1.5 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,2 l /ha | 8 | 4 | 24 | 69 | 0.08 | 39 | 2.8 |
| L.s.d | | | | | | n.s. | n.s. |

Tabel 4. Strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel, Foulum, 2002. Sort: Kuras.
Strategies for the chemical control of potato late blight, Foulum, 2002. Variety: Kuras.

| Strategi for bekæmpelse Control strategy | Antal behandlinger Number of treatments | BI TFI | Forsinkelse af første symptom (dage) Delay of first symptoms (days) | Endeligt sygdoms niveau (%) Final disease level (%) | RAUDPC RAUDP | Udbytte (t/ha) Yield (t/ha) | Knoldskimmel (%) Tuber blight (%) |
|---|--|-----------|--|--|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Rutine Shirlan 0,4 l/ha 10d | 7 | 7 | 0 | 21 | 0.04 | 54 | 0 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,4 l/ha | 7 | 7 | 0 | 18 | 0.03 | 56 | 0 |
| Rutine Shirlan 0,2 l/ha 7d | 10 | 5 | 0 | 31 | 0.05 | 56 | 0 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,2 l/ha | 8 | 4 | 0 | 58 | 0.11 | 53 | 0 |
| L.s.d | | | | | | n.s. | n.s. |

Tabel 5. Strategier for bekæmpelse af kartoffelskimmel ved Foulum, 2002. Sort: Sava.
Strategies for the chemical control of potato late blight, Foulum, 2002. Variety: Sava.

| Strategi for bekæmpelse Control strategy | Antal behandlinger Number of treatments | BI TFI | Forsinkelse af første symptom (dage) Delay of first symptoms (days) | Endeligt sygdoms niveau (%) Final disease level (%) | RAUDPC RAUDP | Udbytte (t/ha) Yield (t/ha) | Knoldskimmel (%) Tuber blight (%) |
|---|--|-----------|--|--|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Rutine Shirlan 0,3 l/ha 10d | 7 | 5.25 | 0 | 2 | 0.005 | 51 | 0.25 |
| Skimmelstyring Shirlan 0,3 l/ha | 7 | 5.25 | 21 | 3 | 0.008 | 49 | 0.25 |
| L.s.d. | | | | | | n.s. | n.s. |

Er skimmestyring bedre end rutinebehandling?

Til en evaluering af *Skimmelstyring* er det valgt at bruge resultaterne fra 2001 og 2002 med rutinebehandling med Shirlan i fuld dosis og 10 dages interval som reference (tabel 6). Det skal påpeges, at resultaterne ikke direkte kan overføres til praksis, idet der i forsøgene har været ubehandlede parceller samt smittetryk fra andre ubehandlede forsøg på forsøgsarealerne. Dermed har smittetrykket været markant højere end det forventes at være i praksis.

Resultaterne for 2001 viser, at bekæmpelse efter *Skimmelstyring* gav et højt udbytte på samme niveau som ved rutinebehandling med Shirlan. Behandlingsindekset var markant lavere end rutinebehandling, og angreb af knoldskimmel blev ikke væsentligt forøget.

Resultaterne fra 2002 viser et generelt lavere udbytte end i 2001. For Foulums vedkommende skyldes dette i nogen grad, at Dianella blev nedvisnet 20. august og Kuras 1. september. Udbyttet var lavere ved behandling efter skimmelstyring end ved rutinebehandling. Behandlingsindekset var reduceret med op til 50% ved anvendelse af *Skimmelstyring*. Der var lidt mere knoldskimmel ved behandling efter *Skimmelstyring* end efter rutine i to ud af tre forsøg. Det vurderes, at flere af de udførte behandlinger blev udført for sent på grund af misvisende prognoser for skimmelrisiko, og at der dermed også er udført 1-2 behandlinger for lidt.

I Flakkebjerg blev der igen i 2002 opnået den relative bedste effekt i forhold til behandlingsindekset ved at anvende en præventiv strategi, hvor dosis blev tilpasset prognosen for antal dage med skimmelfavorabelt vejr (*Skimmelstyring*, Shirlan dynamisk i tabel 6). Der blev anvendt enten fuld eller halv dosis af Shirlan og beskyttelsestiden efter behandling var henholdsvis 5 eller 10 dage.

Indrages usikkerhederne om resultaterne for 2002, konkluderes det, at man med *Skimmelstyring* kan opnå ca. samme udbytte som ved rutinebehandling, men med et lavere fungicidforbrug. Der er ikke noget der tyder på, at risikoen for knoldskimmel er forøget med brug af *Skimmelstyring*, hvor der er anvendt Shirlan. Først efter nye forsøg under praktiske forhold, og hvor vejrdata og prognoser er optimale, kan man drage mere håndfaste konklusioner.

Generelt vil brugen af skimmelstyring og vejrprognoserne i Planteinfo kunne forbedre sikkerheden for rettidig behandling uanset den valgte bekæmpelsesstrategi. Selv med en rutine bekæmpelsesstrategi vil det ikke altid være muligt at behandle på en fast ugedag på grund af vejret. Der kan i værste fald være tale om et kraftigt regnvejr over flere dage, der umuliggør behandling. Hvis det i øvrigt er skimmelfavorabelt, kan det betyde, at behandling først kan udføres efter, der er sket infektion i marken. Prognose for skimmelfavorabelt vejr, og vejrdata der angiver, hvornår det vil være muligt at behandle kan betyde, at landmanden med fordel kan vælge at fremskynde behandling. Skimmelstyring bør derfor bruges som et praktisk værktøj af driftslederen.

Tabel 6. Udbytte, behandlinger og knoldskimmel ved *Skimmelstyring* sammenlignet med rutinebehandling. Yield, number of treatments, and tuber blight for trials with Bligt Management compared with routine treatment.

| Lokalitet og behandling Trial site and treatment | Udbytte Yield (t/ha) | Antal be- handlinger Number of treatments | Behandlingsindeks (BI) Treatment Fre- quency Index (TFI) | Knold- skimmel (%) Tuber blight (%) |
|--|-----------------------------------|--|---|--|
| <i>Borris, Dianella, 2001</i> | | | | |
| 1 Rutine Shirlan 0,4 l/ha | 69 | 9 | 9 | 11.8 |
| 2 Skimmelst. Shirlan 0,4 l/ha | +1 | 0 | -1.2 | +4.0 |
| 3 Justeret NegFry | +4 | +2 | +2 | -1.0 |
| 4 Skimmelst. Shirlan dynamisk | +1 | +1 | -2 | +3.7 |
| <i>Borris, Kuras, 2001</i> | | | | |
| 1 Rutine Shirlan 0,4 l/ha | 75 | 14 | 14 | 0.3 |
| 2 Skimmelst. Shirlan 0,4 l/ha | -1 | -6 | -7.5 | +1.2 |
| 3 Justeret NegFry | 0 | -4 | -6 | +1.2 |
| 4 Skimmelst. Shirlan dynamisk | 0 | -7 | -8.5 | +1.0 |
| <i>Flakkebjerg, Kuras, 2001</i> | | | | |
| 1 Rutine Shirlan 0,4 l/ha | 61 | 9 | 9 | 3.3 |
| 2 Skimmelst. Shirlan 0,4 l/ha | -2 | -2 | -3 | +1.0 |
| 3 Justeret NegFry | +1 | -1 | -3 | -1.3 |
| 4 Skimmelst. Shirlan dynamisk | 0 | -3 | -5 | -2.3 |
| <i>Foulum, Dianella, 2002</i> | | | | |
| 1 Rutine Shirlan 0,4 l/ha | 46 | 7 | 7 | 0.8 |
| 2 Skimmelst. Shirlan 0,4 l/ha | -5 | -1 | -1 | +1.7 |
| 3 Skimmelst. Shirlan 0,2 l/ha | -7 | +1 | -3 | +2.0 |
| <i>Foulum, Kuras, 2002</i> | | | | |
| 1 Rutine Shirlan 0,4 l/ha | 54 | 7 | 7 | 0 |
| 2 Skimmelst. Shirlan 0,4 l/ha | +2 | 0 | 0 | 0 |
| 3 Skimmelst. Shirlan 0,2 l/ha | -1 | +1 | -3 | 0 |
| <i>Flakkebjerg, Kuras, 2002</i> | | | | |
| 1 Rutine Shirlan 0,4 l/ha | 57 | 9 | 9 | 0 |
| 2 Skimmelst. Shirlan 0,4 l/ha | -1 | -2 | -2 | +0.3 |
| 3 Skimmelst. Shirlan 0,2 l/ha | -4 | 0 | -4.5 | +1.3 |
| 4. Skimmelst. Shirlan dynamisk | -1 | +1 | -4 | +0.5 |

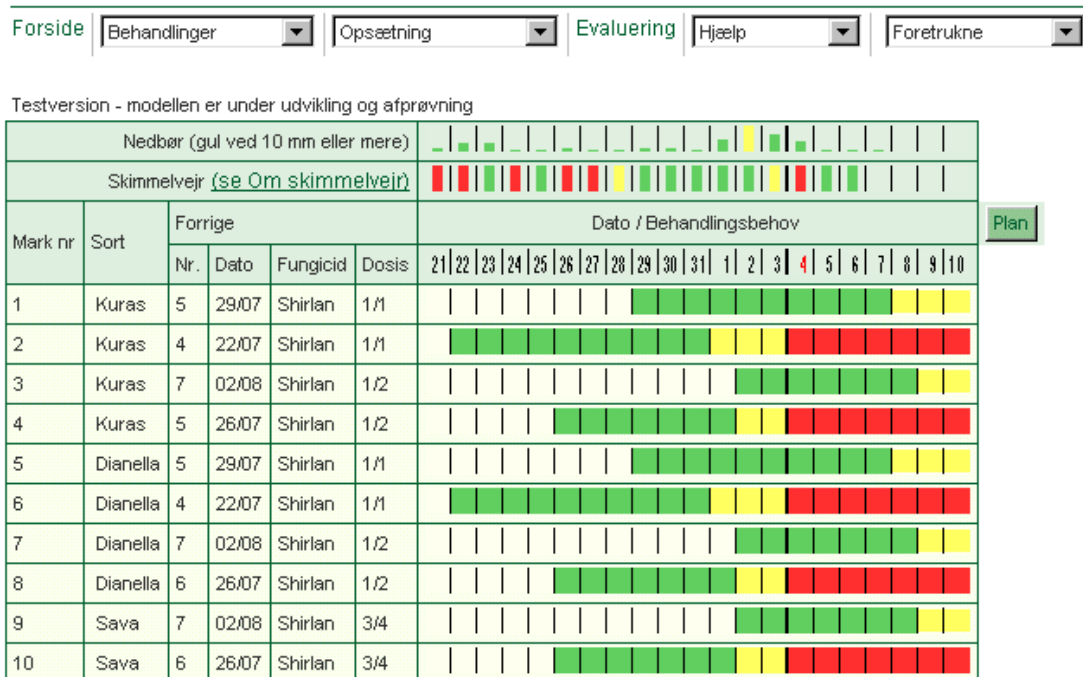
Hvordan virker skimmelstyring

Behandlingsbehov

Skimmelstyring er integreret med Vandregnskab i PlanteInfo. Det betyder, at en markplan kun skal oprettes én gang og at vandinger indtastet i Vandregnskab automatisk inddrages i Skimmelstyring.

Man skal starte med *Skimmelstyring* når der er taget beslutning om første behandling. Når man vælger menuen *Behandlingsbehov* i *Skimmelstyring*, vises en tabel med oversigt over alle oprettede kartoffelmarker (figur 2). Når man indtaster en udført fungicidbehandling inklusive dato, fungicidnavn og dosis vises for hver mark en beskyttelsesperiode, hvor det forventes at fungicidet beskytter afgrøden mod infektion af kartoffelskimmel. Efter beskyttelsesperiodens ophør anbefales det at vente, hvis vejret ikke er skimmelfavorabelt, eller at behandle igen første gang vejret bliver skimmelfavorabelt. Skimmelvejr blev i 2002 defineret som: 10 timer eller flere med relativ luftfugtighed >87%. Skimmelvejr er vist på dagligt niveau som søjler. En rød farve indikerer risiko, en gul farve indikerer næsten risiko (modelberegning med $R_h > 85\%$ i stedet for $R_h > 87\%$) og en grøn farve indikerer ingen risiko. Risikoen for skimmelvejr beregnes både med målte data og med data fra en 2 døgns vejrprognose. Beskyttelsesperioden for hver mark er markeret med en grøn lineal, venteperioden med en gul lineal og behov for genbehandling med en rød lineal.

I figur 2 ses, at der på mark nr. 1 er lagt sorten Kuras. Fungicidbehandling nr. 5 blev udført den 29/7 med Shirlan i fuld (1/1) dosis. Beskyttelsesperioden er 10 dage – fra 29/7 til 7 august. Dags dato er 4. august og risiko for skimmelvejr er baseret på en prognose for 4.-6. august. Den 4. august er der ifølge *Skimmelstyring* risiko for skimmelvejr. Den 3. august var der 'næsten risiko' for skimmelvejr og den 29.juli til 2. august var der 'ingen risiko'. Indikationen for næsten skimmelvejr (gul farve) er beregnet for at inddrage usikkerheden på målinger af luftfugtighed og eventuelt specielle forhold vedrørende aktuelle markers lokalklima.



Figur 2. Skimmelstyrings brugergrænseflade i PlanteInfo. Blight Management web-interface in PlanteInfo.

Brugeren kan ændre opsætning

I *Skimmelstyring* er der fastlagt beskyttelsesperioder i dage for aktuelle fungicidnavne og doser på henholdsvis 1/1, 3/4, og 1/2 normaldos. Længden af disse beskyttelsesperioder kan ændres af brugeren til et hvilket som helst tal (figur 3). I en anden tabel under opsætning er det muligt at forlænge eller forkorte beskyttelsesperiodens længde under hensyntagen til sortens resistens mod kartoffelskimmel (figur 4). Ændringer i beskyttelsesperioder kan foretages, så det gælder generelt for alle marker i systemet, men der kan også laves en speciel opsætning for enkelte marker. Her er givet nogle eksempler på faktorer, som kan betinge en ændring af beskyttelsesperiodens længde for specielle marker:

- Sortens resistens. Meget modtagelig og ringe knoldresistens: Kortere beskyttelsesperiode. God topresistens og god knoldresistens: Længere beskyttelsesperiode.
- Dyrkningsformål og længden af lagringsperiode. Modtagelig sort til læggekartofler eller chips lagring: Kortere beskyttelsesperiode. Resistent melkartoffel direkte til fabrik: Længere beskyttelsesperiode.
- Ekstremt lokalklima og/eller ekstremt lokalt smittetryk. Fugtig hævet fjordleje nær en å og mange kartoffelmarker i området: Kortere beskyttelsesperiode. Lokalitet nær vestkysten og få andre kartoffelmarker i nærheden (lavt smittetryk): Længere beskyttelsesperiode.

Forside Behandlingsbehov Behandlinger Opsætning Evaluering Hjælp Foretrukne

| Fungicid | Standard | | | eRådgivning | | | Egen | | |
|--------------|----------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|
| | 1/1 | 3/4 | 1/2 | 1/1 | 3/4 | 1/2 | Alle marker | | |
| Dosis | | | | | | | 1/1 | 3/4 | 1/2 |
| Acrobat WG | 10 | 7 | 5 | 10 | 7 | 5 | 10 | 7 | 5 |
| Dithane NT | 7 | 5 | 3 | 7 | 5 | 3 | 7 | 5 | 3 |
| LFS Mancozeb | 7 | 5 | 3 | 7 | 5 | 3 | 7 | 5 | 3 |
| Shirlan | 10 | 7 | 5 | 10 | 7 | 5 | 10 | 7 | 7 |
| Tattoo | 10 | 7 | 5 | 10 | 7 | 5 | 10 | 7 | 5 |
| Tridex DG | 7 | 5 | 3 | 7 | 5 | 3 | 7 | 5 | 3 |

I beskyttelsesperioden forventes en fungicidbehandling at beskytte fuldstændigt mod angreb af kartoffelskimmel. Standardværdier er angivet i tabellen. Værdierne for normal dosis (1/1) er anbefalet af de produktansvarlige firmaer, mens beskyttelsesperioder for nedsatte doser er baseret på resultater og erfaringer fra fungicidafprøvning mv.

I programmet anvendes værdierne angivet under, som du kan ændre efter behov. Du kan overføre værdierne fra Standard.

Gem eRådgivning

Figur 3. Muligheder for valg af beskyttelsesperiodens længde i Skimmelstyring i forhold til fungicid og dosis. Possibilities for setting protection periods in Blight Management regarding fungicide type and dosage.

Forside Behandlingsbehov Behandlinger Opsætning Evaluering Hjælp Foretrukne

| Sort | Skimmelresistens 9=mindre modtagelig | | Standard | Egen |
|----------|--------------------------------------|-------|----------|-------------|
| | Top | Knold | Overfør | Alle marker |
| Dianella | 5 | 3 | 0 | 0 |
| Kuras | 8 | 8 | 0 | 0 |
| Sava | 4-5 | 8 | 0 | 0 |

Længere beskyttelsesperiode til resistente sorter kan være en måde til at reducere fungicidforbruget og bevare en god skimmelkontrol. Fra midt i juli og gennem august og september kan der for modtagelige sorter være behov for kortere beskyttelsesperioder.

I tabellen kan du for de enkelte sorter definere plus/minus dage i forhold til beskyttelsesperioden for det anvendte fungicid. I programmet anvendes værdierne angivet under, som du kan ændre efter behov. Du kan overføre værdierne fra Standard.

Gem eRådgivning

Figur 4. Muligheder for valg af beskyttelsesperiodens længde i Skimmelstyring i forhold til sortsresistens. Possibilities for setting protection periods in Blight Management regarding variety resistance.

Diskussion og konklusion

Behandling med et skimmelfungicid bør foretages præventivt forud for en skimmelfavorabel periode, idet de fleste fungicider, der bliver brugt i Danmark, kun har meget begrænset effekt overfor infektion, der allerede har fundet sted. Forsøg fra Flakkebjerg i 2000 og 2001 med fungiciders præventive og kurative effekter viste, at hvis man behandlede 12 timer efter infektion, faldt effekten så meget, at man mistede kontrollen over skimmelen. Modsat blev der opnået fuld tilstrækkelig effekt ved behandling 12 timer før infektion. Kun få midler, deriblandt systemiske midler, viste en begrænset effekt ved anvendelse 12 timer efter infektion.

Forsøg med afvaskning af fungicider i Flakkebjerg i 2001 og 2002 viste, at de aktuelle skimmelfungicider har en relativt god regnfasthed. Først ved anvendelse af 25 mm kraftig nedbør

kun 3 timer efter behandling kunne der konstateres en reduktion i effekten af enkelte midler. Derfor er det generelt en mere sikker strategi at behandle forud for en skimmelfavorabel periode, selv om denne omfatter nedbør.

Der kan anvendes nedsatte doseringer i begyndelsen af vækstperioden i mere resistente sorter. Det er dog vigtigt, at dosis hæves i takt med, at infektionstrykket øges, og resistensen nedbrydes. Forsøg med en kombination af doser, intervaller og sorter i Flakkebjerg i 2000 og 2001 viste, at der generelt opnås en relativ større effekt af kontaktmidler, hvis de anvendes med nedsat dosis og korte intervaller i forhold til fuld dosis og lange intervaller. Det var især udtalt i sorter med lille resistens og under kraftig vækst.

Der er påvist et potentiale for at reducere forbruget af fungicider ved at styre skimmelbekæmpelsen i forhold til vejrobservationer og vejrprognoser efter principper som er implementeret i *Skimmelstyring*. Forsøgene med *Skimmelstyring* er imidlertid blevet alvorligt forstyrret af samtidig renovering af klimastationer med nye Rh-sensorer og indkøring af forskellige numeriske vejrprognoser i PlanteInfo. Der kan derfor ikke drages endegyldige konklusioner vedrørende virkning og sikkerhed ved anvendelsen af *Skimmelstyring*.

En vejrbettinget beregning og prognose for infektionstryk kombineret med information om hvornår sorter med forskellig resistens bliver angrebet, kan i fremtiden være vejledende om hvornår dosis bør hæves.

Kvaliteten af vejrobservationer og vejrprognoser er afgørende for virkning og sikkerhed ved beslutningsstøtte til korrekt timing af fungicidbehandlingen. Vejrobservationer i PlanteInfo er fra 2002 udelukkende baseret på data fra klimastationer med Vaisala-sensorer, hvilket har mindsket risikoen for systematiske fejl på den enkelte klimastation betydeligt. Der er fremskaffet et empirisk grundlag for at fastlægge niveauet for Rh målt med Vaisala-sensorer i forhold til Rh målt med de udrangerede Lamprecht-sensorer (Plauborg & Jensen, 2002), således at beslutningssystemet kan kalibreres til de nye målinger. Prisen er en dårligere geografisk dækning. I 2002 var der således kun 30 klimastationer med Vaisala-sensorer, hvoraf mange var placeret kystnært.

Der anvendes numeriske vejrprognoser fra to kilder i PlanteInfo, en 7-døgns prognose beregnet ved European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) og en 2-døgns prognose beregnet ved DMI-HIRLAM. Begge prognoser er evalueret i forhold til observerede data fra klimastationer i Danmark, og begge viste sig at undervurdere Rh (Detlefsen *et al.*, 2001; Detlefsen, 2003), således at også risikoen for skimmelfavorabelt vejr undervurderes. DMI har i december 2002 implementeret en ny version af DMI-HIRLAM, som er kalibreret til at yde prognoser som i gennemsnit svarer til observationer fra klimastationer. Detlefsen (2003) kunne dog påvise en betydelig spredning, som formentlig fortsat vil betyde en vis usikkerhed på en prognose for skimmelvejr.

Der er fortsat et stort behov for at monitorere såvel vejrobservationer som vejrprognoser for at sikre de bedst mulige vejrdata til beslutningsstøtte vedrørende kartoffelskimmel. Der er ligeledes behov for undersøgelser til at estimere usikkerheden på vejrprognoser og den deraf følgende usikkerhed på prognoser for skimmelvejrer.

I *Skimmelstyring* anvendes venteperioder hvis risikoen for skimmelvejrer er lav efter endt beskyttelsesperiode. Analyserne af sporangiefangster (Hansen, 2002; Bay *et al.*, 2003) stiller spørgsmål ved, om denne metode er tilstrækkelig sikker. De nævnte undersøgelser tyder på, at sporangiefrigørelsen kan være forsinket i forhold til tidspunktet for sporangiernes dannelse og at sporangier kan frigøres over flere dage.

Skimmelstyring blev i 2002 anvendt af LandboNord til en strategi med behandling på faste ugedage og varierende dosis i forhold til den aktuelle risiko for kartoffelskimmel, sortens resistens og eventuel skimmel i afgrøden. Der var tale om en speciel udgave, som var tilpasset *eRådgivning*, således at rådgiverens vurdering af behandlingsbehov kunne kommunikeres direkte til avleren via *Skimmelstyring* (Thysen, 2002). Denne integration af *Skimmelstyring* og *eRådgivning* forventes gjort tilgængeligt for alle til sæsonen 2003.

Skimmelsens biologi har sandsynligvis ændret sig mod mere aggressive racer, og det er mere og mere tydeligt, at oosporer kan have indflydelse på angrebets start og udbredelse. Derfor bør sædskiftet have indflydelse på valg og udførelsen af bekæmpelsesstrategier. Hvordan og hvor meget skimmelsens biologi har ændret sig under nordiske forhold, vil blive undersøgt i et nyt omfattende nordisk projekt (2003-2006) finansieret via Nordisk Kontaktudvalg for Jordbrugsforskning. Skimmelisolater vil blive indsamlet fra Norge, Sverige, Finland og Danmark og testet for parringstype, aggressivitet og genetisk variation i laboratoriet. Efterfølgende vil et udvalg af isolater blive testet i klimakammer for at undersøge meteorologiske variables betydning for latensperiode, sporulering og vækst af læsioner. Endelig vil resultaterne fra klimakammeret blive verificeret i kontrollerede forsøg under markforhold. Resultaterne skal opdatere og forbedre eksisterende og nye modeller for skimmeludvikling, og det er planen, at udvikle en ramme for et fælles nordisk beslutningssystem for bekæmpelse af kartoffelskimmel.

Litteratur

- Bay A, Bødker L & Hansen JG. 2003 Undersøgelse af sporulering og sporangiefrigørelse hos *Phytophthora infestans* under markforhold ved Flakkebjerg 2002. 20. Danske Planteværnskonference, marts 2003, Denne DJF rapport.
- Bødker L, Nielsen BJ & Hansen HH. 2001. Plantebeskyttelsesstrategier mod kartoffelskimmel. 18. Danske Planteværnskonference marts 2001, DJF Rapport nr. 40, Markbrug, 45-56.

- Bødker L & Nielsen BJ.* 2001 Preventive and curative effect of fungicides against potato late blight under field conditions. PAV. Proceedings of the Workshop on the European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. München, Special Report no. 7. 261-264.
- Bødker L & Nielsen BJ.* 2002 Influence of irrigation on the wash-off of fungicides in field grown potato. In: Schepers, H.T.A.M. & Westerdijk, C.E. (eds.): Proceedings of the workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, Edinburgh. Applied Plant Research, AGV Research Unit, Wageningen, PPO-Special Report no 8, April 2002, 163-168.
- Detlefsen NK.* 2003. Analyse af to-døgns vejrprognoser. DJF Intern rapport no. 172, 40 pp.
- Detlefsen NK, Hansen JG & Thysen I.* 2001. Use of weather forecasting data in decision support systems for the control of potato late blight. 5th European Conference on Applications of Meteorology, 24-28 September, Budapest, Hungary. p. 82.
- Hansen JG, Lassen P, Jensen AL & Thysen I.* 1999 Information and decision support for the control of potato late blight based on integrated PC and Internet applications. In: Schepers, Huub and Bouma, Erno (eds.): Proceedings of the workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, PAV-special report no 5, January 1999, 66-80.
- Hansen JG, Bødker L & Nielsen BJ.* 2000. Beslutningsstøtte til bekæmpelse af kartoffelskimmel. 17. Danske Planteværnskonference, marts 2000, DJF-rapport nr. 24, 87-99.
- Hansen JG, Lassen P, Turka I, Stuogiene L, Valskyte A & Koppel M.* 2000 Validation and implementation of a Danish decision support system for the control of potato late blight in the Baltic countries. In: Schepers, Huub and Bouma, Erno (eds.): Proceedings of the Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, PAV-special report no 6, February 2000, 117-130.
- Hansen JG, Bødker L & Nielsen BJ.* 2002 Implementation of variety resistance in control strategies of potato late blight. In: Schepers, H.T.A.M. & Westerdijk, C.E. (eds.): Proceedings of the workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Applied Plant Research, AGV Research Unit, Wageningen, PPO-Special Report no 8, April 2002, 111-124.
- Hansen JG.* 2002. Evaluering af risikotal for udvikling af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). DJF intern rapport 167, 70 pp.
- Kleinhenz B & Jörg E.* 2000 Results of validation Trials of Phytophthora DSS in Europe in 1999. In: Schepers, Huub and Bouma, Erno (eds.): Proceedings of the Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, PAV-special report no 6, February 2000, 180-190.
- Plauborg F & Jensen T.* 2002. Performance of Vaisala sensor for measuring air temperature and relative humidity. DJF Intern rapport no. 171, 29 pp.
- Thysen I.* 2002. eRådgivning og netbaserede beslutningsstøttesystemer. I: Correll, A., Kjær, L.B. & Frederiksen, H.B., 2002. Efterårskonference 2002 - Planteavl. Danmarks JordbrugsForskning. DJF rapport - Markbrug 78, 119-122.

Erfaringer med skimmelstyring 2002

Experiences with managing (potato) late blight in 2002

Planteavlskonsulent

Martin Andersen

LandboNord Flauenskjold

Agertoften 8

DK-9330 Dronninglund

Indledning

Gennem de sidste 10 år har fokus i skimmelbekæmpelse i kartofler været på indsamling af klimadata, udvikling af modeller til varsling samt nedsat anvendelse af fungicider mod kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). Hertil er der udviklet beslutningsstøttesystemer, som den enkelte avler vil kunne benytte til synliggørelse af højrisikoperioder contra lavrisikoperioder. Med baggrund i denne udvikling, har undertegnede i samarbejde med agrochef Henrik Pedersen, kartoffelmelsfabrikken AKV Langholt A.m.b.a., varslet 70 – 100 kartoffelavlere 3 gange ugentligt om skimmelrisiko og efterfølgende forebyggende behandling mod skimmel. Varslingen er sket pr. fax. og i 2002 afprøvet med få avlere også som e-Rådgivning. Sidstnævnte udviklet af Danmarks Jordbrugsforskning (DFJ) Foulum og benyttes via Plante-Info.

Forsøg og observationer

Grundlaget for den valgte varslingsmodel, er afprøvningen af forskellige fungicider og behandlingsintervaller mod kartoffelskimmel, henholdsvis hos Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg og Landsforsøgene. Et af de nyere afprøvede midler var *fluazinam* (Shirlan). Midlet er regnfast, og forsøgene viste, at effekten var god - også ved halv dosis.

Disse forhold betød i praksis, at en bekæmpelse en gang ugentligt medførte, at nyvækst i kartoflerne til stadighed var dækket med middel, og at der ofte var middel tilbage fra sidste behandling. Der var ikke behov for fuld dosis.

Kartoffelproduktionen i praksis havde i samme periode udviklet sig således, at kartofler til stivelsesproduktion blev koncentreret på færre og færre ejendomme, med deraf større arealer

på den enkelte ejendom. Større arealer med flere forskellige sorter fordelt driftsmæssigt efter jordtype, optagningsintervaller, vanding m.m.

Udviklingen havde i praksis medført, at bekæmpelse forebyggende mod kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*), med varierende behandlingsintervaller for den enkelte sort, ikke ville være muligt at få gennemført konsekvent. En ugentlig behandling derimod var praktisk muligt, og dosis kunne varieres efter registrerede klimadata – lav- eller højrisikoperioder kunne tydeliggøres.

Sortsudvalget blandt industrikartofler er stort og resistensegenskaberne markante sorterne imellem. Fremkomsten af kartoffelskimmel i en sort med lav resistens, sammenlignet med en sort med god resistens, kan under praktiske forhold nemt være op til 3 uger.

Som en sidste og afgørende del af varslingsmodellen havde undersøgelser blandt kartoffelavlere i Jylland de sidste 3 år vist, at dårligt sædskifte var afgørende for fremkomsten af kartoffelskimmel og for hvor tidligt de første symptomer var synlige. I 2000 og 2001 viste observationer, at i sædskifte med kartofler efter kartofler forekom umiddelbart efter fremspiring. Omtalte markobservationer blev udført af henholdsvis AKV Langholt og KMC. Dårligt sædskifte blev defineret som sædskifte med under 3 kartoffelfrie år.

Oversigt over anvendelse ved vejledning for sprøjtebehov i skimmelfax og e-Rådgivning

Oversigten viser varslingsmodellen med udgangspunkt i klimadata til regulering af sprøjtestrategien med 0,2 l Shirilan pr. ha. en gang ugentligt.

Varslingsmodellen opfyldte samtidig kravet til nedsat behandlingsindeks (BI) som fastlagt i pesticidhandlingsplanen fra 1998, idet udgangspunktet var halv dosis under normale forhold. Modellen tog tillige udgangspunkt i kartoffelsorternes resistensgrundlag, idet perioder med ingen risiko samt god resistens i den enkelte sort yderligere lagde op til nedsat dosis.

Tabel 1. Risikoværdier (I sæsonen arbejdes med 3 risikoværdier) :

HR betyder, at der har været 10 timer med over 87 % rel luftfugtighed (rød)

R betyder, at der har været 10 timer med over 85 % rel. (gul)

L Der har ikke været sammenhængende periode med høj fugtighed, (grøn)

Sprøjtefaser

Der opereres med 3 faser i løbet af vækstsæson

| | |
|--------|--|
| Fase 1 | 1 sprøjtning og frem til 1. fund af skimmel området, dog senest 1.juli i gruppe 2 og 15. juli i gruppe 1 |
| Fase 2 | Fra fase 1 og frem til 1. fund af skimmel i led, dog senest til 15 august |
| Fase 3 | Efter 15. august |

Gruppe 1 (f.eks. Kuras)

| Risiko type | Beskrivelse | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 |
|-------------|---|--------|--------|--------|
| a | Ved max. 2 dage med R, dog heraf max. 0 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| b | Ved max. 3 dage med R, dog heraf max. 1 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| c | Ved max. 4 dage med R, dog heraf max. 3 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| d | Ved 5 dage eller mere med R, eller 4 dage eller mere med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,2 | 0,3 | 0,3 |

Gruppe 2 (f.eks. Oleva)

| Risiko type | beskrivelse | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 |
|-------------|---|--------|--------|--------|
| a | Ved max. 2 dage med R, dog heraf max. 0 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| b | Ved max. 3 dage med R, dog heraf max. 1 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| c | Ved max. 4 dage med R, dog heraf max. 3 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| d | Ved 5 dage eller mere med R, eller 4 dage eller mere med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,3 | 0,3 | 0,3 |

(Tabellen fortsættes)

Gruppe 3 (f.eks. Dianella)

| Risiko type | beskrivelse | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 |
|-------------|---|--------|--------|--------|
| a | Ved max. 2 dage med R, dog heraf max. 0 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| b | Ved max. 3 dage med R, dog heraf max. 1 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| c | Ved max. 4 dage med R, dog heraf max. 3 dag med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| d | Ved 5 dage eller mere med R, eller 4 dage eller mere med HR i sidste 7 dage + 2 dage prognose | 0,3 | 0,3 | 0,4 |

Dithane strategi:

Ved anvendelse af Dithane kan modellen også bruges, idet

0,1 Shirlan svarer til lange intervaller (8-12 dage)

0,2 Shirlan svarer til almindelige (7-10 dage)

0,3 Shirlan svarer til korte (5-8 dage)

Varslingsmodellen indeholder 3 elementer:

1. Risikoværdier – hvor der opereres med 3 niveauer.
2. Behandlingsfaser – 3 behandlingsfaser i løbet af vækstsæsonen
3. Kartoffelsorternes forskellige resistensgrundlag.

Resistente sorter: *Kuras, Karnico, Artana, Kardal.*

Ikke resistente sorter: *Producent, Oleva, Karida, Posmo, Calla, Seresta.*

Ud fra de indhentede klimadata fra henholdsvis DMI vejrdata, samt lokale klimaspdyd har kartoffelavlnerne 3 gange ugentligt pr. fax modtaget en angivelse af sprøjtestrategi – regulering af dosis i Shirlan (*fluazinam*) pr. ha. efter risikogruppe og skimmelrisiko.

Vejledning / aktuel kommentar er foretaget af undertegnede og Henrik Pedersen, AKV Langholt.

e-Rådgivning

Beslutningsstøttesystemer fra Danmarks Jordbrugsforskning og Landbrugets Rådgivningscenter bliver nu i disse år overført fra PC til Internettet.

Systemerne udmøntes i PlanteInfo og indeholder eksempelvis Vandregnskab, SortsInfo, Planteværn Online og Skimmelstyring. To kartoffelavlere blev tilbudt skimmelstyring via PlanteInfo. Både landmand og konsulent kan via login med ID og password få adgang til skimmelstyringen.

Landmanden fastlægger sin strategi i PlanteInfo og rådgiveren kan redigere i landmandens opsætning og data. Efterfølgende kan rådgiveren konstatere, om den valgte strategi er fulgt.

Selve skimmelstyringen / varslingen er samme model som udsendes via fax og nævnt under tabel 1. Modellen var gennemgået sammen med avlerne forud for skimmelsæsonen.

I e-Rådgivningen var indbygget 2-dagsprognose, byggende på vejrdata fra DMI, landmand og konsulent for at kunne vurdere risikoen for skimmel 2 døgn frem.

Desværre viste det sig hurtigt, at 2-dagsprognosen ikke var sikker – specielt ved høj luftfugtighed, hvorfor denne del ikke blev anvendt yderligere. Varslingen foregik herefter efter samme model som vist i tabel 1.

Resultat

Den anvendte strategi med udgangspunkt i en reduceret dosis af midlet *fluazinam* (Shirlan), samt forebyggende behandling en gang ugentligt, har ikke givet anledning til øget angreb af kartoffelskimmel hos de involverede kartoffelavlere – tværtimod. De sidste års forsøg med behandlingsstrategier synes da også at bekræfte dette. Rutinebehandlingerne har ikke medført øget anvendelse af fungicidmiddel mod kartoffelskimmel.

Modellen har medført, at kartoffelavleren har været motiveret for nedsat dosis af midlet *fluazinam* i ikke skimmelfavorable perioder. Hertil udnyttelse af resistensforskelle kartoffelsorterne imellem.

Modellen har været praktisk gennemførlig i en moderne kartoffelproduktion med store arealer og flere forskellige kartoffelsorter i sædskiftet og på samme ejendom. Behandlingsindekset i forbindelse med rutinebehandlingerne synes ikke at være årsag til, at indekset vil stige.

En varslingsmodel som gengivet synes også at tydeliggøre, at beslutningsstøttesystemer er kommet for at blive, men kræver, at der fastlægges en behandlingsstrategi for et større eller mindre lokalområde, hvor praktiske informationer/observationer er indbygget. Nuværende beslutningssystemer kræver yderligere udvikling med hensyn til sikre prognoser for kartoffelskimmel.

Det er stadig den enkelte kartoffelavler / rådgiver der vurderer og fastlægger den endelige behandlingsstrategi.

Litteratur

- Bødker L, Nielsen BJ. & Hansen H.* 2001. Beskyttelsesstrategier mod kartoffelskimmel. Danmarks JordbrugsForskning Rapport 40 Markbrug (2001), 45-55.
- Hansen JG, Bødker L & Nielsen BJ.* 2000. Beslutningsstøtte til bekæmpelse af kartoffelskimmel. Danmarks JordbrugsForskning Rapport 24 Markbrug (2000), 87-99.
- Lærke PE, Madsen M, Kirk HG, Bundgaard K, Tolstrup K, Feder K, Flø M & Pedersen H* 2002. Afprøvning af kartoffelsorter til melproduktion. Danmarks JordbrugsForskning Rapport 79 Markbrug (2002), 3-39.
- Mariogaard Witt KL & Dalsgaard A.* 2002. Den optimale forebyggelse af kartoffelskimmel. Danmarks JordbrugsForskning Rapport 66 Markbrug (2002), 35-38.
- Pedersen H, Møller L & Bødker L.* 2001. Kartoffelskimmel – en sædskiftesygdom. Danmarks JordbrugsForskning Rapport 40 Markbrug (2001), 39-44.
- POTATO LATE BLIGHT – past, present and future.* NJF-seminar 314, 3-6 October 2000.
- Rydal P, Hagelskjær L, Bøjer OQ & Jørgensen LN.* 2002. Planteværn Online – et Internetbaseret beslutningsstøttesystem. Danmarks JordbrugsForskning Rapport 64, Markbrug (2002), 59-74.
- Thyssen, I.* 2002. e-Rådgivning og netbaserede beslutningsstøttesystemer. Danmarks JordbrugsForskning Rapport 78 (2002), 119-122.
- Pedersen H.* 2002. Personlig meddelelse.
- Oversigten over Landsforsøgene (2002), 260-273.
- Oversigten over Landsforsøgene (2000), 253-262.

Undersøgelse af sporulering og sporangiefrigørelse hos *Phytophthora infestans* under markforhold ved Flakkebjerg 2002

Studies on sporulation and dispersal of sporangia of *Phytophthora infestans* under field conditions at Flakkebjerg 2002

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

Jens Grønbech Hansen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Jordbrugssystemer
Forskergruppe for Informatik og Beslutningsstøtte
Postboks 50
DK-8830 Tjele

Summary

At Flakkebjerg, 2002, the production of sporangia of *Phytophthora infestans* was studied by catchment of airborne sporangia and wash-off of sporangia from late blight lesions. It was possible to detect sporangia in lesions on plants from four different varieties nearly every day during the season (June 28 – August 30). Airborne sporangia were detected in high amounts in July when weather conditions were wet and very favourable for late blight, but only on few days in August when weather conditions were dry and warm. Detection of sporangia in lesions or in the air not always corresponded well with calculated risk values for sporulation. Results indicate that sporangia are not always liberated into the air shortly after they have been produced. This situation, called delayed sporangia release, was often associated with rain events. The results will be used to update the Danish decision support system for control of potato late blight.

Indledning

Under Nordiske forhold er det hidtil antaget, at betingelser for sporangiedannelse (sporulering) er den mest begrænsende faktor for udvikling af kartoffelskimmel (Hansen, 1992; Han-

sen *et al.*, 1995). I det danske beslutningsstøttesystem for bekæmpelse af kartoffelskimmel har der derfor i mange år været anvendt et vejrbaseret dagligt risikotal som indikator for sporangiedannelse. Undersøgelserne vedrørende sporangiedannelse blev iværksat på baggrund af følgende forhold:

- I 2001 blev der rapporteret om aktiv skimmel med sporangietilstedeværelse i konventionelle marker på dage, hvor risikotalene var lave. På den baggrund blev der stillet spørgsmålstegn ved kvaliteten af det daglige risikotal.
- Modellen, der ligger til grund for det daglige risikotal, er baseret på undersøgelser af skimmelsens biologi fra ca. 1930-1970 (Crosier, 1934; Ullrich & Schrödter, 1966; Harrison, 1992). Skimmelsens biologi har ændret sig markant siden. Det synes mere og mere klart, at kartoffelskimmel er blevet mere aggressiv (Day & Shattock, 1997; Bødker *et al.*, 1998; Flier *et al.*, 1999; Flier *et al.*, 2002), og at oosporer spiller en rolle som jordbåren smitte (Rantanen *et al.*, 2002; Lehtinen *et al.*, 2002, Hermansen *et al.*, 2002).
- I 2002 blev der udviklet og foreslået nye risikotal for sporangiedannelse baseret på historiske data fra 1990'erne (Hansen, 2002).

De indsamlede data fra indeværende undersøgelse vil blive brugt til validering af eksisterende og nye risikomodeller for sporangiedannelse. Endvidere skal det analyseres, om der i risikomodeller også skal indbygges en parameter, der fastsætter risiko for sporangiefrigørelse, idet frigørelse ikke nødvendigvis følger umiddelbart efter sporangiedannelse (Hansen, 2002)

Sporangieundersøgelserne er udført i tilknytning til højværdiprojektet ”Integreret bekæmpelse af kartoffelskimmel”. Projektet er udført i et samarbejde mellem to afdelinger ved Danmarks JordbrugsForskning, og Kartoffelafgiftsfonden har finansieret projektet.

Metodebeskrivelse

Forsøgsareal og sorter

Undersøgelserne blev udført i ubehandlede parceller med sorterne Bintje, Oleva, Danva og Kuras. Bintje er den mest modtagelige og Kuras den mindst modtagelige overfor kartoffelskimmel. Modtageligheden af Oleva og Danva ligger imellem Bintje og Kuras. Forsøgsparcellerne (henholdsvis 8,75 m² for Bintje og 67,5 m² for de øvrige sorter) var placeret i to af forsøgsarealerne med kartofler ved Forskningscenter Flakkebjerg (hvert forsøgsareal på ca. ½ ha).

Sporangiefangster med sugefælde

Fangst af sporangier blev foretaget med to batteridrevne sporefælder konstrueret på Forskningscenter Flakkebjerg (figur 1). Sporefælden var anbragt på en pæl med plade i niveau med toppen af afgrøden. I fældens låg var der tre indsugningsrør (diameter 0,5 cm). Igennem hvert rør blev der indsuget ca. 11 liter luft pr. minut på basis af et undertryk. Oven over munden

af hvert enkelt indsugningsrør var der en hætte i form af et plastikbånd (1,7 cm bredt) formet i en bue (diameter 3 cm) med det formål at forhindre regn i at komme ned i indsugningsrøret. Under hvert indsugningsrør blev der placeret en petriskål med vandagar til opsamling af de indsugede sporangier. Petriskålene kørte rundt efter et tidsindstillet ur. Fælderne var indstillet til kontinuerligt at suge luft ind i tidsrummet kl. 3-15, mens de i tidsrummet kl. 16-2 kun sugede luft ind én gang i timen over et forløb på 10 minutter. Petriskålene blev udskiftet i fælderne på hverdage og lørdage omkring kl. 11, hvor stop- og starttidspunkt blev noteret på skålene. Antallet af sporangier i petriskålene blev opgjort under lysmikroskop i et veldefineret udsnit af petriskålene. I databehandlingen var det nødvendigt at forskyde data for tidsrummet kl. 3-15 én dag frem, da der under opgørelsen af skålene ikke blev foretaget en registrering af, hvor mange af sporangierne, der blev fanget henholdsvis før og efter pladeskift kl. 11. Forskydelsen én dag frem blev valgt ud fra, at det forventedes mest sandsynligt, at frigørelsen af sporangier var sket før kl. 11 umiddelbart efter fald i luftfugtigheden. Resultaterne er angivet som gennemsnitstal på fældeniveau. Der var opstillet fælder i følgende tidsrum i de forskellige sorter: I Bintje 28.6.-15.7.; i Oleva 17.7.-29.7.; i Danva 23.7.-11.8. og i Kuras 29.7.-28.8. Hvor der var overlap i fangstperiode mellem to sorter, er det gennemsnitlige fangstantal for de to sorter beregnet.



Figur 1. Sporefælde anvendt til fangst af sporangier af *Phytophthora infestans* ved Flakkebjerg 2002. Spore trap used to catch sporangia of *Phytophthora infestans* at Flakkebjerg 2002.

Sporangiedannelse på kartoffelblade

Sporangiedannelse på kartoffelblade blev opgjort dels ved visuel bedømmelse og dels ved afvaskning af kartoffelskimmellæsioner af nogenlunde ensartet størrelse og efterfølgende tælling af sporangier. For Bintje blev der tilfældigt udtaget henholdsvis 20 blade fra den øverste del af planterne og 20 blade fra den nederste del af planterne. For de tre andre sorter (Oleva, Danva, Kuras) blev der udtaget 12 blade fra den øverste del af planten og 12 blade fra den nederste del af planten. Umiddelbart efter indsamling af bladene blev bladene bragt til laboratoriet og undersøgt for tilstedeværelse af sporulerende mycelium.

Visuel bedømmelse af sporulering på blade blev opgjort under stereolup på basis af en subjektiv bedømmelse af mængde sporangier. Til det formål blev der anvendt karakterskalaen: 0 (ingen) - 1 (få) - 2 (medium) - 3 (mange).

Afvasninger af blade blev foretaget til de samme tidspunkter som den visuelle bedømmelse. Afvaskning af blade foregik i fire puljer, henholdsvis to for de øverste blade og to for de nederste blade. Hvert blad blev afvasket med 2 ml vand. Efter endt afvaskning blev de 2 ml afvaskningsvand hældt over i et fællesglas for hver pulje, hvorfra der blev udtaget en prøve til tælling i tællegritter i lysmikroskop. Antal sporangier pr. læsion blev beregnet inden for hver pulje efter metoden: $(\text{Tælletal i tællegritter}/16/n) \times (10.000 \times 2)$ hvor n er antal blade i puljen.

En statistisk analyse (SAS) viste, at der ikke var forskel på øverste og nederste bladniveau med hensyn til visuel bedømmelse og bladafvaskning. Derfor præsenteres resultaterne i artiklen som gennemsnitstal for øverste og nederste blade.

Vejrdata og daglige risikotal

Der var udfald af vejrdata frem til 10. juli for den ordinære klimastation ved Flakkebjerg. Derfor blev det valgt at anvende vejrdata fra et lokalt Adcon klimaspyd undtagen for vindhastigheden (10 m højde), som er fra den ordinære station. Temperatur, luftfugtighed og overfladefugt blev målt i 2 m højde. På Adcon klimaspyd måles luftfugtigheden med en Vaisala sensor. Ved beregning af risikotal blev der anvendt Rh tærskel på 87%, som også anvendes i Planteinfo ved beregning af risikotal fra de ordinære klimastationer med Vaisala sensorer.

På Adcon klimaspyd registreres overfladefugt dels som overfladefugt/ingen overfladefugt og dels kvantitativt i en arbitrær skala fra 0-40. I resultaterne er overfladefugt derfor angivet som timer med overfladefugt gennem natten inden den pågældende dag og kvantitativt (mængde) som gennemsnit af mængde overfladefugt i de målte timer. Længerevarende og megen overfladefugt er gunstig for sporangiedannelse. Minimum og maksimum temperatur er vist, fordi høje dagtemperaturer større end 24°C og lave nattemperaturer mindre end 10°C hæmmer sporulering (Harrison, 1992). Den gennemsnitlige vindhastighed kl. 1-3 og kl. 9-11 er angivet, fordi lav vindhastighed om natten fremmer sporangiedannelse (Harrison & Lowe, 1989). Sporangierne spredes typisk i morgentimerne ved kraftigt fald i luftfugtigheden. En høj vindhastighed på dette tidspunkt kan bevirke, at sporangier blæses ud af parcellerne, og at sugefælden eventuelt har vanskeligt ved at fange sporangier i luften.

Fangst- og sporuleringsdata blev sammenholdt med henholdsvis NegFry-DRV (Hansen, 1992, Hansen, 2002) og "hours with risk of sporulation" (HSPO) (Hansen, 2002). HSPO er antallet af timer i perioder af mindst 10 timer med $R_h > 87\%$, og hvor temperaturen er mellem 10 og 24°C. Modellen optæller først antal sammenhængende timer med $R_h > 87\%$. Hvis dette tal er 10 eller flere, optælles hvor mange af de "fugtige" timer, som har temperaturer mellem 10 og 24°C. Hvis HSPO er beregnet til 5, betyder det, at der har været 10 eller flere timer med $R_h > 87\%$, men at kun 5 af disse timer var i temperaturintervallet 10-24°C. Generelt beregner

HSPO lidt flere risikodage end NegFry-DRV, fordi alle temperaturer mellem 10°C og 24°C medregnes (10 -14°C medregnes ikke i NegFry-DRV) og fordi den nedre temperaturtærskel på 10°C er oplødt.

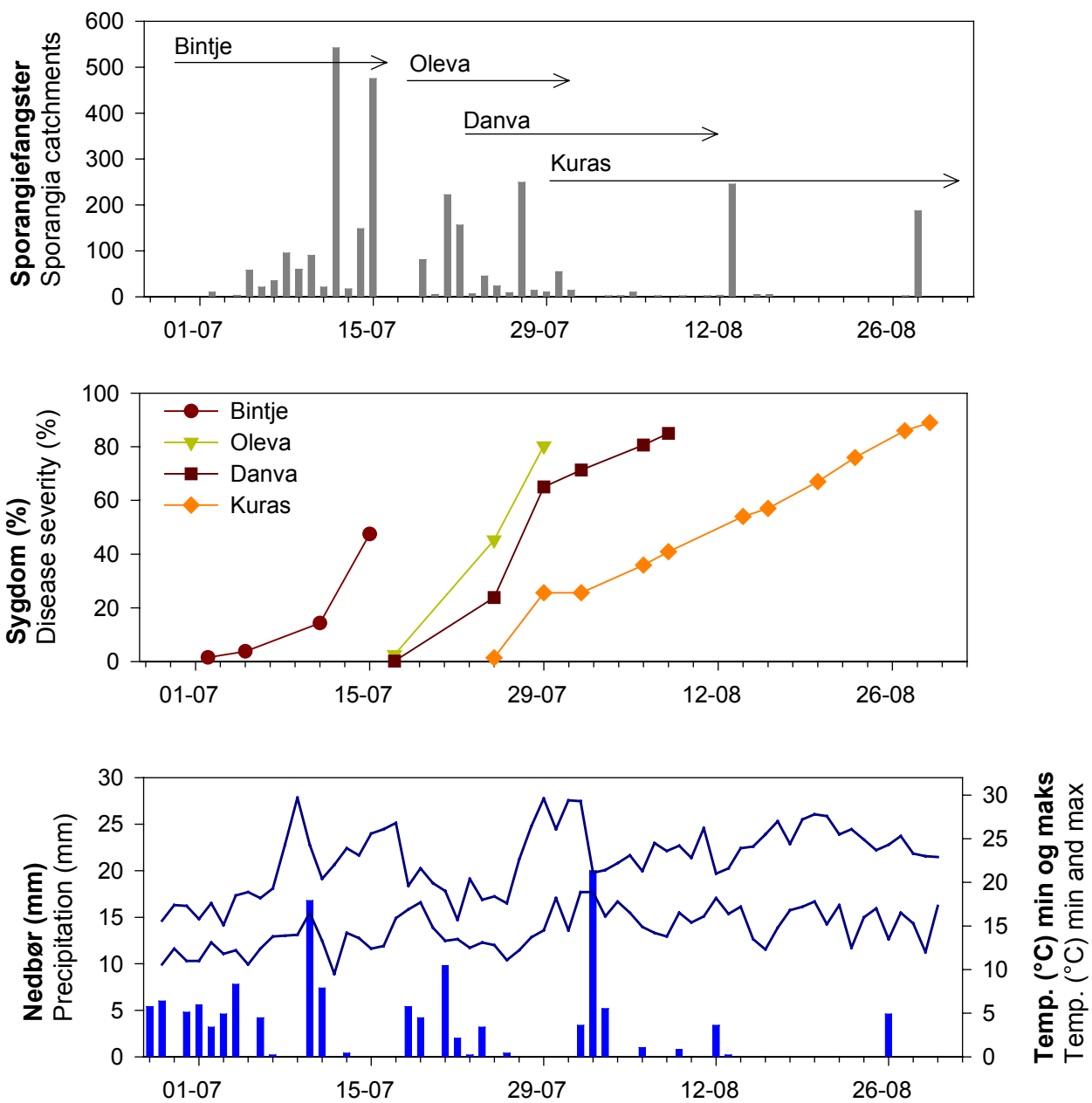
Resultater

Sporangiefangster, sygdomsudvikling og generelle vejrforhold

Sporangiefangster for hele undersøgelsesperioden er vist i figur 2 (øverst) for de fire sorter Bintje, Oleva, Danva og Kuras. Frem til den 31. juli blev der fanget sporangier næsten hver dag, og specielt mange den 12.7., 14.7. og 15.7. i Bintje, 21.7., 22.7. og 27.7. i Oleva og den 27.7. i Danva. Fra 1. august til 31. august blev der kun fanget relativt mange sporangier 13.8. og 28.8. i Kuras.

Kartoffelskimmel blev første gang observeret i Bintje i begyndelsen af juli (figur 2 midt). Skimmel blev første gang observeret senere i de andre sorter: Oleva og Danva ca. den 17. juli og Kuras den ca. 25. juli. I juli måned var der relativt mange dage med nedbør og kun en enkelt dag havde nattemperatur under 10°C. Nedbørmængden for juli var 74,8 mm mod 30 års normal på 59 mm. Gennemsnitstemperaturen for juli var 17,7°C mod 30 års normal på 15,5°C. Sammenholdes temperatur og nedbør for juli måned, må perioden betragtes som meget favorabel for både sporangiedannelse, spiring og infektion af kartoffelskimmel. Nedbøren må i flere tilfælde anses for at have forsinket sporangiefrigørelsen. August måned var både tør og varm. Nedbørmængden var 28,8 mm mod normalt 55 mm. Gennemsnitstemperaturen var 20,0°C mod normalt 15,3°C. Sammenholdes temperatur og nedbør for august må perioden betragtes som generelt ufavorabel for skimmeludvikling.

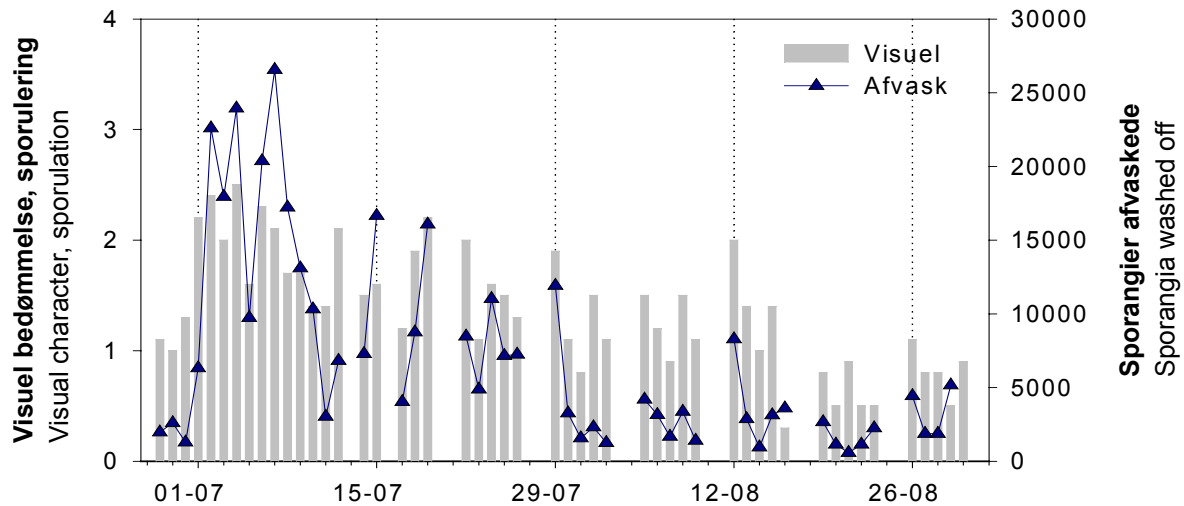
I forsøget blev der anvendt to sugefælder. I Bintje var begge fælder opstillet, ligesom det var tilfældet i det meste af fangstperioden i Oleva. Senere blev fælde 2 placeret i Danva og fælde 1 i Kuras. En statistisk analyse viste efterfølgende, at fælde 1 generelt målte lavere end fælde 2. Derfor kan fangsterne i Kuras være underestimerede i forhold til fangsterne i de øvrige sorter. Et andet usikkerhedsmoment ved fangsterne er effekten af vind på fældens effektivitet. Ved høje vindhastigheder var det sandsynligt, at sporangier relativt hurtigt blev blæst ud af parcellerne. Da det ligeledes må antages, at effekten af sugefælden var nedsat ved relativt høje vindhastigheder, vurderes det samlet set, at forskellen i fangsttal mellem dage ikke må tillægges for megen betydning.



Figur 2. Øverst: Sporangiefangst i perioden 28. juni til 28. august 2002 i ubehandlede parceller af Bintje, Oleva, Danva og Kuras ved Flakkebjerg, 2002. I midten: Sygdomsudvikling i de fire sorter. Nederst: Nedbør og minimum og maksimum temperatur. Top: Detection of sporangia with spore trap June 28 to August 28 in untreated plots of Bintje, Oleva, Danva, and Kuras at Flakkebjerg, 2002. In the middle: Disease development in four varieties. Bottom: Precipitation and minimum and maximum temperatures.

Visuelle bedømmelser og afvaskninger af sporangier

Resultaterne af visuel bedømmelse af sporangiedannelse og sporangietællinger fra afvaskede blade er vist i figur 3 .

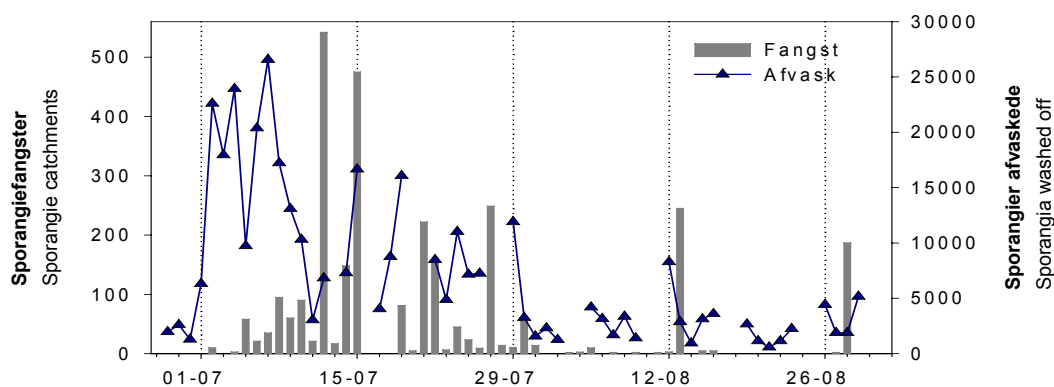


Figur 3. Visuel bedømmelse af sporulering og gennemsnitligt antal afvaskede sporangier pr. skimmellæsion ved Flakkebjerg, 2002. Visual character for sporulation and sporangia washed off per late blight lesion at Flakkebjerg, 2002.

I forsøget blev der stort set registreret sporangier i skimmellæsioner gennem hele sæsonen både ved en visuel bedømmelse af sporangiedannelse og ved afvaskning af sporangier fra læsioner (figur 3). Afvaskning og visuel bedømmelse blev ikke foretaget i de fleste weekender. Derfor var nulværdier efter den 19. juli ikke nødvendigvis udtryk for, at der ikke forekom sporangiedannelse. Der blev registreret flest sporangier i Bintje og færrest i Danva og Kuras. Der var en rimelig god sammenhæng mellem visuelle bedømmelser af sporulering og antallet af afvaskede sporangier for Bintje og Oleva, mens denne sammenhæng ikke var tydelig i resultaterne for Danva og Kuras.

Sammenhæng mellem sporangiefangster og afvaskede sporangier

Sammenhængen mellem sporangiefangster med sugefælde og afvaskede sporangier fra skimmellæsioner er vist i figur 4. I mange tilfælde ses generelt lave antal afvaskede sporangier, når der blev fanget mange sporangier, for eksempel den 12.7.; 15.7. og 28.8. Omvendt blev der i flere tilfælde afvasket forholdsvis flere sporangier, når fangster var lave og op til større fangster, for eksempel i perioden 2.7. til 10.7. og 24.7. til 26.7. (figur 4).



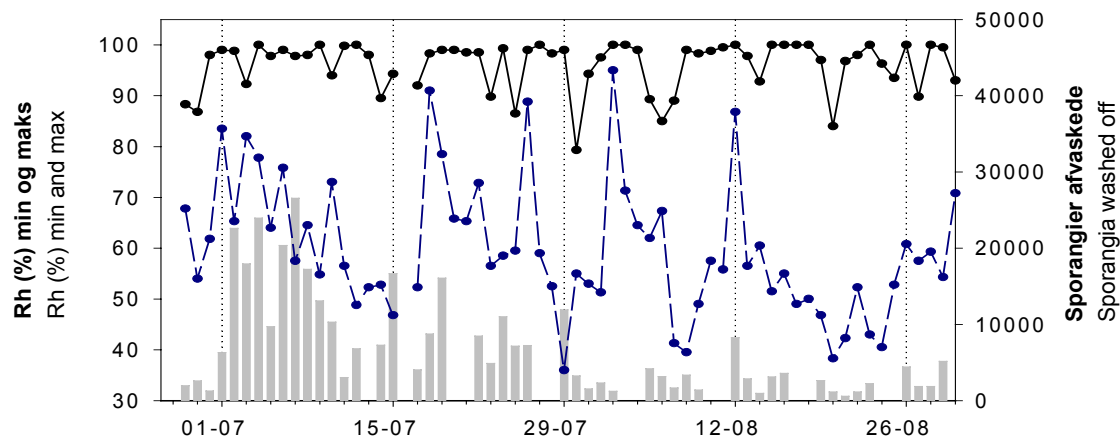
Figur 4. Fangster og gennemsnitligt antal afvaskede sporangier pr. skimmellæsion ved Flakkebjerg, 2002. Sporangia catchments and sporangia washed off per late blight lesion at Flakkebjerg 2002.

Det ses, at det afvaskede antal sporangier i august var betydeligt mindre end i juli, hvilket var sammenfaldende med, at der blev fanget relativt mange sporangier juli og relativt få sporangier i august. I forbindelse med de to store fangster i august (13.8. og 28.8.) tyder resultaterne på, at disse sporangier blev dannet en dag eller mere forud for fangsterne. Således blev der afvasket mange sporangier henholdsvis den 12.8. og 26.8.

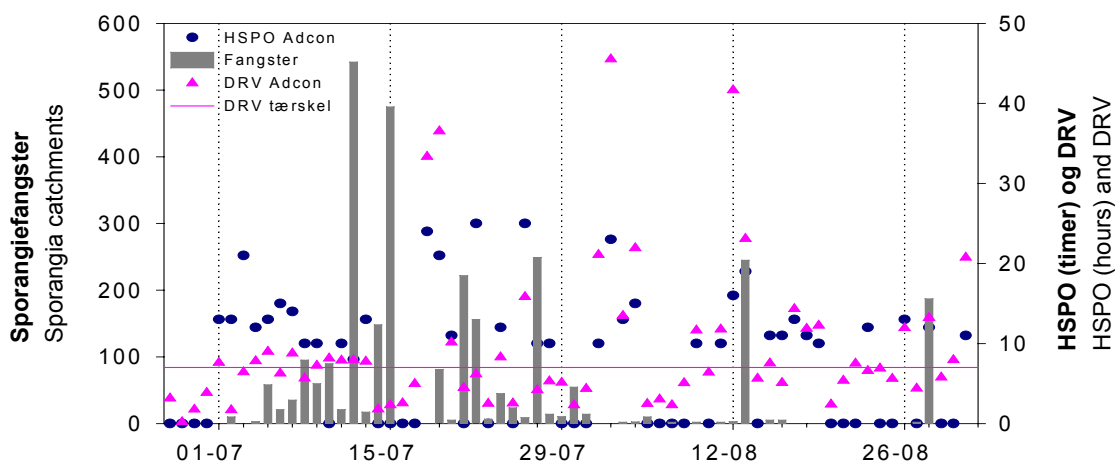
Vejrforhold og sporangiedannelse

I de følgende afsnit diskuteres sammenhængen mellem sporangiefangster, afvaskede sporangier og de meteorologiske forhold. Sammenhængen mellem afvaskede sporangier og minimum og maksimum Rh er vist i figur 5. Sammenhængen mellem sporangiefangster og daglige risikotal for sporangiedannelse fremgår af figur 6. En oversigt over vejrforhold og daglige risikotal for dage med relativt høje sporangiefangster er vist i tabel 1.

Data for minimum og maksimum Rh er vist, fordi det antages, at sporulering foregår om natten og kun i længere perioder med luftfugtighed over ca. 90%. Er maksimum Rh under 90%, indikerer dette, at betingelser for sporangiedannelse har været ugunstige. Ugunstige betingelser for sporangiedannelse baseret på lave maksimum Rh værdier (figur 5) forekom på en række dage (den 28.6.-29.6.; 14.7.; 23.7. 25.7.; 30.7.; 5.8.-7.8.; 20.8. og 27.8.), mens HSPO (figur 6) ikke var opfyldt i flere dage end dette. Sporangiefrigørelsen er betinget af et relativt kraftigt fald i luftfugtigheden efter en nat med betingelser for sporangiedannelse. Hvis luftfugtigheden om formiddagen forbliver over 70-80% (2 m højde), frigøres sporangierne ikke fra sporangiebærerne førend næste gang, at betingelser for frigørelse er tilstede. Dette fænomen er tidligere betegnet ”forsinket sporangiefrigørelse” (Hansen, 2002). Dage med en sandsynlig forsinket sporangiefrigørelse var den 12.7.; 14.7.; 15.7.; 21.7.; 27.7. og 13.8. Det skal bemærkes, at der generelt er et usikkerhedsmoment ved dag til dag sammenligninger mellem vejrdata/risikotal og sporangiefangster og tællinger (jævnfør metodeafsnit).



Figur 5. Gennemsnitligt antal afvaskede sporangier pr. skimmellæsion sammenholdt med daglig minimum og maksimum relativ luftfugtighed ved Flakkebjerg, 2002. Sporangia washed off per late blight lesion compared with daily values of minimum and maximum relative humidity at Flakkebjerg, 2002.



Figur 6. Sporangiefangster sammenholdt med NegFry DRV og HSPO daglige risikotal ved Flakkebjerg 2002. Sporangia catchments compared with NegFry DRV and HSPO daily risk indices at Flakkebjerg, 2002.

Tabel 1. Sporangiefangster på dage med relativt høje sporangiefangster ved Flakkebjerg 2002 sammenholdt med vejrdata og risikotal for sporulering. Days with relatively high numbers of sporangia detected at Flakkebjerg, 2002 compared with weather data and risk indices for sporulation.

| Dato Date | Sporangier Sporangia | | Daglige Risikotal Daily risk indices | Rh (%) Relative humidity (%) | | Nedbør (mm) Precipitation (mm) | | Bladfugt Leaf wetness | | Vindhastig hed (m/s) Wind speed | | Temp.(°C) Temperature (°C) | |
|--------------|-------------------------|-----------------|---|---------------------------------------|-------|---|-------|--------------------------|---------|---------------------------------------|------|----------------------------------|--|
| | Fangst | HSPO (timer) | | Min | Max | Mm | Timer | Arbitrær Mængde | Kl. 1-3 | Kl. 9-11 | Min | Max | |
| 12.7. | 542 | 8 | 7,93 | 48,8 | 100,0 | 0,0 | 12,0 | 38,8 | 1,2 | 2,7 | 9,5 | 22,0 | |
| 14.7. | 148 | 0 | 1,77 | 52,8 | 89,5 | 0,0 | 11,0 | 15,8 | 3,6 | 3,5 | 13,6 | 23,1 | |
| 15.7. | 475 | 0 | 2,30 | 46,8 | 9,3 | 0,0 | 12,0 | 31,9 | 2,0 | 1,8 | 12,4 | 25,6 | |
| 21.7. | 222 | 0 | 4,47 | 65,3 | 98,5 | 9,8 | 11,0 | 28,2 | 1,6 | 2,5 | 13,3 | 19,0 | |
| 22.7. | 156 | 25 | 6,16 | 72,8 | 98,5 | 2,0 | 27,0 | 26,9 | 3,3 | 6,8 | 13,5 | 15,7 | |
| 27.7. | 249 | 10 | 4,17 | 59,0 | 100,0 | 0,0 | 11,0 | 29,2 | 2,0 | 2,9 | 12,2 | 22,6 | |
| 13.8. | 245 | 19 | 23,08 | 56,5 | 97,8 | 0,2 | 23,0 | 21,5 | 5,0 | 7,9 | 16,4 | 21,6 | |
| 28.8. | 187 | 12 | 13,20 | 59,3 | 100,0 | 0,0 | 13,0 | 33,8 | 1,3 | 2,9 | 15,3 | 23,3 | |

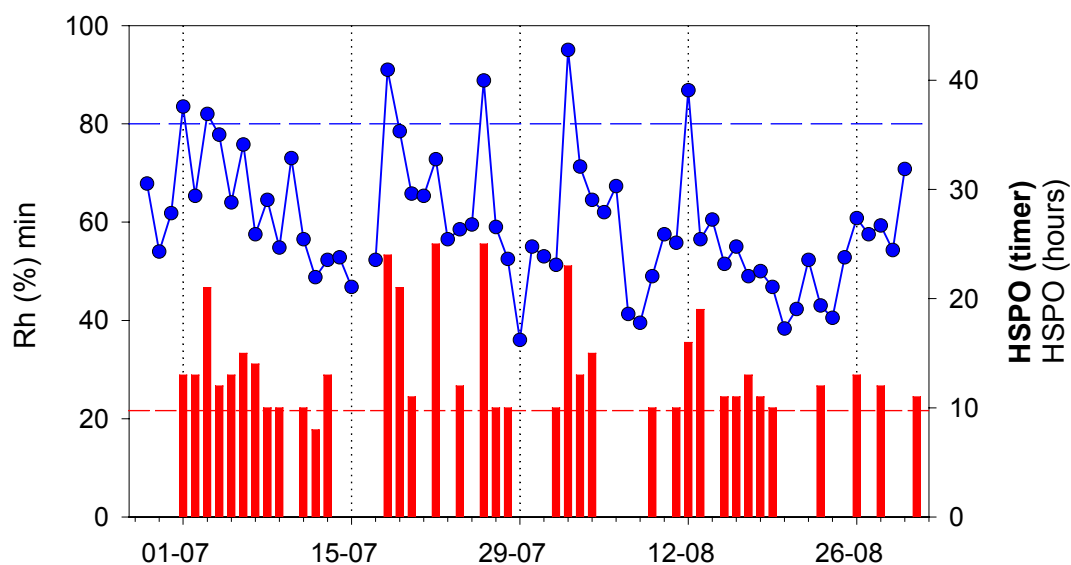
I perioden den 2.7. til 9.7. (den 5.7. undtaget) blev der afvasket mange sporangier (gennemsnitligt 20.246 sporangier), og det var de største mængder for hele fangstperioden. Afvaskning af mange sporangier i denne periode var sammenhængende med, at der som udgangspunkt var gunstige fugtighedsforhold for sporangiedannelse (risiko efter HSPO alle dage). Fangsterne i denne periode må karakteriseres som relativt små til moderate (figur 4). Dette kan hænge sammen med, at nedbørsforekomster flere af dagene har udvasket en del sporangier fra afgrøden eller nedsat sporangiefrigørelsen.

For den 12.7. og 15.7. med de udtalt største fangster (542 og 475) var følgende forhold til stede (tabel 1): Der var bladfugt tilstede i store mængder nær den maksimale mængde på 40. Vindhastighederne var lave både om natten og formiddagen. Endvidere faldt den relative luftfugtighed på begge disse to dage fra en meget høj maksimumsværdi (gennemsnitlig 97,2%) til en udtalt lav minimumsværdi (gennemsnitlig 47,8%). Disse forhold forventes umiddelbart gunstige for frigørelse af sporangier. Risikotallene efter NegFry-DRV og HSPO viste risiko for sporangiedannelse den 12.7, men ikke for den 15.7. De sporangier, som blev fanget den 14.7. og 15.7., stammer sandsynligvis fra en sporangiedannelse den 13.7. Denne dag var HSPO og NegFry-DRV gunstige for sporangiedannelse, men sporangierne blev på trods af lav Rh minimum den dag ikke frigjort umiddelbart efter dannelse, sandsynligvis på grund af forekomst af lidt nedbør. Ligeledes den 21.7. var der en relativt høj fangst af sporangier uden, at de daglige risikotal havde registreret risiko for sporulering den forudgående nat. Disse sporangier kan være dannet op til tre dage tidligere, hvor blandt andet nedbør imidlertid påvirkede vilkårene for sporangiefrigørelse umiddelbart efter dannelse. Fænomenerne forsinket sporangiefrigørelse og frigørelse af sporangier over flere dage efter én og samme sporangieproduktion er diskuteret indgående i Hansen (2002).

I Kuras var der kun to dage med relativt høje sporangiefangster, henholdsvis den 13.8. og 28.8. (figur 2 og figur 4). Der synes at være en sammenhæng med nedbørshændelser, idet der kom nedbør henholdsvis den 12.8. og 26.8. men på ingen af dagene her imellem (figur 2 nederst). Fangsten den 13.8. stammede sandsynligvis fra sporangiedannelse den 12.-13.8., hvor både NegFry-DRV og HSPO indikerede risiko for sporangiedannelse. Fangsten var forholdsvis stor (245) trods det, at vindhastigheden både nat og formiddag (5,0 og 7,9) lå i den høje ende af det, der i øvrigt blev målt sæsonen igennem (tabel 1). Nattemperaturerne både den 12.8. og den 26.8. var relativt høje, hvilket er favorabelt for en effektiv sporulering (tabel 1).

Forsinket sporangiefrigørelse

Som nævnt ovenfor forekom frigørelse af sporangier i flere tilfælde ikke samme dag som sporangierne blev dannet f.eks. den 12.7., 14.7., 15.7. og 21.7. I figur 7 er risikotallet HSPO sammenholdt med minimumsværdier af Rh (dage med kurvepunkter over 80% er formentlig ikke gunstige for frigørelse). Der kunne også registreres dage med mindre fangster, hvor HSPO indikerede, at der havde været sporangiedannelse om natten, men en relativ høj minimum Rh, sandsynligvis betinget af nedbør på dagen, begunstigede imidlertid ikke sporangiefrigørelse, for eksempel i perioden den 1.7. til 4.7. I andre tilfælde var der gunstige forhold for både dannelse og frigivelse, men alligevel blev der kun fanget mindre eller moderate mængder sporangier, for eksempel i perioden den 5.7. til 11.7. I sidstnævnte tilfælde



Figur 7. Daglige minimumsværdier af relativ luftfugtighed (Rh% min) sammenholdt med HSPO risikotal i Flakkebjerg 2002 baseret på data fra Adcon klimaspyd. Daily values of relative humidity minimum (Rh% min) and risk indices of HSPO at Flakkebjerg, 2002, based on Adcon weather station.

kan udvaskning af sporangier med nedbør være en forklaring på dette. Jordtypen ved Flakkebjerg er JB7, en ikke typisk kartoffeljord, som holder relativt længere tid på jordfugt efter nedbør end en sandjord. Dette forhold kan medvirke til, at luftfugtigheden efter nedbør fast-

holdes relativt højt i længere tid nede i afgrøden i forhold til luftfugtighedsmålinger i 2 m højde (figur 5).

Sammenholdes sporangiefangster med afvaskning af sporangier og meteorologiske forhold tyder resultaterne på en generel tendens - at der skete en markant udvikling af nye læsioner med sporangier i perioden 1.7. til 11.7. Kun en mindre mængde af disse sporangier blev imidlertid luftbårne og fanget af fælden. Efter periodens sidste nedbørsforekomst den 10.-11.7. skete der et vejromskift, som betingede gunstige forhold for en frigørelse af mange sporangier, som var dannet i perioden forinden. Der blev givetvis spredt en del sporangier med regnplask under nedbørshændelser i perioden den 1.7. til 11.7., som gav anledning til spredning af smitstof indenfor marken, men som imidlertid ikke blev registreret af sporefælden. Wallin (1953) mente, at op mod 50% af nye infektioner i en mark var betinget af intern spredning af sporangier med regnplask. Data fra sporefælden indikerede, hvornår sporangier blev luftbårne og kunne spredes med vinden over flere km og eventuelt give anledning til infektioner i nærliggende marker.

Sammenhæng mellem risikotal for sporulering og sporangiefangster

Ved at sammenligne værdierne for HSPO og NegFry-DRV gennem undersøgelsesperioden, fremgår det, at der var ni dage, hvor NegFry-DRV ikke indikerede risiko for sporangiedannelse, hvorimod HSPO gjorde det (figur 6). Sammenholdes de daglige risikotal med fangsterne, som det er gjort i figur 6, fremgår det, at der var fangster på syv ud af de nævnte ni dage (den 2.7., 3.7., 6.7., 8.7., 22.7., 27.7., 28.7., 16.8. og 23.8.). Det tyder på, at HSPO er en bedre indikator for sporangiedannelse end NegFry-DRV. Der var imidlertid også tilfælde, hvor HSPO ikke indikerede risiko, mens NegFry-DRV gjorde det. Det var tilfældet for den 10.7. (moderat fangst), 12.7. (stor fangst) og 22.8. (ingen fangst). Endelig var der tilfælde med fangster, hvor hverken NegFry-DRV eller HSPO indikerede gunstige forhold for sporangiedannelse. Dette var tilfældet henholdsvis tre dage med store fangster (forsinkede sporangiefrigørelser den 14.7., 15.7. og 21.7.), en dag med moderat fangst (den 30.7. som muligvis var en restafgivelse fra en stor sporangiefrigørelse den 27.7. eller produceret 28.7.) og endelig syv dage med små fangster henholdsvis i slutningen af juli og i august (den 23.7., 25.7., 29.7., 31.7., 5.8., 7.8. og 27.8.), hvor høje temperaturer sandsynligvis har været begrænsende for begrænsede sporangiedannelse. En negativ effekt på sporulering ved høje temperaturer er også rapporteret af Ruckstuhl et al. (1999). Man skal i forbindelse med data i figur 2 for temperatur være opmærksom på, at lufttemperaturen i afgrøden under høj sol - som det var tilfældet i august - vil være 3-5 grader højere end det, der måles i 2m højde (Hansen, 1992).

Diskussion og konklusion

Ved Flakkebjerg i 2002 blev der afvasket sporangier fra læsioner af kartoffelskimmel næsten hver dag i hele undersøgelsesperioden - 28. juni til 30. august (figur 3). I juli måned blev der afvasket relativt mange sporangier fra læsioner på Bintje og Oleva planter, mens der i august

blev afvasket relativt få sporangier fra læsioner på Danva og Kuras planter (figur 3). Én af forklaringerne på forskellen i mængden af afvaskede sporangier er, at juli måned vejrsmæssigt var skimmelfavorabel (fugtigt og temperaturer mellem 10 og 24 °C). I juli måned blev der således registreret 16 dage med nedbør (figur 2) og kun én enkelt nat havde minimumstemperatur under 10°C. I august var vejret relativt ufavorabelt for kartoffelskimmel. I august blev der således kun registreret 8 dage med nedbør, og dagtemperaturerne var relativt høje (figur 2). I det varme vejr i august må det forventes, at temperaturen i afgrøden var 3-5°C højere end det, der blev målt i 2m højde (Hansen, 1992). Høj stråling og dagtemperaturer over 24-25°C formodes at hæmme sporangiedannelse (Harrison, 1992; Ruckstuhl *et al.*, 1999). En medvirkende forklaring på forskellen i mængden af afvaskede sporangier mellem juli og august kan være, at resistensmekanismer i Danva og Kuras indbefatter en langsommere udvikling af læsioner og en relativt mindre effektiv sporulering end for Bintje og Oleva. I august blev der afvasket relativt få sporangier selvom den visuelle bedømmelse af forekomst af sporangier var relativt høj (figur 3). Der er ikke nogen umiddelbar forklaring på dette resultat.

Med sporefælden blev der fanget mange sporangier i juli måned i parceller med Bintje og Oleva. I august blev der kun fanget mange sporangier med fælden på to datoer, den 13.8 og igen den 28.8. I nogle tilfælde blev fangsterne gjort umiddelbart efter sporangiedannelse, i andre tilfælde skete sporangiefrigørelsen én eller flere dage efter sporangiedannelse (f.eks. den 14.7., 15.7. og 21.7.). Det er en almindelig opfattelse, at sporangier dannes om natten ved høj luftfugtighed, spredes om morgenen ved fald i luftfugtigheden, og de derefter forårsager nye infektioner, når bladene igen bliver våde af regn eller dugdannelse den efterfølgende nat (Fry & Mizubuti, 1998; Hansen, 2002). Sporangierne frigøres ved de hygroskopiske vridninger af sporangiophorerne, som sker ved kraftige ændringer i luftfugtigheden (Hirst, 1953). Hvis ikke disse markante ændringer i luftfugtigheden sker, forbliver sporangierne fasthæftet på sporangiophorerne og spredes først næste gang, der er betingelser for frigørelse. Dette fænomen er kaldt forsinket sporangiefrigørelse (Hansen, 2002) og det sker ofte efter dage med nedbør eller overskyet vejr. Selvom der var betingelser for sporangiefrigørelse, blev det observeret af Hansen (2002), at ikke alle sporangier blev spredt samme dag, men at der også blev fanget sporangier 1-2 dage efter en primær sporangiedannelse, dog i aftagende mængder. Dette fænomen blev kaldt en "efterbyrde" (Hansen, 2002).

Resultater fra sporangiefangster ved Flakkebjerg, 2002, Foulum, 1995 og Reckenholz, 1998 viser samstemmende, at sporangier ikke altid spredes samme dag, som de er dannet (Ruckstuhl *et al.*, 1999; Hansen, 2002). Af figur 2 fremgår det, at de store fangster netop blev gjort i perioder 1-2dage efter nedbørshændelser f.eks. 12.7., 14.7., 15.7., 13.8. og 28.8. Nedbør er vigtig for sporangiedannelse, fordi det skaber relativt lange perioder med fugtighed i afgrøden, men nedbør er ikke en nødvendighed. Markante sporangiedannelser ved Foulum i 1995, skete i alle tilfælde på dage uden nedbør, men i perioder med $R_h > 90\%$ i 10 timer eller mere (Hansen, 2002).

Det må betragtes som et paradoks, at sporangiedannelsen og sporangiefrigørelsen favoriseres

af klart vejr (fremmer dugdannelse og kraftigt fald i luftfugtigheden om morgenen), men at chancen for overlevelse af de frigjorte sporangier begrænses af de selv samme forhold (fald i luftfugtighed, stigende temperatur og relativ kraftig stråling).

I litteraturen er der nogen uenighed om betingelserne for overlevelse af sporangier (Minogue & Fry, 1981; Harrison, 1992; Harrison, 1995, Fry & Mizubuti, 1998). Sporangier udtørres og mister deres levedygtighed (infektionsevne) i løbet af få timer ved høje temperaturer og lav luftfugtighed. Sporangierne dræbes også af ultraviolet stråling (Harrison, 1992). Mizubuti et al. (2000) fandt, at UV stråling var den mest betydende faktor for reduktionen i viabiliteten af sporangier sammenlignet med temperatur og luftfugtighed. I en anden undersøgelse blev viabiliteten målt af sporangier, som var dannet naturligt i marken. Under eksponering for direkte stråling på en solrig dag faldt viabiliteten af sporangierne fra ca. 70% til 0.3% indenfor en time. Under overskyet vejr var viabiliteten af sporangierne konstant i mindst 3 timer efter eksponering til naturligt sollys (Fry & Mizubuti, 1998). Under konstant høj luftfugtighed (>90%) og lav solstråling kan sporangierne sandsynligvis overleve mere end 1 dag (Harrison, 1992 og Harrison, 1995). Minogue & Fry (1981) fandt, at spiringsevnen af delvist udtørrede sporangier afhæng af hastigheden af den efterfølgende rehydrering. Ved langsom rehydrering overlevede mange sporangier, mens kun meget få zoosporer spirede efter en hurtig rehydrering. Dette anføres at være én af forklaringerne på divergerende resultater i litteraturen om overlevelse af sporangier (Fry & Mizubuti, 1998).

Det er vigtigt at skelne mellem spredning af sporangier indenfor den enkelte mark og spredning af sporangier over store afstande. I sidstnævnte tilfælde er chancen for at overleve meget mindre på grund af risikoen for udtørring og mortalitet på grund af høj ultraviolet stråling.

Vurderes de samlede resultater fra Flakkebjerg, 2002, Foulum, 1995 (Hansen, 2002) og Reckenholtz i 1998 (Ruckstuhl *et al.*, 1999) må det antages, at der i en mark, hvor kartoffelskimmel er etableret, næsten altid vil være sporangier tilstede. Dette vurderes at være tilfældet under danske vejrforhold. I hvor høj grad sporangier og en fortsat sporangiedannelse fra læsioner kan overleve længere perioder med tørt og varmt vejr, må betragtes som usikkert, og der er behov for nye undersøgelser, som kan belyse dette. I teorien er én sporangie, som lander i en dråbe vand, og som spreder sine zoosporer og inficerer et blad, nok til at starte en epidemi. På den anden side kan mere resistente sorter modstå et meget højt smittetryk gennem en længere periode. Således blev Kuras først inficeret sidst juli, mens der gennem hele juli måned var et meget højt smittetryk fra nærliggende parceller med angreb i Bintje og Oleva (figur 2 midten).

Resultaterne om sporangiefangster ved Flakkebjerg er behæftet med nogen usikkerhed på grund af den sporefælde, som blev anvendt. Fældens indsugningsevne ved forskellige vindhastigheder og påvirkelighed over for forskellige vindretninger er bl.a. ukendt. Ved høje vindhastigheder om dagen i forbindelse med sporangiefrigørelse spiller en fortyndingsfaktor ud over indsugningskapacitet ind på det antal sporangier, der blev fanget. Fangstkapacitet og tolerance

over for vindpåvirkninger med denne type sporefælde forventes at være lavere end med en Burckhard fælde, som blev anvendt ved fangstundersøgelser i Foulum 1995 (Hansen, 2002) og i Schweiz 1998 (Ruckstuhl *et al.*, 1999). Selvom der kan stilles spørgsmålstejn ved effektivitet af fælden, ændrer dette dog ikke på det faktum, at der ofte gennem sæsonen blev fanget sporangier, også på dage hvor det ikke var forventet.

Det må overvejes, hvordan der i varslingsammenhæng ud over vurdering af risiko for sporangiedannelse tages højde for forekomst af forsinket sporangiefrigørelse. I Skimmelstyring 2002 (Hansen *et al.*, 2003, denne beretning) blev det anbefalet at vente med behandling efter at en beskyttelsesperiode med fungicid var ophørt, hvis vejret lovede ufavorabelt vejr for sporangiedannelse. Resultaterne af indeværende undersøgelser og fra Hansen (2002), om forsinket sporangiefrigørelse og efterbyrder viser, at dette koncept kan være usikkert. Der er behov for nye undersøgelser, som skal belyse hvor længe efter frigørelse og under hvilke forhold, sporangier er levedygtige og kan give anledning til nye infektioner.

Sammendrag

I fangst- og sporuleringsundersøgelsen i vækstsæson 2002 forekom der mange dage med sporangiefangst fra undersøgelsesstart den 28.6. og frem til den 28.7. mens sporangiedannelse var stærkt reduceret i august. Dette fangstmønster havde højest sandsynligt sammenhæng med moderate temperaturer og flere nedbørsforekomster i juli, mens august var karakteriseret af flere perioder med væsentlig højere temperaturer ugunstige for sporangiedannelse, og der var færre nedbørshændelser. Sporangiefrigørelse forekom i nogle tilfælde umiddelbart efter sporangiedannelse, mens den i andre tilfælde først skete, en eller flere dage efter sporangiedannelse (forsinket sporangiefrigørelse). Førstnævnte skete når den relative luftighed (Rh) faldt umiddelbart efter sporangiedannelse, mens forsinket sporangiefrigørelse derimod ofte forekom i forbindelse med nedbørsforekomster. HSPO gav i flere tilfælde end NegFry DRV bedre mål for sporangiedannelse. Ud over tilfældene med forsinkede sporangiefrigørelser var der kun få tilfælde, hvor hverken HSPO eller NegFry DRV gav mål for sporangiedannelse. Der var en god sammenhæng mellem sporulering på blade og fangster i Bintje og Oleva, men den eksisterede ikke i samme omfang senere på sæsonen i Danva og Kuras. For at klarlægge den epidemiologiske betydning af sporangietilstedeværelse i varierende mængde i en væsentlig del af vækstsæsonen for spredning og etablering af nye infektioner af kartoffelskimmel, er det nødvendigt med undersøgelser, der øger kendskabet til sporangiernes overlevelsessevne under forskellige vejrforhold i danske marker.

Litteratur

Bødker L, Kidmose R, Hansen JG & Holm S. 1998. Kartoffelskimmel – før og nu. 15. Danske Planteværnskonference, DJF report nr. 3, 81-89.

- Crosier W. 1934. Studies in the Biology of *Phytophthora infestans* (Mont.) de bary. Cornell University Agricultural Experimental Station Memoir No 155, 40 pp.
- Day JP & Shattock RC. 1997. Aggressiveness and other factors relating to displacement of populations of *Phytophthora infestans* in England and Wales. *European Journal of Plant Pathology* 103, 379-391.
- Flier WG & Turkensteen LJ. 1999. Foliar aggressiveness of *Phytophthora infestans* in three potato growing regions in the Netherlands. *European Journal of Plant Pathology* 105, 381-388.
- Flier WG, Kessel GJT, van den Bosch GBM & Turkensteen LJ. 2002. Impact of new populations of *Phytophthora infestans* on integrated late blight management. In: Schepers, H.T.A.M. & Westerdijk, C.E. (eds.): Proceedings of the workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Applied Plant Research, AGV Research Unit, Wageningen, PPO-Special Report no 8, April 2002, 111-124.
- Fry WE & Mizubuti ES. 1998. Potato late blight. In: Eds. Garath Jones. The Epidemiology of Plant Disease. Kluwer Academic Publisher, 1998, 371-388
- Hansen JG. 1992. Mikroklima i kartofler i relation til kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). Tidsskrift for Planteavl's Specialserie nr. S 2178, 45 pp.
- Hansen JG. 2002. Evaluering af risikotal for udvikling af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). DJF intern rapport 167, 70 pp.
- Hermansen A, Hannukkala A, Naerstad RH & Brurberg MB. 2000. Variation in populations of *Phytophthora infestans* in Finland and Norway: mating type, metalaxyl resistance and virulence phenotype. *Plant Pathology* 49, 11-22.
- Jensen AL, Boll PS, Thyssen I, & Pathak BK. 2000. Pl@nteInfo - a web-based system for personalised decision support in crop management, *Computers and Electronics in Agriculture*, 25, 271-293.
- Harrison JG. 1992. Effects of the aerial environment on late blight of potato foliage – a review. *Plant Pathology* 41, 384-416.
- Harrison JG & Lowe R. 1989. Effects of humidity and windspeed on sporulation of *Phytophthora infestans* on potato leaves. *Plant Pathology* 35, 585-591.
- Harrison JG. 1995. Factors involved in the development of potato late blight disease (*Phytophthora infestans*) In: eds. A.J. Haverkort & D.K.L. Mackerron. Potato Ecology and modelling of Crops under Conditions Limiting Growth. Kluwer Academic Publisher, 215-236.
- Hirst JM. 1953. Changes in atmospheric spore content: diurnal periodicity and the effects of weather. *Transactions of the British Mycological society* 36, 375-393.
- Lehtinen A, Hannukkala A & Rantanen T. 2002. Infection potential and variation of soil borne *Phytophthora infestans*. In: Schepers, H.T.A.M. & Westerdijk, C.E. (eds.): Proceedings of the workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Applied Plant Research, AGV Research Unit, Wageningen, PPO-Special Report no 8, April 2002, 73-76.

- Minogue KP & Fry WE.* 1981. Effect of temperature, relative humidity and rehydration rate on germination of dried sporangia of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 71, 1181-1184.
- Mizubuti ESG, Aylor DE & Fry WE.* 2000. Survival of *Phytophthora infestans* sporangia exposed to solar radiation. *Phytopathology* 90, 78-84.
- Rantanen T, Hannukkala A & Lehtinen A.* 2002. Progress of suspected soil borne infection of *P. infestans* as detected by quantitative PCR. In: Schepers, H.T.A.M. & Westerdijk, C.E. (eds.): Proceedings of the workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Applied Plant Research, AGV Research Unit, Wageningen, PPO-Special Report no 8, April 2002, 67-71.
- Ruckstuhl M, Cao KQ & Forrer HR.* 1999. Validation of the MISP model for the control of potato late blight by means of sporangial movement and leaf disease assessment. In: Schepers, Huub and Bouma, Erno (eds.): Proceedings of the Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, Uppsala, Sweden, 9-13 September 1998. PAV-special report no 5, January 1999, 155-163.
- Ullrich J & Schrödter H.* 1966. Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfäule (*Phytophthora infestans*) und die Möglichkeit seiner Lösung durch eine "Negativprognose". *Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig)* 18, 33-40.
- Wallin JR.* 1953. The production and survival of *Phytophthora infestans* on tomato and potato plants. *Phytopathology* 43, 505-508.

Regnfasthed af skimmelfungicider

Rainfastness of late blight fungicides

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

Summary

High risk periods for potato late blight (*Phytophthora infestans*) normally imply rainy periods with a risk of washing off fungicides from the leaves. It is important to know which fungicide can be used before a high-risk period including heavy rain or before irrigation without the need for a renewed spray. At Research Centre Flakkebjerg a system has been established where rainfastness of fungicides can be investigated under field conditions. In 2002, two levels of irrigation (25 mm and 50 mm) were applied 3 and 24 hours after spraying with the fungicides Dithane NT, Shirlan, and Electis (mancozeb, fluazinam and zoxamid). After fungicide treatment and following irrigation, the plots were artificially inoculated with a sporangia/zoospore mixture to test the level of fungicide present on the leaves. The results showed that Shirlan and Electis were more rainfast than Dithane NT especially at the highest irrigation level. The experiments will be continued in 2003.

Indledning

Kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) udvikler sig normalt meget kraftigt i kartoffelmarken fra sidst i juni og indtil august-september. For at undgå store tabsvoldende angreb er det nødvendigt at sprøjte flere gange i sæsonen for at sikre tilstrækkelig beskyttelse af bladene. Ved anvendelse af standarddosering af fungicidet, vil virkningstiden for beskyttelse oftest være 7-10 dage, og i denne periode forventes bladene at være fuldt beskyttede. Mere specifik viden om fungiciderne, og muligheder for at optimere deres anvendelse spiller en stor rolle for planlægning af den rette bekæmpelsesstrategi (Nielsen, 2003). Især virkningstiden tillægges meget stor betydning, idet landmanden normalt ikke behøver at foretage sig noget, før sidste del af beskyttelsesperioden er nået (Nielsen, Bødker og Hansen, 2002).

Reduceret beskyttelsesperiode

Der er imidlertid nogle forhold, der gør, at denne beskyttelsesperiode kan blive forkortet. I begyndelsen af sæsonen kan den kraftige bladtilvækst betyde, at de nye blade er ubeskyttede af fungicid. Det beskyttende fungicidlag kan også nedbrydes af kraftigt sollys (fotokemisk nedbrydning), eller fungiciderne kan vaske af ved nedbør efter sprøjtning.

Afvaskning

Der er stadig stor usikkerhed vedrørende effekten af nedbør og vanding på fungicidernes virkningstid efter en sprøjtning. For at kunne udføre den rette skimmelbekæmpelse efter en vanding eller regnvejrperiode er det vigtigt med et indgående kendskab til regnfastheden af de forskellige fungicider. De præventive strategier til bekæmpelse af kartoffelskimmel går ud på at behandle planterne, før der er en ny risiko for produktion og spredning af sporer (Nielsen og Bødker, 2001; Bødker, Nielsen og Hansen, 2001; Nielsen, Bødker og Hansen, 2002). Disse strategier bruges bl.a. i Skimmelstyring under PlanteInfo (www.planteinfo.dk), som indeholder en prognose for skimmelvejr. Der er ofte nedbør i forbindelse med en skimmelfavorabel periode, og det er derfor vigtigt at vide hvilke midler, der kan anvendes før en nedbørsperiode og hvor stor en nedbør, der udløser en genbehandling efter anvendelse af et bestemt fungicid.

Der har allerede været udført en del undersøgelser med regnfasthed, men fælles for disse forsøg har næsten altid været, at de har været udført i vækstkamre på afklippede blade. Det kan sige noget om potentialet for afvaskning, men forholdene i marken er mere komplicerede, og der er behov for en ny type forsøg, som kan eftervise risikoen for afvaskning under praktiske forhold. Ved Forskningscenter Flakkebjerg er der udviklet et system, hvor effekten af afvaskning kan måles under markforhold. I små forsøgspareller behandles kartoflerne forebyggende med fungicider. Planterne udsættes derefter for forskellige vandingsintensiteter for til slut at blive inokuleret med kunstigt opformeret smitstof for at undersøge, hvor meget fungicid der er tilbage på bladene. I det følgende bringes resultaterne af et af de første større forsøg med afvaskning under markforhold.

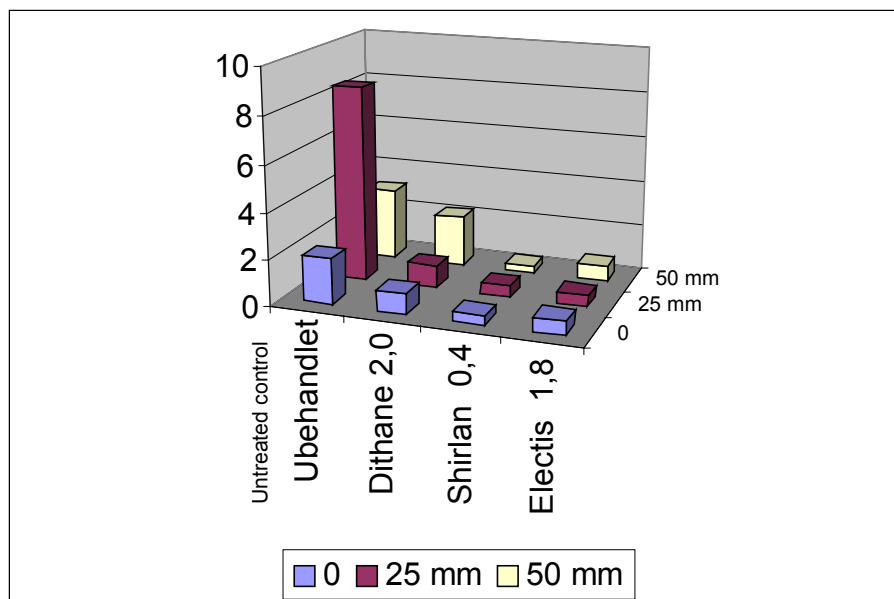
Materiale og metoder

Forsøget blev udført 2002 under markforhold i små-parceller på 2,5 x 6 m i en modtagelig sort (Bintje) med split-plot design og vandingsmængde som helplot. Forsøget blev startet relativt tidligt den 23. juni 2002, før skimmel blev observeret i området. Fungicid blev sprøjtet med konventionel hydraulisk traktorsprøjte (Hardi fladsprededyse (ISO) 03, tryk: 3,75 bar og 4 km/t 400 l vand), og der blev anvendt tre fungicider: Dithane NT (2 kg/ha), Shirlan (0,4 l/ha) samt Electis (1,8 kg/ha). Vanding blev foretaget henholdsvis 3 timer og 24 timer efter fungicidbehandling med anvendelse af to vandmængder på henholdsvis 20 mm og 50 mm. Vanding blev udført med konventionel vandingsmaskine (Nettuno med en 28 meter Gambi

vandingsbom). Om aftenen efter vandingen blev det testet, om der stadig var fungicid på bladene ved kunstigt at inokulere alle parceller med en sporesuspension (500 sporangier/ml) af kartoffelskimmel. Efter inokulering blev hele forsøgsfeltet overdækket med en fiberduk natten over for at sikre høj luftfugtighed og optimale forhold for skimmelinfektion. Parcellerne blev bedømt 1-2 gange ugentlig for angreb af kartoffelskimmel. Der er ikke foretaget høst af knolde i forsøget.

Resultater

Forsøget blev smittet kunstigt ved udbringning af skimmelsporer. Uheldigvis kom der i 2002 uventet et meget tidligt og naturligt angreb af kartoffelskimmel (muligvis jordsmitte), som gjorde, at en del forsøgsparceller måtte tages ud af beregningen. I figur 1 er vist resultaterne, hvor de to tider (henholdsvis 3 timer og 24 timer efter sprøjtning) er slået sammen. Der er en god regnfasthed efter sprøjtning med Shirlan og Electis både med 25 mm og 50 mm vand. Vandning med 25 mm og især med 50 mm efter sprøjtning med Dithane NT giver mere angreb af skimmel. Der er her vasket mere fungicid af bladene, som medfører det kraftigere angreb.



Figur 1. Procent angreb af kartoffelskimmel i kartofler efter vanding med hhv. 25 mm og 50 mm. Bedømt 17 dage efter inokulering. Sort Bintje. Flakkebjerg 2002. Per cent attack of potato late blight after 25 mm irrigation and 50 mm irrigation. Assessment 17 days after inoculation. Variety Bintje, Flakkebjerg, 2002.

Diskussion

Resultaterne fra markforsøget 2002 tyder på, at Shirlan og Electis er mere regnfaste end Dithane NT især ved den store vandmængde, hvilket der må tages højde for ved udarbejdelse af bekæmpelsesstrategier i kartofler. Der skal dog yderligere forsøg til, før der kan drages sikre konklusioner.

Nye forsøg 2003

I 2003 startes en ny forsøgsserie med afvaskning finansieret af Kartoffelafgiftsfonden. I disse forsøg undersøges betydningen af nedbørsmængden og intensitet. Der kan herved blive tilvejebragt et bedre grundlag for udarbejdelse af bekæmpelsesstrategier, der bygger på vejrprognoser for skimmelvejr.

Litteratur

- Nielsen BJ & Bødker L. 2001. Strategies for control of late blight (*Phytophthora infestans*) integrating variety resistance, intervals, fungicide doses and weather forecast. Proceedings of the 5th Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. PAV Special Report no. 7, Lelystad, 207- 214.
- Bødker L, Nielsen BJ & Hansen HH. 2001. Plantebeskyttelsesstrategier mod kartoffelskimmel. 18. Danske Planteværnskonference 2001, Sygdomme og Skadedyr. Danmarks JordbrugsForskning Rapport nr. 40 (2001), 45-55.
- Nielsen BJ, Bødker L & Hansen H. 2002. Rettidig bekæmpelse af kartoffelskimmel giver bedst effekt. Kartoffelproduktion, april 2002.
- Nielsen BJ. 2003 Nye fungicider til bekæmpelse af kartoffelskimmel. 20. Danske Planteværnskonference 2003 Sygdomme og Skadedyr. Danmarks JordbrugsForskning Rapport, Markbrug, dette nummer.

Nye fungicider til bekæmpelse af kartoffelskimmel

New fungicides for control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) in Denmark

Bent J. Nielsen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

In Denmark relatively few products for control of potato late blight are on the market. The most commonly used products are Shirlan and Dithane NT while products such as Acrobat WG and Tattoo are used to a lesser extent. However, new products are under investigation in field trials at the Danish Institute of Agricultural Sciences (DIAS), and in the coming year new products are expected to get a registration. The results of some of the Danish field trials will be presented here.

Indledning

Fungicider, der anvendes til bekæmpelse af kartoffelskimmel, er en del anderledes end de fungicider, der anvendes til for eksempel bekæmpelse eksempelvis af bladsvampe på korn. Det hænger blandt andet sammen med, at kartoffelskimmel – i modsætning til svampe som kornmeldug og rust- ikke indeholder ergosterol, der er en vigtig komponent for kornfungiciderne. Som noget særligt danner kartoffelskimmel desuden zoosporer, mod hvilke fungiciderne også skal have virkning. Parallelt med udviklingen inden for korn, er der også inden for kartofler i de seneste år sket en betydelig udvikling af nye virksomme stoffer. Flere af disse er dog stadig ikke godkendt til brug i Danmark, og bekæmpelse af kartoffelskimmel er stadig i væsentlig grad baseret på anvendelse af ældre kontaktfungicider. I tabel 1 er vist en oversigt over de aktuelle produkter, der er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning til bekæmpelse af kartoffelskimmel. I efterfølgende afsnit gennemgås de vigtigste egenskaber, og her er også medtaget de helt nye produkter.

Tabel 1. Produkter anerkendt af DJF til bekæmpelse af kartoffelskimmel 2003. Kun midler med godkendelse (G) må anvendes i Danmark. Products with biological approval for control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) in Denmark 2003. Only products marked with G have a registration for use in Denmark.

| Produkt Product | Anerkendt do- sering Approved dose | BI Dose BI dose | Virksomt stof Active ingre- dient | g/kg eller g/l g/kg or g/l |
|----------------------|--|-----------------------|---|-------------------------------|
| Acrobat WG | G 2 kg/ha | 1,68 | dimethomorph mancozeb | 75 667 |
| Curzate M | - 2,5 kg/ha | | cymoxanil mancozeb | 45,2 680 |
| Dithane NT | G 2 kg/ha | 2,0 | mancozeb | 750 |
| Electis | - 1,8 kg/ha | - | zoxamid mancozeb | 83 667 |
| Ranman (+Silwett) | - 0,2 l/ha 0,15 l/ha | | cyazofamid (additiv) | 400 |
| Sereno | - 1,25 kg/ha | - | fenamidon mancozeb | 100 500 |
| Shirlan | G 0,4 l/ha | 0,4 | fluazinam | 500 |
| Tanos | - 0,7 kg/ha | - | famoxate cymoxanil | 250 250 |
| Tattoo | G 4 l/ha | 2,22 | propamocarb mancozeb | 248 301 |

G: Godkendt af Miljøstyrelsen til brug i Danmark; BI Dose: Dose som giver et behandlingsindeks (BI) på 1,0. G: Registered by the Danish Environmental Protection Agency for use in Denmark; BI dose: Dose which gives a treatment index (BI) of 1.0.

En general karakterisering af skimmelfungiciderne.

En europæisk arbejdsgruppe (European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight) har lavet en sammenstilling af de vigtigste fungicider anvendt i Europa til bekæmpelse af kartoffelskimmel (Bain, 2002) og i tabel 1-2 er sammenstillet midler med relevans for det danske marked.

Tabel 2. Virkning på kartoffelskimmel af de vigtigste fungicider anvendt til bekæmpelse af kartoffelskimmel. Tabellen er et uddrag fra Bain (2002) og er et udtryk for den europæiske arbejdsgruppes vurdering. The effectiveness of the most important fungicide active ingredients used for the control of potato late blight (*Phytophthora infestans*). The table is an extract from Bain (2002) and expresses the opinion of the European working group.

| Virksomt stof ¹ Active ingredient ¹ | Virkning på blad- stængel- eller knoldangreb Effectiveness on leaf-, stem- or tuber blight | | | | Virkemåde Action mode | | | Regn- fasthed Rainfast- ness | Mobilitet Mobility |
|--|---|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| | Blad angreb Leaf blight | Nyt bladvæv New growing point | Stængel- angreb Stem blight | Knold skimmel Tuber blight | Præventivt Protectant | Kurativt Curative | Eradikativt Eradicant | | |
| propamocarb-HCl | ++(+) | +(+) | ++ | ++ | ++(+) | ++ | ++ | +++ | Systemisk Systemic |
| fluazinam | +++ | 0 | + | ++(+) | +++ | 0 | 0 | ++(+) | Kontakt Contact |
| cymoxanil | ++(+) | 0 | +(+) | 0 | ++ | ++ | + | ++ | Translaminær Translaminar |
| mancozeb el. maneb | ++ | 0 | + | 0 | ++ | 0 | 0 | +(+) | Kontakt Contact |
| dimethomorph | ++(+) | 0 | +(+) | ++ | ++(+) | + | ++ | ++(+) | Translaminær Translaminar |
| metalaxyl M (mefenoxam) ² | ++(+) | ++ | ++ | N/A | ++(+) | ++(+) | ++(+) | +++ | Systemisk Systemic |
| chlorothalonil | ++ | 0 | (+) | 0 | ++ | 0 | 0 | ++(+) | Kontakt Contact |

¹ Virkningstallet for de enkelte aktive stoffer er ikke additivt for blandinger af aktive stoffer. ² = Phenylamid-fungicider er ikke aktuelle i Danmark for øjeblikket. Virkningen som angivet i tabel 2 er under forudsætning af at populationen er følsom. ¹ The scores of individual active ingredients are not additive for mixtures of active ingredients. ² = Phenylamide fungicides are not registered in Denmark at present. The effectiveness as stated in table 2 is on the condition that the population is sensitive.

Tabel 3. Virkning på kartoffelskimmel af fire nye virksomme stoffer. Tabellen er et uddrag fra Bain (2002) og er et udtryk for den europæiske arbejdsgruppes vurdering. The effectiveness of four new active ingredients on potato late blight (*Phytophthora infestans*). The table is an extract from Bain (2002) and expresses the opinion of the European working group.

| Virksomt stof ^{1,4} Active ingredient ^{1,4} | Virkning på blad- stængel- eller knoldangreb Effectiveness on leaf-, stem- or tuber attacks | | | | Virkemåde Action mode | | | Regnfasthed Rainfastness | Mobilitet Mobility |
|--|--|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| | Blad angreb Leaf blight | Nyt bladvæv New growing point | Stængel angreb Stem blight | Knold skimmel Tuber blight | Præventivt Protectant | Kurativt Curative | Eradikativt Eradicant | | |
| cyazofamid | +++ | 0 | + | ? ² | +++ | 0 | 0 | +++ | Kontakt Contact |
| famoxate | ++ | 0 | +(+) | N/A | ++ | ++ ³ | + ³ | ++ | Kontakt Contact |
| fenamidon | ++(+) | 0 | ? | ? | ++(+) | 0 | 0 | ++ | Translaminær Translaminar |
| zoxamid | +++ | 0 | ? | ++ | +++ | 0 | 0 | ++(+) | Kontakt Contact |

¹ Virkningsstallet for de enkelte aktive stoffer er ikke additivt for blandinger af aktive stoffer. ² ? = for få data til en egentlig vurdering. ³ Denne virkemåde fås fra det aktive stof cymoxanil i produktet Tanos (famoxate+cymoxanil). ⁴ Virkningsstallet for de fire nye stoffer, er baseret på et begrænset datamateriale og er derfor med forbehold for revidering. Forklaring til de anvendte begreber findes i teksten. ¹ The scores of individual active ingredients are not additive for mixtures of active ingredients. ² ? = not enough data available to assign a rating. ³ This mode of action is provided by the active ingredient cymoxanil in the product Tanos (famoxadone+cymoxanil). ⁴ The scores assigned to the four new active ingredients are based on limited data and are therefore subject to revision. The key to the used terms can be found in the text.

Tegnforklaring til vurdering: 0 = ingen effekt; + = rimelig effekt; ++ = god effekt; +++ = meget god effekt; N/A = ikke anbefalet til bekæmpelse af knoldskimmel.
Key to ratings: 0 = no effect; + = reasonable effect; ++= good effect; +++= very good effect; N/A = not recommended for control of tuber blight.

Principper for bekæmpelse af kartoffelskimmel

Sprøjtning er stadig den vigtigste indsats mod kartoffelskimmel, og der er sket en stor udvikling i skimmelfungiciderne siden bordeaux-væsken blev introduceret i 1880'erne. Dette gælder især i de senere år, hvor en række nye midler er kommet frem. Kendskabet til de forskellige fungiciders specifikke virkning i de forskellige stadier af svampens livscyklus kan medvirke til at optimere anvendelsen (Bødker, Nielsen & Hansen, 2001 samt Nielsen, Bødker & Hansen, 2002), og i det følgende er kort redegjort for de begreber, der er omtalt i tabel 2-3.

Præventive fungicider

De præventive fungicider (kontaktmidler) er stadig de mest anvendte skimmelmidler, og de indgår på en eller anden måde i de fleste blandingsprodukter. Kontaktfungicider virker kun på plantens overflade, så længe fungicidet er til stede. Sporerne dræbes før spiring og penetrering, og fungicidet skal være til stede på bladet eller stængelen *før* sporerne lander og spirer (forebyggende). Ny plantevækst er i princippet ubeskyttet, og hyppig sprøjtning kan være nødvendig for at hindre infektion. (Nielsen og Bødker, 2002 samt Bødker og Nielsen, 2001). Eksempel på præventive fungicider er dithiocarbamaterne mancozeb (**Dithane NT**) maneb (**Vondac DG**) eller propineb (**Antracol MN**). Anvendelsen er typisk rutinesprøjtning med relativt korte intervaller, især hvor nyvækst skal beskyttes efter nedbør eller ved højt smittetryk. Et andet kontaktfungicid er fluazinam (**Shirlan**). Produktet anvendes forebyggende og har en relativ lang virkningstid. Stoffet er ikke systemisk og har ingen kurativ effekt, men kan dog begrænse sporulering og kan dermed forsinke epidemiudviklingen.

Translaminære fungicider

De virksomme stoffer i denne gruppe trænger ind i bladet, men har kun en begrænset transport i plantevævet og gennem bladet. Ny plantevækst vil derfor ikke være beskyttet efter sprøjtning (Nielsen og Bødker, 2002 samt Bødker og Nielsen, 2001). Eksempel på produkt med indhold af translaminært fungicid er dimethomorph (**Acrobat WG**, *dimethomorph+mancozeb*) (Nielsen, 2000). Da det virksomme stof trænger ind i bladet, er der mulighed for en vis kurativ virkning, det vil sige virkning på etableret angreb før end egentlig symptomfrembrud.

Systemiske fungicider

Disse midler trænger ind i planten og fordeles i bladet, hvilket giver mulighed for en *kurativ* virkning, det vil sige virkning på etableret angreb før end egentlig symptomfrembrud, men også en *eradikativ* virkning, hvor fungicidet bekæmper etablerede, synlige angreb. Et systemisk fungicid kan godt have præventiv virkning ved at forhindre sporespiring. Eksempel på et virksomt stof med systemisk virkning er *propamocarb* (**Tattoo: propamocarb+mancozeb**) (Nielsen og Bødker, 2002 samt Bødker og Nielsen, 2001). Produktet anvendes dog bedst forebyggende, idet den kurative virkning i praksis kan være begrænset. **Phenylamiderne** er en anden gruppe med systemiske egenskaber. Der er ingen virksomme stoffer inden for denne

gruppe, som er godkendt til brug i Danmark. Phenylamidgruppen indeholder virksomme stoffer som *metalaxyl* (**Ridomil MZ**: metalaxyl+mancozeb) og metalaxyl isomeren *mefenoxam* (metalaxyl-M). Midlerne er angivet at have både kurative og eradikative egenskaber. Fungicidresistens har været beskrevet efter ensidig anvendelse af metalaxyl.

Nye fungicider

I det følgende gives en kort oversigt over de nye fungicider til bekæmpelse af kartoffelskimmel, som har været under afprøvning de seneste år. Egenskaberne ved de virksomme stoffer fremgår også af tabel 2-3. I gennemgangen af produkterne omtales bekæmpelseeffekten. Denne er beregnet ud fra det gennemsnitlige skimmelangreb i forsøgene ("gens. angreb" i tabellerne)

Sereno (*fenamidon* 100 g/kg + mancozeb 500 g/kg). 1,25 kg/ha

Fenamidon tilhører gruppen af imidazolinoner, og god præventiv virkning beskrevet med 100 g a.i./ha i blanding og 300 g a.i./ha alene. *Fenamidon* er beskrevet med delvis optagelse i bladet (translaminær, tabel 3), men i afprøvningen har produktet mest vist sig som et kontaktfungicid. Stoffet virker biokemisk ved specifik hæmning af mitokondrie respiration (single site action af cytochrom c oxidoreductase), hvilket betegnes som en *strobilurinlignende* virkning. Sereno blev anerkendt til bekæmpelse af kartoffelskimmel i 2000. Med den anerkendte dosering på 1,25 kg/ha udbringes pr. ha 100 g fenamidon og 625 g mancozeb (42% udbragt mængde mancozeb i forhold til Dithane NT). Sereno har været afprøvet i 2 år (1999-2000) ved DJF i sammenligning med Dithane DG og anvendt med 7 døgnintervaller. Resultaterne af forsøgene i 2000 fremgår af tabel 4, hvor Sereno i alle forsøg har ligget på niveau med, eller lidt bedre end Dithane DG (93% effekt målt ud fra det gennemsnitlige angreb for Sereno mod 88% effekt for Dithane DG). Der er i forsøgene 2000 ikke opnået større merudbytte ved sprøjtning med Sereno i forhold til Dithane DG, men sammenlagt over 2 år (6 forsøg, Nielsen, 2000), er der opnået et lidt større knoldudbytte ved sprøjtning med 1,25 kg Sereno i forhold til Dithane DG (17,8 hkg/ha eller 4%).

I 2002 er afprøvet blandingsproduktet EXP 11081A (*fenamidon* 75 g/kg + *propamocarb* 375 g/kg). I forhold til Sereno udbringes der mere *fenamidon* (+20%) med EXP 11081A. Der udbringes derimod mindre *propamocarb* (-24%) i forhold til Tattoo. Forsøgene i 2002 er med 3 doseringer, (tabel 5). Der er opnået en god blad- og knoldvirkning, som også er i overensstemmelse med effekten af de virksomme stoffer.

Tabel 4. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) med Electis, Sereno, Dithane NT og Dithane DG. 3 forsøg 2000, Flakkebjerg, Tylstrup og Borris (Dianella). Control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) with Electis, Sereno, Dithane NT, and Dithane DG. 3 trials 2000, Flakkebjerg, Tylstrup, and Borris (Dianella).

| Produkt Product | Dosis kg-l/ha Dose kg-l/ha | % Angreb af kartoffelskimmel % Attack of potato late blight | | | Gens. angreb 1 Mean of attacks ¹ | % Nedvisning 17/9 % Desiccation 17/9 | % Knold- skimmel % Tuber blight | Udbytte og merudbytte hkg/ha Yield and yield increase hkg/ha | Rel. Rel | % Tørtof % Dry matter | % Stivelse % Starch | |
|-------------------------|-------------------------------------|--|------|------|--|---|--|---|-------------|--------------------------------|---------------------------|------|
| | | 30/7 | 12/8 | 26/8 | | | | | | | | 9/9 |
| Ubehandlet Untreated | | 3,4 | 72,5 | 98,3 | 100,0 | 70 | 100,0 | 4,2 | 340,8 | 100 | 22,4 | 16,7 |
| Dithane DG | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 4,0 | 16,4 | 8,7 | 45,9 | 3,8 | +205,7 | 160 | 26,1 | 20,4 |
| Dithane DG | 1,0 | 0,0 | 2,4 | 10,3 | 53,8 | 18,8 | 72,1 | 6,4 | +160,4 | 147 | 25,3 | 19,5 |
| Dithane DG | 0,5 | 0,0 | 4,8 | 24,8 | 85,3 | 31,2 | 95,3 | 4,3 | +116,0 | 134 | 25,3 | 19,6 |
| Dithane NT | 2,0 | 0,0 | 0,5 | 3,3 | 18,1 | 8,9 | 45,3 | 2,4 | +205,9 | 160 | 26,1 | 20,3 |
| Dithane NT | 1,0 | 0,0 | 1,7 | 8,8 | 50,3 | 17,8 | 70,4 | 4,9 | +163,7 | 148 | 25,9 | 20,1 |
| Dithane NT | 0,5 | 0,0 | 7,1 | 24,2 | 90,3 | 32,7 | 96,3 | 5,8 | +119,8 | 135 | 24,4 | 18,6 |
| Electis | 1,8 | 0,0 | 0,5 | 3,5 | 13,9 | 6,7 | 45,7 | 0,7 | +205,6 | 160 | 26,0 | 20,2 |
| Electis | 0,9 | 0,0 | 2,5 | 10,0 | 41,3 | 16,3 | 70,0 | 4,9 | +174,7 | 151 | 25,1 | 19,3 |
| Electis | 0,45 | 0,0 | 4,0 | 18,3 | 80,8 | 28,3 | 94,8 | 6,5 | +141,5 | 142 | 25,6 | 19,8 |
| Sereno | 1,25 | 0,0 | 0,3 | 3,2 | 9,0 | 4,8 | 41,4 | 1,0 | +203,0 | 160 | 26,2 | 20,4 |
| Sereno | 0,625 | 0,0 | 0,9 | 4,8 | 23,8 | 10,9 | 57,8 | 2,0 | +197,5 | 158 | 25,6 | 19,9 |
| Sereno | 0,313 | 0,0 | 2,9 | 11,3 | 55,4 | 20,2 | 79,2 | 4,7 | +162,9 | 148 | 25,6 | 19,9 |
| LSD 95 | | | 9,8 | 7,9 | 18,2 | 5,9 | 25,3 | 5,1 | 28,3 | | | |

1 Gens. angreb: Gennemsnit af angreb fra første til sidste bedømmelse. Mean of attacks: Mean of attacks from the first to the last assessment.

Der er sprøjtet med 7 dages interval. Første sprøjtning 21/6 - 29/6. Sidste sprøjtning 8/9 - 13/9. Kunstig inokulering 5/7-13/7. I gennemsnit 12,3 behandlinger. Spraying has been carried out at 7 days interval. First spraying 21/6 - 29/6. Last spraying 8/9 - 13/9. Artificial inoculation 5/7 - 13/7. On average 12.3 treatments.

Tabel 5. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) med Ranman og EXP 11081A i sammenligning med Shirilan og Dithane NT. 1 forsøg 2002, Flakkebjerg (Oleva). Control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) with Ranman and EXP 11081A compared with Shirilan and Dithane NT. 1 trial 2002, Flakkebjerg (Oleva).

| Produkt Product | Dosis kg-l/ha Dose kg-l/ha | % Angreb af kartoffelskimmel % Attack of potato late blight | | | | Gens. angreb 1) Mean of at- tacks 1) | % Knoldangreb % Tuber blight | Udbytte og merudbytte hkg/ha Yield and yield increase hkg/ha | Rel. Rel. | % Tørstof % Dry matter | Udbytte stivelse hkg/ha Yield starch hkg/ha |
|---------------------------|-------------------------------------|--|------|------|------|---|---------------------------------|---|--------------|---------------------------|---|
| | | 19/7 | 31/7 | 13/8 | 27/8 | | | | | | |
| 1 Ubehandlet Untreated | | 5,50 | 45,0 | 88,8 | 100 | 100 | 0,8 | 289,3 | 100 | 21,0 | 44,1 |
| 2 Dithane NT | 2,0 | 0,01 | 0,1 | 0,2 | 3,8 | 32,5 | 1,5 | +218,9 | 176 | 24,6 | 95,8 |
| 3 Dithane NT | 1,0 | 0,01 | 0,8 | 1,8 | 10,8 | 68,8 | 3,5 | +200,1 | 169 | 24,7 | 92,7 |
| 4 Dithane NT | 0,5 | 0,01 | 3,3 | 6,0 | 41,3 | 91,3 | 2,3 | +125,4 | 143 | 23,8 | 74,9 |
| 5 Ranman+Silwett* | 0,2 + 0,15 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 1,8 | 20,5 | 0,0 | +212,9 | 174 | 24,6 | 94,7 |
| 6 Ranman+Silwett | 0,1 + 0,075 | 0,01 | 0,2 | 0,4 | 4,4 | 36,3 | 0,8 | +234,9 | 181 | 23,8 | 94,6 |
| 7 Ranman+Silwett | 0,05 + 0,038 | 0,0 | 0,6 | 1,3 | 13,5 | 66,3 | 0,0 | +180,3 | 162 | 24,0 | 85,7 |
| 8 EXP 11081A | 2,0 | 0,0 | 0,04 | 0,1 | 3,3 | 28,0 | 0,5 | +230,6 | 180 | 24,8 | 99,0 |
| 9 EXP 11081A | 1,0 | 0,01 | 0,2 | 3,1 | 11,3 | 55,0 | 0,8 | +177,4 | 161 | 23,0 | 80,5 |
| 10 EXP 11081A | 0,5 | 0,01 | 0,8 | 8,0 | 46,3 | 84,5 | 1,3 | +136,8 | 147 | 23,6 | 76,0 |
| 11 Shirilan | 0,4 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 3,8 | 31,3 | 0,0 | +244,0 | 184 | 24,5 | 100,0 |
| 12 Shirilan | 0,2 | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 4,8 | 40,0 | 0,3 | +230,6 | 180 | 24,5 | 97,5 |
| 13 Shirilan | 0,1 | 0,01 | 3,5 | 15,5 | 58,8 | 91,5 | 1,3 | +119,7 | 141 | 21,8 | 65,6 |
| LSD (P=0.5) | | 1,2 | 3,7 | 4,4 | 9,1 | 12,3 | 1,6 | 27,4 | | | 5,0 |

Der er sprøjet med 7 dages interval, start: 19/6 til 10/9. I alt 13 behandlinger. Spraying has been carried out at 7 days interval, start: 19/6 – 10/9. A total of 13 treatments.

1) Gens. angreb: Gennemsnit af angreb fra første til sidste bedømmelse. * Silwett er et additiv. Mean of attacks from the first to the last assessment. * Silwett is an additive.

Kunstig inokulering 2/7. Artificial inoculation on 2/7.

Tanos (*famoxate* 250 g/kg + *cymoxanil* 250 g/kg). 0,7 kg/ha

Famoxate er et nyt virksomt stof, som har en begrænset optagelse i bladet. Bladoptagelsen har været diskuteret noget (translaminær effekt foreslået), men seneste vurdering er kontaktvirkning (tabel 3). Biokemisk virker *famoxate* ved hæmning af elektrontransporten i mitokondrierne ved blokering af ubiquinol: cytochrom c oxidreductase i complex III. (*strobilurinlignende effekt*). Tanos indeholder også *cymoxanil*, der omtales neden for. Med den anerkendte dosering på 0,7 kg/ha udbringes pr. ha 175g *famoxate* og 175g *cymoxanil*. Der er lavet i alt 13 afprøvningsforsøg med Tanos, og i tabel 7 er vist resultaterne fra 2001. Tidligere resultater fremgår bl.a. af Nielsen (2001 og 2002). Samlet vurderes det, at virkningen af Tanos mod kartoffelskimmel ligger på niveau med Dithane DG. Med hensyn til merudbytte efter sprøjtning ligger det også på niveau med, hvad der opnås med Dithane DG. I forsøgene 2001 gav Tanos i gennemsnit af 3 forsøg en bekæmpelseeffekt på 84%, hvor effekten af Dithane DG (2 kg/ha) var 75% (tabel 7). Tanos har også været med i forsøg med præventiv og kurativ virkning af skimmelfungicider og resultaterne viste en kurativ virkning de første dage efter sporeinfektion (Bødker og Nielsen, 2001 samt Nielsen og Bødker, 2002).

Electis (*zoxamid* 83 g/kg + *mancozeb* 667 g/kg). 1,8 kg/ha

Zoxamid er et kontaktfungicid, hvor god præventiv virkning, knoldbekæmpelse samt regnfasthed er beskrevet ved dosering 125-150 g a.i./ha i kombination med *mancozeb* og 150-200 g a.i./ha alene. Virkemekanismen for *zoxamid* er hæmning af celledeling ved binding til tubulin (β subunits) og ødelæggelse af mikrotubuli (Egan *et al.*, 1998). Med doseringen 1,8 kg/ha udbringes 150 g *zoxamid* pr. ha og 1200 g *mancozeb* pr. ha. Vores standard for rene *mancozeb* produkter er 1500 g *mancozeb* pr. ha, og Electis ligger her på 80% af niveauet. Electis blev anerkendt 2001 af DJF til bekæmpelse af kartoffelskimmel efter 2 års afprøvning 2000-2001 (Nielsen, 2001 og 2002). Resultaterne fra 2001 fremgår af tabel 6. I alle 6 forsøg ved DJF har Electis ligget bedre end eller lige som Dithane DG med hensyn til bekæmpelse af kartoffelskimmel med en gennemsnitlig virkningsgrad på 77% til 98%. Med hensyn til udbytte er der med 1,8 kg Electis pr. ha i gennemsnit høstet 5,5%-point mere end ved anvendelse af Dithane DG. Electis har også været med i forsøg med præventiv og kurativ virkning af skimmelfungicider. Resultaterne bekræfter den udprægede kontaktvirkning af produktet (Nielsen og Bødker, 2002). I forsøg med afvaskning, ser Electis ud til at have god regnfasthed (Nielsen og Bødker, 2003).

Tabel 6. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) med Electis, Ranman og Dithane DG. 3 forsøg 2001, Flakkebjerg, Jynde vad og Borris (Dianella). Control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) with Electis, Ranman, and Dithane DG. 3 trials 2001, Flakkebjerg, Jynde vad, and Borris (Dianella) .

| Produkt Product | Dosis kg-l/ha Dose kg-l/ha | % Angreb af kartoffelskimmel % Attack of potato late blight | | | | Gens. angreb 1) Mean of attacks 1) | % Knold- skimmel % Tuber blight | Udbytte og merudbytte hkg/ha Yield and yield increase hkg/ha | Rel. Rel. | % Tørstof % Dry matter | Udbytte stivelse hkg/ha Yield starch hkg/ha |
|---------------------------|-------------------------------------|--|------------|-------------|------------|---|--|---|--------------|---------------------------------|--|
| | | 3/7 - 31/7 | 19/7 - 7/8 | 26/7 - 14/8 | 8/8 - 28/8 | | | | | | |
| 1 Ubehandlet Untreated | | 1,8 | 26,5 | 74,6 | 93,7 | 100,0 | 4,1 | 273,1 | 100 | 24,2 | 52,6 |
| 2 Dithane DG | 2 | 0,0 | 0,6 | 1,1 | 3,9 | 18,9 | 21,3 | +230,8 | 185 | 24,2 | 95,4 |
| 3 Dithane DG | 1 | 0,1 | 0,9 | 2,6 | 19,3 | 74,2 | 12,0 | +149,6 | 155 | 24,3 | 80,9 |
| 4 Dithane DG | 0,5 | 0,1 | 2,0 | 8,9 | 38,3 | 92,5 | 10,5 | +114,0 | 142 | 23,4 | 70,5 |
| 5 Electis | 1,8 | 0,1 | 0,5 | 1,3 | 3,4 | 17,8 | 15,1 | +260,6 | 195 | 24,4 | 102,0 |
| 6 Electis | 0,9 | 0,0 | 0,7 | 1,8 | 12,9 | 49,0 | 10,9 | +189,5 | 169 | 24,9 | 91,1 |
| 7 Electis | 0,45 | 0,1 | 1,1 | 6,3 | 35,8 | 90,0 | 9,7 | +113,8 | 142 | 24,7 | 75,8 |
| 8 Ranman | 0,35 | 0,1 | 0,4 | 1,1 | 1,6 | 2,8 | 5,2 | +269,3 | 199 | 24,3 | 102,0 |
| 9 Ranman | 0,18 | 0,1 | 0,5 | 1,4 | 5,3 | 7,8 | 9,1 | +268,6 | 198 | 24,5 | 103,3 |
| 10 Ranman | 0,09 | 0,1 | 1,2 | 2,2 | 6,5 | 15,3 | 15,2 | +238,8 | 187 | 24,6 | 98,5 |
| LSD ₉₅ | | n.s. | 4,6 | 6,8 | 19,8 | 20,0 | 10,6 | 38,7 | | | 10,7 |

Der er sprøjtet med 7 dages interval, start: 27/6 - 2/7 (Flakkebjerg), sidste: 10/9 (Flakkebjerg) - 17/9 (Borris). I alt 12 behandlinger. Spraying has been carried out at 7 days interval, start: 27/6 - 2/7 (Flakkebjerg), last: 10/9 (Flakkebjerg) - 17/9 (Borris). A total of 12 treatments.

1) Gens. angreb: Gennemsnit af angreb fra første til sidste bedømmelse. Mean of attacks: Mean of attacks from the first to the last assessment. Kunstig inokulering 5/7 (Flakkebjerg) - 12-13/7. Artificial inoculation 5/7 (Flakkebjerg) - 12-13/7.

Ranman (*cyazofamid* 400 g/l). 0,2 l/ha (sammen med additivet Silwett).

Ranman indeholder det virksomme stof *cyazofamid*, der er et kontaktfungicid, hvilket placerer Ranman i gruppen af fungicider med forebyggende virkning/præventiv anvendelse. God præventiv virkning er beskrevet ved dosering 60-100 g a.i./ha. (Mitani *et al.*, 1998). *Cyazofamid* er beskrevet som havende høj virkning både mod bladskimmel og knoldskimmel (tabel 3). Ranman skulle endvidere have god regnfasthed. Biokemisk virker *cyazofamid* ved hæmning af elektrontransporten i mitokondrierne ved blokering i complex III. (*strobilurinlignende* effekt). Ranman har været afprøvet ved DJF i 2001 i 3 forsøg (tabel 6) og i 2002 i et forsøg (tabel 5). Der foreligger desuden for 2002 forsøg med Ranman i kombination med Acrobat (Nielsen og Højby, 2003). Ranman har kun været afprøvet sammen med additivet Silwett, hvilket betyder, at Ranman kun er anerkendt i denne kombination. Doseringen af Ranman er 0,2 l/ha + 0,15 l Silwett, hvilket giver 80 g *cyazofamid* pr. ha. I de 4 forsøg udført ved DJF har der været en særdeles god virkning efter sprøjtning med 0,2 l Ranman samt en god virkning ved de lave doseringer i forhold til tilsvarende doseringsniveau med Dithane NT (tabel 6).

Curzate M (*cymoxanil* 45,2 g/kg + *mancozeb* 680 g/kg)

Cymoxanil blev markedsført i 1970'erne i Curzate, men har aldrig før været anvendt mod kartoffelskimmel i Danmark. Det virksomme stof har translaminaer effekt, men er angivet til at have meget kort persistens, især i varmt vejr. Der er angivet en vis kurativ virkning, men kun inden for få dage efter sporeinfektion. Virkningen mod bladskimmel er beskrevet som værende mellem *fluazinam* og *mancozeb* (tabel 2). I Curzate M indgår også kontaktfungicidet *mancozeb* og med den tilmeldte dosering på 2,5 kg/ha udbringes 113g *cymoxanil* (65% af mængden ved Tanos) og 1700g *mancozeb* (13% mere end ved Dithane NT). Curzate M har været afprøvet ved DJF i 2001 og 2002 mod kartoffelskimmel. Den anerkendte dosering er 2,5 kg/ha og udsprøjtet med 7 dages intervaller, er der opnået en meget god bekæmpelse af kartoffelskimmel (94% bekæmpelse i 2002). Der har været udført i alt 6 forsøg (2001 + 2002) med Curzate M i 3 doseringer samt forsøg med forskellige kombinationer af Tanos og Curzate M. Resultaterne fra 2002 er vist i tabel 7, og der har været en bedre effekt af Curzate M end af Dithane NT og 0,3 l Shirlan. Virkningen af Curzate M falder tydeligt med nedsat dosering.

Tabel 7. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) med Tanos, Curzate M, Dithane DG og Shirlan. 3 forsøg 2001, Flakkebjerg, Tylstrup og Borris (Dianella). Control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) with Tanos, Curzate M, Dithane DG, and Shirlan. 3 trials 2001, Flakkebjerg, Tylstrup, and Borris (Dianella).

| Produkt Product | Dosis kg-l/ha Dose kg-l/ha | % Angreb af kartoffelskimmel % Attacks of potato late blight | | | | Gens. angreb 1) Mean of attacks 1) | Udbytte og merudbytte hkg/ha Yield and yield increase hkg/ha | Rel. Rel. | % Tørstof % Dry matter | Udbytte stivelse hkg/ha Yield starch hkg/ha |
|------------------------|-------------------------------------|---|----------|----------|-----------|---|---|--------------|---------------------------------|--|
| | | 18/7-31/7 | 25/7-7/8 | 1/8-14/8 | 15/8-28/8 | | | | | |
| Ubehandlet | | | | | | | | | | |
| 1 Untreated | | 5,7 | 28,3 | 74,2 | 97,5 | 99,8 | 271,6 | 100 | 23,5 | 49,4 |
| 2 Dithane DG | 2 | 1,9 | 3,6 | 4,6 | 7,2 | 24,1 | +229,6 | 185 | 25,2 | 98,7 |
| 3 Dithane DG | 1,5 | 0,8 | 2,9 | 5,5 | 8,5 | 42,3 | +214,7 | 179 | 24,9 | 94,7 |
| 4 Dithane DG | 1 | 0,8 | 3,1 | 7,1 | 19 | 63,6 | +173,8 | 164 | 25,4 | 88,9 |
| 5 Shirlan | 0,3 | 0,4 | 1,4 | 2,6 | 3,7 | 18,5 | +268,1 | 199 | 25,3 | 106,6 |
| 6 Tanos | 0,7 | 0,2 | 0,9 | 2,7 | 3,4 | 11,7 | +262,6 | 197 | 26,1 | 109,6 |
| 7 Tanos | 0,525 | 0,3 | 1,9 | 4,3 | 8,4 | 32,7 | +230,8 | 185 | 25,7 | 101 |
| 8 Tanos | 0,35 | 0,3 | 1,8 | 6,1 | 20 | 49,3 | +195,5 | 172 | 25,7 | 93,9 |
| 9 Curzate M | 2,5 | 0,2 | 0,9 | 1,3 | 1,1 | 5,5 | +283,7 | 204 | 25,9 | 113,4 |
| 10 Curzate M | 1,25 | 0,3 | 1 | 2,8 | 5 | 38,3 | +220,3 | 181 | 25,9 | 100,9 |
| 11 Curzate M | 0,625 | 0,4 | 3 | 7,1 | 24,8 | 68,4 | +154,5 | 157 | 25,6 | 85,6 |
| 12 Tanos ²⁾ | 0,7 | 0,1 | 0,5 | 0,7 | 1,1 | 5,1 | +276,4 | 202 | 26,1 | 112,4 |
| 12 Curzate M | 2,5 | | | | | | | | | |

Tablet forisettes Table continues

| Produkt Product | Dosis kg-l/ha Dose kg-l/ha | % Angreb af kartoffelskimmel % Attacks of potato late blight | | | | Gens. angreb 1) Mean of attacks 1) | Udbytte og merudbytte hkg/ha Yield and yield increase hkg/ha | Rel. Rel. | % Tørstof % Dry matter | Udbytte stivelse hkg/ha Yield starch hkg/ha |
|------------------------|-------------------------------------|---|----------|----------|-----------|---|---|--------------|---------------------------------|--|
| | | 18/7-31/7 | 25/7-7/8 | 1/8-14/8 | 15/8-28/8 | | | | | |
| 13 Tanos ³⁾ | 0,7 | 0,4 | 1,3 | 3,3 | 3,5 | 18,7 | +273,8 | 201 | 25,5 | 109,1 |
| 13 Shirilan | 0,3 | | | | | | | | | |
| 14 Tanos ⁴⁾ | 0,7 | 0,2 | 1 | 1,5 | 3,7 | 18,8 | +270,1 | 199 | 26,2 | 112,1 |
| 14 Curzate M | 2,5 | | | | | | | | | |
| 14 Shirilan | 0,3 | | | | | | | | | |
| LSD ₉₅ | | 2,9 | 3,3 | 5,2 | 14,3 | 27,6 | 41,7 | | | 15,6 |

Der er sprøjtet med 7 dages interval, i alt 12,3 gange (gennemsnit af 3 forsøg). Første sprøjtning 19/6 (Borris) - 2/7 (Tylstrup). Sidste sprøjtning 12/9 (Flakkebjerg) - 18/9 (Tylstrup). Kunstig inokulering 5/7 (Flakkebjerg); 12-13/7 (Tylstrup og Borris). 1) Gens. angreb: Gennemsnit af angreb fra første til sidste bedømmelse. 2) Tanos 2-3 (Borris) første gange, dernæst Curzate M. 3) Tanos 2-3 (Borris) første gange, dernæst Shirilan. 4) Tanos 2-3 (Borris) første gange, dernæst Curzate M (2 gange) efterfulgt af Shirilan. Spraying has been carried out at 7 days interval, a total of 12.3 times (mean of 3 trials). First spraying 19/6 (Borris) - 2/7 (Tylstrup). Last spraying 12/9 (Flakkebjerg) - 18/9 (Tylstrup). Artificial inoculation 5/7 (Flakkebjerg); 12-13/7 (Tylstrup and Borris). 1) Mean of attacks: Mean of attacks from the first to the last assessment. 2) Tanos the first 2-3 (Borris) sprayings, after that Curzate M. 3) Tanos the first 2-3 (Borris) sprayings, after that Shirilan. 4) Tanos the first 2-3 (Borris) sprayings, after that Curzate M (2 times) followed by Shirilan.

Helt nye midler, der endnu ikke har været under afprøvning

Der er yderligere en række helt nye produkter, som endnu ikke har været under afprøvning ved DJF. Det forventes, at der inden for de nærmeste år vil komme resultater fra markforsøg med disse midler. Følgende virksomme stoffer er beskrevet med virkning mod kartoffel-skimmel:

Iprovalicarb (SZX 722)

Benthiavalicarb (KIF-230)

Flumorph (dimethomorph analog ?)

Pyraclostrobin (BAS 500)

Etaboxam

Litteratur

- Bain RA*. 2002. Report of the sub-group discussion on the practical characteristics of potato late blight fungicides. Proceedings of the workshop on the European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. PPO-Special Report, 8: 21-24.
- Bødker L, Nielsen BJ & Hansen HH*. 2001. Plantebeskyttelsesstrategier mod kartoffelskimmel. 18. Danske Planteværnskonference 2001, Sygdomme og Skadedyr. Danmarks JordbrugsForskning Rapport nr. 40 (2001), 45-55.
- Bødker L & Nielsen BJ*. 2001. Preventive and curative effect of fungicides against potato late blight under field conditions. Proceedings of the 5th Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. PAV Special Report no. 7, Lelystad, 261- 264.
- Egan AR, Michelotti EL, Yong DH, Wilson WJ, Mattioda H*. 1998. RH-7281: A novel fungicide for control of downy mildew and late blight. The 1998 Brighton Conference – Pest & Diseases: 335- 342.
- Nielsen BJ og Bødker L*. 2003. Regnfastede af skimmelfungicider. 20. Danske Planteværnskonference 2003 Sygdomme og Skadedyr. Danmarks JordbrugsForskning Rapport, Markbrug, dette nummer.
- Nielsen BJ og Højby M*. 2003. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). Pesticidafprøvning 2002. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport, Markbrug, (under trykning).
- Nielsen BJ*. 2002. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). Pesticidafprøvning 2001. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport, Markbrug, 89-96.
- Nielsen BJ & Bødker L*. 2002. Field experiments with preventive and curative control of potato late blight. Proceedings of the 6th Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. PPO Special Report no.

8, Wageningen, 211-215.

Nielsen BJ, Bødker L og Hansen H. 2002. Rettidig bekæmpelse af kartoffelskimmel giver bedst effekt. Kartoffelproduktion, april 2002.

Nielsen BJ. 2001. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). Pesticidafprøvning 2000. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport nr. 39 (2001), Markbrug, 75-84.

Nielsen BJ. 2000. Bekæmpelse af svampesygdomme i kartofler og ærter. Pesticidafprøvning 1999. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport nr. 22, Markbrug: 75-79.

Nielsen BJ. 2000. Bekæmpelse af kartoffelskimmel med Acrobat WG. Kartoffelproduktion 26, 2: 9-11.

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

Sprøjteteknik i kartofler. Hvilke ønsker har vi til ny teknik?

Application technique in potatoes. Which desires do we have as regards new techniques?

Peter Kryger Jensen, Bent J. Nielsen & Hans H. Hansen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

A literature review on application techniques for potato late blight control is given. Further a discussion on the design of experiments used to investigate the influence of application techniques for potato late blight control is included.

Indledning

Indsatsen mod kartoffelskimmel i konventionelt dyrkede afgrøder er meget intensiv. Det er samtidig et område, hvor der har været en stor forskningsindsats for at undersøge mulighederne for at reducere fungicidanvendelsen gennem en mere optimal udnyttelse. En af de faktorer, der påvirker bekæmpelseeffekten, er den anvendte sprøjteteknik.

Formålet med denne artikel er at:

- give en status over den viden der foreligger om sprøjtetekniske faktorerers betydning for bekæmpelseeffekt af skimmel.
- beskrive de krav/ønsker vi har til sprøjteteknik med baggrund i sygdommens epidemiologi
- give forslag til undersøgelser og metoder der vurderes at kunne give et bidrag til en mere ressourceeffektiv bekæmpelse af kartoffelskimmel.

Sprøjtetekniske undersøgelser

Sprøjteteknikken omfatter flere faktorer, der har betydning for, hvordan pesticidet kvalitativt fordeles i afgrøden. Effekten af enkeltfaktorerne er imidlertid ikke altid adskilt i de anvendte

forsøgsdesign. Det gælder specielt for væskemængde og dråbestørrelse, hvor ændringer i væskemængde typisk er koblet med et samtidigt skifte til en dysetype med en anden forstøvning.

Væskemængde og dråbestørrelse

Traditionelt har der været anbefalet store væskemængder ved sprøjtning mod kartoffelskimmel. Denne anbefaling har til dels sin baggrund i teoretiske overvejelser om, hvordan der opnås en god dækning af den store plantemasse med de anvendte kontaktfungicider. En anden årsag til anbefalingen kan, som Hutchinson (1974) anfører, skyldes at det var nødvendigt at anvende store væskemængder ved udsprøjtning af nogle af de første fungicider med de sprøjtetyper, der dengang var til rådighed. Det er et begrænset forsøgsarbejde, der er udført for at undersøge betydning af væskemængder og forstøvning med traditionel sprøjteteknik. I udenlandske undersøgelser er der fundet samme bekæmpelseeffekt af væskemængder, der varierer fra 170 til 950 l/ha af Hutchinson (1974). Ripke (1989) refererer undersøgelser, hvor kartoffelskimmelskimmel er bekæmpet med 2 fungicider, og hvor der er opnået samme effekt med vandmængder, der varierede fra 100-400 l/ha. Det fremgår ikke, hvilke dyser der er anvendt for at frembringe de varierende væskemængder i Hutchinson og Ripke's undersøgelser. I en undersøgelse af van de Zande *et al.* (1999) registreredes samme effekt ved sprøjtning med 150 og 300 l/ha med 2 forskellige fladsprededyser.

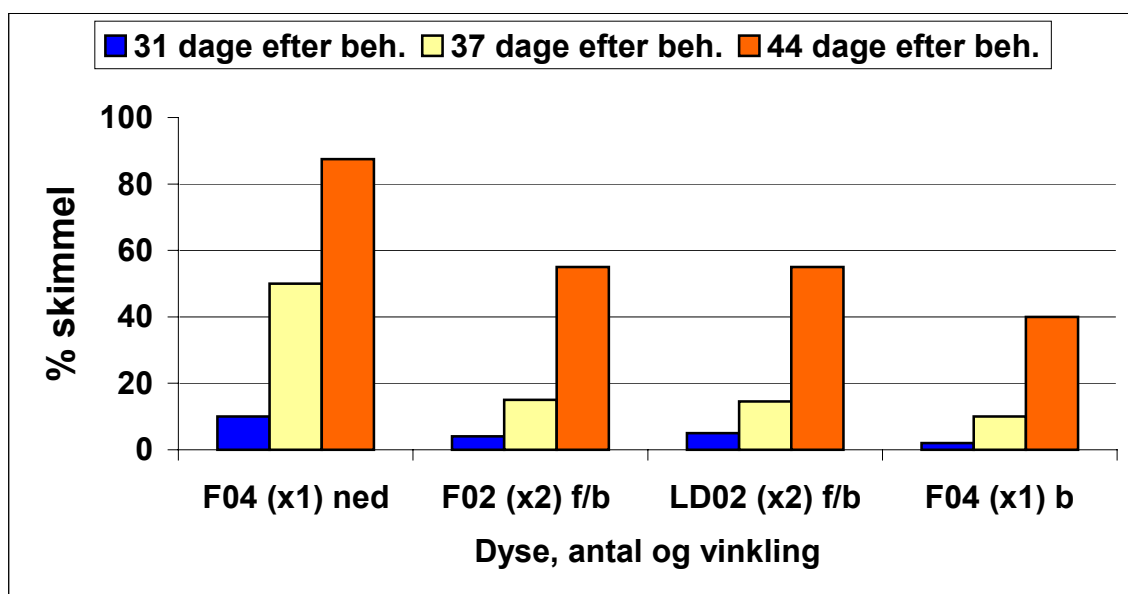
Betydningen af væskemængde er undersøgt i en enkelt dansk undersøgelse (Nielsen, 2001; Nielsen, 2002). I forsøgene blev det tilstræbt at anvende en forstøvning, der var sammenlignelig ved de prøvede væskemængder. Der blev ikke fundet forskelle ved anvendelse af 200 l/ha med en lowdrift dyse og 400 l/ha med en almindelig fladsprededyse, hvorimod der i et efterfølgende forsøg blev fundet en svagere effekt ved udsprøjtning af 100 l/ha med en lowdrift dyse i forhold til, hvor der var anvendt 200 l/ha med en almindelig fladsprededyse.

I en undersøgelse, hvor skimmel er bekæmpet med kobbermidler, har Irla *et al.* (2001) undersøgt, hvilken indflydelse dråbestørrelsen havde for bekæmpelsesresultatet. Der blev anvendt en væskemængde på 400 l/ha frembragt med en fint forstøvende fladsprededyse henholdsvis en grovt forstøvende luftinjektionsdyse. Bekæmpelseeffekten var ikke påvirket af den anvendte forstøvning. I et enkelt dansk forsøg ved DJF (ikke publiceret) blev der fundet en lidt svagere skimmeeffekt med lavdriftdyser og luftinjektionsdyser i forhold til almindelige fladsprededyser ved tilnærmelsesvis samme væskemængde.

Vinkling af dyser

På Hardi Twin sprøjten kan bommen og dermed dyserne vinkles så sprøjtetouchen kan udsprøjtes i en vinkel på +/- 30° i forhold til den normalt lodret nedadrettede udsprøjtning. På konventionelle sprøjter er det muligt at foretage en vinkling af dyserne ved at montere disse i specielt konstruerede dyseholdere. Der er markedsført en såkaldt Twincap, der, som det fremgår af navnet, har plads til 2 dyser, men hvor der eventuelt kan isættes en blinddyse i det ene dysehul. Ved placering i Twincappen er dyserne 30° fremadrettet henholdsvis 30° bagudrettet.

Hvordan vinkling af sprøjtedouchen på konventionelle marksprøjter påvirker afsætning og biologisk effekt ved bekæmpelse af skimmel, er undersøgt af Robinson *et al.* (2000). I forsøgene blev der anvendt en 04 fladsprededyse, standardmonteret som reference. Der var medtaget 3 led med vinklede dyser. I de 2 led var der placeret såvel en fremadvinklet som en bagudvinklet dyse i Twincapen. De anvendte dyser var 02 lowdrift henholdsvis almindelig fladsprededyse. I det 4. forsøgsled var der placeret en 04 fladsprededyse bagudvinklet samt en blinddyse. Væskemængden var således ens i alle forsøgsled. I forsøgsled, hvor sprøjtedouchen var vinklet, blev der opnået en bedre skimmeleffekt (figur 1). Det er specielt værd at påpege den forbedrede effekt med den bagudvinklede 04 dyse, idet der her alene er vinklingen til forskel fra referencedysen. Forsøget skal dog alene betragtes som orienterende, da det er udført uden gentagelser.



Figur 1. Fladsprededyser (F) og lavdriftdyser (LD) monteret standard nedadrettet (ned) eller i en Twincap med 1 fremad- og en bagudvinklet dyse (f/b) eller i Twincap med en enkelt bagudrettet dyse (b). Der er registreret skimmelangreb 31, 37 samt 44 dage efter sidste behandling. Flat fan nozzles (F) and lowdrift nozzles (LD) with a standard downwards mounting (ned), or in a Twincap with 1 forward-angled and 1 backward-angled nozzle (f/b) or in a Twincap with a single backward angled nozzle (b). Attack of potato late blight was assessed 31, 37, and 44 days after the last fungicide application. (after Robinson *et al.*, 2000).

I et forsøg ved DJF (Nielsen, 2002) blev der tilsvarende fundet en tendens til øget effekt med 30° bagudvinkling af en 02 fladsprededyse. I en undersøgelse af Irla *et al.* (2001), hvor der var placeret såvel en fremadrettet som en bagudrettet dyse i dyseholderen, blev der derimod ikke registreret effektforskel i forhold til en enkelt lodrettet dyse ved anvendelse af 025 luf-tinjektionsdyser.

Luftledsagelse

Anvendelse af luftledsagelse efter Twin princippet har været undersøgt ved skimmelsprøjtning i flere undersøgelser. Luftledsagelse til konventionelle hydrauliske sprøjter forøger afsætningen af sprøjtevæske på lodrette flader og bladundersider (eks. van de Zande, 2000). Afhængig af omfanget kan luftledsagelse ændre fordelingen af sprøjtevæske i afgrøden således, at der afsættes relativt mindre i toppen af afgrøden og en større andel i centrum og ved basis af afgrøden. I Irland har Leonard *et al.* (2000) gennemført forsøg med anvendelse af luftledsagelse (max luft, dyser lodret vinklet) ved sprøjtning med 240 l/ha med almindelige fladsprededyser. Anvendelse af luftledsagelse ændrede ikke bekæmpelseeffekten i forhold til samme teknik uden luftledsagelse. I et tidligere forsøg med tilsvarende væskemængder/dyser blev der fundet en signifikant bedre effekt med luftledsagelse i en enkelt kombination af fungicid og dosis (ikke publiceret).

I Holland har van de Zande gennemført 2 undersøgelser (van de Zande *et al.*, 1999; van de Zande *et al.*, 2000). Der er i begge tilfælde anvendt almindelige fladsprededyser. I den ene undersøgelse, hvor der blev anvendt max. luftledsagelse og lodret vinklede dyser, blev der ikke fundet forskelle i skimmeeffekt i forhold til samme teknik uden luftledsagelse. I den anden undersøgelse med mindre luftledsagelse (3/4 max) og lodret vinklede dyser blev der fundet en bedre bekæmpelseeffekt, hvor der var anvendt luftledsagelse i en af de to afprøvede sprøjtestrategier.

I Danmark har forsøg ved DJF (Nielsen, 2001; Nielsen, 2002) vist en forbedret bekæmpelseeffekt af skimmel ved væskemængder på 100, 200 og 400 l/ha opnået med lowdrift eller almindelige fladsprededyser. Der har i forsøgene været anvendt en luftmængde på 20 m/s ved spalten samt 30⁰ bagudvinklede dyser.

Underbladssprøjtning

Med konventionel teknik er det vanskeligt at opnå nedtrængning i kartoffelafgrøden, og afsætningen på bladundersiderne bliver meget begrænset. Der har været konstrueret forskellige typer udstyr for at opnå en bedre afsætning af fungicid på bladundersiderne. Disse er her sammenfattet i begrebet underbladssprøjtning. Ved underbladssprøjtning monteres dyser på dyseholdere, som dels skal beskytte dysen og dels sikre at dyserne under sprøjtningen er placeret nede i kartoffelafgrøden i rækkemellemrummet. Med denne placering kan dyserne/dyserne sprøjte opad på bladmassen og derved sikre afsætning på bladundersiden. Underbladssprøjtningen kan kombineres med en samtidig sprøjtning med konventionel teknik. Der foreligger 2 undersøgelser, hvor den kombinerede sprøjtning fra oven samt underbladssprøjtning er sammenlignet med traditionel teknik. I den ene undersøgelse (Hutchinson, 1975) var der et højt effektniveau med begge teknikker og ingen forskelle i bekæmpelseeffekt. I den anden undersøgelse af Irla *et al.* (2001) blev der fundet en væsentlig effektforbedring med kombineret traditionel + underbladssprøjtning i forhold til traditionel teknik alene.

Andre sprøjtesystemer

Der findes alternativer til den konventionelle sprøjteteknik med væskeforstøvning gennem hydrauliske dyser. På det danske marked er det specielt Danfoil sprøjten, der forstøver væsken ved hjælp af luft over en forstøverplade (Eurofoil), der har interesse. I 2 forsøg ved Agrolab (ikke publiceret) med 3 doseringer af Shirlan blev der opnået fuldt så god effekt med Danfoil sprøjten og en væskemængde på 30 l/ha i forhold til konventionel teknik med 250 l/ha (4110-14 dyse ved 4 bar og 5 km/t). Dråbestørrelsen med den anvendte indstilling på Danfoil sprøjten er ikke oplyst.

Med CDA sprøjter, som forstøver væsken i en meget ensartet dråbestørrelsesfordeling, kan der anvendes endnu lavere væskemængder. Der foreligger 3 undersøgelser, hvor bekæmpelseeffekten af kartoffelskimmel med CDA sprøjter, anvendt med væskemængder på 16-33 l/ha, er sammenlignet med konventionel teknik (Platt & Campbell, 1982; Platt & Ivany, 1983; Kim *et al.*, 1988). I undersøgelserne er der fundet en dårligere effekt med CDA teknikken i forhold til den konventionelle teknik, hvilket forklares med en dårligere nedtrængning i afgrøden ved CDA sprøjtning.

I forsøg med elektrostatisk ladet CDA sprøjtning ved anvendelse af 4,4 og 9 l/ha har Hide & Cayley (1991) imidlertid registreret en effekt på kartoffelskimmel, der var mindst ligeså god som med konventionel sprøjte ved 200 l/ha.

Hvor ønsker vi fungicidet placeret ved bekæmpelse af kartoffelskimmel ?

Optimal placering af fungicid til bekæmpelse af kartoffelskimmel er blandt andet afhængig af skimlens angrebsmønster, der kan starte og udvikle sig meget forskelligt fra mark til mark og igennem vækstsæsonen. Forskelle i angrebsmønster kan være medvirkende årsag til, at brugen af en bestemt sprøjteteknik i forskellige år ikke giver et entydigt resultat.

Det normale angrebsmønster af kartoffelskimmel begynder med at planter med primært inficerede knolde på et tidspunkt i juni-juli måned viser de første symptomer i form af stængel-angreb. Fra dette fokus vil svampen under gunstige vejrforhold udvikle sig og sprede luftbårne sporer til omkringstående planter og til området. De luftbårne sporer vil i stille vejr primært lande på oversiden af kartoffelplantens øverste blade, men i blæsevejr vil bagsiden af bladene blive bøjet opad, så sporerne også kan lande her. Samtidig vil et blæsevejr bevæge planterne, så der kan blive åbnet for sporenedfald på blade længere nede i afgrøden.

Ved sprøjtning med almindelig hydraulisk sprøjteteknik afsættes der mest fungicid på den øverste del af bladmassen, og specielt på blade der er direkte eksponerede under sprøjtningen. I den centrale del af bladmassen samt på lodret orienterede plantedele vil afsætningen være væsentlig mindre og mere uensartet. Da hovedparten af de fungicider, der anvendes til be-

handling mod skimmel er rene kontaktfungicider, kan en del blade i afgrøden blive udsat for sporedfald uden at være beskyttet af fungicid, trods behandling. Under de rette betingelser vil disse sporer have mulighed for at inficere bladene.

Et andet problem er, at en del sporer produceres på undersiden af bladene på grund af den højere luftfugtighed, der findes her, samt i bladhjørner med dugdråber. Det kan derfor være vanskeligt at opnå en fuld præventiv virkning overfor denne sporeproduktion med en konventionel sprøjteteknik.

Der er derfor en forskel på, hvor afsætning af fungicidet ønskes, og hvad det normalt er muligt at opnå med en hydraulisk sprøjteteknik. Ved ugentlige rutinebehandlinger og fuld dosering igennem hele vækstsæsonen vil problemerne med dækning af bladoversiden dog være begrænset, da planterne ikke vokser mere indenfor en uge, end hvad hydraulisk sprøjteteknik kan trænge ned til. Hvis der derimod gennemføres en mere behovsbestemt bekæmpelse med enten længere tid imellem behandlinger i ufavorable skimmelperioder eller nedsatte doseringer, kan det være vanskeligt i perioder med kraftig vækst at få tilstrækkeligt afsat nede i afgrøden.

I de senere år er der desuden iagttaget ændrede angrebsmønstre. I nogle marker er de nederste kartoffelblade, der hviler på kammen, blevet inficeret på et tidligt vækststadium omkring maj/juni. Der er ligeledes set marker, hvor tidlig sekundær smitte viser sig som stængelangreb. Ved disse typer af angreb kan det være vanskeligt at få afsat et beskyttende fungicidlag på de lodrette stængler og de nederste blade med konventionel hydraulisk sprøjteteknik.

Traditionelt anvendes lodret stillede dyser i den konventionelle sprøjteteknik. Anvendelse af alternative sprøjtetekniker kan give mulighed for at øge afsætningen af fungicid længere nede af planten, på stængler og på undersiden af bladene. Det kan f.eks. være brugen af ”twin cap” dyser, vinklede dyser, underbladssprøjtning, luftassistance eller brugen af en ”afgrøde-åbner”.

I midten af vækstsæsonen, hvor der kan forekomme store mængder af sporedfald, er det dog vigtigt, at der på de øverste og yngste blade bliver afsat et tilstrækkeligt dækkende fungicidlag. Anvendes for eksempel en for høj lufthastighed på en luftassisteret sprøjte, kan det forårsage en uheldig omfordeling af fungicid, så de øverste blade bliver uden tilstrækkelig beskyttelse og kan blive angrebne af skimmel.

Valg af sprøjteteknik skal derfor tage udgangspunkt i den konkrete situation, der er i marken på det pågældende tidspunkt, og den behandlingsstrategi man ønsker at følge. Der skal ske en vurdering af, hvilken del af planten der er udsat for størst smitterisiko, og på baggrund af dette skal det prioriteres, hvor fungicidet ønskes afsat.

Behov for mere specifik viden om sprøjtesystemer

Grundlaget for vurdering af den optimale sprøjteteknik er spinkelt. I de gennemførte forsøg er der således anvendt samme indstilling af de sammenlignede teknikker til alle behandlinger i et skimmelprogram. Som det fremgår af ovenstående, varierer sprøjteopgaven imidlertid gennem vækstsæsonen, både som følge af afgrødens udvikling og angrebets karakter. I forhold til ønsket om, at valget af sprøjteteknik skal tage udgangspunkt i den konkrete situation i marken, kan forsøgene derfor ikke fuldt ud besvare dette spørgsmål. Til dette formål vil undersøgelser, hvor skimmelprogrammet er delt op i kortere intervaller, indenfor hvilket afgrødeudvikling og angrebskarakter er næsten konstante, være mere anvendelige. Tilsvarende er der kun få forsøg, hvor det er undersøgt hvilken effekt, der opnås ved separat placering af fungicid forskellige steder på planten. Derfor ville behandlinger, hvor der udelukkende anvendes eksempelvis underbladsprøjtning sammenlignet med topbehandlinger og top/medium placering, kunne give værdifuld viden om, hvad der opnås af separat effekt. Vurdering af sprøjteeffekten kunne opdeles i tre højdeniveauer med bedømmelser i toppen, midt i afgrøden og i bunden. Hvis disse biologiske undersøgelser blev kombineret med afsætningsundersøgelser på de samme tre niveauer ved hjælp af sporstof eller vandfølsomt papir, burde megen værdifuld viden om placering kontra effekt kunne opsamles til brug for vejledning i strategisk fungicidplacering.

Sammendrag

Artiklen giver et litteraturreview over undersøgelser omkring sprøjteteknik til bekæmpelse af kartoffelskimmel. Yderligere er der indeholdt en diskussion om forsøgsdesign til sprøjtetekniske forsøg med skimmelbekæmpelse.

Litteratur

- Hide GA & Cayley GR.* 1991. Control of late blight (*Phytophthora infestans*) (Mont.) de Bary) with fungicide applied by hydraulic and electrostatic sprayers. *Potato Research*, 34. 183-186.
- Hutchinson RW.* 1974. Investigations into the control of potato blight (*Phytophthora infestans*). Part I. Volume and time of spray applications. *Record of Agricultural Research* 22, 35-44.
- Hutchinson RW.* 1975. Investigations into the control of potato blight (*Phytophthora infestans*). Part III. Method of spraying. *Record of Agricultural Research* 23, 53-56.
- Irla E, Anken T, Krebs H & Rüegg J.* 2001. Optimierte Spritztechnik für Biokartoffeln, *Kartoffelbau*, 52. 267-271.

- Kim C, MacKenzie DR, Jordan LJ & Colin KC.* 1988. Tests of controlled droplet applicators for the control of potato blight with less fungicide drift. *Applied Agricultural Research*, 3. 24-28.
- Leonard R, Rice B, Dowley LJ & Ward S.* 2000. The effect of air assistance on spray deposition and biological effect in the control of *Phytophthora infestans* in potatoes. *Aspects of Applied Biology* 57, Pesticide Application, 243-250.
- Nielsen BJ.* 2001 Rapport over rekvireret arbejde. Hardi International.
- Nielsen BJ.* 2002 Rapport over rekvireret arbejde. Hardi International.
- Platt HW & Campbell AJ.* 1982. Comparison of a controlled droplet and a conventional sprayer for application of fungicides to control potato late blight. *American Potato Journal*, 59. 351-355.
- Platt HW & Ivany JA.* 1983. Potato late blight control and top desiccation when pesticides are applied with a controlled droplet and a conventional sprayer. *American Potato Journal*, 60. 939-947.
- Robinson TH, Scott TAJ & Marshall DJ.* 2000. The effect of nozzle angle and nozzle types on the deposition and biological performance of potato blight fungicides. *Aspects of Applied Biology* 57, Pesticide Application, 267-272.
- van de Zande JC, Porskamp HAJ, Michielsen JMGP, van Ijzendorp MT & Meier R.* 1999. Spray deposition and biological efficacy in potatoes. *Proc International Conference Warsaw Techniques in Plant Protection*, 117-125.
- van de Zande JC, Porskamp HAJ, van Ijzendorp MT & Meier R.* 2000. The effect of air assistance, dose and spray interval on late blight control *Phytophthora infestans* in potatoes. *Proc BCPC Conference – Pests & Diseases*, 1087-1092.

Kartoffelblandingers betydning for udvikling af kartoffelskimmel

The influence of potato mixtures on late blight development

Peter Kromann

Institut for Plantebiologi

Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Thorvaldsensvej 40

DK-1871 Frederiksberg C

Lars Bødker

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg.

DK- 4200 Slagelse.

Torben Koch

Institut for Plantebiologi

Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Thorvaldsensvej 40

DK-1871 Frederiksberg C

Lisa Munk

Institut for Plantebiologi

Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Thorvaldsensvej 40

DK-1871 Frederiksberg C

Summary

The influence of potato variety mixtures on late blight development was studied in field experiments at research stations at St. Jynde vad and Borris in 2001 and 2002. Four varieties (Kuras, Danva, Oleva, Producent) in pure stand and the 4-way mixture were grown in large plots in four replicates. Late blight severity measured as AUDPC (area under disease progress curve) of the mixture was in three out of the four trials not significantly different from the mean disease level for the potato varieties grown in pure stand. Only at Borris 2001 had the mixture a significantly lower disease level. In all four trials, tuber yield and tuber blight of the mixtures were not significantly different from the mean of the potato varieties grown separately. It was concluded that in order to exploit diversity as a tool for reducing late blight in potato fields larger differences in resistance level of the varieties are necessary.

Indledning

Kartoffelskimmel, der forårsages af den luftbårne oomycet *Phytophthora infestans*, er den alvorligste sygdom både i konventionelt og økologisk dyrkede kartofler. I konventionelt dyrkede kartofler bekæmpes kartoffelskimmel med ugentlige fungicidspøjtninger igennem vækst

sæsonen. I økologisk dyrkede kartofler er udbyttetabet sammenlignet med konventionelt dyrkede kartofler estimeret til 35% (Anon, 1999).

Resistens mod kartoffelskimmel i kartoffelsorter på det danske marked er overvejende polygent styret (Kirk, pers. medd.) og forventes at være holdbar over længere tid. Den er ikke fuldstændig i sin virkemåde, og størstedelen af sorterne ligger i intervallet mellem 2 og 5 på en skala fra 0 til 9 med 9 som højeste grad af resistens (Planteinfo, 2002).

Fra korndyrkningen er sortsblandinger en velkendt dyrkningsforanstaltning mod svampesydomme (Finckh *et al.*, 2000; Munk, 1998), hvorimod der kun foreligger meget sparsom viden med hensyn til sortsblandinger i kartoffeldyrkningen. I en amerikansk undersøgelse med en 2-sortsblanding bestående af én meget resistent og én modtagelig sort opnåede man en gennemsnitlig reduktion i kartoffelskimmel på hhv. 37% og 36% i to forsøgsår målt som arealet under sygdomskurven (AUDPC) i forhold til det gennemsnitlige sygdomsniveau i de to sorter i renbestand (Garrett & Mundt, 2000). En fransk undersøgelse med alternerende sortsrækker har ligeledes vist signifikante skimmelreduktioner (Andrivon, 1998).

Da der er meget store økonomiske merudbytter at hente ved at forsinke kartoffelskimmels epidemiske udvikling (knoldtilvæksten kan være op til ca. 10 hkg/ha/dag (Mathiesen, 1999)), synes blandinger af sorter med forskellige resistensilder at udgøre en interessant mulighed for at reducere skimmelangrebs betydning. Formålet med nærværende projekt er således at belyse kartoffelblandingers betydning for udviklingen af kartoffelskimmel og for knoldudbyttet i økologisk dyrkede kartofler.

Metodebeskrivelse

Der er gennemført to års markforsøg (2001 og 2002) på to lokaliteter hhv. St. Jynde vad Forsøgsstation og Borris Forsøgsstation. Begge stationer har jord, der er klassificeret som grovsandet, JB1. Forsøgsarealet blev håndteret efter økologiske principper.

Der blev anvendt fire stivelsessorter i forsøgene: Danva, Kuras, Oleva og Producent -alle sorter er udbredt i Danmark. Sorterne blev udvalgt efter deres forskellige niveau i bladresistens mod kartoffelsskimmel. På en skala fra 1-9 (9 højeste grad af resistens) ligger sorterne fra 4-5 op til 8 med Oleva som mest modtagelige og Kuras som mest resistente sort. De fire sorter blev dyrket i renbestand og i en mekanisk blanding med 25% af hver sort. De fem behandlinger blev udlagt i et fuldstændigt randomiseret blokdesign med fire blokke hver med 5 parceller i størrelsen 24x24m (576m²) (24x22 i Borris) i 2001 og 27x27m (729m²) i 2002. Den naturlige forekomst af kartoffelskimmel blev bedømt i subparceller på 64m² (58m² i Borris) i 2001 og i parceller på 32m² (blandingsparceller i Borris: 41 m²) i 2002 i gennem vækstsæsonerne, og arealet under sygdomskurverne (AUDPC) blev beregnet. Ved høst blev knoldudbyttet bestemt i 6 rækker pr. parcel. Ca. 3 uger senere blev knoldskimmelangrebet vurderet på

200 knolde, undtagen i Borris 2001, hvor antallet var 100. Målingerne i blandingen blev sammenlignet med gennemsnittet af de fire sorter i renbestand. Data er statistisk behandlet med ANOVA i SAS.

Resultater

Kartoffelskimmel

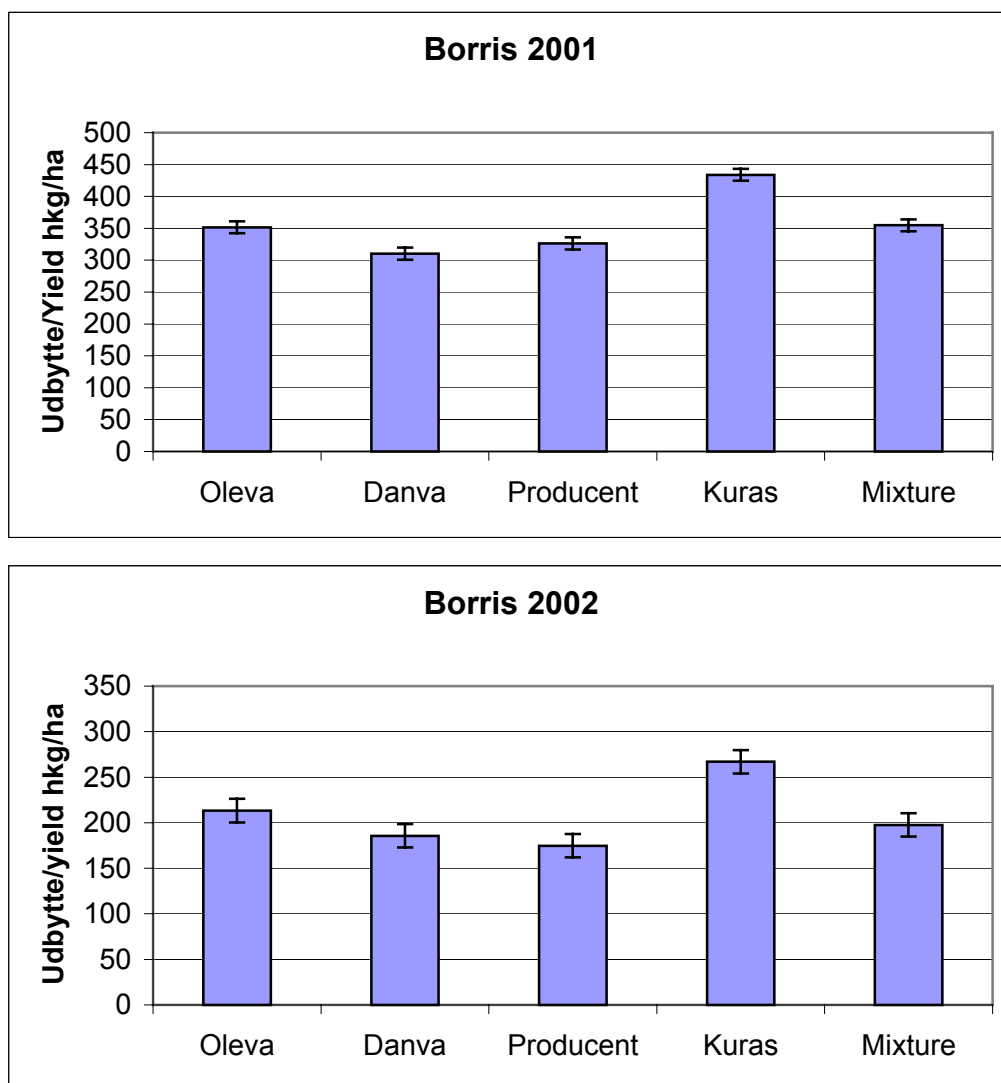
Bladangreb

I 2001 blev bladskimmelangreb første gang observeret i midten af juli, og epidemien udviklede sig indtil midten af august, hvor angrebsgraden nåede 100%. I 2002 startede kartoffelskimmelepidemien godt en uge tidligere i forsøgene i St. Jynde vad og ca. 2 uger tidligere i Borris. I begge år blev de første angreb fundet i Oleva, der var den mest modtagelige sort i forsøget og arealet under sygdomskurverne (AUDPC) er således også størst for denne sort. En angrebsgrad på 100% blev ligeledes først målt i Oleva. Kuras, den mest resistente sort i forsøget, forsinkede epidemiens start med ca. en uge i forhold til de andre sorter. Ved sammenligning af sygdomsepidemiforløbet for blandingen med det beregnede gennemsnitlige epidemiforløb for de fire sorter i renbestand var der en forsinkelse i sygdomsforløbet i tre af de fire forsøg. Den maximale forsinkelse (4 dage) blev observeret i Borris 2002.

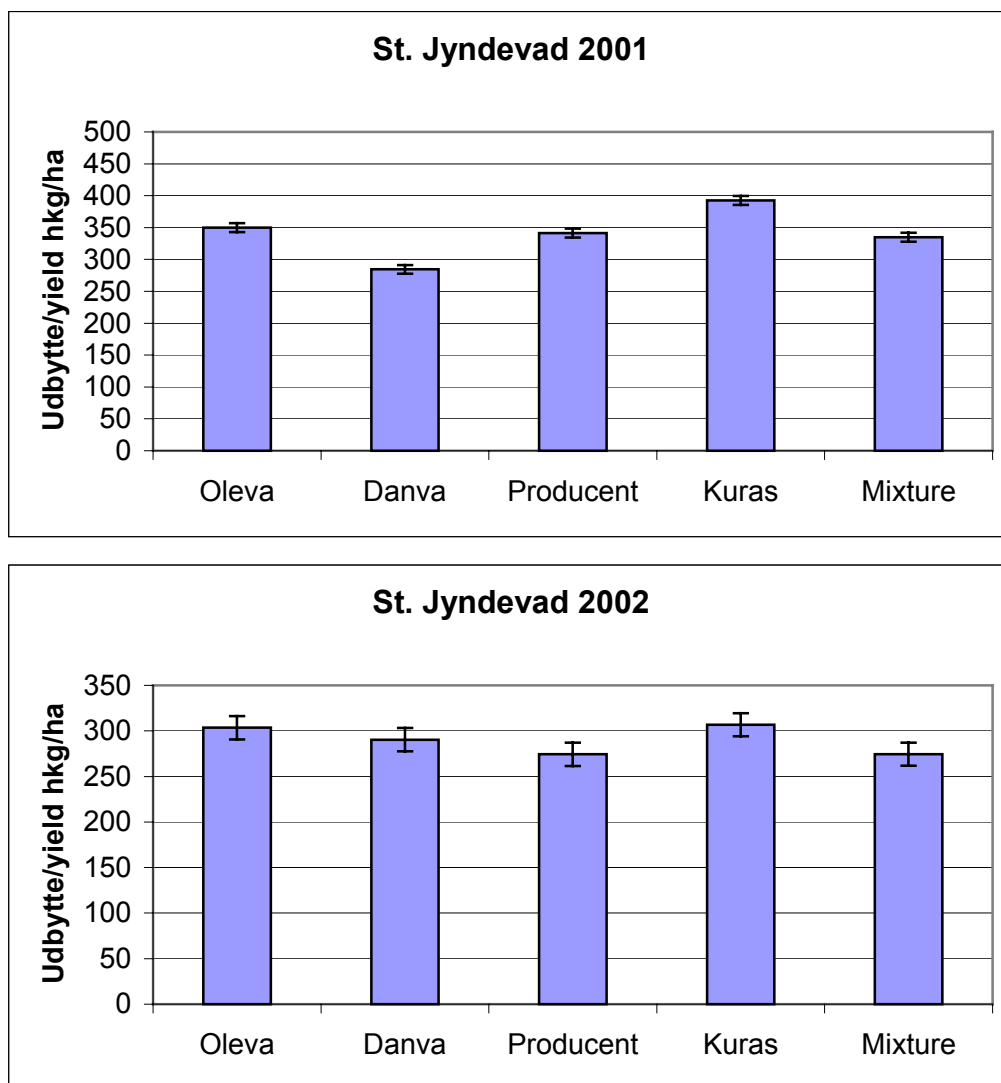
Tabel 1. AUDPC-værdier i % for kartoffelskimmel i sorterne Oleva, Danva, Producent og Kuras i renbestand og i 4-komponentblandingen ved St. Jynde vad og Borris Forsøgsstationer i 2001 og 2002. Værdierne inden for en kolonne efterfulgt af forskellige bogstaver er signifikant forskellige ($p < 0,05$). AUDPC values in per cent for late blight in the varieties Oleva, Danva, Producent, and Kuras in pure stand and in the 4-way mixture at St. Jynde vad and Borris, 2001 and 2002. Values within a column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

| Sort Cultivar | Borris 2001 AUDPC ^a in % | Jynde vad 2001 AUDPC in % | Borris 2002 AUDPC in % | Jynde vad 2002 AUDPC in % |
|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Oleva | 144 a | 131a | 117a | 111a |
| Danva | 123 b | 111b | 111a | 106 b |
| Producent | 120 b | 118 b | 113 a | 97 c |
| Kuras | 73 d | 68 c | 71c | 78 d |
| Blanding Mixture | 100 c | 100 b | 100 b | 100 c |
| | LSD = 11.6 | LSD = 18.5 | LSD = 9.4 | LSD = 4.4 |
| Gns.^b Mean | 115 a | 107 a | 103 a | 98 a |
| Blanding Mixture | 100 b | 100 a | 100 a | 100 a |
| | p = 0.0038 | p = 0.3127 | p = 0.4062 | p = 0.1688 |

Arealet under sygdomskurverne for de enkelte sorter og blanding blev analyseret separat for de fire forsøg (Tabel 1). For alle fire lokalitet-år kombinationer er kartoffelskimmelniveauet i blandingen signifikant lavere eller lig med skimmelniveauet i sorterne Oleva, Danva og Producent. Blandingen havde i alle tilfælde signifikant højere skimmelangreb end sorten Kuras. Ved sammenligning af det gennemsnitlige skimmelangreb i sorterne i renbestand med skimmelangrebet i blandingen havde blandingen i 3 af 4 lokalitet-år kombinationer et lavere angreb end sorterne i gennemsnit (Tabel 1). Forskellen var dog kun signifikant i Borris i 2001. Analyseres alle data fra de fire forsøg som ét datasæt havde kartoffelblandingens signifikant lavere skimmelangreb end det gennemsnitlige angreb i sorterne i renbestand (data ikke vist).



Figur 1. Knoldudbytte i sorterne Oleva, Danva, Producent, Kuras i renbestand og i 4-komponentblandingen ved Borris forsøgsstation i 2001 og 2002. LSD-værdier er angivet ($p < 0,05$). Tuber yield in the varieties Oleva, Danva, Producent, and Kuras in pure stand and in the 4-way mixture at Borris, 2001 and 2002. LSD values are indicated ($p < 0.05$).



Figur 2. Knoldudbytte i sorterne Oleva, Danva, Producent, Kuras i renbestand og i 4-komponentblandingen ved St. Jynde vad forsøgsstation i 2001 og 2002. LSD-værdier er angivet ($p < 0,05$). Tuber yield in the varieties Oleva, Danva, Producent, and Kuras in pure stand and in the 4-way mixture at St. Jynde vad, 2001 and 2002. LSD values are indicated ($p < 0.05$).

Knoldskimmel

Knoldskimmelangrebet var i alle sorter og alle forsøg undtagen St. Jynde vad 2001 under 2%. I forsøget St. Jynde vad 2001 lå tallene for knoldangreb mellem 5 og 15% med de laveste tal for Oleva og højeste tal for Kuras. Blandingens knoldangreb var ikke signifikant forskellig fra det gennemsnitlige angreb i sorterne i renbestand.

Udbytte

I figur 1 og 2 er vist knoldudbyttet (hkg/ha) for de fire sorter i renbestand og for blandingen i hhv. Borris og St. Jyndeved i de to år. Udbyttene var generelt lavere i 2002 sammenlignet med 2001. Med nogle undtagelser var rækkefølgen med hensyn til udbytte i overensstemmelse med det forventede baseret på det observerede skimmelangreb. Kuras, der havde det laveste skimmelniveau, gav det højeste udbytte i alle fire forsøg. Producent og Danva udgjorde en mellemgruppe, og Oleva afveg fra mønstret ved at give højere udbytte end forventet ud fra skimmelangrebet. I begge år på begge lokaliteter var blandingens knoldudbytte ikke signifikant forskellig fra gennemsnittet af sorterens udbytte i renbestand.

Diskussion

Et reduceret sygdomsangreb i en sortsblending sammenlignet med det gennemsnitlige angreb i komponentsorterne i renbestand bygger på genetisk diversitet og henføres til summen af en række mekanismer (Finckh *et al.* 2000). Resistente planter i blandingen virker som barriere og opfanger luftbårne sporer, øget afstand mellem modtagelige planter mindsker sandsynligheden for at en spore lander på modtageligt væv, avirulente typer kan inducere resistens mod efterfølgende virulente typer og har de forskellige sorter forskellig vækstmåde, kan de måske udnytte plads og ressourcer bedre end i renbestand. Den væsentligste forudsætning for at opnå en blandingseffekt er, at sorterne har forskellig grad af resistens. I byg- og hvedeblandinger med resistens mod meldug og rust har man helt overvejende udnyttet monogen racespecifik resistens med stor effekt (Finckh *et al.* 2000), men der er også opnået positive resultater med polygent styret partiel resistens (Jeger *et al.* 1981). Dette sammenholdt med, at der er enkelte positive resultater fra udenlandske undersøgelser med kartoffelsortsblandingers reducerende effekt på kartoffelskimmel, var baggrunden for at nærværende undersøgelse blev iværksat.

Forsøgene blev gennemført med fire sorter med resistensniveau varierende fra 4-5 til 8. Sandsynligvis havde alle sorterne polygent styret resistens, selvom sygdomsforløbet i Kuras kunne indikere tilstedeværelsen af monogen resistens (se Kromann & Koch, 2002). Kartoffelskimmelangrebet i blandingen lå omtrent på niveau med eller lavere end det beregnede gennemsnit af skimmel i sorterne i renbestand. Bedste resultat var en forskel på 15% mellem den gennemsnitlige værdi af sorterne i renbestand og blandingen. Disse resultater er således ikke så positive som resultaterne opnået af Garrett & Mundt (2000) og Andrivon (1998), sandsynligvis fordi der i de udenlandske undersøgelser var større variation i sorterens resistens mod kartoffelskimmel. Hvis en sortsblending i kartofler skal have en betydelig effekt under praktiske forhold, skal der anvendes sorter med større variation og højere grad af resistens (gerne race-specifik hvis muligt) end de sorter, der har været anvendt i dette projekt.

Blandingens udbytte og knoldskimmel var ikke forskellig fra det gennemsnitlige udbytte hhv. knoldskimmel i parcellerne med sorterne i renbestand. Det vil sige, at der ikke blev opnået en

blandingseffekt. Dette forsøg indikerer dermed, at der skal opnås en væsentlig reduktion i bladskimmelangrebet, før det resulterer i højere knoldudbytter og mindre knoldskimmelangreb. Forfattere, der arbejder med sortsblandinger i korn, anfører også, at udbyttestabilitet over år er en væsentlig grund til at dyrke blandinger (Finckh *et al.* 2000). Om der også kan opnås øget udbyttestabilitet for en rækkeafgrøde som kartoffel kan ikke konkluderes på grundlag af kun to års forsøg.

I den økologiske kartoffelproduktion er det i høj grad væsentligt at overveje resistensniveauet i de sorter, der udvælges til dyrkning, men andre egenskaber skal også inddrages. Sorten Oleva gav et højt udbytte på trods af dens skimmelmodtagelighed, -formentlig p.g.a en tidlig knoldsætning. Det er i overensstemmelse med tidligere udbytteforsøg, der har fastslået, at Oleva er en højtydende sort (Møller, 2001).

Dette projekt har vist, at der er basis for at arbejde videre med blandinger af kartofler med henblik på at forsinke kartoffelskimmelepidemien. Det vurderes, at det er nødvendigt at inddrage sortsblandingerne i en større integreret bekæmpelsesstrategi for at den opnåede effekt kan få betydning i praksis. Kombinationer af forskellige bekæmpelsesforanstaltninger bør derfor undersøges i fremtidigt arbejde med sortsblandinger af rækkeafgrøder som kartofler.

Sammendrag

Kartoffelblandingers betydning for den epidemiske udvikling af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) blev undersøgt i markforsøg på St. Jyndeved og Borris Forsøgsstationer i 2001 og 2002. Fire sorter (Kuras, Danva, Oleva, Producent) og en blanding af de fire sorter blev dyrket i storparceller i fire gentagelser. Kartoffelskimmelangrebet målt som AUDPC (arealet under sygdomskurven) i blandingen var i tre ud af fire forsøg ikke signifikant forskellig fra det gennemsnitlige angreb i de fire sorter i renbestand. I Borris 2001 havde blandingen signifikant lavere angreb. Knoldudbyttet og knoldskimmelangrebet i blandingen var ikke forskellig fra det gennemsnitlige tal for sorterne i renbestand. Det konkluderes, at hvis sortsdiversitet skal anvendes som en skimmelreducerende foranstaltning er det nødvendigt at vælge sorter med stor forskel i resistens.

Litteratur

Anon, 1999. Bichelrapporten, Miljøstyrelsen.

Andrison D. 1998. Performance of cultivar associations to control the potato late blight pathogen *Phytophthora infestans*. 7th International Congress of Plant Pathology, Edinburgh, Scotland 1998 (abstr).

- Finckh MR, Gacek, ES, Goyeau H, Lannou C, Merz U, Mundt CC, Munk L, Nadziak J, Newton AC, de Vellavieille-Pope C & Wolfe MS.* 2000. Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie* 20: 813-837.
- Garrett KA & Mundt CC.* 2000. Host diversity can reduce potato late blight severity for focal and general patterns of primary inoculum. *Phytopathology* 90: 1307-1312.
- Jeger MJ, Jones DG & Griffiths E.* 1981. Disease progress of non-specialised fungal pathogens in intraspecific mixed stands of cereal cultivars. II Field experiments. *Annals of Applied Biology* 98: 199-210.
- Kirk HG.* Personlig meddelelse. Landbrugets Kartoffelfond, Vandel.
- Kromann P & Koch T.* 2002. Blandingskulturer til bekæmpelse af kartoffelskimmel. MSc-afhandling ved Institut for Plantebiologi, KVL. 149 sider.
- Mathiesen AS.* 1999. Dyrkning af kartofler. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for uddannelse.
- Munk L.* 1998. Variety mixtures: 19 years of experience in Denmark. I: Cost 817, Aims and progress, Airborne pathogens of cereals (ed. BM Cooke), Directorate-Generale Science, Research and Development, European Commission, p. 19-20.
- Møller L.* 2001. Kartoffeldyrkning. I: Oversigt over Landsforsøgene (ed. CÅ Pedersen), Landbrugets Rådgivningscenter, side 247-258.
- Projektet er et delprojekt under 'Dyrkning af rækkeafgrøder – kamme, dybe jordløsninger, samt sorts- og artsblandinger', der er finansieret af det Fødevareministerielle program FØJO II. For velvillig assistance takkes Henning Thomsen, St. Jyndevad Forsøgsstation og Niels Peter Pedersen, Borris Forsøgsstation.

Vækststandsning af kartoffeltop

Growth check of potato vines

Lars Møller

Landskontoret for Planteavl

Udkærsvvej 15

Skejby

DK-8200 Århus

Aktiviteter og forsøg i perioden 1999-2002 - review

Reglone (diquat) blev forbudt i 1997, fordi myndighederne på daværende tidspunkt skønnede, at diquat havde en uacceptabel lang nedbrydningstid i jorden. Da Reglone ikke umiddelbart kunne erstattes af andre kemiske midler til nedvisning af kartoffeltop, blev der givet dispensation til anvendelse af Reglone til nedvisning af 11.500 ha læggekartofler og kartofler til den forarbejdende industri, eller samlet set 44.000 liter Reglone pr. år i en treårig periode. Som betingelse for dispensationen skulle landbruget selv iværksætte forsøg og undersøgelser med henblik på at afprøve og udvikle alternative midler og metoder. Desuden skulle Dansk Landbrug selv stå for administration af ordningen. Hele dispensationsordningen skulle således finansieres af erhvervet selv. Sideløbende søgte firmaet Syngenta at få Reglone registeret på EU's godkendelsesliste. I den forbindelse blev der lavet nye undersøgelser af diquat's nedbrydningshastighed og udvaskningsrisiko. På baggrund af EU's godkendelse af Reglone i december 2000 og resultatet af de nye undersøgelser, blev Reglone igen godkendt den 7. juni 2002. Hvad kom der så ud af al det bøvl ?

Forbrug

Ordningen med konsulentunderskrevet købstilladelser viste sig i langt de fleste tilfælde at fungere relativt uproblematisk og med et minimum af administrationsomkostninger. I gennemsnit af de tre år blev det årlige forbrug på ca. 20.000 liter til nedvisning af kartoffeltop (se tabel 1). At forbruget har været ca. halvdelen af det, der samlet set blev søgt til, er en naturlig følge af, at der selvfølgelig ikke er samme doseringsbehov i alle typer af læggekartofler, og at mange kartoffelavlere har søgt alternative metoder afprøvet.

Tabel 1. Areal og forbrugt mængde Reglone til nedvisning af kartoffeltop. Area and consumption of Reglone for vine killing of potatoes.

| Årtal Year | 1999 | | 2000 | | 2001 | |
|--|------|-------|------|-------|------|-------|
| | ha | liter | ha | liter | ha | liter |
| Autoriseret avl af læggekartofler Seed potatoes under official control | 3630 | 12705 | 2942 | 9915 | 2729 | 9570 |
| Egen avl af læggekartofler (mel) Home seed (for starch production) | 889 | 3560 | 567 | 2925 | 571 | 2905 |
| Egen avl af læggekartofler (spise) Home seed (for fresh market) | 666 | 3060 | 454 | 2310 | 578 | 2945 |
| Spisekartofler til forarbejdning Consumption potatoes for industry | 1183 | 3590 | 655 | 2195 | 959 | 2538 |
| Spisekartofler i Vildmosen Consumption potatoes from pit land | - | - | 568 | 1015 | 523 | 1110 |
| Total | 6368 | 22915 | 5186 | 18360 | 5360 | 19068 |

Forsøgsaktiviteter og resultater

I perioden 1999-2002 er der i de landøkonomiske foreninger gennemført et større antal forsøgsserier med det formål at undersøge alternativer til Reglone. Det drejer sig blandt andet om aktiviteter beskrevet herefter.

Båndsprøjtning

Tre års forsøg med aftopning og båndsprøjtning. Reglone anvendt på fuld grøn top i spisekartofler er sammenlignet med aftopning + båndsprøjtning med enten Reglone, Basta eller Spotlight. Desuden er der afprøvet en løsning, hvor Reglone anvendes i lav dosering til første behandling på fuld grøn top efterfulgt af Spotlight ca. 5 dage senere (Møller, 2002).

Resultaterne viser, at aftopning og båndsprøjtning med Reglone, Basta eller Spotlight i spisekartofler virker på linje med 3 liter Reglone på fuld grøn top. Metoden medfører dog nedsat kapacitet og større omkostninger. Desuden er der med båndsprøjtning ingen effekt på ukrudt mellem rækkerne. Båndsprøjtning kræver desuden en effektiv aftopning, når der anvendes Reglone eller Basta. Hvis der sidder enkelte blade på spidsen af de aftoppede stænger, kan det give anledning til genvækst og forsinket afmodning af knoldene i jorden. Spotlight ser derimod ud til at have effektiv virkning, selv om kun stængelbasis rammes af sprøjtevæksten ved båndsprøjtning.

Forsøgene har også vist, at en lav dosering af Reglone (1-2 liter pr. ha) anvendt på fuld grøn top i spisekartofler efterfulgt af Basta eller Spotlight har virket på højde med normaldosering af Reglone (3-4 liter pr. ha). Denne fremgangsmåde kræver ingen anvendelse af aftopper. De nuværende retningslinier på etiketten for Basta tillader ikke denne fremgangsmåde, og Spotlight er endnu ikke godkendt til nedvisning af kartoffeltop i Danmark.

Gasbrænding og rodunderskæring

I perioden 2000-2002 er der gennemført tre års forsøg med nedvisning af kartoffeltop med vækststandsning på forskellige tidspunkter i kartoffelplanternes afmodningsforløb samt ved to forskellige kvælstofniveauer. I forsøgene har desuden indgået afprøvning og udvikling af teknik til aftopning, gasbrænding og rodunderskæring (Møller 2001, Møller 2002). Resultaterne har vist, at ved nedvisning på et sent tidspunkt umiddelbart inden begyndende afmodning, da virker aftopning efterfulgt af enten gasbrænding eller rodunderskæring effektivt og væsentlig hurtigere end traditionel nedvisning med Reglone.

Ved nedvisning på et tidligt tidspunkt, svarende til nedvisning af læggekartofler, sene sorter eller ved højt kvælstofniveau stilles derimod større krav til vækststandsningmetoderne. Reglone virker her effektivt uden risiko for genvækst, men langsommere end de metoder hvori der indgår aftopning. Aftopning efterfulgt af gasbrænding eller rodunderskæring virker hurtigt og effektivt, men ikke uden risiko for genvækst. Resultatet bliver en vækststandsning, hvor tilvæksten i knoldene stoppes samme dag, der behandles, men hvor genvækst medfører at knoldene i jorden ikke afmodner hurtigt nok. Med Reglone stoppes vækst over en periode på 10-15 dage med en knoldvækst på yderligere 30-35 hkg knolde pr. ha efter behandlingsdatoen. Til gengæld er der inden genvækst, og knoldene afmodner i jorden i takt med at toppen nedvisner. En hurtig afmodning af knoldene i jorden sikrer, at knoldene er skinfaste ved høst, og at knoldene lettere slipper toppen ved høst. Herved reduceres mængden af skader på knoldene, og spild reduceres væsentligt.

I forsøgene indgår også udvikling af gasbrændingsmetoden. Traditionelt anvendes godt 100 kg gas, eventuelt fordelt på to behandlinger til nedvisning af spisekartofler. Undersøgelserne har vist, at hvis der aftoppes forinden kan gasmængden reduceres til ca. 60 kg gas pr. ha. Ved at aftoppe og anvende en rækkebrænder kan gasmængden reduceres til 30 kg gas pr. ha. Når rækkebrænderen optimeres med brændtæppe omkring kasserne og luftblæser ved dyserne, kan gasmængden reduceres yderligere til ca. 15 kg gas pr. ha.

I forsøgene har også indgået afprøvning af nedvisningsmetoder ved to kvælstofniveauer. Resultaterne viste ikke overraskende, at jo højere kvælstofniveauet er des langsommere går nedvisningen og des større er risikoen for genvækst.

Køreskader ved aftopning

Der er gennemført tre års undersøgelse af risikoen for køreskade ved aftopning af spisekartofler. Størstedelen af forsøgene er gennemført på spagnumjord i Vildmosen, med og uden for-

udgående aftopning med professionel aftopper i sorterne Folva og Sava, for at belyse risikoen for om kartoflerne frilægges og grønfarves som følge af aftopning (Møller, 2002). Resultaterne viser, at aftopning på arealer med tør spagnumholdig jord kan være risiko for frilægning af kartoflerne. Derudover har der ikke været forskel i kvaliteten.

Basta og Spotlight

Der er gennemført tre års forsøg med Basta, Spotlight og Reglone med og uden aftopning til nedvisning af spisekartofler (Møller, 2001). Resultaterne viser, at Basta anvendt uden forudgående aftopning virker effektivt og på højde med Reglone - dog virker Basta lidt langsommere end Reglone. Ifølge etiketten må Basta ikke anvendes uden forudgående aftopning af spisekartofler, før kartoflerne har nået stadiet "begyndende afmodning", hvilket ofte vil være for sent i både spisekartofler.

Basta anvendt efter forudgående aftopning virker hurtigere end Reglone. Praktiske erfaringer tyder også på at risikoen for genvækst er mindre ved anvendelse af Basta efter aftopning end med Reglone uden aftopning. Basta giver således en effektiv nedvisning og en sikker afmodning af knoldene i jorden.

Der er i forsøgene også gennemført undersøgelse af kartoffelknoldenes spireevne og grokraft efter nedvisning af kartoffeltop med Reglone, Basta og Spotlight samt med og uden forudgående aftopning (Møller, 1999; Møller, 2000; Møller 2001). Forsøgene viste, at anvendelse af Basta til nedvisning af læggekartofler uden forudgående aftopning kan påvirke kartoffelknoldenes spireevne og grokraft negativt det efterfølgende år. Basta må ikke anvendes til nedvisning af læggekartofler uden forudgående aftopning.

Forsøgene har vist, at Spotlight anvendt uden forudgående aftopning virker utilstrækkeligt, og at behandlingen ikke stopper væksten - selv i sorter der normalt er forholdsvis lette at nedvisne. Spotlight anvendt efter forudgående aftopning af spisekartofler virker på højde med Reglone.

Melkartofler

I 2001 og 2002 er der gennemført forsøg med vækststandsning af melkartofler med aftopning, Basta eller Reglone med det formål at belyse nedvisningsmetodernes indflydelse på melkartoflernes kvalitet og udbytte (Møller, 2002). Resultaterne viser, at vækststandsning af melkartofler 14 dage inden normal høst i relativt sene sorter som Kuras og Producent vil være forbundet med udbyttetab på ca. 1000 kr. pr. ha. Til gengæld kan vækststandsning sikre, at knoldene lettere slipper toppen ved høst, så skader og spild reduceres. Desuden er der i et enkelt forsøg opnået en bedre lagerfasthed og mindre råd efter oplagring. Aftopning vil i situationer, hvor toppens vækst er ved at klinge af, være tilstrækkelig til at opnå den ønskede effekt.

Aftopning

I forsøgene har også indgået en vurdering af forskellige typer aftoppere. Aftoppere skal være frontmonteret for at give en tilfredsstillende aftopning uden at hjulene forinden trykker stænglerne ned i jorden. Til aftopning bør anvendes en aftopper, som er bygget til formålet, med slagler som følger kamformen, og med udkast og sug så toppen suges op i slaglerne. Hvis ikke der er tilstrækkeligt sug, og aftopperen har problemer med at slippe af med bladmassen, bliver kapaciteten lav og kvaliteten for dårlig. En gammeldags grønthøster eller rotorslåmaskine virker oftest utilstrækkelig. Spearhead har fremstillet en rotorslåmaskine, som også har indgået i afprøvningen. På denne type har knivene en udformning, som suger toppen op i knivene, og som har vist sig velegnet, hvor toppen endnu ikke har lagt sig fladt ned mellem kamene.

Andet

Der er også gennemført afprøvning af dieselolie, køkkensalt, madolie, brun sæbe, eddikesyre, og andet godt fra mor's køkken uden at dette dog havde nogen dødelig virkning på kartoffeltoppen. I England anvendes primært svovlsyre til nedvisning af kartoffeltop. Svovlsyre må ikke anvendes i Danmark.

Natriumklorat blev i gamle dage anvendt til ukrudtsbekæmpelse og nedvisning af kartoffeltop frem til sidst i 70'erne, indtil anvendelsen ophørte i forbindelse med, at Reglone kom på markedet. Natriumklorat har flere uheldige egenskaber, hvorfor midlet blandt andet af de årsager ikke blev søgt revurderet. Natriumklorat er meget brandfarligt, hvilket dengang medførte store sikkerheds-, opbevarings- og forsikringsmæssige problemer. Desuden fremgår det af ældre undersøgelser, at natriumklorat kan have en uheldig indvirkning på knoldenes holdbarhed samt knoldenes spireevne (N. Møller Eriksen, 1962, Oversigten 1981). Det er ligeledes velkendt, at Natriumklorat kan have en væksthæmmende virkning på rug efter nedvisning af kartoffeltop (SP medd. nr. 706). Desuden kan der være miljømæssige problemer med udvaskning af Natriumklorat. Natriumklorat er ikke godkendt til nedvisning af kartoffeltop og må således ikke anvendes til det formål.

Ved forskningscenter Flakkebjerg er der gennemført:

- 2 forsøg med det formål at undersøge nedvisningseffekten på kartoffeltop med en reduceret mængde Reglone efterfulgt af andre nedvisningsmidler.
- Forsøg med afprøvning af Spotlight i forskellige kartoffelsorter samt med og uden forudgående aftopning. På daværende tidspunkt så det ud til, at Spotlight ville blive godkendt til nedvisning af kartoffeltop, som det er sket i Sverige.
- Forsøg med eddikesyre i forskellige koncentrationer. Eddikesyre viste sig dog at være et relativt dyrt produkt med utilstrækkelig virkning.
- 2 års anerkendelsesforsøg med Spotlight.

Resultaterne af forsøgene ved Flakkebjerg afviger ikke væsentligt fra resultaterne af forsøgene gennemført i regi af Landsforsøgene.

Samlet konklusion af vækststandsningforsøg i kartofler i perioden 1998-2002

Samlet set kan det konkluderes, at der findes alternative metoder til Reglone til nedvisning af stort set alle typer kartoffeltop, men at de fire års forsøgsarbejde, der er gennemført, har vist, at uanset hvilket alternativ der vælges, vil der være væsentlige ulemper forbundet med metoderne som for eksempel nedsat kapacitet, større omkostninger og risiko for kvalitetsforringelse af de høstede kartoffelknolde. For kartoffelerhvervet er det således afgørende at have mange forskellige muligheder at vælge i mellem.

Litteratur

Eriksen NM. (1962). Oversigten 1981.

Møller L. 1999. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 1999. ISSN 0900-5293. s. 278-287.

Møller L. 2000. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 2000. ISSN 0900-5293. s. 252-262.

Møller L. 2001. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 2001. ISSN 0900-5293. s. 247-258.

Møller L. 2002. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 2002. ISSN 0900-5293. s. 260-273.

Fertin KJ & Jensen PE. 2000. Nedvisning af kartofler, no. 01176-01. Danmarks Jordbrugs-Forskning.

Fertin KJ & Jensen PE. 2001. Nedvisning af kartofler, no. 01176-02. Danmarks Jordbrugs-Forskning.

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler

Mechanical weed control in potatoes

Ilse A. Rasmussen & Karsten Rasmussen

Danmarks JordbrugsForskning

Afd. for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Experiments have been carried out at two locations in two years in Denmark with the rolling cultivator in potatoes. The objective has been to find out which is the minimum number of treatments to minimise crop damage and to maximise the control effect on annual and perennial weeds. The treatments with the rolling cultivator were carried out at the weed stages of pre-emergence, cotyledon, and true leaf. The corresponding number of passes with the implement was 4 or 6, 2 or 3, and 1 or 2. The effect on weed biomass of annual weeds was above 80% with one pass and above 90% with two passes. The effect on biomass of perennial weeds has been above 50% with more than one pass with the implement. Only in one experiment was the yield reduced (10%) by mechanical weed control as compared with herbicide weed control, while there was above 50% yield reduction in the untreated plots in all experiments. More treatments tended to reduce yield.

Indledning

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler (*Solanum tuberosum*) bliver mere og mere udbredt, fordi det både med hensyn til økonomi, effekt og kapacitet ligger på højde med kemisk bekæmpelse. Tidligere har langsom opbygning af kammen eller veksling mellem strigling og hypning været anvendt til mekanisk bekæmpelse. Denne metode har givet gode bekæmpelseseffekter, men kapaciteten og dermed økonomien har ikke kunnet konkurrere med herbiciderne.

Rullestjernerensere er en nyere maskintype, som i praksis har vist endnu bedre resultater og større kapacitet, men brugen af dem har mest bygget på lokale praktiske erfaringer. I 2001 og 2002 blev der udført forsøg på Jyndevad Forsøgsstation og Forskningscenter Flakkebjerg. Resultater og erfaringer fra disse forsøg kan ses i denne artikel.

Ukrudt kan give problemer ved udbyttetab p.g.a. konkurrence og ved tilstopning af specielt mindre og ældre maskiner ved kartoffeloptagning. Specielt vanskeligt ukrudt kan være ukrudtsarter som f.eks. snerlepileurt (*Polygonum convolvulus*), der spirer over en lang periode og fra stor dybde, samt sent spirende ukrudt som f.eks. enårig rapgræs (*Poa annua*) og sort natskygge (*Solanum nigrum*), der kan give problemer ved optagning. Gentagne mekaniske behandlinger vil fremprovokere spiring og ved gentagne overkørsler udtømmes frøpuljen i det øverste jordlag. Rodukrudt bør forebygges, men kvik (*Elymus repens*) kan dog angiveligt holdes i ave eller bekæmpes i moderat omfang med en rullestjernerenser. Størst effekt på ukrudtet opnås normalt ved mekanisk bekæmpelse af ukrudtet på kimbladsstadiet eller lige før fremspiring på trådstadiet.

I USA har man opnået over 98% biomasse reduktion med en enkelt overkørsel efter kartofflernes fremspiring med rullestjernerenseren i to år på tre forskellige lokaliteter med moderat ukrudtstryk (under 50 planter pr. m²) - samme effekt blev opnået med hhv. to overkørsler og med herbicid (Eberlein *et al.* 1997). Disse to år blev der opnået samme udbytter ved mekanisk og kemisk ukrudtsbekæmpelse, dog med en tendens til lavere udbytte ved to overkørsler. I det tredje år med højt ukrudtstryk (over 150 planter pr. m²) har man kun opnået 80% bekæmpelse ved én overkørsel og 93% bekæmpelse ved to overkørsler, men 99% bekæmpelse med herbicid. Udbytter ved én overkørsel var lavere end ved to, men der var ikke sikker forskel på udbytterne ved to overkørsler og standard herbicidbehandling. I toleranceforsøg, hvor ukrudtet var fjernet, var der signifikant lavere udbytte med 2 overkørsler med stjernerullerenser end uden, mens der ikke var signifikant forskel med 1 overkørsel.

I et andet toårigt forsøg fra USA med en hypning ved kartofflernes fremspiring og en enkelt overkørsel med en rullestjernerenser efter kartofflernes fremspiring, var der et år samme ukrudtsbiomasse som ved kemisk bekæmpelse og et andet år signifikant mere (Conley *et al.*, 2001). Det år med dårligst effekt var der gået 1 måned fra lægning til hypning og derefter kun 2 uger til rullestjernerensning, mens der det år med god effekt kun var gået 2½ uge fra lægning til hypning og derefter 1 måned fra hypning til rullestjernerensning. Der var ingen signifikante forskelle i udbytter, hvilket var gældende for 6 forskellige kartoffelsorter, der indgik i forsøget.

I et treårigt engelsk forsøg har to overkørsler med en rullestjernerenser givet næsten samme bekæmpelseeffekter og udbytter som en herbicidbekæmpelse (Kilpatrick, 1995). To overkørsler har givet ca. 85% bekæmpelse i alle tre år og samme udbytte som ved herbicid i to år. Men i et år med meget lavt ukrudtstryk (25 planter pr. m²) gav både kemisk og mekanisk ukrudtsbekæmpelse ca. 10% udbyttetab.

I to tyske forsøg har to overkørsler med rullestjernerenseren ikke givet samme effekt på dækningsgrad og udbytte som herbicider, specielt fordi der var stor genvækst af ukrudt efter de mekaniske behandlinger (Wesenberg, 1995).

I to års forsøg i Schweiz har tre overkørsler med en rullestjernerenser givet højere udbytte end herbicid, men i disse forsøg er ukrudtsmængden ikke angivet (Irla, 1995).

I danske forsøg er der fundet gode effekter på ukrudt både med mekanisk ukrudtsbekæmpelse alene og i kombination med herbicider, og udbyttet svarede til det, der blev opnået udelukkende ved brug af herbicider (Møller 2000, 2001, 2002).

Som det fremgår er der varierende resultater, men ikke klare forskelle i bekæmpelseeffekt og udbytte mellem mekanisk og kemisk ukrudtsbekæmpelse i kartofler. Det kan være vanskeligt at sammenligne de forskellige forsøgsbetingelser og det understreger behovet for nogle flere danske erfaringer (Rasmussen, 2001).

Metodebeskrivelse

For at samle erfaringer fra forskellige jordtyper og klimaforhold er det fundet relevant at udføre forsøg på to forskellige lokaliteter, nemlig en JB 1 jord på Jyndevad Forsøgsstation med vandingsmulighed og en JB 6-7 jord på Forskningscenter Flakkebjerg uden vanding.

Alle forsøg er udført med sorten Oleva (melkartoffel). I forsøgene sammenlignes øget intensitet af mekanisk ukrudtsbekæmpelse svarende til øget antal behandlinger med en rullestjernerenser. Behandlingstidspunktet er fastlagt efter forskellige stadier af ukrudtets udvikling. Jo tidligere stadie, jo kortere intervaller mellem behandlingerne. Stadierne var

- trådstadiet, hvor ukrudtsspirene ses som hvide tråde, når der rodes i jorden, men der endnu ikke er kimblade,
- kimbladsstadiet, hvor ukrudtsspirene er brudt igennem jordoverfladen og har kimblade, men endnu ikke løvblade og
- løvbladsstadiet, hvor de første 2 løvblade er fuldt udviklede.

Forsøgene er blokforsøg med 4 gentagelser. Rækkeafstand 75 cm og 3 planter pr. løbende meter. Brutto-parcellerne var 24 x 3 m og netto-parceller 15 – 18 m x 1,5 m. Efter lægning blev der udformet kamme med tallerkenhypper. Der blev høstet to rækker (23 – 27 m²). I Jyndevad var der 4 rækker i hver brutto-parcel, hvoraf de to yderste var værn. I Flakkebjerg var der i 2001 to rækker i hver parcel og 150 cm bar jord som værn. Det kan diskuteres, hvilken indflydelse værnerækker har på udbyttet, og derfor ændredes forsøgene i 2002, så der var værnerækker mellem netto-parcellerne på begge lokaliteter. I 2002 tilføjedes, at der efter sidste mekaniske behandling hyppedes kamme med tallerkenhypper og kamformer. Forsøgene på Forskningscenter Flakkebjerg er i begge år udført på et areal med en del rodukrudt. Behandlingerne er udført med en SAMKA Turbohypper, med 7-12 km/t. Forsøgene er gødet og behandlet mod svampesygdomme og skadedyr normalt.

I 2001 blev der udført et forsøg i Jyndevad (forsøg 1) og to i Flakkebjerg (forsøg 2 og 3). Forsøg 1 var et effektforsøg, hvor en herbicidbehandling indgår som en reference. Forsøg 2 var et effektforsøg (uden herbicid). Forsøg 3 var et toleranceforsøg, hvor ukrudtet var fjernet kemisk, og hvor skade på kartoflerne ved mekanisk bekæmpelse blev undersøgt. Der blev udført forskelligt antal behandlinger på de to lokaliteter forårsaget af forskelle i kartoflernes og ukrudtets fremspiring. Forsøgsplan, ukrudtsniveau og behandlinger kan ses i tabel 1 og 2.

I 2002 blev der udført et forsøg i Jyndevad (forsøg 4) og et i Flakkebjerg (forsøg 5). Forsøgene udførtes efter samme plan på begge lokaliteter som et split-plot forsøg, hvor en herbicidbehandling (med eller uden) var helplot og 0, 1, 2, og 4 overkørsler med rullestjernerenser var delplot. En overkørsel blev udført ved kartoflernes fremspiring, to overkørsler blev udført før og efter fremspiring og fire overkørsler svarede til 2 overkørsler før og 2 efter kartoflernes fremspiring. Forsøgsplan, ukrudtsniveau og behandlinger kan ses i tabel 1 og 3.

Tabel 1. Forsøgsoversigt – lokaliteter, strategier og antal behandlinger med rullestjernerensen. Overview of experiments – locations, strategies, and number of treatments, and with the rolling cultivator.

| Forsøg År | Lokalitet | Strategi | Antal behandlinger | Ukrudtsbio- masse i ube- handlet g pr. m ² |
|--------------|--|--|-----------------------|--|
| 1 2001 | Jyndevad (JB1) | 1. ubehandlet kontrol 2. ukrudt på løvbladstadium 3. ukrudt på kimbladstadium 4. ukrudt på 'trådstadium' 5. Herbicid | 0 1 2 4 0 | 350 |
| 2 2001 | Flakkebjerg (JB6) alle beh. uden herbicid | 1. ubehandlet kontrol 2. ukrudt på løvbladstadium 3. ukrudt på kimbladstadium 4. ukrudt på 'trådstadium' | 0 2 3 6 | 340 |
| 3 2001 | Flakkebjerg (JB7) alle beh. med herbicid | 1. ubehandlet kontrol 2. ukrudt på løvbladstadium 3. ukrudt på kimbladstadium 4. ukrudt på 'trådstadium' | 0 2 3 6 | - |
| 4 2002 | Jyndevad (JB1) alle beh. med og uden herbicid | 1. ubehandlet kontrol 2. ukrudt på løvbladstadium 3. ukrudt på kimbladstadium 4. ukrudt på 'trådstadium' | 0 1 2 4 | 370 |
| 5 2002 | Flakkebjerg (JB6) alle beh. med og uden herbicid | 1. ubehandlet kontrol 2. ukrudt på løvbladstadium 3. ukrudt på kimbladstadium 4. ukrudt på 'trådstadium' | 0 1 2 4 | 530 |

Tabel 2. Behandlinger og datoer for udførelse på de to lokaliteter i 2001. Treatments and dates on the two locations 2001.

| Behandling | Jynde vad (forsøg 1) | Flakkebjerg (forsøg 2 & 3) |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Lægning | 19.4 | 3.5 |
| Hypning | 19.4 | 7.5 |
| Kartoflernes fremspiring | 20.5 | 22.5 |
| Strategi 1 (kontrol) | - | - |
| Strategi 2 (løvblad stadium) | 16.5 | 25.5 – 15.6 |
| Strategi 3 (kimblad stadium) | 11.5 – 30.5 | 21.5 - 25.5 – 8.6 |
| Strategi 4 (trådstadium) | 1.5 – 10.5 – 16.5 – 30.5 | 14.5 – 21.5 – 25.5 – 1.6 - 8.6 – 15.6 |
| Herbicide | 17.5 – 28.5* ¹ | 25.5 – 21.6* ² |
| Ukrudtsregistreringer | 23.7 | 21.7 |
| Aftopning | 1.10 (naturlig visning) | 3.9 (mekanisk) |
| Optagning | 10.10 | 12.10 |

*¹ 17/5: Metribuzin 140 g a.i.ha⁻¹ (Sencor, Bayer A/S) & Linuron 550 g a.i.ha⁻¹ (Afalon disp. Avensis)

28/5: Metribuzin 105 g a.i.ha⁻¹ (Sencor, Bayer A/S) & Rimsulfuron 7.5 g a.i. ha⁻¹ (Titus, Du Pont)

*² 25.5: Metribuzin 140 g a.i.ha⁻¹ (Sencor, Bayer A/S)

21.6: Rimsulfuron 7.5 g a.i. ha⁻¹ (Titus, Du Pont)

Tabel 3. Behandlinger og datoer for udførelse på de to lokaliteter i 2002. Treatments and dates on the two locations 2002.

| Behandling | Jynde vad (forsøg 4) | Flakkebjerg (forsøg 5) |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Lægning | 19.4 | 25.4 |
| Hypning | 19.4 | 25.4 |
| Kartoflernes fremspiring | 13.5 | 22.5 |
| Strategi 1 (kontrol) | - | - |
| Strategi 2 (løvblad stadium) | 13.5 | 22.5 |
| Strategi 3 (kimblad stadium) | 13.5 – 27.5 | 17.5 – 6.6 |
| Strategi 4 (trådstadium) | 6.5 – 13.5 – 27.5 – 4.6 | 8.5 – 17.5 – 29.5 – 6.6 |
| Herbicide | 13.5* ¹ | 23.5 – 31.5* ² |
| Ukrudtsregistreringer | 16.7 | 15.7 |
| Aftopning | - | 2.9 (mekanisk) |
| Optagning | 3.09 | 18.10 |

*¹ 13/5: Metribuzin 210 g a.i.ha⁻¹ (Sencor, Bayer A/S)

*² 23.5: Metribuzin 245 g a.i.ha⁻¹ (Sencor, Bayer A/S)

31.5: Rimsulfuron 7.5 g a.i. ha⁻¹ (Titus, Du Pont)

Tabel 4. Effekt på antal af forskellige ukrudtsarter i 4 forsøg ved forskellig antal overkørsler med rullestjernerenser og med herbicid. Behandlinger indenfor hvert forsøg og hver ukrudtsgruppe med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ($p < 0.05$).

Table 4. Effect on density of different weed species in 4 experiments at different number of treatments with the rolling cultivator and with herbicide. Treatments within each experiment and weed group with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

| Ukrudt antal | Behandling | Jynde vad 2001 | Jynde vad 2002 | Flakkebjerg 2001 | Flakkebjerg 2002 |
|--|------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Snerle pileurt <i>Polygonum convolvulus</i> L. | Ubehandlet | 28,3 pl.m ⁻² A | 54,9 pl.m ⁻² A | 35,8 pl.m ⁻² A | 18,3 pl.m ⁻² A |
| | 1 x mek | - 86 % B | -89 % B | | - 98 % B |
| | 2 x mek | - 82 % B | -92 % B | -81 % B | - 99 % B |
| | 3 x mek | | | -84 % B | |
| | 4 x mek | - 96 % B | -98 % C | | - 96 % B |
| | 6 x mek | | | -92 % B | |
| | Herbicid | - 100 % C | -88 % B | | - 99 % B |
| Hvidmelet gåsefod <i>Chenopodium album</i> L. | Ubehandlet | 31,9 pl.m ⁻² A | 32,0 pl.m ⁻² A | 31,9 pl.m ⁻² A | 92,7 pl.m ⁻² A |
| | 1 x mek | - 87 % B | -97 % B | | - 89 % B |
| | 2 x mek | - 94 % C | -100 % B | -92 % B | - 100 % C |
| | 3 x mek | | | -100 % C | |
| | 4 x mek | -100 % C | -100 % B | | -100 % C |
| | 6 x mek | | | -100 % C | |
| | Herbicid | -100 % C | -100 % B | | -100 % C |
| Andet frøukrudt | Ubehandlet | 72,0 pl.m ⁻² A | 120,9 pl.m ⁻² A | 52,0 pl.m ⁻² A | 44,2 pl. m ⁻² A |
| | 1 x mek | -93 % B | - 89 % B | | - 65 % AB |
| | 2 x mek | -86 % B | - 99 % C | - 95 % B | - 93 % C |
| | 3 x mek | | | - 95 % B | |
| | 4 x mek | -92 % B | - 100 % C | | - 85 % B |
| | 6 x mek | | | - 89 % B | |
| | Herbicid | - 97 % B | - 98 % C | | - 93 % C |
| Kvik (antal skud) <i>Elymus repens</i> (L.) | Ubehandlet | | | 13,1 skud m ⁻² A | 2,7 skud m ⁻² A |
| | 1 x mek | | | | - 81 % A |
| | 2 x mek | | | -24 % A | - 100 % B |
| | 3 x mek | | | -63 % B | |
| | 4 x mek | | | | - 94 % A |
| | 6 x mek | | | -52 % A | |
| | Herbicid | | | | - 75 % A |
| Ager Tidse (antal skud) <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. | Ubehandlet | | | 10,0 skud m ⁻² A | 4,7 skud m ⁻² A |
| | 1 x mek | | | | + 7 % A |
| | 2 x mek | | | -2 % A | - 32 % A |
| | 3 x mek | | | -11 % A | |
| | 4 x mek | | | | - 46 % A |
| | 6 x mek | | | -16 % A | |
| | Herbicid | | | | - 79 % B |

mek = mekanisk ukrudtsbekæmpelse mechanical weed control

Tabel 5. Effekt på biomasse af forskellige ukrudtsarter i 4 forsøg ved forskellig antal overkørsler med rullestjernerenser og med herbicid. Behandlinger indenfor det enkelte forsøg og for hver ukrudtsgruppe med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ($p < 0.05$). Effect on biomass of different weed species in 4 experiments at different number of treatments with the rolling cultivator and with herbicide. Treatments within each experiment and weed group with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

| Ukrudt biomasse | Behandling | Jydevad 2001 | Jydevad 2002 | Flakkebjerg 2001 | Flakkebjerg 2002 |
|---|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Snerle pileurt <i>Polygonum convolvulus</i> L. | Ubehandlet | 63,0 g m ⁻² A | 54,9 g m ⁻² A | 62,6 g m ⁻² A | 23,9 g m ⁻² A |
| | 1 x mek | -96 % B | -98 % B | | - 99 % B |
| | 2 x mek | -93 % B | -100 % B | -82 % B | - 100 % B |
| | 3 x mek | | | -97 % BC | |
| | 4 x mek | -99 % BC | -100 % B | | - 98 % B |
| | 6 x mek | | | -99 % C | |
| | Herbicid | -100 % C | -97 % B | | - 100 % B |
| Hvidmelet gåsefod <i>Chenopodium album</i> L. | Ubehandlet | 187,8 g m ⁻² A | 96,6 g m ⁻² A | 238,7 g m ⁻² A | 436,9 g m ⁻² A |
| | 1 x mek | -97 % B | -100 % B | | - 98 % B |
| | 2 x mek | -100 % C | -100 % B | -93 % B | - 100 % C |
| | 3 x mek | | | -98 % C | |
| | 4 x mek | -100 % C | -100 % B | | -100 % C |
| | 6 x mek | | | -100 % C | |
| | Herbicid | -100 % C | -100 % B | | -100 % C |
| Andet frøkrudt | Ubehandlet | 98,4 g m ⁻² A | 219,9 g m ⁻² A | 39,6 g m ⁻² A | 70,9 g m ⁻² A |
| | 1 x mek | - 98 % B | ² B | | - 85 % B |
| | 2 x mek | - 95 % B | - 89 % C | -97 % B | - 96 % C |
| | 3 x mek | | - 99 % | -99 % B | |
| | 4 x mek | - 97 %- B | | | - 96 % C |
| | 6 x mek | | - 100 % | -100 % B | |
| | Herbicid | - 99 % B | | | - 97 % C |
| Kvik <i>Elymus repens</i> (L.) | Ubehandlet | | | 7,6 g m ⁻² A | 1,5 g m ⁻² A |
| | 1 x mek | | | | - 84 % AB |
| | 2 x mek | | | -50 % AB | - 100 % B |
| | 3 x mek | | | -85 % B | |
| | 4 x mek | | | | - 88 % AB |
| | 6 x mek | | | -84 % B | |
| | Herbicid | | | | - 34 % A |
| Ager Tidse <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. | Ubehandlet | | | 52,4 g m ⁻² A | 15,6 g m ⁻² A |
| | 1 x mek | | | | - 25 % A |
| | 2 x mek | | | -62 % A | - 69 % A |
| | 3 x mek | | | -63 % A | |
| | 4 x mek | | | | - 59 % A |
| | 6 x mek | | | -76 % A | |
| | Herbicid | | | | - 92 % A |

mek. = mekanisk ukrudtsbekæmpelse mechanical weed control

Tabel 6. Tørstofindhold og andel grønne knolde i forsøgene. Behandlinger med samme bogstav (inden for forsøg) er ikke signifikant forskellige på 5% niveau. Dry matter content and proportion of green tubers in the experiments. Treatments with the same letter (within experiment) are not significantly different ($p < 0.05$).

| | Behandling | Jynde- vad Forsøg 1 (2001) | Flakke- bjerg Forsøg 2 (2001) | Flakke- bjerg Forsøg 3 (2001) | Jynde- vad Forsøg 4 (2002) | Flakke- bjerg For- søg 5 (2002) |
|------------------------------|------------|-------------------------------------|--|--|-------------------------------------|--|
| Tør- stof (%) | Ubehandlet | 23,0 a | 22,9 a | | 26,1 a | 26,4 a |
| | 1 x mek. | 23,3 a | | | 25,2 b | 23,8 c |
| | 2 x mek. | | 24,1 b | 26,6 a | 25,2 b | 25,3 b |
| | 3 x mek. | 24,2 b | 23,3 a | 26,2 a | | |
| | 4 x mek. | 24,3 b | | | 25,2 b | 24,3 bc |
| | 6 x mek. | | 24,6 b | 26,3 a | | |
| | Herbicid | 24,2 b | | 25,9 a | 25,0 b | 25,1 bc |
| Grøn- ne knolde (%) | Ubehandlet | 0,9 a | 0,8 a | | | 5,5 a |
| | 1 x mek. | 1,3 a | | | ingen | 9,0 a |
| | 2 x mek. | 1,8 a | 0,8 a | 2,3 a | grønne | 11,2 a |
| | 3 x mek. | | 1,3 a | 1,3 a | knolde | |
| | 4 x mek. | 1,4 a | | | no green | 10,5 a |
| | 6 x mek. | | 1,3 a | 2,3 a | tubers | |
| | Herbicid | 1,3 a | | 0,8 a | | 14,0 a |

mek. = **mekanisk ukrudtsbekæmpelse** mechanical weed control

Resultater

Begge års forsøg på de to forskellige jordtyper viser markant effekt af den mekaniske bekæmpelse (Figur 1). Der er i alle tilfælde over 80% bekæmpelseseffekt på både total antal og biomasse af ukrudtet ved én overkørsel. Dette gælder med en enkelt undtagelse (antal af andet frøkrudt i forsøg 5) også når registreringen er opdelt på arter/grupper af frøkrudt (tabel 4 og 5). Ved to overkørsler er der minimum 90% reduktion i total biomasse af ukrudt og med en enkelt undtagelse (snerle-pileurt i forsøg 2) også for de enkelte arter af frøkrudt. Effekterne på antal ukrudtsplanter har i de fleste tilfælde været lidt lavere end effekterne på biomassen. Snerlepileurt og hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*) var dominerende ukrudtsarter i begge år og på begge lokaliteter. Der var ingen større forskel på effekten på disse to arter eller på andet frøkrudt (fuglegræs (*Stellaria media*), agersennep (*Sinapis arvensis*), hyrdetaske (*Capsella bursa-pastoris*) m.fl.) uanset lokalitet og år. De høje bekæmpelseseffekter er således opnået på frøkrudtsarter med vidt forskellige vækstformer. I forsøgene er der blevet bearbejdet ved forskellige udviklingsstadier af ukrudtet: trådstadiet, kimbladstadiet og løvbladstadiet. Selv med kun én bearbejdning på løvbladstadiet er opnået høje effekter.

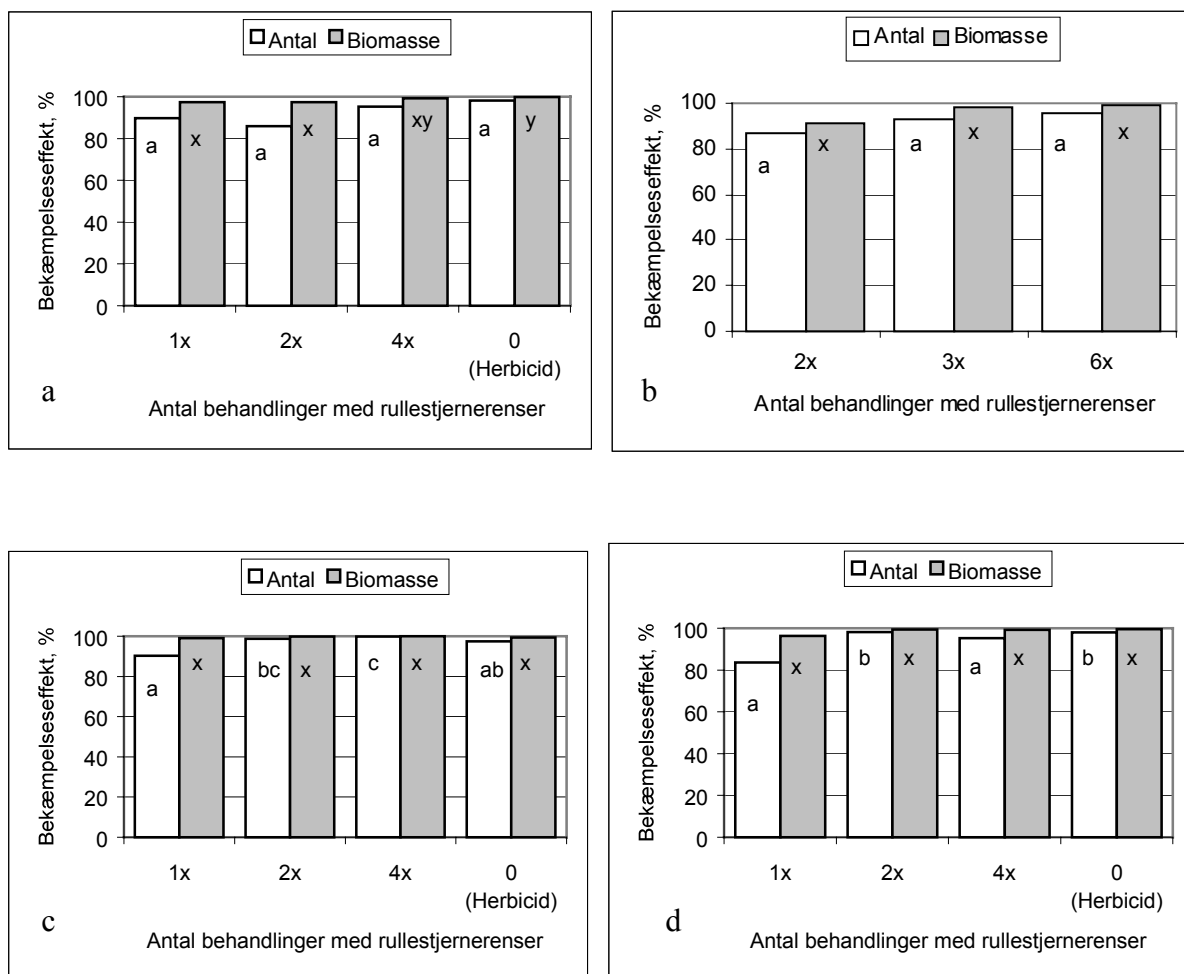
Rodukrudt i form af kvik og tidsler (*Cirsium arvense*) har været til stede i forsøg 2 og 5 i Flakkebjerg. Da rodukrudt optræder i pletter er der sjældent statistisk sikre forskelle, selv ved høje effekter. I tabel 4 og 5 ses, at effekterne ikke er statistisk sikre, men der er dog generelt en effekt på over 50% på biomassen, og effekten øges ved flere overkørsler. Der ses en mere klar tendens på biomassen end på antal skud. Visuelt kunne der i forsøgene observeres op til 20 cm lange rodstykker, der var løsrevet. Det er dog tydeligt at se i marken, at de skud af rodudkrudt, der overlever flere overkørsler, står på toppen af kammene.

Udbytterne i Jyndeved i 2001 var signifikant lavere, ca. 10% , ved mekanisk bekæmpelse i forhold til kemisk bekæmpelse (Figur 2a). Der var ikke forskel på udbytterne ved 1, 2 eller 4 overkørsler med rullestjernerenseren, men 60% udbyttereduktion uden bekæmpelse. I effektforsøget i Flakkebjerg 2001 (Figur 2b) var der ingen sikker udbytteforskel på 3 og 6 overkørsler, mens 2 overkørsler gav signifikant lavere udbytte, ca. 15% , og ingen bekæmpelse gav over 60% lavere udbytte. Der var tendens til stigende udbytte med stigende antal overkørsler. I toleranceforsøget (figur 2b) var der ca. 10% merudbytte ved 2 og 3 overkørsler i forhold til både ubehandlet og 6 overkørsler.

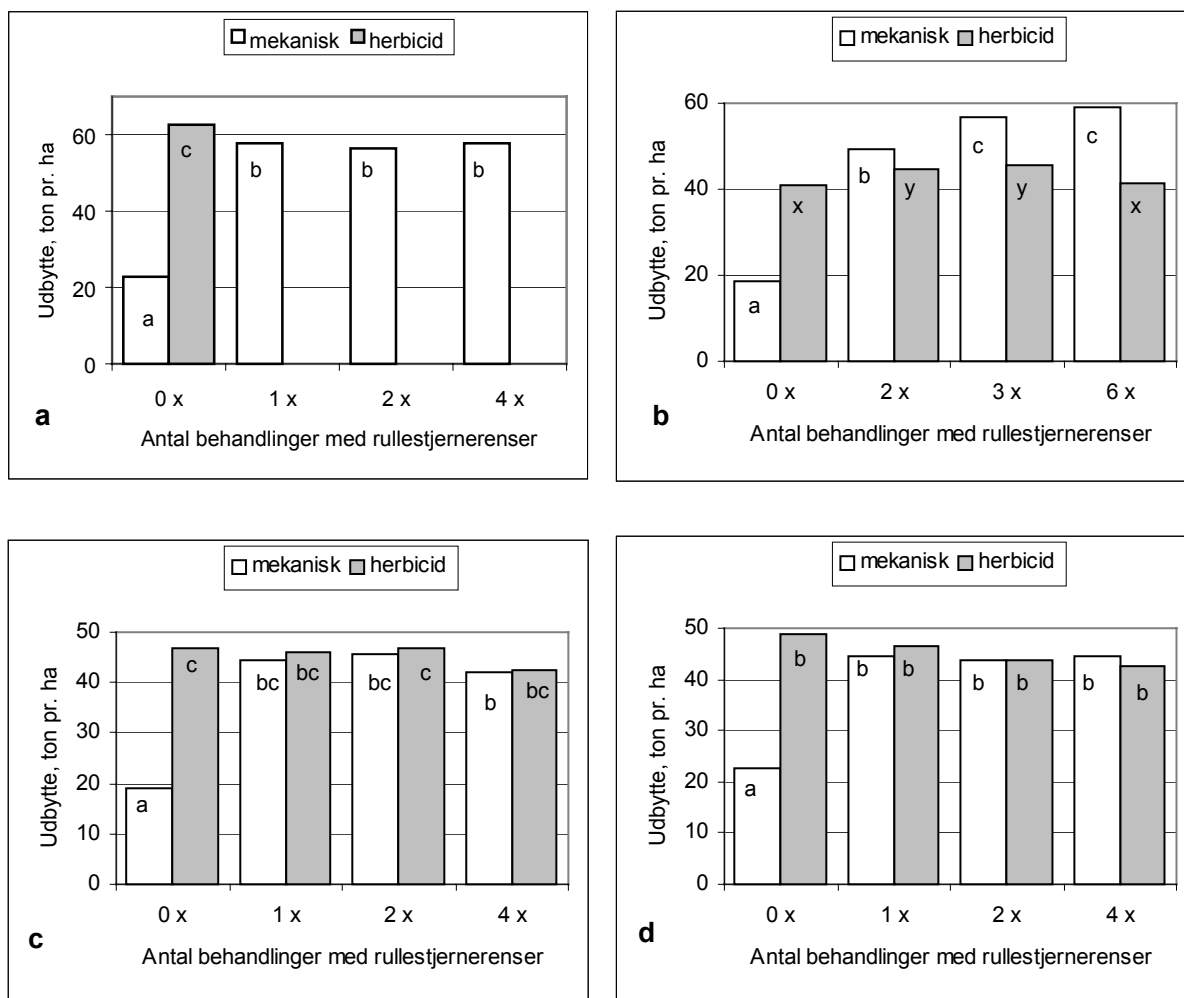
I Jyndeved i 2002 var der ikke nogen signifikante udbytteforskelle ved kemisk bekæmpelse med samme antal mekaniske bekæmpelser (Figur 2c), men der var en tendens til, at udbyttet reduceres ved 4 overkørsler. Som i 2001 var der 60% udbyttereduktion ved ikke at bekæmpe ukrudtet. I Flakkebjerg 2002 var der heller ikke nogen signifikant udbytteforskelle mellem mekanisk og kemisk bekæmpelse (Figur 2d). Der er en tendens til, at udbyttet reduceres ved stigende antal overkørsler, når ukrudtet er bekæmpet kemisk.

Der er signifikant forskel på indholdet af tørstof i kartoflerne (se tabel 6), men forskellene er reelt meget små, og det er svært at se en tendens i forskellene. Der er ikke signifikante forskelle på andelen af grønne knolde, selvom forskellene på Flakkebjerg i 2002 er meget store. På Jyndeved var der i 2002 slet ingen grønne knolde.

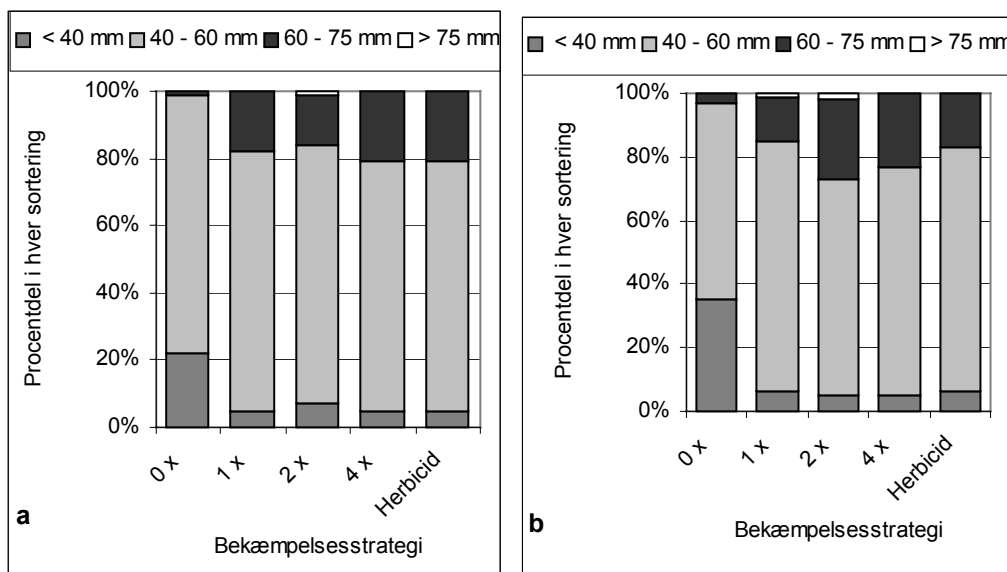
Kartoflerne fra forsøgene på Jyndeved er blevet opdelt i størrelsessorteringer. Det ses af figur 3, at der er 20-35% knolde < 40 mm i ubehandlet, mens der i alle øvrige behandlinger, uanset om det er mekanisk eller kemisk, er under 10% knolde i denne sortering. Størrelsesklassen mellem 40 og 60 mm er stort set ens for både ubehandlet og de øvrige behandlinger, mens der er meget få knolde (under 5%) i klassen 60-75 mm i ubehandlet, set i forhold til 15-25% med bekæmpelse. Der er ingen forskel mellem antal behandlinger med mekanisk bekæmpelse og heller ikke mellem mekanisk og kemisk.



Figur 1. Effekt på antal og biomasse af frøkrudt ved forskellige antal overkørsler med rullestjernerenser eller med herbicid. Søjler med samme bogstav (inden for forsøg) er ikke signifikant forskellige på 5% niveau. a. Forsøg 1, Jyndevad 2001, b. Forsøg 2, Flakkebjerg 2001, c. Forsøg 4, Jyndevad 2002, d., Forsøg 5, Flakkebjerg 2002. Effect on density and biomass of annual weeds at different number of treatments with the rolling cultivator or with herbicide. Columns with the same letter (within experiment) are not significantly different ($p < 0.05$). a. Experiment 1, Jyndevad 2001. b. Experiment 2, Flakkebjerg 2001. c. Experiment 4, Jyndevad 2002. d. Experiment 5, Flakkebjerg 2002.



Figur 2. Udbytte af kartofler (Oleva). Søjler med samme bogstav (inden for forsøg) er ikke signifikant forskellige på 5% niveau. a. Forsøg 1, Jydevad 2001. b. Forsøg 2 (uden herbicid) og forsøg 3 (med herbicid), Flakkebjerg 2001. Da det er to forskellige forsøg kan udbyttet ikke sammenlignes mellem med/uden herbicid. c. Forsøg 4, Jydevad 2002. d. Forsøg 5, Flakkebjerg 2002. Potato yield (cultivar Oleva). Columns with the same letter (within experiment) are not significantly different ($p < 0.05$). a. Experiment 1, Jydevad 2001. b. Experiment 2 (without herbicide) and experiment 3 (with herbicide), Flakkebjerg 2001. Since the two experiments are different, the yields cannot be compared (with/without herbicide). c. Experiment 4, Jydevad 2002. d. Experiment 5, Flakkebjerg 2002.



Figur 3. Fordelingen af knolde i forskellige størrelsessorteringer. a. Forsøg 1, Jynde vad 2001. b. Forsøg 4, Jynde vad 2002. Distribution of tubers in different size classes. a. Experiment 1, Jynde vad 2001. b. Experiment 4, Jynde vad 2002.

Diskussion/Konklusion

”Turbohypperen” eller rullestjernerenseren har haft en god effekt på ukrudt og udbytte i disse forsøg. Selv med kun én behandling omkring det tidspunkt hvor ukrudtet var begyndt at få løvblade – kort inden eller lige omkring kartoflernes fremspiring - er der som gennemsnit opnået over 80% reduktion på antal af frøkrudt og over 90% reduktion på biomassen af frøkrudt i forhold til ubehandlet. Årsagen til at effekten på biomasse er bedre end effekten på antal er formentlig, at den mekaniske bekæmpelse ud over at slå ukrudt ihjel også kan stimulere til nyfremspiring. Dette nyfremspirede ukrudt vil være forsinket i forhold til kartoflerne og vil derfor ikke få betydende indflydelse på ukrudtets samlede biomasse.

Med to gange bekæmpelse er der i 2001 opnået samme niveau af bekæmpelse som med én, mens der i 2002 er en effekt på over 90% på både antal og biomasse. Med 3, 4 eller 6 ganges bekæmpelse var der i alle tilfælde over 90% effekt på både antal og biomasse af ukrudtet.

Effekten på biomasse ligger tæt på effekten med herbicid, og er kun i få tilfælde signifikant forskellig fra denne, se figur 1. Restkrudtet har altså ikke kunnet klare sig i konkurrence med kartoflerne. Dog er det således, at før kartoflernes fremspiring kan hele kammen bearbejdes, men derefter flyttes stjerneullerne ned på siden af kammen for ikke at skade kartoflerne. Dette betyder at ukrudt på toppen af kammen, som spirer efter kartoflernes fremspiring, ikke kan bekæmpes effektivt. Men da det spirer efter kartoflerne, vil det hurtigt blive undertrykt af konkurrence fra kartoflerne. Desuden sker der en vis hypning af kammene, når rullestjernerne kører på siderne.

I forsøg 2 og 5 på Flakkebjerg har der været en del rodukruddt, især kvik og tidsler. Effekten på rodukruddt forårsages af, at skuddene rives ud af kammene. Behandlingerne slår ikke rodukruddtsplanterne ihjel, og de vil oftest skyde igen, men ved gentagne behandlinger vil de udsultes. Dette ses også af, at effekten på biomasse er langt større end effekten på antal skud – oftest over 60%. Selvom effekten på rodukruddt ikke er så høj som på frøukruddt, må man forvente, at bekæmpelsen kan reducere ukruddtstrykket i følgende afgrøder – hvilket kan være interessant ved dyrkning af økologiske afgrøder. Man bør dog fortrinsvis dyrke kartofler på arealer, hvor der ikke er et højt ukruddtstryk af rodukruddt.

Udbytte har generelt været lidt lavere (dog sjældent signifikant) ved mekanisk bekæmpelse end ved kemisk bekæmpelse (uden mekanisk), selv der hvor effekten på ukruddtsbiomasse har været fuldt på højde med den kemiske. Med kemisk bekæmpelse ses der en tendens til faldende udbytte med stigende antal mekaniske behandlinger. Dette kan skyldes mekanisk skade på afgrøden, men én overkørsel før eller samtidig med kartoflernes fremspiring har også givet en vis udbyttereduktion. Det kan også være reduceret kamstørrelse, der er årsag til reduktionen. En afsluttende hypning kan derfor være nødvendig, og det blev gjort som standard i begge forsøg i 2002. Der er imidlertid stadig en udbyttereduktion, selvom den ikke er signifikant. I forsøg 3 (uden ukruddt) har der tilsyneladende været en stimulerende effekt af få overkørsler, men denne effekt er tilsyneladende neutraliseret af skade på afgrøden ved 6 overkørsler. Dette forsøg blev udført på en stivere lerjord, og den vækststimulerende effekt kan skyldes en forbedring af jordstrukturen.

Ses på mekanisk bekæmpelse alene, er der kun i et enkelt tilfælde højere udbytte ved flere behandlinger, og det var i forsøg 2, hvor der var knap så høj effekt på biomassen ved to behandlinger. I samme forsøg steg bekæmpelse af rodukruddt ved 3-6 overkørsler, og da der var en del, kan det have været medvirkende til det bedre udbytte. I 2002 sås tendens til lavere udbytte ved flere behandlinger.

Alt i alt tyder det på, at når der er opnået en tilfredsstillende bekæmpelse, er der ikke nogen grund til at køre flere gange – det kan reducere udbyttet. Tilfredsstillende bekæmpelse er i de fleste tilfælde opnået ved 1-2 behandlinger med stjernerullerenseren. Det mest sikre vil nok være at køre en gang kort før kartoflerne spirer frem, og igen når ukruddtet har fået kimblade. Blot én behandling omkring kartoflernes fremspiring vil dog være tilstrækkeligt i de fleste tilfælde.

Hvad kvaliteten angår, er der ikke de store forskelle. Det er interessant, at mens der i 2002 overhovedet ikke forekom grønne knolde på Jyndevad, formentlig som resultat af den afsluttende ophypning efter sidste behandling, var der samme år flere grønne knolde på Flakkebjerg end året før – til trods for at der også her var foretaget afsluttende ophypning. Årsagen kan enten være, at knoldene lå højere i den tungere jord, eller muligvis at aftopningen har været for tæt på kammene. Størrelsesfordelingen viser, at ukruddt kan reducere knoldstørrelsen, men alle

former for bekæmpelse har været tilstrækkeligt til at øge knoldstørrelsen til samme niveau som ved herbicidbekæmpelse.

Sammendrag

Der er udført forsøg to steder i to år med rullestjernerenseren i kartofler. Formålet har været at finde det mindste antal behandlinger for at minimere afgrødeskade og maximere effekten på både enårigt og flerårigt ukrudt. Behandlingerne blev udført på ukrudtets trådstage, kimbladsstage eller løvbladsstage. Det tilsvarende antal behandlinger var 4 eller 6, 2 eller 3 og 1 eller 2. Effekten på biomasse af enårigt ukrudt var over 80% med en overkørsel og over 90% med to. Effekten på biomasse af flerårigt ukrudt var over 50% med mere end en overkørsel. Kun i ét forsøg blev udbyttet reduceret (ca. 10%) ved mekanisk bekæmpelse sammenlignet med kemisk, mens der var 50% udbyttetab i de ubehandlede parceller. Flere behandlinger havde en tendens til at reducere udbyttet.

Resultater og billeder fra forsøgene samt yderligere oplysninger kan findes på [PI@nteInfo](#). Forsøgsarbejdet er finansieret af Kartoffelafgiftsfonden.

Litteratur

- Conley SP, Binning LK & Connel TR.* 2001. Effect of cultivar, row spacing and weed management on weed biomass, potato yield and net crop value. *American Journal of Potato Research* 78, 31-37.
- Eberlein CV, Patterson, PE, Guttieri MJ & Stark JC.* 1997. Efficacy and economics of cultivation for weed control in Potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technology* 11, 257-264.
- Irla E.* 1995. Pflorgetechnik und mechanische Unkrautregulierung in Kartoffeln. *FAT-Berichte* 462, 1-8.
- Kilpatrick JB.* 1995. A comparison of agricultural and chemical methods of weed control in potatoes. In: *Proceedings ANPP – Sixteenth Columa Conference. International meeting on weed control*, Reims. 387-394.
- Møller L.* 2002. Kartoffeldyrkning. I: Pedersen CÅ (red.) *Oversigt over Landsforsøgene 2002*. 260-273.
- Møller L.* 2001. Kartoffeldyrkning. I: Pedersen CÅ (red.) *Oversigt over Landsforsøgene 2001*. 247-258.
- Møller L.* 2000. Kartoffeldyrkning. I: Pedersen CÅ (red.) *Oversigt over Landsforsøgene 2000*. 252-262.
- Rasmussen K.* 2002. Weed control by a rolling cultivator in potatoes. In: *Proceedings 5th EWRS Workshop on Physical Weed Control*, Pisa, 111-118.
- Wesenberg M.* 1995. Mechanische Unkrautregulierung. *Kartoffelbau* 46, 100-103.

Kartoffelbladplet - erfaringer fra Sverige

Early blight - experiences from Sweden

Lars Wiik

Sveriges lantbruksuniversitet

Box 44, S-230 53

Alnarp

Sweden

Summary

Early blight (causal organism *Alternaria solani* Sorauer) is a common fungal disease in Swedish potato fields. Leaves with symptoms of early blight are seen and reported every year, though usually very late in the season, just before defoliation. Traditionally early blight has been considered to be of minor importance in Sweden, but field observations and introductory field trials in recent warm summers suggest that early blight occasionally might be of significance. There are still several aspects of early blight to be examined in Sweden, i. e. the biology of the fungus, yield loss studies, and control measures.

Inledning

Torrfläcksjuka på potatis orsakas av svampen *Alternaria solani*. På engelska är namnet på sjukdomen early blight, på danska kartoffelbladplet, på norska tørrfleksjuka och på finska lehtipolte (Anon. 1985). Under senare år i Sverige, och även i andra europeiska länder, har angrepp av torrfläcksjuka iakttagits i förhållandevis stor omfattning. För att erhålla mer kunskap om torrfläcksjuka påbörjades en del undersökningar i Sverige i slutet av 1990-talet och början på 2000-talet.

Svenska undersökningar

I Sverige samverkar potatisbranschen i FoU Potatis.nu. Ett stort antal företag är medlemmar; Lyckeby Stärkelsen, Solanums Industripotatisodlarförening, Estrella, OLW, Svenskt Potatisutsäde, Stiftelsen Potatisbranschen, Swegro och GRO. Ett av syftena med FoU Potatis.nu är att samordna, driva och finansiera forsknings- och utvecklingsprojekt. Detta görs bland annat i Sydsvensk Potatisforskning (SSP, www-ssp.slu.se), i ett samarbete med Sveriges lantbruksuniversitet.

Under de senaste två åren har FoU Potatis.nu finansierat undersökningar rörande bladfläckar på potatis. Under båda åren har inventeringar gjorts veckovis i tjugo till trettio odlingar i södra Sverige. Inventeringsarbetet utfördes av agronomerna Nina Persson 2001 och av Sybil Herrera Foessel 2002. Resultat från inventeringen 2001 redovisades i ett examensarbete på agronomprogrammet (Persson, 2002). Andra årets resultat, 2002, är ännu inte slutredovisat, men kommenteras nedan (Herrera Foessel *et al.*, 2003).

Sedan 1999 har en del fältförsök med kemisk bekämpning utförts i potatisföretagens regi. Under 2002 ingick även behandling med Amistar (azoxystrobin 250 g/l), en fungicid med dokumenterat god effekt mot torrfläcksjuka, i de svenska officiella GEP-försöken i potatis. Resultat från de svenska undersökningarna redovisas nedan men först refereras till en del undersökningar utförda i andra länder under senare år.

Alternaria solani i litteraturen

För utförligare litteraturgenomgångar hänvisas till Herrera Foessel (2002) och van der Waals (2001).

Betydelse

Hammarlund ger en god beskrivning av torrfläcksjuka redan 1942 och påpekar att "I Europa är svampen allmän och har t. ex. i Danmark och Sverige varit känd sedan en mansålder tillbaka" (Hammarlund, 1942). I ett faktablad om växtskydd skriver Olofsson (1993) "Torrfläcksjuka orsakas av svampen *Alternaria solani*. Den uppträder främst under varma och torra somrar. Dess värmekrav gör att sjukdomen inte har någon större betydelse i svensk potatisodling. Detsamma gäller en annan *Alternaria*-art, *A. alternata* (syn. *A. tenuis*)."

A. solani (early blight) är ett stort problem i vissa områden i USA, 20-30% skördeföruster har rapporterats av Johnson *et al.* (1996) men även upp till 40% av andra författare (Harrison & Venette 1970). Dock var den beräknade genomsnittliga skördeförusten i USA som torrfläcksjuka orsakade 3% (James, 1981). I USA förekommer torrfläcksjuka mest i Nebraska, södra Idaho, "the Columbia Basin", Oregon och Washington med en genomsnittlig temperatur på 28-36 ° under sommardagarna (Pavek *et al.*, 1994). I nordöstra USA blev angrepp av torrfläcksjuka vanligare under slutet av 1980-talet, inte minst i områden med bevattning (Hide & Lapwood, 1992), vilket förklarades dels med att mer mottagliga sorter användes dels med att nya fungicider hade sämre effekt och att bekämpningsstrategierna främst tog hänsyn till bladmögel (Pelletier & Fry, 1990). Angrepp av flera skadegörare samtidigt (torrfläcksjuka, stritar och vissnesjuka orsakat av *Verticillium dahliae*) resulterade i ett mindre angrepp än vad varje skadegörare skulle ha givit var för sig (Johnson *et al.* 1996).

I Israel kan svåra angrepp leda till 20-30% skördeföruster (Shtienberg, 2001). I Sydafrika orsakade tidiga och starka angrepp av torrfläcksjuka skördeföruster på 20-50% (van der Waals, 2002). I Indien orsakade torrfläcksjuka skördeföruster på 6-40% (Anon., 1975) och i vissa fall upp till 50% (Bambawale & Bedi, 1982).

Skadebild

"Till en början bildas på de nedre potatisbladen mörkbruna, cirkelrunda fläckar med strukturer i form av koncentriska ringar. Fläckarna ökar efterhand i storlek och antal och blir så småningom kantiga, begränsade av de större bladnerverna. Fläckarna flyter ibland ihop så att större delen av bladen förstörs. I fläckarna bildas olivgrönt mycel med konidier som sprider sjukdomen i beståndet. *Alternaria*-svampen angriper också stjälkar och knölar. Knölangreppet uppkommer oftast genom att konidier "ympas" in i dem i samband med skörden. Då utvecklas under lagringen gråbruna, relativt ytliga fläckar. Den angripna vävnaden blir hård och mörkfärgad. Till skillnad från den rostfärgade brunröten (orsakad av *Phytophthora infestans*) sprider sig inte *Alternaria*-röten djupt in i knölköttet." (Olofsson, 1993).

"Vid upptagningen kunna knölnarna infekteras av konidier, som falla från blasten. Sådan infektion inträffar i all synnerhet om vädret är fuktigt och om knölnarna blivit sårade. Svampen tillväxer och utbreder sig långsamt i knölnarna, men kan dock bilda 2-3 cm stora fläckar, vilka till en början blott är ytliga men senare bli något insjunkna. Svampen tränger endast några få mm ned i köttet. På ett snitt kan man tydligt iakttaga en skarp avgränsning genom sårkork. Den angripna vävnaden blir så småningom hård och fast. Då svampen intränger genom naveln (och ev. genom sår), kan den växa dold inne i knölnarna och senare bryta fram på olika ställen som små fläckar." (Hammarlund, 1942).

"It (*A. solani*) almost always affects only the foliar parts of the plant, but can affect tubers, causing a shallow dry rot. This rot is characterized by a bluish or gun-metal gray discoloration surrounding shallow irregular lesions that are about 6 mm deep, brown in color, and corky in consistency " (Secor & Gudmestad, 1999).

Biologi

A. solani övervintrar på skörderester eller i infekterad potatis, överliggare eller kanske utsäde. Även andra arter inom potatissläktet kan överföra smittan. Frågan om eventuell jordsmitta i form av klamydosporer, en typ av vilsporer, är inte utredd men frågan diskuteras när det gäller *A. solani* på tomat (Patterson, 1991).

Svampens värdkrets är förhållandevis bred. Förutom potatis och tomat angrips även andra arter inom *Solanaceae* och dessutom andra släkten som exempelvis *Brassica* spp.

Sporer av *A. solani* gro främst vid tillgång på fritt vatten men kan också gro vid mycket hög luftfuktighet. Sporer från ett fåtal svampar, till vilka *A. solani* hör, kan gro vid växelvisa våta och torra perioder, vanligtvis då dag förekommer på natten följt av en torr dag (Rotem *et al.* 1978). Temperaturoptimum för sporgroning och infektion är 20-30 °C men kan ske vid betydligt lägre (10 °C) och högre temperatur (> 35 °C). Optimum för sporulering är cirka 20 °C men kan också ske vid betydligt lägre (5 °C) och högre (30 °C) temperatur. Mycelet växer vid mycket låga (1-3 °C) och höga (39-45 °C) temperaturer men optimalt vid 26-28 °C (Anon.,

1975). Således kan *A. solani* förekomma under olika betingelser men växtparasit av betydelse är den främst under varma, omväxlande torra och fuktiga förhållanden.

A. solani är sannolikt specialiserad till sina respektive värdväxter eftersom en stor genetisk variation påvisats (Petrunak & Christ, 1992; Weir *et al.*, 1998), vilket dock inte är ett bevis på förekomsten av olika raser (Anon., 1975). Om *A. solani* eventuellt bör uppdelas på flera arter diskuterades av Simmons (2000), som angav en art för potatis (*A. solani* Sorauer), en för tomat (*A. tomatophila* Simmons) och en för äggplanta (eggplant, *A. beringelae* Simmons). *A. alternata* anges också som en patogen på potatis men kan även växa på andra värdväxter och medier. I Brasilien isolerades *A. alternata* från blad med typiska symptom av torrfläcksjuka. Koch's postulat genomfördes och *A. alternata* gav återigen de vanliga symptomen som förknippas med *A. solani* (Boiteux & Reifschneider, 1994).

Om potatisplantan är mekaniskt skadad eller på annat sätt i dålig kondition ökar risken för angrepp torrfläcksjuka. Exempelvis bladvävnad skadad av luftföroreningar och ozon är inkörsport för *A. solani* (Holley *et al.*, 1985). Även dålig växtnäringstatus gör potatisplantan mer mottaglig. I flera undersökningar påvisades att en högre kvävegiva minskade angreppen (MacKenzie, 1981; Persson, 2002).

Motåtgärder

I USA används en stor del av fungiciderna i potatisodlingen mot *A. solani* och *Phytophthora infestans* (Guenther *et al.*, 1999). Vid bekämpning av *A. solani* eftersträvas integrerad bekämpning då hänsyn tas till förutsättningarna i respektive fält, inte minst väderleken. Prognos- och varningsmodeller används i vissa länder och är under utveckling i andra (Secor & Gudmestad, 1999; Shtienberg, 2001). Modellerna måste anpassas till förutsättningarna i och inom respektive land och dessutom anpassas till flera växtskadegörare och inte minst till grödans tillväxt och utvecklingsstadium (Fry & Shtienberg, 1990; Johnson, 1992, Johnson KB & Teng PS, 1990; van der Waals, 2001). En modell framtagen i Colorado baserad på sporfångster och daggrader fungerade exempelvis inte i Wisconsin (Pscheidt & Stevenson, 1986). Antalet behandlingar med fungicid mot torrfläcksjuka kunde minskas med en till fyra behandlingar, speciellt tidiga behandlingar, med hjälp av simulering och prognos- och varningsmodeller (Franc *et al.*, 1988; Shtienberg & Fry, 1990b; van der Waals, 2002).

I USA används bland annat strobilurinen azoxystrobin mot *A. solani* under namnet Quadris. Dessvärre har man i Nebraska under 2000 och 2001 funnit att azoxystrobin inte längre har lika god effekt mot torrfläcksjuka som tidigare. Från att svamppopulationen tidigare var mycket känslig för azoxystrobin är den nu mindre känslig (Pasche *et al.*, 2002). I fält med jordsmitta behandlas första gången redan före radslutning men i områden utan jordsmitta behandlas först när angrepp noteras på bladverket enligt en bekämpningströskel. Precis som mot bladmögel behövs flera behandlingar mot *A. solani*. Tre behandlingar utförda vid rätt tidpunkt är ofta tillräckligt (Hide & Lapwood, 1992).

I Israel fann Shtienberg *et al.* (1996) att systemiska medel som tebuconazole speciellt vid starka angrepp och i tidiga sorter hade bättre effekt än kontaktverkande medel. I en europeisk arbetsgrupp diskuterades olika fungiciders effekt mot potatisbladmögel men även mot torrfläcksjuka. Av sju aktiva substanser eller kombinationer av två substanser ansåg man att kombinationen zoxamide+mancozeb hade bäst effekt mot torrfläcksjuka följt av mancozeb, propineb och fenamidone+mancozeb (Bradshaw, 2002). Azoxystrobin och ytterligare några andra strobiluriner var inte medtagna i denna sammanställning.

Resistenta sorter vore naturligtvis en bra lösning, både genom att begränsa angrepp av torrfläcksjuka och användningen av bekämpningsmedel. Skillnader mellan sorter rapporterades ifrån flera länder (exempelvis Pelletier & Fry, 1990). Sortskillnader i en undersökning med tre sorter, var ofta mindre senare på säsongen än tidigare (Pelletier & Fry, 1989). Det rådde ett starkt samband mellan sortens mognadstid och dess resistens. Tidigt mognande sorter var mer mottagliga än sent mognande sorter (Johanson & Thurston, 1990). Nya resistenskällor finns (Boiteux LS *et al.*, 1995; Christ & Haynes, 2001; Gopal, 1998) och metodutveckling (Stewart & Bradshaw, 1993) samt förädling pågår i flera länder.

"In recent years, early blight tuber infection has been increasing despite the increased use of foliar fungicides for late blight management. The same fungicides are also recommended for early blight control, so this increase is surprising. Some cultivars such as 'FL1625', 'Ítasca', 'NorDonna' seem to be especially susceptible to early blight tuber infection, so one management scheme is to avoid susceptible cultivars. Because tubers become infected when leaf-produced spores enter harvest wounds in the soil, maintaining effective control to early blight on the foliage is important" (Secor & Gudmestad, 1999).

Växtföljden har betydelse för hur tidigt angreppet av torrfläcksjuka börjar. Om potatis odlades ofta i växtföljden observerades symptom av torrfläcksjuka cirka en vecka tidigare än om avståndet mellan potatisgrödorna i växtföljden var längre (Shtienberg & Fry, 1990a). I preliminära undersökningar visade Weisz *et al.* (1994) att avståndet mellan förra årets potatisfält och årets hade betydelse. Angreppen minskade tydligt efterhand som avståndet mellan fälten ökade, från 0 till 1,3 km.

Att minska skador på potatisplantorna, såväl mekaniska som sådana som exempelvis insekter orsakar, och annan stress samt att vidmakthålla en god växtnäringsstatus, inte minst vad avser kväve, begränsar angreppen av torrfläcksjuka.

Material och metoder i de svenska undersökningarna

Metodiken i inventeringsundersökningarna för de två åren finns beskriven i examensarbetet av Nina Persson (Persson, 2002). Fältförsöken i företagets regi utfördes av Hushållningssällskapen i Skåne. Dessa fältförsök var inte alltid regelrätta fältförsök utan mer observationsförsök, vilket medförde att tolkningarna fick göras med försiktighet. GEP-försöken under 2002 är regelrätta officiella provningsförsök utförda enligt EU:s riktlinjer.

Resultat från svenska undersökningar

Observationer

Under 1997 upptäcktes rötangrepp av okänt ursprung på sorten Bintje hos vissa odlare. Först trodde man att angreppen var orsakade av *Fusarium spp.* Rötangreppen hade stor betydelse för vissa odlare eftersom de kunde medföra stora prisavdrag. Vissa odlare hade så mycket som 50% knölangrepp. Fläckarna var svåra att skala bort. Under 1998 konstaterades att angreppen berodde på *Alternaria*-svampen. Angrepp på bladverket noterades först senare under säsongen. I vissa odlingar orsakade torrfläcksjuka en ansenlig och alltför tidig nedvissning. Även i fält som ej tidigare haft angrepp kunde svampen orsaka stor skadegörelse. Som redan nämnts angreps blasten i Bintje samt dessutom Shepody och Frieslander. I de två sistnämnda sorterna förekom dock inte knölangrepp i större omfattning. Knölangreppen hade inte alltid utvecklats vid skördetillfället utan uppträdde först efter några veckors lagring (Paulsson, 2002).

Vissa odlare har de senaste åren haft ständiga problem. En förklaring skulle kunna vara förekomsten av nattskatta, ett vanligt ogräs hos dessa odlare. *Alternaria*-liknande fläckar observerades nämligen på detta ogräs (Paulsson, 2002).

Angrepp av torrfläcksjuka i sprutspåren, inte minst på vändtegar, är en vanlig iakttagelse. Därefter sprider sig *Alternaria*-svampen utåt i fältet. Sannolikt är det så att jordburen *Alternaria*-smitta stänker upp på bladen i samband med besprutningar och kupningar.

Iakttagelser gjordes att nya sorter verkar vara mer känsliga än gamla (Paulsson, 2002).

Inventering odlingsåret 2001

Under 2001 undersöktes förekomsten av bladfläckar i sammanlagt 25 av Lyckeby's Stärkelsen, Solanums, OLWs och Estrellas fält en gång per vecka med start vecka 26 och avslut vecka 36. I många av fälten bidrog torrfläcksjuka starkt till en tidig nedvissning. År 2001 var ett år med ovanligt hög temperatur vilket kan förklara de stora angreppen, i vissa fall upp till 50% angripen bladyta (Persson, 2002).

I en försöksserie med olika stärkelsepotatissorter och gödsling med tre olika kvävemängder, 100, 150 och 200 kg N/ha, graderades angreppen av torrfläcksjuka vid tre tillfällen under augusti. Skillnader påvisades mellan olika sorter samt dessutom att angreppet ökade markant på en vecka men mest vid den lägre kvävetillförseln. Sena sorter som Verba, Kardal och Dinamo angreps mest. Resultaten redovisas utförligt av Persson (2002).

Inventering odlingsåret 2002

Under år 2002 gjordes veckovisa observationer och graderingar i 34 fält, nu även i Halland och Kalmar-Ölandområdet. I jämförelse med utvecklingen under år 2001 skedde uppförökningen av *Alternaria spp.* i matpotatis något senare under säsongen 2002. Det slutliga angreppet år 2002 blev inte heller lika stort som under 2001. Även i chipspotatis var angreppen av

torrfläcksjuka lägre 2002 än under 2001. I stärkelsepotatis var angreppen av torrfläcksjuka påtagliga under båda åren i Kristianstadsområdet.

Företagens fältförsök 1999 och 2002

I ett fältförsök utlagt i Köpingsbro-området 1999 i sorten Bintje provades Funguran OH (kopparshydroxid 490 g/l) 4 x 3,5 l och Amistar (azoxystrobin 250 g/l) 3 x 0,5 l. Funguran OH hade ingen effekt enligt graderingar gjorda den 20 respektive den 30 augusti. Amistar hade 43% effekt den 20 augusti och 35% effekt tio dagar senare. Behandling med Amistar medförde en skördeökning på 10% men även behandling med Funguran OH ökade skörden med 4%. Behandling med Amistar ökade knölstorleken. Olika tester utfördes på knölprover från de olika behandlingarna. Behandling med Amistar minskade inte antalet svarta fläckar. *Alternaria*-testen påvisade minskade angrepp på knölar uttagna från demorutor behandlade med Amistar.

I ett försök år 2002 på Hellegården utanför Kristianstad behandlades 12 stärkelsepotatissorter med Amistar (azoxystrobin 250 g/l) vid två tillfällen, 0,5 l/ha den 26 juli följt av 0,5 l/ha den 8 augusti, dock bara i ett av försökets block. Sorterna i detta block gödslades med 100 kg N/ha. I försöket noterades starka angrepp av torrfläcksjuka men även stritskador förekom. Den genomsnittliga nedvissningen i de 12 sorterna var den 5 september i det obehandlade blocket 94% och i det behandlade blocket 72%. I genomsnitt över de 12 sorterna medförde dubbelbehandlingen med Amistar 16% högre stärkelseskörd än i det motsvarande obehandlade blocket i försöket. Detta motsvarade en över de tolv sorterna genomsnittlig skördeökning på cirka 1500 kg stärkelse per hektar. Variationen var stor mellan de 12 sorterna men eftersom resultatet endast baserar sig på ett behandlat och ett obehandlat block, i och för sig med tolv sorter, kan egentligen inga slutsatser dras.

Officiella GEP-försöken 2002

Tyvärr var angreppen av torrfläcksjuka i dessa fyra fältförsök små och sena. Graderingarna gav inga tydliga signaler om de olika fungicidernas effekt. Inga angrepp av *Alternaria*-angripna knölar påvisades vid genomgång av tio kg för hand uppgrävda knölar per försöksruta, således 40 kg per försöksled.

Diskussion

Torrfläcksjuka är en av alla de skadegörare som begränsar potatisens tillväxt. Självklart måste vi öka vår kunskap om enskilda skadegörare men i inventeringarna under de båda åren 2001 och 2002 noterades ytterligare ett antal skadegörare som exempelvis potatisbladmögel (orsakad av oomyceten *Phytophthora infestans*), gråmögel (orsakad av svampen *Botrytis cinerea*), lackskorv/groddbränna/filtsjuka (orsakad av svampen *Rhizoctonia solani*), svartpricksjuka (orsakad av svampen *Colletotrichum coccodes*) (Buonaurio, 2002), Vissnesjuka (orsakad av *Verticillium* spp. som är den viktigaste skadegöraren i det så kallade PED-syndromet, Potato

Early Dying) och stritskador (orsakade av *Empoasca vitis*, *Empoasca solani* och *Eupteryx atropunctata*) (Larsson, 2003). Med våra begränsade resurser är det kanske bättre att vi i kommande undersökningar se mer till helheten. För att skörden av potatis skall bli så hög som möjligt krävs att alla faktorer som påverkar tillväxten utnyttjas optimalt. Hur gör vi det? För att komma vidare är vi några SLU-forskare som i projektet "Stay-green: ett koncept för höga potatisskördar" till viss del vill efterlikna ett projekt som nyligen avslutades inom sockerbetsodlingen, 4T (Tillväxt Till Tio Ton socker) (Blomquist, 2002; Blomquist & Wildt Persson, 1998). Kontakt har också tagit med danska forskare. 4T-projektet var unikt inte minst genom att angreppssättet var tvärvetenskapligt (som sträckte sig över flera vetenskapliga områden) och att forskarna inom de olika områdena kom att arbeta i ett konstruktivt nätverk där erhållen kunskap från de olika vetenskapliga områdena samordnades till en helhet, en helhet som annars ofta försvinner i dagens specialiserade forskning. I 4T-projektet jämfördes skördevariationen mellan olika odlare. Bland annat gjordes parstudier mellan granngårdar med liknande odlingsbetingelser men olika historiska skördenivåer. Parstudien gav intressanta skillnader mellan gårdar med högre historiska skördenivåer jämfört med gårdar med lägre historiska skördenivåer. Inte mindre än 15 karaktärer från olika vetenskapliga områden som markfysik (infiltration och porositet), markbiologi (angrepp av växtskadegörande svampar och insekter), markkemi (pH och växtnäringstillstånd) och odlingsteknik beskrev dessa skillnader i skörd mellan pargårdarna. Exempelvis skedde sådden tidigare och fröplaceringen var närmare bearbetningsbotten på "plusgårdarna", de med de högre historiska skördenivåerna. Dessutom utfördes fältförsök och klimatkammarstudier i biotronen i Alnarp för att på ett vetenskapligt sätt förklara angelägna frågor. Odlarnytan av 4T-projektet är stor, bland annat har biotrostudierna visat att sockerbetans tillväxtkapacitet avsevärt kan förbättras genom rätt näringsproportioner. 4T-projektet har inneburit stora kostnader men för att komma vidare är vi övertygade om att svensk eller skandinavisk potatisodling måste göra en liknande satsning. Enligt vår mening bör denna satsning vara bred med inriktning på markkemi (växtnäring), markfysik (jordstruktur, packning och infiltration), markbiologi (rottillväxt, daggmaskar), biotiska skadegörare och odlingsteknik. I potatis måste naturligtvis kvalitetsaspekterna få en central roll.

Sammanfattning

Torrfläcksjuka som orsakas av *Alternaria solani* förekommer varje år i svenska potatisodlingar. Denna svampsjukdom har länge betraktas som relativt harmlös eftersom det svenska klimatet inte gynnar svampen. Under senare års varma somrar har observationer och orienterande fältförsök gjorts vilka påvisar att torrfläcksjuka kan ha betydelse. Fortfarande är vår kunskap om denna svampsjukdom liten och ytterligare uppföljande observationer i fält, undersökningar och fältförsök bör göras.

Litteratur

- Anon. 1975. *Alternaria solani*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. No. 475, 2 p.
- Anon. 1985. Nordic Names of Plant diseases and Pathogenes. Bacteria and Fungi. Det kgl. Danske Landhusholdningsselskap. Nordiske Jordbrugsforskere Forening, 547 p. ISBN 87-7026-253-5.
- Bambawale OM & Bedi PS. 1982. Epidemiology of early blight of potato in Punjab. Indian Phytopathology 35, 574-582.
- Blomquist J. 2002. 4T-light. Betodlaren nr. 2, 46-47.
- Blomquist J & Wildt Persson T. 1998. Parstudien söker svåra samband. Samarbetan 3, 7-9. Sockernäringsens Samarbetskommitte'.
- Boiteux LS & Reifschneider FJB. 1994. Potato early blight caused by *Alternaria alternata* in Brazil. Plant Disease, 78, 101.
- Boiteux LS, Reifschneider FJB, Fonseca MEN & Buso JA. 1995. Search for sources of early blight (*Alternaria solani*) field resistance not associated with vegetative late maturity in tetraploid potato germplasm. Euphytica 83, 63-70.
- Bradshaw NJ. (ed.) 2002. Report of the fungicide sub-group: Discussion of potato late blight fungicide properties & characteristics. Seventh workshop of a European network for development of an integrated control strategy of potato late blight, Poznan, Poland 2-6 Oct. 2002, 5 p.
- Buonaurio R. 2002. Occurrence of black dot of potato caused by *Colletotrichum coccodes* in central Italy. Plant Dis. 86, 562.
- Christ BJ. & Haynes KG. 2001. Inheritance of resistance to early blight disease in a diploid potato population. Plant Breeding 120, 169-172.
- Franc GD, Harrison MD & Lahman LK. 1988. A simple day-degree model for initiating chemical control of potato early blight in Colorado. Plant Disease 72, 851-854.
- Fry WE & Shtienberg D. 1990. Integration of host resistance and fungicide to manage potato diseases. Can. J. Plant Pathol. 12, 111-116.
- Gopal J. 1998. Heterosis and combining ability analysis for resistance to early blight (*Alternaria solani*) in potato. Potato Research 41, 311-317.
- Guenther JF, Wiese MV, Pavlista AD, Sieczka JB & Wyman J. 1999. Assessment of pesticide use in the U.S. potato industry. Amer J of Potato Res 76, 25-29.
- Herrera Foessel SA. 2002. Torrfläcksjuka i potatis, en litteraturgenomgång. Medd. från södra jordbruksförsöksdistriktet, nr 55, 30:1-30:12. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Herrera Foessel SA, Wiik L & Berg G. 2003. Bladfläckar på potatis. Slutrapport, inventering 2002.
- Hammarlund C. 1942. Växtsjukdomar på fruktträd, bärbuskar, grönsaks- och prydnadsväxter. Utökad och bearbetad för svenska förhållanden. Sidorna 339-340. Original av Gram E & Weber A. 1940. Plantesygdome.
- Harrison MD & Venette JR. 1970. Chemical control of potato early blight and its effect on potato yield. Am. Potato J. 47, 81-86.

- Hide GA & Lapwood DH. 1992. Disease aspects of potato production. In *The Potato Crop* (Harris PM ed.). Chapman & Hall.
- Holley JD, Hall R & Hofstra G. 1985. Effects of cultivar resistance, leaf wetness duration and temperature on rate of development of potato early blight. *Can. J. Plant Sci.* 65, 179-184.
- James WC. 1981. Estimated loss of crops from plant pathogens. In *Handbook of Pest Management in Agriculture* (Pimentel D ed.), vol. 1, 79-93.
- Johanson A & Thurston HD. 1990. The effect of cultivar maturity on the resistance of potatoes to early blight caused by *Alternaria solani*. *Am. Potato J.* 67, 615-623.
- Johnson KB. 1992. Evaluation of a mechanistic model that describes potato crop losses caused by multiple pests. *Phytopathology* 82, 363-369.
- Johnson KB & Teng PS. 1990. Coupling a disease progress model for early blight to a model of potato growth. *Phytopathology* 80, 416-425.
- Johnson KB, Radcliffe EB & Teng P. 1986. Effects of interacting populations of *Alternaria solani*, *Verticillium dahliae*, and potato leafhopper (*Empoasca fabae*) on potato yield. *Phytopathology* 76, 1046-1052.
- Larsson H. 2003. Bekämpning av stritar (*Empoasca* sp.) i stärkelsepotatis 1997-2002. 20. Danske Planteværnskonference 4. -5. Marts 2003. Danmarks JordbrugsForskning.
- MacKenzie DR. 1981. Association of potato early blight, nitrogen fertilizer rate, and potato yield.
- Olofsson B. 1993. Bladfläckar på potatis. Faktablad om växtskydd. Trädgård. 168 T, 4 s. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Pasche JS, Wharam CM & Gudmestad NC. 2002. Shift in sensitivity of *Alternaria solani* (potato early blight) to strobilurin fungicides. The BCPC Conference - Pests & Diseases, 8D-10 vol. 2, 841-846.
- Patterson CL. 1991. Importance of chlamydospores as primary inoculum for *Alternaria solani*, incitant of collar rot and early blight of tomato. *Plant Dis.* 75, 274-278.
- Paulsson S. 2002. Personligt meddelande.
- Pavek JJ & Corsini DL. 1994. Inheritance of resistance to warm growing season fungal diseases. In *Potato Genetics*. Bradshaw JE & Mackay GR (eds.), 403-427.
- Pelletier JR & Fry WE. 1989. Characterization of resistance to early blight in three potato cultivars: Incubation period, lesion expansion rate, and spore production. *Phytopathology* 79, 511-517.
- Pelletier JR & Fry WE. 1990. Characterization of resistance to early blight in three potato cultivars: Receptivity. *Phytopathology* 80, 361-366.
- Persson N. 2002. Bladfläckar på potatis - en pilotstudie. Examensarbete inom agronomprogrammet 2002, 46 s. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Petrunak DM & Christ BJ. 1992. Isozyme variability in *Alternaria solani* and *A. alternata*. *Phytopathology* 82, 1343-1347.
- Pscheidt JW & Stevenson WR. 1986. Comparison of forecasting methods for control of potato early blight in Wisconsin. *Plant Disease* 70, 915-920.
- Rotem J, Cohen Y & Bashir E. 1978. Host and environmental influences on sporulation in vivo. *Ann. Rev. Phytopath.* 16, 83-101.

- Secor GA & Gudmestad NC*. 1999. Managing fungal diseases of potato. *Can. J. Plant Pathol.* 21, 213-221.
- Shtienberg D*. 2001. Integrated management of early and late blights of potatoes in Israel. *African Crop Science Journal*, vol. 9, 203-207.
- Shtienberg D & Fry WE*. 1990a. Influence of host resistance and crop rotation on initial appearance of potato early blight. *Plant Dis.* 74, 849-852.
- Shtienberg D & Fry WE*. 1990b. Field and computer evaluation of spray-scheduling methods for control of early and late blight of potato. *Phytopathology* 80, 772-777.
- Shtienberg D, Blachinsky D, Ben-Hador G & Dinoor A*. 1996. Effects of growing season and fungicide type on the development of *Alternaria solani* and on potato yield. *Plant Dis.* 80, 994-998.
- Simmons EG*. 2000. *Alternaria* themes and variations (244-286) species on solanaceae. *Mycotaxon*, vol LXXV, 1-115.
- Stewart HE & Bradshaw JE*. 1993. A glasshouse test for assessing resistance to early blight (*Alternaria solani*). *Potato Research* 36, 35-42.
- van der Waals J*. 2001. A review of early blight of potato. *African Plant Protection*, 7:2, 91-102.
- van der Waals J*. 2002. Early blight of potatoes. www.saspp.org, 9 p.
- Weir TL, Huff DR, Christ BJ & Romaine CP*. 1998. RAPD-PCR analysis of genetic variation among isolates of *Alternaria solani* and *Alternaria alternata* from potato and tomato. *Mycologia* 90:5, 813-821.
- Weisz R, Smilowitz Z & Christ B*. 1994. Distance, rotation, and border crops affect colorado potato beetle (*Coleoptera: Chrysomelidae*) colonization and population density and early blight (*Alternaria solani*) severity in rotated potato fields. *J. Econ. Entomol.* 87, 3, 723-729.

Bekämpning av stritar (*Empoasca sp.*) i stärkelsepotatis 1997-2002

Control of leafhoppers in starch potatoes

Hans Larsson

Institutionen för växtvetenskap

Box 44, 23053 Alnarp

Sverige

Summary

There is a general need for control of leafhoppers in starch potatoes in the Kristianstad district. Control of leafhoppers kept the tops green 2-3 weeks longer compared with untreated. The yield response in potatoes varied from 2 to 22 tons/ha, but the starch content also increased giving an yield response of starch from 500 to 6500 kg/ha. Prestige as a treatment of the seed potatoes had a very good effect on both leafhoppers and aphids and can replace the treatments with pyrethroids.

Inledning

Stritar i potatis är ett uppmärksammat problem sedan 1982 i Sverige (Nilsson 1990). Efter rapporter om dåliga effekter mot stritar i mitten på 1990talet startades nya undersökningar i Kristianstadsområdet 1997.

Projektet planerades för att belysa förekomst av stritar och bladlöss i potatis och hur insekterna kan bekämpas med olika strategier vad det gäller tidpunkter och val av bekämpningsmedel. Dessutom tittar vi på bekämpningströsklar och prognosmodeller. Projektet har finansierats med hjälp av Jordbruksverket, kemiföretagen, Skåneforsöken och Stärkelsen.

Metoder

Fyra parcellförsök per år har normalt utförts i fabrikspotatis med parceller på 4,5 x16 meter. Försöken har bladmögelbehandlats enligt gårdens behandling. Fältförsöken har utförts enligt GEP-standard. Under åren har många olika preparat testats, som jämförelsepreparat har Sumi-

alpha 5FW i dosen 0,5 l/ha använts. Här presenteras resultat med Prestige sprutbetning på knölarna i sättaren. Standardbehandling är Sumi-alpha sprutat två gånger, den första gången ca. 10 dagar efter första inflygningen ca 20 juni och den andra gången innan den nya generationen kommer fram i slutet på juli. Vid tre sprutningar utfördes den första så fort inflygning konstaterades. Ledet med en sprutning utfördes i juni. Projektet har pågått 1997-2002. Totalt har 26 försök utförts.

| Försöksplaner |
|---------------------------------------|
| A Obehandlat |
| B Sumi-alfa 3 gånger 0,5+0,5+0,5 l/ha |
| C Sumi-alfa 2 gånger 0,5+0,5 |
| D Sumi-alfa 1 gång 0,5 |
| F Prestige 370 FS betning 60 ml/dt |

Prestige innehåller imidacloprid och svampbetning pencycuron i samma dos som Monceren. Gula klisterfällor användes för att studera flygningen av vuxna stritar och var utplacerade i försöken i obehandlat led i alla block och lästes av en gång i veckan från slutet på maj till början på oktober.

Stritnymfer liksom bladlöss räknades av på 20 blad/parcell var 14 dag. Alla försöken har legat i fabrikspotatisdistriktet kring Kristianstad.

Resultat

Klisterfällor

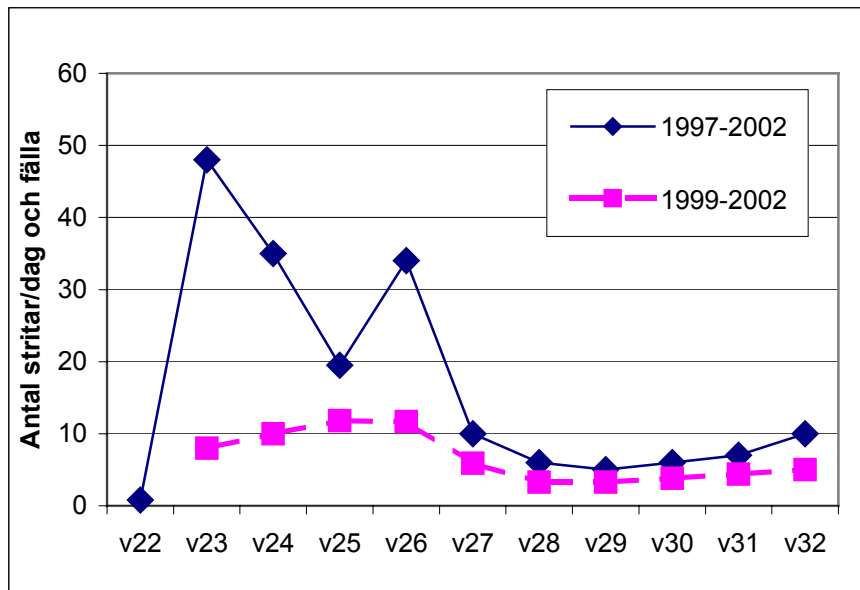
Mycket stora inflygningar konstaterades 1997 och 1998 medan inflygningarna de sista fyra åren varit ganska likartade (Figur 1). Endast en generation förekommer även om äggläggningen är väldigt utdragen.

Förekomst och effekter på insekter

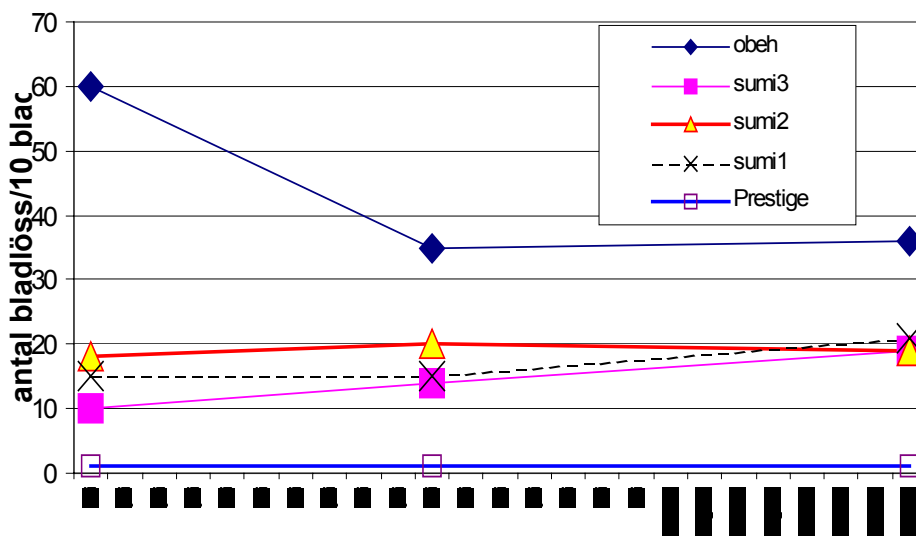
Nivån av stritnymfer har varierat mellan 17-293/10 blad och bladlössen mellan 3-2245/10 blad. De fyra senaste åren har dock nivåerna på både stritar och bladlöss varit måttliga med stritnymfer mellan 17-90/10 blad och bladlöss mellan 3-800/10 blad.

Nymfförekomsten som ett medeltal för de senaste fyra åren framgår av figur 3 (16 försök).

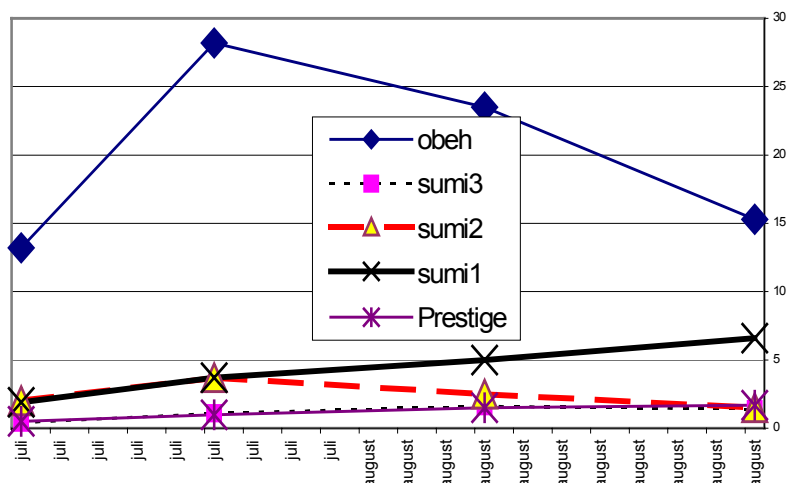
Prestige och Sumi-alpha sprutat två eller tre gånger hade bra effekt medan Sumi-alpha sprutat en gång inte hade tillräckligt lång effekt. Mot bladlöss hade Prestige en mycket säker effekt alla fyra åren även om populationerna varit låga (Figur 2).



Figur 1. Antal stritar per dag i klisterfällor, jämförelse 1997-2002 och 1999-2002. Number of leafhoppers in sticky traps, 1997-2002 and 1999-2002.



Figur 2. Effekter på bladlöss 1999-2002. Totalt 16 försök. Prestige hade den bästa effekten. Control of aphids 1999-2002. Average of 16 field trials.

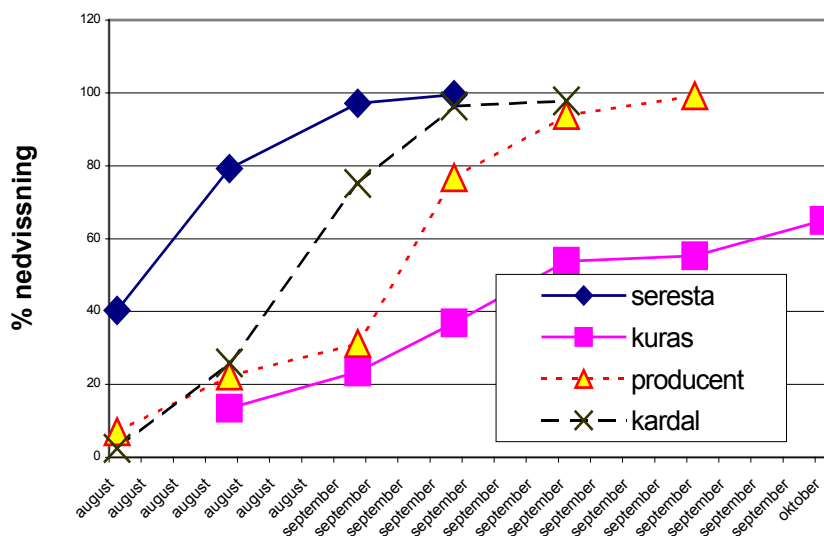


Figur 3. Effekter på stritnymfer 1999-2002. Totalt 16 försök. Prestige och Sumialpha sprutat två och tre gånger hade den bästa effekten. Control of leafhoppers 1999-2002. Average of 16 field trials.

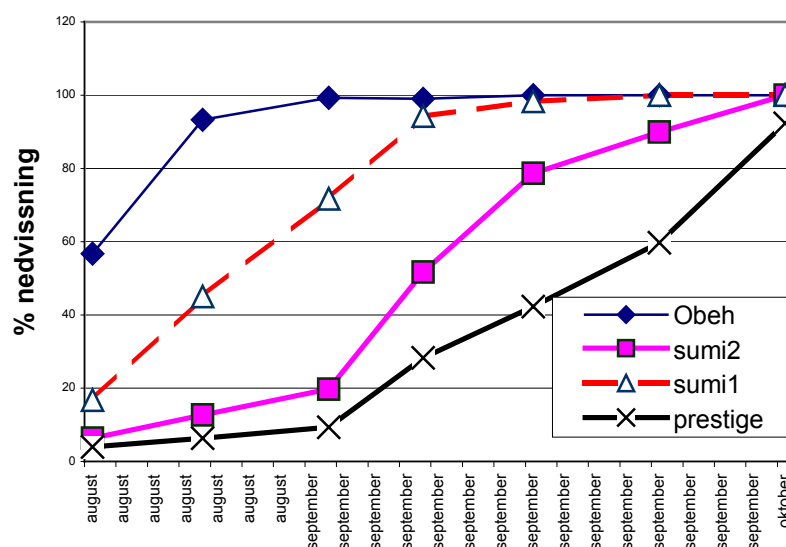
Nedvissningsgraderingar av blasten i parcellförsöken

Nedvissningen har graderats vid 7-9 tillfällena. I figur 4 finns nedvissningen för de olika sorterna Seresta, Kardal, Producent och Kuras som ett medeltal för två år.

Den snabbaste nedvissningen skedde i Seresta medan Kardal och Producent hade ungefär samma nedvissning i tiden. Intressant är att Kuras stod emot nedvissningen mycket länge. I figur 5 visas nedvissningen i sorten Seresta för obehandlat och behandlade led 2002. Försöket är ett exempel på att Prestigebetningen kunnat stå emot nedvissningen mycket länge. Nedvissningen har alltså försenats och blasten har hållits grön ca. 5 veckor längre i de behandlade parcellerna. Nedvissningens fördröjning räknas från den dag då obehandlat hade ca. 50% nedvissning tills samma nedvissning uppnåts i behandlat.



Figur 4. Nedvissning i olika sorter i obehandlat. Medeltal av två år. Wilting in untreated of different varieties. Average from two years.



Figur 5. Nedvissning efter olika behandling. Sorten Seresta 2002. Wilting after different treatments. Variety Seresta 2002.

Skörderesultat

Merskördarna efter behandling mot stritar blev mycket stora och beroende på hur mycket stritar som registrerats i försöken. I tabell 1 har försöken klassindelats beroende på storleken

Tabell 1. Klassindelning av försöksmaterialet i fyra klasser efter merskörd i bästa behandlat led. Classification of the yield response with insecticide in four classes.

| Klassindelning efter merskörd | <1,8 | 1,8-2,8 | 2,8-3,8 | >3,8 |
|----------------------------------|-------|---------|---------|-------|
| Ton stärkelse/ha | | | | |
| Antal försök | 6 | 7 | 6 | 7 |
| Antal stritar/10 blad | 40 | 56 | 64 | 113 |
| Antal bladlöss/10 blad | 122 | 220 | 277 | 766 |
| Antal dagar försenad nedvissning | 13 | 13 | 21 | 22 |
| Knölskörd obeh.ton/ha | 46 | 45 | 46 | 47 |
| Knölskörd behand.ton/ha | 51 | 53 | 58 | 64 |
| Merskörd knölar ton/ha | 5,4 | 8,5 | 11,6 | 16,3 |
| Stärkelsehalt % beh. | 20,9 | 22,3 | 23,6 | 22,8 |
| Ökning i stärkelsehalt | 0,2 | 0,7 | 1,2 | 2,0 |
| Stärkelseskörd beh. ton/ha | 10,73 | 11,96 | 13,65 | 14,64 |
| Merskörd stärkelse | 1,19 | 2,25 | 3,27 | 4,64 |

på merskörderna. Knölskörderna i obehandlat var ungefär lika stora i de olika klasserna. Ökningen i knölskörd var mellan 5-16 ton/ha men samtidigt ökade stärkelsehalten mellan 0,2-2,0 %,

varför ökningen i stärkelseskörd blev mellan 1,2-4,6 ton/ha. I tabell 2 visas stärkelseskördarna för de tre senaste åren för olika behandlingar. Prestigebetningen har varit lika bra som Sumialpha sprutat två eller tre gånger medan Sumialpha sprutat en gång inte nått upp till samma skördeökning.

Tabell 2. Stärkelseskördar för behandling mot stritar de senaste tre åren. 4 försök /år.
Yield response of starch after treatment of leafhoppers.

| | 2002 | 2001 | 2000 | Medeltal |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| Obehandlat | 10,89 | 10,69 | 10,25 | 10,64 |
| Sumialpha 3 ggr | 13,82 | 13,39 | 13,13 | 13,49 |
| Sumialpha 2 ggr | 13,53 | 13,26 | 13,05 | 13,32 |
| Sumialpha 1 ggr | 12,69 | 12,51 | 12,56 | 12,63 |
| Prestige | 14,27 | 13,57 | 12,73 | 13,54 |

Diskussion

Försöken som utfördes på 1980talet uppvisade inte alls samma merskördar för behandling som den nu genomförda undersökningen. Troligen är potentialen för att ta ut större skördar bättre idag genom bättre sorter, bättre gödsling och bevattning osv.

Upprepade insektsbehandlingar innebär stor risk för resistens hos insekterna. Resistens hos bladlössen i potatis konstaterades också 2001, ett faktum som troligen beror på den intensiva behandlingen mot stritar. Bekämpningen mot stritar har heller inte inskränkt sig till de två behandlingar som rekommenderats från rådgivningen. Eftersom stora värden står på spel för odlaren har oftast en extra tidig bekämpning satts in redan i början på juni när stritarna flugit in till fälten.

Betning har stora fördelar jämfört med sprutningar eftersom nyttodjuret oftast inte kommer i kontakt med medlet. Speciellt tidiga sprutningar som sätts in innan potatisen täcker marken drabbar ofta nyttodjuret på markytan hårt. Vi kan jämföra med situationen i sockerbetsodlingen där imidaclopridbetningen minskat både bekämpningar efter betornas uppkomst mot trips och betfluga och också minskat bekämpningarna mot bladlöss senare på sommaren.

Sammanfattning

Det finns ett generellt behov att bekämpa stritar i fabrikspotatis i Kristianstadsområdet. Bekämpning av stritar har medfört att potatisen hållits grön 2-3 veckor längre än obehandlat och i extrema fall 5 veckor längre.

Merskördarna i knölskörd har varierat från 2-22 ton/ha men även stärkelsehalten har ökat varvid merskörden i stärkelse varierat från 0,5 till 6,5 ton/ha.

Prestige kan ersätta bekämpningarna med pyretroid mot stritar i fabrikspotatis. Prestige har också utmärkt effekt mot bladlössen i potatis.

Användningen av ett betningsmedel skonar troligen nyttoinsekterna och gör att resistens inte utvecklas så lätt.

Referenser

Johnson F. 1997. Populationsstudier och bekämpningsstrategier för stritar i fabrikspotatis.

Examensarbete Institutionen för växtskyddsvetenskap. 73 sidor.

Nilsson C. 1990. Bekämpning av insekter i potatis. 31:a svenska växtskyddskonferensen. 212-219.

Mop-top i Danmark – status og perspektiver

Potato mop-top virus in Denmark – status and perspectives

Steen Lykke Nielsen, John Larsen & Mogens Nicolaisen
Danmark JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Kim Rask Hansen
G Kartoffler
Industrivej 2
DK-7200 Grindsted

Fin Trosborg
Estrella A/S
Vestre Havnepromenade 21
DK 9100 Aalborg

Summary

Spraing provoked by potato mop-top virus is considered to be one of the most important problems in Danish potato growing. Here we give a status on our research activities in potato mop-top virus (PMTV) and its powdery scab vector *Spongospora subterranean* with main emphasis on the development of methods to detect PMTV and its vector and on the development of disease control methods.

ELISA and PCR tests to detect PMTV have been developed, and both were found to be reliable methods. Test of tubers without spraing has shown that PMTV is often present latent in tubers. The susceptibility of potato varieties to develop mop-top spraing has been characterised. A method to screen for resistance of potato varieties to PMTV, based on a water pond culture system, has not yet been successful. Seventeen common weeds have been tested as alternative hosts. No new host was found for PMTV while 13 weeds hosted powdery scab. A method based on temperature stress to forecast how much spraing a lot of tubers will develop during storage has been developed. Twenty Danish isolates of PMTV have been characterised, and they could be separated into a group A and a group B based on nucleotide sequence differences in RNA 2 and into 3 groups based on the severity of symptoms development. An

attempt to develop a PCR-based method to detect PMTV in resting spores in soil samples has not been successful, even though a very sensitive nested PCR-method was developed and used. Biological control of powdery scab, using commercial microbiological products, is under investigation.

Key words

Potato mop-top virus, kartoffelmop-topvirus, *Spongospora subterranea*, spraing, potato, *Solanum tuberosum*.

Indledning

Siden virussygdommen mop-top blev påvist i Danmark første gang i 1986, har den bredt sig i landet. En undersøgelse omfattende data for årene 1987-93 viste, at mop-top forekom i de vigtigste kartoffeldyrkningslokaliteter i Jylland (Nielsen & Mølgaard, 1997), og det er den generelle erfaring i erhvervet, at sygdommen nu findes i alle dele af landet, hvor der erhvervs-mæssigt har været dyrket kartofler i en længere periode. Rust i kartofler anses for nærværende for at være et af de største planteværnsproblemer i dansk kartoffelavl på linie med kartoffel-skimmel.

Mop-top-rust fremprovokeres af infektion i knolden af kartoffelmop-topvirus (potato mop-top virus), forkortet PMTV. PMTV overføres fra syge til sunde knolde med *Spongospora subterranea*, som fremkalder pulverskurv. Mop-top-rust ses som rustfarvede pletter, buer og ringe inde i angrebne knolde og i sjældne tilfælde på overfladen. Mop-top-rust kan ikke visuelt skelnes fra ringrust, som fremprovokeres af rattlevirus (tobacco rattle virus, forkortet TRV). TRV hører imidlertid til en anden gruppe virus end PMTV og har en helt anden biologi, bl.a. overføres TRV med fritlevende nematoder. Det er kun muligt at skelne mellem de to typer rust ved at undersøge knoldene for hvilken virus, der er til stede. Det gøres med ELISA og PCR. I den ustrækning der foreligger viden om forskelle i kartoffelsorters modtagelighed for at udvikle de to typer rust, kan denne viden undertiden benyttes til at skelne mellem de to typer rust. PMTV kan også fremprovokere symptomer i toppen, som viser sig som stærkt forkortede stængelstykker mellem bladene, så toppen fremstår som en grenkost, og desuden forekommer der hyppigt stærkt gule pletter på bladene. Top-symptomer fremkommer kun i planter, hvor moderknolden fra starten var inficeret med PMTV. Rustsymptomer fremkommer derimod, når sunde døtreknolde angribes af en PMTV-inficeret pulverskurv. Rust udvikler sig i løbet af lagringsperioden. Det kan undertiden være meget markant. F.eks. blev der i et parti Primula registreret 1% af knoldene med rust ved indlagring og 3 måneder senere havde der udviklet sig rust i 55% af knoldene. I nogle få tilfælde er det registreret i Saturna, at andelen af knolde med rust er faldet gennem lagringsperioden. Det er endnu ikke fastslået, hvad

rust er, og hvilke fysiologiske processer, som ligger bag udviklingen, men rust kan fremprovokeres ved at stresse knoldene, f.eks. gennem pludselige temperaturskift.

Tabel 1. Vigtige egenskaber for kartoffelmop-topvirus og pulverskurv. Important characters of potato mop-top virus and powdery scab.

| | Kartoffelmop-topvirus Potato mop-top virus | Pulverskurv Powdery scab |
|--|---|---|
| Værtplanter <i>Host plants</i> | Kartoffel, sort natskygge, spinat, bederoe. Potato, <i>Solanum nigrum</i> , spinach, beet | Mange to-kimbladede Hvilesporer dannes kun? i kartoffel. Many dicotyledonous. Resting spores are only? produced in potato |
| Modtagelighed / resistens hos kartoffelsorter. Susceptibility / resistance in potato varieties | Forskelle i rustmodtagelighed Differences in spraing susceptibility exist | Forskelle i resistens Differences in resistance exist |
| Udbredelse i DK Distribution in DK | Antageligt udbredt i alle egne, hvor der har været dyrket kartofler i en årrække. Probably distributed in all old potato growing areas | Almindelig i DK Common in DK |
| Spredning Migration | Med pulverskurv-hvilesporer, virusinficerede læggeknolde og med jord. With resting spores of powdery scab, with virus infected seed tubers, and with soil | Med inficerede læggeknolde og med jord (på læggeknolde, jordfygning, maskiner). With infected seed tuber and, with soil (on seed tubers, soil drift, machinery) |
| Overlevelse i kartoffelfrie år. Survival in potato free years | Min. 15 år i hvilesporer af pulverskurv. Min. 15 years in resting spores of powdery scab | Min. 15 år i form af hvilesporer, som er meget modstandsdygtige. Min. 15 years in form of resting spores that are very resistant |
| Svage punkter Weak characters | Få værtplanter Few host plants | Ingen None |

Ifølge skotske undersøgelser sker infektionen især i knoldsætningsperioden. Vektoren *S. subterranea* angriber rødder og knolde af kartoffel og lever som parasit i planten. Når rødderne henfalder, danner *S. subterranea* hvilesporer, og PMTV kan indlejres i disse. Hvilesporerne kan overleve i jorden i mindst 15 år og er meget modstandsdygtige mod ydre påvirkninger. PMTV kan overleve tilsvarende længe. Om foråret kan hvilesporen spire til en zoospore, som

bevæger sig i jordvandet og angriber rødder og knolde, og hvis zoosporen bærer mop-topvirus, frigøres det i planten. Optimale forhold er omkring 14°C og meget frit vand. Det er ikke fastslået, om det er tilstedeværelsen af eksudater fra kartoffelplanten, som får hvilesporerne til at spire.

PMTV spredes dels med virusinficerede læggeknolde og dels med læggeknolde, hvorpå der sidder fasthæftet jord med PMTV-inficeret pulverskurvhvilesporer. *S. subterranea* spredes tilsvarende med læggeknolde med pulverskurv-læsioner og med tilhæftet jord. Lokalt spredes begge sygdomme med jord på redskaber, og over længere afstande spiller jordfygning antageligt en stor rolle.

Virus kan ikke bekæmpes, men angreb må forebygges. Hvilesporer af pulverskurv kan i praksis ikke bekæmpes. Dog kan varmebehandling anvendes til meget små jordpartier. Zoosporestadiet er følsomt over for zink, og udbringning af zink-oxid eller zink-EDTA anvendes i UK til at bekæmpe pulverskurv. Effekten er dog meget begrænset (Wale, 1992). I tabel 1 er biologiske egenskaber for PMTV og pulverskurv summeret.

Status for undersøgelser af PMTV i Danmark

Påvisning af PMTV

PMTV kan påvises i knolde med ELISA-metoden, mens TRV kun med sikkerhed kan påvises med PCR-metoden. Begge metoder er blevet udviklet, så det er muligt at undersøge knolde med rust for hvilken virus, som har fremprovokeret rusten (Nielsen & Mølgaard, 1997; Nicolaisen *et al.*, 1999) Metoderne benyttes også i Det danske Kartoffelmeristemprogram til at teste, at sorterne i meristembanken er frie for PMTV og TRV. En PCR-metode og en "nested" PCR-metode til at påvise PMTV er desuden implementeret ved DJF, Flakkebjerg. Her er der anskaffet en TaqMan PCR-cykler, som muliggør kvantificering af forekommende virus, som for eksempel kan indgå i undersøgelse af kartoffelsorters resistens.

Det er påvist, at PMTV hyppigt forekommer latent i rustmodtagelige sorter, det vil sige virus er tilstede uden at der er udviklet rust. Det betyder, at visuel kontrol af læggeknolde for rust ikke er en brugbar metode til at bedømme virusinfektionen i et parti kartofler (Nielsen & Mølgaard, 1997).

Sortsundersøgelser for rustmodtagelighed og resistens

En lang række kartoffelsorters modtagelighed for at udvikle mop-top-rust er fastlagt i markforsøg (Nielsen & Engsbro, 1992; Nielsen & Mølgaard, 1997). Undersøgelserne blev udført, før der var adgang til specifikt antistof mod PMTV og PCR-metoden, hvorfor det ikke var muligt at fastlægge virusindholdet i sorterne, men kun hvor meget rust sorterne udvikler. Resultaterne er udbredt til erhvervet blandt andet gennem Grøn Viden

(Nielsen & Engsbro, 1992; Nielsen & Mølgaard, 1996), og kan benyttes af avlere til at fravælge mop-top-modtagelige sorter, hvis deres marker er angrebet af PMTV.

Kartoffelsorters modtagelighed for rust blev som nævnt fastlagt i markforsøg. Disse er imidlertid kostbare, blandt andet fordi infektionstrykket varierer fra år til år. Der er derfor gjort en stor indsats for at afløse markforsøgene med kontrollerede klimakammer- og semi-field-forsøg. Udgangspunktet er et oplæg af Arif *et al.* (1994) som udnytter, at pulverskurvs zoosporer kræver vand for at spredes. Der etableres et vandkulturdyrkningsystem, hvor rødder af en plante, som er vært for både pulverskurv og PMTV, inficeres med PMTV-inficeret pulverskurv. Så snart en sådan infektion er etableret, kan planten sættes sammen med nye sunde planter, og de PMTV-inficerede zoosporer vil inficere de nye planter og så videre. Disse planter kan benyttes som infektorplanter i nye vandkulturkar, hvor de sættes sammen med for eksempel små sunde planter af kartoffelsorter, som ønskes testet for resistens over for PMTV. Det har imidlertid vist sig, at det er et meget lidt robust system at arbejde med, blandt andet fordi planterne er meget udsatte for infektion af andre patogener end pulverskurv. Det er desuden generelt et vanskeligt system at arbejde med, fordi det indbefatter to obligate parasitter, som kræver levende planter at vokse i, og der er forskel på, hvordan de opfører sig i forskellige planter. Det kræver desuden nogle planter, som er robuste nok til at vokse i et vandkultursystem. Med hjælp fra dr. Uli Merz, Schweiz er der indarbejdet en metode til hurtigt at etablere en infektion med pulverskurv i rødderne af tomat og tobak. Specifikke PMTV-isolater smittes (inokuleres) via bladene til den udvalgte værtsplante. Viruset skal derefter brede sig systemisk i værtsplanten ned i rødderne, hvor det skal opfanges af pulverskurv-organismen. Det har imidlertid vist sig, at det er uhyre vanskeligt at etablere en infektion af PMTV i rødderne af de samme planter, som er gode værter for pulverskurv. Kartoffel og tomat er gode værter for pulverskurv, men det er ikke muligt at inokulere PMTV til bladene. Tobaksarten *Nicotiana debneyi* er ligeledes en god vært for pulverskurv, robust i vandkultur og PMTV spreder sig systemisk i planten, men det har vist sig, at viruset ikke transporteres ned i rødderne. Tobaksarten *Nicotiana benthamiana* er en optimal vært for både pulverskurv og PMTV, men den har desværre vist sig at være meget lidt velegnet til at dyrkes i vandkultur, idet rødderne i løbet af få uger bliver brune og går til. Det er en enkelt gang lykkedes at etablere en kultur af PMTV-inficeret pulverskurv i rødderne af *Nicotiana benthamiana*, og det blev brugt til at teste en række alternative værtplanter for PMTV og pulverskurv, som omtales senere, men det er ikke lykkedes at reetablere systemet siden med virusinficeret pulverskurv. Der arbejdes for øjeblikket på at afprøve forskellige vandkultursystemer, der sikrer en god udvikling af rødder af *Nicotiana benthamiana* og en tilstrækkelig levetid til, at smitteoverførsel kan ske. Otte kartoffelsorter er ved at blive afprøvet for, om der er forskel i deres modtagelighed for pulverskurv. En af årsagerne til at dette komplicerede vandkultursystem er relevant at etablere er, at det gør det muligt at undersøge separate PMTV-isolaters og pulverskurvisolaters egenskaber og interaktionen mellem dem. Indtil videre er systemet imidlertid ikke tilstrækkeligt robust til, at det kan afløse markafprøvningen.

Undersøgelse af alternative værtplanter

Vandkultursystemet har som nævnt ovenfor i en periode fungeret efter hensigten og blevet benyttet til at undersøge om 17 ukrudtsarter, almindeligt forekommende i midtjyske kartoffelmarker, er vært for PMTV og pulverskurv. Kun sort natskygge (*Solanum nigrum*) blev inficeret med PMTV i rødderne med virusinficeret pulverskurv, mens hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*) og ligeledes sort natskygge kunne smittes kunstigt ved inokulering gennem bladene. Tretten af ukrudtsarterne blev inficeret med pulverskurv i rødderne (Andersen *et al.*, 2002).

Forudsigelse af hvor meget rust et parti kartofler vil udvikle under lagring

Et parti kartofler, som er inficeret med mop-top-rust, udvikler en stigende andel rust under lagringen. Det har vist sig, at ved at udsætte en prøve af partiet for 18°C i 1 uge efterfulgt af 5°C i 1 uge inden indlagring, er det muligt at fremprovokere den latente rust, så man kan få et groft skøn over, hvor meget rust partiet vil udvikle (Harrison & Jones, 1971; Mølgaard & Nielsen, 1996). Firmaet G Kartoffler har afprøvet systemet over 4 sæsoner på i alt 575 kartoffelpartier. Fra hvert parti blev umiddelbart inden indlagringen det første år udtaget 2 prøver af 100 knolde og de 3 næste år udtaget 3 prøver af hver på 100 knolde. Den ene prøve blev straks analyseret for forekomst af rust ved halvering af hver knold og yderligere halvering af den ene halvdel. Den anden prøve blev udsat for fremprovokering med 7 dage ved 18°C og 7 dage ved 5°C. Derefter blev knoldene bedømt for rust. Den tredje prøve blev lagt urørt på lager ved 5-7°C og udtaget efter 70-90 dage for at blive bedømt for rust. Dette blev gjort for at kunne sammenligne omfanget af den fremprovokerede rust med hvor meget rust, der ville have udviklet sig under lagringen. Resultaterne fremgår af tabel 2. Resultaterne er for hvert år angivet som hvor mange procent af kartoffelpartierne, der efter de officielle sorteringsregler hører til klasse I, klasse II eller er kasseret. Klasse I har maksimalt 3% knolde med rust, klasse II har 3-6% rust og kasseret har over 6% rust. Kun rustpletter over 1 mm medregnes. I for eksempel 1996/97 blev det før fremprovokeringsbehandlingen opgjort, at 70,5% af partierne hørte til klasse I, 16,8% til klasse II og 12,7% af partierne blev kasseret på grund af for meget rust. Efter fremprovokeringsbehandlingen blev der fremprovokeret så meget rust, at andelen af kasserede partier steg til 32,2%, andelen af partier, som blev opgjort til klasse II steg til 18,5% , mens andelen af partier, som levede op til kravene for kvalitet I, faldt til 49,3%.

Resultaterne viser, at temperaturbehandlingen fremprovokerer latent rust, men at der bliver fremprovokeret mere rust, end der ville have udviklet sig under de anvendte lagringsforhold. G Kartoffler konkluderer desuden, at der generelt ikke udvikledes rust i de partier, hvor temperaturbehandlingen ikke fremprovokerede en øget forekomst af rust (resultaterne er ikke vist), og at metoden er arbejdskrævende, men at den giver mulighed for at disponere mere optimalt, så partier, der udviser risiko for rustudvikling, kan afsættes før partiet skal nedklassificeres eller kasseres.

Tabel 2. Resultaterne af 4 års forsøg med fremprovokering af rust ved indlagring for at kunne forudsige rustudviklingen i løbet af lagringsperioden. Resultaterne bygger på analyse af 575 kartoffelpartier. Resultaterne er opgjort som % partier, som blev sorteret til klasse I (maks. 3% rust), klasse II (3-6% rust) eller til kassation pga. for meget rust (> 6% rust) i flg. G Kartofflers kvalitetsnormer. Results of 4 years of trials provoking spraing in tubers of cv. Saturna with the purpose at predicting spraing development during storage. A total of 575 lots of tubers were tested assessing spraing immediately before storage, after temperature provoking (7 days at 18°C and 7 days at 5°C), and after common storage for 70-90 days at 5-7°C, 100 tubers per treatment. The results are shown as % lots sorted as first class (< 3% spraing), second class (3-6% spraing), and rejected (> 6% spraing) according to the official Danish quality norms.

| 1996/97 | Før provokering Before provoking | Efter provokering After provoking | Kontrol efter 90 dage Control after 90 days |
|--|--|---|---|
| Gennemsnitlig rust-% Average % spraing | 2,6 % | 5,2 % | Ikke inkluderet Not included |
| Klasse I First class | 70,5 % | 49,3 % | - |
| Klasse II Second class | 16,8 % | 18,5 % | - |
| Kasseret Rejected | 12,7 % | 32,2 % | - |
| 1997/98 | | | |
| Gennemsnitlig rust-% Average % spraing | 1,1 % | 1,7 % | - |
| Klasse I First class | 91,5 % | 71,6 % | 79,6 % |
| Klasse II Second class | 1,1 % | 13,7 % | 11,4 % |
| Kasseret Rejected | 7,4 % | 14,7 % | 9,0 % |
| 1998/99 | | | |
| Gennemsnitlig rust-% Average % spraing | 1,5 % | 2,3 % | - |
| Klasse I First class | 88,2 % | 83,3 % | 89,2 % |
| Klasse II Second class | 6,9 % | 6,9 % | 10,8 % |
| Kasseret Rejected | 4,9 % | 9,8 % | 0,0 % |
| 1999/2000 | | | |
| Gennemsnitlig rust-% Average % spraing | 1,1 % | 1,7 % | - |
| Klasse I First class | 90,7 % | 87,2 % | 86,6 % |
| Klasse II Second class | 8,1 % | 10,5 % | 11,9 % |
| Kasseret Rejected | 1,2 % | 2,3 % | 1,5 % |

Undersøgelse af variation mellem PMTV-isolater

Det er blevet undersøgt, om der forekommer variation mellem danske isolater af PMTV. Der er derimod ikke udført undersøgelser af pulverskurv. Der blev undersøgt 20 isolater af PMTV indsamlet fra forskellige lokaliteter i Jylland. Isolaterne kunne på grundlag af udvikling af symptomer i 3 indikatorplanter opdeles i 3 grupper: Gruppe med svage, middel og stærke symptomer. På grundlag af analyse af nukleotidsekvensen i et udvalgt stykke af genomet i RNA 2 kunne isolaterne opdeles i to grupper, som næsten er identiske med to svenske isolater. Det var derimod ikke muligt at finde et sammenhæng mellem den biologiske og den genetiske gruppering og ej heller i relation til isolaternes geografiske oprindelse (Nielsen & Nicolaisen, 2003). Ved sammenligning med resultater af undersøgelser af udenlandske isolater af PMTV kan konkluderes, at variationen mellem isolater af PMTV generelt er meget lille.

Jordprøvetests for PMTV

Jordbårne sygdomme påvises traditionelt med fangplanter, hvor man prikler en værtplante i jordprøven, hvorefter patogenet vil angribe rødderne og opformerer sig til et niveau, så det kan påvises. For PMTV benyttes tobaksarter som fangplante for pulverskurven, som afgiver viruset i plantens rødder, hvor viruset, efter en opformeringsperiode, kan påvises med ELISA. Pulverskurvs hvilesporer forekommer i så lave koncentrationer i danske kartoffeljord, at det er nødvendigt at opkoncentrere smitten ved at filtrere jorden og benytte fraktionen under 100 μm . En foreløbig undersøgelse i samarbejde med firmaet Estrella A/S har vist, at metoden ikke giver et repræsentativt billede af den faktisk forekommende smitte. Jordprøver blev udtaget vinter/tidligt forår i marker, hvor der efterfølgende blev lagt sorten Saturna, som er meget modtagelig for mop-top-rust, mens den ikke udvikler rust ved angreb af TRV. Der blev udtaget 50 jordstik i 22 cm dybde pr. ha diagonalt i marken. Stikkene pr. mark blev blandet til én prøve. Jordprøverne blev lufttørret ved stuetemperatur og fraktioneret, og 4 ml af fraktionen < 100 μm blev iblandet spagnum i en potte, og der blev priklet 4 *Nicotiana benthamiana* pr. potte. Hver prøve omfattede 4 potter. Som positiv kontrol blev anvendt en smittet filtreret jord og som negativ kontrol ren spagnum. Efter 6 ugers vækst i væksthuse ved 20°C blev rødderne testet for forekomst af PMTV med ELISA. I slutningen af august blev der i markerne med Saturna-afgrøder 15 steder langs samme diagonal, som jordprøverne tidligere var indsamlet langs, opgravet 3 kartoffelplanter pr. sted og heraf udtaget 3 knolde pr. plante, i alt 135 knolde pr. prøve. Disse knolde blev efter en fremprovokeringsperiode (2 uger ved 18°C efterfulgt af 1 uge ved 8°C) skåret i skiver og bedømt for forekomst af rust. Der blev udført forsøg i 1997 og 1998. I 1997 blev undersøgt 8 jord- og knoldprøver. Én jordprøvetest og 3 knoldprøver var positive, men der var ikke overensstemmelse mellem lokaliteten for den positive jordprøve og lokaliteterne for de positive knoldprøver. Rustfrekvensen var imidlertid meget lav i 1997, idet der i alle 3 positive knoldprøver kun var én ud af 135 knolde, som viste rust. I 1998 blev undersøgt 12 prøver. Alle jordprøver var negative, mens 3 af knoldprøverne var positive med rustfrekvenser (vægt-%) på 6, 13 og 32%. Resultaterne viser entydigt, at fangplante-jordprøvetesten i meget stort omfang undervurderer forekomst af smitte, således at kun positive resultater kan betragtes som sikre. Den beskrevne jordprøvetest er desuden langsommelig og dyr. Som alternativ er forsøgt udviklet en metode til direkte at påvise PMTV i jordprøver

vha. PCR. Det er vanskeligt, fordi man skal kunne ekstrahere RNA fra mop-topvirus, som sidder beskyttet inden i de meget resistente hvilesporer af pulverskurv, som ikke kan separeres fra den del af jordfraktionen, som er af samme størrelse og vægtfylde, fordi RNA er ustabil, da jorden indeholder stoffer, som inhiberer dele af RT-PCR-reaktionen og fordi koncentrationen af virus er forsvindende lille i den jordprøve, som det er muligt at håndtere. Det er lykkedes at ekstrahere PMTV-RNA fra "rent" pulverskurv afskrabet fra kartoffelknolde og påvise det med PCR. Det kræver en pulverisering af pulverskurvens hvilesporer, for at kunne komme til at ekstrahere RNA'et. Næste trin har været at blande pulverskurvafskrabet med 100 μ m-fraktionen af jord fra en sandet kartoffeljord. Også her er pulverisering af hvilesporerne nødvendig. Pulveriseringen efterfølges af en fenol-kloroform ekstraktion af RNA, som derefter bliver rensset over to forskellige oprensningssøjler efterfulgt af en RT-PCR med PMTV-specifikke primere. For at øge følsomheden, er en "nested" RT-PCR udviklet. I nogle få tilfælde har det været muligt af påvise PMTV på denne måde, men metoden er ikke reproducerbar. Vi ved ikke nøjagtigt, hvor problemet ligger, men et gæt er, at stoffer i jorden virker inhiberende. Forsøg på at fjerne humusstofferne ved iltning med brintoverilte har ikke været succesfuldt og ej heller forsøg med at fortynde sig ud af problemet. Det må konkluderes, at det ikke er lykkedes at udvikle en brugbar metode til at teste jordprøver direkte for PMTV.

Biologisk bekæmpelse af pulverskurv

I oversigten over pulverskurvs egenskaber i tabel 1 fremgår det lidt provokerende, at organismen ingen svage punkter har undtagen måske i zoospore-stadiet. Forskning i biologisk bekæmpelse af den nært beslægtede organisme *Polymyxa betae*, som angriber roer, har imidlertid vist, at hvilesporerne kan parasiteres af *Trichoderma*-arter (D'Ambra & Mutto, 1986; Kastirr & Smidth, 1990). Isolater af den jordlevende svampeslægt *Trichoderma* produceres kommercielt som mikrobiologiske bekæmpelsesmidler mod en række patogene svampe. På den baggrund er der igangsat et pilotforsøg, hvor forskellige kommercielle mikrobiologiske midler mod svampe afprøves for deres virkning over for hvilesporer af *S. subterranea*, som er iblandet jord, hvor der dyrkes tomat, der er en modtagelig værtplante for pulverskurv. Hvis det viser sig, at et af de mikrobiologiske midler har en bekæmpende virkning på pulverskurv, er intentionen, at midlet kan benyttes til at bejdse læggekartofler for at hindre spredning af PMTV i hvilesporer, som sidder i vedhæftet på læggeknoldene.

Forslag til nye initiativer

Ved et møde om rustproblemer med repræsentanter for kartoffelerhvervet i januar 2002 blev bl.a. følgende spørgsmål og bemærkninger fremsat:

I hvor stor udstrækning spredes mop-top med læggematerialet?

I hvor stor udstrækning foregår overførsel af mop-top med symptomløst læggemateriale?

Er en sort modtagelig, når den får rust, eller er det tegn på en grad af resistens?

Hvor stor indflydelse har jordtyperne på frekvensen af mop-top?

Hvilken værdi har jordprøver?

Flere firmaer søger at etablere mop-top-fri læggekartoffelproduktion.

På baggrund af erhvervets overvejelser og nærværende status over mop-top foreslås følgende initiativer til overvejelse for at komme videre med håndtering af mop-top i Danmark. Det er vigtigt at gøre sig klart, at mop-top ikke kan udryddes og ikke kan kontrolleres med én enkelt metode. Det kan tilstræbes at kunne reducere problemets omfang ved at anvende flere forskellige tiltag, som hver bidrager lidt til at reducere problemet.

Biologisk bekæmpelse

Igangværende undersøgelser vil vise, om det er muligt at bekæmpe pulverskurv med mikrobiologiske midler. Selv om det pågående pilotforsøg skulle falde negativt ud, vurderer vi potentialet som den mest lovende indfaldsvinkel til videre forskning. Foruden test af effektiviteten af tilgængelige mikrobiologiske midler kan man undersøge, om der findes jordlevende organismer, som æder eller nedbryder pulverskurvs hvilesporer eller zoosporer som f.eks. springhaler, jordlevende svampe og bakterier. I positivt fald kan de anvendes til at bejdse læggeknolde med for at nedbryde evt. smitte i jord uden på læggeknolde eller gennem valg af efterafgrøder, at reducere jordens pulje af hvilesporer. En litteraturudredning dækkende biologisk bekæmpelse af nært beslægtede svampe som f.eks. *Polymyxa* og kålbrok vil være relevant for at få ny inspiration. Tilsvarende vil en undersøgelse af, om mykorrhiza-dannende svampearter etableret i kartoffelplantens rødder, yder beskyttelse mod infektion af pulverskurv.

Sortsresistens

Der foregår stadig en marktest af udvalgte kartoffelsorters rustmodtagelighed i firma-regi. Der er metodik til rådighed til at karakterisere sorterens resistens mod PMTV gennem kvantificering af virusindhold i knoldene ved brug af DJF's TaqMan-PCR-cykler udstyr. Det vil også være muligt at fastlægge sammenhængen mellem kartoffelsorters rustmodtagelighed og indhold af virus i knoldene, for at fastslå omfanget af latent smitte i sorter, som er ikke eller svagt rustmodtagelige.

Mere langsigtet vil identifikation af det eller de specifikke planteresistensgener, som aktiveres i resistente planter ved virusinfektion, kunne benyttes som markør for resistens i fremtidig forædlingsarbejde.

Tidlig prognose (inden høst) som forudsiger det senere rustniveau i en kartoffelafgrøde

Infektionen med PMTV sker i knoldsætningsperioden og kort tid efter. Rust udvikles imidlertid først hen i august og videre under lagring. For at kunne disponere over en kartoffelafgrøde i forhold til fastsatte rustnormer, som for eksempel nul-tolerance for læggekartofler, vil det være relevant at kunne forudsige, om en afgrøde vil være inficeret med PMTV. Til dette kan udnyttes, at der er udviklet en PCR-metode til påvisning af PMTV i lave koncentrationer. Det vil omfatte undersøgelse af, på hvilket vækstsstadium det er muligt at påvise PMTV, og en fastlæggelse af sammenhæng mellem viruskoncentration og hvor meget rust, der senere vil udvikles.

Spredning af mop-topvirus med læggemateriale

Erhvervets spørgsmål citeret ovenfor: I hvor stor udstrækning spredes mop-top med læggematerialet? og i hvor stor udstrækning foregår overførsel af mop-top med symptomløst læggemateriale? vil kunne besvares, da der er metodik til rådighed til at besvare disse spørgsmål.

Sammendrag

Der gives en status over danske forskningsaktiviteter vedrørende PMTV og vektoren pulverskurv (*Spongospora subterranea*) og nogle fremtidsperspektiver. Der er udviklet ELISA og PCR-metoder til at påvise PMTV. Det er fastslået, at PMTV kan påvises i knolde med ELISA. Det er endvidere påvist, at PMTV hyppigt forekommer latent i knolde. Kartoffelsorter er karakteriseret for deres modtagelighed for at udvikle mop-top-rust. En metode, baseret på et vandkultursystem til at karakterisere kartoffelsorters resistens, er uden held forsøgt etableret til erstatning for markafprøvning. Blandt 17 almindeligt forekommende ukrudtsarter blev der ikke fundet nye værtsplanter for PMT, mens 13 af arterne viste sig at være vært for pulverskurv. Der er blevet udviklet en metode til at anslå hvor meget rust, der vil udvikles i et parti kartofler under lagring. Tyve danske isolater af PMTV kunne opdeles i en A- og B-gruppe på basis af forskelle i nucleotidsekvensen i RNA 2 og endvidere i 3 grupper på basis af symptomudvikling. Udvikling af en PCR-baseret test til at påvise PMTV direkte i pulverskurvhvilesporer i jordprøver er ikke lykkedes, men der er udviklet en meget følsom ”nested” PCR-metode. Biologisk bekæmpelse af pulverskurv med mikrobiologiske midler er under afprøvning.

Under perspektiver fremhæves biologisk bekæmpelse af pulverskurv som det område, der anses for at have det største potentiale. Desuden omtales undersøgelse af sammenhængen mellem kartoffelsorters rustmodtagelighed og indhold af virus i knoldene, udvikling af en metode til at give en tidlig prognose for det senere rustniveau i en kartoffelafgrøde, inden den er høstet, og undersøgelse af spredning af PMTV med læggematerialet.

Litteratur

- Andersen B, Nicolaisen M & Nielsen SL. 2002. Alternative host for potato mop-top virus, genus Pomovirus and its vector *Spongospora subterranea* f.sp. *Subterranea*. Potato Research 45, first volume (*in press*).
- Arif ML, Torrance L & Reavy B. 1994. Improved efficiency of detection of potato mop-top furovirus in potato tubers and in the roots and leaves of soil-bait plants. Potato Research 37, 373-381.
- D’Ambra V & Mutto S. 1986. Parasitism of *Trichoderma harziazum* on cystosori of *Polymyxa betae*. Journal of Phytopathology 115, 61-71.

- Harrison BD & Jones RAC.* 1971. Factors affecting the development of spraing in potato tubers with potato mop-top virus. *Annals of Applied Biology* 68, 281-289.
- Mølgaard JP & Nielsen SL.* 1996. Influence of post harvest temperature treatments, storage period and harvest date on development of spraing caused by tobacco rattle virus and potato mop-top virus. *Potato Research* 39, 571-579.
- Kastirr U & Smidth K.* 1990. Wirkung von Trichoderma-Stämmen gegen den Befall von Zuckerrubenwurzeln durch *Polymyxa betae* Keskin. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* 26, 507-508.
- Nicolaisen M, Bösze Z & Nielsen SL.* 1999. Detection of tobacco rattle virus in potato tubers using a simple RT-PCR procedure. *Potato Research* 42, 173-179.
- Nielsen SL & Engsbro B.* 1992. Susceptibility of potato cultivars to spraing caused by primary infection of tobacco rattle virus and potato mop-top virus. *Danish Journal of Plant and Soil Science* 96, 507-516.
- Nielsen SL & Engsbro B.* 1993. Kartoffelsorters modtagelighed for rust. *Grøn Viden Landbrug* 112.
- Nielsen SL & Mølgaard JP.* 1996. Rust i kartofler. *Grøn Viden Landbrug* 177.
- Nielsen SL & Mølgaard JP.* 1997. Incidence, appearance and development of potato mop-top furovirus-induced spraing in potato cultivars and the influence on yield, distribution in Denmark and detection of the virus by ELISA. *Potato Research* 40, 101-110.
- Nielsen SL & Nicolaisen M.* 2003. Identification of two nucleotide sequence subgroups within Potato mop-top virus. *Archives of Virology* 148, 381-388.
- Wale SJ.* 1992. The biology and control of powdery scab of potatoes. Project Report. Potato Marketing Board, 23 pp.

Én tælling er nok - Beslutningsstøttesystem for bladlus i korn

One counting is sufficient - A decision support system for aphids in cereals

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

Summary

Bird cherry oat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) is used as an example of a decision support system for aphids in cereals.

The decision support system is composed of three models:

A migration model that predicts aphid arrival time to the spring barley fields. A population model that extrapolate the aphid population development on the basis of the weather forecast, and finally an economic damage threshold model that estimates the level of aphid attack as being sufficient to pay for the application cost of the insecticide

Abstract

Der findes i det nordlige Europa stort set bladlusarter, der er specialiseret til de fleste hjemmehørende plantearter. Således også i korn. I de seneste 10-15 år har vi som gennemsnit haft forholdsvis kraftige bladlusangreb omkring hvert tredje år - senest i 2002. Selv i år med mange bladlus, vil der altid være marker, som ikke får væsentlige angreb og omvendt. Det er derfor vigtigt at kunne finde de marker, som har et bekæmpelsesbehov, så kun den absolut nødvendige kemiske bekæmpelse foretages. Det er imidlertid muligt at nedsætte behandlingsindekset på to måder, som supplerer hinanden. Dels ved at anvende et beslutningssystem til tidlig men behovsbestemt bekæmpelse, og dels ved at anvende reducerede doseringer ved bekæmpelse.

Havrebladlus (*Rhopalosiphum padi* L.) i vårbyg (*Hordeum vulgare* L.) anvendes som eksempel på et sådant beslutningsstøttesystem.

Havrebladlusen har i Danmark tvunget værtskifte, hvilket vil sige, at den skifter mellem vintervært (hæg) og sommervært (korn og græsser). Sidst på foråret flyver havrebladlusene til

vårbygmarkerne for at opbygge deres populationer. Tidspunktet for deres ankomst kan variere en del. Til bestemmelse af dette tidspunkt er der konstrueret en migrationsmodel.

Når angrebet i den enkelte mark er bestemt kan en populationsmodel på baggrund af temperaturprognoser forudsige bladlusangrebets forløb. Da modellen opdateres online dagligt, vil den normalt allerede nogle få dage efter registreringen af bladlus kunne give besked, om det bliver aktuelt at bekæmpe bladlus i den pågældende mark det pågældende år.

En skadetærskelmodel angiver, at havrebladlusens skade på vårbyggen udgør 1.25 kg/bladlusdag pr. ha. Den bladlusforekomst, der skal til for at betale for en insekticidsprøjtning, kan herefter bestemmes.

De beskrevne modeller kobles sammen i et egentligt beslutningsstøttesystem.

Varslinger om knoporme i gulerødder og andre rodafgrøder

Peter Esbjerg
Institut for Økologi
Den Kgl. Vet. & Landbohøjskole
Thorvaldsensvej 40
DK-1871 Frederiksberg C

Abstract

Knoporme hører til de skadedyr, som let bliver glemt, når de i flere år næsten forsvinder (kun 1 stor larve /100-200 m²). Omvendt kan stort formeringspotentiale også medføre uventede og voldsomme angreb. 20 (maks.200) store larver pr. m² og 20 % (maks. 90%) usælgelige gulerødder, rødbeder, porrer, løg og kartofler.

I 1970'erne blev fangst af agerugler og udråbstegnugler i lysfælder forsøgt som grundlag for varsling. Resultatet var magert og mange grønsagsavlere benyttede tre rutinebehandlinger (første ved St. Hans), som fremgår af instruktioner for gulerødder fra konserverindustrien i 1977 –1987. Rutinebehandlingerne hjalp somme tider, men kunne ikke sikre skadefri afgrøder. Med Forskningsrådsinitiativet ”Integreret bekæmpelse af skadelige insekter” med gulerødder som modelafgrøde (1978-83) startede udviklingen mod den nuværende danske håndtering af knopormeproblemer. I dette projekt blev varsling med tilhørende udvikling af bekæmpelsestærskler prioriteret højt i forventning om reduktion af såvel antallet af behandlinger som omfanget af skader.

Det første skridt startede (1978, jvf. næste sides tabeloversigt) med feromonfælder med jomfruelige hunner som lokkemiddel i stedet for de arbejdskrævende (sortering af sommerfugle) og sikkerhedsmæssigt problematiske (220 Volt ud i mark) lysfælder. I 1980 kunne nye, mere effektive feromonfælder med standardiserede, kunstige lokkehunner tages i brug hos 13 avlere. Fangsten kunne dermed bedre vise udsving i forekomst, og en forsigtig rådgivning kunne påbegyndes. For at udbygge forståelse blev 70 års registreringer af angreb analyseret. Det medførte ny erkendelse: At tørt sommervejr ikke er en garanti for angreb, hvorimod tilpas med nedbørsdage giver garanti mod større angreb. Denne information blev søgt nøjere efterprøvet eksperimentelt.

Inddragelse af biologiske detaljer i varslingen blev hovedelementet i de næste 11 år fra 1983. Disse detaljer er skaffet via eksperimenter, og samtidig er der samlet høstoplysninger om forekomst af larver og skader, når avlere påtog sig at have små ubehandlede reference

arealer. I 1983 var helt nye delresultater vedrørende de helt små knopormes bedre overlevelse i tør jord med til sikre mod ret omfattende skader trods en ret begrænset forudgående flyvning af voksne. Omvendt viste markresultaterne i 1985, at der en del steder var blevet tilskyndet unødvendigt til behandling. Det viste sig et halvt år efter at kunne forklares ud fra øget dødelighed hos larver (små?) på grund af lav temperatur – et resultat fra delvist færdige laboratorieforsøg. Denne nye biologiske vinkel blev forsigtigt indraget i varslingen allerede i 1986, hvor antallet af deltagende avlere tog et hop opad, blandt andet fordi visse avlere udenfor systemet havde fået følelige skader i det angrebsmæssigt meget blandede år, 1985. Til 1989 forelå resultater angående både dødelighedsfaktorer for middelstore larver (L_{3+4}) og skader i forhold til larveantallet pr. rod. Dermed kunne de første forsigtige bekæmpelsestærskler tages i anvendelse, og vel at mærke tærskler med flere trin for den samme fangst takket være netop de biologiske detaljer. Det eksperimentelle arbejde med temperaturens indflydelse førte i løbet af 1990-91 til indarbejdelse af aldersafhængig dødelighed, idet første larvestadium viste sig meget mere kuldefølsomt end de senere, dog således at også andet larvestadium rammes af meget højere dødelighed end tredje i tilfælde af lav jordtemperatur.

Tidsfastsættelse af larvestadier og finjusteringer af belæmpelsestærskler er det løft i kvalitet, der har kunnet opnås 1995-2000 i kraft af to indgange. 1) Forsøgsserier med æg og de enkelte larvestadier har skabt baggrund for temmelig præcise tidsbestemmelser af forekomster af de første fire larvestadier efter det såkaldte daggradsprincip. – Temperaturene fra dag til dag bestemmer udviklingshastigheden og dermed for eksempel fremkomsten af det meget kulde- og fugtfølsomme første larvestadium fra æggene. – 2) Et efterhånden stort antal markobservationer leveret den nødvendige efterprøvning af varslingerne og dermed baggrund for videre tærskeljusteringer.

Sagt populært har det forløb, som er resumeret i tabellen lige under betydet, at man gradvist har kunnet opdage bedre, bedømme risiko meget bedre, og ”skyde behersket og med stor præcision” både med vand (mod L_{1+2}) hos de økologiske avlere og kemisk (mod L_{3+4}) hos andre.

Avlerne vil gerne, MEN som tabellen viser svinger deltagelsen: 51 i 1986, så nedad og op til 65-71 1992 –96, og derpå atter ned. Det ser ud til, at gentagne varslinger om intet at gøre får avlere til at droppe deltagelse, mens bekæmpelsestilskyndelse, rygter om større tab og nye tryksager etc. trækker den anden vej. Dermed må konkluderes, at den succes, der ligger i, at trods risikoår har ingen avlere som deltagere haft væsentlige skader siden 1984, kan ikke bare bære i sig selv. **Der kræves løbende opmærksomhed og assistance fra (forsknings- og) rådgivningsside.**

Tabel 1. Gradvis udvikling af knopormevarslingen siden 1978. (Risikoår *) (+ svenske avlere).

| | |
|--|--|
| <p>1978 feromonfælder med jomfru-hunner i stedet for lysfælder. 8 avlere</p> | <p>1991 alders-afhængig larvedødelighed fastlægges mere præcist. 55 avlere</p> |
| <p>1980 den nye ”bakke-fælde”, simple rådg.regler. 13 avlere</p> | <p>*1992 68 avlere</p> |
| <p>1981 analyse af 70 indberetninger om angreb. 13 avlere</p> | <p>*1993 65 avlere</p> |
| <p>1982 pilotforsøg med jordfugtighed som dødelighedsfaktor. 17 avlere</p> | <p>1994 65 avlere</p> |
| <p>*1983 begyndende brug af jordfugtighed i varslingen. 18 avlere</p> | <p>*1995 Tærskeljustering og tidsfastsættelse af L₁+L₂ ud fra temperaturer. <i>Økolavlere med.</i> 71 avlere</p> |
| <p>*1984 32 avlere</p> | <p>1996 nye tærskel- og temperaturdealjer. 67+33 avlere</p> |
| <p>1985 <i>uventet naturlig dødelighed.</i> 30 avlere</p> | <p>1997 introduktion af HARDI klimaspyd. 63+28 avlere</p> |
| <p>1986 begyndende brug af temperatur som dødelighedsfaktor i varslingen. 51 avlere</p> | <p>1998 Fangst sammen med HARDI klimaspyd som varslingsbaggrund. 62+33 avlere</p> |
| <p>1987 43 avlere</p> | <p>1999 53+30 avlere</p> |
| <p>1988 (publikation vedr.jordfugt.-> dødelighed) 37 avlere</p> | <p>2000 48+31 avlere</p> |
| <p>1989 larvetæthed -> dødelighed hos L₃₊₄ de første bekæmpelsestærskler 39 avlere</p> | <p>2001 40+27 avlere</p> |
| <p>1990 alders-afhængig larvedødelighed, første skridt. 47 avlere</p> | <p><i>1980-2001 Mere end 150 ubehandlede ”reference parceller” til belysning af fangst/skade realtionship sammenhæng.</i></p> |

Resistens mot pyretroider hos rapsbaggar (*Meligethes sp*)

Pyrethroid resistance in pollen beetles (*Meligethes sp*)

Christer Nilsson, och Britt Åhman
Institutionen för växtvetenskap, SLU
Box 44
SE-230 53 Alnarp

Göran Gustafsson och Alf Djurberg
Växtskyddscentralen
SE-581 86 Linköping

Summary

A survey covering the winter and spring oilseed rape acreage in Sweden was done during 2001 and 2002. Resistance to pyrethroids in pollen beetles (*Meligethes aeneus*) was widespread in a small area in Middle Sweden during 2001 but was lower in this area during 2002. Signs of emerging resistance were observed in most other areas. The resistance is metabolic. In field trials only organic phosphorous insecticides and the pyrethroid tau-fluvalinate had effect on resistant pollen beetles.

Inledning

Lantbrukare i Östergötland rapporterade år 2000 dåliga effekter av pyretroidbesprutningar mot rapsbaggar i både höst- och våroljeväxter, trots upprepade behandlingar. Fält och laborietester visade att rapsbyggarna hade blivit resistent mot pyretroider, medan däremot de tidigare använda organiska fosformedlen fortfarande hade god effekt. En kraftig ökning av antalet djur noterades samtidigt.

I Frankrike rapporterade Ballange (pers. medd.) att resistens hade börjat uppträda redan 1998, kanske ännu tidigare. Ett rutintest program startades 2000 i Frankrike, där lantbrukare kunde få sina rapsbaggepopulationer testade. Under de följande åren genomfördes här regelrätta inventeringar, främst i områden där problem rapporterats. Testmetodiken utformades av en arbetsgrupp som bildats mellan statliga organisationer, odlarorganisationer och bekämpningsmedelsföretagen i Frankrike.

Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning beviljade finansiellt stöd till en omfattande resistensinventering i Sverige under 2001 med fortsättning 2002, vilket redovisas nedan. Inventeringen 2001 har tidigare redovisats av Nilsson (2001).

Material och metoder

Provtagning

Under 2001 gjordes urvalet proportionellt mot oljeväxtarealen med tilläggsprover inom främst västra Östergötland och Mälardalen samt ett något lägre antal prover i Skåne. I båda grödorna tilldelades området med kända resistensförekomster i västra Östergötland extra prover.

Under 2002 försökte vi även provta områden med en lägre oljeväxtareal för att sammantaget få en yttäckande bild av resistensens omfattning.

Prover om ca 300 djur samlades från fälten med slaghåv och skickades samma dag med post till Alnarp. Djuren användes i test påföljande dag, med mycket få undantag. Dessa undersökningar hade inte varit möjliga utan det samplingsarbete som växtskyddscentralerna i Linköping, Skara och Uppsala har bistått med. Vi har själva gjort provtagningen i Skåne, Halland och Kalmar län. Djuren har med få undantag varit i god kondition när de nått oss och mycket få prover har måst samplas om.

Tabell 1. Antal undersökta prover. Number of samples.

| Område Part of Sweden | Höstoljeväxter Winter oilseed rape | | Våroljeväxter Spring oilseed rape | |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|
| | 2001 | 2002 | 2001 | 2002 |
| Mälardalen | 2 | | 10 | 14 |
| Östergötland | 12 | 8 | 11 | 6 |
| Småland, Gotland Blekinge | 1 | 7 | | |
| Skåne, Halland | 11 | 8 | 7 | 5 |
| Västergötland | 4 | 4 | 9 | 4 |
| Värmland, Örebro | | | 3 | 4 |
| Summa Sum | 30 | 28 | 40 | 33 |

Fältförsök

Sju olika preparat testades i randomiserade fältförsök 2001 och 2002. Ett av försöken var placerat i Mälardalen, där rapsbaggarna inte är resistent, och resten inom det område i Östergötland där stark resistens konstaterats. Av de testade preparaten var tre registrerade pyretroider (betacyflutrin /Beta-Baytroid/, deltametrin /Decis/ och tau-fluvalinat /Mavrik/), en

organisk fosforförening, fenitroton (Sumithion), samt några nya oregistrerade produkter med bl a nya verkningsmekanismer. De senare redovisas inte här. Försöken skördades inte.

Laboratoriearbetet

Testmetoden som använts är i detalj den samma som den som används i Frankrike. Detta gäller preparat, dosfördelning, testburkens utseende och volym, försöksbetingelser osv. Rapsbaggarna testades på resistens mot tekniskt ren cypermetrin (95,8%). Substansen löstes upp i aceton och en spädningsserie skapades, med fyra ggr mellan varje steg. Vi utgick då från den franska fältdosen (FD) om 25 g aktiv substans/ha. Testserien blev därför: kontroll (ren aceton), 1/64 (FD), 1/16 FD, 1/4 FD, 1/1 FD, 4 FD och 16 FD. Varje dostest skedde i en liten, ofärgad glasburk. Dosen tillfördes med automatpipett varefter burken rullades till acetonet indunstat. I varje testburk placerades 20 djur och varje dosnivå provades 2 gånger. I burkarna placerades också någon rapsblomma eller knopp. Burkarna förslöts med nätlock och placerades i ett termostatskåp med 20 °C och ljus under 16 timmar per dygn. Dödligheten avlästes efter 24 timmar.

Bearbetning

Resultaten från testerna har bearbetats med statistikpaketet SPSS ver 10.1.4 - Probit analysis. Doserna transformerades till 10-logaritmer och har efter analysen återtransformerats till normalvärden

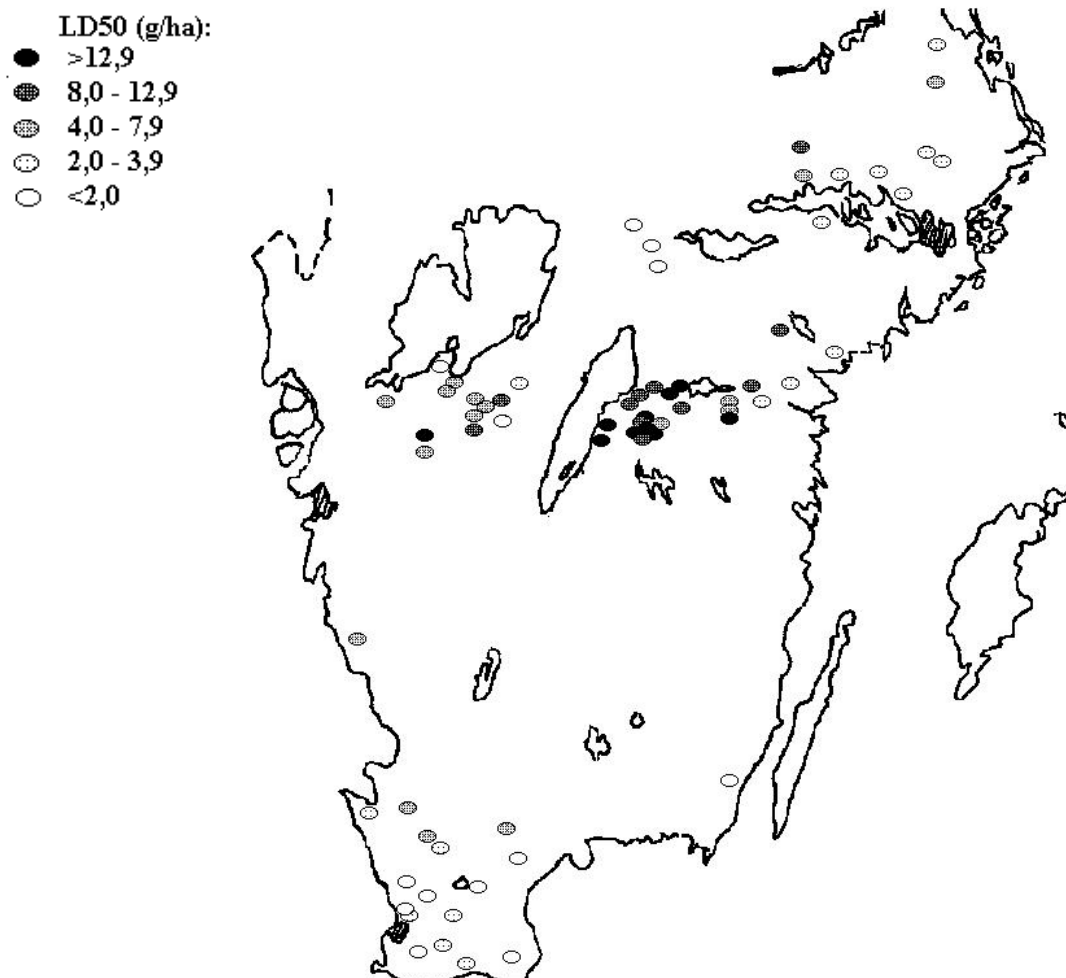
Resultat

Artfördelning

Det är inte självklart att man i en rapsbaggepopulation endast har en art (Karlton & Nilsson 1981). Tyvärr är det inte möjligt att i ett så omfattande rutintestarbete som det här artbestämma djuren innan testen genomförs. Detta har istället utförts i efterhand. Ur de populationer som testats har 100 djur plockats ut och artbestämts. I höstraps förekom endast den vanliga rapsbaggen, *Meligethes aeneus*. Endast ett par individer som möjligen kan tillhöra en annan art har noterats. Situationen är helt annorlunda i våroljeväxterna. I mitten av juni och senare, speciellt i Mälardalen och Örebro-området, tillkommer *M. viridescens* och *M. coracinus*. I vissa fält kan *M. viridescens* var dominerande art.

Resistenstester

Resultaten av resistenstesterna för 2001 visas i figur 1. Dosgränserna i figuren förklaras i tabell 2.



Figur 1. Resistens hos rapsbagger mot pyretroider. Inventering 2001. Resistance to pyrethroids in pollen beetles. Survey 2001.

Tabell 2. Preliminära dosgränser för bedömning av resistens hos rapsbagge. Preliminary dose intervals for the interpretation of resistance tests with pollen beetles.

| LD ₅₀ , g cypermetrin per ha | Betydelse | |
|---|-------------------------------------|---------------------------|
| | Significance under field conditions | |
| >12,9 | resistens säkert märkbar i fält. | Resistance evident |
| 8,0 – 12,9 | resistens ofta märkbar i fält. | Resistance often reported |
| 4,0 - 7,9 | utvecklas mot resistens. | Resistance developing |
| 2,0 – 3,9 | viss påverkan av pyretroider. | Weak effect |
| < 2 g/ha | ”naturlig” känslighet. | ”Natural” sensitivity |

De lägsta värdena ligger på under 1 g cypermetrin/ha. I det undersökta området i Värmland har oljevaxter inte odlats på många år. Här är LD₅₀ värdet 0,3 g cypermetrin/ha. Värdet under 2 g a.i. /ha föreslås som riktvärde för icke-resistenta populationer. Merparten av proven från Skåne, östra Småland och Gotland, samt proven från områdena kring Mälardalen ligger inom denna grupp, medan enstaka fält kan ha högre värden. De resistenta populationerna i främst Östergötland står tydligt fram. Principerna för provtagningen har varit olika de båda åren och det är därför inte självklart att åren direkt kan jämföras. Fjolårets undersökning var till viss del centrerad kring resistensens omfattning i Östergötland.

Generellt sett är populationerna känsligare i 2002 än 2001. Detta väcker tanken på ett försöks-fel. I Frankrike har emellertid resistensnivån gått tillbaka inom de mest drabbade områdena under 2002. En stor del av lantbrukarna har där liksom här börjat använda preparat som fun-gerat i bekämpningsförsök (paration i Frankrike och tau-fluvalinat och fenitrothion i Sverige). Det är därför inte på något sätt osannolikt att rapsbaggarnas känslighet ökat också i Sverige. Det är anmärkningsvärt att resistensen i så fall skulle vara förknippade med så negativa bio-logiska egenskaper att de resistenta djuren blir utkonkurrerade redan efter ett år. Säkerligen har migrationen av djur också blandat om populationerna kraftigt. Den första testen i Östergötland gav ungefär samma nivå som under fjolåret (2001: LD₅₀ 14 g/ha och 2002: 12 g /ha), medan senare mätningar visade på lägre värden i detta fält.

Resistensmekanism

Vanligen är resistensen mot pyretroider av metabolisk och/eller sk target site natur. I det senare fallet förändras det organ som bekämpningsmedlet skall verka på, t ex genom att jonkanalerna i nervmembranen ändrar utseende. Metabolisk resistens innebär däremot att bekämpningsmedlet attackeras av nedbrytande oxidaser eller esteraser innan det når fram till målorganet. Försök som vi och fransmännen gjort tyder på att den metaboliska resistensen är den viktigaste. Metabolisk resistens har ofta ett högt pris när det gäller överlevnad och andra biologiska egenskaper, vilket gör att den relativt snabbt går tillbaka (Immaraju & Morse 1990).

Fältförsök

Fältförsök har genomförts både under 2001 och 2002, med i huvudsak likartade resultat. Effekterna av alla preparattyperna var goda på den icke-resistenta rapsbaggepopulationen i Mälardalen. I Östergötland, där rapsbaggepopulationerna är resistenta, var effekten av deltametrin och betacyflutrin svag (tabell 3). Trots att tau-fluvalinat är en pyretroid fungerade den bra i samtliga försök. Liksom tidigare år kunde man se en tydligt förbättrad effekt vid högre doser av alla pyretroider. Effekten av betacyflutrin och Decis i Östergötland varierade mellan 35 och 68 % beroende på dosen. Doserna representerar lägsta resp. högsta rekommenderade dos för dessa preparat. betacyflutrin i dosen 25 g a s /ha, vilket alltså är tre gånger högsta rekommenderade dos, gav ca 90 % effekt. De tre doserna av tau-fluvalinat gav 76, 86 resp. 92 %. De rekommenderade doserna av tau-fluvalinat ligger i intervallet 24-60 g as/ha, alltså nära de som testades i försöken. Effekten av fenitrothion var ca 90 % i alla försöken.

Tabell 3. Behandlingseffekt på rapsbaggarna i två områden. Vårrens 2002. Antal rapsbaggarna, rel. tal . Effect of pesticides on pollen beetles in field trials. Beetles in Östergötland have shown resistance to pyrethroids. Spring rape 2002, number of beetles per plant and relative numbers.

| Behandling Treatment | Dos. g a.s. /ha Dose g a.i./ha | Mälardalen, 1 försök 1 trial | Östergötlands län, medeltal 3 försök, mean 3 trials | |
|--------------------------------|---|---|--|--|
| | | 1 dag efter behandling 1 day after treatment | 1-2 dagar efter behandling 1-2 days after treatment | 2-3 dagar efter behandling 2-3 days after treatment |
| Obehandlat Untreated | | 100 (1,5) | 100 (2,3) | 100 (3,3) |
| deltametrin | 7,5 | 3 | 53 | 55 |
| betacyflutrin | 3,8 | 7 | 65 | 52 |
| betacyflutrin | 7,5 | 5 | 32 | 43 |
| betacyflutrin | 25,0 | 2 | 11 | 23 |
| tau-fluvalinat | 18 | 9 | 24 | 40 |
| tau-fluvalinat | 36 | 3 | 14 | 27 |
| tau-fluvalinat | 72 | 2 | 8 | 13 |
| fenitrotion | 500 | 9 | 10 | 13 |

Diskussion

Resistensen mot pyretroider hos rapsbaggarna är inte en lokal utan en nationell företeelse. Problemet tycks vara starkt knutet till områden med hög bekämpningsintensitet, t ex områden med blandad odling av höst- och våroljeväxter. Man kan hitta alla värden på resistens för pyretroider mellan de djur som har ursprunglig känslighet och de som är tydligt resistent. Skillnader mellan olika rapsbaggearter har inte kunnat observeras. Detta innebär att risken för resistens är lika stor över hela oljeväxtarealen och säkerligen knuten till den bekämpningsstrategi som används. En genomtänkt bekämpningsstrategi bör kunna göra resistensproblemet hanterligt i framtiden. Grundstommen i denna borde vara:

1. Sprutning efter tröskelvärden.
2. Ny värdering av tröskelvärdena i höstraps (även franska försök antyder nu betydligt högre trösklar än idag)
3. Alltid full dos.
4. Övergång till annan preparatgrupp under 2-3 år vid första tecken på resistens.
5. Aldrig bekämpning under sena knoppstadier eller blomning (möjligt undantag är tau-fluvalinat – men dess effekter behöver utredas bättre).

Trots att tau-fluvalinat är en pyretroid, fungerar preparatet fortfarande bra i de områden där rapsbaggar blivit resistenta mot pyretroider. Varför vet vi inte. Det går inte att bedöma om detta är en bestående skillnad eller om effekten av tau-fluvalinat också kommer att minska på sikt.

Sammanfattning

En inventering har under 2001 och 2002 genomförts inom hela rapsodlingsområdet, både i höst- och våroljeväxter. Under det första inventeringsåret var resistensen i första hand begränsad till västra Östergötland. Under det andra inventeringsåret var resistensen lägre i Östergötland, men tydlig på en lägre nivå i flera andra delar av odlingsområdet. Detta stämmer väl med franska erfarenheter. Resistensen innebär ökad förmåga att bryta ner pyretroider. I fältförsök har olika typer av insekticider provats i olika doser. Den ende av pyretroiderna som visar godtagbara effekter vid rekommenderade doser är tau-fluvalinat. Organiska fosforföreningar har god effekt.

Litteratur

- Immaraju JA & Morse JG.* 1990. Selection for pyrethroid resistance, reversion, and cross resistance with citrus thrips (Thysanoptera; Thripidae). *J. econ. Ent.*, 83, 698-704.
- Karltorp M & Nilsson C.* 1981. Rapsbaggar i mellansvenska vårrapsodlingar. Växtskyddsnotiser 45, 146-154.
- Nilsson C.* 2001. Tester av insekticidresistens hos rapsbagge 2001. Regional växtskyddskonferens för södra Sverige i Växjö, dec. 2001. Medd. från Södra jordbruksförsöksdistriktet, Sveriges Lantbruksuniversitet nr 54, 22:1-4.

Skadedyr i raps

Pests in oilseed rape crops

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

Summary

Pollen beetles (*Meligethes aeneus* L.) are serious pests of oilseed rape crops. Their damage is dependent on a combination of factors such as the number of pollen beetles, the number of days they are active in the crop, the amount of precipitation, and the temperature. A decision support system has been constructed.

The cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala* L.) has been a pest in Denmark since beginning of the 90s. To decide the date for insecticide application, a decision support system including yellow water traps has been constructed.

Abstract

Glimmerbøsser (*Meligethes aeneus* L.) er almindeligt forekommende i Danmark og udgør et af de betydeligste skadedyr i raps (*Brassica napus* L.). I vårraps kan de være totalt ødelæggende for udbyttet, mens de i vinterraps har en noget mindre men ikke uvæsentlig betydning.

Det udbyttetab, som et bestemt antal glimmerbøsser forårsager, er ikke konstant. Er planterne i god kondition med rigeligt tilgængeligt vand og næring, vil deres kompensationsevne være stor, og et forholdsvis stort antal glimmerbøsser vil kun påvirke udbytte en smule. Anderledes er det, hvis det har været meget tørt, så vil få glimmerbøsser kunne give et væsentligt økonomisk udbyttetab. Også temperaturen betyder noget – specielt hvis den er lav lige efter, at glimmerbøsserne har invaderet marken. I det tilfælde vil rapsen forblive længere i det grønne knopstadium, og billerne vil tilsvarende kunne gøre skade i længere tid. Som det fremgår, er glimmerbøssernes skadevirkning en kombination af faktorer som antal glimmerbøsser, antal dage de er aktive i afgrøden, mængden af nedbør og temperaturen.

Et beslutningsstøttesystem er konstrueret på grundlag af de vigtigste faktorer, som påvirker glimmerbøssernes skadevirkning i raps.

Rapsjordlopper (*Psylliodes chrysocephala* L.) har været at betragte som skadedyr i Danmark siden begyndelsen af 90'erne. Ubehandlet kan rapsjordlopperne forårsage udbyttetab på mere end 50%. En insekticidbejdsning vil imidlertid kunne halvere dette tab, og en efterfølgende insekticidsprøjtning yderligere reducere tabet. Til bestemmelse af et eventuelt sprøjtetidspunkt er der via Landskontorets registreringsnet udviklet et system med gule fangbakker.

Varsling for fritfluer i PlanteInfo

Warning for frit flies in PlanteInfo

Iver Thysen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Jordbrugssystemer

Forskningscenter Foulum

DK-8830 Tjele

Summary

The start of oviposition in spring by frit flies can be predicted within 4-6 days by means of a degree-day model, while the annual variation in the start of oviposition is about one month. Warning for frit flies by the degree-day model thus gives valuable information for decision on treatment against frit flies. In Sweden, better results have been obtained by a risk model developed by logistic regression on multi-year data from practice. The risk model for frit flies seems not feasible for Danish conditions, but the methodology may be useful for the development of risk models for other pests. There is a relatively good interest in warning for frit flies and other pests in PlanteInfo.

Sammendrag

Starten på fritfluens æglægningsperiode i foråret kan prædikteres med 4-6 dages nøjagtighed ved hjælp af en graddagsmodel, mens den årlige variation i æglægningsperiodens start er omkring en måned. Varsling for fritfluer ved hjælp af graddagsmodellen giver derfor værdifuld information til beslutning om behandling mod fritfluer. Der er i Sverige opnået en bedre beslutningsstøtte med en risikomodel udviklet ved logistisk regression af flerårige data fra praksis. Risikomodelen for fritfluer vurderes ikke relevant for danske forhold, men metoden kan være nyttig til udvikling af risikomodeller for andre skadedyr. Der er en relativ god interesse for varsling for fritfluer og for andre skadedyr i PlanteInfo.

Indledning

Alm. fritflue (*Oscinella frit.*) er en ca. 2 mm lang glinsende sort flue, hvis larver udvikles i skud eller kerneanlæg i græsser og korn. Der er tre årlige generationer med æglæggende fluer i henholdsvis maj-juni, juli-august og august-september. Fritfluen kan især forvolde skade når

æggene lægges i 1½-2 bladstadiet, hvor larverne ødelægger hjerteskuddet, som bliver gult og løst, og planterne får derefter en lav og busket vækst. De mest udsatte afgrøder er havre og majs i foråret (1. generation), græsudlæg, for eksempel rajgræs, rødsvingel og engrapgræs, senere på året (2. og 3. generation) samt vintersæd efter græs (Nielsen & Jensen, 1998). I en vurdering af betydningen af skadegørere fandt Nielsen (2001) dog lille betydning af fritfluer i majs og meget lille betydning af fritfluer i vintersæd efter græs.

Fritfluen har større betydning i for eksempel Sverige, hvor der på grund af de klimatiske forhold er en mere udbredt dyrkning af havre, fritfluens foretrukne værtsplante, og en større risiko for sammenfald mellem æglægningen og havrens kritiske udviklingstrin (Lindblad, 1997). Der er i Sverige fundet en 20-fold årlige variation i antallet af 1. generations fritfluer, og der er store regionale forskelle, som tilskrives udbredelsen af græsmarker til fritfluelarvernes overvintring (Lindblad & Solbreck, 1998).

Der findes en varslings tjeneste for flyvning af 1. generations fritfluer i PlanteInfo. Varslingen består dels af information om risikoen for flyvning, som er baseret på en temperatursum, og dels af information om fangster af fritfluer på et antal lokaliteter i landet.

I denne artikel redegøres der for varslingen for risikoen for flyvning af 1. generations fritfluer. Nøjagtigheden af varslingen diskuteres ud fra antagelser om usikkerheden på det biologiske grundlag og antagelser om usikkerheden på de anvendte vejrdata. Endvidere omtales en mere udbygget beslutningsstøtte vedrørende fritfluer, som er udviklet i Sverige. Der vises en opgørelse af anvendelsen af varsling for skadedyr blandt brugere af PlanteInfo.

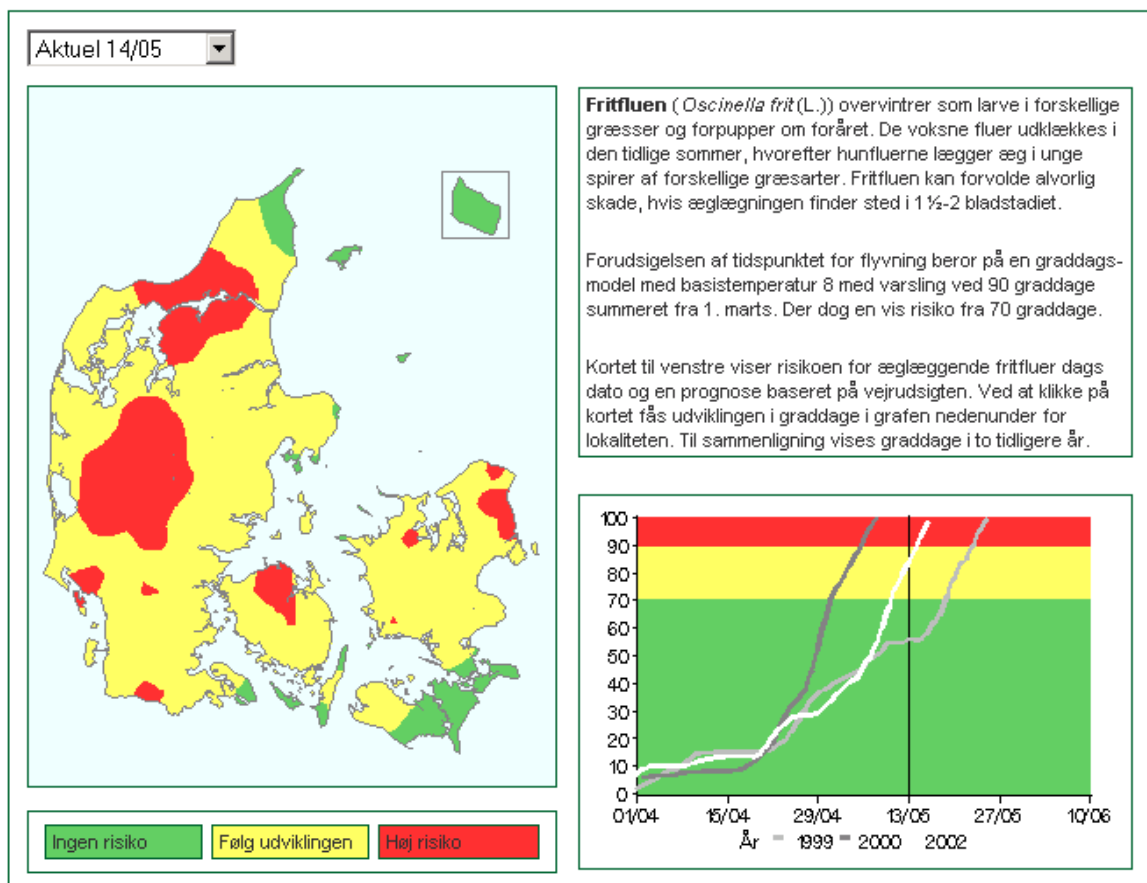
Varsling for første generation fritfluer

Varslingen for første generation fritfluers udflyvning er baseret på en forudsigelse af tidspunktet for fritfluernes udklækning. Flyvningen finder derefter sted i tørt og varmt vejr. Varslingen siger ikke noget om populationens størrelse. Efter varsling eller konstateret flyvning vurderes bekæmpelsesbehovet ud fra aktuel og forventet vejrlig sammenholdt med planternes udviklingstrin.

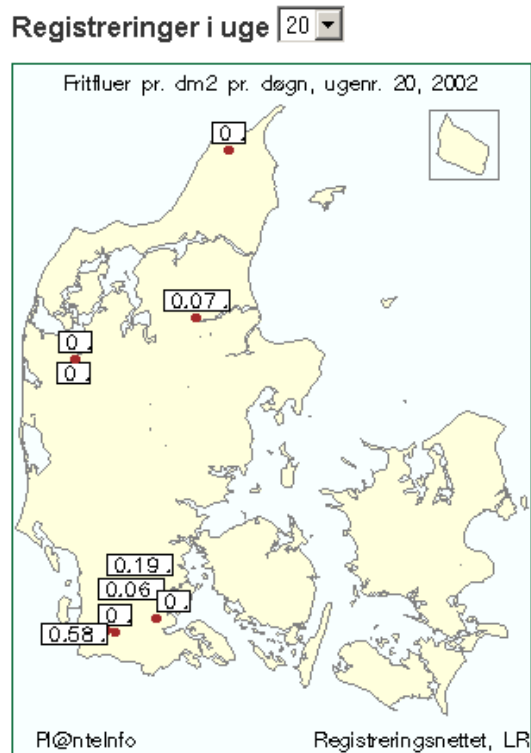
Forudsigelsen af tidspunktet for flyvning beror på en graddags-model med basistemperatur 8°C med varsling ved 90 graddage (Lindblad & Sigvald, 1996). Det daglige bidrag til graddagene beregnes på timebasis, således at hver time bidrager med $(\text{temperatur}-8)/24$ eller nul, hvis temperaturen er under 8°C. Graddage summeres fra 1. marts. Varslingen udløses ved 90 graddage, men der må dog regnes med en vis mulighed for flyvning efter 70 graddage. Indtil 1996 anvendtes graddage beregnet på døgnmiddeltemperatur med basistemperatur 7. Det viste sig imidlertid, at graddage beregnet ved de to ovenfor beskrevne metoder stort set er ens i den relevante periode.

Varslingen i PlanteInfo beregnes ud fra vejrdata i AMIS (Agrometeorological Information Systems), som dækker Danmark med interpolerede data for 632 10x10 km grid (Hilden *et al.*, 1999). AMIS indeholder observerede data (3 timer værdier), en prognose for to døgn (1 time værdier) og en prognose for 7 døgn (6 timer værdier). De observerede data og 7 døgns prognosen anvendes til at beregne (med behørig hensyntagen til intervallerne mellem værdierne) henholdsvis en status for varslingen til dato og en prognose for status for varslingen en uge senere.

Varslingen præsenteres i PlanteInfo som vist i figur 1. Der er dels et kort hvor risikoen for flyvning er vist med farver, og dels en graf som viser udviklingen i det aktuelle år sammenlignet med tidligere år. Som udgangspunkt viser grafen udviklingen fra brugerens geografiske placering (som er registreret i PlanteInfo), men grafen kan vises for andre lokaliteter ved klik på kortet. Risikoen angives med farver, grøn indtil 70 graddage, gul 70-90 graddage og rød over 90 graddage.



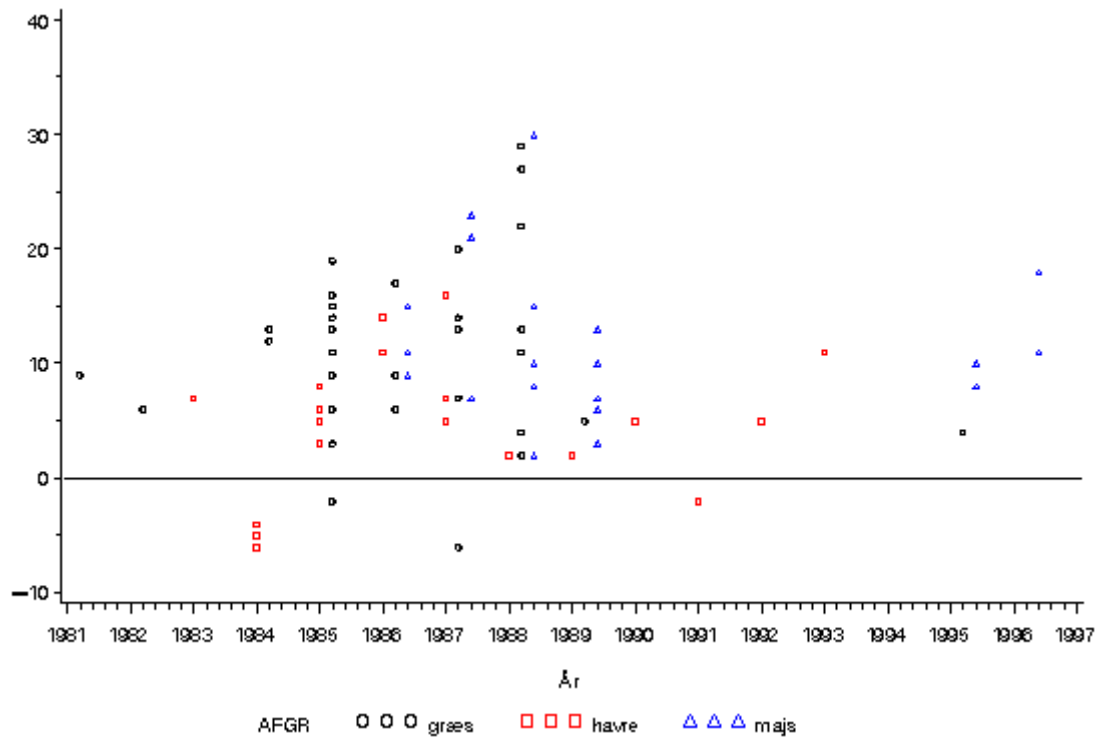
Figur 1. Varsling i PlanteInfo for risiko for flyvning af første generation fritflyer. Warning in PlanteInfo for risk of flying of first generation of frit flies.



Figur 2. Registreringer af fritfluer. Recordings of frit flies

Landskontoret for Planteavl organiserer registrering af fritfluer ved lokale planteavlskonsulenter, som indberetter antallet af fritfluer fanget pr. uge i blå fangbakker (Nielsen & Jensen, 1998). Registreringerne præsenteres i PlanteInfo som vist i figur 2.

Modellen for fritfluens flyvning kan vurderes på fangster af fritfluer gennem en årrække foretaget ved Danmarks JordbrugsForskning og i 1995-96 ved Landbrugets Rådgivningscenter. Figur 3 viser afvigelsen i dage mellem tidspunktet for 90 graddage og tidspunktet for fangst af mere end 5 fluer pr. dm² pr. døgn (i majs dog 0,5 fluer pr. dm² pr. døgn). Det fremgår af figuren, at der kun i et enkelt år har været hyppige fangster af fritfluer og i få år sporadiske fangster før 90 graddage. Der er ikke fanget fritfluer før 70 graddage.



Figur 2. Flyvning af 1. generation fritfluer i forhold til datoen for 90 graddage (dage).
 Flying of first generation frit flies in relation to day of 90 degree-days (days)

Risikomodel for angreb af fritfluer i havre

Lindblad (2001) har udviklet en risikomodel for angreb af fritfluer i havre, som er baseret på data fra to regioner i Sverige over henholdsvis 11 og 13 år. Lokale plantebeskyttelseskonsulenter har registreret procent angrebne planter, såtid, markstørrelse og jordtype i usprøjtede parceller (ca. 20 x 50 m) i 1328 havremarker, heraf 721 med komplette data. Data er analyseret ved logistisk regression med procent angrebne planter > 10% som en binær responsvariabel, hvilket afspejler skadetærsklen for behandling. Udover de ovenfor nævnte markspecifikke data indgik vejrdata i analysen i form af 1) et beregnet sammenfald mellem planternes modtagelige udviklingstrin og tidspunktet for begyndende fritflueflyvning, 2) den gennemsnitlige maksimale temperatur i ugen efter vækststadium 11 og 3) prædikteret populationsstørrelse ud fra solskinstimer i maj-juli foregående år (Lindblad & Solbreck, 1998). Analysen har resulteret i en risikomodel som vist i tabel 1.

Tabel 1. Risikomodel for angreb af fritfluer i havre (Lindblad, 2001). Risk model for frit fly infection in oats.

| Risikofaktor | Værdier | Risikopoints |
|--|----------|--------------|
| Dato for vækststadium 11 minus dato for 90 graddage | > 2dage | 30 |
| | ± 2 dage | 20 |
| | < 2 dage | 0 |
| Forventet maksimumstemperatur i ugen efter vækststadium 11 | >17 °C | 20 |
| | 15-17 °C | 15 |
| | <15 °C | 0 |
| Prædikteret populationsstørrelse af fritfluer | stor | 20 |
| | normal | 10 |
| | lille | 0 |
| Mark størrelse | 1-2 ha | 15 |
| | 3-5 ha | 5 |
| | > 5 ha | 0 |
| Jordtype | humus | 5 |
| | mineral | 0 |

En økonomisk analyse viste at behandling er profitabel ved >65 risikopoints i regionen med høj risiko og ved >75 risikopoints i regionen med lav risiko. Behandling ifølge modellen var i regionen med høj risiko bedre end at behandle ifølge en daggradsmodel eller at behandle altid. I regionen med lav risiko var behandling ifølge modellen bedre end at behandle aldrig.

Statistiske analyser af observerede data vedrørende risiko for en given sygdom, infektion eller lignende er ifølge Yuen *et al.* (1996) almindelig i human medicin, men kun lidt udbredt indenfor plantepatologien. Twengström *et al.* (1998) har med samme metode udviklet en risikovurdering for knoldbægersvamp i vårraps. I logistisk regression antages at risikofaktorerne har en multiplikativ virkning på risikoen; den logistiske transformation sørger for at regressionskoefficienterne skal adderes til at give den samlede virkning. Resultaterne fra en logistisk regression kan derfor direkte omsættes til en risikopoints som i tabel 1. Der er desuden gode muligheder for at undersøge risikomodelsens egenskaber og kvalitet. Der er imidlertid behov for et stort datamateriale, og i det her beskrevne eksempel af Lindblad (2001) synes der på trods af mere end 10 års data at være problemer med uddrage generelle konklusioner, som ikke er afhængige af den region, hvori data er indsamlet.

Anvendelsen af varslinger for skadedyr i PlanteInfo

Tabel 2 viser en opgørelse af antallet af forespørgsler på sider i PlanteInfo med varsling for skadedyr i 2002. Til sammenligning er vist det antal af forespørgsler på siden med 2 døgn

vejrprognose (som var den mest populære side i PlanteInfo) i gennemsnit pr. måned i perioden april-juni 2002. Varslinger kræver ikke abonnement til PlanteInfo, og tabel 2 viser at varslinger er ligeligt fordelt på abonnenter og andre. Tabellen viser, at der er en ganske god søgning til information om varslinger for skadedyr, herunder varsling for fritfluer.

Tabel 2. Antal forespørgsler i 2002 på sider i PlanteInfo om varsling for skadedyr. Number of requests in 2002 of pages in PlanteInfo on warning for pests.

| Varsling | Abonnenter | Andre | I alt |
|---|-------------------|--------------|--------------|
| Fritfluer | 253 | 266 | 519 |
| Bladlus smitterisikotal | 21 | 113 | 134 |
| Kålfluer | 58 | 80 | 138 |
| Skulpegalmyg | 355 | 425 | 780 |
| Knoldbægersvamp | 299 | 552 | 851 |
| Ærteviklere | 238 | 279 | 517 |
| Ærtebladlus | 108 | 96 | 204 |
| <i>2 døgns prognose i gennemsnit pr måned</i> | <i>2040</i> | <i>-</i> | <i>2040</i> |

Diskussion

Den afgørende faktor for beslutning om behandling mod fritfluer er, om afgrøden har nået 3-bladsstadiet inden fritfluernes begyndende æglægning. Det er vanskeligt at observere direkte hvornår der er risiko for æglægning, og tidspunktet kan variere op til en måned (Lindblad & Sigvald, 1996). En analyse af vejrdata fra DJFs klimastation på Forskningscenter Foulum viser samstemmende, at datoen for 90 graddage med basistemperatur 8°C i årene 1989 til 2002 var jævnt fordelt fra 5. maj til 7. juni.

Lindblad & Sigvald (1996) finder at graddagsmodellen prædikterer datoen for udflyvning med 3-4 dages nøjagtighed, og at der er en lille variation mellem marker indenfor samme geografiske område, idet fritfluer angives at kunne flyve mindst 20-30 km fra udklækningsstedet. Graddagsberegningen er baseret på interpolerede vejrdata fra relativ få klimastationer, som kunne tænkes at give systematiske fejl, for eksempel i egne, hvor der erfaringsmæssigt er gode klimatiske betingelser for majs. En følsomhedsanalyse med de ovennævnte vejrdata fra DJF viser imidlertid, at en forøgelse af temperaturen med 0,5 eller 1,0 °C medfører, at 90 graddage nås henholdsvis 2-3 og 4-6 dage tidligere. Nøjagtigheden på varslinger for fritfluernes udflyvning kan derfor antages at være 4-6 dage.

Det kan konkluderes at varslingen for fritfluer baseret på graddagsmodellen har en potentiel værdi i form af et forbedret beslutningsgrundlag vedrørende behandling mod fritfluer. Samtidig er omkostningerne ved varslingen i PlanteInfo marginale, idet varslingen for fritfluer er en del af et større system.

De svenske undersøgelser viser imidlertid også, at værdien i praksis afhænger af, om der er en reel risiko for skader forårsaget af fritfluer i det pågældende geografiske område (Lindblad, 2001). De mest udsatte områder i Danmark kan formodes at være egne med kvægavl, hvor der er gode muligheder for fritfluens overvintring på græsmarker, og hvor der er en udbredt dyrkning af majs, som anses for at være en modtagelig afgrøde. Det er værd at bemærke at Lindblad & Solbreck (1998) fandt, at antallet af fritfluer i 1. generation kan variere op til 20 gange mellem år, hvilket medfører en vis risiko for enkelte år med store angreb af fritfluer. Heri ligger en motivation for registrering af udbredelsen af fritfluer ved hjælp af fangbakker.

Der er næppe basis for at indføre en udvidet risikomodel i stil med den beskrevne model af Lindblad (2001), men der grund til at være opmærksom på, at den anvendte metode (logistisk regression) er velegnet til analyse af observerede data og udvikling af risikomodeller.

Interessen for varsling for fritfluer er, i lighed med varslinger for andre skadedyr, relativ god blandt brugerne af PlanteInfo, når forespørgsler på sider med varslinger sammenlignes med forespørgsler på sider med vejrprognoser.

Litteratur

- Nielsen GC. 2001. Sygdomme og skadedyr – prioritering af indsats. Seminar om planteværn 2001, Landbrugets Rådgivningscenter, 16-18
- Nielsen GC. & Jensen, J.P. 1998. Markens sygdomme og skadedyr. Dalum Landbrugsskoles Forlag, Odense, 322 pp.
- Lindblad M. 1997. Dynamics and forecasting of frit fly populations in Sweden. Doctor's dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Lindblad M. 2001. Development and evaluation of a logistic risk model: Predicting frit fly infestation in oats. *Ecological Applications*, 11, 1563-1572.
- Lindblad M & Sigvald R. 1996. A degree-day model for regional prediction of first occurrence of frit flies in oats in Sweden. *Crop Protection*, 15, 559-565.
- Lindblad M & Solbreck C. 1998. Predicting *Oscinella* frit population densities from suction trap catches and weather data. *Journal of Applied Ecology*, 35, 871-881.
- Lindblad M & Sigvald R. 1999. Frit fly infestation of oats in relation to growth stage and weather conditions at oviposition. *Crop Protection*, 18, 517-521.
- Twengstrom E, Sigvald R, Svensson C, & Yuen J. 1998. Forecasting *Sclerotinia* stem rot in spring sown oilseed rape. *Crop Protection*, 17, 405-411.
- Yuen J, Twengstrom E, & Sigvald R. 1996. Calibration and verification of risk algorithms using logistic regression. *European Journal of Plant Pathology*, 102, 847-854.

Status for prognose- og varslingsystem for kålfluer og gulerodsfluer

Review of decision tools for pest management of cabbage root fly and carrot fly

Kirsten Friis

Landbrugets Rådgivningscenter

Landskontoret for Planteavl

Udkærsvvej 15, Skejby

DK-8200 Århus N

Summary

Forecast and decision tools have been developed for pest management of cabbage root flies as well as carrot flies. It is a demand that these tools are applied in connection with integrated production, but, naturally, approved pesticides must be available in case of a documented pest control requirement. Changes in the approval of pesticides may give rise to a re-evaluation of the damage thresholds and the work within this field calls for international co-operation.

Indledning

Kålfluen og gulerodsfluen kan give anledning til store udbyttetab i henholdsvis korsblomstrede og skærmbloomstrede afgrøder, og der har såvel i Danmark som i udlandet været ydet en stor indsats for at udvikle værktøjer til monitorering og prognose/varsling for at sikre en målrettet og effektiv bekæmpelse og undgå behandlinger, som ikke har den ønskede bekæmpelsesmæssige effekt. Specielt spørgsmålet vedrørende målrettet og effektiv bekæmpelse har betydning for udbytte, kvalitet og arbejdskraftbehov i afgrøderne og har derfor stor indflydelse på avlernes økonomiske resultat. Men afsætningsmæssigt er der også i de senere år kommet øget fokus på produkternes restindhold af pesticider. Som følge heraf er der også et stigende behov for, at avlerne kan dokumentere behovet for en gennemført bekæmpelse. Spørgsmålet om eventuelle overflødige behandlinger drejer sig derfor også – udover de miljømæssige aspekter – om præference, når det gælder afsætning.

Der vil i det følgende blive søgt gjort status over betydningen af de to skadegørere, bekæmpelsesmulighederne og status over de tiltag, der været gjort for udvikling af prognose- og varslingsystem samt anvendeligheden af de udviklede redskaber.

Den lille kålflue

Angrebene betydning og bekæmpelsesmuligheder

En spørgeskemaundersøgelse, der blev gennemført ved Danmarks JordbrugsForskning i vinteren 1987/88, viste, at kålavlerne betragter kålfluen som en meget alvorlig skadegører i kål. Kålfluen blev i undersøgelsen angivet som det suverænt mest tabsgivende skadedyr i de undersøgte afgrøder, der omfattede de seks mest dyrkede grønsager (gulerod, selleri, rødbede, porre, løg og kål). Det beregnede gennemsnitstab, som byggede på avlernes indtryk af tabstørrelsen i en femårig periode, var 10,6% for kålfluens 2. generation, 10,4% for kålfluens 3. generation og 5,7% for kålfluens 1. generation (Percy-Smith & Bligaard, 1992).

Undersøgelsen viste også, at der i gennemsnit blev behandlet 1,9 gange mod kålfluens 2. generation. Antallet af behandlinger lå mellem 0 og 6. Kun gulerodsfluen lå med et højere antal behandlinger med henholdsvis 2,3 for gulerodsfluens 2. generation og 1,9 for gulerodsfluens 1. generation.

Spørgeskemaundersøgelsen angiver ikke, hvilke plantebeskyttelsesmidler, der er anvendt i forbindelse med bekæmpelsen, men i perioden for undersøgelsen har der været mulighed for både forebyggende behandling (carbofuran, chlorfenvinphos og diazinon) og bekæmpelse af klækkede kålfluelarver under væksten (diazinon og chlorfenvinphos).

Der findes ingen nyere undersøgelser over udbyttetab som følge af kålflueangreb, og der kan derfor ikke sættes reelle tal på de tab, der ses i dag med de givne muligheder for behandling, hvilket vil sige anvendelse af chlorpyrifosbejdsede frø som udgangspunkt for produktionen (kinakål undtaget). Chlorpyrifos er ikke godkendt til bejdsning af kålfrø herhjemme, men det er tilladt at anvende importerede, bejdsede frø. Behandlingen yder en god beskyttelse mod kålfluelarvernes gnav ved rodhalsen, men yder ingen beskyttelse for angreb i hovedet, og behandlingen er ikke godkendt for kinakålfrø. Der er ikke herhjemme godkendt midler til forebyggende behandling eller bekæmpelse.

Udvikling af prognose- og varslingsmodeller

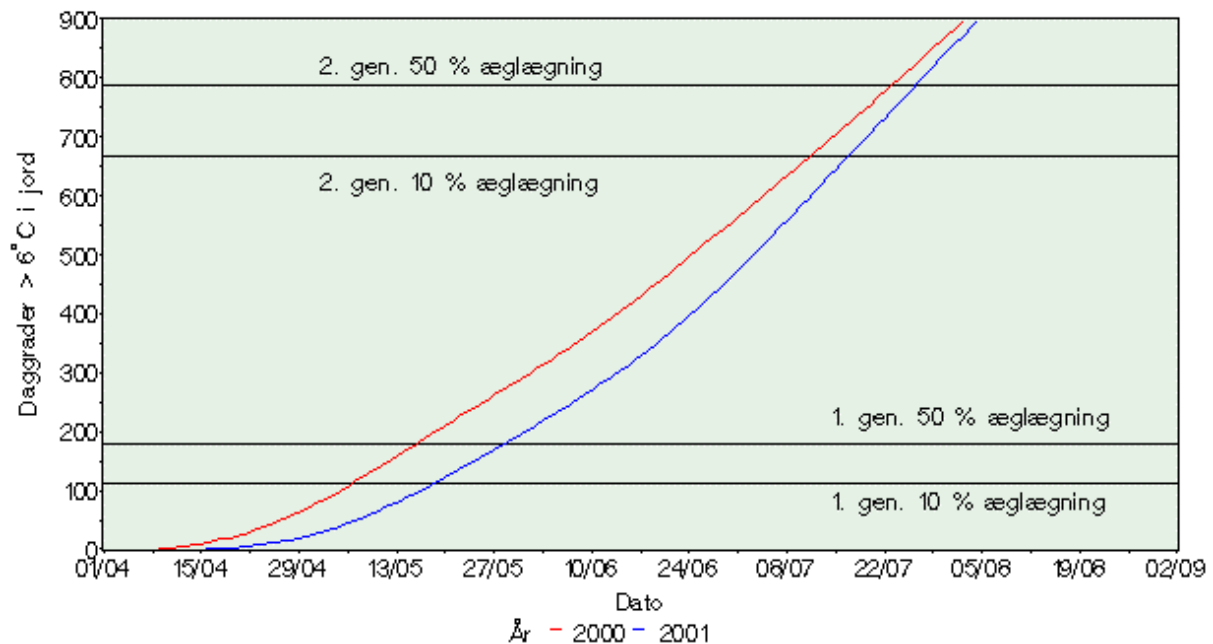
I 1985 startede et varslingsystem for den lille kålflue (Vejledning i plantebeskyttelse i specialafgrøder, 1986). Denne varslings, der var baseret på æglægning i filtfælder, viste, hvornår æglægningen af de to første generationer startede, men på daværende tidspunkt forelå ingen skadetærskel, som kunne angive, om en bekæmpelse var nødvendig. Desuden var der fortsat tvivl om filtfældernes egnethed som monitoringsværktøj.

De observerede problemer i marken understøttet af spørgeundersøgelsens resultat var anledningen til, at der i starten af 90'erne blev iværksat fornyet forskning i håndtering af kålfluer, både på dansk plan og på nordisk plan ved et NKJ-projekt i 1991-94. Arbejdet resulterede i såvel en temperaturbaseret prognosemodel for den lille kålflues æglægning (Bligaard, 1996),

en evaluering af filtfældernes egnethed som monitoringsværktøj (Bligaard *et al.*, 1999) og en fastsættelse af skadetærskel baseret på undersøgelser i blomkål (Bligaard, 1999).

Prognose for æglægning

På [Pl@nteInfo](#) kan man finde nedenstående prognose for den lille kålflues æglægning. Prognosen angiver tidspunktet for henholdsvis begyndende (10%-æglægning) og 50%-æglægning for kålfluens 1. og 2. generation.



Tidspunktet for begyndende æglægning af den lille kålflue er tæt korreleret med den akkumulerede temperatursum (jordtemperatur målt i 10 cm's dybde opsummeret fra 1. februar og med en basistemperatur på 6°C), og begyndende æglægning kan med baggrund i registrering af gennemsnitlig jordtemperatur forudsiges med en nøjagtighed på $\pm 4-6$ dage for 1. generation og en nøjagtighed på $\pm 3-4$ dage for 2. generation. Anvendes gennemsnitlig dato til fastlæggelse af begyndende æglægning, vil usikkerheden være noget større, henholdsvis $\pm 8-10$ dage og $\pm 13-14$ dage (Bligaard, 1996).

Prognosen for den lille kålflues æglægning har tidligere med godt resultat været anvendt til fastlæggelse af tidspunkt for opsætning af filtfælder til registrering af æglægningen og dermed medvirket til at sikre rettidig opsætning af fælder og en mere rationel varslings-tjeneste, hvor registreringerne hverken starter for sent eller for tidligt.

Varsling

Frem til og med 2001 blev der i et landsdækkende netværk foretaget registreringer af kålflues æglægning, idet en række kålavlere to gange ugentligt registrerede og indrapporterede æglægningen i filtfælder. De indrapporterede tal dannede baggrund for varsling om bekæmpelse til de deltagende avlere, hvis der var tale om overskridelse af den vejledende skadetær-

skel. Bekæmpelsestidspunktet ligger 4-6 dage efter overskridelse af skadetærsklen. Tallene for registreret æglægning blev også udsendt til de lokale specialafgrødekonsulenter og anvendt til udarbejdelse af en grafisk oversigt over forløbet af æglægningen i de enkelte landsdele. De var således med til at danne basis for den mere generelle varslingstjeneste.

Status på prognose- og varslingssystem for den lille kålflue

I 2002 blev det besluttet af afslutte indberetningerne af den lille kålflues æglægning. Det skete, fordi det i stigende grad viste sig vanskeligt at skaffe de nødvendige data til udarbejdelse af en pålidelig oversigt. Som situationen er i dag, har avlerne ingen plantebeskyttelsesmidler til rådighed til bekæmpelse af den lille kålflues larver ved angreb under væksten. Det betyder, at registrering af æglægning og fastlæggelse af bekæmpelsestidspunkt ikke længere er nogen motivation for udførelse af de tællinger, der skal til.

Vi har i dag en prognosemodel, som er enkel at håndtere og som også i praksis har vist sig driftssikker og pålidelig. Der er fastsat skadetærskler til brug i forbindelse med varsling, men i den nuværende situation er der ikke basis for nogen videre praktisk anvendelse af disse redskaber. Prognosemodellen kan anvendes til vejledning omkring tidspunkt for start af netdækning. Dette vil specielt være aktuelt for økologiske kålavlere og for konventionelle kinakålavlere.

Redskaberne til sikring af rettidig behandling baseret på vejledende skadetærskler ligger således klar, hvis der på et tidspunkt igen er plantebeskyttelsesmidler til rådighed til en direkte bekæmpelse under væksten.

Gulerodsfluer

Angrebenes betydning og bekæmpelsesmuligheder

I den tidligere omtalte spørgeskemaundersøgelse fra 1987/88 kommer gulerodsfluens 2. generation på henholdsvis en 5. og en 7. plads, når skadegørerne i de seks mest dyrkede grønsager skal opstilles efter rangorden af avlerne. De to pladser gælder henholdsvis vurderingen i gulerod og i selleri (Percy-Smith & Bligaard, 1992).

Det beregnede gennemsnitstab, som bygger på avlernes indtryk af tabsstørrelsen i en femårig periode, er 4,6% for skader af gulerodsfluens 2. generation i selleri og 4,5% for skader af gulerodsfluens 2. generation i gulerødder. Hvad angår udbyttetab ved angreb af gulerodsfluens 1. generation i henholdsvis selleri og gulerødder, er tallene 2,5 og 3,3%.

Undersøgelsen viste, at gulerodsfluen var den skadegører, som der blev behandlet hyppigst imod. I gennemsnit blev gulerødder behandlet 2,3 gange (fra 0 til 10 behandlinger) mod gulerodsfluens 2. generation og 1,9 gange (fra 0 til 10 behandlinger) mod gulerodsfluens 1. generation. I selleri lå antallet af behandlinger på henholdsvis 1,7 (fra 0 til 5 behandlinger) og 0,9

(fra 0 til 2 behandlinger). På daværende tidspunkt har chlorfenvinphos og diazinon kunnet anvendes forebyggende i forbindelse med såning eller plantning, og til bekæmpelse under væksten har kunnet anvendes diazinon.

Der findes ingen nyere undersøgelser over udbyttetab som følge af angreb af gulerodsfluen, og der kan derfor ikke sættes reelle tal på de tab, der ses i dag med de givne muligheder for bekæmpelse, der består i sprøjtning med alpha-cypermethrin (off-label godkendelse). Angrebene størrelse er meget afhængig af dyrkningsintensiteten i et område og af markstørrelsen. Jo oftere, der dyrkes gulerødder, og jo mindre marker, desto større angreb. For produktionen af gulerødder til dybfrost (ophørt for to år siden) er det oplyst, at de gennemsnitlige udbytte-tab som følge af gulerodsflueangreb har været stort set ubetydelige, og at man ved anvendelsen af gule limplader til varsling har kunnet reducere antallet af behandlinger væsentligt. Antallet af sprøjtninger med alpha-cypermethrin lå i de sidste dyrkningsår i størrelsesordenen 1,6-1,8 i gulerødder til tern og omkring 0,9 i skivegulerødder (Krogsgaard, 2003). For gulerodsproduktionen til industri har avlen generelt ligget i områder med lav dyrkningsintensitet, og der har været tale om store arealer. Derfor kan tallene ikke tages som generelt udtryk for angrebsstørrelse og behandlingshyppighed.

Udvikling af prognose- og varslingsmodeller

Muligheder for anvendelse af gule limplader til monitoring og varsling for angreb af gulerodsfluer er i 80'erne undersøgt grundigt herhjemme (Philipsen & Esbjerg, 1984 samt Percy-Smith, 1990), og arbejdet har resulteret i udviklingen af varslingsredskaber, der i dag indgår som en naturlig del af gulerodsproduktionen. For gulerodsavlere, der producerer under Dansk I.P., er der krav om, at en eventuel bekæmpelse skal ske med baggrund i monitoring og varsling i de enkelte marker.

Monitoringen sker ved hjælp af gule limplader. Der opstilles fældesæt bestående af 5 gule limplader. Pladerne aflæses ugentligt. Monitoringen, d.v.s. registreringen af gulerodsfluer på de gule limplader, og varslingen varetages af specialafgrødekonsulenterne. Ved overskridelse af skadetærskel varsles avlerne individuelt. Der varsles ikke generelt for angreb af gulerodsfluer, da flyvningen varierer meget inden for selv mindre lokale områder.

Monitoringen og varslingen er hovedsageligt rettet mod gulerodsfluens 2. generation, der giver anledning til ”orm” i gulerødderne. Larver af gulerodsfluens 1. generation giver anledning til udfald af planter, men ikke til skader på de høstede gulerødder. Der opstilles kun få fældesæt til monitoring af 1. generations flyvning, og det kunne derfor godt synes, som om der er en ændret holdning til omfanget af skader fra 1. generation af gulerodsfluer i forhold til den tidligere omtalte spørgeskemaundersøgelse.

Den empirisk underbyggede skadetærskel, der anvendes i forbindelse med varsling, ligger på 0,2 fluer/plade/dag. Denne skadetærskel afspejler det forhold, at effekten af bekæmpelse med

alpha-cypermethrin er mindre sikker end ved den tidligere anvendelse af diazinon. Ved anvendelsen af diazinon blev anvendt en skadetærskel på mellem 0,5 og 1.

Der arbejdes ikke i øjeblikket forsøgsmæssigt med videreudvikling af prognose- og varslingsværktøjer for gulerodsfluer herhjemme, men der er igangværende arbejde i f.eks. England og Frankrig. I Frankrig, der er Europas førende gulerodsproducerende land, arbejdes der blandt andet med fastlæggelse af skadetærskler ved anvendelse af pyrethroider (Villeneuve *et al.*, 2000).

Prognose for tidspunkt for synlige skader

En svensk undersøgelse har vist, at der gennemsnitligt skal være en temperatursum på 500 daggrader (med en basistemperatur 3°C) fra det tidspunkt, hvor den fastsatte skadetærskel overskrides til den dato, hvor størstedelen af gulerodsfluernes larver begynder at lave synlige skader på gulerødderne (Jönsson, 1992). Modellen, der beregner denne dato, kaldes ”Kritisk Høstdato” og kan findes på PI@ntelInfo og anvendes af avlere og konsulenter. Kritisk Høstdato anvender aktuelle vejrdata fra de nærmeste vejrstationer. Såfremt den kritiske høstdato ikke er nået ved den aktuelle beregning, så udarbejdes prognose baseret på vejrdata fra de seneste ti år. Prognosen for synlige skader blev udviklet til beslutningsstøtte i industriproduktionen til fastlæggelse af markrækkefølge i forbindelse med høst. Modellen er ikke et værktøj udarbejdet til beslutningsstøtte om, hvorvidt en given behandling skal gennemføres eller ej, men kan i visse tilfælde anvendes som sådant. Det gælder i de tilfælde, hvor man - på tidspunktet for overskridelse af skadetærsklen - kan afgøre, om gulerødderne kan høstes og afsættes, inden der opstår synlige skader.

Status på prognose- og varslingsystem for gulerodsfluen

Der findes i dag et velfungerende monitorings- og varslingsystem for gulerodsfluer, og systemet anvendes i stor udstrækning til fastlæggelse af bekæmpelsesbehov og bekæmpelsestidspunkt. Derudover findes der en temperaturbaseret prognose, der kan anvendes til at forudsige, hvornår der – efter overskridelse af skadetærskel – kan forventes synlige skader. Modellen er ikke efterprøvet under danske forhold, og det er usikkert i hvor stor udstrækning prognosen anvendes.

I modsætning til den temperaturbaserede prognose for kålfluens æglægning, har vi endnu ikke herhjemme redskab til fastlæggelse af tidspunktet for opsætning af gule limplader til registrering af gulerodsfluens flyvning. Det betyder, at konsulenttjenesten normalt opsætter plader i midten af juli måned til registrering af flyvningen af 2. generations fluer, hvilket ofte indebærer, at der aflæses plader i en længere periode inden flyvningen starter. I England er der udarbejdet en model, der med udgangspunkt i måling af jord- og lufttemperatur, kan anvendes til at forudsige tidspunktet for gulerodsfluens flyvning, for æglægning og forpupning. Modellen er tilgængelig som en del af HRI's MORPH beslutningsstøttepakke (Collier, 2002). Udviklingsarbejdet er finansieret og ejet af de engelske avlere, og prognosemodellen er ikke i dag tilgængelig til brug for danske avlere eller rådgivningstjenesten.

Også tidspunktet for afslutning af bekæmpelse er usikkert. Der har i England været gennemført flere undersøgelser, som har haft til formål at få fastlagt, hvornår i efteråret det ikke længere har noget formål at behandle mod gulerodsfluen, selvom flyvningen oversteg tærskelværdien. Herhjemme har de engelske undersøgelser gennem 3 år været efterprøvet i regi af rådgivningstjenesten. Resultaterne fra disse undersøgelser tyder på, at man allerede fra omkring 1. september kunne operere med en højere skadetærskel end 0,2 fluer/plade/dag, og at flyvninger efter midten af september kan tages relativt afslappet, men der er stadig stor usikkerhed vedrørende dette spørgsmål.

Afslutning

Anvendelse af prognose- og varslingsværktøjer er i stigende grad et krav i forbindelse med produktion af planteprodukter - af hensyn til miljøet, men for frugt, bær og grønsager også som følge af øget fokus på pesticidrestindholdet.

Udviklingen og tilpasningen af prognose- og varslingsværktøjer kan være en langsommelig og arbejdskrævende proces, og da f.eks. vejledende skadetærskler er knyttet til brugen af bestemte plantebeskyttelsesmidler, vil der ofte være behov for tilpasninger i takt med ændringer i de givne muligheder for bekæmpelse. Der er konstant behov for udvikling på mange fronter (mange afgrøder/mange skadegørere), og det er vanskeligt at finde de økonomiske ressourcer til at dække de ønsker og muligheder for videreudvikling, som findes. Udenlandske resultater ses i stadigt større omfang vanskelige at anvende og tilpasse til danske forhold fordi de er udviklet gennem finansiering af private firmaer eller avlerorganisationer. Det vil derfor fremover være øget behov for etablering af netværk og samarbejde for videreudvikling og udnyttelse af allerede eksisterende viden.

Litteratur

- Bligaard J.* 1996. Udvikling af et temperaturbaseret varslingsystem for kålfluens æglægning ud fra otte års markregistreringer med filtfælder. SP-rapport Nr. 4, 13. Planteværnskonference. 253-258.
- Bligaard J.* 1999. Damage Thresholds for Cabbage Root Fly (*Delia radicum* (L.)) in Cauliflower Assessed from Pot Experiments. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 49. 57-64.
- Bligaard J, Meadow R, Nielsen O & Percy-Smith A.* 1999. Evaluation of felt traps to estimate egg numbers of cabbage root fly, *Delia radicum*, and turnip root fly, *Delia floralis* in commercial crops. Entomologia Experimentalis et Applicata 90. 141-148.
- Collier R.* 2002. Personlig kommunikation.
- Jönsson B.* 1992. Forecasting the timing of damage by the carrot fly. IOBC/WPRS Bulletin 15 (4). 43-48.

- Krogsgaard P.* 2003. Personlig kommunikation.
- Percy-Smith A.* 1990. Gulerodsfluen – håndtering af et alvorligt skadedyr. Statens Planteavlsvforsøg, grøn viden - havebrug nr. 52. pp. 6.
- Percy-Smith A & Bligaard J.* 1992. Spørgeskemaundersøgelse af sygdomme og skadedyr i grønsager og jordbær. Tidsskrift for Planteavls Specialserie. Beretning nr. S 2249. pp. 37.
- Philipsen H & Esbjerg P.* 1984. Gulerodsfluen (*Psila rosae*) – ”orm” i gulerødder. Statens Planteavlsvforsøg, Meddelelse nr. 1766. pp. 4.
- Villeneuve F, Bossis M, Breton D, Brunel E, Diare N & Rouxel F.* 2000. Major pests and diseases occurring in carrot crops in France and main research programs. Indlæg ved 28th International Carrot Conference, Pasco USA. pp. 10.

Udpegning af pesticidfølsomme sandområder og status for KUPA-projektet

Mapping of areas sensitive to pesticide leaching in sandy parts of Denmark

Carsten Suhr Jacobsen, Ulla C. Brinch, René Juhler, Ole Stig Jacobsen, Vibeke Ernstsen, Per Rosenberg, Peter van de Keur, Erik Nygaard, Heidi C. Barlebo & Henrik Vosgerau

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

Bo Vangsø Iversen, Finn Vinther, Lars Elsgaard, Svend Elsnab Olesen, Søren Torp, Mogens Greve & Ole Hørbye Jacobsen

**Danmarks Jordbrugsforskning
Afdeling for Planter og jord
Forskningscenter Foulum
Postboks 50
8830 Tjele**

Summary

In Denmark more than 95% of the drinking water production is based on groundwater. Intensive pesticide monitoring programs have revealed that the leaching of pesticides to the groundwater varies and can be difficult to predict. The geology of Denmark is variable and it has been proposed that leaching of pesticides will vary with the geological type of sediment. Therefore, we tested the behavior of four different pesticides in eight different geological settings. This paper presents selected results from the first of eight geologically different sandy sediments. Pesticide leaching is based on the three key factors: water movement, pesticide sorption, and pesticide degradation. Four different pesticides representing strong/weak degradation and strong/weak sorption (metribuzine, methyltriazineamine, MCPA, and glyphosate) were tested, and the overall performance of the compounds was found to be as expected. Using simple regression analysis, the degradation of metribuzine and methyltriazineamine was found to be correlated with microbial biomass and activity, glyphosate degrades very variably but only in soils with high microbial biomass and activity, and finally MCPA degrades fully (mineralizes) in most soils tested irrespective of microbial activity. Sorption of metribuzine and MCPA correlates with organic matter while no simple correlation was found with the other compounds. The laboratory experiments are still running, and no attempts has yet (December 2002) been made to compare leaching among different types of geological sediments.

Baggrund

I Danmark består omkring 60% af de øverste jordlag af sandede aflejringer, der lader sig gruppere i forskellige typer landskabselementer. Landskabselementerne afspejler det istidsmiljø og de aflejningsprocesser, der herskede i de områder, hvor enhederne er beliggende i dag. Dermed afspejler landskabselementerne også indirekte, hvilke sedimentter de indeholder. Det er naturligt at forestille sig, at pesticider kan udvaskes med forskellig hastighed og i forskellig grad gennem de forskellige typer sedimentter.

I Drikkevandsudvalgets betænkning (Miljøstyrelsen, 1998) blev det anbefalet, at der gennemføres en følsomhedskortlægning (zoner) over for pesticider. Hvor kortlægningen viser, at der er behov for at forbyde eller begrænse pesticidanvendelse for at opretholde en grundvandskvalitet, der er egnet til produktion af drikkevand, skal dette indarbejdes i indsatsplanen for området. Drikkevandsudvalget ønskede, at kortlægningen af de pesticidfølsomme områder sker på et ensartet grundlag over hele landet. Derfor skal udarbejdelse af en vejledning, som beskriver principperne for kortlægningen, have en høj prioritering. Bichel-udvalget (Bichel udvalget, 2001) tilslutter sig drikkevandsudvalgets konklusioner vedrørende pesticidanvendelse, herunder at der sker en udpegning af indsatsområderne for pesticidanvendelse i de særlige følsomme drikkevandsområder med henblik på en regulering af pesticidanvendelsen.

Feltundersøgelser indikerer, at pesticider kan udvaskes fra både sand og moræneler. Processerne, der styrer den udvaskede mængde og transporttiden af pesticider fra jordoverfladen ned til grundvandet, er dog forskellige i sand og ler. Præferentiel strømning (strømning i f.eks. sprækker og ormegange) synes dominerende i strukturerede jorde (primært moræneler), mens dette ikke i væsentlig grad ser ud til at være tilfældet for sandjorde. Hovedparten af de foreliggende undersøgelser har beskæftiget sig med transporten ned til 1 meter eller til et grundvandspejl beliggende 1-2 meter under terræn. Tidligere undersøgelsesresultater giver ikke grundlag for at kvantificere udvaskningen med rimelig sikkerhed fra hverken sand eller ler. Dette skyldes primært, at resultaterne fra enkelte undersøgelser er vanskelige at sammenholde, idet de er udført med forskellige pesticider, jordarter, klimaforhold og dyrkningspraksis.

Som led i regeringens pesticidhandlingsplan II har GEUS derfor i samarbejde med DJF fået i opdrag at tilvejebringe den nødvendige viden om pesticidtransport ned til grundvandspejlet. Denne viden skal, om muligt, omsættes til en vejledning for zoner af pesticider på forskellige typer jorde. GEUS og DJF har via finanslov 2000 ved et bredt forlig i første omgang modtaget en bevilling til et projekt, hvor ca. 15 personer i 3 år arbejder på at undersøge, hvordan udvaskningsforholdene i forskellige landskabselementer adskiller sig fra hinanden. I den 1. del af projektet KUPA (Koncept for Udvælgelse af Pesticidfølsomme Arealer), hvis bevilling afsluttes med udgangen af 2003, undersøges det, om der kan findes nogen forskel mellem 8 forskellige landskabselementer indenfor de sandede dele af landet.

Det usædvanligt store datamateriale, der indsamles i løbet af KUPA projektet, giver mulighed for at indlede en jagt på de betydende parametre for pesticidudvaskning. Værktøjet i denne jagt er en igangværende flertrins statistisk bearbejdning af de målte værdier med en principal komponent analyse. I nærværende artikel præsenterer vi eksempler på mere primitive regressionsanalyser. Jagten på de betydende parametre bygger på indsamling af en række geologiske, geokemiske og mikrobiologiske parametre udover de tre nøgleparametre (K_d , DT50 og K_s). Denne artikel baseres på undersøgelser af finsandede marine aflejringer indenfor Yoldia-fladen, der er en gammel hævet havbund beliggende i Nordjylland.

Materialer og metoder

KUPA projektet (Barlebo, 2002) undersøger om der kan forventes større forskel mellem udvaskning af pesticider i nogle landskabstyper frem for andre. I første omgang undersøges sandede jorde indenfor 8 vigtige landskabselementer i Danmark. Det helt afgørende er at forstå om variationen i udvaskningen indenfor et landskabselement er mindre end variationen mellem forskellige landskabselementer. Fundamentet i disse analyser er 3 store udgravninger udført indenfor hvert landskabselement, hvor relevante målbare parametre indsamles ned gennem jordprofilen. Herudover indeholder projektet et større antal borede og gravede prøver, der skal bruges til at vurdere variationsbredden i forhold til undersøgelserne fra de store udgravninger.

Modellering af udvaskning på basis af reelle tal

Modelberegningerne over udvaskningen af pesticider, der skal vise, om der er større forskel mellem marker i forskellige landskabselementer, end mellem marker indenfor et landskabselement, baseres alene på eksperimentelt opnåede data i projektet. Modellen (MACRO) bygger på data for pesticidernes sorption til jorden (K_d), deres nedbrydning i jorden (DT50) og endelig vandets strømning gennem jorden (K_s).

Bestemmelse af vandets strømning (K_s -værdien)

Der blev udtaget fem intaktprøver i store kolonner (20 cm længde, 20 cm i indre diameter) samt fem intaktprøver i 100-cm³ retentionsringe i henholdsvis Ap, B og C-horisonten. Dybere prøver er udtaget fra intakte kerner fra en boring. I lokaliteten Ajstrup har B-horisonten en ringe udbredelse, og der blev ikke udtaget store kolonner i denne. Derfor er den umættede hydrauliske ledningsevne ikke blevet bestemt i horisonten, og den mættede hydrauliske ledningsevne i Ajstrup blev målt på de små 100-cm³ retentionsringe.

Bestemmelse af pesticidernes sorption (K_d -værdien)

¹⁴C-mærkede pesticider anvendes til bestemmelse af stoffernes sorption. Sorptionsundersøgelserne udføres ved rystning i 0,01M CaCl₂ ved 10°C efter OECD guideline TG106.

Bestemmelse af pesticidernes nedbrydning (DT50-værdien)

Pesticider tilsættes i koncentrationen 1 mg/kg til jord afvejet i en kolbe og inkuberes ved 10°C. Til en given tid tømmes hele indholdet af flasken, og pesticiderne ekstraheres fra jorden ved en accelereret solvent ekstraktionsmetode (ASE). Pesticiderne og kendte nedbrydningsprodukter bestemmes på LC-MS/MS (Henriksen *et al.*, 2002).

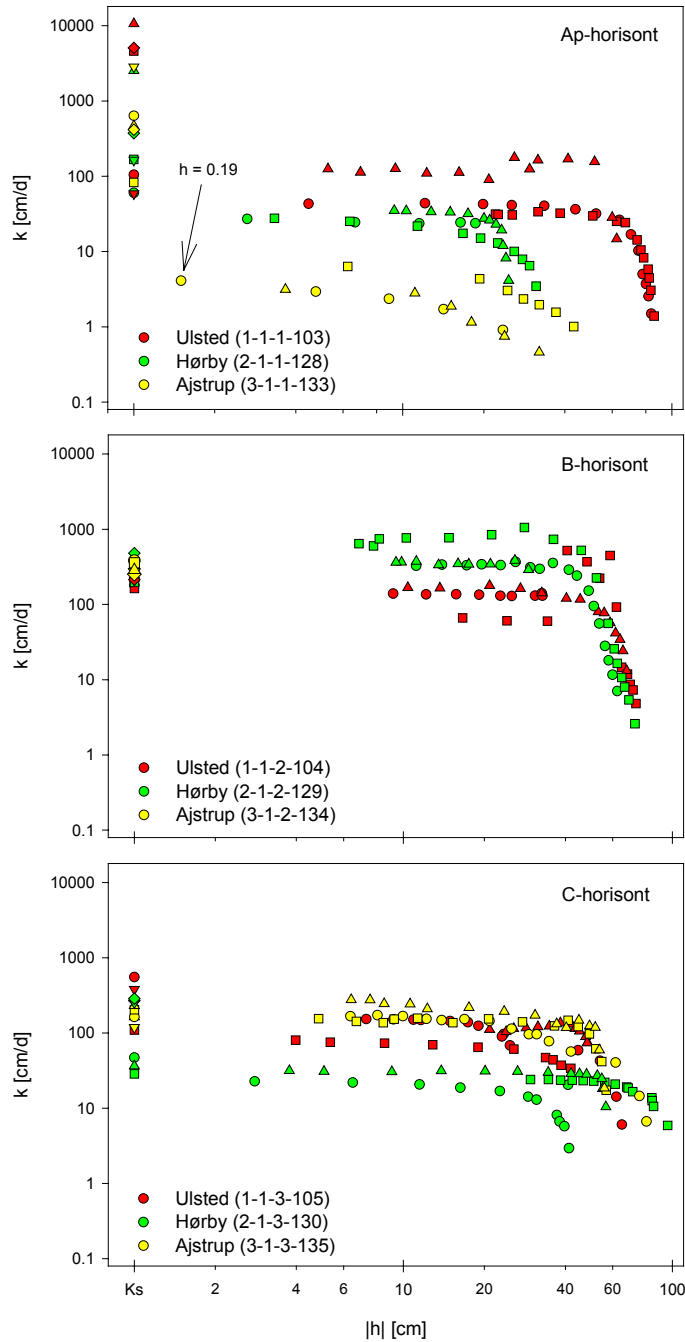
Der gennemføres endvidere undersøgelser af pesticidernes fuldstændige nedbrydning (mineralisering) ved anvendelse af ¹⁴C mærkede pesticider. Bestemmelserne af den fuldstændige nedbrydning er betydeligt billigere og gennemføres på alle prøver, mens bestemmelse af nedbrydning ved ASE og LC-MS/MS analyse gennemføres for prøver fra de store gravede huller.

Resultater for Yoldia landskabselementet

De geologiske og pedologiske forhold på tre undersøgelseslokaliteter blev detaljeret undersøgt og dokumenteret og dannede bl.a. grundlag for bestemmelse af prøvetagningsdybder, for detaljer henvises til KUPA rapport nr. 3.

Vandets strømning

Yoldia fladen er generelt meget variabel. Der er undersøgt såvel vandretention som mættet og umættet hydraulisk ledningsevne. Figur 1 viser værdierne for den mættede og umættede hydrauliske ledningsevne ned gennem profilet. De højeste værdier og den største variation mellem målingerne ses i Ap-horisonten. Der ser ikke ud til at være nogen nævneværdig signifikant forskel mellem de enkelte lokaliteter indenfor de enkelte horisonter. En enkelt undtagelse er dog C-horisonten i Hørby, der udviser noget lavere værdier sammenlignet med de to andre lokaliteter på grund af det høje siltindhold i denne horisont. Ikke overraskende ses store forskelle i den mættede hydrauliske ledningsevne mellem de to teksturbånd ved Hørby. Meget lave værdier for det siltede bånd (Teksturbånd I) og høje værdier for det mere sandede bånd (Teksturbånd II), men lagenes hydrauliske betydning vil især gøre sig gældende under umættede forhold (se afsnittet om vandretention).



Figur 1. Mættet og umættet hydraulisk ledningsevne ($n=5$) for profilerne Ulsted, Hørby og Ajstrup (saturated and nonsaturated hydraulic conductivity ($n=5$) for the profiles Ulsted, Hørby and Ajstrup).

Pesticidernes binding i Yoldia landskabelementet

Kd værdierne for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt i de store grave huller på Ulsted, Hørby og Ajstrup lokaliteterne er vist i tabel 1.

Tabel 1. Kd værdier (l/kg) for MCPA, methyltriazinamin, metribuzin og glyphosat bestemt på Ulsted, Hørby og Ajstrup lokaliteterne. (Kd values (l/kg) for MCPA, methyltriazinamine, metribuzine, and glyphosate in the Ulsted, Hørby, and Ajstrup locations).

| | Kd værdi MCPA | | | | | |
|--------------------|---------------|------|-------|------|---------|------|
| | Ulsted | | Hørby | | Ajstrup | |
| Dybde/depth | Gns | Std | Gns | Std | Gns | Std |
| Dybde 1 | 1,00 | 0,06 | 1,05 | 0,03 | 2,61 | 0,04 |
| Dybde 2 | 0,21 | 0,01 | 0,33 | 0,01 | 0,11 | 0,01 |
| Dybde 3 | 0,32 | 0,02 | 0,12 | 0,01 | 0,54 | 0,02 |
| Dybde 4 | nd | nd | 0,15 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |

| | Kd værdi methyltriazinamin | | | | | |
|--------------------|----------------------------|-----|-------|------|---------|------|
| | Ulsted | | Hørby | | Ajstrup | |
| Dybde/depth | Gns | Std | Gns | Std | Gns | Std |
| Dybde 1 | 18 | 1 | 10 | 0,1 | 9,1 | 0,49 |
| Dybde 2 | 36 | 1 | 3,5 | 0,06 | 12 | 0,44 |
| Dybde 3 | 306 | 63 | 8,8 | 0,05 | 49 | 0,48 |
| Dybde 4 | nd | nd | 391 | 51 | 23 | 0,67 |

| | Kd værdi Metribuzin | | | | | |
|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|---------|-------|
| | Ulsted | | Hørby | | Ajstrup | |
| Dybde/depth | Gns | Std | Gns | Std | Gns | Std |
| Dybde 1 | 0,68 | 0,026 | 0,56 | 0,012 | 2,275 | 0,108 |
| Dybde 2 | 0,05 | 0,002 | 0,08 | 0,006 | 0,041 | 0,010 |
| Dybde 3 | 0,12 | 0,005 | 0,03 | 0,009 | 0,215 | 0,005 |
| Dybde 4 | nd | nd | 0,16 | 0,004 | 0,106 | 0,001 |

| Dybde/depth | Kd værdi glyphosat | | | | | |
|--------------------|--------------------|-----|-------|-----|---------|-----|
| | Ulsted | | Hørby | | Ajstrup | |
| | Gns | Std | Gns | Std | Gns | Std |
| Dybde | | | | | | |
| Dybde 1 | 292 | 95 | 376 | 11 | 370 | 4,5 |
| Dybde 2 | 589 | 18 | 1890 | 49 | 669 | 21 |
| Dybde 3 | 1055 | 11 | 1856 | 116 | 372 | 19 |
| Dybde 4 | nd | nd | 2893 | 696 | 949 | 5,5 |

MCPA bindes generelt svagt men stærkest i overjorden med Kd værdier mellem 1 (Ulsted og Hørby) og 2,6 (Ajstrup). MCPA's sorption falder med dybden. Methyltriazinamin bindes i overjorden med Kd værdier mellem 9 og 19. I C horisonten (95-115 cm) i Ulsted stiger Kd til

305 og i boreprøven fra Hørby er Kd på 390. Laveste Kd værdi findes i Bvs horisonten (40-60 cm) i Hørby.

Metribuzins bindingsmønster minder om MCPA med Kd værdier under 1 for overjorde i Ulsted og Hørby, mens Kd i overjorden fra Ajstrup er 2,3. Metribuzins binding til underjorde er lav med den højeste værdi på 0,2 (Cg horisont Ajstrup) og den lavest på 0,03 (IIC horisont Hørby). Glyphosat bindes stærkt til alle jorde, med den højeste Kd værdi på knap 3000 i boreprøven fra Hørby.

Generelt viser Yoldia det forventede billede med høj sorption for stofferne glyphosat og methyltriazinamin og lav sorption for MCPA og metribuzin.

Pesticidernes nedbrydning i Yoldia landskabselementet

Den tid der går før kun 50% af det tilsatte stof kan genfindes (DT50 værdierne) for MCPA, methyltriazinamin og metribuzin bestemt på Ulsted, Hørby og Ajstrup lokaliteterne er vist i tabel 2.

Tabel 2. DT50 værdier (dage) for MCPA, methyltriazinamin og metribuzin bestemt på Ulsted, Hørby og Ajstrup lokaliteterne (DT50 for MCPA, methyltriazinamine, and metribuzin in the Ulsted, Hørby, and Ajstrup locations).

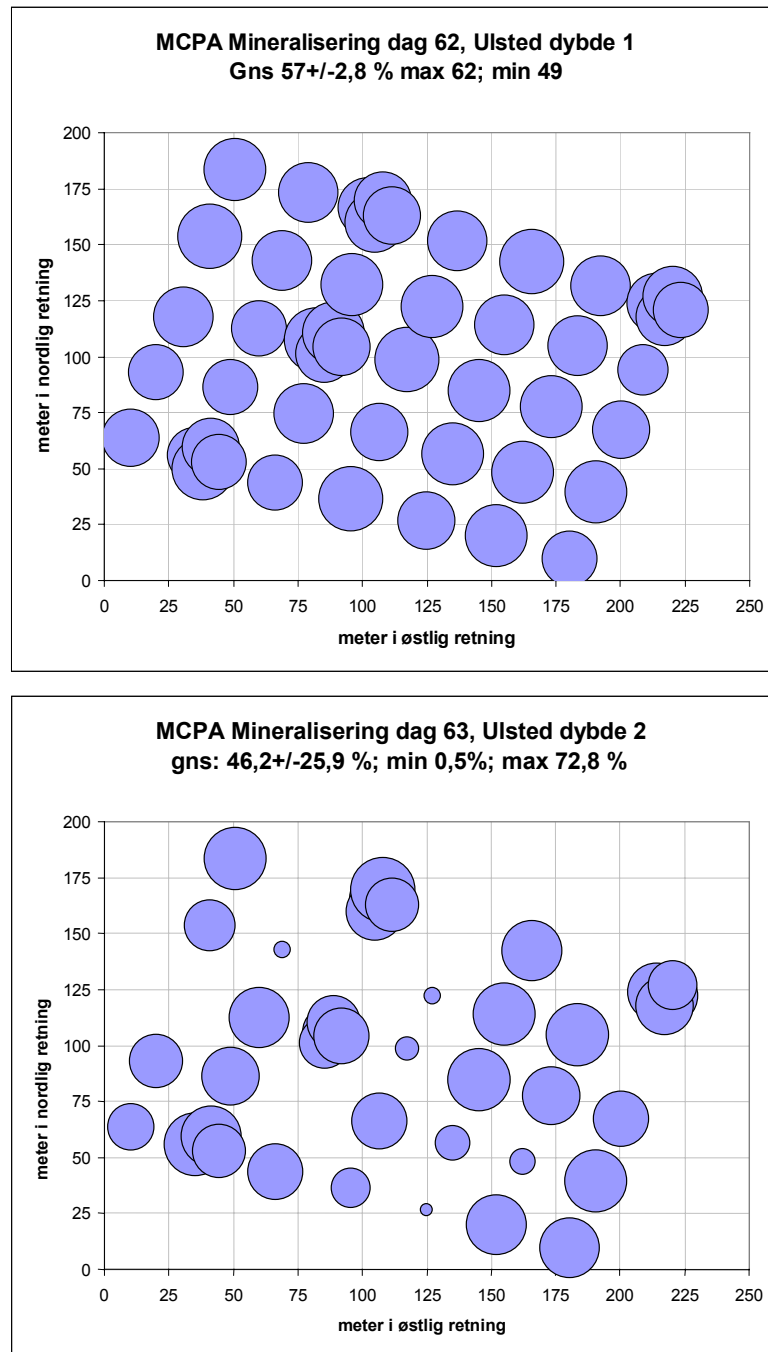
| | DT50 værdi for MCPA | | |
|-------------|---------------------|-------|---------|
| Dybde/depth | Ulsted | Hørby | Ajstrup |
| Dybde 1 | 12 | 14 | 12 |
| Dybde 2 | 11 | 12 | - |
| Dybde 3 | 14 | 12 | 4 |

| | DT50 værdi for Methyltriazinamin | | |
|-------------|----------------------------------|-------|---------|
| Dybde/depth | Ulsted | Hørby | Ajstrup |
| Dybde 1 | ND | 90 | 66 |
| Dybde 2 | ND | 343 | 134 |
| Dybde 3 | ND | 177 | - |

| | DT50 værdi for Metribuzin | | |
|-------------|---------------------------|-------|---------|
| Dybde/depth | Ulsted | Hørby | Ajstrup |
| Dybde 1 | 92 | 66 | 187 |
| Dybde 2 | >1000 | 227 | >1000 |
| Dybde 3 | >1000 | >1000 | - |

Der er i enkelte tilfælde ekstrapoleret ud over det tidsinterval, som forsøget dækker. I ekstreme tilfælde (det vil sige, hvor der er ingen eller en næppe detekterbar forsvinding) er DT₅₀

værdien angivet som ">1000". methyltriazinamin blev ikke bestemt på Ulsted marken. Det er denne mark, der blev undersøgt først, og ved DT₅₀ forsøgets udførelse var det ikke fastlagt, at det var methyltriazin-aminen, der skulle indgå som det tredje modelstof. Der ses en generel tendens til hurtigst forsvinding af MCPA fulgt af en noget langsommere forsvinding af methyltriazinamin, hvorimod metribuzin er generelt stabilt, især i de dybere jordlag.

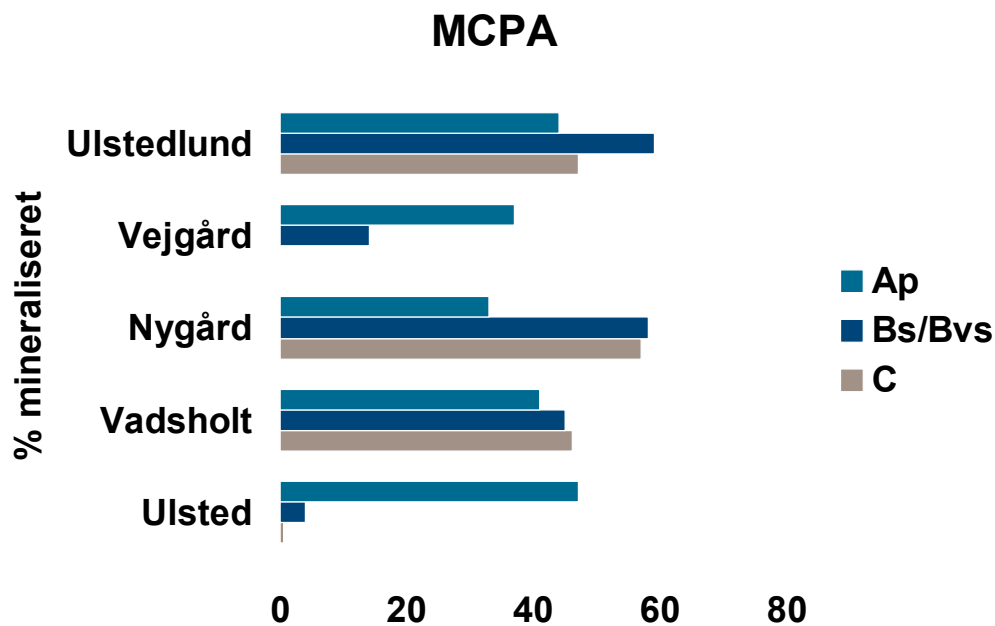


Figur 2: Markvariation i nedbrydning af MCPA målt som fuldstændig mineralisering. (Field-scale variation in the degradation of MCPA measured as mineralization).

Variation indenfor kort afstand

De tre undersøgte lokaliteter Ulsted, Hørby og Ajstrup ligger alle sammen i Nordjylland, men med betydelig afstand fra hinanden. Vi har derfor ved lokaliteten Ulsted valgt at udføre ekstra prøvetagning dels i 4 boringer beliggende på en linie, dels ved et net af analyser indenfor den mark, hvor hullet er gravet. Som eksempel på variationen har vi udvalgt data for den fuldstændige nedbrydning af pesticider (mineralisering). I figur 2 vises således markvariationen i mineraliseringen af MCPA, hvor det er tydeligt, at den fuldstændige nedbrydning i overjorden er meget lidt variabel, mens variationen i B horisonten er betydelig (størrelsen på cirkler varierer).

Tilsvarende (figur 3) er det tydeligt, at der er forskel mellem, hvordan stofferne bliver mineraliseret i de fire boringer/gravninger, der er udtaget på en linie ved Ulsted. Bemærk at mineraliseringen i B og C horisonten er lav i Ulsted prøven i figur 3, hvad den også er i nogle punkter i højre panel af figur 2. MCPA udviser en betydelig variation i nedbrydningen i underjordene. Denne store variation findes ikke for stofferne methyltriazinamin eller metribuzin. For stoffet glyphosat er der en meget variabel mineralisering i såvel underjord som overjord.

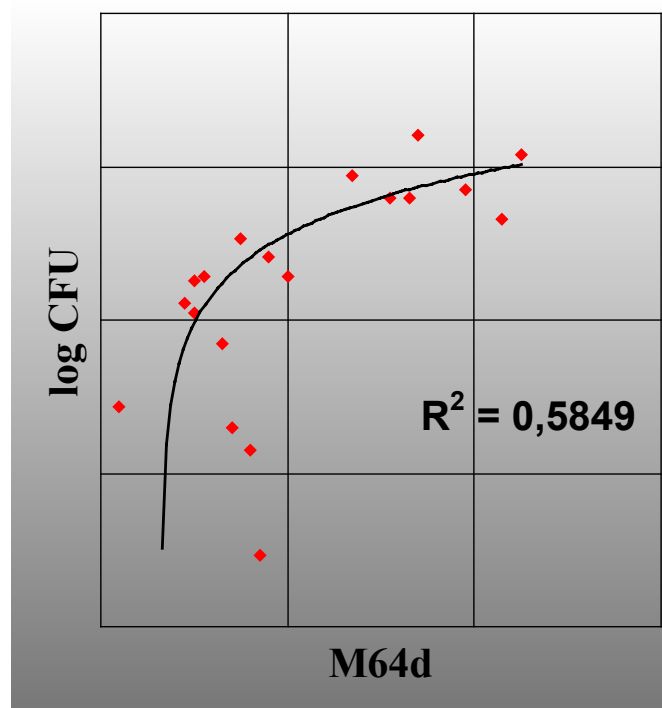


Figur 3. Akkumuleret mineralisering af MCPA efter 63 dage, sammenligning mellem Ulsted lokaliteten og fire nærliggende lokaliteter (Accumulated mineralization of MCPA in 63 days, Ulsted compared with four nearby locations).

Diskussion

Mikrobiel nedbrydning af pesticider er i langt de fleste tilfælde en forudsætning for en fuldstændig nedbrydning (mineralisering) af pesticiderne. Stoffer, der tilhører gruppen af phenoxy-syreherbicider, er vist at kunne stimulere vækst af specifikke nedbryderbakterier. Dette er også i overensstemmelse med de resultater, vi har opnået for Yoldia landskabs-elementet, hvor vi for MCPA ved at tolke mineraliseringsforløb (Jacobsen og Pedersen, 1992) har vist, at de bakterier, der har mineraliseret MCPA, er vokset.

Methyltriazinamin og metribuzin er to eksempler på pesticider, der indeholder en N-holdig ringstruktur. Sådanne forbindelsers nedbrydning sker ofte langsomt uden at understøtte vækst af bakterier (Jacobsen *et al.*, 2001). Nedbrydningen af disse stoffer sker derfor bedst (kun) i jorde, hvor den kan forløbe som en sideproces til andre mikrobielle processer (co-metabolsk nedbrydning). I overensstemmelse med vores forventninger viser KUPA resultaterne, at disse to stoffer nedbrydes bedst i de jorde, hvor der er en høj mikrobiel aktivitet (figur 4).



Figur 4. Simple regression af antallet af bakterier (CFU) overfor den akkumulerede mineralisering af metribuzin (Simple regression of numbers of bacteria against mineralization of metribuzine).

For det sidste stof glyphosat har vi fundet den største variation i nedbrydningen. Nedbrydningen er sandsynligvis hæmmet af at glyphosat er stærk sorberet. Det er derfor svært at vurdere omsætningen af dette stof.

Undersøgelser af variation af pesticiders nedbrydning og sorption er meget begrænsede. De enkelte undersøgelser, der findes (Coquet, 2003), beskæftiger sig kun med overjord. Vores resultater viser generelt, at der er en meget større variation i underjorderne end i overjorden.

Status for KUPA projektet

Med udgangen af april 2003 afsluttes de sidste laboratorie-undersøgelser. Allerede nu er der igangsat modellering af de første data. I skrivende stund (December 2002) foreligger der ikke statistisk bearbejdede data for pesticidernes udvaskningsrisiko fra de undersøgte marker, og det er derfor endnu for tidligt at sige, om der er signifikante forskelle mellem alle, nogle eller ingen af de undersøgte landskabselementer.

Litteratur

- Barlebo HC.* 2001. Koncept for udpegning af pesticidfølsomme arealer (KUPA). 18. Danske Planteværnskonference II, DJF rapport markbrug nr. 41, februar, 73-80.
- Bichel-udvalget.* 1999. Rapport fra hovedudvalget, Miljøstyrelsen.
- Coquet Y.* 2003. Variation of pesticide sorption isotherm in soil at the catchment scale. *Pest Management Science*, 59. 69-78.
- Henriksen T, Svensmark B & Juhler RK.* 2002. Analysis of Metribuzin and transformation products in soil by pressurized liquid extraction and liquid chromatographic-tandem mass spectrometry. *J Chromatogr A*, 957. 79-87.
- Jacobsen CS & Pedersen JC.* 1992. Mineralization of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in soil inoculated with *Pseudomonas cepacia* DBO1(pRO101), *Alcaligenes eutrophus* AEO106(pRO101) and *Alcaligenes eutrophus* JMP134(pJP4); effects of inoculation level and substrate concentration. *Biodegradation*, 2. 253-263.
- Jacobsen CS, Shapir N, Christensen LO, Jensen EH, Juhler RK, Streibig JC, Mandelbaum R. & Helweg A.* 2001. Bioavailability of triazine herbicides in a sandy soil profile. *Biology and Fertility of Soils*, 33. 501-506.
- Miljøstyrelsen.* 1998. Betænkning fra Miljøstyrelsen nr. 1. 1998: Drikkevandsudvalgets betænkning.
- OECD TG106 1997.

Re-entry efter pesticidbehandling i væksthuse samt resultater fra re-entry i EUROPOEM II

Re-entry after pesticide treatment in greenhouses and results from re-entry in EUROPOEM II

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

Indledning

Registreringsprocessen af pesticider i Danmark foretages af Miljøstyrelsen. I dag er det et problem, at der mangler gode data for, hvorledes jordbrugere bliver eksponeret, når de håndterer sprøjtede afgrøder. Det at håndtere sprøjtede afgrøder kaldes "re-entry". Udtrykket kan bedst forklares ved et eksempel: En afgrøde i et væksthuse pesticidbehandles; efter en given tid går arbejderen ind i væksthuset igen og håndterer den behandlede afgrøde. Modeller fra sådanne re-entry forsøg anvendes ved risikovurderingen af pesticidets anvendelse i praksis.

Risikovurdering

Data fra praktiske re-entry forsøg kan benyttes til generering af eksponeringsmodeller. I risikovurderingen anvendes eksponeringsmodeller til estimering af, hvilke pesticiddoser jordbrugere får på kroppen ved arbejde med pesticidbehandlede afgrøder. I de tilfælde, hvor de beregnede doser overskrider grænseværdierne for den acceptable dosis (AOEL, Acceptable Operator Exposure Level), er der en mulighed for at reducere eksponeringen, for eksempel ved anvendelse af sikkerhedsudstyr. Eksponeringsmodellerne anvendes som et 1. trin i risikovurderingen og gælder i princippet for alle pesticider.

Re-entry modellen

Ved hjælp af re-entry modeller vil man for en given arbejdsproces kunne beregne, hvor meget pesticid, der totalt lander på "overfladen" af arbejderen. Ved overfladen forstås her både den ubeskyttede hud samt beskyttelsesbeklædningen (arbejdstøjet). Denne dosis betegnes som den *potentielle eksponering*. Ved den *aktuelle eksponering* forstås dels den dosis, som lander på den ubeskyttede hud plus den dosis som gennemtrænger beskyttelsesbeklædningen (arbejdstøjet).



Figur 1. Eksempel på udsprøjtning af pesticider i væksthuse. Example of spraying in a greenhouse.



Figur 2. Eksempel på re-entry i et væksthuse. Example of re-entry in a greenhouse.

Re-entry modeller er i princippet bygget op af to komponenter med følgende relation til den potentielle eksponering:

DFR * TK = potentiel eksponering i $\mu\text{g}/\text{t}$ ved re-entry

DFR, Dislodgeable Foliar Residue

Ved DFR forstås den mængde pesticid, som ligger løst bundet på bladoverfladen, og som kan smitte af på hænderne ved berøring. DFR-værdier bestemmes ved en let afvaskning af de sprøjtede planter og enheden er $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Sprøjtes der med 1 kg aktivt stof/ha på en vandret flade, vil der i alt blive afsat $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Efter sprøjtningen " forsvinder " pesticiderne med tiden ved nedbrydning, fordampning, indtrængning i plantevævet o.l. Den dosis, som er interessant i denne forbindelse, er DFR-værdien ved re-entry. Hvornår skal DFR-værdien måles? I væksthuse håndteres de sprøjtede planter ofte 1-3 dage efter sprøjtningen, i frugtplantager kan der ofte gå flere uger. DFR bestemmes således for den pågældende arbejdssituation ved re-entry tidspunktet. DFR kan betragtes som en karakterisering af, hvor forurenede arbejdsmiljøet er, når der arbejdes.

TK, Transferkoefficienten

TK angiver, hvor mange cm^2 pesticidbehandlet bladoverflade en væksthusearbejder kommer i berøring med pr. time, når det drejer sig om de løst bundne pesticidrester. Giver et praktisk forsøg det resultat, at en arbejder bliver potentielt eksponeret med $500 \mu\text{g}/\text{time}$, og vi her har en DFR på $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, svarer det til, at arbejderen potentielt er blevet eksponeret med den mængde pesticid, der er løst bundet på $100 \text{cm}^2/\text{t}$.

Hvilke data er til rådighed i dag ?

I en fælles europæisk database EUROPOEM II, der er finansieret af Kommissionen som concerted action, har man samlet resultater fra re-entry eksponering hentet fra relevante rapporter samt relevant litteratur. Rapporten var planlagt til at udkomme i december 2002. EUROPOEM II indeholder dels DFR-værdier indenfor 24 timer efter sprøjtning for en række pesticider, dels indikative TK-værdier for håndeksponering.

90% fraktilen for DFR-værdierne er angivet til $3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Karakteristiske TK-værdier fra database er:

| | |
|--------------|-------------------------------|
| Grøntsager: | $5.000 \text{cm}^2/\text{t}$ |
| Træfrugter: | $12.000 \text{cm}^2/\text{t}$ |
| Bær: | $10.000 \text{cm}^2/\text{t}$ |
| Prydplanter: | $5.000 \text{cm}^2/\text{t}$ |

Eksponeringsmodeller fra håndeksponering i væksthuse for arbejde med potteplanter og plukning af agurker er publiceret af (Kirknel *et al.*, 1997) og (Kirknel & Sjelborg, 2003). DFR-værdierne og TK-værdierne herfra er i god overensstemmelse med EUROPOEM's.

Fremtiden

På DJF, Flakkebjerg er der netop startet et projekt, som skal beskrive en eksponeringsmodel for hele kroppen samt effektiviteten af arbejdstøj/beskyttelsesbeklædning. De praktiske forsøg skal gennemføres ved re-entry i væksthuse og i frugtplantager. Dette projekt bliver gennemført i Miljøstyrelsens program for bekæmpelsesmiddelforskning. Resultaterne fra dette projekt er beregnet til dels at indgå som støtte for det svage datamateriale i EUROPOEM II, samt til at levere den danske Miljøstyrelse data, som er specifikke for danske eksponeringsforhold under arbejdet med sprøjtede afgrøder.

Litteratur

Kirknel E, Nøhr Rasmussen A & Emde G. (1997) Pesticide Re-entry Exposure of Workers in Greenhouses. Nr. 31, Miljøstyrelsen, København.

Kirknel E & Sjelborg P. (2003) in press. Handskers beskyttelsesevne ved arbejde med pesticider i jordbrugene, samt modeller for håndeksponering, Miljøstyrelsen, København.

Allelokemiske stoffers skæbne i jord – et nyt EU projekt ved Danmarks JordbrugsForskning

Inge Fomsgaard & Sandra Carlsen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Indledning

Udvikling af den miljøvenlige landbrugsproduktion er af stor betydning for både befolkning og politikere. Vi lever af det, som landbruget producerer, men vi vil gerne have at vores miljø skal være så upåvirket af denne produktion som muligt.

Som et led i udviklingen af den miljøvenlige landbrugsproduktion, har der i de sidste 10 år været stor fokus på en reduktion af brugen af sprøjtemidler, som jo er syntetiske kemiske stoffer, der er fremmede for naturen. Det er dog tydeligt for alle, der har med landbrug at gøre, at der, hvor man ønsker at reducere – eller evt. helt fjerne anvendelsen af syntetiske sprøjtemidler – skal der findes alternativer til forebyggelse og bekæmpelse af ukrudts-, sygdoms- og skadedyrsproblemer. Ellers er det vanskeligt at opretholde en lønsom produktion.

Et oplagt alternativ til ukrudt-, svampe- og insektbekæmpelse med syntetiske stoffer er at udnytte planters evne til at danne naturlige kemiske forsvarsstoffer – de såkaldte allelokemiske stoffer. Planters evne til at danne allelokemiske stoffer kaldes allelopati. Hvis man blandt en række hvedesorter vælger en sort med et højt indhold af allelokemiske stoffer, kan skadevirkningerne af eventuelle insektangreb ofte reduceres. Plantens indhold af allelokemiske stoffer kan også virke ukrudtsbekæmpende i forhold til næste års afgrøde, hvis planteresterne med det høje indhold af allelokemiske stoffer efterlades og nedmuldes i jorden efter høst. Planterester af rug er ofte blevet udnyttet på denne måde. Man kunne også udnytte enten hvede eller rugs allelopatiske egenskaber ved at starte med at så denne afgrøde, og efter 10 dages vækst nedmulde de fremspirede planter. Så ville der være en høj koncentration af allelokemiske stoffer i jorden, som ville virke ukrudtsbekæmpende i en afgrøde, der sås umiddelbart derefter. I økologisk landbrug, hvor man slet ikke anvender syntetiske kemikalier, er det indlysende, at disse evner hos planter kan udnyttes. Men i konventionelt landbrug vil det også have interesse, idet der jo også i konventionelle brug er stor interesse for at reducere anvendelsen af syntetiske sprøjtemidler. Et af de tiltag, der kunne medføre en stor udnyttelse af disse egen

skaber er bioteknologiens opdagelse af, hvilke gener i planten, der indgår i plantens produktion af allelokemiske stoffer. Dette åbner op for udviklingen af sorter, der producerer høje koncentrationer af allelokemiske stoffer, enten gennem traditionel planteforædling eller genmanipulation.

Hvede er en afgrøde der dyrkes i stor skala i hele verden, og allelokemiske stoffer fra hvede kendes allerede. Hvede er derfor en oplagt afgrøde at anvende som modelafgrøde i dette projekt.

Forskellige sorter af hvede har en genetisk betinget stor variation i indholdet af allelokemiske stoffer. Derudover vil jord-miljøfaktorer, klimatiske faktorer samt anvendelsen af syntetiske pesticider influere på mængden af allelokemiske stoffer, der dannes i planten under væksten. Det er nødvendigt at kende såvel stoffet som det niveau, der findes i planten, og hvor meget der frigives til den omgivende jord under og efter væksten. De hyppigst omtalte allelokemiske stoffer fra hvede ses i Tabel 1.

Tabel 1. Allelokemiske stoffer fra hvede med molekylstruktur og systematisk navn.

| Navn | Formel |
|---|--------|
| 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3(4H)-one (DIBOA) | |
| 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3(4H)-one (DIMBOA) | |
| benzoxazolin-2(3H)-one (BOA) | |
| 6-methoxy-benzoxazolin-2(3H)-one (MBOA) | |

For at kunne udnytte hvedes allelopatiske egenskaber er grundige undersøgelser, både af de isolerede stoffers effekter samt den indirekte effekt af plantematerialet på ukrudt og insekter, nødvendige. Derudover er det nødvendigt at kende de niveauer, der medfører effekt, for at kunne foretage en risikovurdering af stofferne.

Anvendelsen af planters allelopatiske egenskaber kan muligvis medføre en negativ påvirkning af miljøet, idet der udskilles kemiske stoffer til jorden. Kemiske stoffer er ikke nødvendigvis uskadelige fordi de bliver dannet i naturen. I Danmark er 23% af det dyrkede areal brugt til

hvede (tal fra 1999, Danmarks Statistik). Mængden af det allelokemiske stof DIMBOA (2,4-dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3-one) forekommer i varierende koncentrationer i forskellige sorter af hvede. Hvis man har dyrket den sort, der har det højeste kendte indhold af det allelokemiske stof DIMBOA, og planterne bliver nedmuldet i jorden, hvorefter stoffet afgives til jorden, så vil der på en ha kunne forekomme 3 kg af dette stof. Til sammenligning hermed er normaldosering for syntetiske sprøjtemidler oftest mellem 0,01 og 2 kg pr ha. Det er altså temmelig høje niveauer af eventuelt toksiske stoffer, som på denne måde kan tilføres jorden.

Vand og jordlevende organismer kan have tilpasset sig forekomsten af disse naturlige kemiske stoffer gennem millioner af år, bortset fra, at man ikke tidligere havde vore dages monokulturer. Det er derfor muligt, stofferne kan have uønskede effekter på disse organismer. Og hvis der blev dannet store koncentrationer af stoffer i jord, kunne disse potentielt udvaskes til grundvandet.

En bevidst udnyttelse af de allelopatiske egenskaber i retning af konsekvent udvælgelse af sorter med et højt indhold af disse stoffer, må derfor omfatte en vurdering af skæbne og effekt på miljøet.

QSAR-modellering bruges efterhånden meget til at vurdere kemikalier (industrikemikalier). Hvis der i fremtiden bliver behov for at lave risikovurdering af allelokemiske stoffer, vil der ikke kunne laves empiriske forsøg for alle forekommende stoffer. Så må man bruge for eksempel molekylemodelleringsmetoder som QSAR.

Projektets mål

Det overordnede mål med projektet er at foretage en risikovurdering af udnyttelsen af hvedes allelopatiske egenskaber i konventionel og økologisk planteavl og udvikle en ramme der kan anvendes for fremtidige vurderinger af allelopatiske stoffer.

Dette mål skal nås gennem følgende delmål:

1. Delmål: Identificere og kvantificere allelokemiske stoffer a) i hvede af forskellig oprindelse dyrket under forskellige betingelser (dansk og spansk klima/jord samt konventionel og økologisk dyrkning b) i den omgivende jord.

2. Delmål er derefter at beregne dosis-responsforhold for de allelokemiske stoffer på udvalgte organismer, på skadedyr og deres predatorer samt at vurdere effekten på udvalgte ukrudtsarter af nedmuldet plantemateriale.

3. Delmål. At vurdere risikoen for miljøet og forbrugeren af en øget udnyttelse af allelopati sammenholdt med risikoen ved anvendelse af konventionelle pesticider.

4. Delmål er at sammenligne vores empiriske resultater med resultater, der kan opnås for de samme stoffer ved anvendelse af QSAR.

Resultater

Resultater af de nyeste forsøg vedrørende omdannelse af de allelokemiske stoffer, 6-methoxybenzoxazolin-2(3*H*)-one (MBOA) og benzoxazolin-2(3*H*)-one (BOA) fra hvede i jord vil blive præsenteret på konferencen.

Naturkvalitet i økologisk jordbrug – koncept og foreløbige resultater

Nature quality in organic farming – concept and preliminary results

Knud Tybirk & Jesper Fredshavn

Danmarks Miljøundersøgelser

Afd. for Landskabsøkologi

Grenåvej 12, Kalø

DK-8410 Rønde

Summary

This paper presents shortly an ongoing project on the influence of organic farming on nature quality in a broad sense. This includes investigations of patterns of localisation of organic farming in relation to landscapes, biological diversity outside organic fields, ecosystem diversity and function of fields and landscapes in organic farming as well as perceptions and practices of organic farming. The aim of the project is to identify key components to ensure continuous development of organic farming towards a closer integration of nature quality with food production.

Some preliminary botanical data are presented showing that nature on organic farms is dominated by very common competitive species also dominating uncultivated biotopes in conventional farming.

Indledning

Økologisk jordbrug adskiller sig fra konventionelt jordbrug ved ikke at anvende pesticider og kunstgødning. Dette giver umiddelbart nogle miljømæssige fordele, men kræver en lang række ændringer i landbrugsdriften for at den kan opretholdes som rimelig produktiv og rationel. En direkte sammenligning med konventionel landbrugsdrift er ikke nogen enkel opgave, da der kommer en lang række parametre ind, som påvirker resultatet.

Miljømæssige fordele, for eksempel i form af ændrede udvaskningsmønstre og –mængder af pesticider eller næringsstoffer undersøges i en række andre projekter under Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO, se <http://www.okoforsk.dk>). Økologisk jordbrugs samlede påvirkning af natur og landskabet er ikke tidligere undersøgt herhjemme, men der ligger et

par nyere internationale sammenfatninger som indikerer, at der er positive effekter af økologisk jordbrug på naturen sammenlignet med konventionelt jordbrug (Azeez, 2000, Stoltze *et al.*, 2000). Disse er dog mangelfulde og ret udokumenterede, specielt med hensyn til den påvirkning økologisk jordbrug har uden for dyrkningsfladen og på landskabet som helhed. En nyere dansk sammenstilling af viden konkluderer blandt andet, at der savnes god dokumentation for forskelle i naturkvalitet i bred forstand mellem økologiske og konventionelle brug (Tybirk & Alrøe, 2001). Specielt har der aldrig været fokuseret på om arter og naturtyper, der er beskyttet af Habitatdirektivet, har bedre vilkår på økologiske brug. Hidtil har man både herhjemme og i udlandet primært fokuseret på at dokumentere fordele og ulemper ved økologisk jordbrug på dyrkningsfladen, hvilket naturligvis ikke er hele historien. Denne artikel beskriver et igangværende forskningsprojekt om naturkvalitet i økologisk jordbrug, som forsøger at råde bod på disse mangler (se www.foejo.dk og projektets hjemmeside under udvikling på www.dmu.dk).

FØJO har tidligere især igangsat en række projekter som forsker i samspillet mellem biologiske og produktionsmæssige hensyn på dyrkningsfladen. Nærværende projekt skal også inddrage den natur der er uden for markerne på bedriften, hvor der kan være tilknyttet nationale og internationale naturbevarelsesinteresser. Endvidere vil projektet inddrage æstetiske og rekreative hensyn. Oplevelsen af naturen i landskabet eller på bedriften rækker videre end blot biologi. Sådanne aspekter af naturen er centrale for de fleste 'brugere' af natur og besøgende i landbrugslandskabet. Det inkluderer både sanse- og udfoldelsesmuligheder i landskabet. Sådanne naturkvaliteter ved økologisk jordbrug er inddraget i dette forskningsprojekt – da forbrugerne i dag ikke kun konsumerer varer, men også oplevelser.

Indikatorer bruges i stigende grad som instrument til at måle og evaluere landbrugets påvirkning af miljø og natur. I både EU og OECD har man udviklet indikatorer for at skabe et værktøj til beslutninger på nationalt niveau. Indikatorer for naturværdier på bedriftsniveau vil kunne blive et redskab til planlægning for driftslederen. Projektet har blandt andet til formål at bidrage til forskellige indikatorer, som anvendes i økologisk jordbrug på habitat-, bedrifts- eller landskabsniveau.

Forskernes forskellige indgangsvinkler til problematikken er blevet analyseret i en videnssynthese (Tybirk & Alrøe, 2001), som viste et bredt spektrum af behov for undersøgelser. Naturkvalitet i Økologisk Jordbrug er et tværvideenskabeligt forskningsprojekt, som blev iværksat under FØJO-II som resultat af denne videnssynthese og den arbejdsgruppe, der var blevet sammensat. Denne artikel vil diskutere den metodiske tilgang til problemfeltet og præsentere eksempler på foreløbige biologiske resultater af projektet.

Metoder

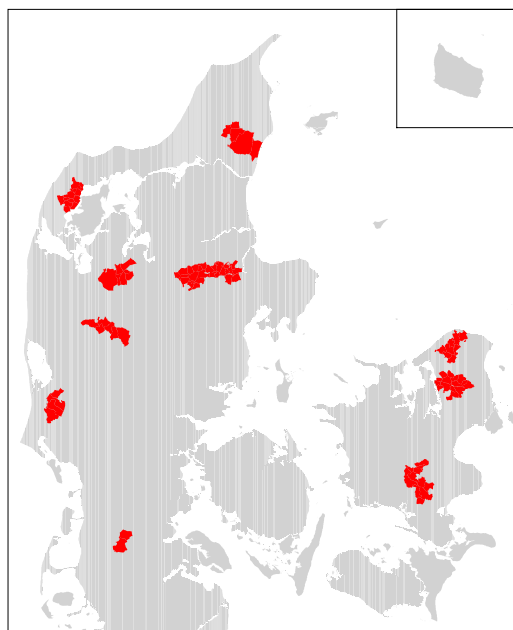
Projektet er ikke opbygget til at lave en sammenligning af naturkvaliteten på økologiske og konventionelle bedrifter, men fokuserer udelukkende på de økologiske bedrifters naturkvali-

tet. Der er dog en del nytænkning i projektets tilgangsvinkler, som meget vel kunne anvendes på en tilsvarende evaluering af konventionelt landbrugs påvirkning af naturen i bred forstand – eller på en direkte sammenligning af hele dyrkningssystemer.

En af de centrale erkendelser som forskergruppen nåede frem til i videnssynthesen, er at naturkvaliteten i projektet skal inkludere såvel *biologiske, produktionsmæssige* som *æstetiske* hensyn (Fredshavn *et al.*, 2001; Tybirk *et al.*, indsendt). Det er et centralt nybrud at forsøge at kombinere de biologiske, produktionsmæssige og æstetisk/ rekreative aspekter i et jordbrugsfagligt forskningsprogram. Fokus i projektet er dog på de biologiske, landskabelige, socio-kulturelle og æstetiske aspekter – men målet er at omdanne resultaterne til indikatorer, der sættes i forhold til de produktionsmæssige hensyn.

Det overordnede formål med projektet er at undersøge, under hvilke betingelser det er muligt at fremme den biologiske diversitet i et højtydende økologisk dyrkningssystem, der samtidig tager hensyn til de æstetiske og rekreative muligheder, og dermed angive nye udviklingsmuligheder for økologisk jordbrug. Jordbrugeren og offentligheden har måske nok forskellige ønsker hertil, men kun ved at inddrage alle tre overordnede aspekter, kan der gives et fuldstændigt svar på mulighederne.

Forskellige metoder fra de involverede faggrupper skal kombineres i det tværvidenskabelige projekt. Det betyder blandt andet, at projektet skal arbejde på forskellige niveauer. Studiemråder er udvalgt ud fra national statistik på de økologiske brug for at finde de steder, hvor tætheden af økologer er høj (Figur 1). Dele af disse områder er udvalgt til generelle interviews



Figur 1. Udvalgte undersøgelsesområder til projekt Naturkvalitet i Økologisk Jordbrug.
Selected areas of investigation for the project Nature Quality in Organic Farming.

og nogle få skal interviewes grundigt for at forstå deres værdier og holdninger. Nogle bedrifter er udvalgt også til biologiske undersøgelser både på og uden for markerne, og der laves supplerende forsøg på andre bedrifter. Undersøgelserne dækker således fra biotopniveau (Fx. mark, hegn, eng eller overdrev) til bedriftsniveau (type, sædskifte) og til regionalt landskabsniveau (model-scenarier og landskabsopfattelser).

Delprojekter

1. Koordination og indikatorudvikling

Formålet er at sikre samarbejdet mellem de forskellige arbejdsgrupper og fagområder og udmønte forskningsresultaterne i brugbare indikatorer som kan forstås af landmænd, politikere og forskere. Et meget vigtigt element i projektet som helhed er de tværgående forskningseminer og seminarer, der er forudsætningen for at løse de komplekse, overordnede spørgsmål.

Der er 8 hovedopgaver som baseres på resultater fra de øvrige delprojekter:

1. at afdække om der er en sammenhæng mellem hvor økologer findes og de landskaber de findes i
2. at analysere sammenhænge mellem landbrugsdrift, produktionslogik, ejerskab, samarbejde og naturværdiopfattelser
3. at forstå landmandens naturopfattelser og sammenhængen til den aktuelle biologiske naturkvalitet på bedriften
4. at bidrage til en æstetisk og følelsesmæssig opfattelse af biologiske naturinformationer – og udvikle meningsfulde indikatorer til at kommunikere om denne information
5. at lave en funktionel fortolkning af samspillet mellem dyrkningsfladen og udyrkede arealer
6. modelscenarier vil blive brugt til at illustrere konsekvenser af omlægning for udvalgte dyregrupper (biller, lærke, markmus og rådyr)
7. workshop om identificerede sammenhænge mellem økologisk landbrug og naturbeskyttelse og
8. workshop om de udviklede indikatorer.

2. Lokalisering og intensitet af produktionen i økologiske jordbrug

Formålet er at undersøge økologisk landbrugspraksis på bedrifts- og landskabsniveau, og analysere hvorfor landmænd lægger om, og hvordan omlægningen er fordelt i Danmark. Er der nogen sammenhæng til landskabstyper, bedrifternes naturindhold eller andre faktorer, der er medvirkende årsag til en klumpet fordeling af økologer? Delprojektet undersøger, hvordan økologisk jordbrug påvirker landskab og naturkvalitet, herunder

1. at lave en aktuel status for omlægning til økologisk jordbrug mht. intensitet, landskaber og placering i forhold til landskabets naturværdier
2. at belyse rumlig fordeling af øko-bedrifter til udvælgelse af studieområder
3. at undersøge hvordan viden formidles mellem landmænd – hvorfor lægges der om?
4. at undersøge naturforvaltning på bedrifter i udvalgte områder – hænger det sammen med driftstype, ejerforhold og landbrugssamarbejde?

5. at belyse hvorvidt forskelle i naturforvaltningspraksis og landskaber hænger sammen med hvornår en bedrift blev omlagt til økologi.

3. Biologisk diversitet og naturkvalitet i økologisk jordbrug

Delprojektet udvikler modeller og principper for bevarelse af den biologiske mangfoldighed på økologiske brug. Formålet er at udvikle principper og modeller for naturbevarelse og fremme biologisk mangfoldighed på udyrkede arealer på økologiske bedrifter. Herunder sigtes mod metoder til udpegning af de værdifulde arealer og indikatorer til at følge udviklingen med gennem

1. at identificere og beskrive fordelingen af biologisk diversitet (planter og udvalgte insektgrupper) specielt uden for dyrkningsfladen på økologiske bedrifter
2. at undersøge forholdene for biologisk diversitet på bedrifterne, for eksempel alder og størrelse af udyrkede områder, spredningsmuligheder etc.
3. at udvikle indikatorer og metoder til at vurdere driftens påvirkning af de biologiske forhold.

4. Økosystem funktion på økologiske marker

Delprojektet undersøger betingelserne for en positiv sammenhæng mellem et højt afgrødeudbytte og et artsrigt og varieret økosystem både over og under jorden på de økologiske marker. Formålet er at undersøge, om det er muligt både at fremme høj økologisk produktion og samtidig naturindholdet i jorden gennem

1. at udvikle et indikatorsystem for naturkvalitet på økologiske marker (jordbundsdyr, biller og edderkopper)
2. at teste hypotesen om at øget biodiversitet i marken kan give øget produktivitet
3. at evaluere konsekvenserne af økologisk landbrugspraksis på hvordan dyr (biller, edderkopper, rådyr, markmus, lærke) bruger landskabet.

5. Landskabskvalitet – opfattelser og handlinger

Delprojektet analyserer landmandens værdiopfattelser, og hvorledes de er afspejlet i de faktiske æstetiske og naturmæssige værdier på bedriften. Desuden udvikles nye metoder og indikatorer til at i-talesætte natur- og landskabskvaliteter. Formålet er at analysere sammenhængen mellem den økologiske landmands værdier, holdninger og konkret praksis – og hvordan det indvirker på landskabskvaliteten bl.a. ved

1. at undersøge muligheder og begrænsninger for den enkelte landmand for integration af natur- og landskabshensyn i produktionssystemet
2. undersøge de æstetiske konsekvenser af økologisk landbrug på bedrifts- og landskabsniveau
3. analysere landmandens værdiopfattelser og produktionslogik i forhold til natur- og landskabsværdier
4. at udvikle metoder til bevidstgørelse og kommunikation omkring natur- og landskabskvalitet i beslutninger.

Foreløbige resultater

Delprojekt 2 har udvalgt 10 studieområder, hvor økologisk jordbrug er væsentlig mere almindelig end i gennemsnittet af resten af landet. Udgangspunktet er sogne og beregningerne er foretaget som antal/arealenhed beregnet på sognebasis. Målet har været at inkludere i alt ca. 10% af danske økologiske brug, som skal repræsentere et bredt udsnit af danske landskabstyper fordelt på et repræsentativt udsnit af danske bedriftstyper. Endvidere skal studieområderne inkludere såvel 'gamle' (før 1994) som 'nye' omlæggere. Der er omkring 30 økologiske brug i hvert område og områdernes størrelse afspejler således en kombination af størrelse og tæthed af de økologiske bedrifter (Figur 1).

Af de udvalgte hovedområder er to studieområder (Herning og Randers) udvalgt til en række mere specifikke biologiske undersøgelser, samt mere dybdegående interviews. Samtlige økologiske bedrifter (ca. 300) er gennem 2002 blevet interviewet angående deres bedrift, og forvaltningspraksis og resultaterne er under analyse.

Botanisk inventering

I Herning- og Randersområdet er der lavet grundig botanisk inventering i 2001 af samtlige 885 udyrkede arealer (>50 m²) på de økologiske brug. Der er ikke tidligere i Danmark lavet en så grundig inventering af samtlige udyrkede arealer på landbrugsbedrifter. Antallet af prøvefelter på de enkelte bedrifter varierer fra under 10 til over 100 prøvefelter, og der er en klar dominans af hegn, men et rimeligt antal prøvefelter med markskel, græsland, vådbund, grøft, skovbryn og vejkant samt forskellige skovtyper (Tabel 1). De arealt dominerende biotoper er som forventet græsland (eng/overdrev) efterfulgt af vådbundsareal, brakmark, men også hegn er arealmæssigt større end for eksempel de enkelte skovtyper. Det vil sige, at der er mere hegn end skov på de undersøgte bedrifter. De mest naturlige bedrifter arealmæssigt set er H2, H9, R5 og R7 – de øvrige bedrifter huser meget få hektar udyrket land.

Der blev foretaget i alt 21.380 planteartsregistreringer i de 885 plots. I alt blev der fundet 561 arter af planter, og som forventet var langt de fleste af disse almindelige arter, der forekommer i det danske agerland. Tabel 3 angiver de 25 mest almindeligt forekommende arter og i tabel 4 ses de 5 rød- og gullistede arter, der er fundet (arter, der er truet af udryddelse eller opmærksomhedskrævende).

Diskussion

Allerede baseret på disse indledende dataregistreringer kan vi drage enkelte klare konklusioner. Botanisk set er de økologiske bedrifters udyrkede arealer ikke specielt interessante eller værdifulde naturtyper ud fra nationale eller internationale naturbeskyttelseshensyn. Derved

Tabel 1. Antal af undersøgte biotoper på samtlige bedrifter i Herning (h1-h12) og Randers-området (r1-r12). Tabellen er sorteret efter det samlede antal af biotopstypen. Number of investigated biotope types on selected farms in the Herning - (h1-h12) and the Randers area (r1-r12).

| Antal undersøgte biotoper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|--------|
| Bedriftsnr. | h1 | h2 | h3 | h4 | h5 | h6 | h7 | h8 | h9 | h10 | h11 | h12 | r1 | r10 | r11 | r12 | r2 | r3 | r4 | r5 | r6 | r7 | r8 | r9 | r10 | r11 | r12 | Totalt |
| Læhegn | 7 | 19 | 7 | 20 | 8 | 7 | 6 | 7 | 34 | 25 | 18 | 3 | 12 | 1 | 8 | 4 | 6 | 1 | 5 | 8 | 1 | 5 | 2 | 3 | 1 | 8 | 4 | 217 |
| Markskel | 5 | 11 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1 | 2 | 7 | 7 | 1 | 10 | 1 | 9 | 9 | 5 | 5 | 6 | 13 | 6 | 11 | 4 | 3 | 1 | 9 | 9 | 114 | |
| Græsland | 17 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 9 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 | 7 | 4 | 4 | 4 | 6 | 8 | 6 | 10 | 3 | 7 | 4 | 4 | 4 | 93 | |
| Vådbundsareal | 5 | 21 | 1 | 1 | 4 | | 4 | 15 | 7 | 7 | 2 | 4 | 3 | 5 | 5 | | | 2 | 6 | 4 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 89 | | |
| Grøft (kanal kant) | 6 | 8 | | 1 | 1 | 2 | 2 | 12 | 5 | 4 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 2 | 5 | 7 | 6 | 9 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 84 | |
| Skovbryn | 2 | 10 | 4 | 7 | | 2 | 2 | 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 7 | | 3 | | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 56 | | |
| Vejkant | 5 | 2 | | 2 | | 1 | 4 | 6 | 2 | 2 | 7 | 7 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 52 | |
| Løvskov | 3 | 7 | 3 | 1 | | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 41 | |
| Brakmark | 2 | 2 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 10 | 5 | 1 | | | | 2 | 2 | 35 | | |
| Markvej | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | | 5 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 31 | | |
| Nåleskov | 4 | | | 5 | | 3 | 2 | | 3 | 2 | | 3 | | | 3 | 3 | 4 | 1 | | | | | | | | 22 | | |
| Vandhuls bred | 5 | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 | |
| Grøft (kanal bund) | 1 | | | | | 1 | | 1 | | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 13 | |
| Krat | | | | | | | | | | | 1 | 3 | 1 | | 3 | 5 | | | | | | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 13 | |
| Blandskov | 2 | | 1 | | | | 4 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 9 | |
| Totalt antal | 35 | 114 | 20 | 46 | 21 | 13 | 13 | 31 | 100 | 47 | 39 | 9 | 50 | 18 | 45 | 6 | 39 | 7 | 43 | 82 | 33 | 50 | 11 | 13 | 18 | 45 | 6 | 885 |

ligner vegetationen på de økologiske bedrifiers naturarealer den viden vi for eksempel har om vegetationen i danske hegn (Tybirk *et al.*, 2001). De mest almindelige arter er dem, der også forekommer hyppigst i konventionelle hegn med kvik, som den mest almindelige plante efterfulgt af alm. hundegræs, alm. rapgræs, alm. hvene, rød svingel, stor nælde mv. (Tabel 3).

Hovedparten er arter, der kan udkonkurrere øvrig vegetation, hvor der er meget næring eller mange forstyrrelser, og der er ikke mange arter, der naturligt dominerer vore (halv)naturarealer beskyttet af Habitatdirektivet eller Naturbeskyttelseslovens §3.

Tabel 2. Oversigt over de 25 mest almindelige arter i undersøgelsen. The most common plant species found in uncultivated areas on organic farms.

| Latinsk artsnavn Latin name of species | Dansk artsnavn Danish name of species | Forekomst i 885 undersøgte biotoper. Occurrence in 885 investigated/studied biotopes |
|---|--|---|
| <i>Elytrigia repens</i> | Alm. Kvik | 563 |
| <i>Dactylis glomerata ssp. glomerata</i> | Alm. Hundegræs | 491 |
| <i>Poa trivialis</i> | Alm. Rapgræs | 465 |
| <i>Agrostis capillaris</i> | Alm. Hvene | 454 |
| <i>Festuca rubra</i> | Rød Svingel | 443 |
| <i>Urtica dioica</i> | Stor Nælde | 437 |
| <i>Taraxacum officinalis coll.</i> | Mælkebøtte | 430 |
| <i>Ranunculus repens</i> | Lav Ranunkel | 411 |
| <i>Cirsium arvense</i> | Ager-Tidsel | 404 |
| <i>Poa pratensis</i> | Eng-Rapgræs | 369 |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> | Vild Kørvel | 355 |
| <i>Galium aparine</i> | Burre-Snerre | 348 |
| <i>Epilobium angustifolium</i> | Gederams | 324 |
| <i>Holcus mollis</i> | Krybende Hestegræs | 323 |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> | Mose-Bunke | 305 |
| <i>Achillea millefolium</i> | Alm. Røllike | 289 |
| <i>Holcus lanatus</i> | Fløjlgræs | 287 |
| <i>Rumex acetosa</i> | Alm. Syre | 263 |
| <i>Juncus effusus</i> | Lyse-Siv | 254 |
| <i>Vicia cracca</i> | Muse-Vikke | 249 |
| <i>Galeopsis bifida</i> | Skov-Hanekro | 247 |
| <i>Artemisia vulgaris</i> | Grå-Bynke | 246 |
| <i>Crataegus monogyna</i> | Engriflet Hvidtjørn | 232 |
| <i>Sambucus nigra</i> | Alm. Hyld | 225 |

Der findes desværre ikke noget tilsvarende detaljeret datasæt for dansk konventionelt landbrug, hvor alle bedriftens naturarealer er registreret, så vi kan med disse data kun beskrive

forholdene, som de ser ud pt. på økologiske bedrifter. En tilsvarende inventering af repræsentativt udvalgte konventionelle bedrifter kunne være særdeles relevant for at udvide analysen af de økologiske bedrifter til en sammenligning, som pt. foregår på unge læhegn (Tybirk *et al.*, dette hæfte). Den forestående mere detaljerede analyse af de indsamlede data vil kunne bidrage med viden om, hvordan naturen uden for markerne påvirkes af økologisk drift.

Tabel 3. Sjældne/opmærksomhedskrævende arter jf. Rød- og Gullisten på de inventerede bedrifter. Rare and protected species according to Danish Red List on the organic farms.

| Dansk artsnavn | Latinsk artsnavn | Antal fund | Status |
|------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Danish arts of species | Latin arts of species | Number of finds | |
| Småbladet elm | <i>Ulmus minor</i> | 1 | sjælden |
| Engblomme | <i>Trollius europaeus</i> | 1 | opmærksomhedskrævende |
| Tæppegræs | <i>Catabrosa aquatica</i> | 6 | opmærksomhedskrævende |
| Stivtoppet rørhvene | <i>Calamagrostis stricta</i> | 3 | opmærksomhedskrævende |
| Guldblomme | <i>Arnica montana</i> | 2 | opmærksomhedskrævende |

Arbejdet i delprojekt 4 om naturen på og under dyrkningsfladen i relation til driften vil supplere denne viden og kunne bidrage til at vurdere, om der findes de postulerede sammenhænge (Stoltze *et al.*, 2000) mellem dyrkede og udyrkede områder, for eksempel i relation til skadedyrsbekæmpelse. Således er der indsamlet leddyr på udvalgte prøvofelter samt tilsvarende på de nærmeste marker, for at se om der er en funktionel sammenhæng. Endvidere vil projektets scenariedel, som skal lave scenarier for landskaber, der domineres af konventionelt og økologisk drift, bidrage til viden om påvirkningen af driftsformen på dyr i landskabet. Disse scenarier vil også variere intensiteten af de økologiske brug (fx strigling, vanding, gødskning, græsningsintensitet, sletintensitet), så man kan få indtryk af, om de effektive økologiske bedrifter påvirker landskabet mere eller mindre end traditionelle økologiske bedrifter med lavere intensitet. Disse scenarier skal udføres i ALMaSS (www.almass.dk), og vil give væsentlige input til at tolke forskelle mellem økologiske og konventionelle landskaber og samtidig mellem intensive og ekstensive økologiske landskaber.

De øvrige delprojekter forventes at bidrage med væsentlige landvindinger i forhold til at lokaliseringmønstret af økologiske brug, hvordan de påvirker det landskab, de er en del af. De sociologiske aspekter af økologiske landmænds naturopfattelse og forvaltning af bedriftens natur giver nye muligheder for at tolke og ikke mindst udvikle indikatorer, som kan forbedre kommunikationen mellem landmænd, forskere og forbrugere om naturværdien af økologisk – og dermed pesticidfrit - jordbrug.

Det ville være særdeles spændende at lave en tilsvarende grundig analyse af naturkvaliteten i konventionelt landbrug, så man kunne dokumentere om pesticidfravær har nogen væsentlig betydning for naturen i agerlandet og for landskabet som helhed.

Sammendrag

Artiklen giver en introduktion til et fireårigt projekt under Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO-II), der undersøger en række aspekter af naturkvalitet i økologisk jordbrug. Projektet er tværvideenskabeligt og inkluderer en række delprojekter med det overordnede formål at identificere de nøglekomponenter, som kan sikre en fortsat udvikling af økologisk jordbrug mod en bedre integration af naturhensyn og fødevareproduktion. Projektet arbejder med lokaliseringen og intensiteten af bedrifterne, med naturkvalitet og biodiversitet på bedriftenes naturarealer, med økosystem diversitet og funktion på dyrkningsfladen og i landskabet samt med opfattelser af naturkvalitet og forvaltning af naturen i praksis.

Artiklen præsenterer kort nogle udvalgte botaniske resultater, som viser at vegetationen på bedriftenes naturarealer er domineret af almindelige konkurrencestærke plantearter, der også er velkendte fra småbiotoper på konventionelle brug.

Litteratur

Azeez G. 2000. The biodiversity benefits from organic farming. 1-34. Soil Association/WWF-UK.

Fredshavn J, Tybirk K & Alrøe HF. 2001. Baggrund og formål med rapporten. In: Tybirk, K. & Alrøe, H.F. (eds.) Naturkvalitet i økologisk jordbrug (Nature quality in organic farming), FØJO/DARCOF report no 9: 11-16.

Stolze M, Piore A, Häring A. & Dabbert S. 2000. The environmental impact of organic farming in Europe. 6, 1-127. University of Hohenheim.

Tybirk K. & Alrøe HF. (eds.) 2001. Naturkvalitet i økologisk jordbrug, FØJO rapport no 9, 1-86.

Tybirk K, Frederiksen P & Alrøe HF. indsendt. Nature Quality in organic farming.

Effekter af reduceret pesticidanvendelse på planter, insekter og fugle

Effects of reduced pesticide use on plants, insects and birds

P. Odderskær, K. Tybirk & J. A. Topping

Danmarks Miljøundersøgelser

Afd. for Landskabsøkologi

Grenåvej 14, Kalø

DK-8410 Rønde

M. Axelsen & C. J. Bruus Pedersen

Danmarks Miljøundersøgelser

Afd. for Terrestrisk Økologi

Vejlsøvej 25

Postboks 314

DK-8600 Silkeborg

Summary

The paper summarises the ongoing work of a monitoring and modelling project that aims to evaluate the effects of reduced pesticide use on flora and fauna in the Danish agricultural landscape. The data collection part of the work involves a detailed collection of arthropod and botanical data at 2-week intervals during the crop growth season. Arthropods were collected by D-vac suction concurrently with sampling of crop and weed biomass. The data will be used in two complementary models. The FieldEco Model will be able to model details of crop and weed development in relation to arthropod groups on the scale of individual fields. The Animal, Land and Man Simulation System (ALMaSS) will by the use of detailed landscape and animal simulation models enable scenarios of the importance of pesticide reduction on skylark, partridge, and yellowhammer on a landscape scale. Preliminary results for the skylark show that total elimination of pesticides use will only have a minor impact on skylark populations and on average result in 4% increase. Removal of grassy field boundaries, thus doubling field size, will reduce skylark populations by on average 37%. Weather is also an important factor for the annual production of fledglings independent of pesticide use. It is concluded that factors other than pesticides are likely to limit skylark numbers in most Danish agricultural landscapes. Estimates of effects of reduced pesticide use on partridge and yellowhammer await further simulations.

Indledning

Med baggrund i Bicheludvalgets anbefalinger (Bicheludvalget, 1999) iværksatte den tidligere regering Pesticidhandlingsplan II, der indeholder en række tiltag til at reducere miljøbelastningen fra pesticidanvendelsen. En væsentlig delmålsætning er at nedbringe behandlingshyppigheden fra 2,3 til 2,0 inden udgangen af 2002. Dette mål skal ikke opfyldes af den enkelte landmand, men af landbruget som helhed. Strategien for erhvervet kan således være både at reducere anvendte doser og behandlingsfrekvensen.

For at kunne registrere handlingsplanens effekt på agerlandets flora og fauna har Danmarks Miljøundersøgelser iværksat et program til overvågning i perioden fra 2000 til 2003. Bicheludvalget konkluderede, at der er en sammenhæng mellem behandlingshyppigheden og natur- og miljøeffekter. Det er dog også i Bicheludvalgets arbejde klarlagt, at sammenhænge ofte er meget komplekse og variable afhængig af lokale forhold, driftspraksis, sædskifter mv. Der findes i øjeblikket ingen praksis til at lave økotoksikologiske vurderinger på landskabsniveau (Cairns, 1993), men øgede muligheder inden for modeludvikling gør, at forskningsfeltet er ved at opstå (Johnson, 2002; Topping & Odderskær, indsendt). Der er ingen tvivl om, at det er meget vanskeligt at påvise entydige effekter af en relativ beskedent generel nedsættelse af behandlingshyppigheden direkte gennem registrering af flora eller fauna i agerlandet over en 4-årig periode, men modelværktøjer har i dag potentiale til at simulere sådanne effekter.

Projektet har derfor valgt ikke at forsøge eksperimentelt at belyse sådanne sammenhænge. Andre projekter i Danmark har for nyligt belyst lignende spørgsmål eksperimentelt (Esbjerg & Petersen, 2002) og disse resultater kan bruges til fortolkningen af nærværende projekts resultater. Danmarks Miljøundersøgelser fokuserer på at indsamle detaljerede data fra daglig landmandspraksis og koble dette med avancerede modelsimuleringer for at kunne vurdere pesticideffekten i forhold til en række af de øvrige eksterne faktorer, der påvirker naturindholdet.

Moniteringsprogrammet har således til formål

- at registrere samhörende datasæt af vegetation, leddyr og pesticidanvendelse fordelt over vækstsæsonen
- at anvende modelværktøjer til at analysere betydningen af reduktioner i pesticidanvendelsen på en række organismer (planter i og uden for markerne, herbivore insekter, fugle) som pesticiderne ikke anvendes direkte imod.
- at modellere insektpopulationers udvikling (FieldEco model) på baggrund af registreret fødegrundlag i form af vegetations- og insektbiomasse i markerne.
- at modellere populationsudviklingen for sanglærke, gulspurv og agerhøne ved forskellige scenarieanalyse v.hj.a. en simuleringsmodel baseret på indsamlede og modellerede fugle-, vegetations- og insektdata.
- ved hjælp af modelscenarier at belyse, hvorledes den miljømæssige effekt af nedsat pesticidanvendelse kan optimeres.

Denne artikel vil kort beskrive hvilke resultater projektet midtvejsrapporterer i januar 2003 til Miljøstyrelsen.

Metode

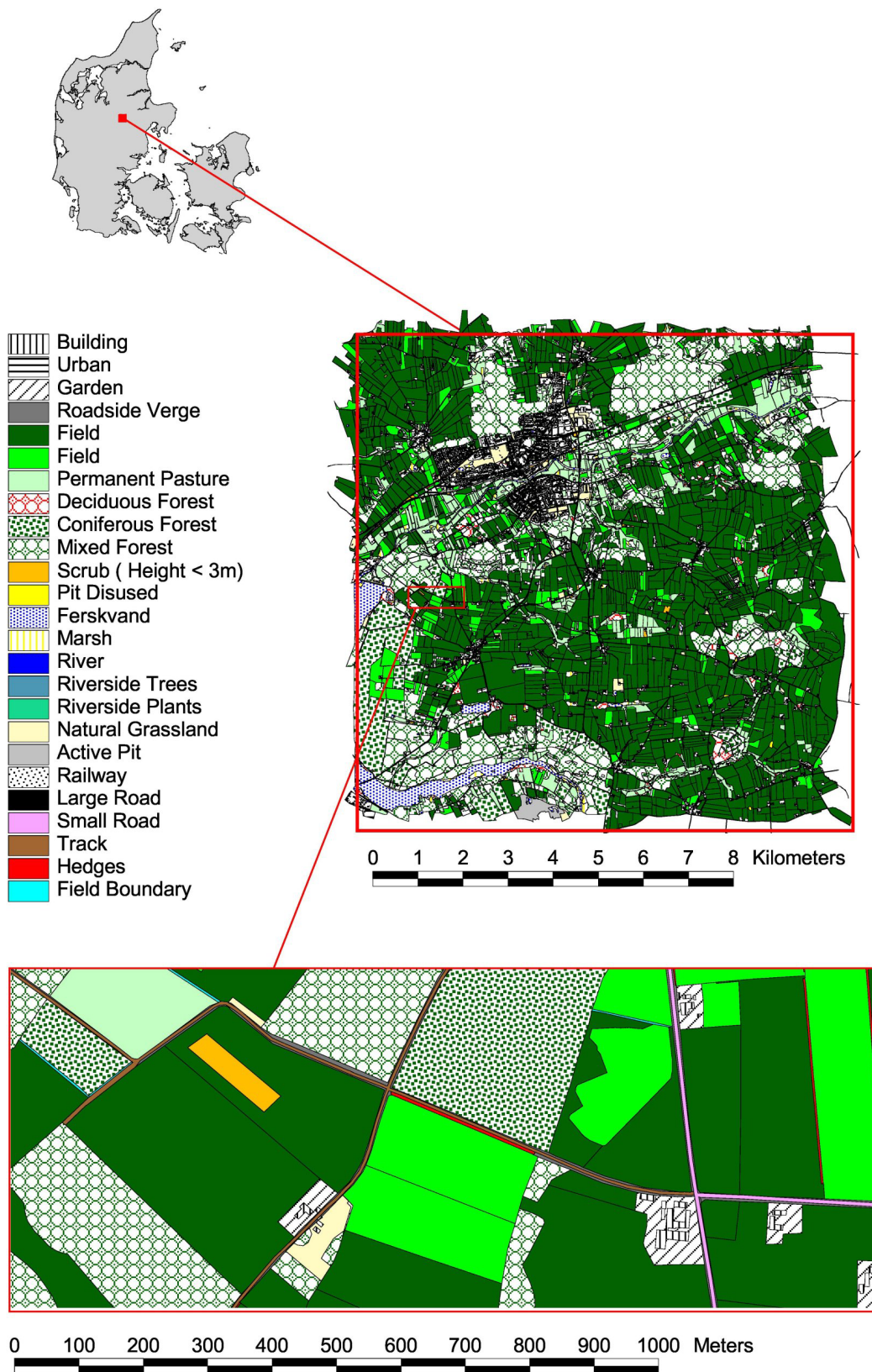
For at evaluere natureffekten af en sådan reduktion i behandlingsindekset undersøger DMU ret detaljeret forekomsten og tætheden af ukrudt og leddyr (insekter og edderkopper) på dyrkningsfladen midt i markerne, langs markkanten, i pletter med meget ukrudt samt i agerlandets småbiotoper (hegn, diger og vejkanter). Disse data anvendes primært til at opbygge og validere to eksisterende modelredskaber, som beskrives nedenfor, hvor sigtet er at kunne evaluere effekterne på markniveau og på hele landskabet af fødemængden til udvalgte fugle som model-organismer. De valgte fugle i toppen af fødekæden er sanglærke, gulspurv og agerhøne som tre typer af karakteristiske agerlandsfugle, der alle søger føde på markerne, og som tidligere undersøgelser har påvist, er følsomme over for pesticidanvendelse.

Dataindsamling

Data indsamles op til 8 gange pr. vækstsæson med 2 ugers intervaller i udvalgte landbrugsafgrøder (vårbyg, vinterhvede, vinterrug, triticale, vinterraps og græs i omdrift) i et studieområde nær Bjerringbro i Midtjylland (Figur 1). Landskabsscenerierne udføres i første omgang for et digitaliseret område omkring Bjerringbro. Modeludviklingen i projektet vil gøre det muligt at inddrage andre 10x10 km områder i Jylland og på Sjælland fremover og dermed bidrage til at kunne lave mere generelle nationale konklusioner.

Indsamlingen har fokuseret på at belyse fødeudbuddet hos de udvalgte fuglearter i mangelsituationer, dvs. tidligt i ynglesæsonen, samt at dække hele perioden hvor der anvendes pesticider i landskabet. Derved kan opnås betydelig ny viden om, hvad der begrænser ynglesucces for fugle i agerlandet, samt hvordan pesticidanvendelsen påvirker dette. Vinterafgrøderne har været monitoreret fra marts til maj (raps) eller juni (hvede, triticale), mens vårbyggen har været monitoreret fra maj til juli og græsmarker fra marts til ultimo juni. Først indsamles leddyr med D-vac støvsugning i mark og småbiotop og umiddelbart efter (samme dag eller uge) bliver vegetationen høstet og biomassen bestemt (tørvægt) for de dominerende arter (afgrøde og ukrudt) (Figur 2). Al relevant information om driften og pesticidanvendelsen på de udvalgte marker registreres.

Indsamlingsdesignet på den enkelte mark har dækket såvel markflade, markkant som tilstødende kantbiotop. Markfladen indsamledes i 2001 med 4 gentagelser/indsamlingsdato 30 m fra kanten, og markkanten har været monitoreret i hhv. 1 og 3 m afstand fra kanten hver med 4 gentagelser. Den tilstødende biotop (hegn, dige, vejkant) har tilsvarende været monitoreret med 4 gentagelser/indsamlingsdato for udvalgte typer. Desuden har der i visse marker været lavet supplerende indsamling i såkaldte 'ukrudts-øer' i markerne, hvor der findes signifikant mere ukrudt end den almindeligt drevne markflade. Ukrudtsøer kan opstå ved at en herbicidsprøjt-



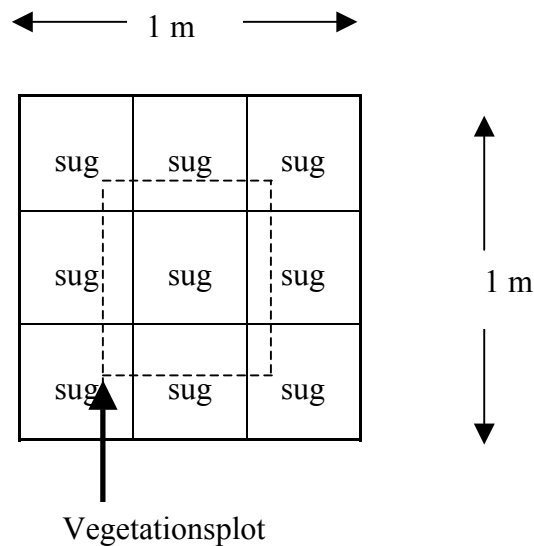
Figur 1. Detaljeringsgraden af landskabet som indgår i ALMaSS-modellen er meget høj. Området har været genstand for en række undersøgelser gennem et årti og der er indsamlet detaljerede oplysninger om bedrifterne i området i tidligere projekter. The level of details is high in the digitized landscape used in the ALMaSS modellings.

Tabel 1. Pesticidbehandlinger i 2001 for udvalgte marker. Pesticide treatments in 2001 for selected fields.

| | dato date | mængde/ha dose per ha | middel product |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| græs, mark 1 | | ingen sprøjtning | |
| vårbyg mark 2 | 250501 | 20g | Ally (ukrudt) |
| | | 0,4l | Oxytril (ukrudt) |
| | 210601 | 0,4l | Amistar (svamp) |
| | | 0,4l | Fulikur (svamp) |
| raps mark 3 | 10501 | 0,2l | Sumialpa (insekt) |
| vinterhvede mark 4 | 110501 | 0,3l | Seicosel 750 (ståforkorter) |
| | | 0,2l | Fulikur (svamp) |
| | | 20g | Ally (ukrudt) |
| | 160601 | 0,4l | Amistar (svamp) |
| | | 0,4l | Fulikur (svamp) |
| vårbyg mark 5 | 250501 | 20g | Ally (ukrudt) |
| | | 0,4l | Oxytril (ukrudt) |
| | 210601 | 0,4l | Amistar (svamp) |
| | | 0,4l | Fulikur (svamp) |
| vinterraps, mark 9 | 50101 | 0,8l | Kerp (spildkorn) |
| | 20501 | 0,8l/ha | Matrignon (kamille) |
| | 70501 | 0,2l | Karate (Insekter) |
| | 50601 | 0,2l | Karate (kun 16 m randsprøjtning) |
| | | 1,0l | Fulikur (svamp) |
| vinterrug, mark 11 | | ingen sprøjtning | |
| vinterhvede, mark 12 | 120501 | 3g ha | Ally (ukrudt) |
| | 10601 | 0,2l | Seicosel 750 (ståforkorter) |
| | | 0,3l | Rival (svamp) |
| | 90601 | 0,3l | Amistar (svamp) |
| | | 0,2 | Fulikur (svamp) |
| | 010701 | 0,3 | Sumialpa (insekt) |
| vårbyg, mark 13 | 220501 | 1 tablet/ha | Harmony plus (ukrudt) |
| | | 0,3 l | Oxytril (ukrudt) |
| | 190601 | 0,2 l | Amistar (svamp) |
| | | 0,3l | Rival (svamp) |
| | | 0,2l | Sumialpa (insekt) |

ning ikke har ramt en plet eller en dyse har været tilstoppet. Disse har været fulgt i udvalgte marker for at kunne sammenligne en sprøjtet og usprøjtet markflade.

Data for pesticidanvendelsen for de enkelte marker er registeret og indgår som en væsentlig parameter for fortolkningen af udviklingen i ukrudts- eller insektbiomassen på den enkelte mark. Et eksempel på pesticidanvendelsen på udvalgte marker kan ses af tabel 1.



Figur 2. Indsamlingsdesign for D-vac og plantebiomasse. Insektprøven dækker 1 m² og består af 9 sug med D-vac samt høstet ukrudt fra den midterste ¼ m² (stiplet linje).
 Sampling design for D-vac (1 m² consisting of 9 suction) and plant biomass (central square of 0.25 m²).

Modeller

De indsamlede data anvendes derefter i to modeller, FieldEco og ALMaSS.

FieldEco

FieldEco er en fødenetsmodel, der kan simulere vekselvirkningerne imellem de forskellige organismer i de dyrkede markers fødenet. Det betyder at modellen er velegnet til at simulere effekterne af fjernelse af en føderessource v.h.a. f.eks pesticider.

Det kan være fjernelse af vigtige fødeplanter for insekter v.h.a. herbicider eller fjernelse af vigtige byttedyr for markens rovlevende insekter.

FieldEco opererer på populationsniveau og tager udgangspunkt i de forskellige populationers (arters) behov for føde til opretholdelse af livet (respiration), vækst og reproduktion. Dette gælder planternes behov for lys og kvælstof såvel som planteædende insekters behov for planteføde og rovlevende insekters/edderkoppers behov for bytte. Både planternes og dyrs behov for vækst simuleres som værende afhængige af temperatur ved hjælp af graddage eller andre fysiologiske tidsskalaer. En simulering med FieldEco kører med daglige beregninger af :

1. hvor meget føde (for planter lys) de forskellige arter (populationer af disse arter) har behov for til respiration, vækst og reproduktion afhængig af temperaturen.
2. hvor meget føde/lys de skaffer afhængig af konkurrencesituation og byttemængde.
3. vækst, reproduktion og overlevelse af de forskellige arter afhængig af hvor meget føde populationerne indfangede i forhold til, hvor meget de havde behov for.

Hvis der ikke var nok til optimal vækst, blev væksten langsommere, og hvis der ikke var føde nok til den optimale reproduktion, blev resultatet en relativt mindre reproduktion. Hvis der ikke indfanges føde nok til at tilfredsstille behovet til respiration, dør en del af populationen i simuleringen. Det er således muligt at dø af sult i simuleringer med FieldEco. I FieldEco simuleres effekten af herbicider og fungicider ved at væksten aftager eller planten/svampen dør afhængig af dosis, og effekten af insekticider simuleres ved en dosis – responsafhængig dødelighed af populationen. En sub-lethal effekt på reproduktionen er p.t. ikke inkluderet i simuleringerne. Dette betyder, at insekter ikke påvirkes direkte af herbicider og fungicider, men udelukkende indirekte igennem effekter på deres fødekilder.

FieldEco er programmeret med en Windows-brugerflade, hvorfra det er muligt at sammensætte forskellige økosystemer fra en liste af velkendte og almindelige arter. Disse arter inkluderer vårbyg, vinterhvede, vinterraps, rajgræs og hvidkløver, samt en række almindeligt forekommende ukrudtsplanter, regnorme, edderkopper og insekter. Desuden giver modellen mulighed for også at inkludere mikrosvampe og nedbrydningen af organisk stof. Input-data til beskrivelse af de forskellige arter stammer fra litteraturen, og de indsamlede data fra dette projekt skal anvendes til at udvælge realistiske økosystemer, modeltilpasninger og validering af modellens output.

Simuleringsarbejdet er i skrivende stund ikke påbegyndt, men vil komme til at bestå af en lang række simuleringer af de mange indsamlede feltdata, og sidst men ikke mindst af en række scenarieløbsløb, som skal benyttes til at vurdere effekten af forskellige måder at nedbringe behandlingshyppigheden på.

Effekten vil primært blive målt på antallet og biomassen af ukrudtsplanter og insekter, men andre måder at vurdere effekten på kan muligvis også komme på tale, når arbejdet kommer i gang. Modellens forudsigelser af insektmængden vil også blive benyttet som input til ALMaSS-modellen, hvorved denne models simuleringer kommer til at inkludere en bedre simulering af lærkernes fødegrundlag. Indledende simuleringer med FieldEco vil blive præsenteret på konferencen.

ALMaSS

Til de rumlige konsekvenser på landskabsniveau anvendes Animal Land and Man Simulation System (ALMaSS), som simulerer konsekvenserne for tre udvalgte fuglearter (lærke, agerhøne og gulspurv) og deres fødegrundlag af ændret pesticidanvendelse i et givet landskab med varierende afgrødevalg, landskabsstruktur og driftsforhold. ALMaSS modellen er en individ-

baseret model, der har to hovedkomponenter. Projektet har bl.a. haft til formål at forbedre detaljeringsgraden af vækstkurverne for de vigtigste afgrøder og ukrudtsbiomassen.

Dyremodeller

De anvendte dyremodeller er alle adfærds- og individbaserede. Udgangspunktet er det enkelte individ med et artsspecifikt sæt af regler, der er bestemmende for dyrets adfærd (eks. sociale interaktioner, energetik, reproduktion, bevægelse og spredning) under tidsmæssigt og rumligt skiftende forhold. Alle individer til et givet tidspunkt i en given lokalitet på samme tid kan få alle relevante informationer om forskellige biotiske (eks. arealtype, afgrødetype, - højde og dækningsgrad, fødemængde/kvalitet, tilstedeværelsen af andre individer fra nabolandområder) og abiotiske forhold (fx dyrkningstiltag, temperatur og nedbør), der har betydning for de enkelte individers reaktioner og handlinger.

Den lokale population af dyr, der modelleres, består således af indbyrdes ”kommunikerende” individer, der i tid og rum kan opfatte og reagere på forhold i det lokale miljø. De enkelte individer agerer i forhold til disse stimuli, i forhold til hvad der er mest optimalt for individet selv under de givne forhold mht. overlevelse, reproduktion mm. Territoriestørrelser afhænger dels af territoriets kvalitet, dels af den enkelte dyrs styrkeforhold/alder i forhold til andre territoriehævdende individer. Dette giver en tæthedsafhængig modellering af populationen af fx. sanglærke. De biologiske modeller består af en række undermodeller, der hver især beskriver de regelsæt, der karakteriserer de specielle forhold, der gør sig gældende for forskellige livsstadier eks. for sanglærkens vedkommende: hanlærker, hunlærker, ægudvikling, udvikling af redeunger og udvikling af ikke flyvefærdige unger. Detaljerede modelbeskrivelser for de modellerede arter kan ses på følgende web-adresse: www.almass.dk.

Landskabsmodel

Landskabsmodellen udgør den ”verden” de modellerede dyr skal leve og overleve i. Den indeholder en detaljeret gengivelse af alle rumlige strukturer i landskabet (læhegn, markskel, marker, veje og bygninger mm.). Ud fra flyfoto og eksisterende markblokkort er der foretaget en detaljeret digitalisering af området. Alle digitaliserede arealer (polygoner) er unikke, men blev klassificeret i forhold til en række udvalgte typer eller kategorier (marker, bygninger, haver, areelle småbiotoper, læhegn, skove, veje/vejrabatter, vandløb mm., i alt 28 forskellige) og adfærd (eks. vejrabatter bliver udsat for slåning, hvorimod græsarealer uden for omdrift ikke bliver slået). Det resulterende polygon kort har en rasteropløsning på 1m² (= én enhed). Hver enkelt rasterenhed er et reference nummer til en bestemt polygon og indeholder specifikke oplysninger, der karakteriserer den enkelte polygon. Denne datastruktur kaldet ’flyweight’ er meget hurtig men stiller relativt store krav til computer kapacitet.

Vejrdata og vækstmodeller for afgrøder og ukrudt

De anvendte vejrdata er baseret på data fra DJF-Foulum fra perioden 1988-1999. Der anvendes daglige gennemsnit for temperatur (°C), nedbør (mm) og vindstyrke (m/sek.) og total daglig nedbør i kontinuerte ’loops’ af 11 år. Der er udviklet specifikke vækstmodeller for de af-

grøder, der er anvendt i de forskellige scenarier. Vækstmodellerne for afgrøder blev udarbejdet på grundlag af eksisterende modeller (Olesen og Heidmann, 1990; Plauborg og Olesen, 1991) samt data indsamlet ved DJF og DMU. Modellerne er baseret på ”graddage”, således at både bladareal (Blad-Areal-Indeks, ’BAI’) og højdeudvikling er relateret til temperatursummer med en basistemperatur på 0°C. ’Ikke-afgrøde vegetation’ blev modelleret ud fra data præsenteret i Al-Mufti *et al.* (1977). I modificeret form (BAI reduceret med en faktor 10) blev en vækstmodel anvendt for markernes ukrudtsflora. Vegetationsmodellerne for vejrabatter og markukrudt kunne justeres gennem reduktion af plantebiomassen for at illudere indgriben igennem forskellige menneskelige aktiviteter (eks. slåning, herbicidsprøjtning).

Projektet har bl.a. haft til formål at forbedre detaljeringsgraden af vækstkurverne for de vigtigste afgrøder og ukrudtsbiomassen.

Dyrkningsforhold og dyrkningsmodeller

ALMaSS indeholder en detaljeret ’farm manager’ simulator, som er i stand til at formidle informationer om de aktiviteter der har indflydelse på dyrene. Vi har defineret bedriftenheder, bedriftstyper med specifikke sædskifter samt individuelle dyrkningsplaner for de anvendte afgrøder. Bedrifterne er defineret ud fra de markpolygoner, der bliver dyrket af samme person. Den anvendte klassificering af bedriftstyperne plantebrug, svinebrug og kvægbrug er fremkommet via GLR-register oplysninger. Alle oplysninger vedrørende bedriftstyper (1998- forhold) og ejerforhold har været tilgængelige.

Dyrkningsplanerne, der beskriver vækstforhold og dyrkningstiltag, er baseret på dyrkningsvejledninger (Landbrugets Rådgivningscenter) og konsulentrådgivning fra Djursland Landboforening, Godsforvaltningen ved Fussingø Statsskovdistrikt og DMU, Afd. for Landskabsøkologi. For hver enkelt afgrødemodel er der medtaget de variationer i dyrkningsmæssige tiltag, der er bestemt af fx brugstype, geografiske forhold, jordbund, vejrforhold mm. Den indbyggede variation bevirker, at vækstforhold og dyrkningstiltag indenfor de enkelte afgrøder skifter mellem marker og bedrifter i de enkelte modelår. Alle marktiltag (eks. høst) bliver registreret, og disse data kan herefter registreres af dyremodellerne. I alt er der udarbejdet dyrkningsmodeller for 48 forskellige afgrøder, hvoraf kun en del af disse indgår i de beskrevne scenarier.

Pesticidanvendelse

Selvom fungicider anvendes af landmænd har disse ingen indflydelse på modellen, mens herbicider og insekticider påvirker ukrudtsvegetation og leddy. Hvis insekticider anvendes på en simuleret mark, reducerer modellen leddyrsbiomassen med 80% efter en uge og i løbet af yderligere 3 uger vil leddyrspopulationerne være genetableret (lineær udvikling af biomasse) til niveauet før sprøjtning. Herbicider fjerner 90% af al ukrudtsbiomasse og anvender en tilsvarende genetableringsfunktion som for leddyrene. Leddyrsbiomassen beregnes pt. i modellen ud fra afgrødehøjde, så herbicider har ingen indflydelse på leddyrsbiomassen. Denne

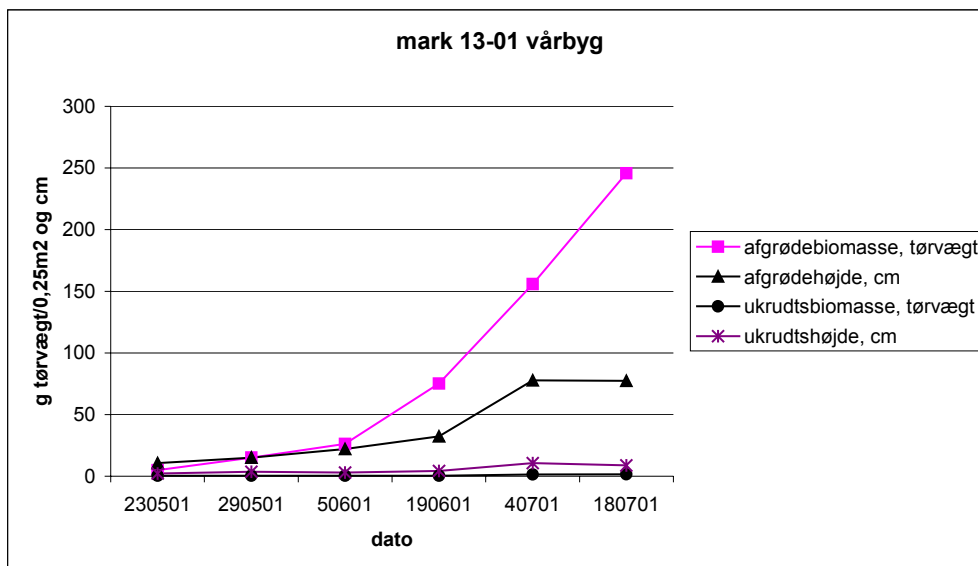
sammenhæng vil blive mere realistisk med projektets resultater, således at leddyr og ukrudt bliver afhængige data

Foreløbige resultater

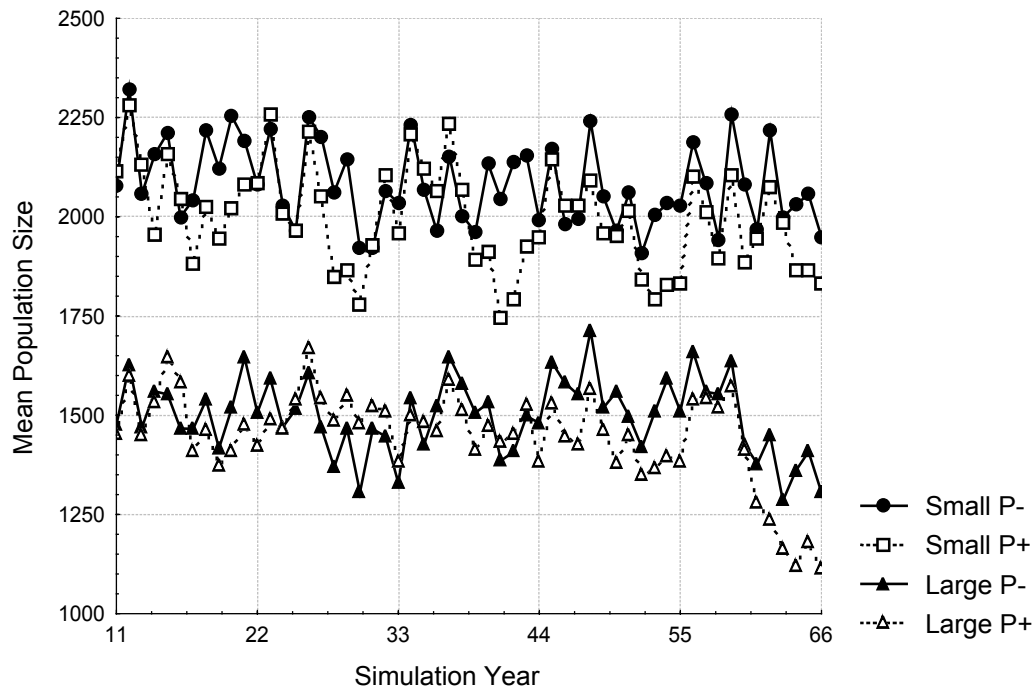
Bindeleddet mellem feltindsamlinger og modelberegninger er udviklingen over tid for biomasse og sammensætning af afgrøde, ukrudt og leddyrpopulationer på de enkelte marker (Figur 3). Data for de enkelte marker er i sig selv ret trivielle, men det er første gang, at der er indsamlet så detaljerede oplysninger over sæsonen samtidig med, at der er indsamlet og analyseret leddyr på samme areal. En nærmere analyse af de opnåede resultater af sammenhængen mellem afgrøde, ukrudt og leddyrforekomster vil blive foretaget i 2003.

Foreløbige scenarieberegninger

Data fra 2001 er færdigbehandlet og indgår som baggrund for nye beregninger i ALMaSS-modellen på betydningen af pesticidanvendelse for lærker i Bjerringbro-området (Topping & Odderskær, indsendt). Scenarierne viser at pesticidanvendelse har betydning for lærkers bestandsstørrelser, men isoleret set kun i begrænset omfang (Figur 4). Totalt fravær af pesticider giver kun gennemsnitligt 4% øget lærkebestande sammenlignet med aktuelt niveau, mens for eksempel markstørrelse har langt større betydning. Når markstørrelsen vokser fra et gennemsnit på 2,6 ha til 4.7 ha, falder lærkebestanden gennemsnitligt med 37%. Hvis man reducerer afgrødediversiteten til monokultur af vårbyg og kører scenarier for store marker, uddør lærkebestandene helt.



Figur 3. Figuren viser eksempler på detaljeringsgraden af data for højde og biomasse af afgrøde og ukrudts i sæsonen 2001 i en vårbygmark. Tilsvarende kurver findes på arthropodbiomasse. Example of level of data details for height and biomass of crop and weeds in a spring barley field in 2001. Similar curves can be generated for arthropods.



Figur 4. Simulerede lærkebestandsstørrelser (gennemsnit af 8 replikater) i to 5x5 km landskaber med hhv. små og store marker (Small/Large), med og uden pesticidanvendelse (P+/P-) med divers afgrøderotation. Scenarierne er kørt med variabel migrationsdødelighed. Simulated skylark populations in two 5x5 km landscapes with small and large fields respectively with and without use of pesticides (P+/P-)

Det fremgår klart af Figur 4, at vejret (i 11-års cyklus) har stor indflydelse på lærkebestandene og udsvingene mellem de enkelte år på P+ og P- er mellem -1 og +9% i lærkeungeproduktion, hvilket afspejler størrelsesordenen af pesticidvirkningen.

Diskussion

De første scenariekørsler med ALMaSS modellen har vist, at ophør af pesticidanvendelse kan resultere i lidt flere lærker. Men samtidig viser scenarierne, at der er en række andre faktorer som har langt større indflydelse på lærkebestandene end reduceret pesticidanvendelse. Vejret har stor indflydelse på den årlige ungeproduktion, men også markstørrelse og afgrødediversitet har stor effekt på lærkebestandene.

Modelberegningerne viser umiddelbart andre resultater end opnået i forsøg med hel, halv og kvart pesticiddosering, hvor kvart dosering medførte 20-25% flere sanglærker på markerne (Esbjerg & Petersen, 2002). Resultaterne kan dog ikke sammenlignes direkte, da Esbjerg og Petersen (2002) har lavet observationer af, hvor lærker fouragerede og ikke vurderet bestandsstørrelser og ynglesucces. Lærker bruger en lang række forskellige habitater til fødesøgning og reproduktion, så deres bestandsstørrelser kan kun vurderes ved at inddrage hele landskabet

som i nærværende modelsimuleringer. Selvom et fravær af pesticidanvendelse vil give øget ukrudtsmængder og øgede bestande af en række fødeemner for lærken og dens unger (Esbjerg & Petersen, 2002) er det samlede resultat for bestanden sandsynligvis af mindre betydning i et typisk dansk agerlandskab.

Sådanne rumlige og tidslige aspekter af påvirkninger af bestandsstørrelser har været erkendt længe (Hastings, 1990) og bør fremover inddrages i risikovurderinger af fx pesticider. Landskabsøkologi og økotoxikologi bør fremover kunne integreres (Cairns, 1993; Johnson, 2002) og udviklingen af ALMaSS og FieldEco viser, at det nu er muligt at kvantificere effekter på landskabsniveau. Fremtidigt scenariewarbejde med modeller for gulspurv og agerhøne vil inkludere to andre typer af almindelige agerlandsfugle, som kan forventes at reagere anderledes på pesticidanvendelsen.

Sammendrag

Artiklen giver en introduktion til et igangværende arbejde med monitoring og modelberegninger af effekter af reduceret pesticidanvendelse i landbruget. Arbejdet har fokuseret på detaljeret dataindsamlinger af flora og leddyrfauna med 2-ugers intervaller gennem vækstsæsonen for en række hovedafgrøder. Der er anvendt D-Vac sugninger til leddyr og biomassehøst af afgrøder, og ukrudt på artsniveau samt indsamlet tilsvarende prøver i tilstødende småbiotoper. Data vil blive anvendt i to komplementære modeller. Metabolic Pool Modellen kan modellere detaljeret udvikling i afgrøden, ukrudtsflora og arthropod populationer på enkeltmarksniveau. Animal, Land and Man Simulation System (ALMaSS) modellen kan på baggrund af detaljeret landskabsmodel og tilhørende individbaserede artsmodeller lave scenarieberegninger for konsekvenser for lærke, agerhøne og gulspurv på landskabsniveau. Foreløbige scenariekørsler med lærkemodellen viser, at totalt fravær af pesticidtilførsel kan gennemsnitligt give 4% øget lærkebestand, mens markstørrelsen og vejrliget de enkelte år kan have meget stor betydning. En fordobling af markstørrelsen vil give gennemsnitligt 37% færre lærker. Det er derfor sandsynligt at andre forhold end pesticidforbruget er begrænsende for lærkebestandenes størrelse i agerlandet.

Litteratur

- Al-Mufti MM, Sydes CL, Furness SB, Grime JP, Band SR, 1977. A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. J. Ecol. 65: 759-791.*
- Bicheludvalget 1999. Rapport om Miljø og sundhed.*
- Cairns J. 1993. Will there ever be a field of landscape toxicology. Environ Toxicol Chem 12: 609-610.*
- Esbjerg P & Petersen BS. 2002. Effects of reduced pesticide use on flora and fauna in agricultural fields. Pesticides Research no. 58. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen.*

- Hastings A.* 1990. Spatial heterogeneity and ecological models. *Ecology* 71: 426-428.
- Johnson AR.* 2002. Landscape ecotoxicology and assessment of risk at multiple scales. *Hum Ecol Risk Assess* 8:127-146.
- Olesen JE, Heidmann T.* 1990. EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Version 1.00. AJMET Arbejdsnotat nr. 9.
- Plauborg F, Olesen JE.* 1991. Udvikling og validering af modellen MarkVand til vandingsstyring i landbruget. *Tidsskrift for Planteavl's Specialserie* S2113.
- Topping CJ & Odderskær P.* indsendt. Modeling the influence of temporal and spatial factors on the assessment of impacts of pesticides on skylarks.

Naturindholdet i hegn på økologiske og konventionelle bedrifter

Plants and arthropods in organic and conventional hedges

Knud Tybirk & E. Aude
Danmarks Miljøundersøgelser
Afd. for Landskabsøkologi
Grenåvej 14, Kalø
DK-8410 Rønde

M. Bruus Pedersen
Danmarks Miljøundersøgelser
Afd. for Terrestrisk Økologi
Vejlsøvej 25
Postboks 314
DK-8600 Silkeborg

Summary

Many attempts have been suggested to reduce the impact of modern conventional farming on the environment and semi-natural ecosystems. One of the attempts has been to introduce organic farming, which is known primarily for the absence of pesticides and artificial fertilising. The objective of this paper is to present differences found in the spontaneous vegetation and associated arthropods of comparable hedgerows situated within organic and conventional farming systems.

We found significantly more plant and moss species in organic hedges, both in the individual plots, the individual hedges and when comparing the farming systems. Six species (*Brachythecium rutabulum*, *Cerastium fontanum*, *Ranunculus repens*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis*, *Plantago lanceolata*) were found to be indicators of organic hedges.

Arthropods were distributed in relation to the same parameters as the flora (mainly soil characteristics and farming practice). However, differences between the two farming systems were smaller than for plants. The occurrence of herbivorous groups as a total correlate significantly with the major plant gradients and weevils correlate significantly with grass lay fields beneath the hedges and organic farming. *Psylloidea*, *Syrphidae* and the weevils (Curculionidae) *Ceutorrhynchus floralis* and *Apion virens* proved to indicate organic farming.

Indledning

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

Naturen i landbrugslandskabet er genstand for mange diskussioner, jvf. Reddersen *et al.* (1999), Agger *et al.* (1999), Holten-Andersen *et al.* (2000) og Wilhjelmudvalget (2001) og ikke mindst i forbindelse med naturplaner har der været meget fokus på emnet (Tybirk, 2002). Diskussionerne omkring naturkvalitet og biologisk integritet versus traditionelle (arts-) diversitetsmål har bidraget til at nuancere vurderingerne af naturens værdier. Endvidere er der i stigende grad kommet fokus på funktionelle grupper af organismer som supplement og et udtryk for økosystemernes funktion og kvalitet (Tybirk & Ejrnæs, 2001). Høj naturværdi kan findes, hvor der naturligt er få arter, men i agerlandets småbiotoper er få dominerende konkurrencestærke flerårige arter udtryk for en kraftig påvirkning i form af fx herbicid- og ammoniakafdrift. Potentielt kan agerlandets småbiotoper indholde mange arter fra halvnaturarealer som eng, tørt græsland og skov.

Udenlandske undersøgelser (fx Kleijn & Snoijng, 1997; de Snoo, 1999; Kleijn & Verbeek, 2000) har påvist, at lysåbne markkantbiotoper generelt er beklædt med vegetation, der klart er domineret af konkurrencestærke planter, der trives med højt næringsindhold i jorden. Der findes kun enkelte studier af driftsformers (mht. pesticider og næringsstoffer) betydning for vegetation i læhegn og skovbryn. I Canada konkluderer Boutin & Jobin (1998), at der er signifikant færre skovarter ved intensiv drift.

Den første samlede undersøgelse af vegetationen i 207 danske læhegn konkluderer at meget udbredte konkurrencestærke og forstyrrelsetolerante arter dominerer (Tybirk *et al.*, 2001). Kun en enkelt art figurerer på den danske Gulliste (Stoltze & Pihl, 1998), mens de 12 mest almindelige arter forekommer i over halvdelen af hegnene. De fleste sjældne arter findes i gamle flerrækkede hegn (>30 år) og der er en rimelig klar forskel på hegnstyperne i Vestjylland og på Sjælland.

Et tilbagevendende spørgsmål er, hvorvidt det er generel overgødsning eller pesticidafdrift, der har medvirket mest til forarmningen af naturen i agerlandet. Antallet af økologiske brug er steget kraftigt, og det er nu muligt at finde læhegn, der gennem længere tid ikke har været påvirket af herbicidafdrift. En væsentlig antagelse for denne undersøgelse er at læhegn generelt

(både konventionelle og økologiske) har haft så stor tilførsel af næringsstoffer gennem de seneste årtier i form af ammoniakafdrift og utilsigtet bredspredning af kunstgødskning, at næringsstofmængderne her ikke på nogen måde er begrænsende.

Dette studie præsenterer udvalgte foreløbige resultater af to års studier af vegetation og leddyr i sammenlignelige relativt unge tre-rækkede danske hegn på hhv. konventionelle og økologiske bedrifter. Formålet er at teste om driftsformen (økologisk/konventionel drift) påvirker plantesammensætningen og den tilhørende leddyrdiversitet i danske læhegn og dermed bidrage til at belyse om indførelsen af økologisk jordbrug vil kunne forbedre habitatkvaliteten af marknære småbiotoper.

Metoder

Med henblik på at sikre maksimal sammenligning har en række kriterier været gældende for udvælgelsen af læhegn. De undersøgte læhegn

- indeholder 3-5 rækker træer/buske og har en lysåben fodpose på min 0,5m bredde
- har ideelt set en alder på 10-15 år og domineres af løvtræer
- har en minimumslængden på 120 m
- har mark i omdrift som naboafgrøde
- Jordbundene var ikke vandmættede ved udvælgelsen

De økologiske hegn opfylder yderligere flg. kriterium

- Minimum 10 års økologisk drift på begge sider af hegnet

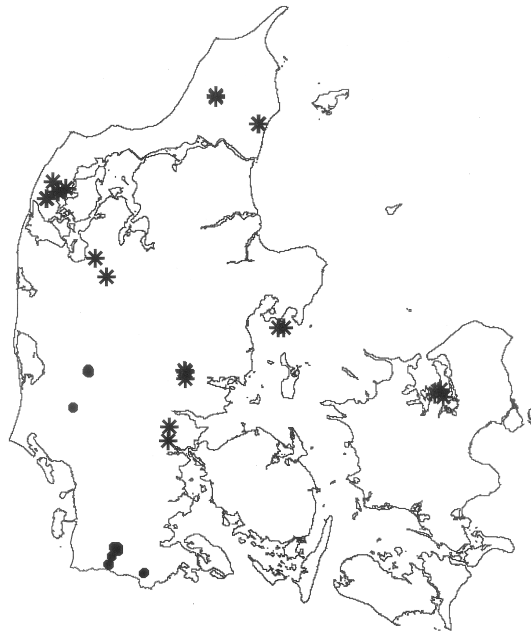
Tretten hegn blev i 2001 undersøgt på konventionelle og 13 på økologiske bedrifter i Syd- og Vestjylland på sandjord og i 2002 blev 15 hegn på begge driftsformer inkluderet på bedre jorder nord og øst for israndslinien (Figur 1). De økologiske hegn blev udvalgt først og derefter blev tilsvarende konventionelle hegn i samme postdistrikt udvalgt tilfældigt.

I projektet blev der samtidigt indsamlet data for leddyr og vegetation. Der er systematisk indsamlet 3 prøver/hegn i 2001, mens det i 2002 blev modificeret til 5 prøver/hegn. Prøvefeltets størrelse er 0,5x20 m (10m²) med indbyrdes afstand på 20 m. Prøvefelterne er i den lysåbne del af hegnet (fodposen) 0,2 m fra afgrødekant. I alt er 56 hegn inkluderet (med i alt 168 prøvefelter), hvilket udgør en meget stor del af eksisterende økologiske hegn i Danmark, der opfylder samtlige udvælgelseskriterier.

Vegetationsanalyse

Alle karplanter og mosser er registreret i hvert prøvefelt. Tætheden og frekvens af arterne er registreret ved en modificeret Raunkjær metode, hvor alle rodfæstede planter i 10 systematisk

placerede 0,1 m² cirkler blev registreret. Øvrige arter i 10m² feltet uden for Raunkiær cirklerne registreres som laveste frekvens. Vegetative skud af hegnets buske er ikke registreret. Desuden er der lavet en total artsliste for én side af 120 m hegn.



Figur 1. Placeringen af undersøgte hegn. Rundt symbol er undersøgt i 2001 og trekantet i 2002. Bornholm er ikke inkluderet Localisation of included hedges. Circles have been investigated in 2001, stars in 2002.

Arthropod indsamling

D-vac indsamlinger (Dietrick, 1961) udførtes umiddelbart forud for vegetationsindsamlinger. 10 sug á 10 sekunder i hvert prøvefelt udgjorde én prøve. Prøverne blev straks kølet ned til efterfølgende frysning og sortering i laboratoriet. Vejret var generelt varmt og solrigt i indsamlingsperioden. På grund af det uventet store antal dyr fokuseres på de grupper, som omfatter herbivore arter.

Indsamling af jordbundsprøver

Hegnsjordbundene er i alle tilfælde meget forstyrret jordbund efter en dybdepløjning ved hegnsetableringen. Dernæst har jordbunden været relativt uforstyrret i et årti, men formentlig med en del pålejring af vindtransporteret materiale (jordfygning). Jordprøverne er analyseret for kornstørrelsesfordeling, pH, ledningsevne, glødetab, fosfat samt total N og P. Fem delprøver af jord 0-10 cm under A0 horisonten pooler til én prøve for alle prøvefelter.

Hegnsparemetre

Der blev målt på en række hegnskaraktistika. Orienteringen, jordhøjde ift. til omgivende marker, bredde af hegn samt bredde af fodpose blev målt. Hegnsalder blev opnået ved interviews med ejeren/plantelaugget. Ud fra plantelisterne blev der udregnet en række indirekte

hegnskarakteristiska, såsom total diversitet og gennemsnitlige Ellenbergværdier (Ellenberg *et al.*, 1991) for næringsstofniveau (N), temperatur (T), kontinentalitet (K), pH (R), lys (L) og fugtighed (F) for alle prøvefelter. Gennemsnitlig CSR værdier (Grime 1979) blev tilsvarende udregnet for samtlige prøvefelter. Hvert plot har således i alt 15 miljøparametre.

Databehandling

Der er udført variansanalyse på data for såvel faste som tilfældige variable, således at hegnsnummer og prøvens placering langs hegnet er tilfældige effekt, mens driftsformen og placeringen i fodpose/central i hegnet er faste effekt.

Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill, 1979) er anvendt til at analysere vegetationsdata i relation til de mange miljøparametre. Sjældne arter er udeladt som anbefalet af Økland (1990). Endvidere er der lavet en indikator-arts analyse (McCune & Mefford, 1997). Redundansanalyse (RDA) er anvendt til at undersøge sammenhængen mellem fordelingen af herbivore leddyr i forhold til fordelingen af planter og udvalgte strukturelle parametre (fysisk-kemiske forhold, driftsform mv.). Indikatorartsanalyse er anvendt til at undersøge hvordan de arter, der gør en forskel i forhold til de udvalgte parametre, fordeler sig i forhold til disse.

Resultater

Hegnsvariable

Alderen af de undersøgte hegn varierer fra 6-22 år med 28 hegn på 15 økologiske og 28 hegn på 19 konventionelle bedrifter. Langt størstedelen af hegnene var dog 10-15 år gamle, men i enkelte tilfælde var det nødvendigt at udvide alderskriteriet en smule for at nå op på tilstrækkeligt antal på de bedre jorder. Det 'typiske' hegn er 14 år gammelt og 3-7 m højt. Femogtyve hegn har græsmarker i omdrift som nabo (heraf 19 økologiske og 6 konventionelle) og resten har andre afgrøder i omdrift. Der kan ikke konstateres forskelle på hegnenes fysiske miljøparametre (tekstur mv.) med undtagelse af terrænforskelle mellem hegn og mark, som er signifikant større på de konventionelle brug end hos de økologiske.

På de enkelte prøvefelter viser der sig dog enkelte forskelle, fx er der signifikant ($p < 0,001$) mere fosfor i de konventionelle prøvefelter end de økologiske. Der er endvidere mindre fosfor i prøvefelter der grænser op til græsmarker. På de konventionelle bedrifter har vi mindre græs i omdrift som nabo end på de økologiske, hvilket kan forklare at der er mindre P i de økologiske hegnsprøvefelter. Ligeledes er der højere glødetab i prøvefelter der har græsmarker som nabo. pH er lidt højere i de økologiske prøvefelter end de konventionelle.

Vegetation

I alt blev der fundet 169 urteagtige plantearter (inklusive Rubus-arter og 16 mosarter) i de 168 prøvefelter, heraf 162 arter i 28 økologiske hegn og 115 arter i 28 konventionelle hegn. Gennemsnitligt artsantal i økologiske hegn er 33,6, mens det tilsvarende tal for konventionelle

hegn er 23,6, hvilket er meget signifikant ($p < 0,0001$). Det tilsvarende tal for enkelt prøvelfelter (alfa-diversiteten) er hhv. 19,1 og 13,2 arter for økologiske og konventionelle prøvelfelter ($p < 0,0001$).

Der fandtes signifikant flere ruderat (ukrudts-) planter (Grime, 1979) i prøvelfelter med andre afgrøder end græs som nabo, ligesom der også var signifikant højere Ellenbergværdier (Ellenberg *et al.*, 1991) for pH (A) og næringsstofniveau (F) i prøvelfelter med andre afgrøder end græs i omdrift. De økologiske hegn er endvidere karakteriseret ved at have flere arter fra halvnaturen i agerlandet og flere mosser. Tyve arter var signifikant forskellige i de to hegns typer (Tabel 1). Mosset *Brachythecium rutabulum* (alm. kortkapsel) og urterne alm. hønsetarm, lav ranunkel, agertidsel, alm. svinemælk og lancetvejbred kan alle siges at være indikatorarter for økologiske læhegn.

Leddyr

For leddyrenes vedkommende er databehandlingen for 2002 indsamlingerne ikke tilendebragt, men der kan fremdrages nogle resultater fra 2001 undersøgelsen og analyser af sammenhænge mellem vegetationsdata og leddyrene. Udvalgte middelværdier for antal herbivore leddy pr. prøve er præsenteret i Tabel 2. De dominerede grupper var cikader, tæger, rovbiller (som jo ikke er herbivorer), snudebiller og Clavicornia, som i hovedsagen er rovdyr.

Der var ikke signifikante forskelle mellem dyrkningsformerne på forekomsten af udvalgte arter og grupper, når data blev testet med variansanalyse i et design, der involverer både faste og tilfældige variable. Der var heller ikke forskelle i diversitet mellem de to typer hegn. Derimod var der store forskelle mellem faunaen i fodposen og centralt i hegnet (ikke vist), idet der generelt var flere dyr i fodposen, selvom enkelte grupper var hyppigere central i hegnet. DCA-analysen på alle data med undtagelse af *Stilbus* sp., som lå uden for hovedsværmen, viser, at prøverne fra de konventionelle hegn har en længere førsteakse (dvs. større spredning af data) end prøverne fra økologiske hegn. Førsteaksen er bedst korreleret til finsand, total-P, jordbundstypen, og lysforholdene, men andenaksen er bedst korreleret til total-N, konduktivitet og humusindholdet. Således er begge akser tættest korreleret til jordbundsforholdene og ikke (direkte) til planteparametrene i analysen.

CCA-analyserne og Monte Carlo-permutationerne viser, at den samlede forklaringskraft af de 13 miljøvariable er stort den samme som for vegetationen (Tabel 3). Også for leddyrene forklarer 9 ud af de 13 variable en signifikant del af variationen. Generelt fordeler leddyrene sig efter samme parametre som planterne. Det er dog forskellige variable, som er vigtigst for forklaring af variationen i artssammensætningen. For insekterne er det især total-C, geologiske parametre og lys, hvilket kunne tyde på en større forskel mellem fodpose og centrale felter, end det er tilfældet for vegetationen. Det skal også bemærkes, at driftstypen forklarer en signifikant del af variationen for leddyrene.

Tabel 1. Indikator arts analyse (McCune & Mefford 1997, Dufrêne & Legendre 1997) af driftsform. Arterne er sorteret efter stigende p-værdi. Indikator Værdi og statistisk signifikans er beregnet med 1000 MonteCarlo permutationer (* = $P \leq 0.001$, ** = $0.001 \leq P \leq 0.01$, * = $0.01 \leq P \leq 0.05$, + = $0.05 \leq P \leq 0.1$). Ikke signifikante arter ($P \geq 0.1$) er ikke vist. Plantede hegnsarter og kulturplanter fra græsmarker er udeladt. Indicator species analysis, sorted after increased p-values. Planted woody species and crops species from grasslands are omitted.**

| Artsnavn | Dansk navn | Relative frekvens i øko. hegn | Relative frekvens i konv. hegn | Observeret Indikator Værdi (IV) | Gennemsnitlig IV af randomiseret gruppe | P-værdi | Signifikans-niveau | Max. gruppe |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|---------|--------------------|-------------|
| <i>Brachythecium rutabulum</i> | alm. kortkapsel | 70 | 41 | 62 | 34 | 0,001 | *** | Øko. |
| <i>Cerastium fontanum</i> | alm. hønsetarm | 80 | 22 | 78 | 32 | 0,001 | *** | Øko. |
| <i>Ranunculus repens</i> | lav ranunkel | 80 | 31 | 76 | 35 | 0,001 | *** | Øko. |
| <i>Cirsium arvense</i> | agertidsel | 93 | 41 | 76 | 40 | 0,001 | *** | Øko. |
| <i>Sonchus arvensis</i> | agersvinemælk | 40 | 6 | 40 | 18 | 0,002 | ** | Øko. |
| <i>Plantago lanceolata</i> | lancetvejbred | 23 | 0 | 23 | 10 | 0,004 | ** | Øko. |
| <i>Galium aparine</i> | burresterre | 73 | 81 | 59 | 45 | 0,01 | * | Konv. |
| <i>Holcus lanatus</i> | fløjlsgræs | 40 | 22 | 38 | 22 | 0,016 | * | Øko. |
| <i>Taraxacum species</i> | mælkebøtte | 100 | 91 | 64 | 53 | 0,018 | * | Øko. |
| <i>Galeopsis bifida</i> | alm. hanekro | 17 | 0 | 17 | 8 | 0,026 | * | Øko. |
| <i>Daucus carota</i> | alm. gulerod | 13 | 0 | 13 | 7 | 0,054 | + | Øko. |
| <i>Oxyrrynchium praelongum</i> | fin næbmos | 23 | 6 | 21 | 14 | 0,055 | + | Øko. |
| <i>Achillea millefolium</i> | alm. røllike | 50 | 31 | 40 | 28 | 0,064 | + | Øko. |
| <i>Epilobium montanum</i> | glat dueurt | 63 | 44 | 44 | 34 | 0,074 | + | Øko. |
| <i>Festuca rubra</i> | rød svingel | 73 | 31 | 42 | 33 | 0,076 | + | Øko. |
| <i>Bromus hordeaceus</i> | blød hejre | 17 | 34 | 29 | 20 | 0,077 | + | Konv. |
| <i>Agrostis capillaris</i> | alm. hvene | 77 | 44 | 47 | 38 | 0,084 | + | Øko. |
| <i>Veronica arvensis</i> | mark-ærenpris | 50 | 22 | 34 | 25 | 0,088 | + | Øko. |
| <i>Cirsium vulgare</i> | horsetidsel | 40 | 28 | 30 | 23 | 0,097 | + | Øko. |
| <i>Rumex acetosella</i> | rødknæ | 20 | 3 | 14 | 10 | 0,099 | + | Øko. |

Tabel 2. Gennemsnitlige antal af de forskellige leddyrgrupper pr. prøve i fodposen i de to typer hegn. Average number of arthropod groups represented.

| Gruppe Group | Økologiske hegn Organic hedges / hedge- rows | Konventionelle hegn Conventional hedges / hedgerows |
|-----------------------|---|--|
| Svirrefluer | 3,2 | 1,3 |
| Sommerfugle | 4,4 | 3,1 |
| Bladhvæpse | 0,56 | 0,46 |
| Cikader i alt | 38 | 47 |
| Tæger i alt | 13 | 21 |
| Løbebiller | 2,2 | 4,5 |
| Rovbiller i alt | 24 | 30 |
| Bladbiller i alt | 1,4 | 1,8 |
| Jordlopper | 3,4 | 3,9 |
| Snudebiller i alt | 27 | 23 |
| Clavicornia | 26 | 41 |
| Dyr pr. prøve | 143 | 176 |
| Arter pr. prøve | 27 | 28 |
| Shannon-Wiener indeks | 2,6 | 2,6 |

Tabel 3. Procentdelen af den samlede variation for de testede kanoniske variable, som er beskrevet af de signifikante variable ($p < 0.01$), samt procentdelen af den samlede variation i alle dimensioner (inertia) forklaret af de signifikante kanoniske variable. Percentage of variation for the tested canonical variables as described by the significant variables and total inertia explained by these variables.

| | Vegetationsdata Vegetation data | Invertebratdata Invertebra data |
|--------------------------------------|---|---|
| % forklaret af signifikante variable | 70.4 | 90.6 |
| % forklaret af den totale inertia | 16.5 | 17.3 |

Redundansanalysen af data for herbivore leddyr viste, at dyrene generelt fordelte sig efter samme parametre som planterne (Tabel 4). For tæger som gruppe er de plantefordelene parametre også de vigtigste, mens snudebillerne som gruppe er mere relateret til, hvordan de omgivende marker er dyrket (græsning, dyrkningsform). Enkelte plantearter synes også at være vigtige for forekomsten af leddyrene.

Tabel 4. Forekomsten af herbivore leddyr i relation til udvalgte strukturelle og plante-relaterede parametre. Occurrence of herbivorous arthropods in relation to selected structural and plant-related variables.

| Gruppe Group | datamatri- ce* Data matrix* | Variable som forklarer en signifikant (Monte Carlo test, P< 0.01) del af variationen i fordelingen af leddyre. Variables that explain a significant (Monte Carlo test, P < 0.01) part of the variation in the distribution of the arthropods. |
|-----------------|-----------------------------------|---|
| Alle herbivorer | 78x27 | 1. DCA1(plant) 6.5% 2. DCA3(plant) 4.8% 3. <i>Epilobium</i> 4.7% 4. Eksponering 4.1% |
| Tæger | 64x26 | 1. DCA1(plant) 16.8% 2. Hedge number 8.9% 3. DCA2(plant) 5.8% 4. Apiaceae 5.1% 5. Poaceae 3.8% |
| Snudebiller | 56x20 | 1. Grasing 16.5% 2. Hedge number 9.3 % 3. Type of farming 14% 4. <i>Urtica</i> 5.5% |

*Prøver med færre end tre arter og arter som forekommer i færre end tre prøver er ikke medtaget. *
Samples with less than three species and species occurring in less than three samples are not included.

Tabel 5. Indikatorarters fordeling i forhold til om hegnet har græsmark eller andre afgrøder som nabo. Distribution of indicator species depending on grassland or other crop along the hedge.

| Art Species | Gruppe Group | Præference Preference |
|--------------------------------|--------------|-----------------------|
| <i>Apion virens</i> | Snudebille | Græs |
| <i>Nabis sp.</i> | Tæge | Græs |
| <i>Heteroma planicornis</i> | Tæge | Andet |
| <i>Piesma maculatum</i> | Tæge | Andet |
| <i>Apion flavipes</i> | Snudebille | Græs |
| <i>Anthocoris nemorum</i> | Tæge | Andet |
| <i>Chaetocnema concinna</i> | Jordloppe | Andet |
| <i>Oulema melanopus</i> | Bladbille | Andet |
| <i>Stenoderma holsatum</i> | Tæge | Andet |
| <i>Apion loti</i> | Snudebille | Græs |
| <i>Miccotrogus picirostris</i> | Snudebille | Græs |
| <i>Apion hookeri</i> | Snudebille | Andet |
| Bladbillelarver | | Græs |

En indikatorartsanalyse afslørede at nogle arter fandtes signifikant ($P < 0.05$) mere i hegn (kun fodposen) med græsmarker som naboafgrøde, og andre foretrak hegn der grænsede op til andre afgrøder (Tabel 5).

En tilsvarende analyse mht. dyrkningsform er præsenteret i Tabel 6, som viser, at løbebiller samt en enkelt tægeart og kornbladbillen var hyppigere i hegn ved konventionelt dyrkede marker, men bladlopper, svirrefluer og nogle snudebiller foretrak hegn ved økologisk dyrkede marker.

Tabel 6. Indikatorartsanalyse af betydende arter/dyregrupper fordeling i forhold til dyrkningsform på de marker, der grænser op til hegn. De arter/grupper, der fandtes signifikant ($P < 0.05$) hyppigere i fodposen i hegn på hhv. økologiske og ikke økologiske bedrifter er vist. Indicator species analysis for important species/groups in relation to neighbouring crops with significant differences between farm type.

| | Gruppe Group | Præference Preference |
|--------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Løbebiller i alt | | Konventionel |
| <i>Derephysia foliacea</i> | Tæge | Konventionel |
| <i>Oulema melanopus</i> | Bladbille | Konventionel |
| Bladlopper i alt | | Økologisk |
| Svirrefluer i alt | | Økologisk |
| <i>Ceutorrhynchus floralis</i> | Snudebille | Økologisk |
| <i>Apion virens</i> | Snudebille | Økologisk |

Diskussion

Flora og vegetation

Studiet har givet nogle overraskende klare resultater ud fra meget sammenligneligt grundlag. Der er klart flere arter af karplanter og mosser i læhegnene på økologiske bedrifter. Der er ikke tidligere konstateret så klare forskelle mellem konventionelle hegn og økologiske hegns vegetation (Boutin & Jobin, 1998, 2001). Der er flere arter totalt set, flere arter/prøve, og flere ruderarter i økologiske hegn sammenlignet med konventionelle. De fundne forskelle i terrænhøjde i dette studie forventes dog ikke at have afgørende indflydelse på fortolkningen af de økologiske data, da de økologiske hegn gennemsnitlig ligger 5 cm over markniveau, mens de konventionelle ligger 16 cm over markniveau.

En række studier har vist at landbrugsdriften har indflydelse på hegnsvegetation (Boatman *et al.*, 1994; Cummins & French, 1994; Hegarty *et al.*, 1994; McAdam *et al.*, 1994; Le Coeur *et al.*, 2002) således at mere ekstensive driftsformer giver højere diversitet. De vigtigste påvirkninger er afdrift af pesticider og ammoniak samt fejlplaceret kunstgødning på konventionelle

bedrifter (Baudry *et al.*, 2000; McCollin *et al.*, 2000). I dette studie har udgangspunktet været at der ikke er mangel på næringsstoffer i de inkluderede hegn, så de alle forventes at være domineret af nitrofil vegetation. Driftsformerne er i princippet lige intensive i dette studie mht. næringsstofanvendelse, men er forskellige mht. anvendelsen af pesticider gennem minimum 10 år, så det vi ser er langtidseffekter af pesticidfravær.

Generelt må det forventes, at artspuljen potentielt er næsten den samme for alle de inkluderede hegn fordi jordbunds og hegnsvariable ikke viser store forskelle. Da hegnene er relativt unge, er potentialet for indvandring af mange arter fra halvnaturlige og skov ikke så stor og formentlig ikke væsentligt forskelligt på de to driftsformer. Indvandring af arter er påvirket af forstyrrelser, men der forventes ikke at have været stor forskel i forstyrrelsen af hegnene på de to driftsformer gennem hegnenes levetid. Det er dog velkendt, at dyrkningsfladen på økologiske bedrifter ofte indeholder flere arter (Hald 1999, Rydberg & Milberg, 2000), så der findes et højere artspotentiale på de økologiske bedrifter. Forskellene i artsantal kan således forklares ved forskelle i indvandrings- og udryddelsesrater ved de to driftsformer (Zobel *et al.*, 1998). Udryddelsesraten kan formodes at være større på konventionelle bedrifter som følge af herbicidanvendelsen, da selv små doser i afdrift kan påvirke den naturlige vegetation (Kleijn & Verbeek, 2000; Boutin & Jobin, 1998, 2001).

Leddyr

Selv om der potentielt skulle være lige så gode muligheder for at finde forskelle mellem dyrkningsformerne for leddyrene som for planterne, kunne der dog ikke påvises signifikante effekter af dyrkningsformen på leddyrene via variansanalyserne. Dette skyldes meget små forskelle imellem dyrkningsformerne i de undersøgte variable. På den anden side viste de foreløbige multivariate analyser, at variationen i leddyr materialet kunne forklares lige så godt eller bedre end variationen i plantedata. Det faktum, at dyrene fordeler sig nogenlunde efter samme miljøvariable som planterne, inklusive dyrkningsformen, er formentlig udtryk for at dyrene fordeler sig efter planterne og ikke efter jordbundsparametrene i sig selv. Analyserne af fordelingen af leddyrliv i forhold til planter og strukturelle parametre viste også, at de plantefordelende parametre (primært jordbund) generelt var de vigtigste for de planteædende leddyrliv, men især for snudebiller var de omgivende markers afgrøde (græsning – ikke græsning) og dyrkningsform også vigtige parametre. Disse to parametre er ikke totalt uafhængige, idet frekvensen af hegn med græsmark som nabo var højere på de økologiske brug end på de konventionelle. Visse plantefamilier syntes også at påvirke forekomsten af tæger og snudebiller, uden at der dog nødvendigvis var tale om dyrenes værtsplanter. Snudebillerne præference for græsmarker som nabo kan evt. hænge sammen med forekomsten af kløver på disse marker, idet kløver er værtsplante for en del snudebillearter. Sammenhængen mellem forekomsten af tæger og græs (poaceae) i hegnene synes rimelig, idet flere tægearter lever på græs. I modsætning hertil er sammenhængen mellem tæger og skærplanter (apiaceae) ikke umiddelbart forklarlig.

Sammendrag

Økologisk jordbrug har af mange været set som et forsøg på at reducere de negative påvirkninger af pesticider på naturen i agerlandet. Hidtil har kun meget få undersøgelser dog kunne påvise entydige resultater af økologisk jordbrug uden for dyrkningsfladen. Denne artikel vil præsentere nogle nye og foreløbige resultater af en undersøgelse med det formål at teste om økologisk jordbrug bidrager til at forbedre naturen i form af planter og leddyr i læhegn. Studiet har sammenlignet 10-15 årige tre-rækkede hegn på økologiske (minimum 10 års økologisk drift) og konventionelle bedrifter.

Vegetationen var signifikant forskellige under de to dyrkningsformer, og der var klart flere arter af planter i økologiske hegn, såvel på enkeltfelts-niveau, på hegnsniveau som på driftsformen. En mosart (alm. kortkapsel) og fem urter (alm. hønsetarm, lav ranunkel, agertidse, agersvinemælk og lancetvejbred) var indikatorer for økologiske hegn.

Leddyrene fordelte sig overordnet set i forhold til de samme parametre som planterne (jordbundsforhold, dyrkningspraksis), men der var mindre forskelle mellem driftsformerne end for planternes vedkommende. Forekomsten af herbivore leddyr som gruppe var korreleret med de væsentligste gradienter i vegetationen, mens snudebiller var korreleret med driftsform og græsmarker i omdrift ved siden af hegn. Bladlopper og svirrefluer som grupper og snudebillerne *Ceutorrhynchus floralis* and *Apion virens* var indikatorer for økologiske hegn.

Tak

Studiet har været delvist finansieret af Miljøstyrelsens Pesticidforskningsmidler, som en del af projektet 'Adskillelse af effekter af herbicider og ammoniakafdrift på fødekæder i græslandsvegetation og læhegn'.

Litteratur

- Agger P, Andersen KB, Primdahl J & Petersen EH.* 1999. Natur og Landbrug. Temarapport nr. 1/1999, Naturrådet.
- Bak J, Tybirk K, Gundersen P, Asman WAH, Jensen JP & Conley D.* 1999. Natur- og miljøeffekter af ammoniak. Ammoniakfordampning – redegørelse nr. 3. DJF/DMU rapport.
- Baudry J, Bunce RGH, & Burel F.* 2000. Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *J. Environ. Manage.* 60. 7-22.
- Bicheludvalget* 1999. Rapport om Miljø og sundhed.
- Boatman ND, Blake KA, Aebischer NJ, & Sotherton NW.* 1994. Factors affecting the herbaceous flora of hedgerows on arable farms and its value as wildlife habitat. In: Watt, T.A.

- & Buckley, G.P. (eds.), Hedgerow management and nature conservation. Wye College Press, London, pp. 33-46.
- Boutin C & Jobin B.* 1998. Intensity of agricultural practices and effects on adjacent habitats. *Ecol. Appl.* 8, 544-557.
- Boutin C, Jobin B, Belanger L & Choiniere L.* 2001. Comparing weed composition in natural and planted hedgerows and in herbaceous field margins adjacent to crop fields. *Can. J. Plant Sci.* 81, 313-324.
- Cummins RP & French DD.* 1994. Floristic diversity, management and associated land use in British hedgerows. In: Watt, T.A. & Buckley, G.P. (eds.), Hedgerow management and nature conservation. Wye College Press, London, pp. 95-106.
- De Snoo GR.* 1999. Unsprayed field margins: effect on environment biodiversity and agricultural practice. *Landscape Urban Plann.* 46, 151-160.
- Dietrick EJ.* 1961. An improved backpack motorised fan for suction sampling of insect populations. *Journal of Economic Entomology* 54(2), 394-395.
- Ellenberg H, Weber HE, Düll R, Wirth V, Werner W, & Paulissen D.* 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica XVIII.*
- Grime JP.* 1979. Plant strategies & vegetation processes John Wiley & Sons.
- Hald AB.* 1999. The impact of changing the season in which cereals are sown on the diversity of the weed flora in rotational fields in Denmark. *J. Appl. Ecol.* 36, 24-32.
- Hegarty CA, McAdam JH & Cooper A.* 1994. Factors influencing the plant species composition of hedges - implications for management in environmentally sensitive areas. In: Boatman, N. (ed.), Field margins: integrating agriculture and conservation. Monograph No 58, 227-234. BCPC Publications. Surrey.
- Hill M.* 1979. DECORANA - A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ithaca, New York, Cornell University.
- Holten-Andersen J, Pedersen T & Christensen HS.* 2000. Den moderne naturpolitik. In: Holten-Andersen, J., Christensen, HS., Pedersen, T. & Manninen, S. (eds.) *Dansk Naturpolitik. Viden og vurderinger*, pp. 18-33. Naturrådet, København.
- Kleijn D & Snoeiijing IJ.* 1997. Field boundary vegetation and the effect of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *J. Appl. Ecol.* 34, 1413-1425.
- Kleijn D & Verbeek M.* 2000. Factors affecting the species composition of arable field boundary vegetation. *J. Appl. Ecol.* 37, 256-266.
- LeCoeur D, Baudry, Burel F, & Thenail C.* 2002. Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agric., Ecosyst. Environ.* 89, 23-40.
- McAdam JH, Bell AC, & Henry T.* 1994. Field margin flora and fauna changes in response to grassland management practices. Field margins: integrating agriculture and conservation (ed. Boatman, N.) Monograph No 58, 153-158. BCPC Publications. Surrey.
- McCollin D, Jackson JI, Bunce RGH, Bar CJ, & Stuart R.* 2000. Hedgerows as habitat for woodland plants. *J. Environ. Manage.* 60, 77-90.
- Reddersen J, Tybirk K, Halberg N, & Jensen J.* 1999. Mere og bedre natur i landbrugslandet. Dokumentation for en bedre indsats. DMU faglig rapport no. 288, 109 pp.

- Rydberg NT & Milberg P.* 2000. A survey of weeds in organic farming in Sweden. *Biol. Agric. Hort.* 18, 175-185.
- Stoltze M, Pihl S.* 1998. Gulliste 1997 over planter og dyr i Danmark. Skov- og Naturstyrelsen, København.
- Tybirk K & Ejrnæs R.* 2001. Hvordan bidrager økologisk jordbrug til naturbevarelse?. I: Tybirk, K. & Alrøe, H.F. (red.) *Naturkvalitet i økologisk jordbrug*, FØJO rapport no 9: 37-54.
- Tybirk K.* 2002. Naturplaner: integration af naturhensyn i landbruget. *Flora & Fauna* 108(3): 65-76.
- Tybirk K, Aude E, Ejrnæs R, Reddersen J, Hald AB, Riberholdt L, Jönsson C, Jørgensen J, Gramstrup M, Andreasen P, Vind L, Dalsgaard A, Jensen N, Odderskaer P & Sell H.* 2001. Botanical Conservation values in Danish hedgerows. In: Barr, C. J. & Petit, S. (eds.) *Hedgerows of the World: their ecological functions in different landscapes*, pp. 299-308. CEH, UK-IALE.
- Wilhelmudvalget* 2001. En rig natur i et rigt samfund. 1-68. MEM.
- Zobel M.* 1997. The relative role of species pools in determining plant species richness: An alternative explanation of species coexistence? *Trends Ecol. Evol.* 12, 266-269.
- Zobel M, Van der Maarel E, & Dupré C.* 1998. Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. *App. Veg. Sci.* 1, 55-66.
- Økland RH.* 1990. *Vegetation ecology. Theory, methods and application with references to Fennoscandia.* Sommerfeltia Supplement. 1, 1-233.

Afsætning af pesticider nær de sprøjtede marker

Sandra Carlsen & Niels Henrik Spliid
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Indledning

Ved sprøjtning af marker vil noget af sprøjtevæsken kunne føres med vinden ind på nabomarker eller evt. over beskyttede vandløb. Således kan der forekomme uønskede effekter på omgivelserne, ligesom tilstødende økologiske marker kunne blive berørt.

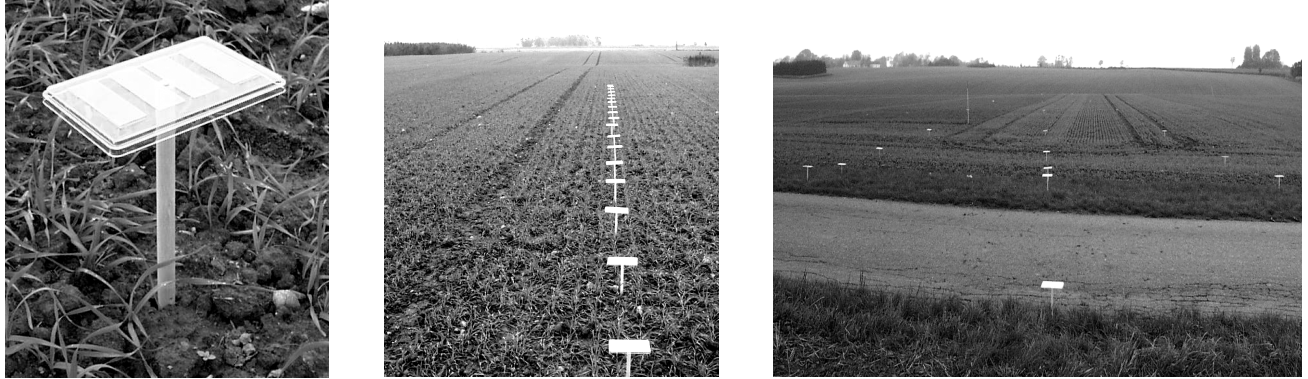
Generelt kan afdriften reduceres signifikant ved at sprøjte ved lav vindhastighed, lav temperatur, lav turbulens, på tider med lav solindstråling og ved høj relativ luftfugtighed. Små dråber bør undgås og kan hindres ved additiver i sprøjtevæsken, hvilket øger dråbestørrelsen eller reducerer fordampningen. Afdriften kan også reduceres, hvis der benyttes ledsagende luft, hvis der benyttes sprøjteudstyr, der fører til mindre afdrift, eller hvis højden af sprøjtebommen over marken og dysetrykket minimeres.

Koncentrationsprofilen af pesticiders afdrift til nabomarker er blevet undersøgt. Resultaterne er blevet sammenlignet med blandt andet vindhastighed, luftfugtighed, temperatur, dysetype, dråbestørrelse, formulering af sprøjtevæsken og pesticidernes fysiske egenskaber, som deres tendens til fordampning. Under og efter udsprøjtning vil en del af pesticiderne desuden kunne borttransporteres fra marken efter fordampning. Dette aspekt er ligeledes blevet undersøgt i projektet. Til opsamling af sprøjtevæsken blev benyttet passive opsamlere, og disses opsamlings effektivitet blev ligeledes testet.

Metodebeskrivelse

Der er indsamlet prøver fra fem pesticidesprøjtninger, 2 i efteråret og 3 i foråret. Passive opsamlere med hver 4 objektglas blev opstillet på nabomarker i 3 parallelle rækker i vindretningen til måling af afdrift. For at undersøge fordampningen blev der også opstillet opsamlere inde i marken. Referenceopsamlere blev placeret mod vinden (se figur 1). Objektglassene fra hver opsamler blev rystet med 50 ml metanol. Alle prøver blev analyseret på henholdsvis LC-

DAD og LC-MS. Ved små mængder pesticid i prøven blev først inddampet på TurboVap LV (en opkoncentrering der foretages ved en kombination af varme og indblæsning med nitrogen).

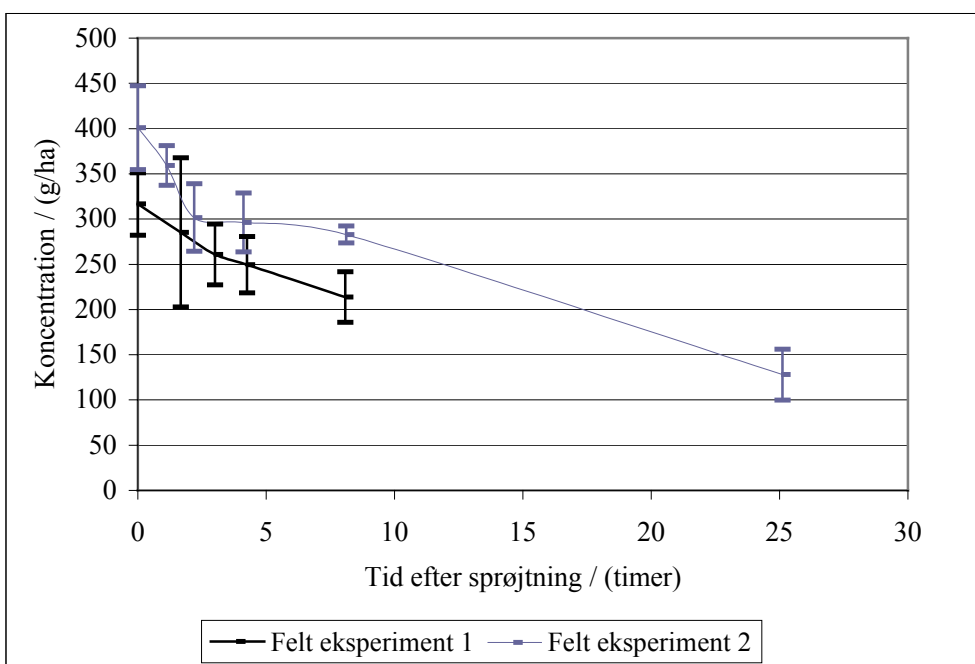
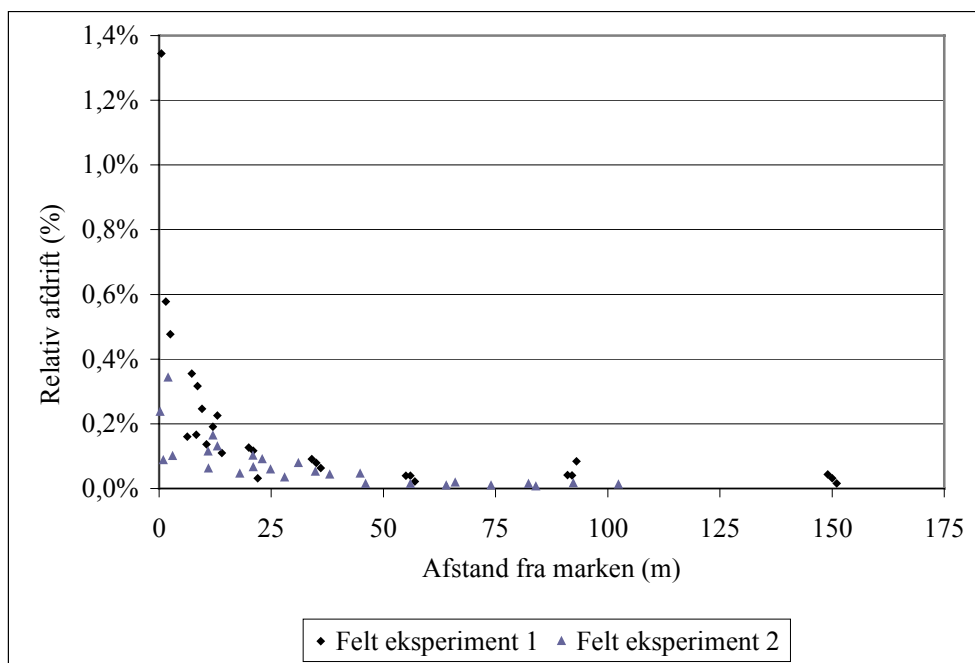


Figur 1. Venstre: Passiv dosimeter til opsamling af sprøjtevæske. Midt: Opsamlere inde i marken til måling af fordampning. Højre: Opsamlere til måling af afdrift uden for det sprøjtede areal.

Resultater og diskussion

I forsøget indgik 10 herbicider med følgende aktivstoffer: pendimethalin, prosulfocarb, ioxy-nil octanoat, bromoxynil octanoat, tribenuron-methyl, fluroxypyr-1-methylheptylester, metami-tron, desmedipham, phenmedipham og ethofumesat. I figur 2 ses et eksempel på resultater for afdriftsmålingerne og et eksempel på resultater for målingerne af fordampningen udtrykt som forsvinden af pesticiderne fra de passive opsamlere pr. tidsenhed. Herefter beskrives nogle af de tendenser, der blev observeret ved forsøgene.

Generelt faldt den afdrevne mængde eksponentielt væk fra marken. Under de aktuelle betin-gelser skete der en reduktion i afsætningen på 91 - 99,9% tæt ved den sprøjtede mark (op til 2 m), men 3 m fra sprøjtezonen var afsætningen reduceret til 0,02 - 4 % af den udsprøjtede mængde. Der blev fundet afdrift ved alle forsøgene og aktivstofferne blev målt op til 150 m væk fra den sprøjtede mark. Den opsamlede mængde til måling af baggrundsværdier var meget lav, og indikerer at der ikke har været en signifikant indflydelse på afdriftsprofilerne ad denne vej.



Figur 2. Øverst: Afdrift af bromoxynil octanoat i felteksperiment 1 og 2 i% af den ud-sprøjtede mængde (71,8 g/ha i felt eksperiment 1 og 96,3 g/ha i felt eksperiment 2). Nederst: Restmængder på passive dosimetre af pendimethalin målt til forskellige tider efter sprøjtning i felt eksperiment 1 og 2.

Resultaterne understøttede den generelle opfattelse af, at en bufferzone på 5 – 10 m ville kunne reducere afdriften betydeligt (Harris *et al.*, 1992; Hilbert *et al.*, 1992; Koeman 1995; Longley & Sotherton, 1997; Snoo & Wit, 1998).

Overordnet kunne afdriften primært forklares ved vindhastigheden, dråbestørrelsen i sprøjteskyen, fordampningen af aktivstofferne, vegetationshøjden på opsamlingsområdet og formuleringen af sprøjtevæsken. Fundene understøttede, at det er de fysiske egenskaber af sprøjtevæsken og mekanikken ved udsprøjtningen (dvs. sprøjteudstyr og meteorologi), der er de primære faktorer, som bestemmer afdriften, mens de kemiske egenskaber af de rene aktivstoffer i sprøjtevæsken har en mindre betydning (Bird, 1996; OPPTS, 1998a; Berg *et al.*, 1999).

Fordampningen var (for de stoffer, der fordampede) generelt høj i løbet af dagen og blev meget lav i løbet af natten. Efter 24 timer var der forsvundet mere, end hvis den lave natfordampning var fortsat. Dette indikerer en døgnrytme i fordampningen, sandsynligvis som følge af forskelle i temperaturer og global solindstråling, hvilket også er observeret i tidligere sammenhænge (Pestemer & Krasel, 1992; Rüdell, 1997).

Den akkumulerede fordampning fra objektglassene over 24 timer (fra 0% for tribenuron-methyl, fluroxypyr-1-methylheptylester og phenmedipham til 80% for prosulfocarb) lignede tidligere bestemmelser af tab fra planteoverflader.

Prosulfocarb var det herbicid, der udviste den største tendens til fordampning. Undersøgelser af pesticidindhold i regnvand har da også vist relativt høje indhold af prosulfocarb, der benyttes udbredt i Danmark til behandling i efteråret.

Fordampningen korrelerede ikke umiddelbart til damptrykket, selv om damptrykket kunne forklare visse af tendenserne. Andre studier har vist resultater, at selv om dyser og klimatiske forhold var de samme, kunne de målte fordampningsrater fra jord og planter, placeret i pletter på marken, ikke korreleres til fysisk-kemiske egenskaber såsom damptryk og vandopløselighed. Det negative resultat blev forklaret med de begrænsede data, der var til stede (Fritz *et al.*, 1992).

En ekstra grund til at kigge på fordampningen var, at bestemme betydningen af denne mulige fejlkilde i forhold til mængderne fundet ved afdriften, da de aktive ingredienser kunne fordampe under opsamlingen af prøverne og dermed influere på de målte afdriftsmønstre. Resultaterne viste, at det højeste teoretiske tab af afdriftsprøverne under opsamlingsperioden var på 3% af den mængde, der blev opsamlet. Dette anså vi for et acceptabelt tab.

De mængder der blev opsamlet på de passive dosimetre inde på marken umiddelbart efter udsprøjtningen var i samme størrelsesorden som de mængder, der var rapporteret som udsprøjtet, og metoden med de passive dosimetre blev fundet god og pålidelig til opsamling af udsprøjtede pesticider. Fordelen ved denne metode var også, at den var simpel og billig til f.eks. screening for fordampning og vinddrift af specifikke pesticider.

Referencer

- Berg Fvd, Kubiak R, Benjey WG, Majewski MS, Yates SR, Reeves GL, Smelt JH & Linden AMAvd.* 1999. Emission of Pesticides into the Air. Water, Air, and Soil Pollution, 115. 195-218.
- Bird SL, Esterly DM & Perry SG.* 1996. Atmospheric Pollutants and Trace Gases. Off-Target Deposition of Pesticides from Agricultural Aerial Spray Applications. Journal of Environmental Quality, 25. 1095-1104.
- Fritz R, Kersting E & Kuch KH.* 1992. Volatilisation behavior of pesticides in field trials. Brighton Crop Protection Conference - Pest and Diseases, 7. 829-834.
- Harris GL, Turnbull AB, Gilbert AJ, Christian DG & Mason DJ.* 1992. Pesticide Application and Deposition - their Importance to Pesticide Leaching to Surface Water. Brighton Crop Protection Conference - Pest and Diseases, 2. 477-486.
- Hilbert G.* 1992. Litteraturstudier om pesticiders afdrift, afsætning på kantbiotoper og fjerntransport. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 59. 1-32
- Koeman.* 1995. Book review of "The Environmental Effects of Pesticide Drift", Edited by A.S. Cooke. Publicity and Marketing Branch, English Nature, Peterborough, UK, 1993. Environmental Pollution, Vol. 90, No. 2, 1
- Longley M & Sotherton NW.* 1997. Measurements of Pesticide Spray Drift Deposition into Field Boundaries and Hedgerows: 2. Autumn Applications. Environmental Toxicology and Chemistry, 16. 173-178.
- OPPTS.* 1998. The Office of Prevention, P.a.T.S. Spray Drift Test Guidelines. Background for Pesticide Aerial Drift Evaluation. [OPPTS 840.1000]. Environmental Protection Agency, United States, EPA 712-C-98-319.
- Pestemer W & Krasel G.* 1992. Loss of Pesticides from Plant and Soil by Volatilization. Brighton Crop Protection Conference - Pest and Diseases, 2. 459-468.
- Rüdel H.* 1997. Volatilisation of Pesticides from Soil and Plant Surfaces. Chemosphere, 35. 143-152.
- Snoo GRd & Wit Pjd.* 1998. Buffer Zones for Reducing Pesticide Drift to Ditches and Risks to Aquatic Organisms. Ecotoxicology and Environmental Safety, 41, 112-118.

Afsætning af pesticider på jord ved behandlinger på forskellige vækststadi- er i vinterhvede, vårbyg, kartofler og roer

Deposition of pesticides on the soil surface following applications at different growth stages in winter wheat, spring barley, potatoes and sugar beet

Peter Kryger Jensen & Niels Henrik Spliid

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Pesticides deposited on the soil surface during applications in the growth season constitute a potential risk for groundwater contamination. Actual experimental values are however scarce. In this investigation, deposition of spray liquid on the soil surface below four crops following applications during the growth season was measured. The results shown as percentage of the applied spray liquid deposited on the soil surface, were measured in winter wheat, spring barley, potatoes, and sugar beet. Additional experiments investigated the influence of formulation and application technique on soil deposit values in winter wheat and spring barley.

Indledning

Ved godkendelsen af pesticider foretages der risikovurderinger omkring anvendelsen af produktet. Modeller, der beskriver koncentrationer af pesticidet og dets metabolitter i jord og vand, anvendes som hjælpeværktøj ved vurderingerne. En af parametrene i disse modeller er andelen af det udsprøjtede pesticid, som afsættes på jorden. Når der anvendes jordherbicider er afsætning på jorden tilstræbt, hvorimod det for bladvirkende pesticider er et tab, som er lige så uønsket agronomisk som miljømæssigt. En række faktorer påvirker afsætning af pesticid på afgrøde/ukrudt og dermed indirekte afsætningen på jord. I litteraturen findes mange undersøgelser af faktorer, der påvirker afsætning på planter. Formålet har typisk været at undersøge, hvilken betydning ændringer i forskellige faktorer som sprøjteteknik og formulering har for den kvalitative og kvantitative afsætning på planter. Der er dog sjældent udført totalt regnskab med den udsprøjtede pesticidmængde og målinger af afsætning på jord er sjældne. De værdier for jorddeposition af pesticider, som anvendes i modelværktøjerne er derfor baseret på en

kombination af eksperimentelle og skønnede værdier. I det følgende præsenteres eksperimentelle værdier for jorddeposition af pesticid målt gennem vækstsæsonen i afgrøderne vinterhvede, vårbyg, kartofler og sukkerroer. Undersøgelsen skulle skaffe data til og er gennemført under projektet ”Modelbaseret værktøj til vurdering af eksponering og effekter af pesticider i overfladevand”, som blev finansieret af Miljøstyrelsen. Det samlede projekt er afrapporteret i Pesticides Research nr. 62-69, 2002 mens detaljer omkring nærværende delprojekt er beskrevet i Pesticides Research nr. 65 af Jensen & Spliid (2002).

Metode

Undersøgelsen blev gennemført i markforsøg ved Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg i perioden 1998-2001. Der indgik 3 aktiviteter i undersøgelsen, hvoraf resultater fra de 2 præsenteres her. I den ene del blev der foretaget undersøgelser af jorddeposition under 4 afgrøder ved behandlinger gennem hele vækstsæsonen. De fire afgrøder, der indgik i undersøgelsen, blev dyrket efter normal praksis med hensyn til såtid, udsædsmængde, gødskning, plantebeskyttelse etc. Plantebeskyttelsen omfattede også en normal tidlig ukrudtsbekæmpelse således, at de præsenterede depositions-værdier stammer fra en ukrudtsfri afgrøde. Sortsvalget var Ritmo vinterhvede, Barke vårbyg, Manhattan sukkerroe og Bintje kartoffel. Behandlingerne blev gennemført med traditionel teknik i form af fladsprede/lavdrift dyser med væskemængder på 110-200 l/ha. Der blev anvendt parceller på 2,5 x 3m og med 4 gentagelser i randomiserede forsøg. Sprøjtevæsken, der blev anvendt bestod af vand tilsat sporstoffet brillantsulfoflavin i en dosering på 100 g/ha. I de 2 forsøgsår hvorfra resultaterne er præsenteret her, var der yderligere tilsat et non-ionisk spredemiddel (Lissapol Bio) i en koncentration på 0,1% for at give sprøjtevæsken egenskaber svarende til formulerede pesticider. For specifikt at undersøge betydningen af pesticidformulering og sprøjteteknik på jorddeposition blev der gennemført 4 forsøg i vinterhvede og vårbyg med 4 formuleringer af sprøjtevæske samt med 2 sprøjteteknikker. I disse forsøg blev brillantsulfoflavin også tilsat sprøjtevæsken og anvendt til at måle den andel af sprøjtevæsken, der blev afsat på jorden. Informationer om afgrøde og sprøjteteknik er vist i tabel 1 og tabel 2.

Tabel 1. Baggrundsdata for afgrøder i forsøgene med formuleringer af sprøjtevæske og dysetyper. Details on crop cover in the studies with soil deposit using different formulations and nozzle types.

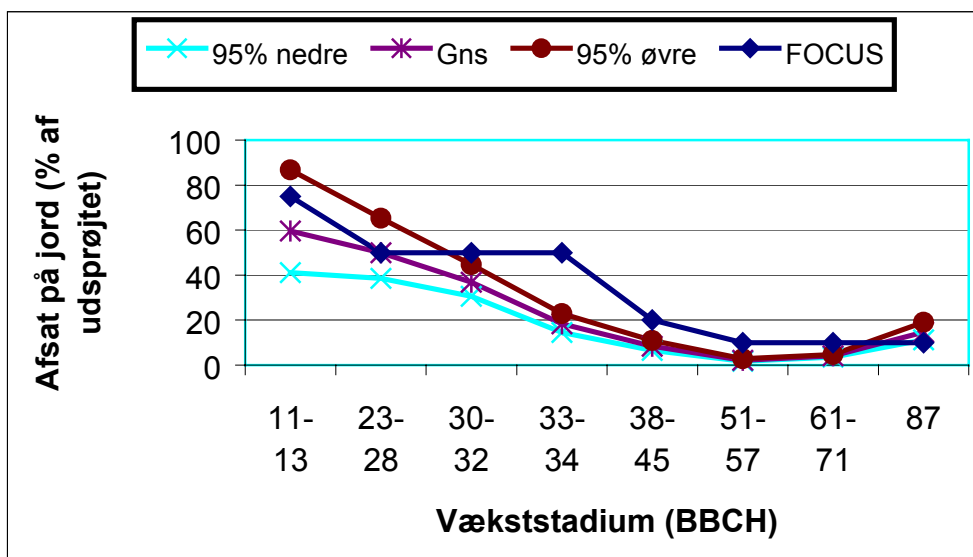
| År Year | Afgrøde Crop | Vækststadium Growth stage (BBCH) | Afgrødehøjde Crop height (cm) | Afgrødedække Crop cover (%) |
|------------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 2000 | Vinterhvede / Winter wheat | 38 | 60 | 100 |
| 2000 | Vårbyg / Spring barley | 32 | 23 | 76 |

Før sprøjtning blev der udlagt papirsobjekter på jordoverfladen til opsamling af sprøjtevæske. I vinterhvede og vårbyg, samt i sukkerroer og kartofler i de sene stadier med over 50% afgrødedække blev der udlagt 3 x 4 objekter pr. parcel hver med en størrelse på 1,8 x 12 cm. I kornafgrøderne kunne et objekt nå fra midten af en kornrække til midten af den næste kornrække. I kartofler og roer var objekterne placeret således, at alle afstande fra centrum af en række til midten af rækkemellemrummet var lige repræsenteret.

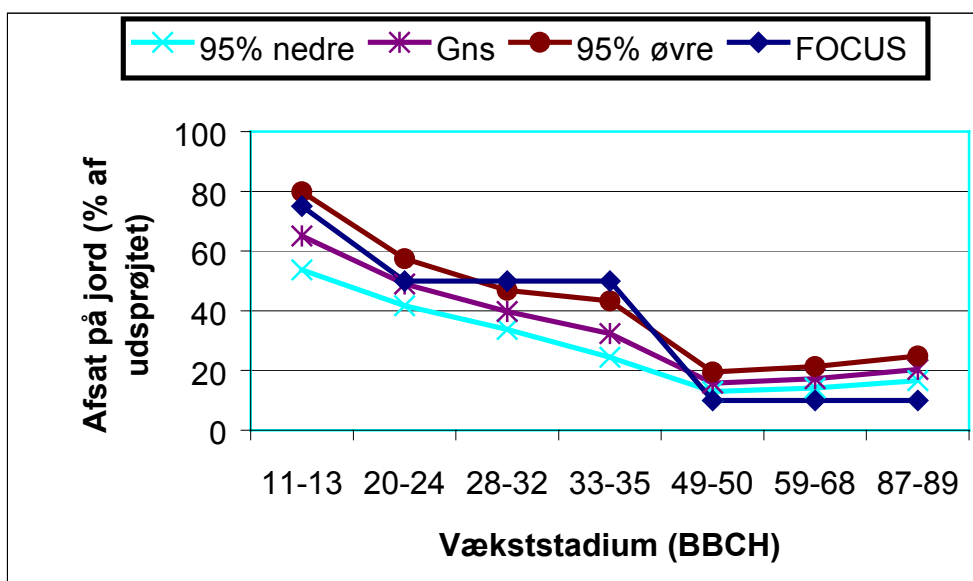
Tabel 2. Sprøjteteknik i forsøgene med formuleringer af sprøjtevæske og dysetyper. Details on application technique in the studies with soil deposit using different formulations and nozzle types.

| Dyse Nozzle | Dyseydelse Output (l min ⁻¹) | Kørehastighed Driving speed (km h ⁻¹) | Væskemængde Application (litres ha ⁻¹) | Forstøvning Spray quality (BCPC) |
|-----------------------|---|--|---|---|
| Hardi ISO F02 | 0.75 | 6 | 150 | Fin / Fine |
| Hardi Injet 015 | 0.75 | 6 | 150 | Meget grov / Very coarse |

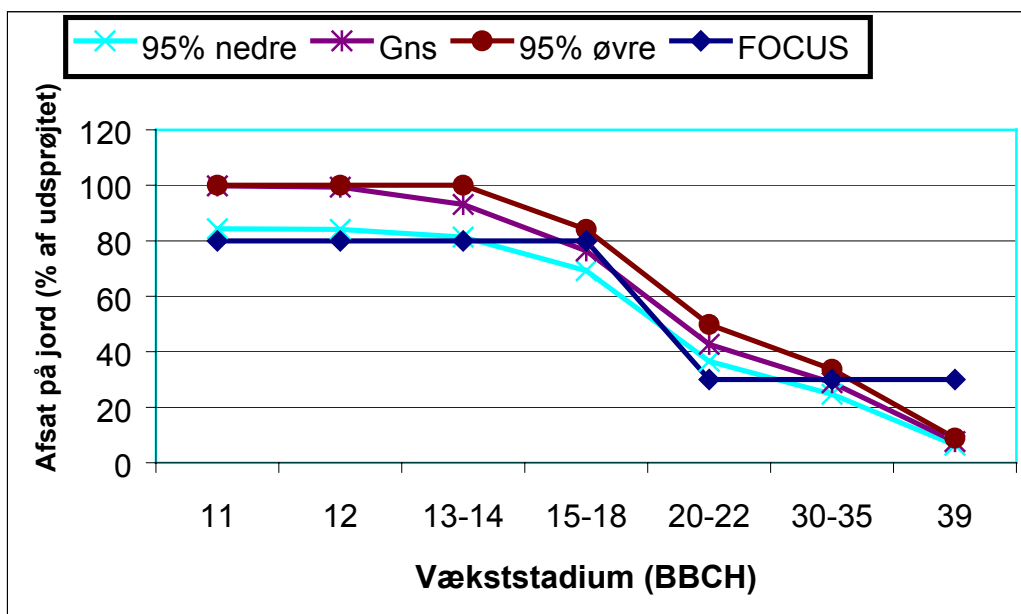
Papiret var anbragt på metalstænger med samme størrelse for at undgå kontaminering med jord samt for at opnå en horisontal placering på jordoverfladen. Som kontrol var der ligeledes anbragt 4 objekter lige over afgrøden. Ved indsamling lige efter sprøjtning blev de 4 objekter over afgrøden poollet til 1 prøve, mens objekterne ved jordoverfladen blev poollet til 3 prøver, der hver bestod af 4 papirobjekter. I kartofler og roer på de tidlige stadier er der så lille en plantebestand, at det er vanskeligt at foretage en repræsentativ bedømmelse af jorddeposition. Der blev her foretaget en kombination af eksperimentel og beregningsmæssig vurdering af jorddeposition, idet det blev antaget at jorddepositionen på områder af parcellen uden plantedække svarede til den udsprøjtede dosis, det vil sige 100%. På den plantedækkede del blev der foretaget målinger af jorddeposition under enkeltplanter, og på baggrund af målinger af procent plantedække i parcellen, samt den målte opsamlingseffektivitet for den plantedækkede del, er der angivet en beregnet jorddeposition. For detaljer omkring disse målinger/metoder henvises til Jensen & Spliid (2002). Efter behandling blev papirsobjekterne indsamlet i glas og opbevaret mørkt indtil prøverne skulle analyseres. Før analyse blev sporstoffet opløst ved rystning i 50 ml demineraliseret vand, og derefter blev der foretaget en fluorescensanalyse. Mængden af tracer på papirobjekterne blev beregnet, og resultatet er angivet som en procentdel af den udsprøjtede mængde pr. arealenhed.



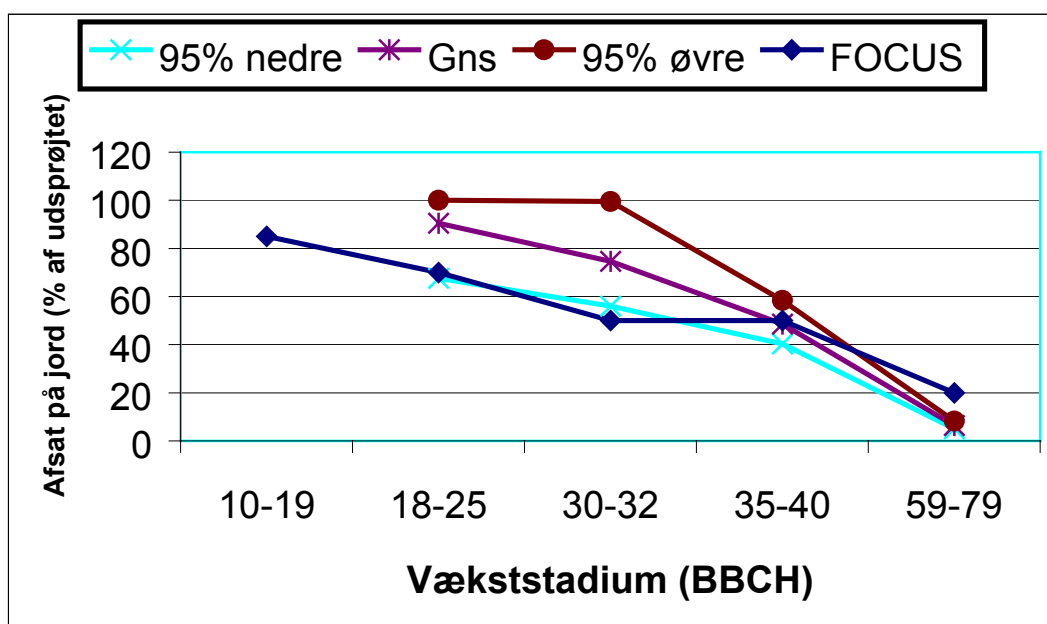
Figur 1. Afsætning af sprøjtevæske på jord under vinterhvede baseret på resultaterne fra 2000-2001. Tabellen indeholder gennemsnit, samt 95% øvre- og nedre konfidensinterval for hvert vækststadieinterval. FOCUS 2002 værdierne er inkluderet til sammenligning. FOCUS skifter fra 30 (BBCH 38-39) til 10 (BBCH 40-45). Deposition of spray liquid on the soil surface below winter wheat based on 2000-2001 experiments. The figure includes mean values and 95% upper- and lower-confidence limits for each growth stage interval. FOCUS 2002 values are included for comparison. FOCUS changes from 30 (BBCH 38-39) to 10 (BBCH 40-45).



Figur 2. Afsætning af sprøjtevæske på jord under vårbyg baseret på resultaterne fra 2000-2001. Tabellen indeholder gennemsnit, samt 95% øvre- og nedre konfidensinterval for hvert vækststadieinterval. FOCUS 2002 værdierne er inkluderet til sammenligning. FOCUS skifter fra 50 (BBCH 20-29) til 30 (BBCH 30-39). Deposition of spray liquid on the soil surface below spring barley based on 2000-2001 experiments. The figure includes mean values and 95% upper- and lower-confidence limits for each growth stage interval. FOCUS 2002 values are included for comparison. FOCUS changes from 50 (BBCH 20-29) to 30 (BBCH 30-39).

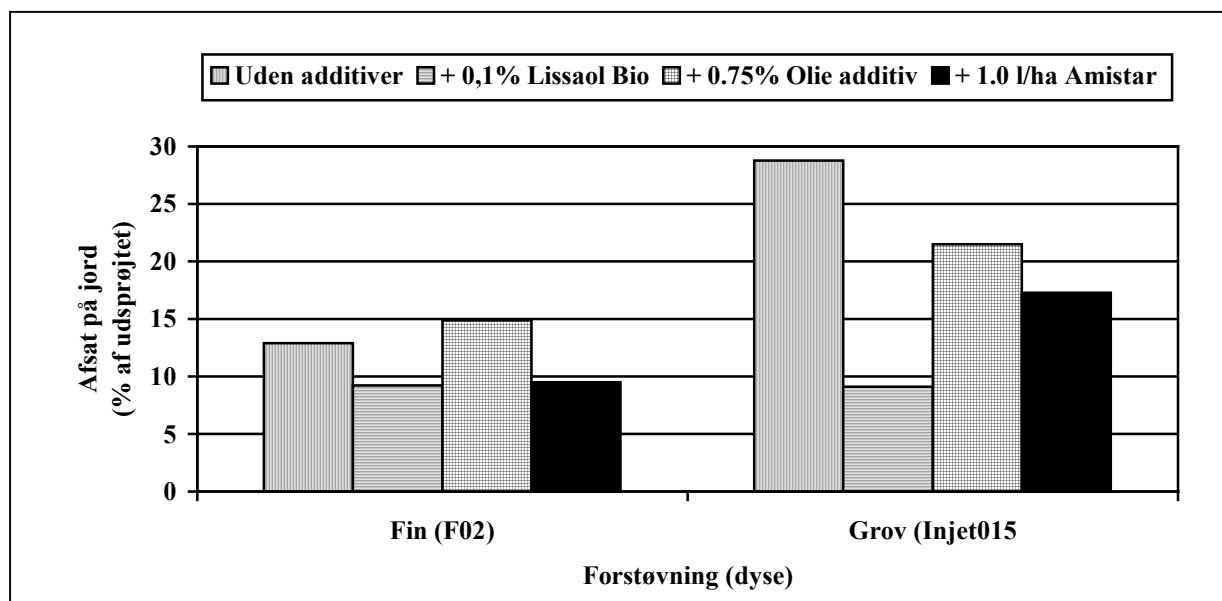


Figur 3. Afsætning af sprøjtevæske på jord under sukkerroer baseret på resultaterne fra 2000-2001. Tabellen indeholder gennemsnit, samt 95% øvre- og nedre konfidensinterval for hvert vækststadieinterval. FOCUS 2002 værdierne er inkluderet til sammenligning. Deposition of spray liquid on the soil surface below sugar beet based on 2000-2001 experiments. The figure includes mean values and 95% upper- and lower-confidence limits for each growth stage interval. FOCUS 2002 values are included for comparison.

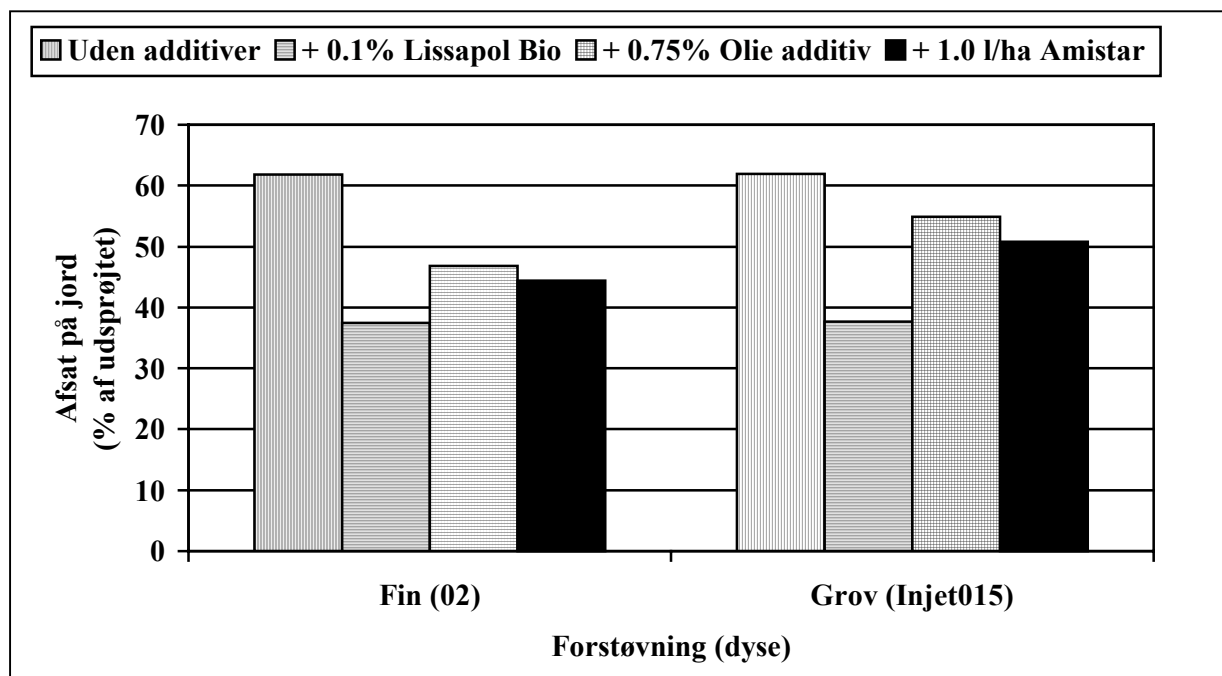


Figur 4. Afsætning af sprøjtevæske på jord under kartofler baseret på resultaterne fra 2000-2001. Tabellen indeholder gennemsnit, samt 95% øvre- og nedre konfidensinterval for hvert vækststadieinterval. FOCUS 2002 værdierne er inkluderet til sammenligning. FOCUS skifter fra 85 (BBCH 10-19) til 50 (BBCH 20-39). Deposition of spray liquid on the soil surface below potatoes based on 2000-2001 experiments. The figure includes mean values and 95% upper- and lower-confidence limits for each growth stage interval. FOCUS values are included for comparison. FOCUS changes from 85 (BBCH 10-19) to 50 (BBCH 20-39).

Indflydelse af sprøjtevæskens formulering og sprøjteteknik blev undersøgt i 4 forsøg hvoraf de 2 er gengivet i figur 5-6.



Figur 5. Effekt af formulering og dråbestørrelse på afsætning af sprøjtevæske på jord i vinterhvede. Forsøg i 2000. $LSD_{0,95}$: dråbestørrelse = 5,3, formulering = 7,5, dråbestørrelse X formulering = 10,5. Influence of formulation and spray quality on soil deposition of spray on the ground below winter wheat. Year 2000. $LSD_{0,95}$: spray quality = 5.3, formulation = 7.5, spray quality x formulation = 10.5.



Figur 6. Effekt af formulering og dråbestørrelse på afsætning af sprøjtevæske på jord i vårbyg. Forsøg i 2000. $LSD_{0,95}$: dråbestørrelse = 9,7, formulering = 13,8, dråbestørrelse X formulering = NS. Influence of formulation and spray quality on soil deposition of spray on the ground below spring barley. Year 2000. $LSD_{0,95}$: spray quality = 9.7, formulation = 13.8, spray quality x formulation = NS.

Resultater

For at få et mere robust estimat for andelen af sprøjtevæske der afsættes på jorden under afgrøden, er der foretaget en pooling af resultaterne i grupper eller vækststadieintervaller. Grupperne er sammensat således, at de indeholder behandlinger fra begge forsøgsår for at inkludere årsvariation i værdierne. Kravet om værdier fra begge forsøgsår gør dog, at inddelingen i vækststadieintervaller fremtræder mindre logisk. Den gennemsnitlige værdi for jorddeposition (% af udsprøjtet) er beregnet for hvert interval sammen med et øvre og nedre 95% konfidensinterval for den pågældende middelværdi. Som sammenligningsgrundlag er vist de værdier som anbefales af FOCUS, en international arbejdsgruppe på området. FOCUS værdierne er baseret på Becker *et al.* (1999), Ganzelmeier (1997) samt upublicerede værdier fra van de Zande. Resultaterne for de 4 afgrøder er vist i Figur 1-4.

Diskussion

Der findes relativt få undersøgelser, hvor der er foretaget eksperimentelle målinger af afsætningen af sprøjtevæske på jorden under afgrøder. I nogle af undersøgelserne er der målt afsætning på jord, i andre er afsætningen på jord beregnet ud fra den andel af sprøjtevæsken, der er opfanget af afgrøden.

Generelt omfatter undersøgelserne kun et enkelt eller nogle få vækststadier og en generel sammenligning til de værdier, der er fundet her, kan derfor ikke foretages. I tabel 3 ses en oversigt over disse undersøgelser og de fundne jorddepositions værdier. Ved sammenligning på de tilsvarende vækststadier er der generelt en god overensstemmelse mellem de resultater der er fundet i nærværende undersøgelse og litteraturværdierne. I forhold til de resultater, der er fremkommet i vores undersøgelse, er der fundet afvigelser fra FOCUS værdierne i kornafgrøderne i nogle af de sene vækststadier, svarende til tidspunkter hvor der foretages svampe- og lusebekæmpelse. FOCUS værdierne, som er brugt som sammenligningsgrundlag i figur 1-4, er som tidligere beskrevet en kombination af eksperimentelle værdier og værdier skønnet ud fra afgrødedække. FOCUS anvender et fælles talsæt for alle kornafgrøder. I vinterhvede er de fundne værdier for jordafsætning i de sene stadier ca. halveret i forhold til FOCUS værdierne. I vårbyg er der derimod registreret væsentlig større jorddeposition i de sene afgrødestadier i forhold til de opgivne FOCUS værdier. For såvel sukkerroer som kartofler er der fundet/beregnet større jordafsætning i vores undersøgelse i forhold til FOCUS værdierne i de tidlige vækststadier, hvor ukrudtsbekæmpelsen foretages. I de sene vækststadier er de værdier, der er målt i vores undersøgelse, derimod væsentligt under de opgivne FOCUS værdier. Som det fremgår er FOCUS værdierne for disse 2 afgrøder, og specielt sukkerroer, meget grove som følge af hidtidige mangel på undersøgelser i disse afgrøder.

Tabel 3. Litteratur referencer vedrørende afsætning af sprøjtevæske på jord ved behandling i forskellige afgrøder og stadier. Literature references on deposition of spray liquid on the soil in various crops.

| Afgrøde/ Crop | Vækststadium Growth stage (BBCH) | Afsat på jord Soil deposit (%) | Andre behandlinger Other treatments | Reference Source |
|---------------|--|-----------------------------------|--|--|
| Vinterhvede | 14-15 | 73 | | Smith <i>et al.</i> , 1986 |
| Vinterhvede | 14-15 | 49 | | Cessna, 1993 |
| Vinterhvede | 15 | 48 | | Grover <i>et al.</i> , 1985 |
| Vinterhvede | 32 | 10 | | Nau & Mittermeier, 1986 |
| Vinterhvede | 39 | 2-9 | Sprøjteknik og afgrødetæthed | Bryant <i>et al.</i> , 1984 |
| Vinterhvede | 41 | 9-20 | Væskemængde | Robinson & Garnet, 1984 |
| Vinterhvede | 30-85 | Relateret til LAI | Kvælstof mængder | Gyldenkerne <i>et al.</i> , 1999 |
| Vinterhvede | 47-82 | 16 – 6 | | Cilgi & Jepson, 1992 |
| Vinterhvede | 14-22, 45, 85 | 100, 4-9, 9-16 | Sprøjteteknik | Taylor & Andersen, 1987 |
| Vinterhvede | 10-89 | <80 –5 | | Ganzelmeier, 1997 |
| Vårbyg | 22-75 | Relateret til LAI | | Gyldenkerne <i>et al.</i> , 1999 |
| Vårbyg | 32-37 | 10-38 | Sprøjteteknik og afgrødetæthed | Bryant <i>et al.</i> , 1984 |
| Vårbyg | 56 | 20 | | Jagers op Akkerhuis <i>et al.</i> , 1998 |
| Kartofler | 2-4 uger efter fremspiring | 70 | | Linders & Jager, 1997 |
| Kartofler | Sent ? | 24 | | Van de Zande <i>et al.</i> , 2000 |
| Kartofler | Fuldt bladdække (51-80?) | 10 | | Linders & Jager, 1997 |
| Sukkerroer | 2-4 uger efter fremspiring | 70 | | Linders & Jager, 1997 |

Undersøgelsen af hvilken betydning formulering af sprøjtevæske samt dråbestørrelse/dysevalg har for afsætningen af sprøjtevæske på jord viser ligesom en række af de i tabel 3 nævnte undersøgelser, at disse faktorer kan have stor betydning for hvor stor en andel af sprøjtevæsken der tilbageholdes på afgrøden, og hvor stor en andel der ”tabes” på jorden. I det viste vinterhvedeforsøg er det specielt dråbestørrelsen/dysevalget, der slår igennem, mens sprøjtevæskens formulering har haft størst effekt i vårbygforsøget. I forsøgene er der kun målt afsætning på jord, og der kan derfor kun foretages skøn over, hvilken betydning de 2 faktorer har for afsætningen på afgrøden. Målinger af mængden af sprøjtevæske pr. arealenhed lige over afgrøden viste ingen sikre forskelle mellem behandlingerne. Hvis det derfor antages, at den totale dosis på afgrøde og jord har været konstant i alle forsøgsled, fremgår det indirekte af figur 5-6, at der er en markant større afsætning i afgrøden ved nogle af behandlingerne. Det er ikke så overraskende at afsætningen på planter er mindre med grov forstøvning. At den største jordafsætning af sprøjtevæske og dermed den dårligste planteafsætning er fundet med en sprøjtevæske uden tilsætning af nogen form for additiver, er ligeledes som forventet, og som det er set i andre undersøgelser. Derimod er det måske lidt overraskende, at tilsætningen af spredemiddel (Lissapol Bio) har reduceret jordafsætningen mere end tilsætning af 1 l/ha Amistar og dermed med et formodet omvendt resultat, hvad angår afsætning på afgrøden.

Sammendrag

Pesticider, der afsættes på jorden ved sprøjtninger, udgør en potentiel risiko for grundvandsforurening. Eksperimentelle værdier, der beskriver sammenhængen mellem afgrødedække/vækststadiet og afsætning af sprøjtevæske på jorden, er imidlertid begrænsede. I artiklen beskrives resultaterne fra en undersøgelse, hvor afsætningen af sprøjtevæske på jorden under 4 afgrøder er undersøgt gennem vækstsæsonen. Resultaterne, der præsenteres som procentdelen af den udsprøjtede dosis, der afsættes på jorden, blev målt i vinterhvede, vårbyg, kartofler og sukkerroer. I supplerende forsøg blev betydningen af sprøjtevæskens formulering og den valgte dråbestørrelse/dyse for afsætningen på jord undersøgt i vinterhvede og vårbyg.

Litteratur

- Becker FA, Klein AW, Winkler R, Jung B, Bleiholder H, Schmider F.* 1999. The degree of ground coverage by arable crops as a help in estimating the amount of spray solution intercepted by the plants. *Nachrichtenblatt Deutschen Pflanzenschutzdienst*, 51. 237-242.
- Bryant JE, Parkin CS, Wyatt JC.* 1984. Partitioning of pesticide spray on and under a cereal canopy. *Proc 1984 British Crop Protection Conference – Pests and Diseases*. 1007-1012.
- Cessna AJ.* 1993. Relative foliar uptake of a tank mixture of 2,4-D and dicamba by wheat. *Weed Science*, 41. 682-686.

- Cilgi T, Jepson PC.* 1992. The use of tracers to estimate the exposure of beneficial insects to direct insecticide spraying in cereals. *Annals of Applied Biology*, 121. 239-247.
- Ganzelmeier H.* 1997. Abtrift und Bodenbelastungen beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln. *Mitt. BBA für Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem. Heft 328.* 115-124.
- Grover R, Shewchuk SR, Cessna AJ, Smith AE, Hunter JH.* 1985. Fate of 2,4-D Iso-octyl ester after application to a wheat field. *Journal of Environmental Quality*, 14. 203-210.
- Gyldenkerne S, Secher BJM, Nordbo E.* 1999. Ground deposit of pesticides in relation to the cereal canopy density. *Pesticide Science*, 55. 1210-1216.
- Jagers op Akkerhuis GAJM, Axelsen JA, Kjær C.* 1998. Towards predicting pesticide deposition from plant phenology: a study in spring barley. *Pesticide Science*, 53, 252-262.
- Jensen PK & Spliid NH.* 2002. Deposition of pesticides on the soil surface. *Pesticides Research*, 65. 55 pp.
- Linders JBHJ, JagerDT.* 1997. The Uniform system for evaluation of substances, version 2.0, The Netherlands supplement to EUSUS. Report no 6791020307, National Institute for Public Health and The Environment, The Netherlands.
- Nau KL, Mittermeier L.* 1986. Spritzflüssigkeitsanlagerung und – Verteilung in Abhängigkeit von der Bestandesentwicklung von Weizen. Proc 45th Deutsche Pflanzenschutztagung. *Mitt. BBA für Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, Heft 232.* 182-183.
- Robinson TH, Garnet RP.* 1984. The influence of electrostatic charging, drop size, and volume of application on the deposition of propiconazole and its resultant control of cereal diseases. Proc 1984 British Crop Protection Conference – Pests and Diseases. 1057-1065.
- Smith AE, Grover R, Cessna AJ, Shewchuk SR, Hunter JH.* 1986. Fate of diclofop-methyl after application to a wheat field. *Journal of Environmental Quality*, 15. 234-238.
- Taylor W, Andersen PG.* 1987. Effect of application changes and cereal growth stage on spray deposition. *Aspects of Applied Biology* 14, Pesticide Transfer and Performance, 71-76.
- Van de Zande JC, Ijzendorp M van, Meier R.* 2000. The effect of air-assistance, dose and spray interval on late blight control (*Phytophthora infestans*) in potatoes. Proc Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases, 1087-1092.

Pesticidforurennet vand i små vandforsyningsanlæg

Water polluted by pesticides in small water supply plants

Walter Brüsch & Jens Stockmarr

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

Øster Voldgade 10

DK-1350 København K

Summary

Small water supply plants in Denmark are endangered by pollution from pesticides, metabolites, nitrate, and bacterial influence. An investigation of 630 small water supply plants show that more than 50% of the plants produced drinking water containing detectable amounts of pesticides and metabolites. 1/3 of the water samples exceeded the 0.1 µg/l EU MAC level and about 10% 1µg/L.

The investigation is ongoing and this procession of data is based on two water samples from 200 wells and on only one water sample from 368 wells.

The total number of small private water plants supplying single households in Denmark is not known, but it is estimated to be about 70,000. Most of the small plants extract groundwater from reservoirs near the surface and often near buildings, farmyards or near areas where pesticides are handled.

The most frequently found metabolite is BAM (2,6-dichlorbenzamide) which has been found in more than 30% of the analyzed water samples. BAM is a metabolite from dichlobenil. The most frequently found group of pesticide is the triazines and metabolites from triazines. Glyphosate and the metabolite AMPA have been found in drinking water samples from all the participating counties, but AMPA and glyphosate were especially found in one county, where nearly 20% of the water samples contained AMPA and 12% glyphosate. The use of phenoxy herbicides has been strongly regulated in Denmark during the last decade, which may be the reason that phenoxy herbicides only rarely occur in the water samples.

Indledning

De små private vandforsyningsanlæg er truet af forurening fra pesticider, nitrat og bakterier. I en undersøgelsen som gennemføres af GEUS, Sønderjyllands amt, Storstrøms Amt, Viborg Amt, Københavns amt og Miljøstyrelsen er der fundet pesticider i mere end halvdelen af drikkevandet fra ca. 600 små private vandforsyningsanlæg som forsyner enkelte husstande, Brusch 2002. 10% af de undersøgte anlæg i to af amterne overskrider grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l mere end 10 gange. Dertil kommer at ca. 30- 40% af de små vandforsyningsanlæg også overskrider grænseværdierne for coliforme bakterier og kimalt.

Tabel 1. Fordeling af vandforsyningsanlæg i Danmark baseret på BBR register. Distribution of different types of water supply in Denmark.

| Kategori category | Antal number | % | |
|-------------------|--|---------------|------------|
| | Ikke opgivet / not known | 1.187 | 0,1 |
| 1 | Off. vandværk / public water supply | 736.300 | 44,2 |
| 2 | Priv. vandværk >10 / larger private water supply | 839.825 | 50,5 |
| 3 | Privat 1- 2 ejendomme / private well | 52.672 | 3,2 |
| 4 | Brønd / dug well | 15.107 | 0,9 |
| 6 | Privat 3 - 10 ejendomme/ small water supply | 3.249 | 0,2 |
| 7 | Blandet på ejendomme / mixed supply | 108 | 0,01 |
| 9 | Ingen vandforsyning / no water supply | 16.224 | 1 |
| | I alt / total | 1.664.672 | 100 |

BBR registret indeholder oplysninger om vandforsyningskategori, og en sammenstilling fra BBR viser, at der er ca. 70.000 husstande (matrikelnumre) som forsynes fra små vandforsyningsanlæg i Danmark, tabel 1. Der findes også ca. 16.000 matrikelnumre uden vandforsyning, hvoraf nogle måske har egen vandforsyning, men kategorien inkluderer formodentlig også for eksempel nabomatrikler med fælles vandforsyning, sommerhuse uden vandforsyning, lader etc.

Vandværkernes boringskontrol omfatter almene vandværker, og ikke vandværker som forsyner under 10 husstande, det vil sige private gravede vandforsyningsbrønde, enkelthusstandsboringer og små vandværker som forsyner 2 til 9 husstande.

De små vandforsyningsboringer og brønde kan være placeret på gårdspladser, i nærheden af landejendomme, ved intensivt behandlede arealer eller ved steder, hvor bekæmpelsesmidler håndteres. Da der på landbrugsejendommene håndteres store mængder pesticider, og da landbrugene selv håndterer sprøjteudstyr, vedligeholdelse og rengøring af dette, er der en øget risiko for, at boringer ved landbrugsejendomme er påvirket af pesticider.

De private borer og brønde er særligt sårbare overfor forurening, fordi borerne ofte indvinder vand fra terrænnære grundvandsmagasiner med ungt grundvand. Fund af pesticider i grundvandet kan stamme fra håndtering, punktkilder opstået ved spild eller uhensigtsmæssig opbevaring, tilbageløb til borerne og fra fladebelastning efter regelret sprøjtning af omkringliggende marker. Andre kilder kan være sprøjtning af befæstede arealer, hvor en biologisk aktiv rodzone ikke findes, og hvor der kan forekomme en direkte forurening af dårligt vedligeholdte borer og brønde. En uheldig placering eller dårligt vedligeholdte borer vil også kunne give anledning til bakteriel forurening.

Metodebeskrivelse

Projektet omfatter analyse af drikkevandsprøver fra 630 små vandforsyningsanlæg, hvor der udtages vandprøver fra eksisterende taphaner i for eksempel køkken, udhus eller stald. Drikkevandet stammer fra en enkelt boring, fra en gravet brønd eller fra borer sat i bunden af en gravet brønd. Projektet inkluderer en omfattende interviewdel, hvor der indsamles oplysninger om brønde og borerne placering i forhold til eventuelle forureningskilder, pesticidanvendelse på gårdspladser, vejanlæg, marker etc. og borerne og pumpehusenes tekniske tilstand med mere.

Analyseprogrammet omfatter pesticider, nedbrydningsprodukter, hovedbestanddele og bakterielle parametre, se tabel 2 og 3. Der gennemføres analyse af to vandprøver fra hver vandforsyningsanlæg. Af økonomiske årsager analyseres glyphosat, AMPA og ETU kun i første sæt vandprøver. Findes stofferne i første analyserunde, gennemføres dog en ekstra analyse for disse stoffer i anden analyserunde. Der kan også i særlige tilfælde gennemføres tre pesticidanalyser.

Tabel 2. Analyseprogram for næringsstoffer, andre hovedbestanddele, biologiske parametre samt feltanalyser. Med hensyn til detektionsgrænser henvises til NOVA 2003.

Analytical program for main components, bacterial parameters, and analyses made in the field (feltanalyse).

| | | | |
|--------------|---------|--------------------------------|--------------|
| Ammonium | Chlorid | Coliforme bakterier | Feltanalyse |
| Nitrat | Kalium | Termotolerante coliforme bakt. | pH |
| Nitrit | Sulfat | Kimtal ved 21°C | Ledningsevne |
| Total fosfor | Jern | Kimtal ved 37°C , total | Opløst ilt |
| | Mangan | | |

Tabel 3. Analyseprogram for pesticider og nedbrydningsprodukter. Med hensyn til detektionsgrænser henvises til NOVA 2003. Glyphosat, AMPA og ETU analyseres kun én gang i hver brønd/boring. Der analyseres kun for nedbrydningsprodukt af trisulfuron methyl. Analytic program for pesticides and metabolites.

| | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1. Atrazine | 11. 2,6-dichlorphenole | 21. Mechlorprop(MCPP) |
| 2. Bentazone | 12. Dichlorprop | 22. Metamitrone |
| 3. Chlorsulfurone | 13. Dichlobenile | 23. Metsulfurone methyl |
| 4. Cyanazine | 14. Dimethoat | 24. Pendimethaline |
| 5. 2,4-D | 15. Dinoseb | 25. Simazine |
| 6. Desethylatrazine | 16. Diurone | 26. Terbutylazine |
| 7. Desethylterbutylazine | 17. DNOC | 27. Trisulfurone methyl |
| 8. Desisopropylatrazine | 18. Hexazinone | 28. Ethylthiourea |
| 9. 2,6-Dichlobenzamid (BAM) | 19. Isoproturone | 29. Glyphosate |
| 10. 2,4-dichlorphenole | 20. MCPA | 30. AMPA |

Resultater

Da statusrapporten for projektet (se www.GEUS.dk) blev udarbejdet i slutningen af 2002, forelå resultater fra 568 anlæg fra 1. analyserunde for tre amter, mens begge prøveudtagningsrunder var gennemført i Sønderjyllands Amt. Interviewdelen var gennemført af amterne, og indtastningen af de indsamlede oplysninger blev afsluttet ved udgangen af januar 2003. Denne artikel bygger på kemiske analyser fra 568 anlæg.

I de 568 drikkevandsboringer er der fundet pesticider i 300 og grænseværdien for drikkevand (0,1 µg/l) var overskredet i 182 tilfælde, svarende til henholdsvis 52,8% og 32% (tabel 4). I ca. 10 % af de undersøgte anlæg var sumkoncentrationen større end 1 µg/l.

I Sønderjyllands amt blev der fundet pesticider i 82 boringer ved begge analyserunder, mens der kun blev fundet pesticider i en af analyse runderne i 21 boringer. Da de små vandforsyningsanlæg indvinder højtliggende grundvand, må der forventes varierende fundfrekvenser, antal stoffer og stofkoncentrationer.

Der findes ofte mange pesticider og nedbrydningsprodukter i samme boring. Der er fundet op til 12 forskellige pesticider og nedbrydningsprodukter i samme boring og den højeste samlede sumkoncentration for pesticider er 14,3 µg/l.

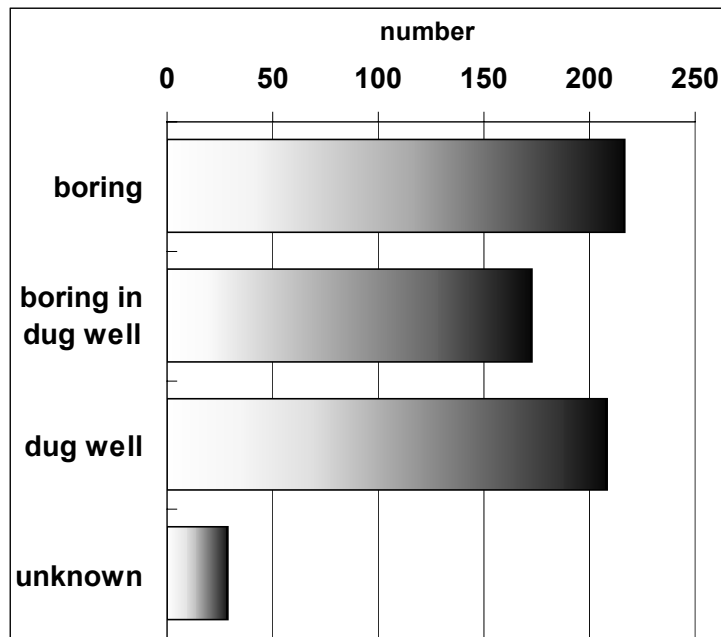
Tabel 4. Status for pesticidundersøgelse i Københavns Amt, Sønderjyllands Amt, Storstrøms Amt og Viborg Amt. Findings of pesticides and metabolites in the 4 participating counties.

| Amt | boringer ana-lyseret | boringer med fund | boringer $\geq 0,1\mu\text{g/l}$ | % fund | % $\geq 0,1\mu\text{g/l}$ |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|--|---------------|---|
| County | Number of wells | Number of findings | Findings $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$ | % findings | % findings $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$ |
| Københavns amt | 30 | 14 | 9 | 46,7 | 30 |
| Sønderjyllands amt | 196 | 103 | 65 | 52,6 | 33,2 |
| Storstrøms amt | 198 | 112 | 68 | 56,6 | 34,3 |
| Viborg amt | 144 | 71 | 40 | 49,3 | 27,8 |
| I alt / total | 568 | 300 | 182 | 52,8 | 32 |

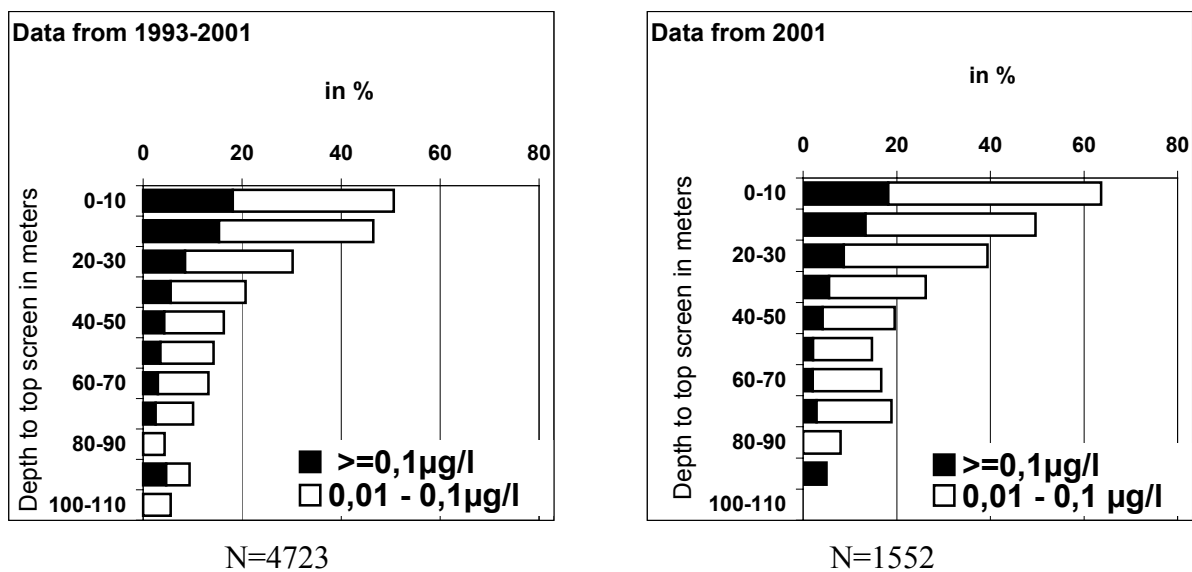
Opgøres antallet af forskellige anlægstyper i projektet findes at ca. 220 anlæg indvinder grundvand fra boringer, mens der indvindes vand fra ca. 170 boringer placeret i gravede brønde. Der indvindes grundvand fra ca. 210 gravede brønde, mens der ikke er oplysninger om ca. 30 anlæg. Den gennemsnitlige dybde for boringerne er på 32 meter under terræn, mens gennemsnitsdybden for boringer i brønde er på ca. 21 meter og gennemsnitsdybden for gravede brønde er på 9 meter under terræn.

Den dybdemæssige fordeling af alle anlæg viser, at ca. 80% af anlæggene indvinder vand fra intervallet 0 til 30 meter under terræn, mens andelen af anlæg, der indvinder vand fra intervallet 0 til 10 meter, er ca. 40%. Der er således en overvejende del af vandforsyningsanlæggene, der indvinder terrænnært grundvand.

I **vandværkernes boringskontrol** viser fordelingen af pesticidfund i forhold til dybde (figur 2), at ca. 50% af de undersøgte boringer i intervallet 0-20 meter under terræn indeholder pesticider eller nedbrydningsprodukter i perioden 1992-2001. Grænseværdien var overskredet i 15-20% 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. Opgørelsen fra hele perioden (4723 boringer) viser, i hvilket omfang de undersøgte vandværksboringer er sårbare overfor pesticidforurening. Opgørelsen fra 2001 (1552 boringer) viser et øjebliksbillede. Figur 2 viser en forekomst af pesticider i det terrænnære grundvand, som er overensstemmende med undersøgelsen af de små vandforsyningsanlæg. I opgørelsen er der kun medtaget vandværksboringer, hvor der er indvundet grundvand til drikkevandsformål i perioden 1998-2001.



Figur 1. Fordeling i anlægstype af 627 brønde. Boring i brønd - boring in dug well, gravet brønd – dug well. Different types of extraction wells investigated in the monitoring program.

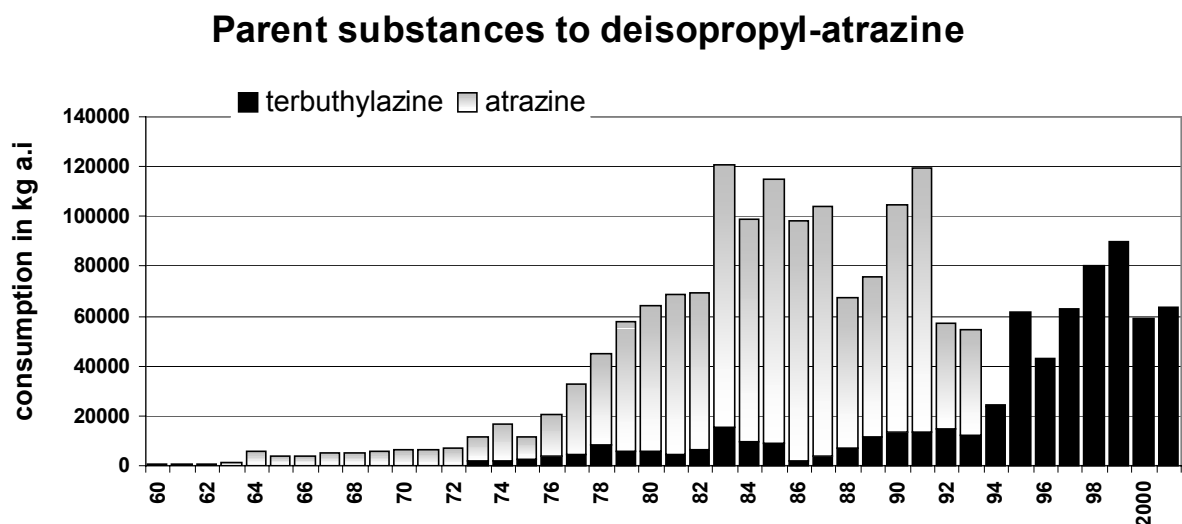


Figur 2. Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i vandværksboringer dybdeintervaller hvor afstanden til top filter er anvendt. Datamateriale fra perioden 1993-2001 og fra 2001. Andel af boringer med fund i dybdeintervallerne er opgjort i %. Findings of pesticides and metabolites in raw water from larger public and private water supply plants in Denmark in the period 1993-2001 and from 2001. N = 4723 and N = 1552.

Pesticider fundet i de små private vandforsyningsanlæg

BAM er det hyppigst fundne stof (tabel 5). BAM er fundet i 34% til 38% af de undersøgte boringer i de 4 amter. BAM er et nedbrydningsprodukt, som kan stamme fra to moderstoffer, chlorthiamid og dichlobenil. Chlorthiamid blev solgt under navnet Casoron i perioden 1965-1980, mens dichlobenil blev solgt under navnene Casoron G og Prefix i perioden 1969-1997, (figur 6). Dichlobenil har været anvendt som granulat ved bekæmpelse af ukrudt på udyrkede arealer, i plantager og under prydræer og prydbuske i doseringer op til 400 kg/ha med 6,75% aktivstof, svarende til 27 kg aktivstof/ha. Undersøgelser som p.t. gennemføres viser, at både moderstof og nedbrydningsstof kan ophobes i de øverste jordlag, og at BAM ikke udvaske som en enkeltstående puls men gennem en længere periode.

Triaziner, og nedbrydningsprodukter fra triaziner, er den gruppe pesticider der er fundet hyppigst. Det er særligt deisopropylatrazin som findes hyppigt i 14 til 26% af de analyserede drikkevandsboringer. Dette skyldes at atrazin og formodentlig også terbuthylazin nedbrydes til deisopropylatrazin. Atrazin har ikke været solgt i Danmark siden 1994, og den hyppige forekomst af moderstoffet og nedbrydningsprodukterne må derfor skyldes, at stofferne kun langsomt udvaskes fra rodzonen og de underliggende jordlag. Triazinen terbuthylazin nedbrydes i rodzonen til deethylterbuthylazin, men moderstoffet kan formodentlig også nedbrydes til deisopropylatrazin, som også kan stamme fra nedbrydning af atrazin. Det er derfor ikke muligt at skelne mellem moderstofferne til deisopropylatrazin, mens deethylatrazin kun kan stamme fra nedbrydning af atrazin, og deethylterbuthylazin kun kan stamme fra nedbrydning af terbuthylazin. Den hyppige forekomst af netop deisopropylatrazin kan derfor skyldes, at terbuthylazin anvendes i stigende mængder i Danmark bl.a. ved dyrkning af majs (figur 3).



Figur 3. Forbrug af atrazin og terbuthylazin i Danmark. Consumption of atrazine and terbuthylazine in Denmark.

Tabel 5. Små vandforsyningsanlæg. Fund af pesticider i Sønderjyllands, Viborg og Storstrøms Amt. Stoffer /nedbrydningsprodukter fra moderstoffer der er markeret med kursiv blev solgt i Danmark i 2001. Findings of pesticides and metabolites in water samples from small water supply plants located in 4 counties in Denmark.

| Pesticide / metabolite | Sønderjyllands Amt | | | Viborg Amt | | | Storstrøms Amt | | |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|
| | Antal boringer | % Boringer med fund | % Boringer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ | Antal boringer | % Boringer med fund | % Boringer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ | Antal boringer | % Boringer med fund | % Boringer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ |
| | Number analyzed | % with findings | % $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$ | Number analyzed | % with findings | % $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$ | Number analyzed | % with findings | % $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$ |
| 2,4-D | 196 | 1,5 | | 144 | | | 198 | 0,5 | 0 |
| 4 CCP | 196 | 0,5 | | 144 | | | 198 | 1,5 | 1 |
| <i>AMPA</i> | 196 | 1 | 1 | 144 | 3,5 | 2,1 | 198 | 18,7 | 6,1 |
| atrazine | 196 | 15,8 | 5,1 | 144 | 12,5 | 4,2 | 198 | 18,2 | 8,1 |
| atrazine, deethyl- | 196 | 17,3 | 5,1 | - | - | - | 198 | 22,7 | 8,6 |
| <i>atrazine, de-isopropyl-</i> | 196 | 26,5 | 6,6 | 144 | 14,6 | 5,6 | 198 | 23,2 | 7,6 |
| BAM. 2,6 di-chlor-benzamide | 196 | 34,7 | 27,6 | 144 | 34 | 21,5 | 198 | 37,9 | 25,8 |
| <i>bentazone</i> | 196 | 5,6 | 2,6 | 144 | 4,9 | | 198 | 7,1 | 4 |
| cyanazine | 196 | | | 144 | | | 198 | 0 | 0 |
| dichlobenile | 196 | 4,6 | 1 | 144 | 4,2 | 0,7 | 198 | 2 | 1 |
| <i>dichlorprop</i> | 196 | 0,5 | 0,5 | 144 | 1,4 | | 198 | 2,5 | 1 |
| <i>dimethoat</i> | 196 | 0,5 | 0,5 | 144 | | | 198 | 0 | 0 |
| dinoseb | 196 | 1,5 | 1 | 144 | | | 198 | 1 | 0 |
| <i>diuron</i> | 196 | 4,6 | 0,5 | 144 | 5,6 | 3,5 | 198 | 4 | 0,5 |
| DNOC | 196 | | | 144 | | | 198 | 2,5 | 0 |
| <i>ETU</i> | 195 | 2,6 | 1,5 | 144 | | | 198 | 0,5 | 0 |
| <i>glyphosate</i> | 196 | 1,5 | 0,5 | 144 | 2,8 | 0,7 | 198 | 12,1 | 1 |
| hexazinone | 196 | 3,6 | 1 | 144 | 2,1 | 1,4 | 198 | 1,5 | 1 |
| isoproturone | 196 | 0,5 | 0,5 | 144 | | | 198 | 1 | 0 |
| <i>MCPA</i> | 196 | 1 | 1 | 144 | 0,7 | | 198 | 0,5 | 0 |
| <i>mechlorprop</i> | 196 | 1 | 0,5 | 144 | | | 198 | 2 | 1 |
| <i>metamitrone</i> | 196 | 0,5 | | 144 | 0,7 | | 198 | 0,5 | 0 |
| <i>metsulfuron methyl</i> | 196 | 0,5 | | 144 | | | 198 | 0,5 | 0,5 |

tabellen fortsættes næste side

| Pesticide / metabolite | Sønderjyllands Amt | | | Viborg Amt | | | Storstrøms Amt | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|
| | Antal boringer | % Boringer med fund | % Boringer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ | Antal boringer | % Boringer med fund | % Boringer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ | Antal boringer | % Boringer med fund | % Boringer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ |
| | Number analyzed | % with findings | % $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$ | Number analyzed | % with findings | % $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$ | Number analyzed | % with findings | % $\geq 0.1 \mu\text{g/l}$ |
| <i>pendimethalin</i> | 196 | | | 144 | | | 198 | 0,5 | 0 |
| <i>simazine</i> | 196 | 14,8 | 2,6 | 144 | 14,6 | 3,5 | 198 | 18,2 | 4,5 |
| <i>terbuthylazine</i> | 196 | 5,6 | 1,5 | 144 | 3,5 | 0,7 | 198 | 5,6 | 1 |
| <i>terbuthylazine, deethyl-</i> | 196 | 7,1 | 2 | 144 | 21,5 | 7,6 | 198 | 7,6 | 1 |
| <i>triazinamine</i> | 196 | | | 144 | | | - | - | - |
| <i>triazinamine methyl</i> | 196 | | | 144 | | | 198 | 0 | 0 |

Glyphosat og AMPA er fundet i drikkevand udtaget i alle 4 amter. Det er dog i Storstrøms amt, hvor de to stoffer er fundet hyppigt i henholdsvis 12,1 og 18,7% af de undersøgte boringer. Det er særligt AMPA som er fundet i høje koncentrationer. Grænseværdien for drikkevand var overskredet i 6,1% af de undersøgte boringer i Storstrøms amt, hvor en maksimumkoncentration 0,99 $\mu\text{g AMPA/l}$ blev fundet. Glyphosat overskred grænseværdien i 1% af de undersøgte boringer (tabel 5).

De "gamle" pesticider som phenoxysyrerne dichlorprop, mechlorprop, 2,4-D og MCPA er kun fundet i få boringer. Disse stoffer er i dag enten forbudt eller tilladt med reguleret anvendelse. Miljøstyrelsens regulering afspejles måske direkte i forekomsten af disse stoffer i det øverste og yngste grundvand. Phenoxysyrerne er dog også kendt for hurtigt at nedbrydes i iltholdigt grundvand, som netop dominerer de undersøgte boringstyper, og man ville desuden ikke forvente, at phenoxysyrerne ville blive anvendt ved sprøjtning af gårdspladser. Til gengæld viser den foreløbige opgørelse, at de stoffer, som anvendes i store mængder i dag, hyppigt findes i de boringer, der indvinder højtliggende grundvand. Bentazon er også fundet relativt hyppigt i de undersøgte boringer, men kun i få tilfælde var grænseværdien for drikkevand overskredet.

Nitrat er fundet i koncentrationer over grænseværdien på 50 mg/l i henholdsvis 3%, 18% og 27% i Københavns Amt, Sønderjyllands Amt og Viborg Amt. Da projektet omfatter sårbare drikkevandsboringer, som fortrinsvis indvinder grundvand fra højtliggende grundvandsmaga-

siner, er andelen af boringer med store overskridelser af grænseværdien for nitrat relativt lille. Dette skyldes formodentlig, at de private drikkevandsboringer rutinemæssigt analyseres for nitrat. Det må derfor anses som sandsynligt, at boringer med væsentlige overskridelser af drikkevandskravet for nitrat allerede er taget ud af drift.

Tabel 6. Bakterielle parametre målt i vandprøver udtaget i Sønderjyllands Amt. Der er udtaget en vandprøve fra hver af de undersøgte boringer. Maks. talt - største antal ved måling. Bacterial parameters measured in water samples from the County of Sønderjylland.

| Bacterial parameters | Grænse værdi | boringer undersøgt | boringer med overskridelser | % boringer med overskridelser | Maks. talt |
|----------------------------------|--------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------|
| | MAC level | Number | Number of wells > mac. level | % wells ≥ mac. level | Maximum counts |
| kimtal ved 37°C (PCA) | 20 | 195 | 31 | 15,9 | >2000 |
| kimtal ved 21°C (Kings B) | 200 | 196 | 52 | 26,5 | >2000 |
| Coliforme bacteria 37° C | < 1 | 196 | 43 | 21,9 | >160 |
| Termot. coliforme bacteria 44° C | < 1 | 196 | 16 | 8,2 | >160 |
| all parameters | | 196 | 76 | 38,8 | - |

En foreløbig opgørelse af **kimtal og coliforme bakterier** viser, at op til ca. 40% af boringerne overskrider grænseværdien for bakterier, og at der er målt indhold af coliforme bakterier i mere end 20% af de undersøgte anlæg. Dette viser, at der formodentlig sker en direkte forurening af boringerne fra gårdspladser, jordoverfladen eller fra spildevand (tabel 6).

Diskussion og fremtid

En del af brøndejerne med egen vandforsyning står i fremtiden overfor et alvorligt vandkvalitetsproblem med drikkevandsforsyninger, der er forurenede af pesticider, bakterier og andre stoffer. Da mange anlæg formodentlig ligger langt fra eksisterende almene vandforsyningsanlæg, vil der kunne opstå problemer med opholdstider i ledningsnettet ved et lille vandforbrug, herunder afsmitning fra rør og bakteriel vækst. Da mange anlæg formodentlig er dårligt vedligeholdt og ofte placeret nær forureningskilder af bakteriel art, vil en del af de bakterielle problemer antagelig kunne afhjælpes ved reovering af boringerne og pumpebrønde.

Det er p.t. ikke muligt at vurdere præcis, hvor mange private vandforsyningsanlæg, der har så store vandkvalitetsproblemer, at en renovering af eksisterende anlæg eller etablering af ny vandforsyning bør gennemføres. Et skøn er, at ca. 7.000 - 20.000 private anlæg har så store kvalitetsproblemer, at vandforsyningsanlæggene bør renoveres eller opgives. Derudover vil der være mange små vandforsyningsanlæg, hvor grænseværdierne kun er overskredet i mindre grad.

Som følge af undersøgelsen af de private vandforsyningsanlæg har Miljøministeren besluttet at nedsætte to arbejdsgrupper:

En teknisk arbejdsgruppe som bl.a. skal undersøge, hvordan man kan identificere de boringstyper, der er mest truet af forurening fra pesticider og de andre parametre som indgår i undersøgelsen. Desuden skal gruppen afklare, hvordan man kan finde frem til de mest forureningsstruede boringer og opstille løsningsmodeller for afhjælpning af vandkvalitetsproblemerne på den mest hensigtsmæssige måde. Den tekniske arbejdsgruppe ledes af GEUS, mens De Private Vandværker, Brøndejerforeningen, DANVA samt Miljøstyrelsen er repræsenteret i arbejdsgruppen.

En administrativ arbejdsgruppe som bl.a. skal vurdere det fremtidige tilsyn med de mindre vandforsyningsanlæg og klarlægge de sundhedsmæssige aspekter i den omfattende forurening. Den administrative arbejdsgruppe ledes af Miljøstyrelsen.

Referencer

- Brüsch W.* 2002: Statusrapport 2002. Pesticidforurennet vand i små vandforsyningsanlæg. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Rapport 2002/87
- Brüsch W & Juhler R.* 2002: Pesticider og nedbrydningsprodukter. I "Grundvandsovervågning 2002", 57-74.(ed. L. F. Jørgensen). Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

Erfaringer fra rådgivningsprojekt vedrørende håndtering af pesticider på landbrugsejendomme

Experiences from an advisory project on handling of pesticides on farms

Poul Henning Petersen & Kaspar R. Rüegg

Landbrugets Rådgivningscenter

Landskontoret for Planteavl

Udkærvej 15, Skejby

DK-8200 Århus N

Summary

In the years 2001 and 2002, agricultural advisers visited 2208 farms with the aim of improving the handling of pesticides. Together with the farmer, the advisers went through the farm practices of handling pesticides, made assessments, and suggested improvements. As expected, filling of the spraying equipment with water and the agent as well as the washing of it is mostly done on gravel and cobblestone areas. The advisers are convinced that these so-called "checks" have improved the farmers' knowledge about pesticide pollution from point sources. It is believed that the advisory efforts will result in improved pesticide handling on the farms. The farmers favour improvements like filling and washing the spraying equipment in the field or other vegetated areas. Alternatively they choose to use concrete areas where the accumulated wash-water and spill is led to the slurry tank.

Indledning

Baggrund

Anvendelse af bekæmpelsesmidler kan føre til forurening af miljøet. Miljøstyrelsens godkendelse af bekæmpelsesmidlerne sikrer, at påvirkningen af omgivelserne ved regelret udsprøjtning i afgrøderne er acceptabel. Uddannelsen af sprøjteføreren skal sikre, at håndteringen af bekæmpelsesmidler og sprøjtevæske før og efter anvendelsen sker korrekt, og ikke fører til såkaldte punktkildeforureninger. Grænseværdien for pesticider i drikkevand på kun 0,1 mikrogram/l betyder imidlertid, at selv mindre forsømmelser eller uhensigtsmæssige rutiner betyder, at der kan være risiko for overskridelse af grænseværdien i den afstrømning, som sker fra de arealer, hvor pesticider håndteres.

Punktkilder opstår typisk ved 1) spild af bekæmpelsesmiddel under påfyldning og rengøring af sprøjten, 2) uhensigtsmæssig bortskaffelse af restsprøjtevæske og koncentreret bekæmpel-

sesmiddel, 3) uhensigtsmæssig håndtering af tom emballage, eller 4) uheld. Undersøgelser (f.eks. Amternes Videncenter for Jordforurening, 2002) viser, at der på lokaliteter, hvor disse aktiviteter forgår, ofte findes pesticid-forureninger. Pesticid-punktkilder udgør en risiko for, at grundvand og lokale drikkevandsforsyninger forurenes. En ny undersøgelse foretaget af GEUS i samarbejde med fire amter viser, at hver tredje private vandforsyning har et indhold af pesticider over grænseværdien for drikkevand (Brüsch, 2002).

Tyske undersøgelser viser, at betydningen af punktkilderne kan være undervurderet. Mellem 50 pct. og 100 pct. af de målte pesticider i vandløb havde f.eks. oprindelse fra punktkilder på landbrugsbedrifter via tilledning med spildevand fra disse ejendomme. Information til landmændene om, hvor og hvorfor disse forureninger kan ske, reducerede udledningerne til vandløb betydeligt - op til 80-100% for nogle stoffer (Frede *et al.*, 1998). Det er dog væsentligt at bemærke, at de tyske forhold ikke er direkte sammenlignelige med danske. I en svensk undersøgelse i et opland i Skåne kunne man reducere pesticidbelastningen i en bæk med 90 pct. Dette blev opnået gennem information og rådgivning af landmændene vedrørende håndtering og anvendelse af bekæmpelsesmidler i bækkens opland, samt økonomiske incitament. (Kreuger og Nilsson, 2001).

Metode

I forbindelse med Pesticidhandlingsplan II blev der igangsat en indsats for at begrænse pesticidforureningen mest mulig fra punktkilder og dermed minimere risikoen for forekomst af pesticider i vandløb, grundvand og dermed drikkevand. Målet skulle nås ved at rådgive landmanden om hensigtsmæssig håndtering af bekæmpelsesmidler, så det forebygges at punktkilder opstår.

Projektformål

Formålet med projektet var:

- at udarbejde en brugervenlig tjekliste til gennemgang af bedrifternes håndtering af pesticider. Tjeklisten skulle samtidig opbygges som informationsmateriale. Tjeklisten skulle anvendes af såvel konsulenter som landmænd.
- at uddanne lokale landbrugskonsulenter til med udgangspunkt i tjeklisten at foretage en gennemgang af alle pesticidhåndteringsfaser på den enkelte landbrugsbedrift.
- at udføre så mange bedriftstjek som muligt.
- at opsamle viden om pesticidhåndteringen på landbrugsbedrifter.
- at udnytte denne viden til generel information om punktkildeproblematikken, herunder at informere om emnet i ERFA-grupper.
- at opsamle teknisk information om sprøjtekonstruktioner, der er relevante for at minimere risikoen for at punktkilder opstår.

Tjeklisten

Den primære målgruppe for tjeklisten har været landmænd, maskinstationer og andre som anvender pesticider. Den skulle på en enkel og overskuelig måde informere om alle væsentlige forhold vedrørende håndtering af pesticider. Formålet med tjeklisten er at minimere risikoen for miljøeffekter fra den del af pesticiderne, der uundgåeligt tabes udenfor den almindelige markanvendelse. Tjeklisten fungerer for konsulenterne som et rådgivnings- og vejledningsværktøj. Den fokuserer primært på at forebygge, at punktkilder opstår, men andre relevante forhold vedrørende bekæmpelsesmiddelhåndteringen er også berørt. Samtidig giver materialet information om risikoforhold i de enkelte faser af håndteringen, samt hvilke løsningsmuligheder, der er de foretrukne set i et miljøperspektiv. Den endelige udformning blev valgt efter et pilotprojekt i 2000, hvor tre konsulenter afprøvede tjeklisten på en række ejendomme.

Tjeklisten er opbygget i tre lag. Det første lag er den egentlige tjekliste, hvor man markerer bedriftsspecifikke handlingerne eller forhold (figur 1).

| 1. Kemikaliemodtagelse og transport | |
|--|------------------|
| <i>Kolonne 1</i> | <i>Kolonne 2</i> |
| <input type="checkbox"/> Afhentes hos leverandøren | afs. 1.1 |
| <input type="checkbox"/> Leveres af leverandøren | afs. 1.1 |
| <input type="checkbox"/> Tæt og sikret kasse ved transport ud til marken | afs. 1.2 |

Figur 1. Første lag af tjeklisten. Her markeres bedriftsspecifikke handlinger eller forhold. The checklist's first level: Here one finds and marks the farm specific conditions or handling of pesticide.

I denne egentlige tjeklistedel henvises i kolonne 2 (se figur 1) til afsnittet med supplerende kommentarer og anbefalinger. Disse uddybende afsnit udgør det andet lag (figur 2).

| Kemikaliemodtagelse og transport: | |
|--|---|
| 1.1 | Bekæmpelsesmidlerne bør være sikret mod stød og uheld. En kasse med vandtæt bund er velegnet. Det er formålstjenligt at medbringe en spand med fint savsmuld til opslugning af spildt middel fra ødelagte eller utætte dunke. Savsmuld indeholdende mindre mængder bekæmpelsesmiddel kan evt. bortskaffes til gyllebeholderen. Større mængder afleveres til den kommunale modtagestation. Uanset leveringsmåden bør det sikres, at bekæmpelsesmidlerne <i>straks</i> anbringes <i>af-låst</i> i kemikalie rummet. Man kan evt. have en aftale med leverandøren om adgang hertil. |

Figur 2. Andet lag af tjeklisten. Afsnittet giver supplerende kommentarer og anbefalinger. The checklist's second level: These paragraphs give supplementary comments and advice.

Bagerst i tjeklisten ligger der bilag med supplerende information omkring temaet (figur 3).

Bilag 1:

Hvorfor opstår punktkildeforureninger?

Punktkildeforureninger kan i princippet opstå alle steder, hvor pesticider håndteres og spildes. Forklaringen er for store og hyppige spild af pesticid samtidig med en utilstrækkelig nedbrydning. Fra punktkilden spredes pesticiderne og kan give forurening af grundvand samt overfladevand via afløb og dræn. De 4 vigtigste kilder er:

- **uhensigtsmæssig bortskaffelse af restsprøjtevæske**
- **spild af pesticid fra udvendig og indvendig rengøring**
- **spild og overskumning under påfyldning**
- **større og mindre uheld**

Figur 3: Tredje lag af tjeklisten. Bilag med uddybende information omkring temaet. The checklist's third level: Appendix with more information about the subject.

Tjeklisten afsluttes med en side, hvor konsulenten kan nedskrive anbefalingerne for bedriften, herunder en eventuel handlingsplan for forbedring af forholdene på ejendommen.

Kursusmateriale og kurser

Kurserne blev målrettet landbrugskonsulenter, og skulle opdatere deres viden vedrørende håndtering af pesticider og punktkildeproblematikken. Deltagerene i kurserne skulle derefter være "klædt på" til at gennemføre bedriftstjek, hvor håndteringen af pesticider gennemgås med landmanden. På denne baggrund kan konsulenten påpege forbedringsmuligheder og udarbejde eventuelle handlingsplaner.

Kursusmaterialet er tilgængeligt på LandbrugsInfo, www.lr.dk. Indholdsmæssigt blev materialet opbygget på følgende måde:

- Definition af punktkilder
- Hvordan opstår punktkilder?
- Bicheludvalgets anbefalinger
- Situationen i Danmark
- Hvordan forebygges punktkilder?
- Gennemgang af tjeklisten
- Forslag til fremgangsmåde ved bedriftstjek

Kursusdeltagere fik uddelt supplerende materiale til brug ved bedriftstjekkene (skilt til kemikalierum, liste over forbudte midler, produktoversigt over skyllevandsbeholdere til marksprøjter m.m).

I november 2000 blev der gennemført 6 kurser fordelt over hele landet med deltagelse af 117 konsulenter.

Bedriftstjek

I 2001-2002 er der gennemført 2208 bedriftstjek. Store og mellemstore bedrifter har været overrepræsenteret. Det har været overladt til de lokale landøkonomiske foreninger, hvordan de ville markedsføre bedriftstjekket. De fleste gjorde opmærksom på ordningen gennem annoncer i fagblade eller lokale aviser. Nogle foreninger sendte en skrivelse ud til deres medlemmer eller til udvalgte målgrupper. Den største succes havde konsulenterne med personlige henvendelser til landmanden, hvor der blev givet en uddybende forklaring af indholdet af tjekket. I et vist omfang har det været en barriere, at nogle landmænd har opfattet tilbuddet som en form for kontrolbesøg.

På bedriften indleder konsulenten med at give generelle oplysninger om punktkildeproblematikken og gennemgår sammen med landmanden (sprøjteføreren) tjeklisten. Med dette udgangspunkt diskuterer konsulent og landmand forholdene på bedriften og besigtiger den/de lokaliteter, hvor påfyldning og vask af marksprøjten foregår.

Konsulenten påpeger eventuelle problemområder i håndteringen af pesticider på bedriften og diskuterer løsninger. Hvis der er behov for det, tilbyder konsulenten at udarbejde en handlingsplan. Bedriftstjekket giver også lejlighed til at diskutere relaterede temaer såsom arbejdsmiljø.

Efter et udført tjek har konsulenten udfyldt et anonymt opsamlingskema, der omhandler pesticidhåndtering på bedriften. Skemaet er indsendt til Landbrugets Rådgivningscenter.

Resultater

Håndtering af bekæmpelsesmidler

Indsamling af data har ikke været projektets primære formål. Resultaterne i det følgende vil derfor ikke være et udtryk for den absolutte tilstand, men giver efter vores vurdering alligevel et godt billede af situationen. Et af usikkerhedsmomenterne består i, at der i skemaet ikke er taget højde for, at nogle bedrifter har flere forskellige måder at håndtere en given situation på.

Påfyldning af vand og bekæmpelsesmiddel sker som forventet ofte på grus- eller stenbelagte arealer ved bygningerne (tabel 1). På 9 procent af bedrifterne er det vurderet, at fyldning sker mindre end 25 m fra brønd eller vandløb. 41 procent af bedrifterne overvejer at foretage

fyldningen et andet sted. Den påtænkte løsning afhænger af forholdene på den enkelte bedrift. Interessen samler sig primært om at opsamle spild og vaskevand i gyllebeholder eller at foretage fyldning og vask i marken eller på andet bevokset areal. Enkelte overvejer opsamling i opsamlingstank eller etablering af biobed. Specielt maskinstationer har vist interesse for opsamling i opsamlingstank.

Tabel 1. Sted for påfyldning af vand og bekæmpelsesmiddel. Locations where water and pesticide are loaded.

| Sted Location | Andel i procent Proportion in per cent |
|--|--|
| Marken Field | 7 |
| Andet bevokset areal end marken Other vegetated area | 11 |
| Betonbefæstet plads Concrete area | 38 |
| Biobed Biobed | >0 |
| Grus/stenareal Gravel/Cobblestone area | 49 |

Et stort flertal af bedrifterne fortynder og udsprøjter restsprøjtevæsken i marken. En fortynding mellem 10-50 gange er den mest almindelige fortyndingsfaktor. Relativt få opnår en fortynding på mere end 100 gange.

Omkring en tredjedel af bedrifterne har en marksprøjte med skyllevandstank og spuledyse, således at indvendig rengøring sker i marken. Ca. 10 procent foretager indvendig rengøring på et bevokset areal. De resterende bedrifter foretager den indvendige rengøring på grus- eller stenbelagte arealer eller en betonbefæstet plads. Vores vurdering af de indberettede oplysninger er, at omkring 15 procent af bedrifterne opsamler vaskevand/restsprøjtevæske i en gyllebeholder. Knap 20 procent foretager udvendig rengøring i marken eller på et bevokset areal. De resterende anvender grus- og stenbelagte arealer eller en betonbefæstet plads. Omkring en tredjedel af bedrifterne overvejer at foretage rengøring et andet sted.

På 15-20 procent af bedrifterne kan det ikke udelukkes, at der er risiko for at spild/vaskevand kan afledes til kloak eller dræn.

Konsulenternes erfaringer

Telefoninterviews med 20 konsulenter viste, at det generelt har været svært at få landmænd til at tilmelde sig til rådgivningen uden en personlig henvendelse. De kontaktede landmænd har

til gengæld været villige til at deltage. Villigheden har været proportional med konsulenternes eget engagement og overbevisning om nytten af projektet.

De fleste landmænd opfattede ”tjekket” som positiv rådgivning, og konsulenterne mener, at den har medført ændringer i landmændenes håndtering af bekæmpelsesmidler. Det er mange gange kun små ting landmændene ændrer, men det bryder med vanetænkning.

De fleste konsulenter mener at tjekket har en høj værdi fordi:

- det sætter fokus på emnet
- ændrer landmandens adfærd
- der er noget, der kan forbedres på næsten alle bedrifter
- det er anonymt, og giver erhvervet indsigt i forholdene
- man får meget miljø for pengene

Diskussion

Det har været muligt at skabe interesse om en indsats mod punktkilder blandt konsulenter og landmænd, således at det planlagte antal bedriftstjek kunne gennemføres. Bedriftstjekkene har efter konsulenternes vurdering tilført landmændene en bevidsthed om punktkildeproblematikken, således at rådgivningen vil resultere i en forbedret af håndtering af bekæmpelsesmidlerne. Dette vil være i overensstemmelse med resultaterne fra udenlandske projekter, som omtalt i indledningen.

Som forventet kunne det konstateres, at fyldning og vask af marksprøjten ofte sker på uhenigtsmæssige steder såsom grus- og stenbelagte arealer eller betonbefæstede arealer uden opsamling. Det vurderes, at omkring 15 procent af bedrifterne opsamler vaskevand/restsprøjtevæske i en gyllebeholder. I en spørgeundersøgelse fra Danmarks Statistik angiver 27 procent af landmændene, at påfyldning og rengøring sker på plads med opsamling (Danmarks Statistik, 2002).

Der synes at være en stor vilje blandt landmændene til at forbedre forholdene. I relation til dette har det været et irritationsmoment, at myndighederne hidtil ikke har været i stand til at tage stilling til retningslinier for indretning og drift af fylde-/vaskepladser. Interessen samler sig primært om at foretage fyldning og rengøring i marken/andet bevokset areal eller på betonbefæstet plads med opsamling til gyllebeholder. Der er blandt landmændene en stor bevidsthed om, at restsprøjtevæsken skal fortyndes og udsprøjtes i marken. Omkring en tredjedel af sprøjterne har skyllevandstank, således at dette gennemføres med mindst muligt besvær.

Sammendrag

I 2001-2002 er der gennemført 2208 bedriftstjek, hvor en konsulent sammen med landmanden har gennemgået, vurderet og givet eventuelle forslag til ændring af håndteringen af bekæmpelsesmidler på bedriften. Påfyldning af vand og bekæmpelsesmiddel samt vask af sprøjteudstyr sker som forventet ofte på grus- eller stenbelagte arealer. Bedriftstjekkene har efter konsulenternes vurdering tilført landmændene en bevidsthed om punktkildeproblematikken, således at rådgivningen vil resultere i en forbedret håndtering af bekæmpelsesmidlerne. Landmændenes interessen for forbedringer samler sig primært om at foretage påfyldning og rengøring i marken/andet bevokset areal eller på betonbefæstet plads med opsamling til gyllebeholder.

Litteratur

- Amternes Videncenter for Jordforureninger*. 2002. Erfaringsopsamling-amternes undersøgelser af pesticidpunktkilder. *Teknik og Administration*, Nr. 2 2002.
- Brüsch W*. 2002. Pesticidforurenet vand i små vandforsyningsanlæg. Statusrapport 2002, GEUS.
- Danmarks Statistik*. 2002. Landbrugets forbrug af pesticider 2000/2001. *Miljø og energi*, 2002:24.
- 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.

Afsætning af pesticider på vaske- og fyldepladser ved fyldning og rengøring af sprøjteudstyr

Contamination of localities with pesticides caused by activities associated with the filling and washing of spray equipment

Kaspar R. Rüegg
Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Planteavl
Udkærvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N

Peter Kryger Jensen & Niels Henrik Spliid
Danmarks Jordbrugs Forskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Christian Holst
Hardi International
Helgeshøj Allé 38
DK-2630 Tåstrup

Summary

The activities where spills of pesticides from spray equipment may occur were identified. For each activity the potential size of spill was estimated. These numbers were used to calculate the annual load of active ingredient onto localities used for filling and washing of spray equipment. The hypothetical annual loads can be used to assess the risk, which the uses of different types of filling and washing localities pose to environment. As an example a risk assessment was made for collecting wash water and spillage from spray equipment to a slurry tank and the spreading of the slurry on fields.

Indledning

Landbrugsbedrifter har i dag mulighed for at anvende forskellige typer pladser som påfyldningssted og vaskeplads for marksprøjter.

1. (Gårds-)plads med brosten eller grus

2. Støbt plads:
 - uden opsamling eller afløb til: dræn, vandløb, kloak
 - med opsamling og tilledning til gyllebeholder
 - med opsamling og tilledning til tank, indholdet udsprøjtes på mark
 - med opsamling og rensning gennem kulfilter
 - med opsamling og tilledning til biobed
3. Tidligere møddingsplads med opsamling i ajlebeholder
4. Biobed
5. Fyldning og rengøring i marken
6. Andet bevokset areal (græsareal)

For at kunne foretage en risikovurdering af om pesticidbelastningen på de forskellige typer pladser kan medføre en belastning for miljøet, gives et skøn for den afsatte mængde aktivstof. I det følgende skelnes der mellem minimidler som anvendes med minimum 20-50 gram aktivstof pr. ha og andre midler, som anvendes med 200-3.000 gram aktivstof pr. ha.

Risiko for spild af aktivstof

Når der håndteres bekæmpelsesmidler og vaskes sprøjteudstyr, må man regne med, at der spildes små mængder aktivstof. Spildet stammer hovedsagelig fra følgende aktiviteter:

- Påfyldning af vand og bekæmpelsesmiddel
- Indvendig og udvendig vask af marksprøjter
- Tømning af sprøjter med en rest af mere eller mindre fortyndet sprøjtevæske.

Risiko for spild ved påfyldning af vand

Der kan ske spild ved overskumning eller ved overløb af sprøjtebeholder samt ved dryp fra utætheder på marksprøjten. Et spild af opblandet sprøjtevæske under påfyldning vil i de fleste tilfælde ligge i størrelsen fra ingenting til få gram aktivstof (under 10 gram) pr. sprøjtedag, når der ikke er tale om egentlige uheld. Der findes ikke undersøgelser, som dokumenterer dette, men det vurderes, at størrelsen af et spild normalt er lavt (under 1-2 gram). Et gennemsnitslandbrug på 70 ha med planteavl, vil typisk foretage påfyldning af sprøjten 25 gange på en sprøjtesæson. Antallet afhænger af afgrødevalg, sprøjte teknik, bekæmpelsesbehov samt sprøjtes kapacitet. Gennem en sprøjtesæson skønnes det samlede spild at ligge mellem 0 og 50 gram aktivstof, idet det forudsættes, at større spild ved egentlige uheld opsamles og bortskaffes.

Risiko for spild ved påfyldning af bekæmpelsesmiddel

Ved påfyldning kan bekæmpelsesmidlet spildes på jorden ved stænk fra dunken. I engelske undersøgelser er der målt 0,01 – 1 gram spild ved stænk på hænder. Spildet blev oftest målt til 0,01 gram (Glass *et al.*, 2002). Der skal også regnes med et vist spild ved åbning af dunken og under skylning af denne. Når det drejer sig om et minimiddel, der eksempelvis tilsættes som

tabletter eller vandopløselige poser, er risikoen for spild minimal. Spildet vil her primært kunne forekomme ved overløb eller overskumning som nævnt ovenfor.

De fleste nye marksprøjter er påmonteret fyldeudstyr, som giver optimale ergonomiske forhold under fyldningsarbejdet. Det må antages, at dette bidrager væsentligt til at minimere risikoen for spild under påfyldning. Endvidere er der gennem årene sket en stadig forbedring af emballagen.

Det skønnes ligesom ved påfyldning af vand, at størrelsen af spild vil være lille (0,1-2 gram). Med 25 fyldninger pr. sæson kan dette føre til mellem 2,5 til 50 gram spild af aktivstof gennem en sæson.

Risiko for spild ved indvendig rengøring

Efter endt sprøjtning vil der på indersiden af sprøjtebeholderen sidde rester af bekæmpelsesmiddel, enten som dråber af opløst sprøjtevæske eller adsorberet til beholderens væg. Adsorptionen vil variere med det anvendte middel og tilsætning af additiver til sprøjtevæsken. Italienske undersøgelser viste for en bestemt sprøjtetype (1.000 l tank), at der sad omkring 1,5 gram aktivstof på beholderens indre overflade (Balsari *et al.*, 2002). Mængden af aktivstof på sprøjtens indervægge antages, alt efter sprøjtens størrelse, at ligge mellem 0,4 og 6,0 gram.

Restsprøjtevæske

I en sprøjte vil der efter endt sprøjtning være en rest af sprøjtevæske, der ligger i den fordybning, hvor sprøjtevæsken bliver suget op (sumpen) samt i pumper og rørsystem. Denne rest udgør i almindelighed fra 20 - 100 liter for en sprøjte.

Hvis der regnes med anvendelse af 1.000 gram aktivt stof pr. ha og 150 liter sprøjtevæske pr. ha, fører det til 6,7 gram aktivstof pr. liter sprøjtevæske. I de fleste tilfælde vil der i den ”tomme” sprøjte forblive omkring 10 liter restsprøjtevæske i sumpen og op til 90 liter i pumpe og slanger plus rester adsorberet til den indre overflade. Med ca. 7 gram aktivstof pr. liter er der op til 700 gram aktivstof tilbage i den ”tomme” sprøjte.

På sprøjter med skyllevandstank vil anvendelse af den anbefalede procedure for indvendig rengøring fortynde denne rest til minimum 1/50 af startkoncentrationen (7 gram pr. liter), dvs. til 0,14 gram aktivstof pr. liter. Med 1 til 10 gange indvendig rengøring pr. sæson, bidrager denne aktivitet således med 1,4 til 14 gram aktivstof pr. sprøjtesæson, hvis man regner med 10 liter restsprøjtevæske. Finder der ikke fortynding sted i marken, vil den udtømte mængde af aktivstof i 10 liter restsprøjtevæske være 67-670 gram pr. sprøjtesæson (eller op til 700-7.000 gram, hvis slanger og pumper også tømmes). Skyllevandstank findes på ca. en tredjedel af de eksisterende sprøjter, men er ofte standardudstyr på nye sprøjter. Brugere af sprøjter uden skyllevandstank må foretage fyldning med rent vand på fyldepladsen og efterfølgende tømme sprøjten på det sprøjtede areal eller et andet areal med en afgrøde, som tåler resterne.

Risiko for spild ved udvendig vask

Efter en sprøjtning vil der typisk være adsorberet en mængde bekæmpelsesmiddel på ydersiden af sprøjte og traktor. Der vil typisk være tale om en procentdel af den udsprøjtede mængde. Ved behandling af 1 ha vil det være ca. 0,05% af den udsprøjtede mængde aktivstof, svarende til 0,5 g/ha, hvis man udsprøjter 1.000 g pr. ha (Jensen, ikke publiceret).

For et minimiddel forventes mængden at være en faktor 10-100 lavere. Mængden, der afsættes på sprøjte og traktor, vil afhænge af sprøjtearbejdets omfang, midlets evne til at adsorbere, sprøjtetype, dysetype og vind/turbulens. Den totale mængde aktivstof, der afvaskes fra ydersiden af sprøjten, skønnes at være mellem 5 og 100 gram gennem en sprøjtesæson ved sprøjtning af 10 til 200 ha.

Total mængde pesticider afsat på fylde- og vaskepladser

Den samlede belastning fra spild ved påfyldning og fra ind- og udvendig vask for ”ikke minimidler” kan opgøres til mellem 10 og 220 gram aktivstof pr. år (tabel 1). For minimidler vil spildet være 50 gange mindre.

Tabel 1. Spild fra aktiviteter på en vaske- og fyldeplads over en sæson. Spill from activities on a washing and filling locality over one year.

| Aktivitet Activity | Spild af aktivstof i gram Spill of active ingredient in grams | |
|--|--|-------------|
| | Minimum | Maksimum |
| Påfyldning af vand Filling with water | 0,0 | 50 |
| Påfyldning af middel Adding of pesticide | 2,5 | 50 |
| Indvendig rengøring og fortyndet restsprøjtevæske Inside cleaning and diluted remaining liquid | 1,4 | 14 *) |
| Udvendig rengøring Outside cleaning | 5,0 | 100 |
| I alt Total | 8,9 →10 | 214 →220 #) |

*) Mængden er beregnet under forudsætning af, at restsprøjtevæsken er fortyndet 50 gange. The amount is calculated with the assumption that the remaining liquid is diluted 50 times

#) Mængden kan blive væsentligt større, hvis retningslinierne for indvendig rengøring (fortynding) ikke er overholdt. The amount could be substantially larger in case the instructions for inside cleaning (dilution) are not followed.

Risikovurdering ved tilledning af vaskevand og spild til gyllebeholder

En potentiel løsning for vaske-/fyldepladsproblemet er støbte pladser hvorfra spild og vaskevand tilledes gyllebeholderen. I 2000 var der i Danmark gyllebeholdere i brug på 17.614 af 54.541 landbrugsejendomme (Danmarks Statistik, 2000).

I tabel 2 er vist de koncentrationer af bekæmpelsesmidler, der i normale og værste tilfælde vil forekomme i en gyllebeholder, som tilledes spild fra påfyldning samt vaskevand fra sprøjten. Tillige gives en vurdering af ”doseringen”, når gylle indeholdende bekæmpelsesmiddelrester udspredes på marken.

Tabel 2. Tilledning af vaskevand/spild til gyllebeholder og resulterende markdosering.
Collecting of wash water/spill in a slurry tank and the resulting field dose.

| | | |
|---|--|---|
| Forudsætninger / Conditions: Der tilledes kun ét enkelt aktivstof / Only one active ingredient is collected Et ”ikke-minimiddel”: 10-220 g aktivstof opsamles pr. år / A “normal” pesticide: Annually 10-220 g active ingredient is collected Et minimiddel: 0,2-4,4 g aktivstof opsamles pr. år / A sulfonylurea herbicide: Annually 0.2-4.4 g active ingredient is collected Der sker ingen nedbrydning fra tilledning til udbringning / There is no degradation from the moment of collection until spreading Der foretages ind- og udvendig vask af sprøjten 1-10 gange i løbet af et år / Over one year 1-10 in- and outside cleanings will be done Der udtømmes 1-10 gange 10 liter fortyndet restsprøjtevæske / Over one year a volume of 10 litres diluted remaining liquid is emptied out 1-10 times Gyllemængde: 500 m³ / Amount of slurry: 500 m³ | | |
| | ”Ikke-minimiddel” “Normal” pesticide | Minimiddel Sulfonylurea herbicide |
| Koncentration af aktivstof i tanken Concentration of active ingredient in the tank | 0,02 - 0,44 mg/l | 0,0004 – 0,009 mg/l |
| Ved udbringning af 25 m³ gylle pr. ha bliver doseringen: With spreading of 25 m ³ slurry per ha the dose is: | 0,5 – 11,0 g/ha | 0,01 – 0,23 g/ha |
| Aktuel dosering i forhold til en typisk markdosering på 1.000 g aktivstof pr. ha (20 g for et minimiddel) Actual dose in relation to a typical field dose of 1000 g active ingredient per ha (20 g for a sulfonylurea herbicide) | 1/2.000 – 1/90 | 1/2.000 - 1/90 |

Det forventes ikke, at der forekommer væsentlig nedbrydning af kemikalier i gyllen. I en svensk undersøgelse var halveringstiden for de fleste testede bekæmpelsesmidler mellem et halvt og et år. For glyphosat var halveringstiden eksempelvis ca. 2 år (Torstensson *et al.*, 2001).

Der er flere forhold der gør, at doseringen af aktivstof ved udbringning af gyllen normalt vil være betydelig lavere:

- Der vil ofte være sammenhæng mellem størrelsen af gyllebeholder og sprøjteintensitet på bedriften, således at små beholdere ofte findes på små bedrifter, der sprøjter mindre arealer.
- Det drejer sig oftest om gyllebeholdere over 1.000 m³.
- Der er oftest tale om mindst 5-15 forskellige aktivstoffer i stedet for ét.
- Minimidler leveres ofte som tabletter eller vandopløselige poser, hvilket stort set eliminerer spild af koncentreret produkt.
- Ofte vaskes sprøjten kun 1-2 gange årligt.

Vurdering af risikoen for miljøet

I betragtning af de lave totalmængder af bekæmpelsesmiddel, der normalt vil blive udbragt med gyllen og den meget lave dosering af aktivstof på marken i forhold til den af Miljøstyrelsen godkendte normaldosering, vurderes det, at bekæmpelsesmidler, der udbringes på marken med gyllen, ikke udgør et miljømæssigt problem. De stramme regler for hvornår gyllen må udsprede og de gældende kvælstofkvoter sikrer endvidere, at der er sikkerhed for en jævn fordeling på et stort areal.

Vurdering af risikoen for afgrøder

Der er en potentiel risiko for, at bekæmpelsesmidler kan gøre skade på afgrøder, når gyllen udbringes. I praksis drejer det sig kun om sulfonylureamidler (dvs. minimidler som for eksempel Express og Ally), der udbringes på roer og raps. For følsomme afgrøder nævnes en effektgrænse på 0,4 ppm for sulfonylureamidler (Read og Taylor, 1998). Som beregnet i tabel 2, er de udbragte doseringer for minimidler (0,009 mg/l = 0,009 ppm) i praksis så lave, at man vil ligge langt under de koncentrationer, hvor skade på afgrøder forekommer. Fremover tillades bredspredning af gylle ikke. Gyllen skal nedfældes eller udlægges med slanger, dermed er risikoen for bladoptagelse reduceret.

Sulfonylureamidler (metsulfuron og chlorsulfuron) kan have jordeffekt. Meget følsomme afgrøder som roer og løg tåler kun mellem 0,1-0,3 ppb i jordvæsken, mens de fleste afgrøder, herunder kornarterne, tåler mellem 20 og 100 ppb (Beyer *et al.*, 1988). Hvis man regner med et vandindhold på 20% i jorden og at alt aktivstof frigives fra gylle til jordvand, får man en koncentration på 0,6 ppb i jordvæsken i de øverste 20 cm jord. Derved kan koncentrationerne i jordvand i worst-case overskride effektgrænsen.

Der anvendes i dag støbte vaskepladser på en del landbrugsejendomme, hvorfra man leder bekæmpelsesmidler til gyllen i de mængder som fyldning og vask afstedkommer. På trods af dette er der kun få kendte eksempler på, at denne praksis har givet skade på afgrøder efter gylleudbringning.

Diskussion

Det beregnede årlige spild af aktivstoffer kan føre til punktkildeforureninger på uegnede lokaliteter. Dette gælder specielt i tilfælde, hvor restsprøjtevæsken ikke fortyndes.

Med baggrund i de beregnede koncentrationer, der vil forekomme i gyllebeholdere efter opsamling fra en støbt vaskeplads, er det sandsynliggjort, at spredning på markerne ikke vil udgøre en fare for miljøet. Med hensyn til beskyttelse af miljøet (dvs. forebyggelse af punktkildeforureninger ved spredning af pesticider fra vaskepladsen til grundvand og vandløb), anses støbte pladser med opsamling som hensigtsmæssige og sikre. Metoden er en markant miljømæssig forbedring sammenlignet med de grus- og stenbelægninger, hvor fyldning og vask af sprøjteudstyr ellers ofte foregår.

Sammendrag

De aktiviteter, hvor der kan forventes spild af pesticider i forbindelse med anvendelse af marksprøjter blev identificeret. For hver aktivitet blev størrelsen af det potentielle spild estimeret. På baggrund af disse spildmængder blev en årlig mængde spildt aktivstof på lokaliteter, der anvendes til vask og fyldning af sprøjteredskaber, beregnet. Denne hypotetiske årlige spildmængde kan bruges til vurderinger af risiko for miljøet ved brug af forskellige vaske-/fyldepladser. Som eksempel er der vist en risikovurdering for en støbt plads, hvor vaskevandet og spild afledes til gyllebeholderen.

Litteratur

- Balsari P, Murucco P & Tamagnone M.* 2002. Inside cleaning of sprayers: new European standard proposal and first results. *International Advances in Pesticide Application, Aspects of Applied Biology*, 66. 33-38.
- Beyer EM JR., Duffy MJ, Hay JV & Schlueter DD.* 1988. Sulfonylureas. Chapter 3 in: *Herbicides: Chemistry, Degradation and mode of action, Volume 3* (edited by Kearny, P.C. and Kaufman, D.D.), Marcel Dekker Inc., New York, USA, 117-189.
- Danmarks Statistik.* 2000. Landbrug 2000, Statistik om landbrug, gartneri og skovbrug. Danmarks Statistik, Sejrøgade 11, 2100 København Ø.

- Glass CR, Gilbert AJ, Mathers JJ, Lewis RJ, Harrington PM & Perez Duran S.* 2002. Potential for operator and environmental contamination during concentrate handling in UK agriculture. *International Advances in Pesticide Application, Aspects of Applied Biology*, 66: 579-386.
- Read MA & Taylor WA.* 1998. A preliminary investigation into the effectiveness & decontamination methods on the residues of amidosulfuron , used alone and in mixtures from polyethylene sprayer tanks. *Managing Pesticide Waste and Packaging, BCPC Symposium Proceedings*, 70: 107-113.
- Torstensson L, Börjesson E, Sundin P, Kylin H & Ramberg Å.* 2001. Långsam nedbrytning av bekämpningsmedel i flytgödsel. *FAKTA Jordbruk, SLU, Nr. 20*, 2001.

Udvaskning af pesticider fra fuldskalabiobed – analyser fra projektets første år

Niels Henrik Spliid & Arne Helweg
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Indledning

Danmarks JordbrugsForskning i Flakkebjerg har i samarbejde med Landbrugets Rådgivningscenter, ingeniørfirmaet COWI Consult A/S og Hardi International A/S iværksat et projekt, hvor der skal udarbejdes praktiske retningslinier for forebyggelse mod forurening af små vandforsyninger i forbindelse med håndtering af pesticider. Projektet, der er sat i gang af Miljøstyrelsen på grundlag af et udbud fra oktober 2000, blev omtalt på planteværnskonferencen i 2002 (Helweg *et al.*, 2002). Som en del af projektet er der blevet etableret et fuldskalabiobed ved Forskningscenter Flakkebjerg.

Et biobed anvendes i forbindelse med fyldning og vask af sprøjter. Sprøjtemiddelrester, der vaskes af sprøjten, tilbageholdes og nedbrydes i et eller andet omfang af biobedsmaterialet, der består af 50% snittet halm, 25 % sphagnum og 25% overjord, hvorved forurening begrænses. Spild i forbindelse med fyldning af sprøjten fanges også af biobedet, så en større forurening af jorden på fyldepladsen undgås. Biobedet vil ikke være beregnet til udtømmning af tilbageværende ufortyndede sprøjtemiddelrester efter sprøjtning. Disse udsprøjtes i marken efter fortynding med vand fra skylletanken på sprøjten. Det er således kun den sidste fortyndede rest, der eventuelt kan udtømmes på biobedet.

Projektet skal blandt andet belyse hvor effektivt, biobedet fungerer ved tilbageholdelsen og nedbrydningen af sprøjtemiddelresterne. De indledende resultater fra undersøgelsen vil blive præsenteret.



Figur 1. A) Udvandning af pesticider på biobedet. Normalt ville gangbroerne være udskiftet med stålramper for kørsel med sprøjtemateriel. B) Begyndende nedvisning af græsdækket 11 dage efter udvandning.

Materialer og Metoder

Biobedet er bygget af beton-elementer fra firmaet Perstrup A/S, se figur 1. 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 drænslinger, som kobles til et opsamlingsreservoir, så mængden af perkolerende vand kan måles, og der kan udtages vandprøver til analyse for udvaskede pesticider. Drænslingerne 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, som beskrevet i indledningen, 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 flere gange på den midterste del af biobedet, hvilket skal simulere vaskevand fra sprøjter.

Tabel 1 viser de 23 pesticider og nedbrydningsprodukter, der er medtaget i undersøgelsen. Listen omfatter 15 herbicider, 4 fungicider, 2 insekticider og 2 nedbrydningsprodukter. Som det

fremgår af tabellen, repræsenterer listen et bredt spektrum af kemiske stofgrupper og fysisk kemiske egenskaber.

Tabel 1. Pesticider som tilføres bibedet ved hver udvanding. Data for halveringstid og sorption stammer fra internationale databaser. Ved omregning fra K_{oc} til K_d er det antaget, at danske jorde i gennemsnit indeholder 1,5% C ($K_d = K_{oc} / 67$).

| Komponent* | K_d | $T_{1/2}$ |
|------------------------|------------------|-----------|
| Azoxystrobin (f) | | |
| Dimethoat (i) | 0,3 | 7 d |
| diuron (h) | 7,1 | 90 d |
| Kresoxim-methyl (f) | | |
| Linuron (h) | 6 | 60 d |
| Metabenzthiazuron (h) | Kraftig adsorpt. | |
| Metamitron (h) | | < 4 uger |
| Metribuzin (h) | 0,9 | 40 d |
| Pirimicarb (i) | 0,9 | 10 d |
| Propiconazol (f) | 9,7 | 110 d |
| Propyzamid (h) | 200 koc | 90 |
| Terbuthylazin (h) | 2,2 | 60 d |
| Bentazon (h) | 0,5 | 20 d |
| Bromoxynil (h) | 16 | 7 d |
| Dichlorprop (h) | 14,9 | 10 d |
| Fluazifop-butyl (h) | 44,8 | 21 d |
| Ioxynil (h) | | 10 d |
| MCPA (h) | | < 7d |
| (Glyphosat) (h) | 358 | 47 d |
| (AMPA) (d) | | |
| Fenpropimorph (f) | 862 koc | 93 |
| Fenpropimorph-syre (d) | | |
| Prosulfocarb (h) | | 35 d |

*) : f: fungicid, i: insekticid, h: herbicid og d: nedbrydningsprodukt(degradation product).

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

Bedet behandles 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 mg bro-

mid. 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.

Resultater og diskussion

Tabel 2. Viser forekomsten af pesticider i det perkolerende biobedsvand i perioden efter udvanding. Alle pesticid-resultater i µg/L.

| Udtagningsdatoer: | D.L | 13.5.02 | 14.5.02 | 16.5.02 | 21.5.02 | 27.5.02 | 7.6.02 | 21.6.02 | 17.7.02 | 14.8.02 | 12.9.02 | 15.10.02 |
|---------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Udtaget antal liter | . | 2) | 27 | 34 | 51 | 68 | 92 | 331 | 412 | 347 | 120 | 728 |
| Bromid (mg/L) | 0,18 | 0,49 | 0,56 | 0,63 | 0,66 | 0,57 | 0,65 | 1,4 | 1,2 | 1,6 | 2,2 | 1,2 |
| Azoxystrobin | 0,51 | n.d. | spor | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | spor | spor | spor |
| Bentazone | 0,44 | n.d. | 5,6 | 48,2 | 30,2 | 42,2 | 4,7 | 445 | 262 | 262 | 373 | 243 |
| Bromoxynil | 0,83 | n.d. | n.d. | 1,7 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Dimethoate | 0,32 | n.d. | spor | 3,6 | 1,7 | 2 | spor | 29 | 7,4 | 7,3 | 10 | 2,3 |
| Diuron | 0,20 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | spor | n.d. | n.d. |
| Fenpropimorph | 0,56 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Fenpropimorph-syre | 0,48 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | spor | spor | spor |
| Fluazifop | 0,15 | n.d. | 0,65 | 4,5 | 2,4 | 3 | 0,18 | 71 | 31 | 32 | 46 | 22 |
| Ioxynil | 0,38 | n.d. | spor | spor | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Kresoxim-methyl | 0,75 | n.d. | 1,5 | spor | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Linuron | 0,53 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| MCPA | 0,35 | n.d. | 1,1 | 11,5 | 8,5 | 8,6 | spor | 29 | 6 | 1,8 | n.d. | n.d. |
| Mechlorprop 1) | 0,50 | n.d. | 4,6 | 39,6 | 25 | 33 | 1,2 | 178 | 51 | 19 | spor | n.d. |
| Metabenzthiazuron | 0,36 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | spor | n.d. |
| Metamitron | 0,63 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Metribuzin | 0,73 | n.d. | n.d. | 1,2 | n.d. | n.d. | n.d. | 18 | 7 | 7 | 3,6 | 1 |
| Pirimicarb | 0,33 | n.d. | spor | spor | spor | spor | n.d. | 2 | 1 | 2 | spor | spor |
| Propiconazole | 0,29 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | spor | n.d. |
| Propyzamide | 0,40 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Terbuthylazine | 0,31 | n.d. | spor | spor | n.d. | n.d. | n.d. | spor | spor | spor | spor | n.d. |
| Prosulfocarb | 0,86 | spor | spor | spor | spor | spor | spor | n.d. | spor | spor | spor | spor |

1) bestemt ud fra gennemsnit af standardkurve for dichlorprop og MCPA.

2) før behandling

Som det fremgår af tabel 1 og 2 er der en markant sammenhæng mellem stoffernes K_d værdier og nedvaskningen i biobedet. Det er stofferne bentazon, dimethoat, MCPA, Mechlorprop, me-tribuzin og pirimicarb, der er blevet udvasket i de højeste koncentrationer, og som også har de laveste K_d værdier af de medtagne stoffer i undersøgelsen. Der er målt på den frie Fluazifop-syre, som findes i relativt høje koncentrationer. Moderstoffet fluazifop-butyl har en høj K_d -værdi, mens den frie syre skønnes at have en meget lavere værdi, hvilket kan forklare udvaskningen.

Udover analyser af pesticider i perkolatet analyseres biobedsprofilen også i niveauerne 0-10, 10-25 og 25-40 cm, for at få belyst i hvilket omfang stofferne nedbrydes og sorberes af biobedsmaterialet. Endelig registreres temperatur og vandindhold i bedet.

Tabel 2 viser øverst antal udtagne liter perkolat og dermed, at lermembranen i bunden af biobedet ikke er i stand til at tilbageholde hele den tilførte vandmængde. I vinterhalvåret fra 16.10.01 til 11.3.02 er afdrænet 262 af 290 mm nedbør svarende til 90%. I sommerhalvåret fra 12.3 til 14.8.02 afdrænedes 148 af de tilførte 318 mm svarende til 46%. Da undersøgelsen viser, at perkolatet kan indeholde høje koncentrationer af pesticider, må en foreløbig konklusion være, at biobede skal forsynes med impermeable bundmembraner, f. eks. af plast eller beton. I sidste del af projektet vil bedet blive overdækket i vinterhalvåret, og nedbrydningsforholdene i biobedet vil blive undersøgt, når bundventilen er lukket, så der ikke er mulighed for afdræning.

Udover fuldskalabiobedet indgår der også 2 minibiobede på 70 x 70 cm i projektet. Disse benyttes til at undersøge konsekvenserne af et egentligt spild af koncentreret sprøjtevæske. Der er blevet tilført 50 g glyphosat og fenpropimorph samt relativt samme mængder af de øvrige pesticider, som på fuldskalabiobedet. Det skal undersøges, hvordan sådan et simuleret spild påvirker sorption og nedbrydning og dermed udvaskning af de tilførte pesticider.

Hele projektet vil blive afrapporteret med udgangen af 2003.

Litteratur

Helweg A. (2002). Fylde-/vaskepladser og risiko for grundvandsforurening – en ny undersøgelse skal reducere risikoen. 19. Danske Planteværnskonference DJF rapport, Nr. 66, Markbrug, Februar 2002, 45-47.

Den 20. og sidste Planteværnskonference. Miljøindlæggene gennem tiden

The 20th and last Danish Plant Protection Conference. Environmental presentations

Arne Helweg

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

The Danish Plant Protection Conference was initiated in 1984 and has thus existed for 20 years in 2003. Over the years more than 150 presentations have focused on the influence of pesticides on the environment. Almost half of these have focused on protection of surface- and groundwater and on sorption and degradation in soil. The influence of pesticides on flora and fauna have been presented in 20% of the presentations and, further influence on the working environment, wind drift, and pesticide residues in the harvested crop have been important issues. The Danish EPA have given presentations on most conferences about their efforts to regulate the use of pesticides to give the best possible protection of the environment. The paper have divided the presentations in groups and give examples of some.

Indledning

Planteværnskonferencerne startede som en ren ukrudtskonference i 1984 på initiativ af K.E. Thonke fra det daværende SP, nu DJF i Flakkebjerg. Konferencen blev 1985 udvidet med plantesygdomme og skadedyr. Den henvender sig til konsulenter i landøkonomiske foreninger og i kemikalie-, korn- og frøfirmaer samt til lærere og elever fra KVL og fra landbrugsskoler og landbrugsfaglige kurser. Senere er kredsen udvidet med medarbejdere fra amter og kommuner.

Formålet har været at fremlægge undersøgelsesresultater på et relativt tidligt tidspunkt, således at resultaterne kan diskuteres i et fagligt forum, og anvendes tidligst muligt i rådgivning og undervisning. De er således primært rettet mod fagfolk som kan vurdere resultaternes anvendelighed. De første tre år var konferencen ikke sektionsopdelt, således at miljøindlæg-

gene var en del af de samlede indlæg på ukrudtsområdet, medens der i nogle af de senere konferencer har været en speciel miljøsektion.

Artiklen er ment som en illustration af hvilke miljøproblemer, vi har været optaget af indenfor plantebeskyttelsen gennem de seneste år, og som supplement gennemgås nogle af de resultater, der er fremlagt gennem tiden. Eksemplerne er ikke suppleret med nyere undersøgelser på området, men skal blot illustrere indholdet på miljøsektionerne gennem tiden.

En række af de øvrige indlæg på konferencen støtter også bestræbelserne på at beskytte miljøet bedst muligt. Det gælder for eksempel reduktionen af de anvendte mængder af pesticider, for eksempel ved at anvende biologisk bekæmpelse, integreret bekæmpelse, bedre sprøjte-teknik, og mere effektive metoder i økologisk jordbrug. Disse emner er ikke medtaget som miljøindlæg.

Gennemgang af miljøindlæggene

Ved en gennemgang af de 20 årgange er der foretaget en opdeling efter de behandlede emner. I Tabel 1 er det søgt at samle emnerne i nogle få, og markere antallet af indlæg de enkelte år med "X".

Tabel 1 viser, at der gennem de 20 år er præsenteret i alt 156 indlæg. Tabellen viser også, at en gennemgående interesse, i hvert fald op gennem 90-erne, har ligget på vandområdet. Heraf er hovedparten af undersøgelserne studier af udvaskning i de øverste jordlag og forekomsten i grundvand og overfladevand. Der er ikke tvivl om, at de øgede forskningsmidler, som er stillet til rådighed via Afgift på salget af pesticider, er vigtig for styringen af, hvor der er blevet sat ind. De første resultater af systematiske undersøgelser af pesticidindholdet i grundvand kom fra GEUS og Miljøstyrelsen i slutningen af 80-erne. Resultaterne har ført til, at Miljøstyrelsen har fjernet registreringen af en del pesticider. De senere år er det specielt metabolitten 2,6-dichlorbenzamid (BAM), der har voldt problemer.

Miljøstyrelsens medarbejdere har været et gennemgående indslag blandt andet med fremlæggelser af status for godkendelsesordninger og revurdering. I alt 17 indlæg er det blevet til i løbet af de 20 år. En række undersøgelser har sigtet mod at afklare pesticidernes binding og nedbrydning i jorden. Dette er integrerede elementer i vurdering af risiko for skader på afgrøderne, for rester i afgrøderne og for risikoen for udvaskning.

Konferencen har også løbende behandlet effekter på planter, mikroorganismer og dyr, ligesom spørgsmål om arbejdsmiljø og rester i afgrøderne er behandlet jævnlige. De sidste områder udgør den største risiko for humane belastninger med pesticider.

Table 1. Miljørelaterede indlæg ved Danske Planteværnskonferencer 1984 til 2003. Presentations at the Danish Plant Protection Conferences 1984 to 2003 which are related to environmental studies.

| Nr./år | Nedbr. binding | Grundvand/ Lysimeter/Dræn | Overfladevand og nedbør | Effekter på flora og mikroflora | Effekter på fauna inklusiv bier | Afdrift, afsætning og for-damp. | Arbejds miljø | Rester i afgrøder mm | Generel toksikologi mm | Miljøstyrelsen |
|-----------|----------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------|----------------------|------------------------|----------------|
| 1. 1984 | X | | | X | | X | | | | X |
| 2. 1985 | XXX | | | X | | | | XX | | X |
| 3. 1986 | | X | | X | X | | | X | | X |
| 4. 1987 | X | X | | X | X | | | | | X |
| 5. 1988 | XX | X | | XX | | | | X | | X |
| 6. 1989 | XX | X | | | X | X | XX | XX | | |
| 7. 1990 | X | X | | XXX | | | | | | XX |
| 8. 1991 | X | XX | | X | X | | | | | X |
| 9. 1992 | X | X | X | | | | | | | XX |
| 10. 1993 | X | XXX | | | | | X | | | X |
| 11. 1994 | | XXX | XX | | X | | X | | X | X |
| 12. 1995 | X | XX | X | | XXX | | | | | |
| 13. 1996 | X | XX | X | | X | | X | XX | X | |
| 14. 1997 | | XX | | | XXX | XX | XX | | X | X |
| 15. 1998 | XX | XX | | X | X | X | | X | X | XX |
| 16. 1999 | | XX | X | | | X | | X | | X |
| 17. 2000 | | XXX | X | X | | | | | XX | |
| 18. 2001 | X | XXXXXXXX | X | | | | | X | | X |
| 19. 2002 | | XXXXXX | X | X | | XX | X | | XXX | |
| 20. 2003* | X | XXXXX | X | XX | X | XX | X | | | |
| Sum | 19 | 42 | 10 | 15 | 14 | 10 | 9 | 11 | 9 | 17 |

* Ifølge foreløbigt program

Eksempler på indlæg gennem 20 år

Målet med de fleste af de miljøundersøgelser som fremlægges på Planteværnskonferencen har været et ønske om at følge konsekvenserne af pesticidanvendelsen og at påvirke forbruget mod mere skånsomme metoder. Indlæggene omhandler dels spredningen af pesticider til vand, jord, luft og afgrøder, dels effekterne på plantevæksten og på dyrelivet. Selv om dette ikke er emner, som har økonomisk betydning i produktionen, har emnerne betydning både for Miljøstyrelsens reguleringer og godkendelser, og for hvordan pesticiderne anvendes bedst. Der har derfor været en udbredt interesse blandt både industriens og landbrugets konsulenter.

Der er udvalgt eksempler på undersøgelser af effekt på ukrudtets sammensætning, pesticid-udvaskning fra marker, effekter på jordens mikroflora, grundvandsmonitoring for pesticider, effekter på leddyrfaunaen, pesticider i frugt og grønsager og pesticider i nedbør.

Pesticiders indflydelse på ukrudtsfloraens sammensætning

Behandlingen med ukrudtsmidler sker for at begrænse ukrudtets konkurrence med afgrøden og altså reducere mængden af ukrudt i marken. Derfor er der behov for at følge konsekvenserne af den nedgang i ukrudtsmængden og ukrudtsvariationen som sprøjtningerne medfører.

Rasmussen og Haas (1984) undersøgte i 1982 ukrudtsbestandene og deres sammensætning på 2 nabogårde, hvoraf en havde været dyrket efter biodynamiske principper siden 1952 og den anden efter konventionelle metoder. Sammensætningen er søgt illustreret ved artsdiversiteten kvantificeret efter Simpsons Dominansindeks som omfatter 1) floraens artsrigdom og 2) et udtryk for mængdeforholdet mellem arterne

Tabel 2. Ukrudtsfloraens artsdiversitet udtrykt ved Simpsons dominansindex hvor 1 = monokultur. Aftagende værdier indikerer stigende artsdiversitet (Rasmussen og Haas, 1984).

Species diversity in the weed flora.

| Driftform | Afgrøde | Udlæg | Sprøjtning | Dominansindex |
|--------------|---------|-------|------------|---------------|
| Konventionel | Byg | - | + | 0,46 |
| ” | ” | + | - | 0,23 |
| ” | ” | - | - | 0,22 |
| ” | Hvede | - | + | 0,28 |
| ” | ” | - | - | 0,21 |
| Biodynamisk | Byg | - | - | 0,10 |
| ” | ” | + | - | 0,11 |
| ” | Hvede | - | - | 0,12 |
| Gennemsnit | | | | 0,21 |

Undersøgelsens resultat fremgår af tabel 2. Tabellen viser, at ukrudtsfloraen i undersøgelsesåret på den biodynamiske gård har større artsrigdom og diversitet end på den konventionelle (lavere dominansindeks), og at ukrudtssprøjtningerne virkede kraftigt ensrettende på floraen. Undersøgelsen bekræfter dermed formodningen om, at herbicider kan spille en afgørende rolle som artsreducerende faktor og de økologiske jordbrug synes at sikre en stor artsdiversitet.

Udvaskning af pesticider

Nogle af de første analyseresultater som skulle vise risikoen for forurening af grundvand og drænvand med pesticider i Danmark, var undersøgelsen af udvaskning af atrazin på sandjord i Vestjylland. Grundvandsprøver blev udtaget i ca. 2,5 meters dybde under terræn på en mark ved Drengholm. Marken på 4,5 ha blev årlig tilført 100 t gylle pr. ha og var behandlet med atrazin (1,5 til 3,5 kg v.st./ha/år) gennem de seneste 6 til 12 år.

Tabel 3 viser resultaterne af analyser af grundvand udtaget i 2 til 3 meters dybde. Det var dengang overraskende, at der blev fundet så lave koncentrationer i det, der dengang blev betragtet som det mest sårbare område (sandjorde i Vestjylland behandlet hvert år gennem en længere årrække).

Vandprøver blev udtaget mellem 2 og 3 meters dybde ved nedramning af en filterspids. Sandjordene har senere vist sig ikke at være særlig sårbare i forhold til lerjordene, blandt andet nævnt af Brüsch og Juhler (2002).

Tabel 3. Koncentrationer af atrazin i højtliggende grundvand under en majsmark behandlet med atrazin (u.d.: Under detektionsgrænsen) (Felding og Helweg, 1987). Concentrations of atrazine in shallow situated groundwater below a maize field treated with atrazine.

| Dybde under jordoverfladen | Atrazin (µg/l) i 2 prøver |
|----------------------------|---------------------------|
| 2,14-2,35 m | 0,06/0,05 |
| 2,46-2,67 m | 0,05/0,05 |
| 1,95-2,16 m | 0,03/0,01 |
| 2,35-2,56 m | u.d./u.d. |
| 1,85-2,06 m | u.d. |
| 2,25-2,46 m | 0,04/u.d. |
| 2,65-2,86 m | 0,02/0,01 |

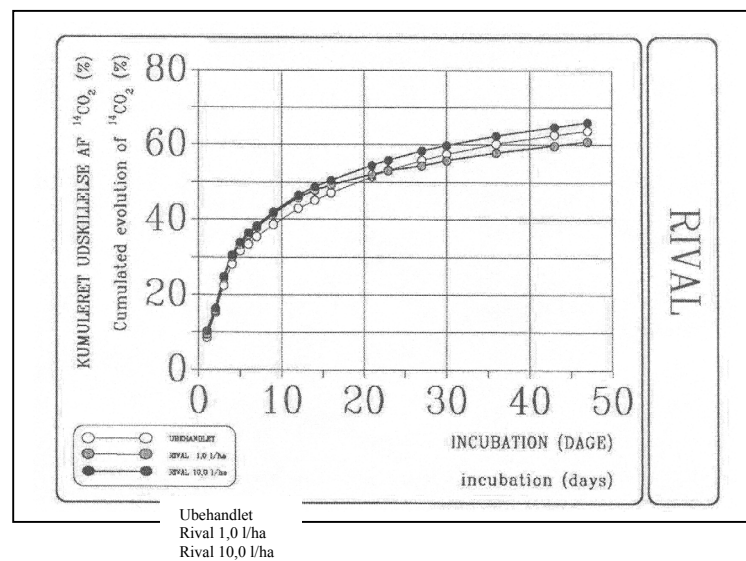
Indflydelse på jordens mikroflora

Den mikrobiologiske omsætning i jorden er en forudsætning for at organisk materiale i jorden bliver nedbrudt, og næringsstofferne genanvendt. Det er også mikrofloraen som tager sig af nedbrydningen af de udsprøjtede pesticider. Det er derfor en forudsætning, at pesticiderne ikke blokerer vigtige mikrobiologiske omsætninger.

Der blev fra 1960-erne udført en meget lang række undersøgelser som skulle fastslå effekten af pesticider på de vigtigste mikrobiologiske omsætninger i jorden. Undersøgelserne dækkede dels effekter på mikroorganismer i renkulturer, dels effekter på nitrogenomsætningen (ammofikation og nitrifikation) og på respirationen i jord (Anderson, 1978).

I forbindelse med forbudet mod halmafbrænding i Danmark fra 1990 blev det aktuelt at foretage nedmuldning af langt større halmmængder end hidtil. Der blev derfor startet en undersøgelse, som skulle vise, om halm der var behandlet med forskellige svampemidler blev hæmmet i deres nedbrydning. Effekten blev undersøgt ved at behandle kulstof-14 mærket halm med de forskellige fungicider og måle nedbrydningen af halmen ved udskillelsen af ^{14}C -mærket CO_2 .

Figur 1 viser hvordan to doseringer (normal og 10x normal dosering) af fungicidet Rival (fenpropimorph + prochloraz) påvirker nedbrydningen af kulstof-14 mærket halm i markjord. Figuren viser kun små forskelle mellem nedbrydningen i kontrollen og ved de to forskellige behandlinger. Disse resultater svarer meget godt til en række andre resultater, som er refereret i artiklen. På grundlag af resultater med 6 fungicider var der kun for få fungicider statistisk sikre effekter, og der er ingen grund til at tro, at midlerne har nogen kritisk effekt på halmomsætningen i de anbefalede doseringer.



Figur 1. Effekt af fungicidet Rival (fenpropimorph + prochloraz) på omsætningen af ^{14}C -mærket halm under laboratorieforhold. Resultaterne er vist som kumulerede gennemsnitsværdier af $^{14}\text{CO}_2$ (Elmholt, 1990). Effect of the fungicide Rival on the mineralisation of ^{14}C -labelled straw in laboratory experiments. The results are shown as accumulated mean values of $^{14}\text{CO}_2$.

Grundvandsmonitoring

I slutningen af 80-erne blev der på initiativ af Miljøstyrelsen startet en monitoring for herbicider i grundvand for at få en systematisk overvågning af grundvandsmiljøet. Det var GEUS (dengang DGU) som stod for indsamling af prøver og for afrapportering. Undersøgelsen omfattede fra starten analyser for de 7 såkaldte GRUMO-pesticider (dichlorprop, MCPA, mechlorprop, DNOC, dinoseb, atrazin og simazin. Nogle steder desuden 2,4-D).

Mellem 1989 og 1991 var der i alt blevet analyseret for de 7 pesticider i 528 filtre. Der blev fundet pesticidrester i 36 grundvandsfiltre, svarende til ca. 7%. Tabel 4 viser, at der i alt er fundet enkeltstoffer i 43 tilfælde. Det betyder, at der er fundet mere end ét pesticid i nogle af de 36 positive filtre. Tabellen viser også, at de højeste koncentrationer og de oftest forekommende stoffer er dichlorprop og atrazin. Kommentarerne til resultaterne viste, at man allerede da var opmærksom på, at fundene ud over udsprøjtningen på de dyrkede marker, kunne stamme fra flere kilder herunder atrazinanvendelse i skovarealer og læbælter, simazinanvendelse på gårdspladser, og et par forureninger skyldes nedsivning langs borerør.

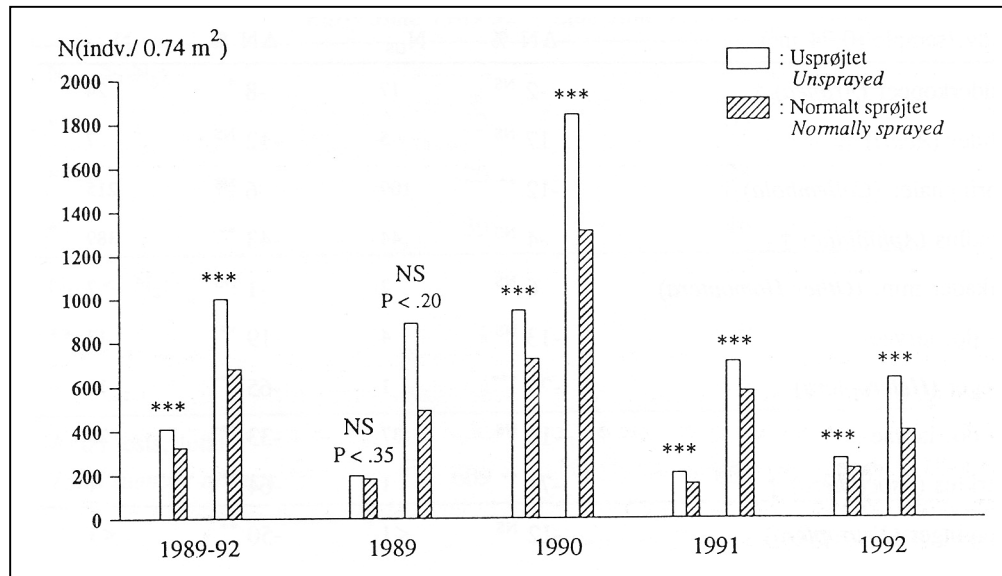
Analyseprogrammet er senere udvidet ganske væsentligt, og de seneste undersøgelser omfatter også analyser af forureningsgraden i små vandforsyningsanlæg, hvor forureningsgraden er større end i monitoreringsboringerne. Det har senere vist sig, at et nedbrydningsprodukt (2,6-dichlorbenzamid) = BAM fra ukrudtsmidlerne Prefix og Casoron har givet særlig store problemer på grund af overskridelser af grænseværdien i drikkevand på 0,1 µg/l (Brüsch og Juhler, 2002).

Tabel 4. Fund af pesticider i grundvandsprøver 1989 til 1991 (Kristiansen, 1993). Herbicides found in groundwater samples 1989 - 1991

| Pesticid | Antal fund | Koncentration | % af fund |
|-------------|------------|---------------|-----------|
| Dichlorprop | 12 | 0,01 – 20,3 | 27,9 |
| Atrazin | 11 | 0,02 – 21,5 | 25,6 |
| Mechlorprop | 6 | 0,01 – 0,43 | 14,0 |
| MCPA | 7 | 0,01 – 1,04 | 16,3 |
| Simazin | 4 | 0,16 – 0,87 | 9,3 |
| Dinoseb | 1 | 0,06 | 2,3 |
| DNOC | 1 | 0,29 | 2,3 |
| 2,4-D | 1 | 0,23 | 2,3 |
| Total | 43 | | 100 |

Effekter på leddyrfaunaen

Undersøgelser af udbredelsen af leddyrfaunaen (hovedsagelig bladlus, springhaler og biller) har vist at nedgange i leddyrfaunaen kunne se ud til at hænge sammen med pesticidforbruget. En dansk undersøgelse foretaget i årene 1989 til 1992 har belyst forskelle i leddyrfaunaens sammensætning i kornmarker, henholdsvis ubehandlede og behandlede med pesticider.



Figur 2. Det totale antal leddyr (hovedsagelig bladlus, springhaler og biller) i usprøjtede og normalt sprøjtede parceller i årene 1989 til 1992. Første og andet kurvepar viser optælling tidligt og sent i juni (Reddersen, 1995). *** $P < 0,001$. Total number of arthropods in unsprayed and normally sprayed plots 1989-92 in early and late June 1st and 2nd column-pairs, resp.

Resultaterne af denne undersøgelse fremgår af figur 2. Der sås et ensartet billede af lavere leddyr-tætheder i normalt sprøjtede parceller sammenlignet med usprøjtede parceller. Som gennemsnit over de 4 år var der i begyndelsen af juni 20% lavere tætheder i normalt sprøjtede parceller (henholdsvis 408 og 325 individer pr. prøve i usprøjtet og sprøjtet). I slutningen af juni var tallene henholdsvis 682 og 1002.

Noget af nedgangen i de sprøjtede parceller kan skyldes, at fødemner, skjul med mere er forsvundet som følge af sprøjtning med herbicider og fungicider. Insekticidsprøjtningerne i korn som dominerer mellem begyndelsen og slutningen af juni er dog vigtig, og ser ud til at være årsag til øgningen i pesticideffekten fra først til sidst i juni.

Pesticidrester i afgrøder

Påvisninger af pesticider i afgrøder er også et af de temaer, som har været gennemgående på Planteværnskonferencerne. En forudsætning for anvendelsen af pesticider er blandt andet, at anvendelsen ikke må føre til problematiske restindhold i de høstede afgrøder ”grænseværdierne for pesticidrester skal fastsættes under hensyn til forsigtighedsprincippet og så lavt som overhovedet muligt”. Grænseværdierne fastsættes herhjemme af Fødevaredirektoratet, som også deltager i arbejdet med fastsættelsen af internationalt gældende grænseværdier.

Fødevaredirektoratet står desuden for en landsdækkende kontrol- og overvågningsundersøgelse af restindholdet af pesticider, hvor der i 1988 blev udtaget ca. 500 prøver stigende til 1613 prøver i 1997. Tabel 5 viser hvor mange af de analyserede prøver, der henholdsvis er over og under grænseværdien, og hvor der ikke er påvist rester. Det gennemgående resultat af undersøgelserne er, at restindholdet af pesticider i fødevarer på det danske marked generelt overholder de fastsatte grænseværdier. Desuden viser tabellen færre fund i de danske end i de udenlandske afgrøder.

Tabel 5. Pesticidrester påvist i frugt og grønsager 1997 for alle prøver af danske (694) og udenlandske (919) produkter og for alle prøver (1613). (Büchert, 1999). Pesticide residues found 1997 in fruit and vegetables in domestic and foreign products and in total number of samples.

| Indhold | Danske | Udenlandske | Alle prøver |
|-------------------|--------|-------------|-------------|
| Over grænseværdi | 1% | 3% | 2% |
| Under grænseværdi | 17% | 42% | 32% |
| Intet påvist | 82% | 55% | 66% |

Pesticider i nedbør

Der er foretaget en række analyser for pesticider i nedbør. De fundne koncentrationer har generelt været relativt lave, men har dog i flere tilfælde oversteget grænseværdien i drikkevand på 0,1 µg/l. De fleste fund har kunnet relateres til sprøjtetidspunkterne, dog med undtagelse af fundene af DNOC i en række nedbørsprøver. Denne forurening anses dog ikke at stamme fra pesticidanvendelse men fra udledninger fra trafikken i kombination med fotokemiske reaktioner i atmosfæren.

Tabel 6 viser en sammenligning af fundne maksimumkoncentrationer i regnvand i danske undersøgelser. De pesticidmængder, som deponeres i løbet af et år er beregnet til ca. 0,3 g pr. ha for isoproturon og mechlorprop (Felding *et al.*, 1999). De mulige effekter af pesticiddeponeringerne på plantevæksten er undersøgt med mechlorprop som modelstof og en række forskellige vilde plantearter som testplante. Resultaterne viste, at selv på den mest følsomme planteart var der ikke målbare effekter af de mængder af mechlorprop-P, som er fundet i de indsamlede regnvandsprøver (Mathiassen & Kudsk, 2001).

Tabel 6. Maksimumkoncentrationer i regnvand målt i Danmark (µg/l) (Asman et al. 2002). Comparison of maximum concentrations of pesticides in rain water in Denmark.

| Stof | Gadevang | Lorup | Gisselfeld | Roskilde | Oure |
|-------------|----------|-------|------------|----------|-------|
| mechlorprop | 0,087 | 0,145 | 0,089 | 0,013 | 0,704 |
| bentazon | Nd | 0,019 | nd | 0,004 | 0,004 |
| DNOC | 0,59 | 0,870 | 0,740 | 1,053 | 1,038 |
| dichlorprop | Nd | 0,632 | 0,351 | 0,004 | 0,008 |
| 2,4-D | Nd | Nd | nd | 0,009 | 0,008 |
| isoproturon | 0,257 | 0,171 | 0,383 | 0,071 | 0,070 |

Sammendrag

Artiklen illustrerer indlæg på miljøområdet, der er fremlagt på Danske Planteværnskonferencer gennem 20 år. Konferencerne startede i 1984 som en ren ukrudtskonference, men har siden 1985 også omfattet sygdomme og skadedyr. Gennem de 20 år konferencen er afholdt, er der fremlagt godt 150 indlæg på miljøområdet, heraf har næsten halvdelen haft relation til beskyttelse af overflade- og grundvand og til pesticidernes binding og nedbrydning i jord. Effekter på flora og fauna er også behandlet i en række indlæg, sammen med effekter i arbejdsmiljøet og rester i afgrøderne. Desuden har Miljøstyrelsen været repræsenteret med indlæg på hovedparten af konferencerne. Artiklen illustrerer med eksempler, hvad nogle af indlæggene har behandlet.

Litteratur

- Anderson JR* .1978. Pesticide Effects on Non-Target Soil Microorganisms. In *Pesticide Microbiology*, Eds. I.R. Hill and S.J.L. Wright, Academic Press, London, Chapter 7, 313-533.
- Asman WA, Bossi R, Vejrup MG & Mogensen BB*. 2002. Forekomst af pesticider I regnvand i Danmark. 19. Danske Planteværnskonference, 2002, DJF rapport nr. 66 (2002), 53-57.
- Brüsch W & Juhler R*. 2002. Pesticider og nedbrydningsprodukter I Grundvandsovervågning 2002, Ed. L.F. Jørgensen, GEUS, I kommission hos Geografforlaget, Tlf. 63441683, 57-74.
- Büchert A*. 1999. Regulering og kontrol af pesticidrester i planteprodukter. 16. Danske Planteværnskonference 1999, DJF Rapport nr. 9 (1999), 65-69.
- Elmholt S*. 1990. Effekt af Tilt, Tilt turbo, Calixin, Rival, Sportak og Corbel på omsætningen af halm under laboratorieforhold. 7. Danske Planteværnskonference, 1990, Planteværnscentret, 225-236.

- Felding G & Helweg A.* 1987. Måling af atrazin i grundvand under en majsmark. 4. Danske Planteværnskonference/Pesticider og Miljø, Planteværnscentret, 3- 14.
- Felding G, Asman W & Spliid NH.* 1999. Belastning af landjorden med pesticider via nedbør. 16. Danske Planteværnskonference 1999, DJF Rapport nr. 9 (1999), 71-87.
- Kristiansen H.* 1993. Pesticidrester i grundvand. Resultater fra grundvandsovervågningen 1989 – 1991. 10. Danske Planteværnskonference, 1993, Tidsskr. F. Planteavls Specialserie, S-2236, 7-14.
- Mathiassen SK & Kudsk P.* 2001. Effect of herbicides in precipitation on plants and plant communities. In Pesticide Research Nr. 57, 2001, Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen, 173- 190.
- Rasmussen J & Haas H.* 1984. Sammenligning af ukrudtsfloraen i biodynamisk og konventionelt landbrug. 1. Danske Planteværnskonference/Ukrudt 1984, Statens Planteavlsforsøg, Planteværnscentret, ISSN 0109-3142, 302- 315.
- Reddersen J.* 1995. Effekter på leddyrfaunaen af pesticidforbruget i danske kornmarker. 12. Danske Planteværnskonference, 1995, SP rapport no. 3, 7 – 18.

Nye midler til svampebekæmpelse i korn

New fungicides and strategies for disease control in cereals

Lise Nistrup Jørgensen & Karen Frænde Jensen
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Several new fungicides have been tested in Denmark during the last few years. Some of these products have now been authorised but several are still waiting for a registration. Most of the products have been granted a biological approval by the Danish Institute of Agricultural Sciences (DIAS) based on GEP trials data provided by the institute and in some cases supported by GEP data provided by the chemical companies. Proline (prothioconazole) is a promising new ergosterol inhibitor, which has given very effective control on particular *Rhynchosporium* (*Rhynchosporium secalis*), net blotch (*Drechslera teres*), and septoria diseases (*Septoria tritici* and *Stagonospora nodorum*). The product is also known to give good control of Fusarium diseases. The product is not yet registered in Denmark. Juventus 90 (metconazole) has been tested in a different formulation to the one which was authorised in 2002. The product has generally given good control of septoria and rust diseases in wheat. In 2002 the product was also seen to control fusarium ear blight in line with Folicur. Juventus is mainly seen as a tank mix partner to strobilurins. BAS 560 (metrafenone) is a specific mildewcide, which has given a high and long-lasting effect on mildew in both barley and wheat (*Blumeria graminis*). The product is known to have effect on eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) although the efficacy in Danish trials so far has been relatively low, but in line with Unix. The product is not yet registered in Denmark. Comet (pyraclostrobin) and Opera (pyraclostrobin + epoxiconazole) have both given a very high and broad control of most cereal diseases. In particular the effect on septoria diseases and tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) has been better compared with other products. The products have, used at gs. 39, given a very good and long-lasting effect on diseases in wheat, indicating greater flexibility in timing due to better curativity compared with other strobilurins. Pyraclostrobin was authorised in 2002, but epoxiconazole is not authorised. Acanto (picoxystrobin) has been tested and granted biological approval for all major diseases in cereal. Particularly on barley diseases the product has provided a very high level of efficacy. As regards diseases in wheat the product has been very similar to Amistar although the effect on tan spot has been found to be considerable higher. The product is not yet registered in Denmark.

Indledning

Opera, Comet og Acanto er nye bredspektrede strobiluriner, der har været i afprøvning ved DJF i de seneste år. Især Comet og Opera har vist sig meget effektive til septoriabekæmpelse (Ammermann *et al.*, 2002), hvor de har øget udbytteneiveauet i forhold til de tidligere strobiluriner. Acanto (Godwin *et al.*, 2000) har især vist sig god til bekæmpelse af samtlige byg-sygdomme, hvilket i forhold til Amistar inkluderer både skoldplet og meldug.

Der har også været en ny ergosterolhæmmer, prothioconazole (Proline) (Mauler-Machnik *et al.*, 2002) i afprøvning i de sidste 2 år. Prothioconazole har vist sig stærkt til især skoldpletbekæmpelse, men også effekten på septoria ligger over den, vi kender for Folicur. Udover denne ergosterolhæmmer har metconazole (Juventus) været afprøvet i slutningen af 90'erne, et produkt der på mange måder er kendt for at ligne tebuconazole (Folicur).

Til meldugbekæmpelse har BAS 560 (metrafenone), som tilhører en ny gruppe af fungicider været afprøvet i både byg og hvede. Ud over rigtig god effekt på meldug har midlet i udenlandske forsøg givet god effekt på knækkefodsyge.

Resultater med Proline (prothioconazole)

Proline er en ny ergosterolhæmmer. Midlet har samme virkemekanisme som øvrige ergosterolhæmmere (DMI-midler). Proline har systemisk effekt, der medvirker til en jævn fordeling af midlet i bladet (Mauler-Machnik *et al.*, 2002). Produktet er beskrevet til at have særdeles

Tabel 1. Procent angreb af sygdomme i vinterbyg og merudbytte for bekæmpelse efter 2 sprøjtninger på vs. 30-32 & vs 45-55. Per cent control of diseases in winter barley using 2 treatments at gs 30-32 and 45-55.

| Behandling Treatment | Dosis (l/ha) | % skoldplet Rhyncho. | % bygbladplet Net blotch | % bygrust Brown rust | Udbytte og merudbytte Yield Hkg/ha |
|----------------------------------|--------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|---|
| Ubehandlet | Untreated | 22,4 | 18,4 | 30,0 | 67,8 |
| Amistar Pro | 2,0 | 6,3 | 1,1 | 0,2 | 10,6 |
| Amistar Pro | 1,0 | 7,6 | 1,2 | 0,6 | 10,3 |
| Amistar Pro | 0,5 | 9,9 | 2,1 | 3,8 | 8,5 |
| Proline | 0,8 | 2,9 | 1,2 | 3,3 | 10,3 |
| Proline | 0,4 | 4,6 | 4,1 | 4,3 | 9,3 |
| Proline | 0,2 | 7,5 | 8,7 | 10,0 | 5,4 |
| Antal forsøg No of trials | | 4 | 3 | 1 | 4 |
| Vækststadium gs | | 51-73 | 63-77 | 77 | |
| DAT | | 21-28 | 15-25 | 37 | |
| LSD ₉₅ | | | | | 5,1 |

god virkning på de fleste bladsygdomme i hvede og byg (Jørgensen & Jensen, 2003). Meldug- og rustsvampe er de sygdomme midlet virker svagest over for. Midlet har i udenlandske forsøg vist god effekt på knækkefodsyge og skarp øjeplet. På aksfusarium er målt gode effekter på både Fusariumarter og *Michodochium nivale*. En effekt der ligger over den, vi kender fra Folicur. I flere europæiske lande har midlet vist sig som det bedste middel til bekæmpelse af uspecifikke brune pletter, der bl.a. inkluderer angreb af Ramularia.

Resultater med Juventus (metconazole)

Juventus 90 er en ergosterolhæmmer. Den har ikke været afprøvet i sin nuværende formulering ved DJF, men i 1998 blev den afprøvet i en anden formulering, Juventus 60. Resultaterne fra denne afprøvning viste (tabel 2-4), at Juventus havde en effekt overfor de fleste sygdomme på niveau med Tilt top (Jørgensen & Jensen, 1999). Juventus 60 er anerkendt til septoriabekæmpelse. Juventus 90 viste i forsøg med bekæmpelse af aksfusarium i 2002, at midlet har samme effekt på fusariumsvampe som Folicur (Jørgensen & Jensen, 2003). Juventus er et produkt, der hovedsageligt forventes brugt som blandingspartner til strobiluriner på linie med Folicur.

Tabel 2. Angreb af sygdomme i hvede og merudbytte for bekæmpelse efter 2 sprøjtninger på vs. 31 & 45-51. Forsøg fra 1998. Per cent attack of diseases in winter wheat and yield responses from treatments at gs. 31 and 45-51.

| Behandling Treatment | Dosis (l/ha) | % gulrust Yellow rust | % Septoria | % meldug Mildew | Udbytte & merudbytte Yield Hkg/ha |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------|--------------------|---|
| Ubehandlet | Untreated | 58,8 | 21,9 | 15,0 | 55,8 |
| Tilt top | 2 x 1,0 | 6,8 | 8,2 | 12,5 | 26,4 |
| Juventus 60 | 2 x 1,5 | 7,8 | 6,2 | 10,0 | 31,7 |
| Juventus 60 | 2 x 1,0 | 8,1 | 7,6 | 11,3 | 29,3 |
| Juventus 60 | 2 x 0,75 | 7,1 | 9,4 | 15,1 | 26,3 |
| Antal forsøg No of trials | | 2 | 4 | 1 | 4 |
| Vækststadium gs | | 71 | 71 | 75 | |
| LSD ₉₅ | | | | | 1,7 |

Tabel 3. Angreb af sygdomme i vinterbyg og merudbytte for bekæmpelse efter 2 sprøjtninger på vs. 31 & 39-45. Per cent attack of diseases in winter barley and yield responses from treatments at gs. 31 and 39-45.

| Behandling Treatment | Dosis (l/ha) | % skoldplet Rhyncho. | % bygrust Brown rust | % bygbladplet Net blotch | Udbytte & merudbytte Yield Hkg/ha |
|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| Ubehandlet | Untreated | 18,0 | 2,4 | 3,8 a | 69,9 |
| Tilt top | 2 x 1,0 | 3,3 | 0,2 | 2,5 b | 9,9 |
| Juventus 60 | 2 x 1,5 | 4,2 | 0,2 | 1,3 b | 8,5 |
| Juventus 60 | 2 x 1,0 | 4,5 | 0,3 | 2,3 b | 8,2 |
| Juventus 60 | 2 x 0,75 | 5,8 | 0,3 | 2,0 b | 8,1 |
| Antal forsøg | No of trials | 4 | 4 | 1 | 4 |
| Vækststadium | gs | 71-77 | 71-79 | 79 | |
| LSD ₉₅ | | | | | 3,3 |

Tabel 4. Angreb af sygdomme i vårbyg og merudbytte efter 1 sprøjtning på vs. 31-32. Per cent attack of diseases in spring barley and yield responses from treatments at gs. 31-32.

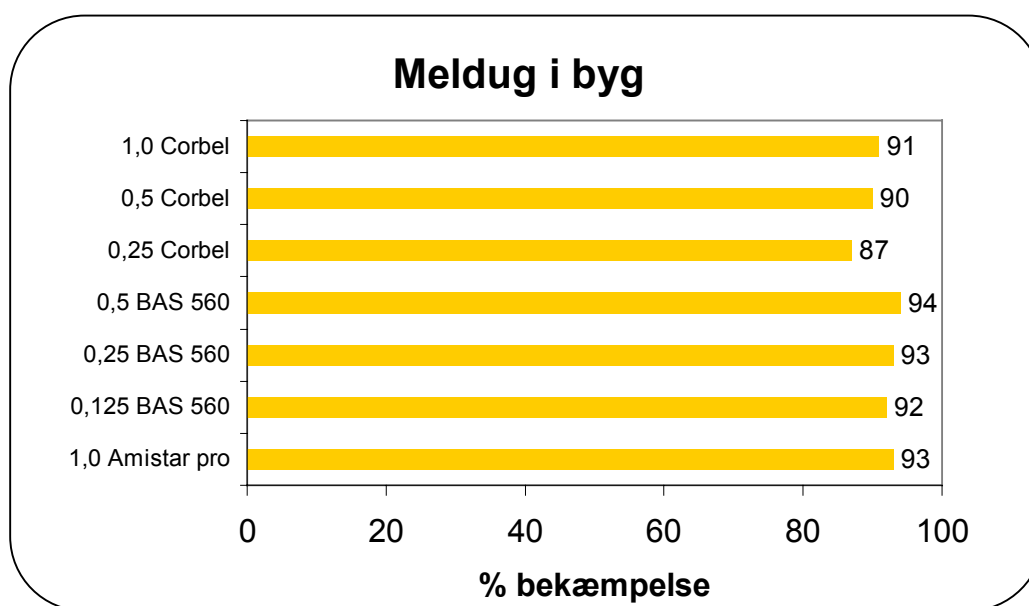
| Behandling Treatment | Dosis (l/ha) | % meldug Mildew | % bygrust Brown rust | % bygbladplet Net blotch | Udbytte & merudbytte Yield Hkg/ha |
|-------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| Ubehandlet | Untreated | 28,8 | 7,1 | 42,5 | 56,6 |
| Tilt top | 2 x 1,0 | 6,7 | 1,6 | 18,8 | 7,9 |
| Juventus 60 | 2 x 1,5 | 10,7 | 1,7 | 20,0 | 5,7 |
| Juventus 60 | 2 x 1,0 | 12,8 | 2,3 | 20,0 | 7,3 |
| Juventus 60 | 2 x 0,75 | 13,5 | 2,7 | 20,0 | 4,9 |
| Antal forsøg | No of trial | 3 | 2 | 1 | 3 |
| Vækststadium | gs | 65-71 | 71-75 | 77 | |
| LSD ₉₅ | | | | | 4,4 |

Resultater med BAS 560 (metrafenone)

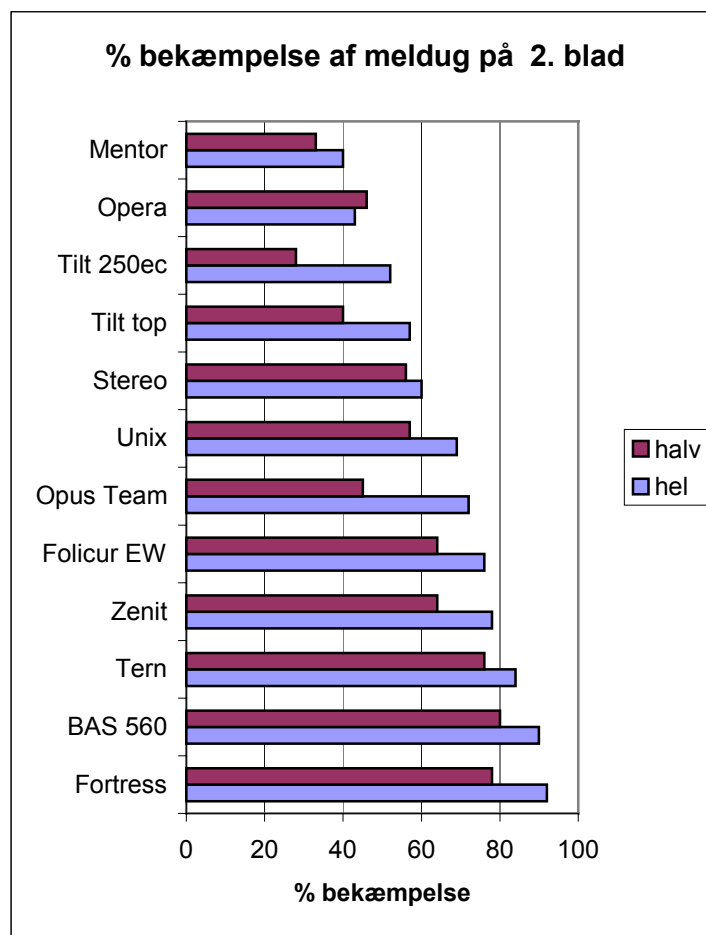
I 2001 blev BAS 560 anerkendt til meldugbekæmpelse i hvede og byg med 0,5 l/ha. Midlet har en høj og god langtidsvirkning over for meldug, men er meget specifikt og har ingen eller meget begrænset effekt på andre sygdomme (tabel 5, figur 1). BAS 560 har givet god effekt på meldug på både blade og aks. Især den bedre aksbekæmpelse har formodentlig indvirket positivt til de højere merudbytter. Udover resultaterne fra anerkendelsesforsøgene (Jørgensen & Høyer, 2002) har BAS 560 været afprøvet til knækkefodsyge i 2002 (Jørgensen & Jensen, 2003). Effekten på knækkefodsyge var forholdsvis lav, hvilket dog også gjaldt for standardmidlet Unix. Desuden har BAS 560 indgået i en forsøgsplan i 2002, hvor dens effekt blev sammenlignet med mange andre midlers virkning (figur 2). Som det fremgår har BAS 560 været bedre end de øvrige meldugmidler, og på linie med Fortress.

Tabel 5. Procent angreb af sygdomme i vinterhvede og merudbytte for bekæmpelse efter 2 sprøjtninger på vs. 30-32 & 45-55. Per cent control of diseases in winter wheat using 2 treatments at gs 30-32 and 45-55.

| Behandling Treatment | Dosis (l/ha) | %meldug mildew | | % Septoria | % brunrust brown rust | Udbytte og merud- bytte Yield Hkg/ha |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------|------------|--------------------------|--|
| | | Blade Leaves | Aks Ear | | | |
| Ubehandlet | Untreated | 12,4 | 17,3 | 19,2 | 1,0 | 76,5 |
| Fortress | 0,3 | 1,1 | 10,4 | 13,9 | 1,0 | 3,9 |
| Corbel | 1,0 | 4,4 | 8,7 | 10,8 | 0 | 5,6 |
| Corbel | 0,5 | 6,1 | 10,9 | 12,1 | 0 | 3,8 |
| Corbel | 0,25 | 7,7 | 14,0 | 14,0 | 0,8 | 2,4 |
| BAS 560 | 0,5 | 3,1 | 2,8 | 13,6 | 1,0 | 9,4 |
| BAS 560 | 0,25 | 3,6 | 3,9 | 14,3 | 1,0 | 7,7 |
| BAS 560 | 0,125 | 4,3 | 5,1 | 14,3 | 1,0 | 5,5 |
| Antal forsøg No of trials | | 6 | 4 | 7 | 1 | 7 |
| Vækststadium gs | | 71-75 | 75-85 | 71-75 | 80 | |
| DAT | | 19-31 | 29-30 | 19-35 | 43 | |
| LSD ₉₅ | | | | | | 4,9 |



Figur 1. Bekæmpelse af meldug i vårbyg efter 1 sprøjtning på vs. 30-31. 4 forsøg med 10 % i ubehandlet. Per cent control of mildew in spring barley using 1 treatment at gs 31-32.



Figur 2. Bekæmpelse af meldug i hvede efter 2 sprøjtninger på vs. 31 og 51-55. Der har i gennemsnit af 2 forsøg været 31 % i ubehandlet. Per cent control of mildew in wheat, using 2 treatments at gs.31 and 51-55. Average of 2 trials with 32% in untreated.

Resultater med Acanto (picoxystrobin)

Acanto er en strobilurin, som har været i afprøvning med henblik på anerkendelse i årene 1996-1999. Midlet blev anerkendt i 1999 (Jørgensen og Jensen, 2000), men afventer stadig registrering, hvilket forventes at kunne ske til sæson 2004. Tabel 6-8 viser hovedtallene fra afprøvningen. Som det fremgår, har midlet en bred effekt på de vigtigste sygdomme i korn. Effekten på skoldplet og meldug har været bedre end for Amistar, mens produktet for de øvrige sygdomme har været på niveau med dette produkt. Acanto er desuden afprøvet i vinterbyg i 2003 (tabel 10), hvor midlet er sammenlignet med andre løsninger. Som det fremgår har midlet klaret sig godt i denne afprøvning.

Tabel 6. Angreb af sygdomme i hvede og merudbytte for bekæmpelse efter 2 sprøjtninger på vs. 30-31 & 45-55. Per cent attack of diseases in winter wheat and yield responses from treatments at gs. 30-31 and 45-55.

| Behandling Treatment | Dosis (l/ha) | % gulrust yellow rust | % Septoria | % meldug mildew | Udbytte & merudbytte Yield Hkg/ha |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------|--------------------|---|
| Ubehandlet | Untreated | 50,0 | 30,4 | 9,6 | 70,8 |
| Tilt top | 2 x 1,0 | 1,1 | 11,6 | 3,0 | 11,8 |
| Acanto | 2 x 1,0 | 0,6 | 6,8 | 0,2 | 18,0 |
| Acanto | 2 x 0,75 | 0,9 | 7,4 | 0,7 | 17,3 |
| Acanto | 2 x 0,5 | 2,5 | 9,4 | 1,2 | 14,3 |
| Amistar | 2 x 1,0 | 1,8 | 9,0 | 3,2 | 17,4 |
| Antal forsøg No of trials | | 1 | 8 | 6 | 8 |
| Vækststadium gs | | 71 | 71-77 | 67-75 | |
| LSD ₉₅ | | | | | 5,2 |

Tabel 7. Angreb af sygdomme i vinterbyg og merudbytte for bekæmpelse efter 2 sprøjtninger på vs. 30-31 & 45-55. Per cent attack of diseases in winter barley and yield responses from treatments at gs. 30-31 and 45-55.

| Behandling Treatment | Dosis (l/ha) | % Skoldplet Rhyncho. | % bygblad- plet net blotch | % bygrust brown rust | Udbytte og merudbytte Yield Hkg/ha |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|---|
| Ubehandlet | Untreated | 12,7 | 8,8 | 1,1 | 70,0 |
| Tilt top | 2 x 1,0 | 2,3 | 1,1 | 0 | 6,1 |
| Acanto | 2 x 1,0 | 2,3 | 0,4 | 0 | 9,2 |
| Acanto | 2 x 0,75 | 2,6 | 0,6 | 0 | 8,5 |
| Acanto | 2 x 0,5 | 3,8 | 0,7 | 0 | 8,1 |
| Amistar (Pro)* | 2 x 1,0 | 2,9 | 0,7 | 0 | 7,7 |
| Antal forsøg No of trials | | 5 | 6 | 2 | 6 |
| Vækststadium gs | | 69-75 | 61-75 | 71-75 | |
| LSD ₉₅ | | | | | 3,5 |

*1996: 2 x 2,0 l Amistar Pro; 1997: 2 x 1,0 l Amistar; 1998: 2 x 1,0 l Amistar Pro

Tabel 8. Angreb af sygdomme i vårbyg og merudbytte for bekæmpelse efter 1 sprøjtning på vs. 31-32. Per cent attack of diseases in spring barley, and yield responses from treatments at gs. 31-32.

| Behandling Treatment | Dosis (l/ha) | % meldug mildew | % bygblad- plet net blotch | % skold- plet Rhyncho. | Udbytte & merudbytte Yield Hkg/ha |
|----------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------|---|
| Ubehandlet | Untreated | 10,6 | 9,8 | 3,1 | 66,6 |
| Tilt top | 1.0 | 0,6 | 6,7 | 0,2 | 5,2 |
| Acanto | 1.0 | 0,1 | 1,1 | 0,6 | 7,5 |
| Acanto | 0,75 | 0,1 | 1,8 | 0,8 | 7,3 |
| Acanto | 0,5 | 0,2 | 3,7 | 1,1 | 5,8 |
| Acanto | 2 x 0,5 | 0 | 0,5 | 0,2 | 11,4 |
| Amistar | 1,0 | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 8,2 |
| Antal forsøg No of trials | | 4 | 3 | 4 | 4 |
| Vækststadium gs | | 59-75 | 59-71 | 71-77 | |
| LSD ₉₅ | | | | | 3,5 |

Resultater med Opera og Comet

Pyraclostrobin blev godkendt i 2002 og resultater med produkter indeholdende pyraclostrobin er tidligere præsenteret (Jørgensen og Høyer, 2002). I 2002 har været udført diverse forsøgsplaner med midlet (Jørgensen & Jensen, 2003). Sammenligning af 1/3 dosering af en række aktuelle svampemidler har på den mest enkle måde vist potentialet for disse midler (tabel 9 og 10). Forsøgene i hvede har haft betydelige septoriaangreb, og i 2 tilfælde har der også været lave til moderate angreb af gulrust. Opera, Comet og Opus Team har været de bedste septoriamidler. Ren Amistar ligger lavere i sit effektniveau, mens Tilt top og Zenit ligger endnu lavere. Generelt er der høstet meget store merudbytter for 2 sprøjtninger med 1/3 doseringer i 2002, især har Comet, Opera og Opus Team givet meget store merudbytter (ca. 25 hkg/ha), hvilket er 3-4 hkg/ha højere end for Amistar og 10 hkg/ha højere end for Tilt top og Zenit.

Til bekæmpelse af bygsygdomme har Comet og Opera givet en generel meget høj og god effekt på de relevante sygdomme, skoldplet, bygrust og bygbladplet (Tabel 10). Opera har også vist god effekt på bygmeldug, men da der i mange lande nu også er set udvikling af strobilurinresistent bygmeldug, vurderes effekten på sigt at være meget usikker. Comet og Opera har i byg givet merudbytter på niveau med andre løsninger.

Tabel 9. Procent angreb af bladsygdomme i vinterhvede, antal grønne blade og merudbytte efter 2 sprøjtninger på vs. 31-32 & 51-55 med 1/3 af normal dosering af forskellige fungicider (02324). Per cent control of diseases in winter wheat using 2 treatments with 1/3 of normal rate at gs 31-32 and 51-55.

| Behandling Treatments | Dosis l/ha | % Septoria | | % gulrust yellow rust | % meldug mildew | Udbytte og merudb te | |
|----------------------------------|------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| | | Faneblad Flag leaf | 2. blad 2. leaf | | | Brutto Gross | netto Net |
| Ubehandlet | Untreated | 19,8 | 58,8 | 4,3 | 1,6 | 67,6 | - |
| Tilt top | 2 x 0,33 | 4,7 | 27,0 | 0 | 0,1 | 15,2 | 10,1 |
| Zenit | 2 x 0,33 | 3,9 | 27,3 | 0 | 0,1 | 13,2 | 7,9 |
| Opus Team | 2 x 0,5 | 1,3 | 15,9 | 0 | 0,1 | 23,5 | 16,6 |
| Comet | 2 x 0,33 | 0,6 | 10,5 | 0 | 0,4 | 27,1 | 18,7 |
| Opera | 2 x 0,5 | 0,4 | 7,2 | 0 | 0,2 | 27,7 | 18,5 |
| Amistar | 2 x 0,33 | 4,3 | 23,1 | 0 | 0,3 | 21,2 | 13,8 |
| Planteværn Online | | 2,9 | 19,3 | 0 | 0,1 | 21,9 | 14,5 |
| Antal forsøg No of trials | | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | |
| Vækststadium gs | | 75 | 75 | 69-71 | 71 | | |
| LSD ₉₅ | | | | | | 2,0 | |

Tabel 10. Procent angreb af skoldplet, bygrust og bygbladplet i vinterbyg efter 2 sprøjtninger på vs. 32 & 51-57 med 1/3 af normal dosering af forskellige fungicider. 4 forsøg 2002, (02334). Per cent control of diseases in winter barley using 2 treatments at gs 32 and 51-57.

| Behandling Treatments | Dosis l/ha | % skoldplet Rhyncho. | % bygrust Brown rust | % bygblad- plet net blotch | Udbytte & merudb. GrossYield hkg/ha | Netto- merudbytte Net yield hkg/ha |
|----------------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|--|---|
| Ubehandlet | Untreated | 11,0 | 5,2 | 15,0 | 61,5 | - |
| Zenit | 2 x 0,33 | 1,6 | 0,1 | 3,6 | 7,8 | 2,5 |
| Comet | 2 x 0,33 | 1,9 | 0,1 | 1,4 | 12,3 | 3,9 |
| Opus team | 2 x 0,5 | 1,0 | 0,1 | 3,6 | 9,8 | 2,9 |
| Amistar +Unix | 2 x 0,17+0,17 | 2,4 | 0,2 | 1,5 | 13,0 | 6,0 |
| Amistar + Folicur | 2 x 0,17+0,17 | 2,6 | 0,2 | 1,3 | 11,3 | 4,6 |
| Acanto | 2 x 0,33 | 2,8 | 0,1 | 1,2 | 11,4 | 3,7 |
| Opera | 2 x 0,5 | 0,8 | 0,1 | 0,7 | 14,0 | 4,8 |
| Antal forsøg No of trials | | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| Vækststadium gs | | 71-75 | 75 | 71-75 | | |
| LSD ₉₅ | | | | | 3,7 | |

Konklusion

- Adskillige nye fungicider er introduceret på det danske marked i løbet af de sidste år eller står over for at blive introduceret.
- De nye midler stammer for størstedelens vedkommende stadig fra de 2 hovedgrupper af midler, nemlig ergosterolhæmmerne og strobilurinerne.
- For specielt strobilurinerne, med deres meget specifikke virkemekanisme, betyder den udbredte anvendelse, at risikoen for resistensudvikling er betydelig. Dette bør indgå i overvejelserne omkring behandlingsstrategien. Strobilurinerne bør således kun anvendes i blanding, og hvor der er andre alternativer bør disse indgå i bekæmpelsesstrategierne.
- Til bekæmpelse af sygdomme i hvede vurderes både det nye meldugmiddel BAS 560 og de stærke septoriamidler med pyraclostrobin generelt at øge mulighederne for at opnå bedre udbyttenevauer vurderet i forhold til tidligere løsninger.
- Blandt de afprøvede og godkendte midler er der produkter, der kan bekæmpe alle relevante sygdomme i korn.

Litteratur

- Ammermann E, Lorenz G, Schelberger K, Mueller B, Kirstgen R, Sauter H.*(2000). BAS 500F- the new broad spectrum strobilurin fungicide. The BCPC conference – Pest and diseases 2000, 541-548.
- Godwin JR, Bartlett JW, Clough JM, Godfrey CRA.* (2000). Picozystrobin: a new strobilurin fungicide for use on cereals. The BCPC conference – Pest and diseases 2000, 533-540-
- Jørgensen LN & Jensen KF.* (2000) Svampesygdomme i korn 1999. In Pesticidafprøvningen 1999. DJF rapport nr. 22.
- Jørgensen LN & Høyer MD.* (2002) Svampesygdomme i korn 2001. In Pesticidafprøvningen 2001. DJF rapport nr. 63.
- Jørgensen LN & Jensen KF.* (2003) Svampesygdomme i korn 2002. In: Pesticid-afprøvningen 2002. DJF rapport nr. 85.
- Mauler-Machnik A, Rosslenbroich H-J, Dutmman S, Applegate J. & Jautelat M.*(2002) Jau6476 – a new dimension DMI fungicide. The BCPC conference – Pest and diseases 2002. 389-394.

Juventus 90® - en ny triazol til brug i korn og raps

Juventus 90® - a new triazol for use in corn and OSR

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

Summary

A new triazol – Metconazol – was registered in Denmark last year. The product is called Juventus in the Nordic and Baltic countries, but Caramba in the rest of Europe. The formulation in Denmark is new and contains 90 g Metconazol per litre and it has a normal dose rate of 1.0 l/ha. A development work is ongoing in OSR. BASF has a registration in Baltic countries in both OSR and cereals, and in Sweden KEMI has got a submission.

Indledning

I løbet af sommeren 2002 blev Juventus 90 godkendt til brug i hvede, byg, rug og triticale mod svampesygdomme.

Det aktive stof i Juventus 90 er Metconazol. Det tilhører gruppen af triazoler og har dermed den kendte effekt som Ergosterol biosyntese hæmmer. Juventus 90 forhindrer således, at C-14 Demethylase danner Ergosterol til brug ved dannelsen af nye cellemembraner i svampens udvikling i kornets bladmasse. En påvirkning af gibberellinsyntesen giver Juventus 90 en vækstregulerende effekt i for eksempel raps.

Som en del andre triazoler kan Metconazol desuden gribe ind i – og reducere dannelsen af ethylen - og på den måde holde afgrøden produktionsdygtig i længere tid med et merudbytte til følge.

Metconazol er et 3. generations triazol, som Epoxiconazol og Tebuconazol. Det ligger meget tæt på disse 2 triazoler, både med hensyn til effekt overfor kornets vigtigste svampesygdomme som effekter på det toksikologiske og øko-toksikologiske område.

Miljøstyrelsen har tildelt Juventus 90 faresymbolerne Xn og N, og givet en sprøjtefrist i hvede på 5 uger, og i andre kornarter på 7 uger.

Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg, har anerkendt Juventus til bekæmpelse af hvedegråplet og hvedebrunplet med 90 g Metconazol pr. ha.

Normaldoseringen for Juventus 90 er 1,0 l/ha – svarende til 90 g Metconazol pr. ha. Juventus 90 markedsføres i 2003 af BASF i alle 3 kornsegmenter T₁ (stadie 30-39), T₂ (stadie 39-59) og T₃ (stadie 65-fusarium) enten som singleprodukt eller som ”back up” i en resistensstrategi. Det vil så oftest være i en 50/50 tankblanding med et strobilurin, f.eks. COMET.

Anvendelse

Korn

T₁ (stadie 30-37)

Juventus 90 vil i det tidlige stadie for svampekontrol i hvede alene eller i blanding med strobilurin være med til at kontrollere sygdomme som meldug og rust, og have forebyggende effekt overfor septoria og DTR.

T₂ (stadie 39-59)

I strobilurinernes primære anvendelsesstadier fra udvikling af faneblad og indtil blomstring, vil Juventus 90 først og fremmest være en mulig tilsætning til strobiluriner. Det vil give en sikring mod udvikling af resistens samt bibringe kombinationen en forstærket kurativ effekt.

T₃ (stadie 65)

I sorter med stor modtagelighed overfor fusarium, og i år med ugunstigt vejr omkring blomstringen, vil Juventus 90 være en god forebyggende faktor mod denne specielle svampesydom med produktion af toxin.

Det er vigtigt for effekten, at anvendelsen finder sted tæt omkring stadie 65 og doseringen ligger mellem 0,5 – 1,0 l/ha.

Raps

I vinterraps har Juventus 90 tre primære anvendelsestidspunkter, hvor triazolen enten har effekt som vækstregulator eller som forebygger/bekæmper af svampesydomme.

Juventus 90 har i en bredbladet afgrøde som raps en vækstregulerende effekt ved at hæmme rapsens produktion af gibberellin. Derved forkortes cellelængden, og plantehøjden reduceres. Effekten af Juventus 90 som fungicid udmønter sig i gode effekter overfor en stor del af de kendte rappsydomme. Den bedste effekt har Juventus 90 mod rodhalsråd (Phoma) og knoldbægersvamp (Sclerotinia), men tillige gode effekter med optimal brug mod lys bladplet (Cylindrosporium), skulpesvamp (Alternaria), kranskimmel (Verticillium) og gråskimmel (Botrytis).

Efterår – stadie 16-18

I vinterraps der er sået tidligt eller har haft særdeles gode vækstbetingelser i sensommeren og det tidlige forår, kan Juventus 90 anvendes til at kontrollere væksten i oktober. Det giver rapsen en større mulighed for at overleve en ugunstig vinterperiode. Vækstpunktet vil ved reguleringen forblive tæt på jordoverfladen, og dermed være mere modstandsdygtig overfor frost. Rapsen behandles i stadie 16-18 med 0,5 – 0,75 l/ha. Det giver samtidig en kontrol af lys bladplet og tidlige angreb af rodhalsråd.

Forår – stadie 31-50

Fra længdevækstens begyndelse og indtil begyndende blomstring kan Juventus 90 indsættes både som vækstregulator og til kontrol af rodhalsråd med 0,5 – 1,0 l/ha. Forkortningen er sjældent mere end 10%, men reduktionen i lejesæds karakteren 50%. Det giver lettere høst ved direkte tærskning og oftest merudbytter på ca. 10%.

Samtidig er det den vigtigste termin for kontrol af evt. rodhalsråd.

Forår – fuld blomstring stadie 65

Alle forsøgsresultater peger stadig på, at det mest effektive stadie til kontrol af knoldbægersvamp er stadie 65. Det gælder også for en triazol som Juventus 90.

Denne stængelsygdom kan i gunstige år for dens udvikling være særdeles ødelæggende og begrænsende for et godt udbytte.

Juventus 90 indsættes forebyggende i fuld blomstring med 1,0 l/ha. Det giver en stabil og god effekt, samt en sideeffekt mod gråskimmel.

Konklusion

Med godkendelsen af Juventus 90 til hvede, byg, rug og triticale, samt om kort tid til raps, får danske landmænd endnu et effektivt middel til rådighed til beskyttelse af deres hovedafgrøder.

Juventus 90 vil kunne bruges alene og ikke mindst i blanding med eksisterende strobiluriner på markedet. Som noget specielt kan Juventus være med til at kontrollere og nedbringe mængden af toxin (DON) fra aksfusarium i både foder-, malt- og brødkorn.

Literatur

- Gilgenberg-Hartung A.* 1998. Metconazol- der innovative Wirkstoff für Getreide und Raps.
Jørgensen LN, Nielsen BJ, Jensen KF, Højby M. 2002. Diseases and insects in arable crops 2002. Flakkebjerg
Matthies A. 2002. Fusarium Monitoring results 2001-2002.
Oversigt over landsforsøgene 2002.

Proline[®] – et nyt fungicid fra Bayer CropScience

Proline[®] – a new fungicide from Bayer CropScience

Peter Højer, Klaus Heltbech & Erling Madsen

Bayer A/S, Bayer CropScience

Nørgaardsvej 32

DK-2800 Kgs. Lyngby

Summary

Proline[®] is a new systemic fungicide from Bayer CropScience. The active ingredient Prothioconazole belongs to the chemical class Triazolinthione, which represents a further development of traditional triazole-chemistry. Proline is a sterol-biosynthesis-inhibitor with preventive, curative, and eradivative activity, which enables it to be used in a flexible treatment strategy. Proline is characterised by an extraordinarily broad spectrum of activity showing high efficacy against important cereal fungal diseases on stem base as well as on leaf and ear. In trials carried out in Sweden, Denmark, and other Western European countries, Proline has revealed effects as good as or better than the reference products used. Proline may turn out to be an important part of fungicidal treatments in both wheat and barley. In the Nordic countries Proline-formulations are being developed both as foliar fungicides and as seed-dressings.

Produkt

Proline bliver under nordiske forhold afprøvet som en EC 250 formulering. Ved Danmarks JordbrugsForskning (DJF) har Proline været afprøvet gennem to år i vinterbyg samt ét år i vårbyg og vinterhvede (DJF 2001-2002). Produktet er med virkning fra 1. januar 2003 blevet anerkendt af DJF til bekæmpelse af skoldplet (*Rhynchosporium secalis*) og bygbladplet (*Pyrenophora teres*) i byg med 0,8 l/ha.

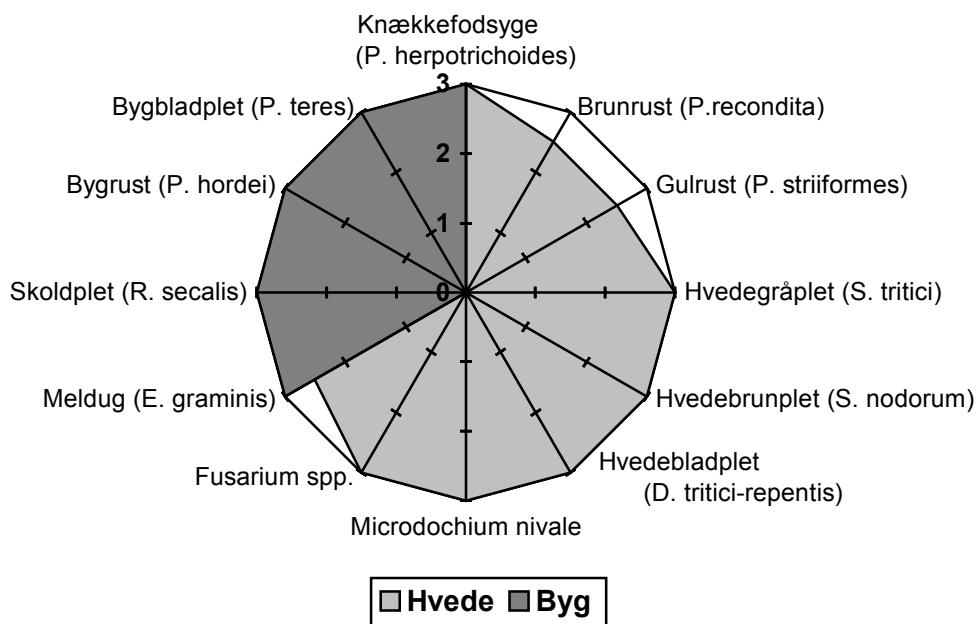
På europæisk plan er prothioconazole under udvikling i færdigblandede produkter med en række andre aktivstoffer fra Bayer CropScience (BCS). Blandt disse kombinationer kan Fandango[®] nævnes som en interessant mulighed for Norden. Fandango er en kombination af prothioconazole og fluoxastrobin, et nyt strobilurin fra BCS.

Virkningsmekanisme

Proline har ergosterolsyntesehæmmende effekt og påvirker C14-demetyleringen i lighed med fungicider tilhørende triazolgruppen. Proline er et systemisk middel og udmærker sig ved en jævn fordeling i planten, hvilket er medvirkende til at beskytte afgrøden over en lang periode.

Anvendelsesområde

Proline har vist høje effekter mod et bredt spektrum af væsentlige svampesygdomme i korn og raps. Her omtales resultater fra udviklingsforsøg udført i hvede og byg. Med baggrund i en række afprøvninger i Vesteuropæiske lande er Prolines virkning sammenlignet primært med de bedste markedsførte ergosterolhæmmende fungicider. De fleste sygdomme på såvel stængelbasis som blad og aks er blevet bekæmpet ligeså godt eller bedre med Proline, se Figur 1.



Figur 1. Effekt af Proline sammenlignet primært med andre ergosterolhæmmende fungicider.

**3 = Effekt lig med eller bedre end bedste markedsførte standard
2 = God effekt 1 = Nogen effekt. (Bayer CropScience 2002).**

Efficacy of Proline compared mainly with other DMI fungicides.

3 = Same or better efficacy compared with best commercial standards

2 = Good efficacy 1 = Some effect.

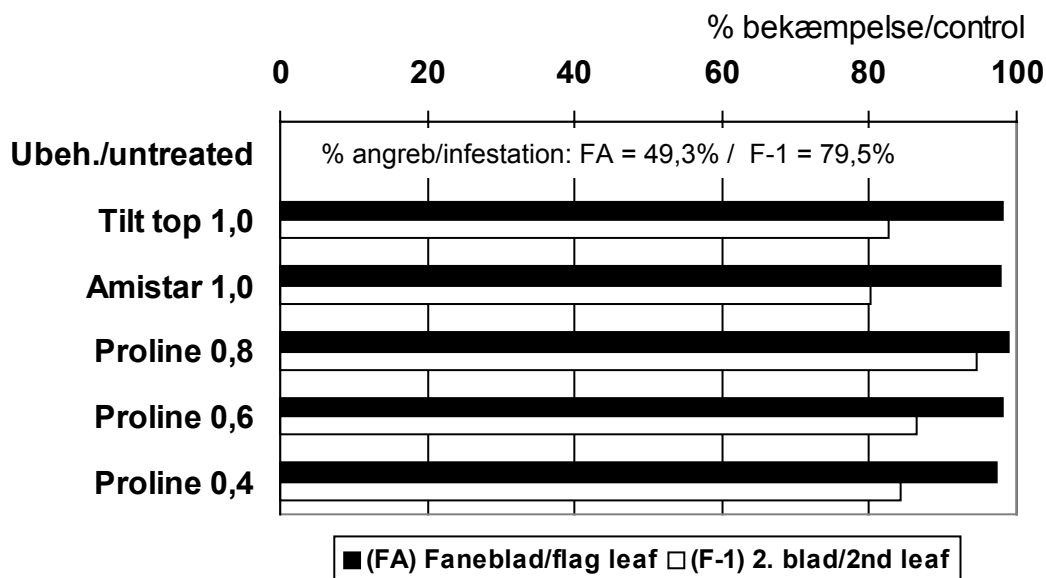
Indtrykket af et bredspektret produkt med høje effekter er blevet bekræftet af afprøvningerne udført i de nordiske lande, hvor Proline har været under udvikling i hvede og byg siden 1998.

Vinterhvede

Her omtales hovedsagelig forsøg udført ved BCS's GEP-forsøgsenhed i Danmark og Sverige. I de udvalgte forsøg er Proline afprøvet med 1/1, 3/4 og 1/2 dosering. Som standard er anvendt fuld dosering af forskellige kendte produkter. Resultaterne stammer fra forsøgsplaner i perioden 1998-1999, hvori Proline sammenlignes med strobilurin Amistar[®] og triazol-morpholin-færdigblandingen Tilt[®] top. Her er udvalgt forsøg med mindst 2% angreb på fanebladet. I figurerne ses sygdomsbekæmpelsen på faneblad og andet blad med de anvendte fungicider. De mest udbredte sygdomme har været hvedegråplet (*Septoria tritici*) og hvedebrunplet (*Stagonospora nodorum*), som hyppigt er registreret i Sverige. Hvor det er relevant belyses Prolines egenskaber desuden med forsøg fra andre forsøgsinstitutioner og BCS-forsøg fra andre europæiske lande

Hvedegråplet (*Septoria tritici*)

I gennemsnit af 4 forsøg har Prolines virkning mod hvedegråplet fuldt ud ligget på niveau med de to standardmidler. Dette gælder selv for 1/2 dosering af Proline. Der har været tendens til bedre effekt af Proline målt på andet blad (Figur 2.).



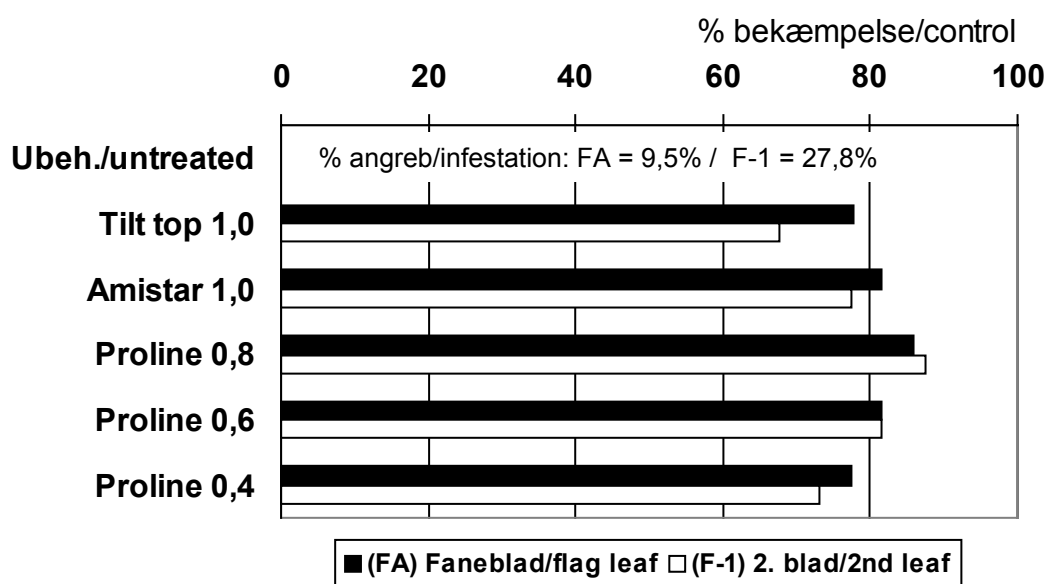
Figur 2. Bekæmpelse af hvedegråplet (*Septoria tritici*) 36-51 dage efter behandling. Behandlet i vækststadiet 51-59. 4 forsøg. (Bayer CropScience 1999a). Control of *Septoria tritici* 36-51 days after treatment. Treated DC 51-59. 4 trials.

Folicur har ikke indgået som standard i de nordiske forsøg udført af BCS. Ved DJF blev Proline imidlertid sammenlignet med Folicur i 2002. Resultaterne viste, at Proline bekæmpede

hvedegråplet et niveau bedre end Folicur. Af særlig interesse under danske forhold kan det bemærkes, at forskellen i bekæmpelseeffekt mellem Proline og Folicur steg ved faldende doseringer af begge produkter.

Hvedebrunplet (*Stagonospora nodorum*)

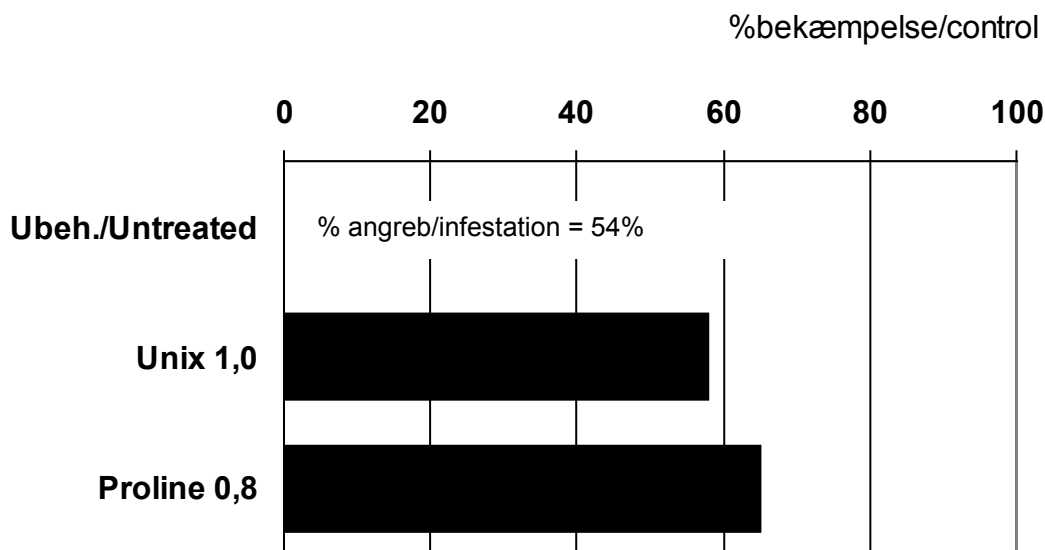
I 4 forsøg udført i Sverige har 0,8 l/ha Proline givet højere virkning mod hvedebrunplet end begge standardbehandlinger. Ved 0,6 l/ha blev opnået samme effekt som fuld dosering af Amistar, mens bekæmpelsen med 0,4 l/ha har ligget på højde med 1,0 l/ha Tilt top (Figur 3.).



Figur 3. Bekæmpelse af hvedebrunplet (*Stagonospora nodorum*) 33-43 dage efter behandling. Behandlet i vækststadiet 53-59. 4 forsøg. (Bayer CropScience 1998-99a). Control of *Stagonospora nodorum* 33-43 days after treatment. Treated DC 53-59. 4 trials.

Svampesygdomme på stængelbasis

Til at belyse Prolines effekt mod knækkefodsyge (*Pseudocercospora herpotrichoides*) er udført 9 forsøg under tyske og franske forhold. Herfra meldes om bedre effekter end ved anvendelse af standardmidlet, 750 g/ha cyprodinil, Unix[®] (Figur 4.). Der skelnes mellem to typer af svampen: W-typen (*var. herpotrichoides*), der udviser størst aggressivitet mod hvede og R-typen (*var. aciformis*), der er mere aggressiv over for rug end W-typen. Proline har i lige høj grad bekæmpet begge typer.

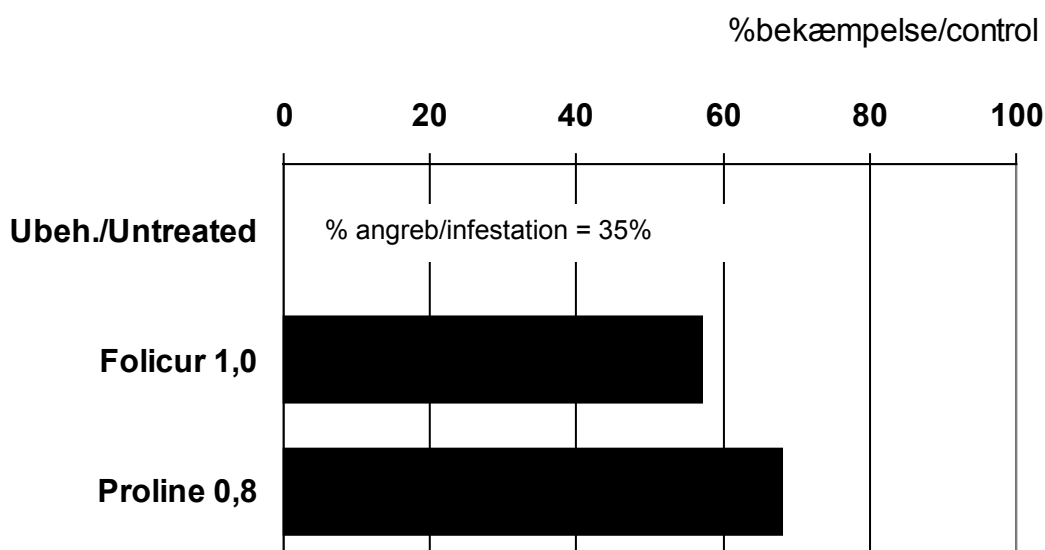


Figur 4. Bekæmpelse af knækkefodsyge (*Pseudocercospora herpotrichoides*). 9 forsøg i Frankrig og Tyskland 1997-1999. (Bayer CropScience 2002). Control of Eyespot. 9 trials in France and Germany 1997-1999.

Fra 3 forsøg mod skarp øjeplet (*Rhizoctonia cerealis*) rapporteres Proline ligeledes at give bedre bekæmpelse end cyprodinil (Bayer CropScience 2002).

Aksfusarium (Fusarium spp.)

14 forsøg fra Storbritanien, Tyskland og Frankrig har vist, at Proline gav højere effekt mod *Fusarium* spp. end det etablerede standardmiddel mod disse svampesygdomme, Folicur (Figur 5.).



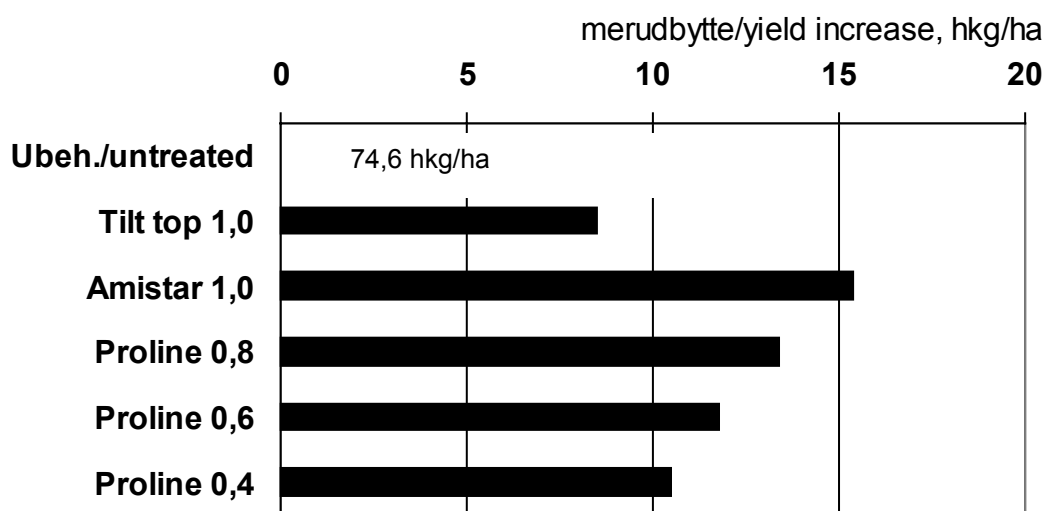
Figur 5. Bekæmpelse af aksfusarium (*Fusarium* spp.). 14 forsøg i Storbritanien, Frankrig og Tyskland 1998-2000. (Bayer CropScience 2002). Control of Fusarium head blight. 14 trials in United Kingdom, France, and Germany 1998-2000.

Meldug (*Erysiphe graminis f.sp. tritici*) og rust (*Puccinia spp.*)

I BCS-regi findes få forsøg med relativt små angreb af disse sygdomme. Under disse betingelser har Proline vist effekt på linje med standardmidlet Tilt top.

Udbytter

Som gennemsnit af 11 BCS-forsøg i Sverige og Danmark har Proline uanset dosering givet højere merudbytte end fuld dosering af Tilt top. Ved fuld dosis af Proline har merudbyttet ligget 2 hkg/ha lavere end strobilurinet Amistar med 1,0 l/ha (Figur 6.).



Figur 6. Merudbytte i vinterhvede. 11 forsøg. (Bayer CropScience 1998-1999b). Yield increase in winter wheat. 11 trials.

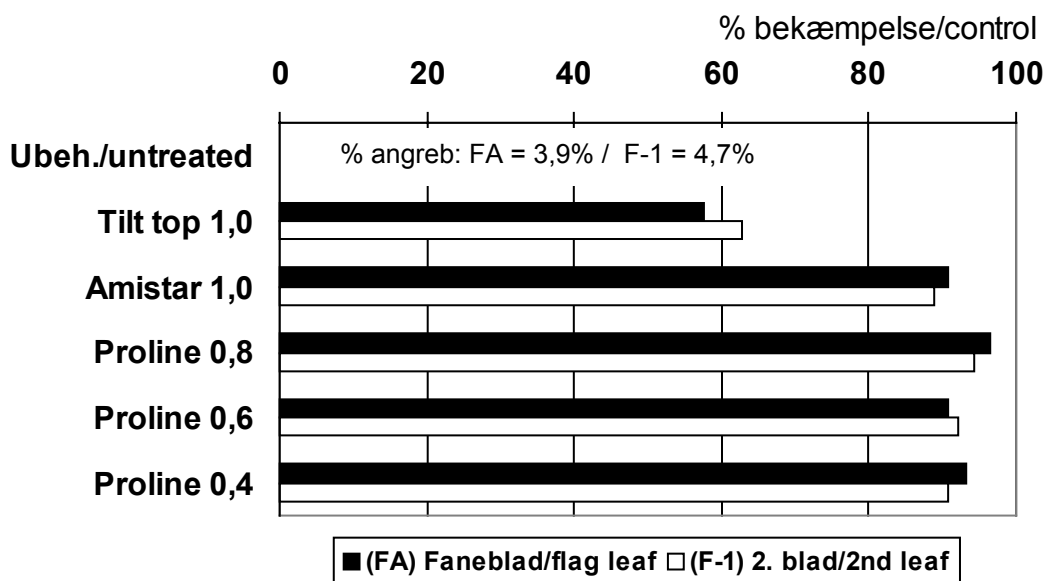
Sammenlignet med Folicur, det danske triazolstandardmiddel, har Proline i to DJF-forsøg fra 2002 resulteret i højere merudbytte på alle doseringsniveauer. Sådanne merudbytter kombineret med det yderst brede virkningsspektrum gør Proline velegnet til at indgå både tidligt og sent i hvedens udvikling. Forebyggende behandling i kombination med et strobilurin vil være en oplagt mulighed i forbindelse med aksbeskyttelsen.

Byg

Som for hvede gælder, at de her beskrevne BCS-forsøg tester Proline mod to standardmidler: Amistar og Tilt top. For at opnå udslag for fungicidbehandlingerne er udvalgt forsøg med mindst 2% svampeangreb på fanebladet.

Bygbladplet (*Pyrenophora teres*)

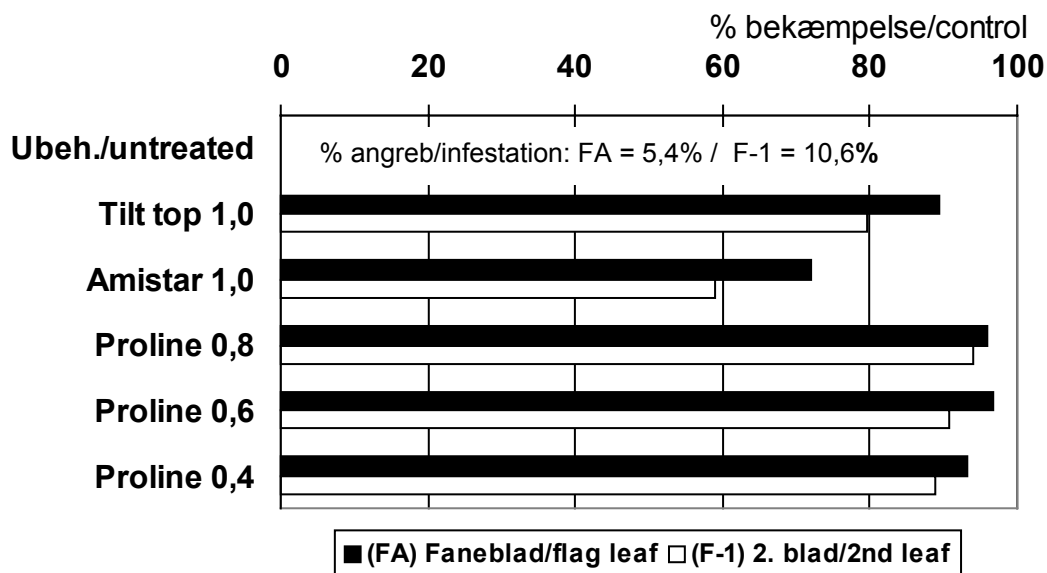
I 3 forsøg har Proline vist gode effekter fuldt på højde med Amistar. Proline har givet høje effekter ved samtlige testede doseringsniveauer (Figur 7.).



Figur 7. Bekæmpelse af bygbladplet (*Pyrenophora teres*) 27-31 dage efter behandling. Behandlet i vækststadiet 32-45. 3 forsøg. (Bayer CropScience 1999b). Control of net blotch 27-31 days after treatment. Treated DC 32-45. 3 trials.

*Skoldplet (*Rhynchosporium secalis*)*

Selv ved 1/2 dosering af Proline blev der som gennemsnit af 7 forsøg opnået overbevisende bekæmpelse af skoldplet. Der blev kun konstateret lille tendens til doseringsrespons både med hensyn til effekten på faneblad og andet blad. Dette bestyrker indtrykket af et produkt med udpræget grad af dosisfleksibilitet (Figur 8.).



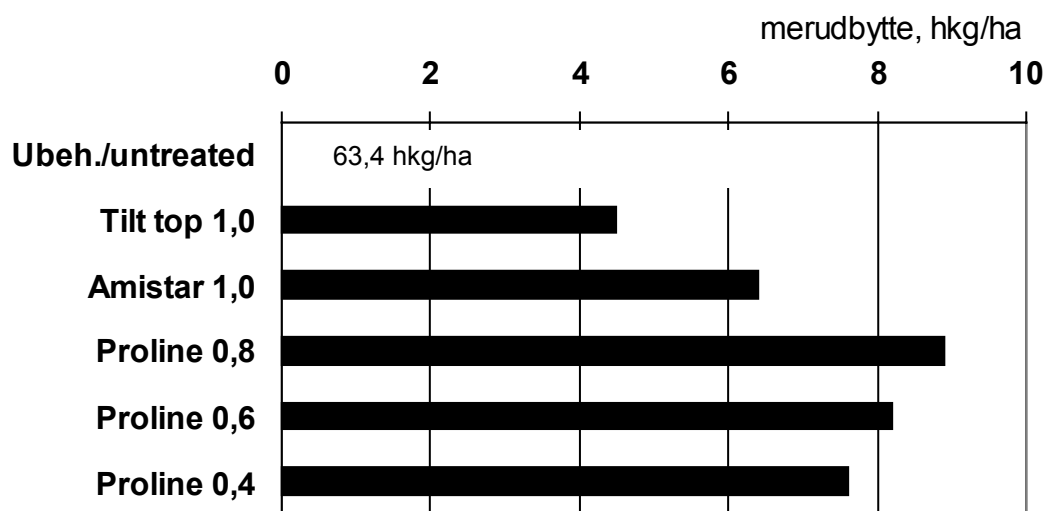
Figur 8. Bekæmpelse af skoldplet (*Rhynchosporium secalis*) 27-46 dage efter behandling. Behandlet i vækststadiet 32-45. 7 forsøg. (Bayer CropScience 1998-1999c). Control of scald 27-46 days after treatment. Treated DC 32-45. 7 trials.

Meldug (*Erysiphe graminis f.sp.hordei*) og bygrust (*Puccinia hordei*)

Disse sygdomme har blot optrådt med lave angrebsniveauer i de svenske og danske BCS-forsøg. På europæisk plan har virkningen ligget mindst på niveau med de bedste markedsførte ergosterolhæmmende standardmidler (jfr. Figur 1).

Udbytter

BCS har udført 20 bygforsøg, der opfylder de beskrevne kriterier. Proline har ved de afprøvede doseringer givet højere merudbytter end såvel Tilt top som Amistar med fulde doseringer (Figur 9.). Dette bidrager til et billede af Proline som et alsidigt fungicid der i mange tilfælde kan stå alene ved en forebyggende svampestrategi i byg.



Figur 9. Merudbytte i byg, 20 forsøg. (Bayer CropScience 1998-1999d). Yield increase in barley. 20 trials.

Afslutning

Proline[®] er et nyt svampemiddel fra Bayer CropScience (BCS). Det aktive stof prothioconazole er en triazol-lignende ergosterolhæmmer tilhørende den kemiske klasse triazolinthione. Proline er et bredspektret systemisk fungicid med forebyggende, kurativ og eradikativ virkning. Der er opnået høje effekter over for svampesydomme på stængelbasis, blad og aks. Midlet har endnu ikke opnået godkendelse i noget land, men for tiden behandles ansøgning om optagelse på Annex I med Storbritanien som rapportørland. I 2003 forventes Proline godkendt i Storbritanien. Ansøgning om godkendelse vil blive indsendt til myndighederne i Sverige, Finland og Danmark i 2003. I Norden er Proline under udvikling i korn, hvor produktet har givet særdeles god effekt mod de fleste betydende svampesydomme. I udviklingsforsøgene har Proline givet stabile merudbytter over flere år og der tegner sig et billede af et produkt som vil kunne sætte en ny standard blandt ergosterolhæmmende fungicider. Proline vil kunne indgå som en vigtig del af resistensstrategier og udmærker sig ved at være fleksibel

med hensyn til dosis, anvendelsestidspunkt samt blandingspartner. Foruden at indgå i formuleringer til sprøjtemidler, er prothioconazole under udvikling som bejdsemiddel. Desuden påbegyndes en udvikling i raps, hvor Proline ligeledes har vist gode effekter mod væsentlige svampesygdomme.

Proline[®] = reg. af Bayer CropScience

Fandango[®] = reg. af Bayer CropScience

Amistar[®] = reg. af Syngenta Crop Protection

Tilt[®] top = reg. af Syngenta Crop Protection

Unix[®] = reg. af Syngenta Crop Protection

Litteratur

Bayer CropScience 1998-1999a. Forsøgnr. SWD: 98-01161, 98-01162, 99-2031, 99-2032.

Bayer CropScience 1998-1999b. Forsøgnr. DAE: 98-01161, 98-01162, 99-02031, 99-02032, 99-02033, SWD: 98-01161, 98-01162, 98-01163, 99-02031, 99-02032, 99-02033.

Bayer CropScience 1998-1999c. Forsøgnr. DAE-98-01321, 98-01322, 99-01311, 99-01312, 99-01431, 99-01433, SWD: 98-01421.

Bayer CropScience 1998-1999d. Forsøgnr. DAE-98-01321, 98-01322, 98-01421, 98-01422, 98-01423, 99-01311, 99-01312, 99-01431, 99-01432, 99-01433, SWD: 98-01321, 98-01322, 98-01421, 98-01422, 98-01423, 99-01311, 99-01312, 99-01431, 99-01432, 99-01433.

Bayer CropScience 1999a. Forsøgnr. DAE: 99-02031, 99-02032, 99-02033, SWD-99-2033.

Bayer CropScience 1999b. Forsøgnr. DAE: 99-01312, 99-01431, 99-01433.

Bayer CropScience 2002: JAU 6476 – a new dimension DMI fungicide. Præsentation ved 36th BCPC Pests & Diseases Conference, Brighton.

Danmarks JordbrugsForskning. 2001-2002: Forsøgnr. 01338, 02338, 02347, 02323.

Ramularia, a new disease of barley – a review of present knowledge

Ramularia, en ny sygdom i byg - opsamling af nuværende viden

Hans O. Pinnschmidt & Mogens S. Hovmøller

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Ramularia leaf spot caused by *Ramularia collo-cygni*, until recently considered a minor disease of barley, has become increasingly important in many barley growing areas. *Ramularia*-induced yield losses of up to 35% have been reported. In 2002, wide-spread and heavy infection just after flowering was observed for the first time in Denmark. The disease typically produces small dark brown spots on barley leaves, which can easily be confused with damage symptoms caused by abiotic stresses and other pathogens. The reasons for the recent shift of the status of the disease are largely unknown. Winter as well as spring barley, other cereals, grasses, and possibly straw and stubble are considered as inoculum sources but their epidemiological role has to be scrutinised. There is evidence that effective varietal resistance to the disease exists and can be exploited in disease resistance breeding and practical disease control, but the nature of these options needs to be examined further. Best protection via fungicides has been achieved by employing Strobilurins. First research efforts to deal with disease management-related aspects of *Ramularia* leaf spot in Denmark have just been initiated.

Dansk sammendrag

Ramularia-bladplet, som forårsages af svampen *Ramularia collo-cygni*, var indtil for nylig betragtet som en sygdom af mindre betydning på byg, både i Danmark og på globalt plan. Sygdommen har imidlertid fået stigende betydning de seneste år, f.eks. i Tyskland, Schweiz og Østrig, hvor der rapporteres om særdeles kraftige angreb i både vår- og vinterbyg, med udbyttetab op til 35%. I 2002 blev der for første gang konstateret udbredte angreb af *Ramularia*-bladplet i Danmark, men det er usikkert, hvor udbredte angrebene var i praksis. Usikkerheden skyldes blandt andet, at symptomerne let kan forveksles med ”fysiologiske” pletter, eller pletter forårsaget af andre bladpletsvampe. Årsagerne til den markant øgede betydning af *Ramularia*-bladplet kendes ikke. Både vår- og vinterbyg angribes, medens andre kornarter, græsser

og strå- og stubrester kan være potentielle smitekilder. Det vides at værtplanteresistens udgør et stort potentiale for sygdomsforebyggelse, men der er en lang række epidemiologiske-, populationsdynamiske- og praktiske forhold for håndtering af svampen, som skal løses før en målrettet forædlingsindsats kan gennemføres. Sygdommen kan bekæmpes med forskellige fungicider, men der eksisterer endnu kun få bekæmpelsesforsøg i byg, der har været målrettet mod *Ramularia*-bladplet.

Introduction

The *Ramularia* leaf spot disease of barley, caused by the fungus *Ramularia collo-cygni*, has hitherto not been considered a serious problem in Denmark. The disease has occurred for a long time in many parts of the world where barley is being cultivated. But until recently, it has not drawn much attention because it usually occurred too late in the season to be considered causing substantial damage. Also, the symptoms of the disease are often mistaken for abiotic and/or physiological stress and/or damage caused by other leaf spot diseases (e. g. *Bipolaris* leaf spot as well as the spot form of net blotch). In 2002, a severe and wide-spread *Ramularia*-attack was for the first time observed in Denmark.

Distribution, effects, and importance of the disease

The fungus was first described as *Ophiocladium hordei* on barley in Northern Italy by Cavara (1893). In the mean time, the importance of the disease has increased considerably in spring as well as winter barley in many places of the world, whether in Europe (Huss *et al.*, 1987; Huss & Neuhold, 1995; Brönnimann, 1988, Sachs *et al.*, 1998; Salamati & Reitan, 2000), Mexico (Sutton & Waller, 1988), Uruguay and Argentina (Sachs, 2002b) or New Zealand (Sheridan, 2000). However, there is a large variation in the level and frequency of its occurrence across environments. In New Zealand, *Ramularia* leaf spot has been identified at high disease incidence levels since 1983, with disease levels varying widely across years (Cromeey *et al.*, 2002). Remarkable occurrence of the disease has been reported from Austria since 1987 (Huss *et al.*, 1992). In Norway where the disease becomes more serious every year, it has clearly been identified since 1999, but has been noted as a problem since 1980 (Salamati, 2002). In Southern Germany, necrotic spots on spring and winter barley drew attention in the early nineties. Since 1997, *Ramularia c.-c.* has been identified as one causal agent of these (Sachs, 2000b). The occurrence of the disease in Germany displays an increasing trend over time (Greif, 2002) with a marked gradient indicating higher disease occurrence in the South and lower occurrence in the North of the country (Sachs, 2002b). In the Czech Republic where the infection levels vary widely across environments, the disease has been detected and monitored since 1998 (Minarikova *et al.*, 2002). The disease has also been reported from Switzerland (Gindrat & Frei, 1999) and has been associated with severe leaf spotting since 1998 in Ireland (O'Sullivan, 2002).

No experimental results indicating the potential yield losses caused by the disease under Danish conditions are yet available. However, results from abroad have shown that *Ramularia c.-c.* can affect the yield quantity and quality considerably (Greif, 2002; Salamati, 2001). Quantitative estimates of yield losses attributable to *Ramularia*-attack range from 20% (Hron & Oberforster, 1990) to 25% (Greif, 2002) or even 35% (Cromeley *et al.*, 2002). Rapid leaf senescence associated with the attack of the disease late in the season was observed by Harvey (2002) who found a non-linear disease severity-yield relationship indicating a high effect, even of low disease levels, on yield.

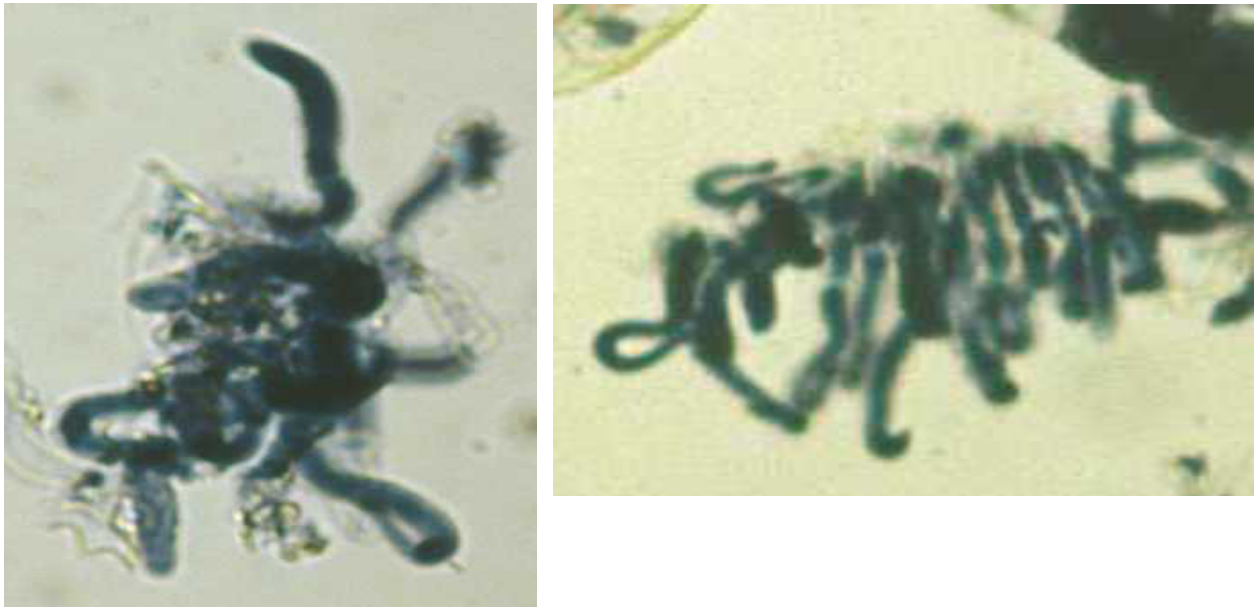
The pathogen, disease symptoms, and diagnosis

According to molecular studies by Braun (2002), *Ramularia collo-cygni* is an anamorphic genus of *Mycosphaerella* (*Ascomycetes*). The teleomorph is not yet known. The fungus typically attacks the leaf blade, but the leaf sheath, culm, and ear including the awns can be attacked as well. Typical symptoms are dark brown specks of up to 2 mm length and 1 mm width that are bounded by the leaf veins and surrounded by chlorotic halos as long as they are young (Huss *et al.*, 1992; Huss & Sachs, 1998; Hovmøller & Pinnschmidt, 2002; Pinnschmidt & Hovmøller, 2002; Sachs, 2002c). Because *Ramularia* leaf spots can easily be confused with damage symptoms caused by other fungi and abiotic stresses (Sachs, 2000b; Jørgensen *et al.*, 2002), the use of proper diagnostic methods is critical. A simple and robust method suggested by Sachs (2000a, 2002c) consists in incubating symptom-bearing leaflets face-down for at least 24 h on water agar at 5 - 10°C under diffuse light conditions. String-of-pearls-like arranged bunches of conidiophores of the fungus protruding from the stomata of the lower leaf surfaces can be found thereafter. A closer microscopic examination of these reveals typical swan-neck shaped conidiophores (Figure 1). Another method consists in incubating plant material with suspicious symptoms on acid agar for four days. The production of a reddish color around the infected sites indicates the presence of *Ramularia c.-c.* (Tschöpe & Sachs, 2001). For both methods to work properly, the plant material should not be surface-disinfected prior to incubation. Molecular techniques such as PCR-based methods for diagnosis are under development (Havis *et al.*, 2002) and may be available in the near future.

Epidemiology

While spring and winter barley are considered as main hosts of *Ramularia c.-c.*, other cereals may host the fungus as well (Cromeley *et al.*, 2002; Sachs, 2002a; Minarikova *et al.*, 2002). The fungus was also found on various grasses (e. g. *Agropyron repens*, *Apera spica-venti*, Frei, 2002; Sachs, 2002a). The epidemiological significance of the different hosts as primary inoculum sources, however, is not yet well understood. Sachs (2002a) could not confirm that straw played an important role as an inoculum source, but this possibility has to be kept in mind. Combining the available information with biologically realistic considerations about the role of various inoculum sources in the epidemiology and life cycle of *Ramularia c.-c.*, one may assume that infected volunteer barley plants serve as the main source of primary inoculum for winter barley in autumn, followed by other cereals, grasses, other hosts, and perhaps straw debris and stubble (Figure 2). The fungus overwinters on winter barley and other

host plants and inoculum sources. From there, infections on spring barley are initiated the following spring. After initial infections have been established in a crop, the infected crop itself becomes an inoculum source for subsequent infection cycles during the season. The main mode of spreading the disease is presumably via conidia.

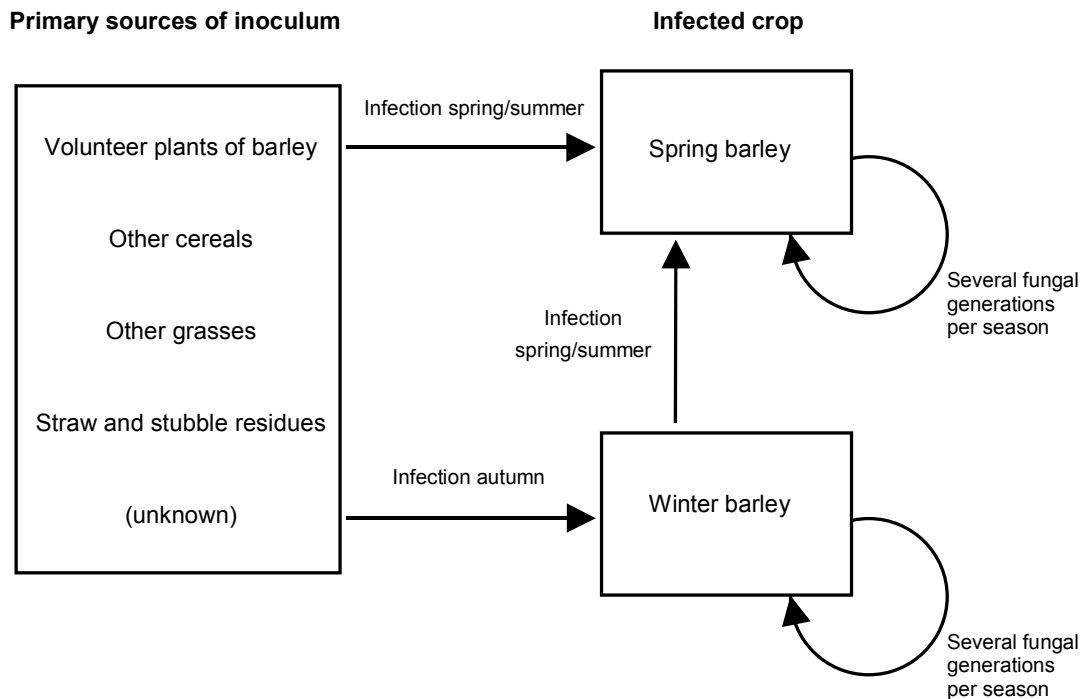


Figur 1. Typiske svanehals-formede konidioforer af *Ramularia collo-cygni*. (Foto: Lis Henriksen, DJF, 2002). Typical swan-neck shaped conidiophores of *Ramularia collo-cygni*.

Kromb-Kolb (2002) and Cromey *et al.* (2002) reported that the disease occurs rather late in the growing season on the upper leaves. It then develops rapidly. Salamati (2002) observed that the disease starts after tillering on the lower old leaves, that no symptoms appear on green leaves until the beginning of booting stage, and that the disease severity increases dramatically after flowering. According to Sachs (2002a), the first few *Ramularia*-spots can be seen on young winter barley in November. After overwintering and spreading to spring barley, the first symptoms there can be found from early stem elongation onwards. The disease spreads across the leaf layers during the season and increases dramatically after heading. A similar development pattern can be observed on other cereal species and grasses. As regards the effects of the environmental conditions on disease development, leaf wetness must be considered a key factor while radiation intensity seems to have no effect (Kromb-Kolb, 2002).

Disease control via varietal resistance

There is strong evidence of the vital role of varietal resistance in achieving efficient control of *Ramularia* leaf spot. It has been observed that cultivars differ considerably in susceptibility (Burke *et al.*, 2001) and that some cultivars are constantly more affected than others



Figur 2. Mulige smitstofkilder og smitteveje for *Ramularia* bladplet på byg. Possible inoculum sources and infection pathways of *Ramularia* leaf spot disease on barley.

(Salamati, 2001; Cromey *et al.*, 2002). The cultivars Alexis, Alliot, Dialog, Odin, Otira, and Proces were among the most susceptible genotypes in non-inoculated observation plots at Flakkebjerg in 2002, showing more than 30% disease severity on the upper leaves after flowering, while Carlsberg II, Cicero, Cork, Jacinta, Lux, Modena, Pongo, Proctor, and Punto were among the most resistant ones, having not more than 5% disease severity (Table 1). Greif (2002) concludes that genetic variability in resistance exists and can be used in resistance breeding. However, physiological races defined by specific virulences may exist (Minarikova *et al.*, 2002), which represent a risk for the stability of resistance.

Disease control via fungicides

Strobilurins currently appear to be the most effective fungicides for controlling *Ramularia* leaf spot, and Burke *et al.* (2001) suggest that fungicide treatments should include a Strobilurin. Applying Strobilurins reduced the disease level by 86% while applying Triazoles and Carbendazim led to a disease reduction of 49-75% and 26%, respectively. The rate responses differed between the fungicides (Cromey *et al.*, 2002). Harvey (2002) found a good rate-independent control effect of Strobilurins while the effects of the Triazole control treatments were rate-dependent. The results of Salamati (2001) show that Trifloxystrobin was superior to Propiconazole with regard to controlling *Ramularia* disease severity while increasing yield significantly. Apart from the effects of the application rate, important effects of the time and frequency of fungicide application were observed (Burke *et al.*, 2001; Cromey *et al.*, 2002; Harvey, 2002; Salamati, 2001).

Tabel 1. Dækningprocent af *Ramularia* plet, generel nedvisning og symptomer af plet-typen af bygbladplet på de 3 øverste blade på vårbygsorter. Data fra 2 gentagelser af observationsparcellerne i 2002 i Flakkebjerg der blev bedømt efter blomstring. Percent leaf area covered by *Ramularia* leaf blotch, general necrosis, and barley net blotch assessed on the three top leaves after flowering. Data based on non-inoculated observation plots (two reps), Flakkebjerg, July 2002.

| Sort Variety | <i>Ramularia</i> Bladplet Leaf spot | Generel nedvisning General necrosis | Bygbladplet plet-type Net blotch | Fremavl (ha) 2002 (jf. SortInfo) Breeding | Sort Variety | <i>Ramularia</i> Bladplet Leaf spot | Generel nedvisning General necrosis | Bygbladplet plet-type Net blotch | Fremavl (ha) 2002 (jf. SortInfo) Breeding |
|-----------------|--|--|-------------------------------------|---|-----------------|--|--|-------------------------------------|---|
| Adonis | 10.0 | 7.5 | 0.0 | | Justina | 15.0 | 25.0 | 0.0 | |
| Alabama | 10.0 | 7.5 | 0.1 | 351 | Landora | 17.5 | 17.5 | 1.0 | |
| Alexis | 37.5 | 25.0 | 0.0 | | Linus | 5.5 | 17.5 | 0.0 | |
| Alliot | 31.3 | 10.0 | 0.0 | 2695 | Lux | 0.0 | 5.0 | 43.8 | 2649 |
| Annabell | 7.5 | 10.0 | 0.0 | 712 | Meltan | 7.5 | 25.0 | 0.0 | |
| Arcadia | 25.0 | 25.0 | 0.0 | | Mentor | 10.0 | 17.5 | 2.8 | |
| Astoria | 15.0 | 21.3 | 0.0 | 364 | Modena | 1.0 | 17.5 | 0.0 | |
| Barke | 10.0 | 17.5 | 0.0 | 4018 | Neruda | 25.0 | 10.0 | 0.0 | 1121 |
| Braemar | 25.0 | 25.0 | 0.0 | | Odin | 37.5 | 31.3 | 0.0 | 1241 |
| Brazil | 17.5 | 30.0 | 1.0 | | Optic | 10.0 | 5.0 | 0.5 | |
| Carlsberg II | 1.0 | 17.5 | 0.0 | | Orthega | 7.5 | 17.5 | 0.0 | |
| Ceylon | 17.5 | 5.0 | 0.0 | | Otira | 33.8 | 17.5 | 0.0 | 1863 |
| Cicero | 5.5 | 13.8 | 0.0 | 4037 | Pallas | 0.0 | 25.0 | 0.0 | |
| Cocktail | 25.0 | 7.5 | 0.0 | | Pasadena | 7.5 | 10.0 | 1.0 | 1019 |
| Cork | 4.0 | 11.3 | 7.5 | | Perdita | 7.5 | 11.3 | 0.5 | |
| Danuta | 10.0 | 10.0 | 1.0 | | Philadelphia | 11.3 | 13.8 | 0.0 | |
| Dialog | 37.5 | 30.0 | 1.0 | | Pongo | 1.0 | 25.0 | 1.8 | |
| Eunova | 10.0 | 25.0 | 0.0 | | Prestige | 17.5 | 17.5 | 1.0 | 2315 |
| Fabel | 13.8 | 7.5 | 0.0 | | Proces | 37.5 | 10.0 | 0.0 | |
| Global | 7.5 | 7.5 | 0.0 | | Proctor | 2.0 | 7.5 | 0.0 | |
| Goldie | 13.8 | 10.0 | 0.5 | | Punto | 5.0 | 11.3 | 0.0 | 343 |
| Harriot | 5.5 | 5.0 | 0.5 | | Recept | 2.8 | 7.5 | 0.0 | |
| Helium | 7.5 | 17.5 | 0.0 | | Scarlett | 13.8 | 13.8 | 0.0 | 441 |
| Hendrix | 13.8 | 10.0 | 1.0 | | Sebastian | 17.5 | 17.5 | 0.0 | |
| Henni | 5.5 | 17.5 | 0.0 | | Svani | 2.0 | 13.8 | 5.0 | |
| Hydrogen | 17.5 | 23.8 | 0.0 | 1192 | Tofta | 12.8 | 17.5 | 0.0 | |
| Jacinta | 5.0 | 10.0 | 0.0 | 456 | Vortex | 13.8 | 17.5 | 0.0 | |
| Jersey | 17.5 | 43.8 | 0.0 | | Weitor | 5.0 | 10.0 | 0.5 | |

Conclusions and outlook

Ramularia leaf spot caused by *Ramularia collo-cygni* is advancing and has become a “new” important barley disease in many parts of the world. After the “Danish experience” from 2002, one cannot exclude that the disease will become a serious constraint for barley production in Denmark. The knowledge about this disease is still far too scarce for developing a sound decision support for disease control. In particular, one needs to elucidate how the disease development relates to environmental conditions, host resistance and tolerance, crop management practices, inoculum sources, and pathogen variability. This requires much more research on epidemiological and yield loss-related aspects as well as on characterizing the resistance properties of the host and virulence of the pathogen. Research and resistance breeding programmes have been initiated already abroad, e.g. in Austria, Germany and the UK. Introductory studies will be conducted in Denmark in 2003. The first steps will be to establish methods for isolating, culturing, and storing the fungus as well as developing methods for artificial inoculation. This is essential as a basis for progress in resistance breeding and testing of important Danish barley genotypes and for examining the variation in virulence and aggressiveness of the fungus. Additional in-depth studies needed to address this new challenge will be designed based on the results of these activities.

Literature

- Braun U. 2002. *Ramularia collo-cygni* (*Ramularia* leaf blight of barley) – taxonomy and phylogeny. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Brönnimann A. 1988. Tätigkeitsbericht über die Jahre 1986 und 1987 aus der Eidg. Forschungsanstalt für Landw. Pflanzenbau Zürich-Reckenholz.
- Burke JJ, Hackett R & O’Sullivan E. 2001. The barley leaf spot problem – causes and control. Irish Agriculture and Food Development, Teagasc Crops Research Centre, Oak Park, <http://www.teagasc.ie/publications/2001/tillageconference/paper03.htm>.
- Cavara F. 1893. Über einige parasitische Pilze auf dem Getreide. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 3:16-26.
- Cromeley MG, Harvey IC, Sheridan JE & Grbavac N. 2002. Occurrence, importance and control of *Ramularia collo-cygni* in New Zealand. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Frei P. 2002. *Ramularia collo-cygni*: Cultivation, storage and artificial infection of barley and weed grasses under controlled conditions. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Gindrat D & Frei P. 1999. Les “taches physiologiques” ou “grillures” des feuilles de cereales. Revue Suisse Agric. 31(3): 119-125.

- Greif P. 2002. Importance of *Ramularia c.-c.* for barley growers and breeders. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Harvey IC. 2002. Epidemiology and control of leaf and awn spot of barley caused by *Ramularia collo-cygni*. New Zealand Plant Protection 55:331-335.
- Havis ND, Piper SR, Oxley SJP & Langrell SRH. 2002. Development of a PCR based detection and identification assay for *Ramularia collo-cygni* direct from barley leaf tissue. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Hovmøller MS & Pinnschmidt HO. 2002. Ramularia-bladplet – en ny svampesygdom i byg. Landsbladet Mark 12: 14-15.
- Hron R & Oberforster M. 1990. Winter- und Sommergetreide: Sortenbehandlungsversuche 1989 und mehrjährige Zusammenfassung. Versuchsergebnisse der Bundesanstalt für Pflanzenbau, Wien, 43 pp.
- Huss H, Mayrhofer H & Wetsching W. 1987. *Ophiocladium hordei* CAV. (fungi imperfecti), ein für Österreich neuer parasitischer Pilz der Gerste. Der Pflanzenarzt 40:167-169.
- Huss H, Mayrhofer H & Ingolic E. 1992. *Ramularia collo-cygni* SUTTON & WALLER (fungi imperfecti), ein wirtschaftlich bedeutender Parasit der Gerste in der Steiermark. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 122:87-95.
- Huss H & Neuhold G. 1995. *Ramularia collo-cygni* (fungi imperfecti) – der Erreger der Sprengelkrankheit der Gerste. Berichte der Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter im Rahmen der Vereinigung der Österr. Pflanzenzüchter in Gumpenstein, pp 197-199.
- Huss H & Sachs E. 1998. *Ramularia*-Blattflecken- oder Sprengelkrankheit der Gerste. Der Pflanzenarzt 11-12: 15-18.
- Jorgensen LN, Nielsen GC & Sindberg S. 2002. Fysiologiske bladpletter i korn. (Physiological spotting in cereals.) Proceedings of the 19th Danish Plant Protection Conference. Weeds, pests and diseases. DJF-Rapport, Markbrug. No.64: 33-42.
- Kromb-Kolb H. 2002. Influence of climatic factors on the formation of symptoms of *Ramularia c.-c.*. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Minariková V, Marik P & Stemberková L. 2002. Occurrence and epidemiology of a new fungal pathogen on barley, *Ramularia collo-cygni*. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Pinnschmidt HO & Hovmøller MS. 2002. *Ramularia* - en ny svampesygdom på byg i Danmark. DJF, Afd. for Plantebeskyttelse, <http://www.agrsci.dk/plb/Ramularia/index.htm>.
- O'Sullivan E. 2002. *Ramularia collo-cygni* – a new pathogen associated with spotting of barley in Ireland. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Sachs E, Amelung D & Klappach K. 1998. Die Symptome der Netzfleckenkrankheit der Gerste, hervorgerufen durch *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem., und deren Verwechslungsmöglichkeiten. (The symptoms of net blotch on barley, caused by *Drechslera teres*, and

- risks for diagnostic mistakes.) Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 50(3): 58-63.
- Sachs E . 2000a. A rapid method for diagnosis of *Ramularia collo-cygni*. Personal communication.
- Sachs E . 2000b. Das Auftreten der *Ramularia*-Blattfleckenkrankheit an Gerste in Bayern 1999, verursacht durch *Ramularia collo-cygni* SUTTON & WALLER. (Occurrence of *Ramularia* leaf spot disease on barley in Bavarian in 1999, caused by *Ramularia collo-cygni* SUTTON & WALLER.) Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 52(7): 160-163.
- Sachs E. 2002a. First findings on the epidemiology of the *Ramularia* leaf blight disease. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Sachs E. 2002b. Monitoring zur Verbreitung der *Ramularia*-Blattfleckenkrankheit an Wintergerste in Deutschland im Jahr 2000. (Monitoring on the spread of *Ramularia* leaf spot disease on winter barley in Germany in 2000.) Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 54(2): 31-35.
- Sachs E. 2002c. The new barley leaf disease caused by *Ramularia collo-cygni*. A survey. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Salamati S & Reitan L. 2000. Spragleflekk (*Ramularia*) – opptreden og betydning i bygg. Kvithardagene 2000, Grønn Forskning, Plante Forsk, Plantemøtet Midt-Norge 157.
- Salamati S. 2001. Spragleflekk på bygg. Grønn Forskning 17/2001, 10pp.
- Salamati S. 2002. Occurrence of *Ramularia collo-cygni* on spring barley in Norway. Proceedings of the 2nd International Workshop on Barley Leaf Blights, ICARDA, Aleppo, Syria (in press).
- Sheridan JE. 2000. Cereal diseases 1999-2000 (including pea diseases and gooseberry mildew). Disease survey and disease control in the Wairarapa, New Zealand. Mycology and Plant Pathology Report No. 37, Botany Department, Victoria University of Wellington; Wellington, New Zealand, 38 pp.
- Sutton BC & Waller JM. 1988. Taxonomy of *Ophiocladium hordei*, causing leaf lesions on *Triticale* and other *Gramineae*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 90: 55-61.
- Tschöpe O. & Sachs E. 2001. Die Farbstoffbildung von *Ramularia collo-cygni* SUTTON & WALLER als Grundlage für eine Schnell diagnose. (The production of colour in *Ramularia collo-cygni* SUTTON & WALLER as a basis for a rapid diagnosis.) Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 53(7): 161-164.

Hvedebladplet (DTR) – Monitoring for sygdommen i Danmark med PCR metode

Tan spot - Monitoring for the disease in Denmark using PCR - technique

Lise Nistrup Jørgensen, Karen Frænde Jensen & Jette Them Lilholt
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Abstract

In 2002, a monitoring programme for tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) was carried out by DIAS in close cooperation with the Danish Advisory Service. 90 samples were collected from 57 localities and the attack of tan spot was assessed using both visual assessment and PCR-techniques. Sampling was done at gs 75 where 20 tillers were taken from untreated trial plots. 46% of the samples were found to be positive (>0.5% attack) using visual assessments and 58% of all samples were positive using the PCR-method. The disease was found in all parts of Denmark. Tan spot was found in different crop rotations but the most severe attack was found if the previous crop was winter wheat in combination with reduced tillage. Comparison between visual assessments and the PCR-method was not too good. Generally it is expected that the PCR- method should be most accurate. The visual assessment is considered to be difficult as the symptoms can be confused by septoria diseases and necrotic spots, and regarding the PCR-method it is found that DNA is difficult to extract from too dry leaves which may cause another uncertainty.

Indledning

Hvedebladplet (*Drechslera tritici-repentis*) er en forholdsvis ny sygdom i Danmark (Jensen *et al.*, 2001). I 2001 blev der foretaget en mindre monitoring fra 18 lokaliteter, som viste at sygdommen var forholdsvis almindelig udbredt (Hansen og Jensen, 2002). I sommeren 2002 blev det i samarbejde med De Landøkonomiske Foreninger, Landbrugets Rådgivningscenter og Danmarks JordbrugsForskning besluttet at foretage en større monitoring for at kortlægge sygdommens udbredelse. Det kan ved en almindelig bladbedømmelse være vanskeligt at vurdere, om det med sikkerhed er hvedebladplet, da sygdommen kan forveksles med hvedegråplet (*S. tritici*), hvedebrunplet (*S. nodorum*) eller almindelig nedvisning. Derfor blev der foretaget en PCR-analyse, som er en diagnosticeringsmetode, som kan måle selv meget små mængder af

svampens DNA. Metoden er specifik for hvedebladplet (Bech, 1999). Projektet blev økonomisk støttet af Syngenta, som har udviklet teknikken til bestemmelse af DTR ved hjælp af PCR baserede metoder.

Metode

Der blev i alt indsendt 90 planteprovér fra 57 forskellige lokaliteter. Planteprovérne blev udtaget omkring vs. 71-75 (sidst i juni - først i juli måned). Der blev i alt indsendt 20 planter fra ubehandlede parceller fra hvert forsøg. Sammen med hver planteprove blev der medsendt et følgebrev med oplysninger om: lokalitet, forsøgsnummer, jordbehandling, forfrugt og hvedesort. Ved DJF blev der foretaget en visuel bedømmelse af hvedebladplet og septoria på henholdsvis 1., 2. og 3. øverste blad. Derefter blev prøverne frosset ned for siden hen v.h.a. PCR-metoden at blive analyseret. Ved PCR – testen blev der ekstraheret DNA fra hver prøve på bladniveau. Efterfølgende blev resultatet aflæst på en gel. På foto 1 ses et eksempel på en gel, og i tabel 2, ses hvordan den viste gel er opgjort.

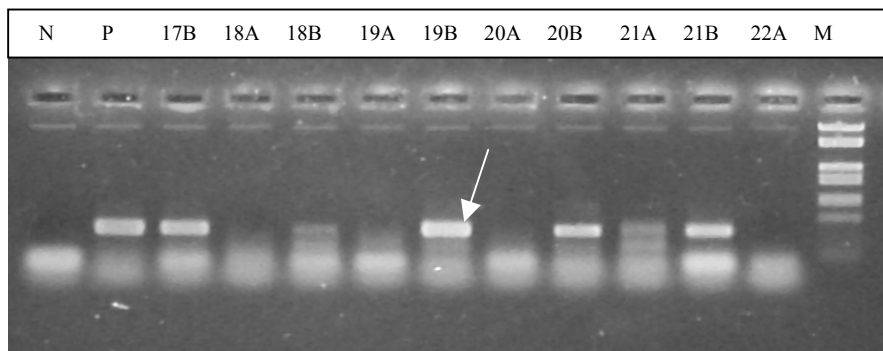


Foto 1. Billede af gel. Kørt på prøver fra bl.a. Maribo, Nykøbing M., Holeby og Roskilde. Der, hvor der er et bånd (se pil), indikerer, at der er DTR tilstede i prøven.

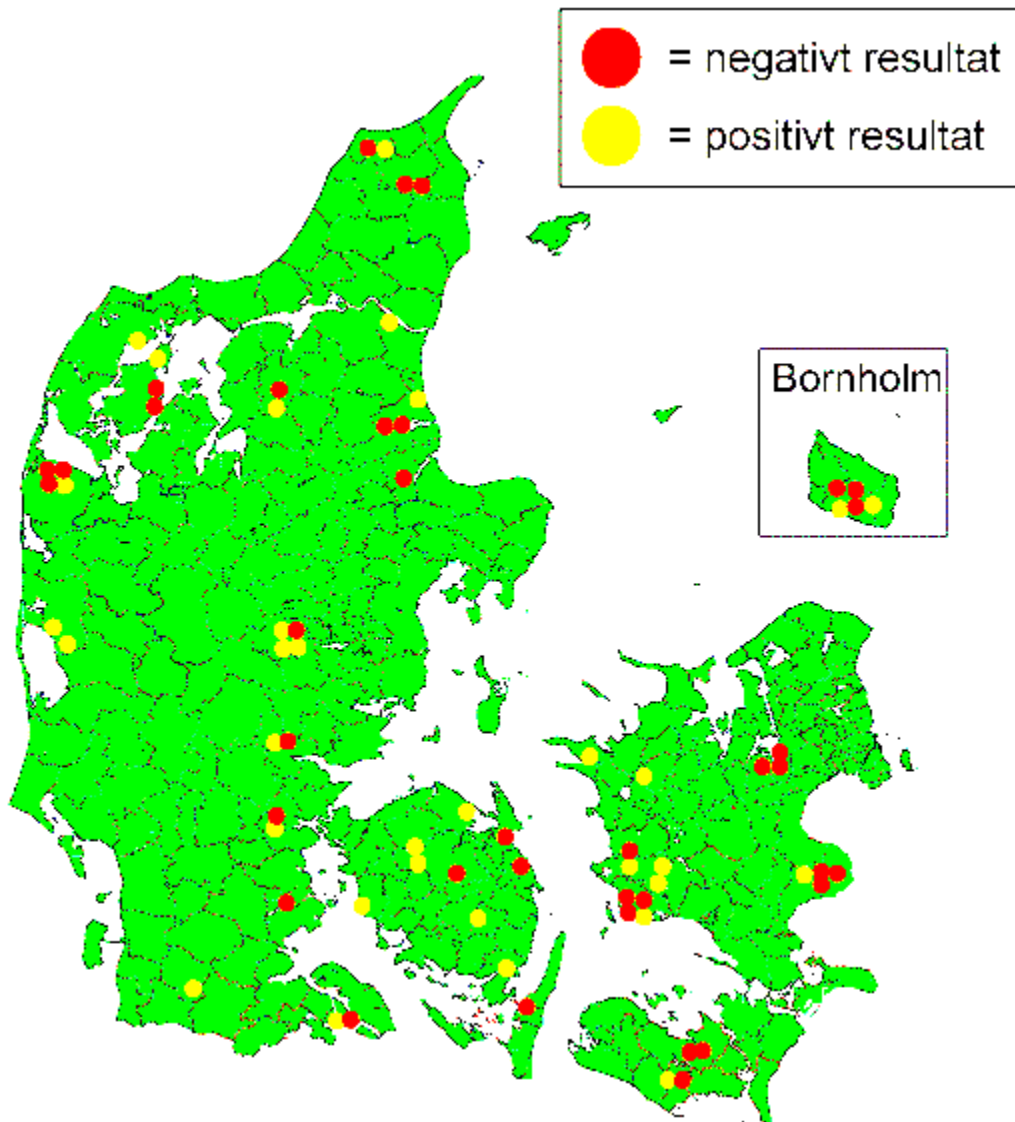
N = Negativ prøve (bruges for at se om der er forurening af prøven, skal være negativ), P = Positiv prøve (der er testet en prøve, som er helt sikkert positiv for DTR), 17B = Lokalitet 17, 2. blad, M = Markør (λ /*EcoRI*/*HindIII*). Picture of gel. Run on samples from Maribo, Nykøbing M., Holeby, and Roskilde among other places. A band (see arrow) indicates the presence of DTR in the sample.

N = Negative sample (used to see if the sample is contaminated; must be negative), P = Positive sample (one sample has been tested which quite certainly is positive for DTR), 17B = Locality 17, 2nd leaf, M = Marker (λ /*EcoRI*/*HindIII*).

Resultater

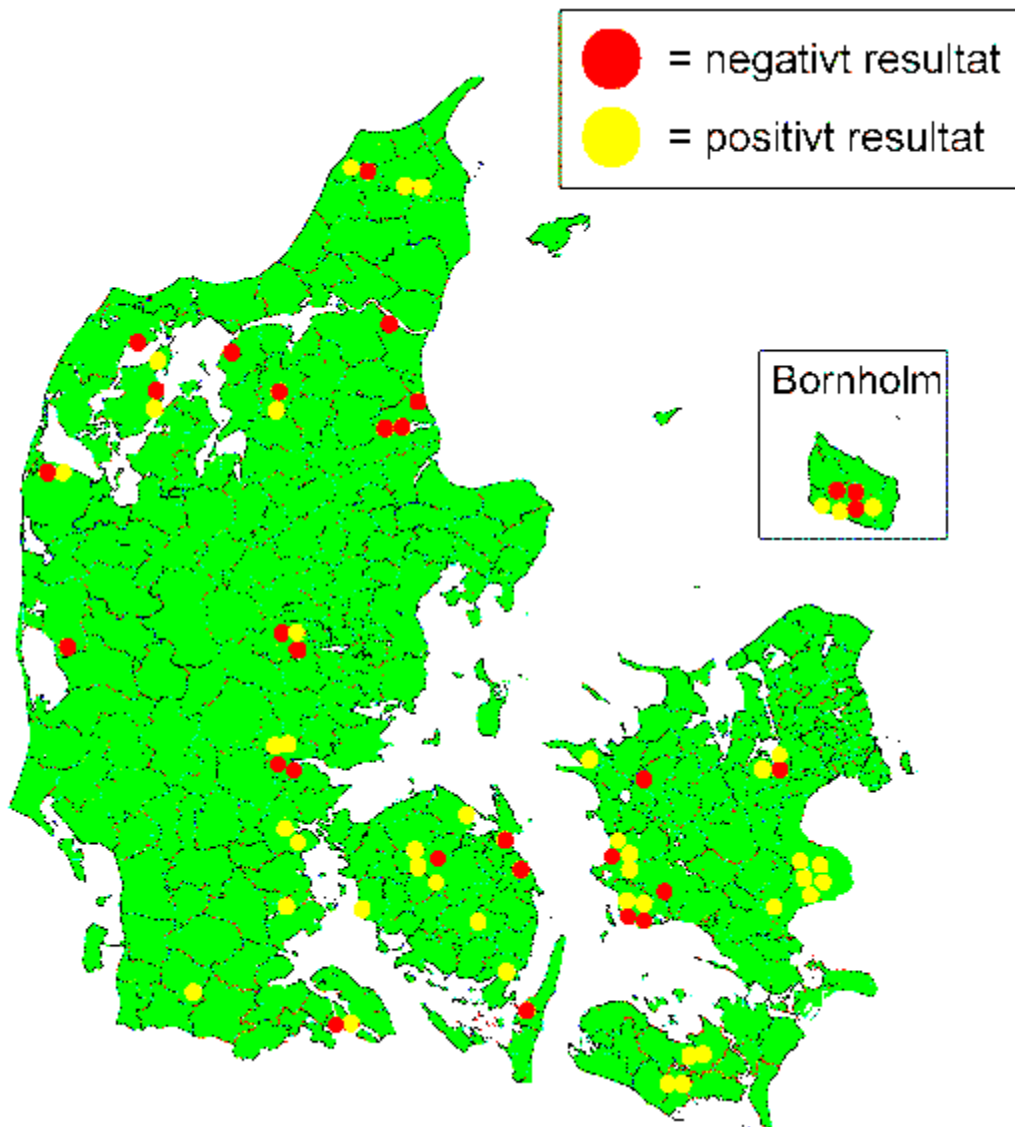
På figur 1 kan man se fordelingen af de positive og negative prøver, som er fundet ved den visuelle bedømmelse. Nogle af pletterne ligger næsten oveni hinanden, hvilket skyldes, at der

kan være flere prøver fra samme lokalitet men i forskellige forsøg på lokaliteten. I enkelte tilfælde er der også på samme lokalitet forsøg, hvor der er afprøvet flere sorter. I begge tilfælde er hvert forsøg og hver sort regnet som en selvstændig prøve. Der er regnet med, at resultatet er positivt, hvis der var $>0,5\%$ angreb af DTR tilsammen på de øverste 3 blade. Det vurderes ud fra de visuelle bedømmelser, at 46% af prøverne var positive og 54% negative. I tabel 1 ses et eksempel på, hvordan prøverne er opgjort visuelt.



Figur 1. Monitoring af hvedebladplet i Danmark juli 2002. De mørke pletter angiver de lokaliteter, hvor der ved en visuel bedømmelse på de indsendte hvedeplanter ikke er fundet angreb af hvedebladplet, mens de lyse pletter, angiver hvor der er fundet hvedebladplet ($> 0,5\%$ dækning tilsammen på de 3 øverste blade på i gennemsnit 20 skud). Monitoring of tan spot in Denmark in July 2002. The dark dots indicate the localities where no attack of tan spot was found at the visual assessment, whereas the light dots indicate where tan spot was found ($>0.5\%$ coverage altogether on the top 3 leaves of an average of 20 shoots).

I figur 2 kan man se fordelingen af de positive og negative prøver, som er fundet ved PCR-metoden. Der er regnet med, at prøven er positiv, hvis bare et af bladene i prøven indeholdt DTR. I resultatet af de 84 testede prøver var 58% positive og 42% negative prøver. I tabel 2 er vist, hvordan gelen på foto 1 er opgjort. Det er fra de samme prøver, som er vist i tabel 1. Som det fremgår af foto 1, har der været betydelig forskel i farvefasthed mellem de bånd, som prøverne har givet. PCR-metoden vurderes dog ikke at være egentlig kvantitativ. Men de kraftige bånd stammede hyppigt fra prøver, der også i den visuelle bedømmelse havde vist kraftige angreb.



Figur 2. Monitoring af hvedebladplet i Danmark juli 2002. De mørke pletter angiver de lokaliteter, hvor der ved hjælp af PCR-analyse på de indsendte hvedeplanter ikke er fundet angreb af hvedebladplet, mens de lyse pletter angiver, hvor der er fundet hvedebladplet. Monitoring tan spot in Denmark in July 2002. The dark dots indicate the localities where no attack of tan spot was found by means of PCR analysis, whereas the light dots indicate where tan spot was found.

Hvedebladplet blev fundet på lokaliteter med vidt forskellig dyrkningspraksis. De fleste af de positive prøver er fundet i marker, hvor der var pløjet, og hvor der enten var flereårshvede eller anden forfrugt som ærter, vinterbyg, kartofler, roer og vinterraps. I marker, hvor der ikke var pløjet (10 stk.), og hvor hvede (3 stk.) var forfrugt, blev der i alle tilfælde konstateret hvedebladplet.

Tabel 1. Procent angreb af DTR på forskellige lokaliteter i Danmark, 2002. Gennemsnit af 20 planter, bedømt visuelt på bladniveau. Tabellen viser et udpluk af de undersøgte prøver. Percentage DTR attack in different localities in Denmark, 2002. Average of 20 plants assessed visually at leaf level.

| Prøve nr. | Lokalitet | DTR (% dækning) | | | <i>S. tritici</i> (% dækning) | | |
|-----------|---------------------------------|-----------------|---------|---------|-------------------------------|---------|---------|
| | | 1. blad | 2. blad | 3. blad | 1. blad | 2. blad | 3. blad |
| 17 | Christiansodde, Maribo | 0,02 | 0,01 | * | 5 | 45 | * |
| 18 | Asselsvej, Nykøbing M. | 0 | 0,005 | 0 | 3 | 17 | 62 |
| 19 | Grønt Center, Holeby | 0 | 0,025 | * | 3 | 16 | * |
| 20 | Christiansodde, Maribo | 0 | 0,01 | * | 17 | 49 | * |
| 21 | Roskilde | 0 | 0 | 0 | 7 | 20 | 60 |
| 22 | Lyngby landbrugsskole, Roskilde | 0,015 | 0,025 | 0,005 | 0,3 | 4 | 33 |

* = Bladet var helt dødt.

Tabel 2. Angreb af DTR i hvede på forskellige lokaliteter i Danmark, 2002. Bedømt ved hjælp af PCR-analyse. Tabellen viser et udpluk af de undersøgte prøver. DTR attack in wheat in different localities in Denmark, 2002. Assessed by means of PCR analysis.

| Prøve nr. | Lokalitet | DTR | | |
|-----------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1. blad (A) | 2. blad (B) | 3. blad (C) |
| 17 | Christiansodde, Maribo | * | P | ** |
| 18 | Asselsvej, Nykøbing M. | N | P | ** |
| 19 | Grønt Center, Holeby | N | P | ** |
| 20 | Christiansodde, Maribo | N | P | ** |
| 21 | Roskilde | P | P | ** |
| 22 | Lyngby landbrugsskole, Roskilde | N | * | * |

*= Testet på anden gel. ** = Det var ikke muligt at ekstrahere DNA fra bladet, da det var for brunt (dødt).

Diskussion og konklusion

Så vel den visuelle bedømmelse som PCR-analyserne har vist, at DTR er almindelig udbredt i alle dele af Danmark. 58% af de undersøgte planteprov er viste positiv reaktion på tilstedeværelse af DTR. Dette bekræfter således, at DTR har udviklet sig til et almindeligt forekommende patogen i Danmark. Sygdommen optrådte i mange forskellige sædskifter og forekommer altså ikke kun, hvor hvede er forfrugt, og hvor der er brugt reduceret jordbehandling. Forekomsten var lige så almindelig, hvor forfrugten var hvede, som hvor anden forfrugt var brugt. I de fleste tilfælde med meget kraftige angreb var der dog tale om hvede som forfrugt. PCR-metoden blev anvendt på mellem 1 og 3 bladniveauer pr. prøve. Undersøgelsen viste hyppigst positive reaktioner på 2. blad. I mange tilfælde var der således udslag på 2. blad, uden at der var udslag på fanebladet. Dette skyldes muligvis, at sygdommen på udtagnings-tidspunktet ikke havde nået at etablere sig på fanebladet.

Generelt vurderes PCR teknikken at være mere sikker end en visuel bedømmelse. Metoden er dog ikke egentlig kvantitativ og kan derfor ikke bruges som indikator for, hvor kraftigt angrebene har været. Det blev konstateret, at sammenhængen mellem de visuelle bedømmelser og PCR reaktionerne ikke var alt for overbevisende. Hvis den visuelle grænse for angreb sættes til 0,5% totalt på alle 3 blade, var der kun i ca. 50% af prøverne overensstemmelse mellem de visuelle bedømmelser og positive reaktioner med PCR metoden. Årsagen til denne ret dårlige sammenhæng kan skyldes:

- 1) At DTR virkelig er svær at bedømme visuelt, og at den er vanskelig at adskille fra andre sygdomme og almindelig nedvisning.
- 2) At PCR metoden ikke har givet det forventede udslag p.g.a., at bladene har været helt nedvisnede eller vandrukne som følge af transport.
- 3) At grænsen for at en prøve er positiv ($> 0,5\%$ angreb af DTR tilsammen på de øverste 3 blade) ved den visuelle bedømmelse er en tilfældigt udvalgt værdi. Der kunne have været flere positive prøver i den visuelle bedømmelse, hvis grænsen f. eks havde været $> 0,01\%$.

Litteratur

- Beck JJ.* (1999). Diagnostic PCR assay for the detection of *Pyrenophora tritici-repentis* in wheat. *Phytopathology* 90:S5.
- Hansen CH & Jensen KF.* Hvedebladplet – Biologi og bekæmpelse. Seminar om plantværn 2002 Landbrugsafgrøder.Landbrugets Rådgivningscenter. 13-15.
- Jensen KF, Jørgensen LN, Henriksen L & Nielsen GC.* (2001). Hvedebladplet – En ny svampesygdom i Danmark. *Grøn Viden, markbrug* 232.

Hvedebladplet (DTR)– Resultater fra fungicidbekæmpelse i Danmark

Tan spot - Results from control with fungicides in Denmark

Lise Nistrup Jørgensen og Karen Frænde Jensen

Danmarks JordbrugsForskning

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Ghita Cordsen Nielsen

Landbrugets Rådgivningscenter

Udkærsvvej 15, Skejby

DK-8200 Århus N

Abstract

Fungicide trials with the aim of controlling tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) was carried out for the first time in Denmark in 2002. In one trial the aim was to rank many different fungicides used at ½ and 1/4 of normal rate. The best effect on tan spot was found from the strobilurins Opera, Comet, Acanto, and Amistar and the EBI fungicides containing propiconazole. Relatively minor difference in efficacy was found between using ½ and 1/4 rate. The disease was found to develop extremely fast showing that timing of control is very important. The maximum yield increase from controlling severe attack of tan spot was 4 tonnes /ha. A good correlation was found between the level of control and the yield responses.

Several other field trials were carried out testing different strategies with Opera, Acanto and Amistar. These trials showed superior control and net yields from a split strategy using ¼ rate of Opera. Some of the trials with severe attack showed an economic benefit from applying an effective product at gs. 31-32 supporting an early control of tan spot. If only applying one treatment for control of tan spot around earing, again 1/4 of normal rate gave the best economic solutions.

Indledning

Hvedebladplet (*Drechslera tritici-repentis*) er en forholdsvis ny sygdom i Danmark (Jensen *et al.*, 2001). I 2002 blev der for første gang iværksat forsøg til belysning af forskellige fungiciders effekt på hvedebladplet. Fra bl.a. Tyskland og Frankrig foreligger der resultater fra forsøg med kemisk bekæmpelse (Anon 1999, Anon 1999.a, Anon 2000, Anon 2001). Disse for-

søg har vist, at bl.a. strobilurinerne har udvist god effekt på hvedebladplet. Forsøgene har dog kun i meget begrænset omfang vist noget om, hvordan reducerede doseringer klarer sig overfor denne sygdom. Bl.a. for at få klarhed over dette forhold, blev der i 2002 iværksat forsøg både ved Danmarks JordbrugsForskning og Landbrugets Rådgivningscenter.

Metode og resultater

Forsøg ved DJF

I 2002 blev der udført 4 forsøg med hvedebladplet ved Danmarks JordbrugsForskning. Det ene forsøg blev udført i en mark med Ritmo, hvor der i efteråret blev udlagt halm smittet med DTR. I slutningen af april (uge 17) udviklede der sig kraftige primærangreb i forsøget, som stammede fra ascosporer fra det kønnede stadie på halm- og stubrester. I forsøget blev mange forskellige midler afprøvet i 1/2 og 1/4 dosis ved henholdsvis 1 sprøjtning (vs. 39) og 3 sprøjtninger (vs. 32, 39 og 65).

Epidemiudviklingen blev fulgt ugentligt på bladniveau i ubehandlede forsøgsparcer, og som det fremgår af figur 1, var der meget hurtig udvikling. Sygdommens korte latensperiode (3-7 dage) bevirker, at hvedebladplet helt udkonkurrerede hvedegråplet (*Septoria tritici*) i forsøget. Både i ubehandlede og behandlede forsøgsled nåede der på vs. 39 at komme angreb på fanebladet før sprøjtningen fandt sted.

Effekten fra de bedste fungicider i forsøget er vist i figur 2 og 3. Som det fremgår, blev den bedste effekt opnået med strobilurinerne Opera, Comet, Acanto og Amistar. Derudover gav produkter med propiconazol (Tilt 250 ec og Zenit) en rigtig god effekt, hvorimod de øvrige produkter gav utilstrækkelig effekt. I forsøget var der begrænset effektforskel på hel og halv dosering. Som det er tilfældet på flere andre svampe, så er korrekt timing også vigtigt for bekæmpelse af denne svamp. Én enkelt behandling på vs. 39 gav i dette forsøg med meget kraftige angreb en helt utilstrækkelig effekt og også kun det halve merudbytte i forhold til 3 behandlinger.

Merudbytterne var store for bekæmpelse af hvedebladplet. For de bedste behandlinger blev der opnået et bruttomerudbytte på over 40 hkg/ha. Som det fremgår af figur 4, var der en god sammenhæng mellem opnåede merudbytter og bekæmpelsesgrad i forsøget. Forsøget er at betragte som en "Worst case" situation, da midlerne blev afprøvet i en meget modtagelig sort (Ritmo) med store mængder af inficeret halm på overfladen.

I 3 forsøg med forfrugt hvede, som var udstationeret hos en landmand, der praktiserer reduceret jordbehandling, blev der afprøvet forskellige strategier med Acanto, Opera og Amistar i en hvedemark med sorten Stakado. Stakado har forholdsvis god resistens overfor hvedebladplet. Alle 3 forsøg var behandlet med 0,375 Opus Team på vs. 33 for at give en generel beskyttelse mod bladsygdomme. Opus Team er kendt for at have relativt lille effekt på hvedebladplet.

I forsøgene var halmen relativt godt indarbejdet i jorden, og angrebene udviklede sig langt mindre kraftigt i forhold til forsøget på Flakkebjerg. Hvedebladplet var dog også i disse forsøg dominerende og havde udkonkurreret hvedegråplet. Det maksimale bruttomerudbytte for behandling i denne mark var 17,5 hkg/ha. I det ene forsøg var der betaling for en tidlig sprøjtning med Acanto på vs. 31 målt i forhold til Opus Team. Den bedste strategi i forsøgene var generelt en splitbehandling med ¼ dosering af enten Opera eller Acanto på vs. 37-39 efterfulgt af sprøjtning på vs. 65-71. Sammenligning af effekt og merudbytte efter en enkelt behandling mod DTR på vs. 39, vs. 55 eller vs. 65 gav nogenlunde samme nettoudbytte, hvilket skyldes, at angrebene først rigtigt tog fart omkring vs. 65. Dette indikerer også, at der under moderate angreb er en vis fleksibilitet med hensyn til behandlingstidspunktet. Forskellene i effekt på at bruge ½ eller 1/4 dosering ved en enkelt sprøjtning var klar men gav ikke anledning til en stor udbyttømæssig forskel, og nettomerududbyttet var bedst for den 1/4 dosering af både Opera, Acanto og Amistar (tabel 1). I forsøget, hvor Amistar, Opera, Acanto og tankblandingen Amistar + Folicur blev afprøvet, var der bedst effekt og nettomerudbytte efter en splitbehandling med Opera (tabel 1).

Tabel 1. Sammenligning af 3 forskellige svampemidlers effekt på hvedebladplet og udbytte. 1 forsøg 2002. Comparison of 3 different fungicides efficacy on tan spot and yield, 1 trial 2002.

| Behandling vs.37 Treatment gs 37 | Behandling vs. 51-55 Treatment gs 37 | Behandling vs. 65 Treatment gs 65 | % hvedebladplet % tan spot | | Udbytte og merudbytte Yield and increase Hkg/ha | |
|---|---|--|-------------------------------|-----------------------|---|--------------|
| | | | 28 juni | 7 juli | Brutto Gross | Netto Net |
| | | | 3 blade 3 leaves | faneblad Flag leaf | | |
| Ubehandlet Untreated | Ubehandlet Untreated | Ubehandlet Untreated | 28,8 | 80,0 | 54,4 | - |
| - | Opera 0,75 l | - | 7,3 | 15,5 | 12,2 | 5,8 |
| - | Opera 0,375 l | - | 6,5 | 22,5 | 11,8 | 8,1 |
| - | Acanto 0,5 l | - | 7,3 | 27,5 | 8,1 | 2,8 |
| - | Acanto 0,25 l | - | 10,0 | 50,0 | 9,0 | 5,9 |
| - | Amistar 0,5 l | - | 10,3 | 27,5 | 9,8 | 4,7 |
| - | Amistar 0,25 | - | 11,0 | 47,5 | 8,5 | 5,5 |
| - | Amistar0,25 l+Folic 0,25 l | - | 11,8 | 47,5 | 8,7 | 4,2 |
| Opera 0,375 l | | Opera 0,375 l | 2,3 | 4,8 | 16,8 | 9,5 |
| Acanto 0,25 l | | Acanto 0,25 l | 3,8 | 13,0 | 10,4 | 4,2 |
| Amistar 0,25 l | | Amistar 0,25 l | 5,5 | 19,3 | 9,2 | 3,1 |
| Amistar+Folic. 0,25 l + 0,25 l | | Amistar+Folic. 0,25 l +0,25 l | 5,5 | 27,5 | 11,0 | 2,0 |
| Antal forsøg No of trials | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Vækststadium gs | | | 71 | 75 | - | |
| LSD ₉₅ | | | 4,7 | 8,3 | 3,7 | |

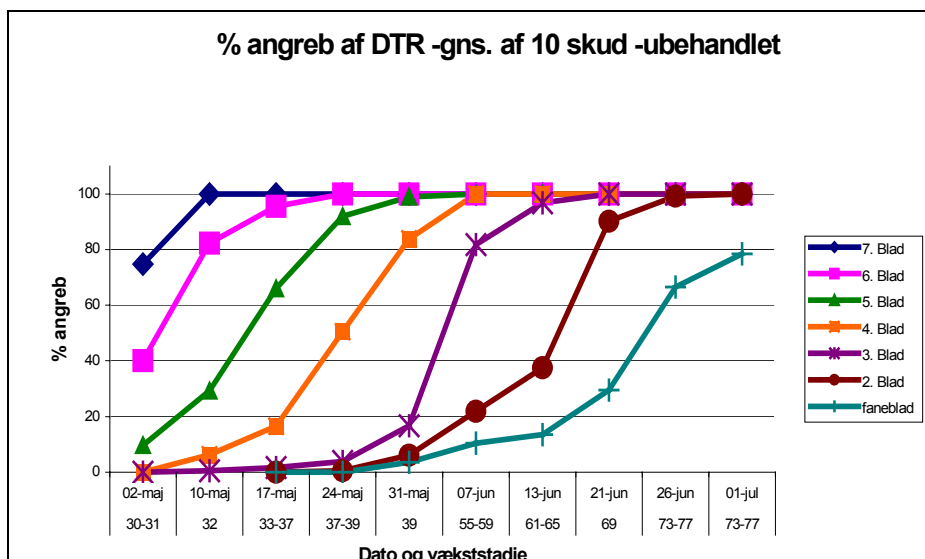
* Alle led i forsøget var behandlet med 0,375 l Opus Team på vs. 31

Forsøg med hvedebladplet i landsforsøgene

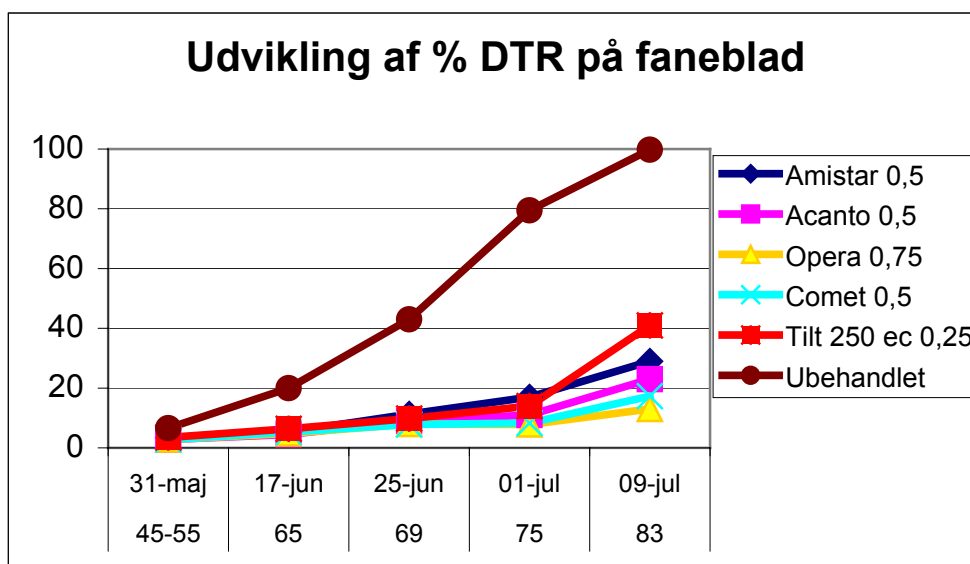
Der har været udført 5 forsøg for at vurdere forskellige behandlingsstrategiers effekt på hvedebladplet. I 2 af disse forsøg i Boston og Bill var der kraftige og dominerende angreb af hvedebladplet. I begge tilfælde var der tale om hvede som forfrugt og praktisering af reduceret jordbehandling. Resultaterne af disse 2 forsøg er vist i tabel 2. Forsøgsserien har maksimalt givet et bruttomerudbytte på 17,9 hkg/ha for en 3. sprøjtestrategi (vs. 31-32, 45-51, 65), hvor der er brugt Opera ved de sidste 2 sprøjtninger. Dette merudbytte har været signifikant bedre sammenlignet med en 2. sprøjtestrategi (vs. 31-32 & vs. 45-51). Det har i forsøgene ligeledes været en fordel i 2 sprøjtestrategier, at bruge et middel der er effektivt over for hvedebladplet også ved en tidlig sprøjtning på vs. 31-32. Dette ses ved sammenligning af led 2 og 3.

Tabel 2. Sammenligning af 2 forskellige svampemidlers effekt på hvedebladplet og udbytte ved forskellige strategier. 2 forsøg 2002. Comparison of 2 different fungicides efficacy on tan spot and yield using different strategies. 2 trials 2002.

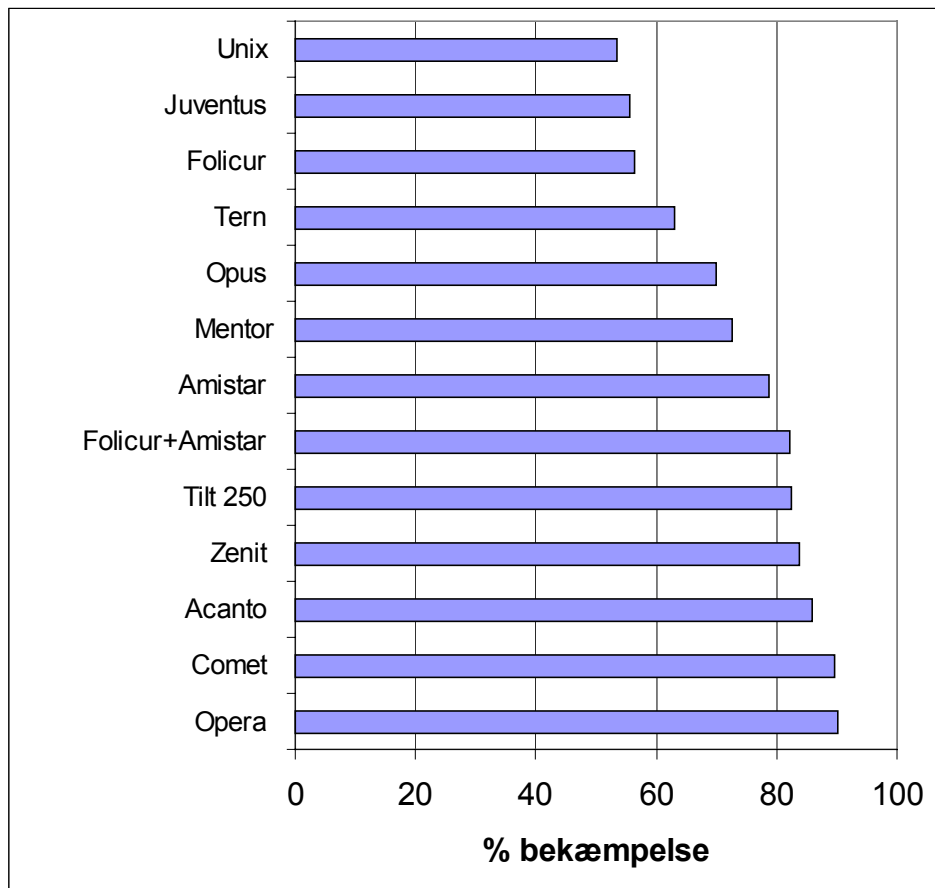
| Behandling vs. 31-32 Treatment gs 31-32 | Behandling vs. 45-51 Treatment gs 45-51 | Behandling vs. 65 Treatment gs 65 | % hvede- bladplet % tan spot | | Udbytte og mer-udbytte Yield and in- creases Hkg/ha | |
|--|--|--|------------------------------------|----------------|---|--------------|
| | | | Vs 54 gs 54 | Vs 73 gs 73 | Brutto Gross | Netto Net |
| Ubehandlet Untreated | Ubehandlet Untreated | Ubehandlet Untreated | 6,0 | 63 | 63,5 | - |
| Acanto 0,25 l | Acanto 0,5 l | - | 0,1 | - | 13,6 | 5,1 |
| Opus team 0,375 l | Acanto 0,5 l | - | 1,0 | - | 11,1 | 2,9 |
| Opus team 0,375 l | Acanto 0,25 l | - | 1,0 | - | 9,9 | 3,9 |
| Opus team 0,375 l | Opera 0,375 l | - | 0,8 | - | 11,4 | 4,9 |
| Opus team 0,375 l | Acanto 0,125 l | - | 0,7 | - | 6,0 | 1,1 |
| Opus team 0,375 l | Acanto 0,25 l | Acanto 0,25 l | 1,0 | - | 11,4 | 2,3 |
| Opus team 0,375 l | Opera 0,375 l | Opera 0,375 l | 0,7 | - | 17,9 | 7,7 |
| - | Acanto 0,5 l | - | 5,0 | - | 8,7 | 3,3 |
| Antal forsøg No of trials | | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| LSD ₉₅ | | | | | 3,3 | |



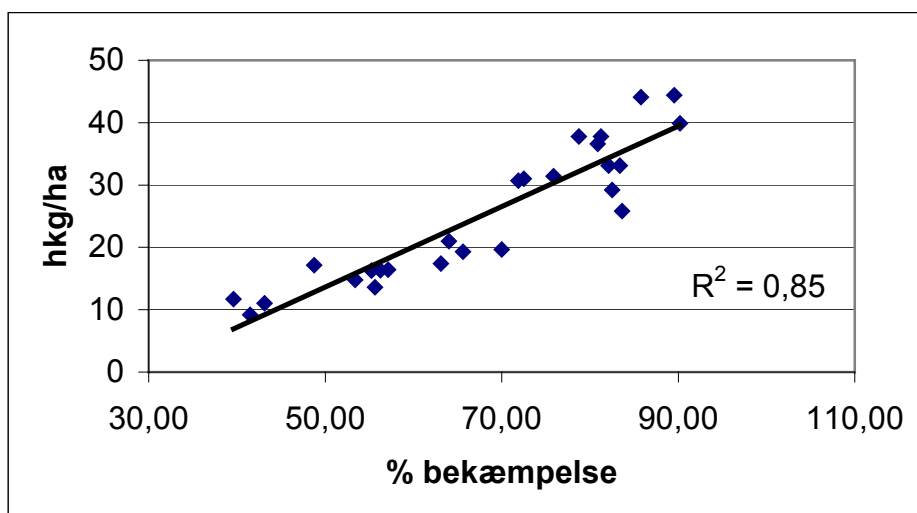
Figur 1. Sygdomsudvikling på bladniveau i ubehandlede led fra forsøg med hvedebladplet i 2002. Forsøget var kunstigt inficeret med halm, som var angrebet. Development of tan spot at leaf level in untreated plots during the 2002 season.



Figur 2. Procent angreb af hvedebladplet på fanebladet i ubehandlede og behandlede led, hvor der er brugt 3 sprøjtninger med halv dosering af forskellige fungicider på vs. 32, 39 og 65). Per cent attack of tan spot on the flag leaf in untreated and treated plots following ½ dose of different fungicides applied at gs 32, 39, and 65.



Figur 3. Procent bekæmpelse af hvedebladplet med forskellige fungicider afprøvet ved 3 sprøjtninger i ½ dosering. Per cent control of tan spot with different fungicides tested at ½ rate and applied after 3 treatments (gs 32, 39, and 65).



Figur 4. Sammenhæng mellem procent bekæmpelse af angreb og opnåede merudbytter for behandling. Correlation between per cent control of tan spot and obtained yield increases from treatments.

Konklusion

- Opera, Comet, Acanto, Amistar og Tilt holdige midler var de bedste til bekæmpelse af hvedebladplet.
- I marker med reduceret jordbehandling, forfrugt hvede og højt smittetryk har det været en fordel af foretage en tidlig behandling på vs. 31-32 med et effektivt middel for at bekæmpe de første primære angreb.
- Split-behandling med 2 x 1/4 dosis af Opera har givet den bedste bekæmpelse og det bedste nettomerudbytte ved et højt smittetryk.
- Da sygdommen er meget hurtig i sin udvikling (latenstid på 3-7 dage) er det vigtigt, ved kraftige sygdomsangreb at beskytte fanebladet, så snart det er kommet frem.
- De bekæmpelses-strategier, der bruges til septoria-bekæmpelse, vil normalt også give god bekæmpelse af lave til moderate angreb af hvedebladplet. Ved kraftige angreb bør strategien justeres.

Litteratur

- Jensen KF, Jørgensen LN, Henriksen L & Nielsen GC. (2001) Hvedebladplet – En ny svampesygdom i Danmark. Grøn Viden, markbrug 232.*
- Anon. 1999. Traitements et Interventions de printemps des Cereales. Nord-Pas de Calais Picardie, Choisir/2. ITCF.121.*
- Anon 1999.a. Versuchsbericht 1999 Ackerbau. Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein, 156.*
- Anon 2000. Versuchsbericht 2000. Ackerbau. Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein, 31.*
- Anon 2001. Versuchsbericht 2001. Ackerbau. Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein.*

Vetets bladfläcksjuka (DTR) – erfarenheter från Sverige
Drechslera tritici-repentis – experiences from Sweden

Göran Gustafsson
Växtskyddscentralen
S-581 86 Linköping
Sverige

Gunilla Berg
Växtskyddscentralen
Box 12
S-230 53 Alnarp
Sverige

Summary

Tan spot, *Drechslera tritici-repentis*, has become a severe foliar disease in winter wheat during the last few years in Swedish wheat growing area. The increasing problem is explained by the large part of winter wheat in the crop rotation in connection to cost effective low-tillage soil management. Some field trials in winter wheat were located in crops seriously attacked by tan spot. The disease was sufficiently controlled by the strobilurin azoxystrobin, although the second generation of strobilurins pyraclostrobin and picoxystrobin performed an even better control. Different fungicides, doses and times for application were tested.

Bakgrund

Vetets bladfläcksjuka (*Drechslera tritici-repentis* eller *DTR*) aktualiserades i början av 1980-talet i Mellansverige, som en följd av att direktsådd och reducerad jordbearbetning började tillämpas. Växtpatologerna blev då medvetna om att de bladfläckar som uppträder på vete under sommaren och som länge ansetts vara orsakade av främst brunfläcksjuka (*Stagonospora nodorum*) inte sällan var orsakade av *DTR*. Vid denna tid utvecklades även en metod för påvisande av utsädesmitta av *Drechslera spp.* I södra Sverige har angreppen av *DTR* ökat under hela 1990-talet.

Jordar med hög lerhalt

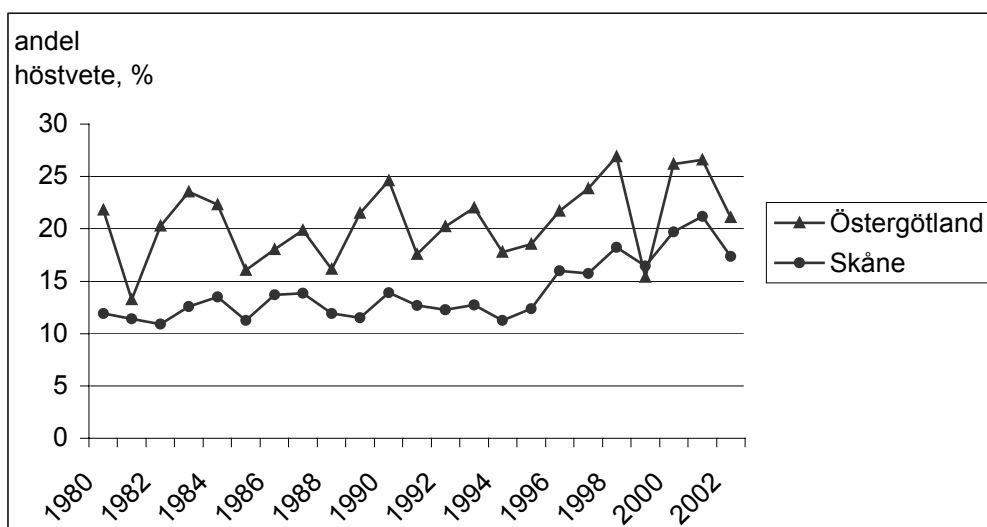
De områden som beskrivs i denna uppsats är dels östra Mellansverige (främst Östergötland) och dels Skåne. Jämförs jordarterna mellan dessa två områden och Danmark är skillnaden stor.

Förekomsten av jordar med högt lerinnehåll, styv lera (40–60 % ler) och mycket styv lera (> 60 % ler) är mycket större, speciellt i östra Mellansverige där ca. 35% av den odlade arealen består av dessa två typer.

Odlingssystem med direktsådd eller reducerad jordbearbetning praktiseras ofta på styvare jordar, eftersom det kan vara svårt att få en tillfredsställande såbädd efter plöjning. Reducerad jordbearbetning har ökat även på andra jordtyper, till stor del beroende på lägre kostnader. Direktsådd av höstvetete efter höstvetete har dock ingen större tillämpning på grund av stora problem med gräsogräs och svampsjukdomar.

Mycket höstvetete i växtföljden

Andelen höstvetete av den odlade arealen skiljer sig något åt mellan områdena, med mer höstvetete i östra Mellansverige jämfört med Skåne. Under senare år har det emellertid skett en kraftig ökning av höstvetetearealen även i Skåne (se figur 1). Den större årsmånsvariationen i östra Mellansverige beror dels på utvintringsskador och dels på svårigheter att hinna med höstsådden vissa år. Östra Mellansverige är ett försommartorr område med stor andel styva och mycket styva leror. Eftersom det då kan vara svårt att få en bra vårsådesgröda att hävda sig, är höstvetete den gröda som ofta ger det bästa ekonomiska utbytet. En vanlig andel höstvetete i de mellansvenska slättbygderna är 50-60%, i extrema fall mer.



Figur 1. Andel höstvetete av totalt odlad areal 1980-2002 i två svenska län. The proportion of winter wheat compared with the cultivated area in two different regions in Sweden.

Dominerande sjukdomar

Odlingsförhållandena i Skåne är jämförbara på många sätt med östra Danmark. De svampsjukdomar som förekommer i höstvetete är *S. tritici*, *DTR* och *S. nodorum*. Den klart dominerande sjukdomen i Skåne är *S. tritici*. Angreppen av *S. nodorum* är oftast små och det är sällan kraftiga axangrepp kan ses, vilket var vanligt under 1980-talet. *DTR* har förekommit i viss omfattning under hela 1990-talet, men ökat i betydelse under senare år. I Mellansverige är

däremot *DTR* den dominerande sjukdomen sedan 10-15 år tillbaka. Angreppen av *S. tritici* är där normalt av liten omfattning, medan *S. nodorum* förekommer vissa år.

Angrepp av *DTR* är vanliga även i vårvete, men generellt sett angrips vårvete mindre än höstvete. Starka angrepp förekommer främst på fält med mycket vetehalm liggande på markytan. I några fall har starka angrepp konstaterats redan vid trebladsstadiet.

Utveckling av bladfläcksvampar i fält

I höstvetefält med mycket halmrester på markytan från föregående års vetegröda förekommer ofta starka angrepp av *DTR* tidigt under våren, i bestockningsfasen. Sjukdomens fortsatta spridning uppåt i beståndet avgörs av vädret och vid gynnsam väderlek kan utvecklingen gå snabbt. Senare under säsongen sprids sjukdomen även mellan fält, vilket innebär att skillnaden i angrepp mellan fält med olika förfrukter delvis jämnas ut efter axgång.

I Skåne förekommer angrepp av *S. tritici* i nästan alla fält under april. Angreppen av *S. tritici* tenderar att vara något mindre i fält som redan tidigt på våren är starkt angripna av *DTR*. Normalt minskar angreppet av *S. tritici* under stråskjutningen när nya blad växer fram för att sedan öka runt axgången igen.

I östra Mellansverige kan *S. nodorum* påträffas redan under hösten på plantornas stråbaser. På våren, ofta i april, förekommer ofta både *DTR*, *S. nodorum* och *S. tritici*. Under stråskjutningen är det i allmänhet svårt att finna *S. nodorum* i fält. Vanligtvis är det först någon vecka efter axgång som sjukdomen brukar kunna ses. Ofta finner man då *S. nodorum* i fläckar som primärt orsakats av *DTR*. Blandinfektionen innebär att det då kan vara mycket svårt att skilja sjukdomarna från varandra.

Utsädesmitta

Även om infekterade halmrester syns vara den absolut viktigaste infektiionskällan för *DTR*, så finns det enstaka observationer som tyder på att utsädesmittan kan vara betydelsefull under vissa förhållanden. Sålunda finns det exempel på mycket starka och tidiga angrepp av *DTR* i ekologiska odlingar som sått obetat utsäde på fält, där det inte har odlats vete under de närmaste fem åren. Förhållandena har även varit sådana att sekundär vindspridning av smitta inte varit någon trolig förklaring till angreppen.

Med hjälp av OSMOS-metoden analyserar Frökontrollen Mellansverige AB sedan lång tid tillbaka förekomst av *DTR*. Metoden bygger på att vissa *Drechslera*-arter bildar färgade ämnen, sk antraquinoner som används för att kvantifiera mängden smitta. Analyserna visar att *DTR* förekommer regelbundet i utsädet. Betydelsen av smittan är dock oklar.

Förfruktens och jordbearbetningens betydelse för DTR

Eftersom det blir allt vanligare med starkt vetedominerande växtföljder påbörjades 2000 en försöksserie för att belysa förfruktets värde av våroljeväxter i en vetedominerad växtföljd.

Förförfrukten var höstvete i hela försöket. I halva försöket var förfrukten våroljeväxter och i

den andra halvan höstvetete. Före sådd av försöksårets höstvetegröda tillämpas olika jordbearbetning. Halva försöksytan plöjdes, medan andra halvan bara stubbearbetades (kultivator och/eller tallriksredskap). Till detta kommer två olika växtskyddsbehandlingar; obehandlat och Amistar 0,8 l/ha vid DC 49. Kvävegivan var densamma i hela försöket. Totalt ger detta upphov till åtta olika försöksled där de tre behandlingsfaktorerna varierar, se tabell 1.

Tabell 1. Höstvetete, reducerad jordbearbetning, förfrukt och axgångsbehandling. Östra Mellansverige 2000-2002. Winter wheat, low-tillage soil management, continuous wheat or wheat followed by spring rape and fungicide treatment GS 49, eastern part of Middle Sweden 2000-2002.

| Behandling Treatment | Skörd och merskörd, dt/ha Yield and yield increase, dt/ha | | | | |
|------------------------------------|--|-------|-------|---------------------|-------|
| | 2000 | 2001 | 2002 | Medeltal Average | % DTR |
| Förfrukt höstvetete | | | | | |
| plöjt, obehandlat | 47,3 | 53,0 | 45,4 | 48,5 | 9,0 |
| plöjt, Amistar 0,8 l/ha | +12,2 | +0,9 | +7,3 | +6,8 | 2,3 |
| reducerad jordb., obehandlat | +1,2 | +0,1 | -4,4 | -1,0 | 12,1 |
| reducerad jordb., Amistar 0,8 l/ha | +11,6 | -0,1 | +4,3 | +5,3 | 3,7 |
| Förfrukt våroljeväxter | | | | | |
| plöjt, obehandlat | +13,9 | +9,6 | +9,7 | +11,1 | 5,1 |
| plöjt, Amistar 0,8 l/ha | +28,2 | +9,6 | +17,3 | +18,3 | 2,1 |
| reducerad jordb., obehandlat | +11,7 | +8,3 | +13,2 | +11,0 | 4,1 |
| reducerad jordb., Amistar 0,8 l/ha | +26,7 | +12,0 | +18,2 | +19,0 | 1,3 |
| LSD | | | 4,7 | 2,5 | |
| Antal försök No. of trials | 2 | 2 | 2 | 6 | |

Försöken har under tre år visat på stora positiva effekter av att bryta en vetedominerad växtföljd med en våroljeväxtgröda. Oljeväxternas förfruktseffekt har i genomsnitt varit +12 dt/ha, jämfört med höstvetete som förfrukt. Det finns flera orsaker till oljeväxternas goda förfruktseffekt. En förklaring är sannolikt en bättre kvävestatus i marken, men det ger tyvärr försöken ingen upplysning om. En annan viktig orsak är skillnaden i angrepp av bladfläcksvampar, främst *DTR*. I flertalet försök har angreppen varit starka redan tidigt på våren när förfrukten var höstvetete. Allra starkast var angreppen efter reducerad jordbearbetning. Behandling med Amistar 0,8 l/ha har haft relativt god effekt, men dock inte tillräcklig. Efter våroljeväxter var angreppen genomgående betydligt svagare. Det finns en tendens till att angreppen är svagare efter reducerad jordbearbetning när förfrukten är oljeväxter, vilket sannolikt beror på att infekterad höstvetehalm inte plöjts upp i dessa led. Obehandlade led efter våroljeväxter som förfrukt är endast något starkare angripet än behandlade led efter höstvetete.

Merskörderna av Amistar har blivit ungefär lika stora oberoende av förfrukt. Orsaken är att behandlingen gjordes vid begynnande axgång oavsett angreppsutveckling, vilket fick till följd att en stor del av skadan redan var skedd när behandlingen gjordes i leden med starka angrepp, företrädesvis när förfrukten var höstvet. Sannolikt hade det varit motiverat med en dubbelbehandling i dessa led. Försöken försätter men försöksplanen omarbetas.

Doser och tidpunkter för bekämpning

I försöken graderas normalt inte DTR, *S. tritici* och *S. nodorum* för sig. Däremot bestäms fördelningen av dessa. Resultaten visar att DTR är den helt dominerande sjukdomen i Mellansverige, medan *S. tritici* vanligtvis dominerar i Skåne. Dessutom används olika graderingsmetoder och siffrorna mellan de olika områdena är därför inte helt jämförbara. I östra Mellansverige har en behandling vid axgång varit den fungicidbehandling som oftast varit lönsam. I Skåne förekommer oftare flera sjukdomar såsom mjöldagg, gulrost samt att angreppen av *S. tritici* kan vara starkare, vilket leder till att delad behandling vid DC 32+51 eller DC 37+55 kan vara lönsam i en del fall. I tabell 2 redovisas försök med engångsbehandling med olika doser av Amistar. Försöken i östra Mellansverige visar att den genomsnittliga skillnaden i merskörd är liten mellan olika doser. Differensen mellan doserna 0,25 och 1,0 l/ha uppgår till endast 2,1 dt/ha. Även skillnaden i effekt på DTR är marginell. Det är endast vid den lägsta dosen som det finns någon mera påtaglig skillnad. I Skåne är resultaten likartade, men vanligtvis med större variationer mellan olika sorter.

Tabell 2. Skörd och merskörd samt effekt på DTR, *S. nodorum* och *S. tritici* av behandling av olika doser i DC 47-55 med Amistar i höstvet 1998-2002. Yield and yield increase and control of DTR, *S. nodorum*, and *S. tritici* following one application with Amistar with different doses at GS 47-55, winter wheat 1998-2002.

| Behandling Treatment | Dos l/ha Dose | Ö. Mellansverige Middle Sweden | | Skåne Scania | | | |
|-------------------------|------------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| | | Skörd och merskörd Yield and yield in- crease dt/ha | DTR (<i>S. nodorum</i>) % | Skörd och merskörd Yield and yield increase dt/ha | <i>S. tritici</i> , (DTR) % | Skörd och merskörd Yield and yield in- crease dt/ha | <i>S. tritici</i> , (DTR) % |
| Obehandlat | | 66,9 | 31,7 | 87,1 | 23,9 | 88,1 | 17,0 |
| Amistar | 1,0 | +7,5 | 10,6 | | | +12,6 | 6,8 |
| Amistar | 0,75 | +7,3 | 10,6 | +9,7 | 8,9 | | |
| Amistar | 0,5 | +6,7 | 11,5 | +8,7 | 9,1 | +10,1 | 8,5 |
| Amistar | 0,25 | +5,4 | 15,0 | +6,6 | 11,9 | | |
| Antal försök | | 31 | | 15 | | 22 | |
| No of trials | | | | | | | |

Genom att beräkna bekämpningsnettot för en axgångsbehandling med Amistar för olika odlingsområden framgår att skillnaden i ekonomiskt optimal dos är stor mellan olika områden och olika år (se tabell 3). Sett över hela femårsperioden är den genomsnittligt optimala dosen 0,6 l/ha i västra Mellansverige, vilket kan jämföras 0,3 och 0,4 i den norra respektive östra delen av Mellansverige, samt 0,55 i Skåne. I försöken har ingått både olika sorter, förfrukter och jordarter. Skillnaderna i dos mellan olika områden och år återspeglar framför allt väderlekens och smittotryckets betydelse för bekämpningsbehovet.

Tabell 3. Beräknad genomsnittligt mest lönsamma dos av Amistar i höstvetete vid axgång i olika områden 1998-2002. Estimated most cost effective dose of Amistar, GS 47-55, average of several field trials, in different regions in Sweden 1998-2002.

| Beräknad genomsnittligt mest lönsam dos av Amistar*, l/ha | | | | |
|--|---------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Estimated most cost effective dose of Amistar | | | | |
| Mellansverige | | | | |
| Middle Sweden | | | | |
| År | Västra delen | Norra delen | Östra delen | Skåne |
| Year | Western part | Northern part | Eastern part | Scania |
| 2002 | 0,55 | 0,15 | 0,3 | 0,75 |
| 2001 | 0,3 | 0,15 | 0,15 | 0,4 |
| 2000 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| 1999 | 0,65 | 0,1 | 0,3 | 0,55 |
| 1998 | 0,8 | 0,65 | 0,65 | 0,75 |
| Medel | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,55 |
| Average | | | | |

* kvarnvetete 1.00 SEK/ug, körning 100 SEK/ha, körskada ca. 1,0%, Amistar 520 SEK/l.

Under perioden 1998-2000 jämfördes i östra Mellansverige engångsbehandling strax före begynnande axgång (DC 49) med delad behandling vid DC 32 och DC 49 (se tabell 4). En uppdelning av försöken med hänsyn till hur starkt angreppet var, visar att en delad behandling gav 2 dt/ha i merskörd och bättre sjukdomseffekt än motsvarande dos gav som engångsbehandling då angreppen var starka. I försöken med svaga angrepp gav däremot en uppdelning av dosen ingen merskörd.

Effekt av olika preparat mot bladfläcksvampar, främst DTR

Bekämpningseffekten av azoxystrobin (Amistar) och propiconazol (Tilt Gel och Tilt Top) vid behandling vid axgång har jämförts i ca 40 försök under perioden 1996-2001 i östra Mellansverige. Resultaten visar att azoxystrobin har haft en bättre effekt än propiconazol-preparaten mot DTR m fl varje år. I medeltal var effekten av azoxystrobin 15 procentenheter bättre. Skillnaden mellan preparaten varierar mycket mellan olika år, men det finns en tendens till att effekten av propiconazol-preparaten har blivit något bättre under senare år. Någon förändring av azoxystrobins effekt kan inte utläsas ur siffrorna. I dessa försöken var den genomsnittliga

merskörden av Amistar 1,0 l/ha +9,2 dt/ha. Motsvarande siffra för full dos av propiconazol-preparaten var +4,9 dt/ha. Försöksmaterialet omfattar försök med både svaga och starka angrepp.

Tabell 4. Jämförelse mellan engångsbehandling och delad behandling mot DTR i försök med starka resp svaga angrepp. Östra Mellansverige 1998-2000. Comparison between one and two treatments against DTR in trials with severe and weak attacks, middle part of Sweden 1998-2000.

| | | | Skörd, dt/ha Yield, dt/ha | | DTR (<i>S. nodorum</i>) % | |
|-------------------------------------|--------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Preparat Fungicide | Dos l/ha Dose l/ha | DC GS | Starka angrepp Severe attacks | Svaga angrepp Weak attacks | Starka angrepp Severe attacks | Svaga angrepp Weak attacks |
| Obehandlat | | | 64,5 | 65,0 | 51,6 | 14,4 |
| Amistar | 1,0 | 49 | +12,7 | +7,6 | 18,7 | 7,0 |
| Amistar | 0,75 | 49 | +11,9 | +7,1 | 17,1 | 6,0 |
| Amistar | 0,5 | 49 | +10,2 | +7,2 | 20,8 | 7,0 |
| Amistar | 0,25 | 49 | +8,5 | +5,2 | 28,1 | 7,9 |
| Amistar | 0,25+0,5 | 32+49 | +13,9 | +7,4 | 13,0 | 7,0 |
| Antal försök No of trials | | | 8 | 9 | 8 | 9 |

Försöket som redovisas i tabell 5 var utlagt i ett fält i Skåne med mycket kraftiga angrepp av *DTR* redan före stråskjutningen. Fältet var bearbetat med Will-Rich stubbkultivator med gåsfotskär och på markytan fanns mycket halmrester. Förfrukten var höstvetete, sorten Ritmo och jordarten styv lera. Angreppet utvecklades kraftigt och bestod nästan enbart av *DTR*. Behandlingen vid DC 53 gav huvuddelen av merskörden och var den viktigaste av de två undersökta tidpunkterna (DC 31 och 53). Högst merskörd och bäst svampeffekt gav två behandlingar med strobilurinerna pyraclostrobin (Comet) eller picoxystrobin (Acanto) (ej registrerade i Sverige). Upprepad behandling med Amistar gav lägre merskörd och skillnaden mot en behandling i DC 53 var relativt liten för Amistar.

Tabell 5. Skörd och merskörd samt effekt på DTR i ett höstveteförsök med starkt angrepp av DTR, 2002, Skåne. Yield, yield increase, and control of DTR in a trial with severe attack of DTR, winter wheat 2002 Scania.

| Behandling Treatment | Dos Dose l/ha | | Skörd och merskörd Yield and yield increase dt/ha | DTR, % | |
|-------------------------|-------------------|----------------|---|-----------------------|------------------|
| | DC 31 GS 31 | DC 53 GS 53 | | Flaggblad Flagleaf | Blad 2 Leaf 2 |
| | Obehandlat | | | | 63,20 |
| 2 x Acanto | 0,5 | 0,5 | +18,50 | 2,2 | 7,1 |
| 2 x Comet | 0,5 | 0,5 | +19,20 | 2,5 | 8,2 |
| 2 x Amistar | 0,5 | 0,5 | +11,00 | 5,5 | 18,6 |
| Unix, Amistar | 0,5 | 0,5 | +9,80 | 5,7 | 18,1 |
| Comet | | 0,5 | +15,30 | 4,6 | 21,2 |
| Amistar | | 0,5 | +9,20 | 10,2 | 35,2 |
| LSD | | | 2,6 | 2,5 | 3,6 |

Tabell 6. Skörd och merskörd samt effekt på DTR, *S. nodorum* och *S. tritici* av olika strobiluriner, en behandling i DC 47-51 2002. Yield and yield increase and control of DTR, *S. nodorum* and *S. tritici* of different strobilurins, one treatment GS 47-51 2002.

| Behandling och dos l/ha Treatment and dose l/ha | Östra Mellansverige Eastern part of Middle Sweden | | Skåne Scania | |
|--|---|--------------------------------|---|--------------------------------|
| | Skörd och merskörd, dt/ha Yield and yield in- crease dt/ha | DTR (<i>S. nodorum</i>) % | Skörd och merskörd, dt/ha Yield and yield increase dt/ha | <i>S. tritici</i> , (DTR) % |
| Obehandlat | 68,40 | 28,4 | 68,0 | 28,3 |
| Amistar 1,0 | +4,50 | 13,8 | | |
| Amistar 0,75 | +5,30 | 12,8 | +16,5 | 7,0 |
| Amistar 0,5 | +4,00 | 12,4 | +13,6 | 8,0 |
| Amistar 0,25 | +3,40 | 18,0 | +12,3 | 11,1 |
| Comet 1,0 | +7,80 | 8,9 | | |
| Comet 0,75 | +7,50 | 8,6 | +20,8 | 4,8 |
| Comet 0,5 | +5,80 | 10,3 | +20,5 | 5,8 |
| Comet 0,25 | +4,50 | 12,7 | +19,9 | 6,4 |
| Stratego 0,75 | +5,30 | 10,8 | +18,9 | 5,8 |
| Stratego 0,5 | | | +15,3 | 5,9 |
| Stratego 0,25 | | | +11,4 | 8,8 |
| 2xAmistar+Forbel*) 0,25+0,125 | | | +16,0 | 7,7 |
| 2xComet+Forbel*) 0,25+0,125 | | | +19,3 | 5,0 |
| Antal försök No of trials | 7 | | 3 | |

* **Behandling**, treatment i GS 31+53.

Under 2002 testades olika doser av Amistar, Comet och Stratego (trifloxystrobin + propiconazol), se tabell 6. Angreppen av *DTR* var svaga till måttliga i försöken i östra Mellansverige. I de skånska försöken var angreppen av *S. tritici*, *DTR* och *Puccinia striiformis* ovanligt starka, vilket avspeglas i den stora skördeökningen. Resultaten för båda områdena är likartade och oavsett dos har Comet gett både bättre svampeffekt och högre merskörd än Amistar, medan Stratego intar en mellanposition. I försök där svampbehandling har gett höga merskördar tenderar skillnaden i merskördar mellan Amistar och Comet att öka allt eftersom dosen sänks.

Diskussion

DTR är ett problem som har förekommit under många år i Sverige, speciellt i Mellansverige. Reducerad jordbearbetning i kombination med stor andel höstvet i växtföljden har här lett till stora problem med *DTR*. Även jordarten spelar indirekt en stor roll för angreppen av *DTR*, eftersom reducerad jordbearbetning oftare tillämpas på styvare jordar tillsammans med att höstvet oftast är den mest lönsamma grödan.

Många försökserfarenheter visar på vikten av att hålla flaggbladet friskt och att bekämpning främst är motiverad i DC 39-55. Vilken betydelse angreppen tidigare på säsongen spelar är mera oklart. Detta gäller även för vilken betydelse mycket starka angrepp tidigt på våren spelar och om det där är skillnader mellan olika jordarter mm. Fältförsöken visar på klara skillnader i effekt mellan olika fungicider. För att optimera bekämpningen är det viktigt att försöken fortsätter som kan belysa *DTR*s betydelse, bekämpning med olika fungicider, samt optimal dos och behandlingstidpunkt. För att studera om effekten av ett preparat förändras över tiden bör olika preparats känslighet för olika sjukdomar testas kontinuerligt.

Vid gradering av sortförsök i Sverige särskiljs normalt inte *S. tritici*, *S. nodorum* och *DTR* åt, eftersom det ofta förekommer blandinfektioner. Särskilt efter blomning kan det vara svårt att ställa en riktig diagnos. Praktiska erfarenheter pekar på att vid kraftiga angrepp är flertalet sorter mottagliga.

Undersökningar visar att utsädesmitta av *DTR* förekommer varje år och ibland i stor omfattning. Den allmänna uppfattningen är att utsädesmittans betydelse är marginell, men det finns å andra sidan iakttagelser som tyder på att smittan kan vara avgörande för vilket angrepp man får i fält. Betydelsen av utsädesmittan bör belysas bättre, likaså olika betningsmedels effekt på *DTR*.

Litteraturlista

- Dinkel H, Wallenhammar A-C & Pettersson B.* 2002. Dokumentation av utsädeskvaliteten hos ekologiskt producerad spannmål. Rapport 2002. Hushållningssällskapet, Örebro.
- Djurberg A.* 2002. Förfruktseffekt av våroljeväxter i en vetedominerad växtföljd. Sveriges lantbruksuniversitet. Meddelanden från södra jordbruksförsöksdistriktet, 2002, nr 22.
- Engström K, Brishammar S, Svensson C, Bengtsson M & Andersson R.* 1993. Antraquinones from some *Drechslera* species and *Bipolaris sorokiniana*. Mycol. Res. 97 (3): 381-384.
- Eriksson J, Andersson A & Andersson R.* 1999. Åkermarkens jordtyper. Naturvårdsverket rapport nr 4955.
- Hyltén-Cavallius I.* 1984. Vetets bladfläcksjuka (*DTR*) – biologi och bekämpning. Swedish University of Agricultural Sciences. Examensarbeten 1984:1.

Nedbrydning af glyphosat i biobedsmateriale og mineraljord fra vaskepladser

Anja Nielsen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Indledning

Ved vask og fyldning af sprøjter er der stor risiko for afsætning af pesticider på jordoverfladen. Udføres arbejdet i en længere periode på samme plads, kan der forekomme høje koncentrationer af pesticider i jorden, og der er fare for forurening af drænvand og nært liggende brønde. For at fjerne denne punktkilde kan man etablere et biobed, og lade al vask og fyldning af sprøjte foregå på bedet. Et biobed har en lermembran i bunden, og er fyldt op med 50 cm af en blanding bestående af 50% halm, 25% muldjord og 25% sphagnum. Denne blanding skaber grundlag for en høj mikrobiel aktivitet, og dermed en potentiel effektiv nedbrydning af pesticiderne. Desuden har materialet i biobedet gode bindingsegenskaber.

Formålet med dette projekt er at undersøge et relativt nyt biobeds evne til at nedbryde glyphosat i forskellige jorddybder og ved forskellige koncentrationer. Der er udtaget prøver ved følgende dybder: 0-10 cm, 10-25 cm og 25-40 cm, og vandprocenten i de enkelte lag er bibeholdt. Forskellige koncentrationer af glyphosat (0,005, 0,5, 10, 50 og 5000 mg/kg) er tilsat det øverste af biobedets lag, for at få et udtryk for spild intensitetens betydning for nedbrydningshastigheden. Nedbrydningen af glyphosat i det nye biobed er desuden sammenlignet med nedbrydningen af glyphosat i gammelt biobedsmateriale, og i jord fra tre forskellige vaskepladser, der har været anvendt i 10-20 år. Nedbrydningen i alle materialer relateres til materialernes biologiske aktivitet og biomasse.

Metoder

Til nedbrydningsforsøgene er der anvendt radioaktivt (^{14}C -mærket) glyphosat. Ved mineralisering udskilles ^{14}C som $^{14}\text{CO}_2$. Dette opsamles i KOH-absorber, og tælles på væskescintillationstæller. Den biologiske aktivitet er bestemt ved acetatnedbrydning, og biomassen ved substrat induceret respiration (SIR).

Resultater

- Nedbrydning af glyphosat falder med stigende vandindhold, især i det dybe jordlag er nedbrydningen hæmmet.
- Nedbrydning af glyphosat i det øverste biobedslag er stort set ens for koncentrationerne 0,005, 0,5, 10 og 50 mg/kg med ca. 80% $^{14}\text{CO}_2$ udskilt efter 123 dage. Nedbrydningen ved den høje glyphosatkonzentration på 5000 mg/kg er noget lavere med ca. 15% $^{14}\text{CO}_2$ udskilt efter 123 dage.
- Det gamle biobedsmateriale nedbryder glyphosat lige så effektivt som det nye. Jorden fra de tre vaskepladser er langsommere i deres mineralisering af glyphosat. En af årsagerne kan være, at jordene har en lavere forekomst af glyphosatnedbrydende mikroorganismer, en anden at jordene har en høj bindingsevne for glyphosat, og derfor reducerer biotilgængeligheden af glyphosat.
- Den mikrobiologiske aktivitet er højest i det nye biobedsmateriale.
- Den mikrobiologiske aktivitet i det gamle biobedsmateriale er af samme størrelsesorden som aktiviteten i jorden fra vaskepladserne.

Konklusion

Nedbrydningshastigheden af glyphosat er afgjort højere i biobedsmaterialet end i mineraljorden fra vaskepladserne. Dette kan ikke entydigt forklares ved en højere aktivitet eller biomasse, da det gamle biobedsmateriale havde en lige så høj mineraliseringsrate som det nye materiale, men en mikrobiel aktivitet og biomasse svarende til værdier for mineraljorderne. Nedbrydningshastigheden i de undersøgte materialer kan derfor se ud til at være bestemt mere af mikrofloraens sammensætning, end af den totale mikrobiologiske aktivitet.

Infektion af patogene svampe I forhold til indhold af kvælstof og phenylpropanoider I blade af byg (*Hordeum vulgare*)

Infection severity of pathogenic fungi in relation to content of nitrogen and phenylpropanoids in leaves of barley (*Hordeum vulgare*)

Ingrid Sigvardsen Bleeg
Solhøjparken 20
DK-8464 Galten

Dorthe Brix Folsted Aaboer
Tøndergade 95, 2. tv
DK-8000 Aarhus C

Rikke Nørbæk & Kirsten Brandt
Danmarks JordbrugsForskning
Kirstinebjergvej 10
DK-5792 Årslev

Abstract

The objective was to study possible mechanisms for the influence of different levels of fertilisation on disease resistance in barley, *Hordeum vulgare*, when grown under organic conditions in the field. Different published laboratory studies have demonstrated positive correlations of infection severity with high leaf contents of nitrogen, and negative correlations with high levels of hydroxycinnamic acids and flavonoids, but not under field conditions, only testing one disease at a time, and only using designs where all measured plant characteristics were strongly correlated.

The fertilisation treatments of the present study were different levels of cattle slurry and farmyard manure supplied with liquid manure, and the cultivar was Bartok, which is often used in organic farming in Denmark, and which has good levels of resistance to all the major leaf pathogens. The experiments were carried out in plots of the long-term field studies in Askov, with treatments initiated in 1896. Infection severity of the biotrophic pathogen Leaf rust, *Puccinia hordei*, was registered as the percentage of leaves with infection. Assessments of the hemibiotrophic leaf pathogens Net blotch, *Drechslera teres*, and Leaf blotch, *Rhynchosporium secalis*, were carried out by two methods: a 0-4 scale modified after Webster and Jack-

son (1980) and by estimating the percentage of leaf tissue affected on scanned leaves using the computer program the WinFolia.

Plants receiving no fertilisation had significantly higher levels of infection with *P. hordei* than the other treatments, while no significant differences were found among the non-zero fertiliser treatments. In contrast, the infection levels of the hemibiotrophic pathogens increased with increasing fertilisation. The different infection patterns of *P. hordei* and the hemibiotrophic pathogens indicate that different types of resistance factors may be responsible for the interactions between the host plant and the two types of fungal pathogens.

Individual phenylpropanoids (hydroxycinnamic acids and flavonoids) were determined by high performance liquid chromatography in extracts from leaves of plants at different stages. At heading levels of both soluble hydroxycinnamic acids and flavonoids in the two leaves in position below the flag leaf decreased, when fertilisation supply increased. It was also observed that levels of soluble hydroxycinnamic acids decreased greatly with leaf age. Analyses of the total nitrogen content in the leaves showed a high content of nitrogen in leaves from the unfertilised plants, probably caused by relative deficiency of other nutrients than nitrogen. In contrast to the phenolic compounds, leaf N-concentration was lowest in treatments receiving the lowest non-zero fertiliser applications, rising somewhat with increased applications, but even the highest fertiliser applications still resulted in less leaf-N than the zero fertiliser treatment. The high N levels seem to be of higher importance for the infection success of *P. hordei* than any negative influence of the high levels of hydroxycinnamic acids in these plants.

The infection levels of the hemibiotrophic pathogens correlated negatively with the content of hydroxycinnamic acids in the leaves, so among the non-zero fertilised treatments a positive correlation was also found with the nitrogen content of the leaves. Because the unfertilised plants had relatively low infection but high content of both nitrogen and hydroxycinnamic acids in the leaves, for the hemibiotrophic pathogens the content of hydroxycinnamic acids seems to be more important for the observed infection pattern than nitrogen. Additionally, infection was mainly detected after anthesis, when translocation of nitrogen to the seeds had started, and both phenolics and N-levels were decreasing.

The importance of other factors influencing the host plant-pathogen interaction, such as flavonoid content and morphological and anatomical changes caused by fertilisation, were also studied and discussed, but the relevant correlations were less apparent.

The results suggest that nitrogen content and hydroxycinnamic acid content may each be important factors for the result of different types of host plant-pathogen interactions. Barley plants that accumulate more nitrogen than needed for growth may be more susceptible to infection of the biotrophic pathogen *P. hordei*, and hydroxycinnamic acids are likely to be involved in quantitative resistance to the hemibiotrophic pathogens *D. teres* and *R. secalis*.

Screening af agerrævehale for herbicidresistens

Screening for herbicide resistance in *Alopecurus myosuroides*

Solvejg K. Mathiassen & Per Kudsk
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The susceptibility to fenoxaprop-p-ethyl of 20 different biotypes of *Alopecurus myosuroides* collected in fields in the southern part of Denmark was examined in a glasshouse pot experiment. Seven biotypes were resistant, 1 was partially resistant, and 12 were susceptible to fenoxaprop-p-ethyl. In an additional experiment the susceptibility of two of the resistant biotypes to tralkoxydim, clodinafop, flupyr-sulfuron, and pendimethalin was examined. The results indicated that the mechanism of resistance of one biotype was target site resistance while the other showed increased tolerance to all herbicides.

Introduktion

Erfaringer fra en række europæiske lande viser, at der efter flere års anvendelse af visse græsmidler er risiko for udvikling af resistens hos specielt agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*), flyvehavre (*Avena fatua*) og alm. rajgræs (*L. perenne*). Danmarks JordbrugsForskning og Landskontoret for Planteavl besluttede derfor at gennemføre en undersøgelse af variationen i følsomheden overfor fenoxaprop-p-ethyl i danske agerrævehalepopulationer. Frøprøver af agerrævehale fra forskellige marker blev indsamlet af planteavlskonsulenterne i sommeren 2001.

Materialer og metoder

Undersøgelsen omfattede frøprøver fra 20 danske lokaliteter samt 4 engelske biotyper med kendt resistensmønster (ROTHamsted og LARS som er følsomme overfor fenoxaprop, FAR-ringdon og PELdon som er resistente overfor fenoxaprop). Planterne blev dyrket i potter i væksthus. På 2-3 bladstadiet blev planterne behandlet med 4 doseringer af Primera Super (69 g/l fenoxaprop-p-ethyl) tilsat 0,2% Isoblette. Der blev foretaget en visuel bedømmelse af ef-

fekten 3 uger efter sprøjtning, hvorefter planterne blev høstet, og der blev bestemt frisk- og tørvægt.

I et efterfølgende forsøg blev følsomheden overfor fenoxaprop, tralkoxydim (Grasp), clodinafop (Topik), flupyrsulfuron (Lexus) og pendimethalin (Stomp) af 2 af de resistente danske biotyper sammenlignet med følsomheden af de 4 engelske biotyper.

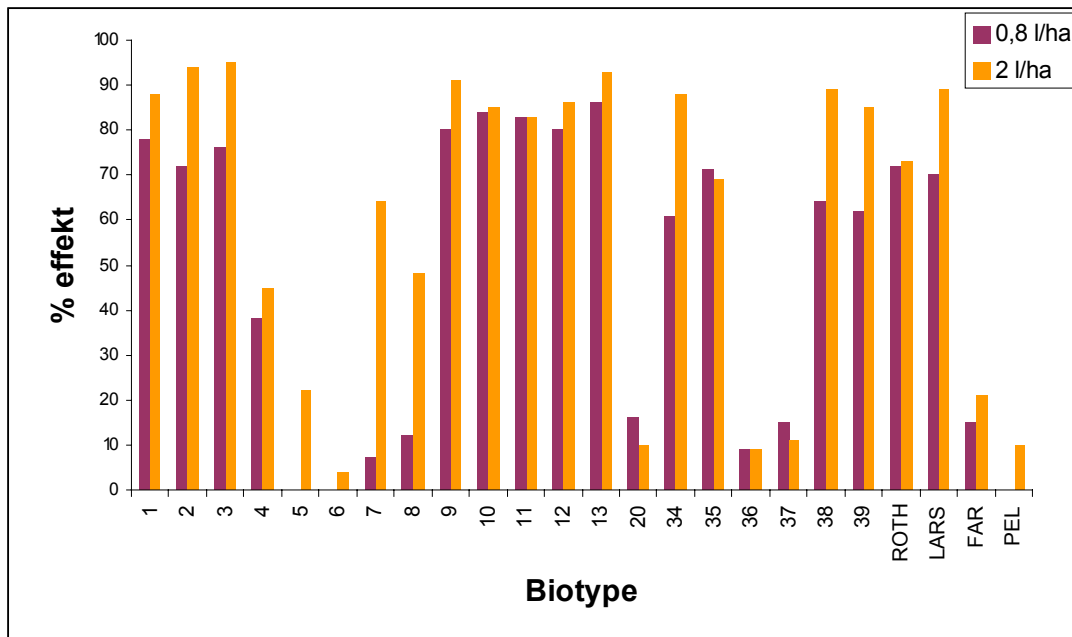
Resultater og diskussion

Effekten af 0,8 l/ha og 2 l/ha af Primera Super overfor de forskellige biotyper er vist i figur 1. Udfra de retningslinier, som anbefales af the Weed Resistance Action Group (WRAG) i England, blev biotyperne inddelt i 4 klasser : S=følsom, R? = marginal følsom, RR = delvis resistent og RRR = resistent. Af de 20 danske frøprøver var 7 resistente (RRR), 1 delvis resistent (RR) og 12 var følsomme (S) overfor fenoxaprop.

Resultatet af undersøgelsen viste, at der på flere lokaliteter allerede var udviklet resistens overfor fenoxaprop-p-ethyl. Undersøgelsen giver dog ikke et repræsentativt billede af omfanget af resistens i agerrævehalepopulationer i Danmark, da prøverne ikke var jævnt fordelt over landet, og ikke blev udtaget tilfældigt. På de lokaliteter, hvor der blev konstateret resistens, var der sprøjtet med fenoxaprop-p-ethyl mindst 3 gange indenfor de sidste 5 år, og i mange tilfælde havde der desuden været anvendt andre herbicider tilhørende 'fop'-gruppen.

For at afgøre om det er muligt at bekæmpe de resistente agerrævehale populationer med andre herbicider, er det nødvendigt at kende resistensmekanismen. Dette blev undersøgt for 2 af de resistente biotyper i et efterfølgende forsøg. Der findes to typer af resistens nemlig 'target-site' resistens eller 'metabolisk' resistens. Er der tale om 'target-site' resistens, betyder det, at planten er ufølsom på grund af en ændring af herbicidets virkningssted i planten. Denne form for resistens omfatter kun midler tilhørende samme kemiske gruppe (f.eks. 'fop'-midler), og planterne vil fortsat være følsomme overfor midler med andre virkningsmekanismer (f.eks. Lexus). Hvis resistensen derimod skyldes en øget metabolisering, vil det betyde, at planterne også er resistente overfor en række herbicider med andre virkningsmekanismer (krydsresistens). Det aktuelle forsøg viste, at den ene biotype var resistent overfor alle de afprøvede midler, hvilket tyder på, at resistensen skyldtes en øget metabolisering. Den anden biotype var fortsat følsom overfor pendimethalin og flupyrsulfuron, og resistensen må derfor antages at skyldes en ændring i virkningsstedet (target-site).

Der er igangsat tilsvarende undersøgelser af de øvrige resistente biotyper. Desuden vil vi i 2003 teste en række indsamlede biotyper af vindaks for resistens.



Figur 1. Effekt af Prima Super + 0,2% Isoblette overfor forskellige biotyper af ager-rævehale indsamlet på Fyn, Langeland, Lolland-Falster og Sønderjylland. Biotyperne 5-8, 20, 36 og 37 samt FAR og PELD kan klassificeres som resistente, 4 er delvis resistent og de øvrige biotyper er følsomme. Efficacy of Prima Super + 0.2% Isoblette against different biotypes of *Alopecurus myosuroides* collected in Funen, Langeland, Lolland-Falster, and Southern Jutland. The biotypes 5-8, 20, 36, and 37 as well as FAR and PELD can be classified as resistant, 4 are partly resistant, and the other biotypes are susceptible.

Fixol absorberer effektivt alle væsker

Fixol absorbs all fluids effectively

Thorkild Amby & Laila Hopen Marmetschke

BASF A/S Agro Nordic/Baltic

Ved Stadsgraven 15

DK-2300 København S

Summary

Fixol is a unique product for absorbing fluids like crop protection products, oil, water etc. Fixol is therefore very useful in case of spillage of chemical products within the agricultural sector.

Fixol can be bought both as granulates in 100 litre bags and as a mat measuring 80 x 50 cm.

Fixol

Fixol indeholder et specialmiddel, som har en enestående evne til at opsuge væsker, herunder f.eks. kemikalier som planteværnsmidler, olie, farver m.m.. Fixol opsuger op til 10 gange sin egen vægt.

Fixol har mange anvendelsesområder. Den er for eksempel meget velegnet som beredskab i forbindelse med spild i landbrugssektoren. Det er uanset, om det drejer sig om bekæmpelsesmidler, olielækager fra maskiner og traktorer eller blot almindelige vandskader.

Fixol er fremstillet af et ikke brandbart materiale, der tilmed er biologisk nedbrydeligt.

Fixol findes både som granulat i sække og som måtter.

Fixol granulat findes i 100 liter sække. Ved spild hældes Fixol granulat direkte på væsken og opsuger denne effektivt. Fixol granulat koster ca. kr. 3,- pr. liter og kan købes i løs vægt.

Fixol måtten måler 80 x 50 cm, og er i stand til at absorbere 8-9 liter væske. Fixol måtten anvendes i sammenhænge, hvor der er risiko for spild eller lækage. Fixol måtten koster ca. kr. 50,- pr. stk.

Brugt Fixol materiale bortskaffes efter samme forskrift, som væsken der er opsugt.

Har agertidse og ager-svinemælk skudhvile?

Root bud dormancy of Canada Thistle and Perennial Sowthistle?

Henrik Grøndal, Enrico Graglia & Rikke K. Jensen

Afdeling for Plantebeskyttelse

Danmarks JordbrugsForskning

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

In order to determine the timing of possible root bud dormancy of Canada thistle (*Cirsium arvense*) (L.) Scop. and Sowthistle (*Sonchus arvensis*) L, root samples of pot-grown populations were transplanted into new pots at 2 weeks intervals, from 2 July to 22 October, 2002. At each date half of the pots were incubated at 18°C for 4 weeks, the other half were incubated at 2°C for 4 weeks followed by 4 weeks at 18°C. Despite some variation in the regrowth from root fragments of Canada thistle, there were no obvious patterns that could be explained by the time of transplanting. In contrast, the regrowth of Sowthistle showed a significant decrease over time, beginning ultimo July. The cooled root fragments of Sowthistle showed a regrowth capacity from ultimo September onwards, indicating a break of dormancy. Hence, Sowthistle shows a distinct root bud dormancy, whereas this does not seem to be the case for Canada thistle.

Baggrund

Rodukrudt er et stigende og udbredt problem i specielt økologisk jordbrug indenfor de nordiske lande, hvor specielt arterne agertidse og ager-svinemælk optræder som problemukrudt.

Der er i litteraturen ikke beskrevet, hvorvidt agertidse og ager-svinemælk har en fysiologisk hvileperiode i forhold til genvækst, og på hvilket tidspunkt en sådan hvileperiode indtræder. Kun ved at klarlægge dette tidspunkt kan en mekanisk bekæmpelsesindsats optimeres.

Agertidse er et stort problem i Danmark, hvor der findes forholdsvis milde vintre. I Finland, hvor der er forholdsvis kolde vintre, er det ager-svinemælk, der er problemet. Der er derfor grund til at tro, at klimaforholdene har betydning for udbredelsen og bekæmpelsen af agertidse og ager-svinemælk. Danske undersøgelser med mekanisk bekæmpelse af både agertidse

og ager-svinemælk i efteråret har vist en stor effektmæssig variation. Derfor kan en fastlæggelse af hvileperioden forbedre videngrundlaget for en succesfuld gennemførelse af mekanisk bekæmpelse.

Formål

Undersøge om der i løbet af sommerhalvåret/efteråret indtræder en fysiologisk betinget hvileperiode for genvækst fra rødder hos agertidsel og ager-svinemælk, og i bekræftende fald hvornår denne periode indtræder.

Forsøgsbeskrivelse

I efteråret 2001 blev rodstykker af agertidsel og ager-svinemælk opgravet og opformeret i potter. Sidst i april 2002 blev rødderne fra opformeringspotterne sorteret og ompottet med 8 ens rodstykker i hver potte. Potterne blev herefter gravet ned i marken. Fra den 1. juli og frem til 1. december udtages en del af potterne med 14 dages intervaller. For hvert udtagningsstidspunkt sorteres rødderne efter tykkelse og længde til ompotning.

Halvdelen af potterne sættes på køl ved en temperatur på 2 grader. Den anden halvdel af potterne sættes i væksthuse ved en temperatur på 18 grader. Efter 4 uger flyttes potterne fra de kølige betingelser til en temperatur på 18 grader. Alle potterne vil blive gjort op efter at være placeret 4 uger ved 18 grader. Potterne opgøres ved tælling af skud og opgørelse af planternes biomasse.

Resultater

Væksten af agertidsel varierede gennem hele forsøgsperioden, uden dog at vise et mønster der kan forklares ud fra hypotesen om en skudhvile. For ager-svinemælk derimod, er der tale om et entydigt og signifikant fald i væksten, der indtræder i slutningen af juli måned. Fra slutningen af september begynder de kuldebehandlede ager-svinemælk at vokse på ny. En indikation på at kuldebehandlingen har brudt hvileperioden.

Ønsker man at udføre en mekanisk bekæmpelse af ager-svinemælk, med en deraf følgende udsultning af rødder, sker dette bedst midt på sommeren. En tilsvarende bekæmpelsesstrategi for agertidsel kan udføres det meste af efterårsperioden.

Opus[®] – den nyeste teknologi og innovation indenfor triazol svampemidler forventes godkendt og markedsført i 2003

Opus[®] – the latest technology and innovation in triazol fungicides is expected to be registered and available in 2003

Stefan Ellinger
BASF A/S
Agro Nordic/Baltic
Ved Stadsgraven 15
DK-2300 København S

Summary

The expected registration of Opus[®] this year would provide another important step forward for the Danish cereal grower following the launch of the next generation strobilurine Comet[®] (F 500) in 2002.

Opus is more effective against the most important cereal diseases – especially septoria - than the older and previously used triazoles and provides therefore the perfect match for the most effective strobilurine: F 500. Also Opus is needed against *Ramularia* in sugar beet.

Indledning

Danmark bliver det sidste af de vigtigste korndyrkende lande i EU, hvor Opus og det aktive stof epxiconazol bliver godkendt. I lande som Tyskland, England og Frankrig har Opus været på markedet siden starten af 90'erne, og er fortsat det mest anvendte triazol svampemiddel i disse lande.

Særlig interesse knytter sig til anvendelsen af Opus som blandingspartner for det nyeste strobilurin Comet (F 500) i korn, samt til bekæmpelse af bladsvampe i sukkerroer, hvor der længe har manglet et effektivt middel mod pletsimmel (*Ramularia betae*).

Opus familien

Det aktive stof i Opus – epxiconazol – findes i en lang række handels-produkter både alene

og i færdigblanding med morpholin og strobilurin:

| | |
|-----------|---|
| Opus | 125 g/l epoxiconazol |
| Opus Team | 84 g/l epoxiconazol + 250 g/l fenpropimorph |
| Opera | 50 g/l epoxiconazol + 133 g/l F 500 |

I Danmark er Opus ansøgt godkendt til anvendelse i korn samt i sukkerroer, og forventes markedsført i sæson 2003. Opus Team og Opera forventes først markedsført i 2004.

Effektivitet

At Opus er et særdeles bredspektret og effektivt middel i forhold til de hidtil mest anvendte ældre triazoler fremgår klart af nedenstående oversigt:

Tabel 1. Sammenligning af Opus med udvalgte markedsførte triazoler i henholdsvis hvede og byg. Relativ virkning mod de mest udbredte svampesygdomme. Uddrag af Oversigt over Landsforsøgene 2002, side 61. Comparison of Opus with two other triazoles on the market in wheat and barley. Relative efficacy against the most common fungal diseases. Selection from Oversigt over Landsforsøgene 2002, page 61.

| | Opus | Folicur | Tilt | |
|---------------------|-------------|----------------|-------------|-----------------------|
| Meldug, hvede | xx | xxx | xx | Mildew, wheat |
| Gulrust | xxxx(x) | xxxx(x) | xxxx | Yellow rust |
| Septoria | xxxx(x) | xxx(x) | xxx | Septoria |
| Hvedebladplet (DTR) | xx | x | xxx | DTR |
| | | | | |
| Meldug, byg | xxx | xxxx | xxx | Mildew, barley |
| Bygrust | xxxx(x) | xxxx(x) | xxxx | Rust, barley |
| Skoldplet | xxx(x) | xxx | xxx | <i>Rhynchosporium</i> |
| Bygbladplet | xxx | xxx | xxx(x) | Leaf spot, barley |

Såvel markforsøg som semi-field forsøg fra Danmarks JordbrugsForskning (2000) har klart bekræftet den uovertrufne forebyggende og kurative effekt af Opus mod septoria. Med Opus opnås der optimal sikkerhed og fleksibilitet i bekæmpelsen af den økonomisk vigtigste svampesygdom i hvede.

I roer har Opus god effekt mod alle betydelige bladsvampe: Meldug, bederust og pletskimmel (*Ramularia*). Især mod den sidstnævnte svampesygdom har Opus i forsøg vist sig som det mest effektive af de afprøvede midler.

Konklusion

Godkendelsen af Opus vil betyde endnu et stort og vigtigt skridt fremad for korn- og roedyrkere i Danmark. Opus i tank-blanding med Comet – og senere færdigblandingen Opera – vil løfte såvel effektniveauet mod de vigtigste tabsvoldende svampesygdomme som de potentielle merudbytter i forhold til de hidtil markedsførte løsninger. I sukkerroer vil der endelig være en effektiv løsning til rådighed mod *Ramularia*.

Litteratur

- Jørgensen LN*. 2000. Testing different fungicides' preventative and curative effect on *Septoria tritici* under semi-field conditions. Danmarks JordbrugsForskning.
- Landbrugets Rådgivningscenter*. 2002. Oversigt over Landsforsøgene 2002.

Miljøstyrelsens foreslåede jordkvalitetskriterium for pesticider

Soil quality criterion for pesticides proposed by the Danish Environmental Protection Agency

Pernille Christensen & Arne Helweg
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The Danish Environmental Protection Agency has proposed a soil quality criterion of 1 mg pesticide per kg based on the risk of children's intake of soil. A calculation of the pesticide-residual concentration after application of 13 of the most used pesticides in Danish agriculture shows that the proposed soil quality criterion can be observed in most cases. There will be incidents where the soil quality criterion is exceeded immediately after spraying and after 3 months, especially on areas with repeated spraying, but only in a few cases after 12 months (pesticides with very long half-lives). Thus, it seems possible to observe a soil quality criterion of 1 mg/kg when it is compared with the residual concentrations that one may expect to find about one year after normal agricultural use of pesticides.

Indledning

Miljøstyrelsen har foreslået et jordkvalitetskriterium for pesticider på 1 mg/kg (Miljøstyrelsen, 2001). Forslaget er baseret på grundlag af vurderinger af en række særligt sundhedsproblematisk pesticider, og på baggrund af børns potentielle indtag af jord. Det foreslåede kriterium har samme størrelsesorden, som de grænseværdier der er fastsat for frugt og grøntsager (Juhler *et al.*, 1995). Efter anmodning fra Miljøstyrelsen har Danmarks JordbrugsForskning beregnet, hvorvidt de pesticidrestkoncentrationer, der er i jord, efter almindelig landbrugs-mæssig anvendelse af pesticider overholder det foreslåede jordkvalitetskriterium.

Metodebeskrivelse

Forventelige restkoncentrationer i jord efter anvendelse af pesticider er beregnet for 13 udbredt anvendte pesticider: azoxystrobin, bromoxynil, chlormequat-chlorid, dimethoat, fenpro-morph, fluroxypyr, glufosinat-ammonium, glyphosat, ioxynil, mancozeb, MCPA, pendi-

methalin og prosulfocarb. Restkoncentrationen i jord er beregnet lige efter en enkelt udbringning, samt 3 og 12 måneder efter udbringningen. Dertil kommer en beregning af restkoncentrationen efter 12 gentagne sprøjtninger med samme pesticid (mancozeb), som det eksempelvis praktiseres i produktionen af kartofler, samt 3 og 12 måneder efter sidste udbringning.

Koncentrationen i jorden umiddelbart efter anvendelse er beregnet som den doserede mængde opblandet homogent i ca. 6 cm's dybde i en jord med en massefylde på 1,5 g pr. cm³. Ved den beregning svarer 1 kg/ha til en koncentration på 1 mg/kg jord. Fjernelsen ved nedbrydning er beregnet gennem 1. ordens nedbrydning ved forskellige halveringstider og doseringer. Koncentrationen i jorden umiddelbart efter en gentagen sprøjtning er beregnet som summen af den nyudsprøjtede dosis plus restmængden af det tidligere udsprøjtede, beregnet gennem 1. ordens nedbrydning. Til beregningerne er anvendt de anbefalede doseringer fra "Plantebeskyttelsesmidler 2001" (Danmarks JordbrugsForskning, 2001) og nedbrydningstiderne ifølge "The ARS Pesticide Properties Database" (USDA, www.arsusda.gov) samt "The Pesticide Manual" (Tomlin, 1997).

Resultater

De forventelige restkoncentrationer i jorden spænder lige fra 0,05 mg/kg (ioxynil) til 3,20 mg/kg (prosulfocarb) lige efter en enkelt udbringning. 3 måneder efter udbringningen kan det forventes at finde fra <1 ng/kg (flere) til 1,5 mg/kg (glyphosat ved høj dosering og høj halveringstid). Efter 12 måneder er restkoncentrationsintervallet fra <1 ng/kg (flere) til 0,996 mg/kg (pendimethalin ved høj dosering og høj halveringstid).

Koncentrationen i jorden stiger med antallet af sprøjtninger, og undersøgelsen af 12 gentagne behandlinger med mancozeb i en vækstsæson for kartofler viser, at koncentrationen er op til 14 gange jordkvalitetskriteriet umiddelbart efter sidste sprøjtning, hvilket er at forvente, hvor der sprøjtes hyppigere, end pesticiderne kan nedbrydes. 3 måneder efter sidste udbringning er middelkoncentrationen stadig over jordkvalitetskriteriet. 12 måneder efter sidste udbringning er middelkoncentrationen under jordkvalitetskriteriet, men der er stadig overskridelser i beregninger med den længste halveringstid.

Konklusion

En pesticidkoncentration i jorden på 1 mg/kg synes, at være et realistisk bud på den maksimale koncentration, man kan forvente at finde ca. et år efter normal landbrugsanvendelse af pesticider. Der kan dog være basis for at være forsigtig ved vurdering af restindholdet af pesticider i kartoffelmarker, nedlagte frugtplantager og lignende arealer, hvor gentagne sprøjtninger indenfor en vækstsæson kan forventes at give højere restkoncentrationer.

I beregningerne er der ikke taget hensyn til forekomsten af eventuelle stabile metabolitter.

Men disse skønnes normalt at ligge under grænseværdien, idet Miljøstyrelsens godkendelses ordning kræver at stabile metabolitter ikke må forekomme.

Litteratur

- Danmarks JordbrugsForskning* 2001. Plantebeskyttelsesmidler 2001. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Plantebeskyttelse.
- Juhler RK, Hilbert G & Green M.* 1995. Pesticidrester i danske levnedsmidler 1994. Publ. 234, Levnedsmiddelstyrelsen, Mørkhøj Bygade 19, 2860 Søborg, Denmark, 105 pp.
- Miljøstyrelsen.* 2001. Indstilling vedr. generelt jordkvalitetskriterium for pesticidrester i jord. Kontoret for Biocid- og Kemikalievurdering, samt Jordforureningskontoret. Miljøstyrelsen.
- Tomlin C.* 1997. The Pesticide Manual. 11.edition. Crop Protection Publications.

Effekt af MaisTer i potte- og markforsøg ved DJF

Efficacy of MaisTer in pot and field experiments at DIAS

Solvejg K. Mathiassen, Kamilla J. Fertin, Peder E. Jensen & Per Kudsk
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

MaisTer (300 g/l foramsulfuron + 10 g/l iodosulfuron) is a new herbicide for use in maize. The influence of adjuvants on the activity of MaisTer was studied in a pot experiment on *Polygonum convolvulus*, *Brassica napus*, *Veronica persica*, *Elymus repens*, and maize (cv. Apache). The activity of MaisTer was significantly improved in mixture with all the tested adjuvants. Based on the results, 0.5 l/ha Renol was selected as the optimum adjuvant. Another pot experiment carried out in climate simulators at low and high relative humidity, respectively, showed that the adverse effect of low humidity was overcome when MaisTer was applied in mixture with 0.5 l/ha Renol in contrast to 0.5 l/ha Actirob.

Introduktion

MaisTer er et nyt herbicid, som søges godkendt til anvendelse i majs. MaisTer indeholder aktivstofferne foramsulfuron og iodosulfuron (300 + 10 g/l). Begge aktivstoffer er sulfonylureamidler, og iodosulfuron er i forvejen godkendt til ukrudtsbekæmpelse i korn om foråret (Hussar). MaisTer har god effekt overfor mange tokimbladede arter, og åbner samtidig mulighed for bekæmpelse af en række græsukrudtarter, herunder kvik, som det ikke er muligt at bekæmpe med de nuværende midler på markedet.

I det følgende gives et sammendrag af forsøg udført ved Danmarks JordbrugsForskning, hvor effekten af forskellige additiver blev undersøgt, samt resultater af den efterfølgende afprøvelse i markforsøg.

Optimering af additiv

En række additivs indflydelse på effekten af MaisTer blev undersøgt i et udendørs potteforsøg på arterne snerlepileurt (*P. convolvulus*), ærenpris (*V. persica*), raps (*B. napus*), alm. rajgræs (*L. perenne*) samt kvik (*E. repens*). Desuden blev tolerancen for majs overfor behandlingerne undersøgt. På alle arter blev der opnået en signifikant forøgelse af effekten af MaisTer

ved tilsætning af additiver. Den højeste effektførøgelse blev fundet i blanding med 2 l/ha Renol efterfulgt af 2 l/ha Actirob eller 0,5 l/ha Renol, mens blanding med 0,5 l/ha Actirob, 0,2% Isoblette og 0,5 l/ha Rapsodi medførte mindre effektførøgelser.

I blanding med 2 l/ha Renol forekom der visuelle skader i form af kloroser og reduceret vækst af majs, mens der ikke var forskel på majsens tolerance overfor MaisTer uden additiv og i blanding med 0,5 l/ha Renol, Actirob eller Rapsodi.

På baggrund af resultaterne af såvel effekt på ukrudtsarterne, som tolerance overfor majs blev 0,5 l/ha Renol udvalgt som additiv til MaisTer i markforsøgene.

Betydning af luftfugtighed

Effekten af MaisTer blev undersøgt i pottforsøg i klimasimulatorer ved en gennemsnitstemperatur på 15°C og henholdsvis lav og høj relativ luftfugtighed (60 og 85% r.h.). MaisTer blev udsprøjtet på alm. rajgræs og majs i blanding med 0,5 eller 2 l/ha af Actirob og Renol. Effekten af MaisTer var generelt lavere i blanding med 0,5 l/ha Actirob sammenlignet med de øvrige blandinger, og kun i blanding med 0,5 l/ha Actirob blev der fundet et signifikant udslag for luftfugtighed på begge arter. Resultaterne viser således, at luftfugtighedens indflydelse på effekten kan reduceres ved tilsætning af additiv.

Tabel 1. Ukrudtseffekt af MaisTer + 0,5 l/ha Renol. Behandlingen blev foretaget som en splitsprøjtning, hvor første behandling blev udført, da ukrudtet var på stadie 12-14 BBCH, og den anden behandling da det nye ukrudt var i stadie 11-12 BBCH. **** > 95 % effekt, *** 85-95 % effekt, ** 70-85 % effekt, * <70 % effekt. Tallet i () angiver antallet af forsøg, hvor det pågældende ukrudt har været repræsenteret.

| | 2-Split 0.05 kg/ha MaisTer 0.025 kg/ha MaisTer | 2-Split kg/ha MaisTer 0.05 kg/ha MaisTer |
|---------------------|--|--|
| Brændbæger | **** (1) | **** (1) |
| Alm. Fuglegræs | **** (2) | **** (3) |
| Hvidmelet gåsefod | **** (2) | **** (7) |
| Hyrdetaske | **** (1) | **** (4) |
| Lugtløs kamille | **** (2) | **** (3) |
| Nat limurt | **** (1) | **** (1) |
| Fersken pileurt | *** (1) | **** (1) |
| Snerlepileurt | * (1) | * (4) |
| Vej pileurt | * (1) | *** (2) |
| Agersennep | Ingen obs | **** (6) |
| Burresnerre | **** (1) | **** (1) |
| Agerstedmoderblomst | *** (2) | **** (3) |
| Tvetand | Ingen obs | **** (6) |
| Rød tvetand | *** (1) | **** (1) |
| Storkronet ærenpris | Ingen obs | ** (2) |
| Enårig rapgræs | **** (1) | **** (1) |
| Kvik | *** (1) | **** (1) |

Afprøvning i markforsøg

I 2002 blev der ved Danmarks JordbrugsForskning udført 2 effekt- og 1 selektivtetsforsøg med MaisTer i fodermajs. Forsøgsserien omfattede forsøg i 6 sorter.

MaisTer havde god effekt på 12 ud af 15 tokimbladede ukrudtsarter i normaldosering. Med halv dosis var der god effekt på 9 ud af 11 tokimbladede arter. MaisTer havde endvidere rigtig god effekt på enårig rapgræs og på kvik. Skånsomheden overfor majs var tilfredsstillende både i normal og dobbelt dosis. Det skal bemærkes, at der kun er udført forsøg med MaisTer i et år.