Februar 2001

DJF
rapport

Nr. 40 • Markbrug

18. Danske Planteværnskonference I

18th Danish Plant Protection Conference I

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

18. Danske Planteværnskonference I

18th Danish Plant Protection Conference I

DJF rapport Markbrug nr. 40 • februar 2001

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

Indholdsfortegnelse

Planteavlskonsulenten og Pesticidhandlingsplanen
The adviser and the Danish Pesticide Action Plan
Jens Elbæk Andersen 7

Nye pesticider kommer senere til Danmark end til vore nabolande
– Hvorfor er det sådan?
New Crop Protection Products are delayed in marketing into Denmark
– Why is that?
Per Kristensen 15

Pesticidhandlingsplan II's betydning for firma strategi og rådgivning
How does the Danish Pesticide Action Plan II change the company strategic and advisory?
Lars Byberg 19

Halvering af behandlingsindekset mod skimmel i stivelseskartofler
- uden økonomiske tab!
50% reduction of the Treatment Frequency Index against potato late blight in starch potatoes - without economical losses!
Kristian Lybek Witt & Anders Dalsgaard 29

Kartoffelskimmel - en sædskiftesygdom?
Potato late blight - a soil-borne disease?
Henrik Pedersen, Lars Møller & Lars Bødker 39

Plantebeskyttelsesstrategier mod kartoffelskimmel
Strategies to control late blight in potato
Lars Bødker, Bent J. Nielsen & Hans H. Hansen 45

Udvaskningen af pesticider fra kartoffeldyrkning på sandjord,
vurderet ud fra markforsøg
Leaching of pesticides from potato-growing on a sandy soil, assessed from a field study
Bo Lindhardt, Jeanne Kjær & Preben Olsen 57

Økonomi og risiko ved forskellige fungicidstrategier i vinterhvede
- Nogle overvejelser og metoder
Economy and risk using different fungicide strategies in winter wheat
- Considerations and methods
Jens Erik Ørum & Lise Nistrup Jørgensen 69

Resistens mod gulrust i hvede – datakilder, effekt og formidling
Resistance against yellow rust in wheat
– data sources, effects and communication
Mogens S. Hovmøller 85

Net blotch resistance in spring and winter barley
Resistens mod bladplet i vår- og vinterbyg
Hans O. Pinnschmidt & Mogens S. Hovmøller..... 95

Observationsparceller
Observation plots
Gerhard Deneken, Jakob Willas Jensen & Susanne Sindberg..... 107

Fungicidbehandlingers indflydelse på kvalitetsparametre i korn
The effect of fungicide treatments on quality parameters in cereal
Lise Nistrup Jørgensen, Mette Duedahl Høyer & Ghita Cordsen Nielsen 113

Hvilke faktorer påvirker indholdet af Fusariumtoksiner i korn?
Which factors influence the content of toxins from Fusarium
species in wheat?
Ghita Cordsen Nielsen & Lise Nistrup Jørgensen 131

Bekæmpelse af goldfodsyge i hvede ved hjælp af bejdsning
Seed treatment against *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*
in winter wheat
Camilla Møller, Ghita Cordsen Nielsen, Lise Nistrup Jørgensen
& Claus Nymand 149

Burre-Snerre (*Galium aparine* L.) – Biologi og bekæmpelse
Cleavers (*Galium aparine* L.) – Biology and control
Jens Erik Jensen & Poul Henning Petersen..... 163

Status og perspektiver for anvendelse af båndsprøjtning
Present use and future possibilities in band application
Peter Kryger Jensen 173

PC-Planteværn - optimerede herbicidblandinger i bederoer
PC-Plant Protection - optimised herbicide mixtures in sugar beet
Per Rydahl..... 185

Strategier for ukrudtsbekæmpelse i økologisk vinterhvede
Strategies for weed control in organic winter wheat
Ilse A. Rasmussen 197

Radrensning med og uden ukrudtsharvning i vintersæd om foråret i samspil med forskellige dyrkningsfaktorer
Row hoeing followed by weed harrowing in winter cereals in spring under the influence of different cropping factors
Bo Melander, Karsten Rasmussen, Ilse A. Rasmussen & Martin Heide Jørgensen 211

Command® CS
- Et nyt ukrudtsmiddel til anvendelse i vinterraps og kartofler
®= registreret varemærke for FMC Corporation, USA

Command CS
- A new herbicide for use in winter oilseed rape and potatoes
Jørgen Lundsgaard & Stefan Ellinger 227

Anerkendelse af fungicider, insekticider, herbicider og vækstreguleringsmidler i 2000.
Landbrugsafgrøder, frilandsgrønsager samt frugtavl
Fungicides, insecticides, herbicides and growth regulators approved in 2000 for use in agricultural and horticultural crops
Klaus Paaske, Lise Nistrup Jørgensen, Bent J. Nielsen, Peder Elbæk Jensen & Kamilla Jentoft Fertin 233

Planteavlskonsulenten og Pesticidhandlingsplanen

The adviser and the Danish Pesticide Action Plan

Jens Elbæk Andersen
Planteavlskonsulent
LandboNord
Valdemarsgade 20
DK-9700 Brønderslev

Summary

In March 2000 the Danish Parliament passed a plan - the Danish Pesticide Action Plan II - according to which the agriculture's consumption of pesticides, measured as frequency of treatment, must be reduced from a level of ab. 2.3 in 1999 to 2.00 at the end of 2002. Pursuant to the plan the agriculture has got the time until 2002 to demonstrate, that the farmers will be able to control the consumption themselves. If they do not succeed, a regulation will be imposed by means of quota and taxes. As the goal of the Action Plan has to be reached by increased counselling and continuing education of farmers and advisers, a major part in the implementation of the Action Plan is intended for the plant adviser.

The article decribes some of the advisory initiatives planned or carried into effect in order to help the farmers reaching the goal of the Action Plan.

One of the essential initiatives is the introduction of a set of crop classified goal figures, which are going to show the individual farmer at which level his consumption should be, if the average shall attain the goal.

Indledning

Et af de væsentligste mål med Pesticidhandlingsplan II er at få reduceret forbruget af pesticider, ikke kun målt i tons aktiv stof, men også målt som behandlingshyppighed. Målsætningen er i første omgang en reduktion ned til 2,0 ved udgangen af 2002, og dette mål skal nås ad frivillighedens vej. De virkemidler, som ifølge planen skal anvendes for at sikre, at målet nås, baserer sig især på øget rådgivning og efteruddannelse af landmænd og konsulenter (Miljø- og Energiministeriet & Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, 2000).

Planteavlskonsulenten er tilsyneladende tiltænkt en central rolle i arbejdet med at føre planen ud i livet – og hvordan har en planteavlskonsulent det så med den opgave?

Behandlingshyppighed og måltal

Erfaringen viser, at begreber som behandlingshyppighed, behandlingsindeks og måltal af mange landmænd (og sikkert også andre) opfattes som nogle lidt mærkelige størrelser. Derfor vil jeg kort definere, hvad de betyder.

- ***Behandlingshyppighed*** (BH) er et udtryk for hvor mange gange årligt det samlede landbrugsareal i gennemsnit kan behandles med den solgte mængde pesticider, under forudsætning af, at de anvendes i de fastsatte normaldoseringer.
- ***Behandlingsindeks*** (BI) anvendes på bedriftsniveau og er et udtryk for, hvor mange gange i løbet af vækstsæsonen en afgrøde kan behandles med den brugte mængde pesticider, under forudsætning af, at de er anvendt i de fastsatte normaldoseringer.

Ifølge Bicheludvalget skulle BH, og dermed også BI, være en god indikator for miljøbelastningen. (Miljø- og Energiministeriet & Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, 1999). For konsulenter og landmænd, som kun sjældent anvender en "normaldosering", er det svært at forstå. Hvordan har man fundet ud af, at f.eks. 4 l Stomp og 2 tabl. Express belaster miljøet lige meget?

Tabel 1. Måltal for behandlingsindeks i landbrugsafgrøder på basis af den nye beregningsmetode for behandlingsindeks. Goal figures for treatment index of agricultural crops on the basis of the new method of calculation for treatment index.

Afgrøde	Areal 1999 1000 ha	Behandlingsindeks				
		Ukrudt 8)	Svampe	Skadedyr	Vækst-regulering	I alt
Vinterhvede	623	1,20	0,75	0,25	0,10	**2,30**
Vinterrug	51	0,80	0,35	0,10	0,40	**1,65**
Vinterbyg	153	1,00	0,55	0,00	0,00	**1,55**
Triticale	53	1,00	0,35	0,10	0,20	**1,65**
Vårbyg 1)	562	0,70	0,40	0,30	0,00	**1,40**
Havre	27	0,60	0,25	0,25	0,00	**1,10**
Vårhvede	8	0,70	0,60	0,30	0,20	**1,80**
Vinterraps	107	0,80	0,15	0,60	0,00	**1,55**
Vårraps	35	0,50	0,05	0,90	0,00	**1,45**
Frøafgrøder, gns.	93	1,36	0,09	0,11	0,17	**1,73**
Ærter 2)	82	1,80	0,10	0,60	0,00	**2,50**
Kartofler (lægge)	5	2,00	4,00	0,15	0,00	**6,15**
Kartofler (mel)	22	1,00	8,00	0,60	0,00	**9,60**
Kartofler (konsum)	11	2,00	5,50	0,35	0,00	**7,85**
Sukkerroer	63	2,40	0,15	0,50	0,00	**3,05**
Foderroer	23	2,55	0,00	0,50	0,00	**3,05**
Majs	49	1,10	0,00	0,10	0,00	**1,20**
Hvedehelsæd 3)	11	1,00	0,75	0,25	0,05	**2,05**
Byghelsæd 4)	52	0,50	0,40	0,25	0,00	**1,15**
Byg/ærtehelsæd 5)	59	0,75	0,10	0,20	0,00	**1,05**
Lucerne	5	0,10	0,00	0,00	0,00	**0,10**
Græs i omdrift	239	0,03	0,00	0,05	0,00	**0,08**
Flyvehavrebek. 6)	80	1,00	0,00	0,00	0,00	**1,00**
Kvikbek. 7)	2340	0,30	0,00	0,00	0,00	**0,30**
Gns. behandlingsindeks		1,28	0,50	0,26	0,05	**2,1**

1) Incl. byg med udlæg af græs, kløvergræs, kløver m.m. 2) Incl. ærter til helsæd. 3) Incl. hvedehelsæd m. udlæg af kløvergræs og græs. 4) Incl. byghelsæd med udlæg af kløvergræs og græs. 5) Incl. byg/ærtehelsæd med udlæg af kløvergræs og græs. 6) Flyvehavrebekæmpelse på 80.000 ha. 7) Kvik kan bekæmpes med hel dosis ca. hvert 4. år på alle arealer i omdrift. 8) Incl. bekæmpelse af rodukrudt, men ekskl. flyvehavrebekæmpelse og bekæmpelse af kvik med glyphosatmidler.

Måltal

Alle afgrøder har ikke lige stort behov for planteværn, f.eks. er behovet for svampebekæmpelse i kartofler mange gange større end i rug. Det vil derfor være urimeligt, hvis alle landmænd skulle ned på et BI på 2,0 - uanset sædskifte. For at anskueliggøre hvad der hos den enkelte landmand skal til for at landbruget i gennemsnit når et BH på 2,0, har Landbrugets Rådgivningscenter og Danmarks JordbrugsForskning lavet et sæt vejledende måltal. Måltallene viser, hvordan en BH på 2,0 kan fordeles ud på de enkelte afgrøder og anvendelsesområder (ukrudt, svampe, skadedyr og vækstregulering) (Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl, 2000).

Måltallene er kun vejledende og skal bruges til at anskueliggøre, hvor meget den enkelte landmand kan tillade sig at bruge, med det sædskifte han nu har - hvis han vil være med til at overholde målet.

Om målet og planen

En reduktion af behandlingshyppigheden fra ca. 2,3 i 1999 til 2,0 ved udgangen af 2002 burde være en overkommelig opgave. Hovedparten af de sprøjteplaner vi laver, og den strategi vi melder ud ved markbesøg og i AfgrødeNyt, fører til et gennemsnitlig behandligsindeks på ca. 2. Kan der tages lidt hensyn til årsvariationen i sygdomstryk og angreb af skadedyr, mener jeg ikke det vil få økonomiske konsekvenser at nå det første delmål.

I planen er der imidlertid lagt op til yderligere reduktioner efter 2002. Det nævnes, at en sænkning af BH til mellem 1,4 og 1,7 i løbet af 5-10 år kan ske uden væsentlige drifts- og samfundsøkonomiske tab. Spørgsmålet er her, hvad et væsentligt tab er. Personligt tror jeg ikke ret mange landmænd er klar til frivilligt at acceptere de tab, som en reduktion ned til et BH på f.eks. 1,5 vil give.

Hvordan når vi målet?

Hvis landbruget skal have en chance for at nå Pesticidhandlingsplanens mål, er der to vigtige forudsætninger, der skal være på plads:

- Da målet skal nås ad frivillighedens vej, skal landmanden motiveres. Er der ikke en generel accept af målet, så når vi det helt sikkert ikke.
- Den enkelte landmand skal have den nødvendige viden og rådgivning stillet til rådighed, så han kan nå målet, uden at det ødelægger hans dækningsbidrag.

Den første forudsætning kræver et stykke politisk arbejde, som efter min mening ligger lidt uden for en planteavlskonsulents arbejdsområde. Som ansat i en lokal landboforening er jeg landmandens konsulent. Jeg arbejder udfra hans forudsætninger og laver det arbejde for ham, som han bestiller og betaler for. Det primære mål i min rådgivning er, at optimere landmandens dækningsbidrag, at minimere hans arbejdsbelastning samt at undgå, at han får problemer med Plantedirektoratet og andre offentlige myndigheder. Miljøhensyn inddrager jeg i den udstrækning, som landmanden ønsker det. Er der ingen accept af målet, kan jeg pege på hvilke konsekvenser, det har, hvis landbruget ikke når målet – indførsel af et kvote eller

afgift system som beskrevet i Pesticidhandlingsplanen. Hjælper det ikke har jeg ingen planer om at være missionær for hverken Miljøstyrelsen eller landbrugstoppen.

Den anden forudsætning mener jeg ikke vi har problemer med at opfylde allerede i dag. Til de landmænd, der er interesserede, kan vi sagtens levere den rådgivning, der skal til for, at de når ned på et niveau, så planens første delmål er opfyldt, uden det påvirker dækningsbidraget ret meget.

Skal BH reduceres yderligere, vil det kræve både ny viden og ny teknologi, at undgå økonomiske tab.

Tiltag i LandboNord

Vi har i LandboNord besluttet, at vi i størst muligt omfang vil deltage i de aktiviteter, der i forbindelse med Pesticidhandlingsplanen er sat i gang på landsplan. Samtidig vil vi, hvor det er relevant i vores øvrige rådgivning, fokusere på behandlingsindeks og prøve at synliggøre målet i Pesticidhandlingsplanen.

Indtil videre har vi planlagt følgende aktiviteter

- **Det udvidede registeringsnet**
  Vi deltog i vækstsæsonen 2000 i det udvidede registreringsnet i hvede med 5 lokaliteter, hvor udviklingen i sygdoms- og skadedyrsangreb en gang om ugen blev registreret. Resultaterne bruges lokalt og indrapporteres til Landskontoret for Planteavl, som offentliggør dem sammen med resultater fra det øvrige land.
  Registreringsnettet fortsætter i 2001, og vi deltager på samme niveau.
- **Beregning af behandlingsindeks, måltal og udarbejdelse af handlingsplaner**
  For at synliggøre Pesticidhandlingsplanens mål og vise hvor den enkelte landmand befinder sig i forhold til målet tilbyder vi i forbindelse med udarbejdelsen af gødningsplanen at beregne ejendommens BI og måltal. Samtidig laver vi en kort handlingsplan, som viser, hvor det er muligt at reducere pesticidforbruget uden, at det går ud over dækningsbidraget.
  Vi er blevet tildelt tilskud til at lave 105 beregninger af BI og måltal på ejendomsniveau i kalenderåret 2000. Tilbudet om beregning af BI er åben, og vi laver alle dem vi kan nå tilskuddet bruger vi til at reducere prisen på samtlige beregninger.
- **Rådgivning i ERFA-grupper**
  Rådgivning i ERFA-grupper er i Pesticidhandlingsplanen nævnt som et af midlerne til at reducere forbruget. Vi har udvalgt 5 grupper, hvor vi i de kommende år vil sætte ekstra fokus på pesticidforbrug og BI. Erfaringerne herfra vil vi hen ad vejen bruge i de øvrige ERFA-grupper vi har og i eventuelle nye grupper.
- **Indsats mod punktkilder**
  Vi har haft en konsulent på kursus og tilbyder nu at komme ud og lave et sprøjte/miljø check på ejendommen. Vi gennemgår landmandens håndtering af kemikalier og følger pesticiderne fra opbevaring, fyldning-, tømning- og vask af sprøjten til bortskaffelse af tom emballage.

- **Kursusaktiviteter**
  Vi har planlagt 4-5 2-dags kurser, som skal afvikles i løbet af februar 2001. Temaet for kurserne er ”Planteværn – Vurdering og dosering”, og formålet er at give deltagerne bedre mulighed for at vurdere, hvornår der er behov for en indsats og for at fastsætte den rette dosering.
- **Fokus på BI i AfgrødeNyt m.m.**
  Vi vil ikke ændre på vores anbefalinger og sprøjtestrategi, som er dikteret af, hvad vi mener, der er økonomisk optimalt for landmanden, men i alt hvad vi fremover sender ud, vil vi prøve at synliggøre, hvordan forskellige handlinger påvirker ejendommens BI.
  I det omfang det kommer til at koste noget at leve op til samfundets krav, må det være op til den enkelte landmand at gøre op med sig selv, om han vil betale prisen.

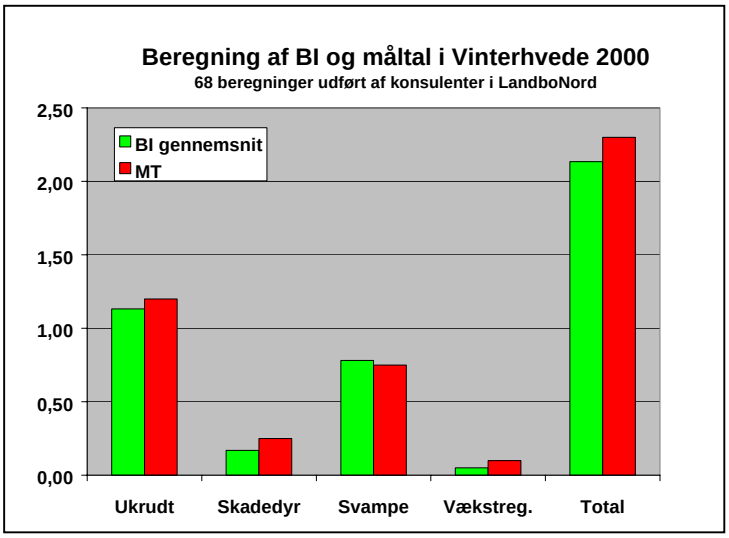
Foreløbige erfaringer

Af de tiltag vi har planlagt og sat i gang, er vi kommet længst med ”Beregning af behandlingsindeks og udarbejdelse af handlingsplaner”. Vi havde før jul lavet beregninger af BI og måltal på 79 ejendomme. Beregningen laves på pesticidforbruget i dyrkningsåret 2000. Markplan, kemikalieindkøb og sprøjteplan indtastes i et lille Internet baseret program, som beregner måltal og BI. Samtidig kan alle data samles op på Landskontoret for Planteavl, hvor man herefter kan beregne forskellige statistikker på resultaterne. Et foreløbig resultat af beregningerne kan ses i tabel 2 og figur 1 & 2.

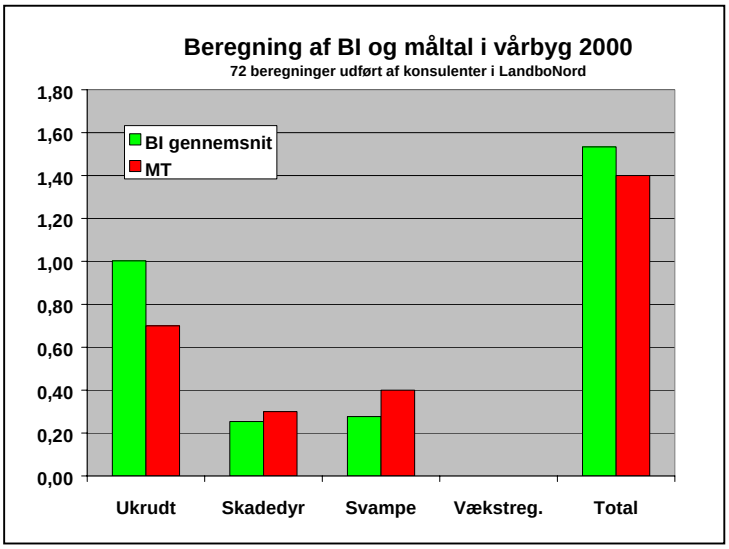
Tabel 2. Foreløbig resultat af opgørelse over behandlingsindeks (BI) og måltal for vækstsæsonen 2000, udført af lokale planteavlskonsulenter. Preliminary result of statement of treatment index (TI) and goal figures for the growing season 2000, performed by local plant advisers.

	LandboNord	Resten af landet
Antal beregninger	79	1180
Behandlingsindeks	1,96	1,85
Måltal	2,08	2,08

Som det fremgår af tabellen, har de landmænd, vi nåede at regne på inden jul, allerede nået planens første delmål. Forklaringen på dette er nok ikke kun, at forbruget er faldet fra 1999 til 2000, men også at de landmænd vi har regnet på ikke er udvalgt repræsentativt. For at få del i den pulje tilskud som uddeles til dette formål, skulle beregningerne laves i kalenderåret 2000. Vi har derfor arbejdet under et stort tidspres, hvilket betød at vi, og sandsynligvis også vore kolleger rundt om i landet, har valgt de landmænd ud, som sad ved skrivebordet i forvejen - og nok især dem, som havde styr på deres papirer, så data var lette at skaffe. Selv om beregningerne ikke er udført på en tilfældig udvalgt gruppe, viser resultatet alligevel at det i praksis er muligt at holde sig under måltallet, uden at det ødelægger økonomien.



Figur 1. Foreløbig resultat af opgørelse over behandlingsindeks (BI) og måltal i vinterhvede for vækstsæsonen 2000, udført af lokale planteavlskonsulenter i LandboNord. Preliminary result of statement of treatment index (TI) and goal figures in winter wheat for the growing season 2000, performed by local plant advisers in LandboNord.



Figur 2. Foreløbig resultat af opgørelse over behandlingsindeks (BI) og måltal i vårbyg for vækstsæsonen 2000, udført af lokale planteavlskonsulenter i LandboNord. Preliminary result of statement of treatment index (TI) and goal figures in spring barley for the growing season 2000, performed by local plant advisers in LandboNord.

I de beregninger vi har lavet, er der tilsyneladende ingen umiddelbar sammenhæng mellem BI og dækningsbidrag. Dem, der bruger meget, tjener ikke mere end dem med et moderat forbrug.

Det er muligt at holde sig under måltallet i alle de sædskifter vi har set (grovfoder, salgsafgrøder, kartofler, frøgræs m.fl.). Dermed ser det ud til, at måltallene kan fungere som

et nogenlunde retfærdigt mål for, hvor niveauet skal ligge på ejendomsniveau - hvis gennemsnittet skal nå målet.

De landmænd, som har et BI, der ligger væsentligt over deres måltal, har typisk haft et meget højere forbrug af skadedyrsmidler og/eller vækstreguleringsmidler, end dem der har holdt sig under måltallet. Et højt forbrug af skadedyrsmidler kan forklares med, at 2000 var et luseår. Vi havde i Nordjylland et usædvanligt tidligt og kraftigt angreb af bladlus i vårsæden. For både skadedyrsmidler (Pyrethroider) og vækstregulering (CCC) gælder det, at prisen for en fuld normaldosering er lav, og dermed har incitamentet til at spare været ringe. Samtidig har mange benyttet det forholdsvis sjældne skadedyrsangreb til at rydde op i gamle lagre.

Hvordan modtages tilbudet om beregning af BI

De landmændene vi regnet på har overvejende modtaget tilbuddet om at få beregnet deres BI og måltal med en blanding af træthed og en lille smule nysgerrighed. Dette er jo ikke den første handlingsplan, der rammer dem, og her uddeles der ikke bøder til dem, der ikke når målet. Til gengæld kunne det jo være meget sjovt at se, hvor man ligger i forhold til målet.

Indtil nu har ideen med måltal ikke rigtigt slået an, og de fleste landmænd, jeg har regnet på, har troet de skulle nå et BI på 2,0. Når vi får forklaret, hvad det går ud på, er der dog bred accept af ideen med måltal, da alle kan se det urimelige i et ensartet mål for forskellige sædskifter. Da måltallene ikke rigtigt er slået an endnu, har der ikke været megen diskussion af, om fordelingen mellem afgrøder er rigtig. Bliver måltallene, eller et lignende system, i fremtiden brugt som udgangspunkt for et system med afgifter eller kvoter, skal den diskussion nok dukke op.

Konklusion

Skal der drages en form for konklusion på dette, må det være, at vi ikke er langt fra Pesticidhandlingsplanens første delmål. Den rådgivning, der allerede i dag leveres fra de lokale Planteavlskonsulenter, vil i langt de fleste tilfælde føre til, at måltallene overholdes. Med de nye tiltag vi sætter i gang i de kommende år, har vi de rådgivningstilbud klar, som skal til for at vi kan få de sidste med. Så når vi ser på det første delmål, kan vi levere varen - hvis bare der er efterspørgsel efter den.

Skal forbruget længere ned, har vi brug for tid til at finde ud af, hvordan det kan gøres uden ”væsentlige” omkostninger.

Som jeg ser det, står der to store spørgsmål tilbage:

1. Er landmændene motiverede til at reducere forbruget så første delmål nås – vil de bestille den rådgivning der skal til?
2. Hvad sker der, når vi skal nå det næste delmål, og den næste reduktion af BI kommer til at koste landmanden penge? – er det ikke utopi at tro planen kan overholdes ad frivillighedens vej?

Litteratur

Landbrugets Rådgivningscenter – Landskontoret for Planteavl. 2000. Måltal for behandlingsindeks BI. Planteavlsorientering nr. 09.459

Miljø- og Energiministeriet & Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. 2000. Pesticidhandlingsplan II.

Miljø- og Energiministeriet & Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. 1999. Bicheludvalget – Rapport fra hovedudvalget.

Nye pesticider kommer senere til Danmark end til vore nabolande – Hvorfor er det sådan?

New Crop Protection Products are delayed in marketing into Denmark – Why is that?

Per Kristensen
Dansk Planteværn
Amalievej 20
DK-1875 Frederiksberg C

Summary

A restrictive Danish pesticide policy often results in a delayed market entrance for new improved Crop Protection Products into Denmark when compared to neighbouring countries. This situation impacts farming competitiveness negatively. The reason for the "late arrival" of new products into Denmark can often be explained by conflicts in strategies from National Policy and The Crop Protection Industry.

Denmark has chosen via national legislation to implement a more strict assessment of the scientific documentation than other EU-member states have. Denmark has not strongly promoted Provisional Registrations as for example other member states have chosen to do. A combination of those facts leads to a hesitation from Companies in defending old compounds in Denmark, as it often requires additional research and documentation. It also may delay the timing for applications for new product registrations. The risk of wasted efforts means that the Danish market is perceived as secondary in new product introductions. Furthermore a negative assessment in Denmark might have a negative impact on global marketing efforts.

However, there are at the same time positive developments within the Danish regulatory system. The national review of old compounds has almost been completed. The target timeframe for review of new applications is a maximum of two years. This brings Denmark up in the better half when compared with the other EU-member states. The Danish Food Authorities seem to bee a bottleneck in this development, as they are short of capacity for the administration of Crop Protection Applications. Overall the outlook in Denmark will depend on full EU harmonisation of the evaluation procedure of the scientific documentation.

Indledning

Den danske revurderingsproces af ældre planteværnsmidler har medført, at op mod to tredjedele af aktivstofferne er udfaset. Når der tales handelsprodukter, er tallet væsentligt større. Revurderingen af ældre aktivstoffer er i gang i EU regi. Processen her går væsentligt langsommere.

Parallelt med arbejdsbyrden omkring revurderingen udvikler planteværnsindustrien nye produkter. De produkter, der kommer igennem nåleøjet og får en godkendelse til salg og anvendelse, tilhører en helt ny generation af planteværnsmidler. De er effektive i meget lave doser i forhold til tidligere. Deres virkemekanisme er ofte væsentligt mere målrettede mod bestemte skadevoldere. Endelig foreligger der en opdateret dokumentation for produkternes sikkerhed både over for sundhed på mennesker og dyr og for deres effekter i miljøet.

Jordbruget i Danmark har for tiden ca. 100 aktivstoffer til rådighed. På det europæiske marked råder man stadigvæk over måske 600 – 700 aktivstoffer til bekæmpelse af skadevoldere. Denne situation kan påvirke konkurrencedygtigheden hos den danske jordbruger i forhold til kolleger i EU. Gennem de seneste år har der da også været råbt på nye planteværnsmidler til Danmark. Midlerne er måske til rådighed i Tyskland og/eller Sverige, men ikke her – endnu! Der er flere forklaringer herpå.

Godkendelsesproceduren

Godkendelsesproceduren for bekæmpelsesmidler blev ændret med vedtagelsen af direktiv om markedsføring af plantebeskyttelsesmidler i 1991 (91/414/EØF). Direktivet er implementeret i dansk lovgivning juli 1993. Direktivets formål er at harmonisere godkendelsesproceduren på EU plan.

Vejen til en harmonisering er indviklet og tager tid. Målet er at opnå enighed om hvilke aktive stoffer, der er værdige til at komme på EUs positivliste. Når et produkt er på positivlisten, er der ensartede principper for godkendelse af midler, der indeholder disse aktive stoffer i medlemsstaterne. De enkelte medlemsstater forpligter sig til at modtage og behandle en ansøgning om godkendelse af de produkter, der er optaget på positivlisten. Indtil produkterne er optaget på positivlisten, kan medlemsstaterne vælge at fastholde nationale særstandpunkter i vurdering af ansøgningerne.

Danske særstandpunkter

I Danmark har man politisk valgt en mere restriktiv procedure for godkendelse af planteværnsmidler end andre EU-lande. Dette indebærer, at der på visse områder stilles strengere krav end andre steder.

Kort fortalt drejer de specielle danske krav sig om sikkerhedsniveauer over for vandlevende organismer, agerlandets dyr og regnorme, halveringstid i jord samt nedbrydningsprodukter i forbindelse med grundvandsbeskyttelse, herunder diskussion om relevante metabolitter.

I de tilfælde, hvor Danmark fastholder disse særsynspunkter, kan der være tale om, at den dokumentation, ansøger har udviklet til en EU-godkendelse, ikke tilfredsstiller de danske myndigheder. Ansøger kan vælge at fremskaffe ekstra dokumentation til ansøgningen eller eventuelt udsætte ansøgningen i Danmark.

Endelig kan der være tilfælde, hvor ansøger slet ikke søger en godkendelse i Danmark. Derfor kan produktet godt være på markedet i f.eks. Tyskland. Dette kan være begrundet i, at produktets dokumentation klart viser, at en godkendelse i Danmark ikke vil kunne opnås grundet danskernes strengere vurdering af data. I værste fald kan det bevirke, at stoffet

(produktet) ender på den danske forbudsliste. En sådan stempling af produktet forsøger ansøger naturligvis at undgå, idet det kan have en negativ afsmitning på andre vigtigere markeder.

Provisoriske godkendelser

For nye produkter åbner Plantebeskyttelsesmiddeldirektivet (91/414/EØF) mulighed for, at medlemsstaterne kan give provisoriske (midlertidige) godkendelser. En sådan midlertidig godkendelse gives som regel på grundlag af en monografi, der er en samlet vurdering af ansøgningsmaterialet fra et EU-land, som ansøger har valgt at starte sin ansøgningsprocedure i. Denne praksis anbefales af EU-Kommissionen for at fremme hastigheden i godkendelsen af nye produkter og ikke afvente, at disse kommer på positivlisten. Skulle der opstå problemer i forbindelse med optagelse på positivlisten, kan den midlertidige godkendelse trækkes tilbage.

Miljøstyrelsen i Danmark har valgt ikke at prioritere provisoriske godkendelser men vil først godkende nye produkter, når man selv har gennemgået hele dokumentationen. Når ansøger ved, at Danmark ikke giver provisoriske godkendelser, er der heller ingen grund til at sætte ressourcer ind, før man er rimelig sikker på, at ansøgningen vil resultere i en sagsbehandling og en afgørelse. Dette kan udskyde tidspunktet for nye produkters ansøgning og dermed markedsføring i Danmark i forhold til de lande, der benytter sig af den anbefalede praksis om provisoriske godkendelser.

Flaskehalse

Efter at Miljøstyrelsen har tilendebragt revurderingen af de ”gamle” planteværnsmidler, er det målsætningen, at nye produkter skal kunne færdigbehandles inden to år efter ansøgning. Forudsætningen er naturligvis, at dokumentationen er fuldstændig og i orden. Det ser ud til, at Miljøstyrelsen lever op til denne målsætning. Dette er flot i sammenligning med mange andre lande i EU.

Miljøstyrelsen er i godkendelsesprocessen afhængig af ekstern ekspertise i godkendelsesforløbet. Danmarks JordbrugsForskning vurderer, om midlet er effektivt, og om det er skadeligt for bier. Fødevaredirektoratet vurderer de sundhedsmæssige risici vedrørende restindhold i spiselige afgrøder og foderafgrøder samt fastsættelse af MRL’s og sprøjtefrister.

For tiden er vurderingen i Fødevaredirektoratet flaskehalsen i godkendelsesproceduren. Fødevaredirektoratet mangler ressourcer til dette arbejde, og såfremt disse ikke bevilges, kan det medføre, at Miljøstyrelsens målsætning om maksimalt to år for godkendelse ikke kan opfyldes.

Nye midler på vej

Landbrugspressen har omtalt, at der ligger mellem 30 og 40 nye midler til godkendelse i Miljøstyrelsen. En stor del af disse er helt nye aktivstoffer, som altså også er ansøgt optaget på EUs positivliste. Disse nye produkter skal godkendes efter den fælles EU-procedure.

Danske særstandpunkter og restriktive politik vil blive vanskeligere at fastholde i disse sager. Miljøstyrelsen har da også meldt ud, at man bliver nødt til at acceptere fællesskabets regler her.

I køen af ansøgninger ligger imidlertid også en del produkter af ældre dato, som skal godkendes efter nationale procedurer. Om disse stoffer kommer igennem nåleøjet med de nationale særstandpunkter, må den enkelte sagsbehandling vise. EU-processen accelererer, og der vil formentlig inden for overskuelig fremtid ikke findes "gamle" stoffer på markedet. Dermed vil alt være godkendt i henhold til de harmoniserede regler. Dette kan muligvis være tilfældet om fem til syv år.

Konklusion

Den restriktive danske politik for godkendelse af planteværnsmidler medfører, at en række ældre produkter har mistet godkendelsen i Danmark. Dokumentationen, som øvrige EU-lande har godtaget, har ikke været tilfredsstillende for de danske krav. Ansøger har ikke vurderet, at der var grundlag for at fremskaffe yderligere dokumentation blot for at forsvare en godkendelse i Danmark.

Adskillige nye produkter er i godkendelsesfasen efter den fælles EU-procedure. For en række af disse må det forventes, at mulighederne for at opnå godkendelse i Danmark er gode. For det første fordi dokumentationen svarer til de krav, man er enedes om i fællesskabet, og for det andet fordi Danmark medgiver, at det bliver vanskeligere at fastholde nationale særstandpunkter i disse sager. Afgørende er altså, om firmaerne vælger at ansøge i Danmark for de nye produkter. Kommercielle interesser spiller også ind. Det er ressourcekrævende at gennemføre en godkendelsesprocedure, og der skal derfor være et marked, der retfærdiggør investeringerne.

Det er positivt, at Miljøstyrelsen har fået ryddet op efter revurderingen af de ældre midler. Sagsbehandlingstiden i Danmark har som målsætning, at man færdiggør en ansøgning inden for maksimalt to år. Dette er tilfredsstillende og ganske flot i sammenligning med mange andre medlemslande i EU. Den opståede flaskehals hos Fødevaredirektoratet med hensyn til den sundhedsmæssige vurdering vedrørende restkoncentrationer m.v. bør omgående løses ved tilførsel af de nødvendige ressourcer. Det er ikke et kvalitetsproblem, der er blot tale om mangel på kapacitet.

Pesticidhandlingsplan II's betydning for firma strategi og rådgivning

How does the Danish Pesticide Action Plan II change the company strategic and advisory?

Lars Byberg
Miljø og Kvalitetskonsulent
DuPont Danmark
Skøjtevej 26
DK-2770 Kastrup

Summary

Based on the Bichel Committee, the Danish Pesticide Action Plan II (Pesticidhandlingsplan II) recommends various proposals to reduce the impact of pesticides in the environment. A key element in the Pesticide Action Plan II, is the demand to reduce the amount of pesticides used according to the Treatment Index (*number of applications with standard dosage per ha*). The agricultural chemical industry has participated in the Bichel Committee and signed the final conclusions and recommendations.

The industry has for several years worked with comprehensive activities to develop optimised dose rates (dose-respond curves). Various initiatives have also been taken to address different environmental objectives, including new product formulations and water monitoring. Communication programs have implemented the results to farmers and advisors.

The Treatment Index in Denmark creates a bias by only focusing on the recommended dose rate, which can cause a negative impact on new products. To secure that future pesticides have a good environmental profile, it is necessary to scientifically agree on the critical environmental parameters.

Indledning

I 1990'erne skulle alting være så naturligt og oprindeligt som muligt. Dette betød, at landbrugets anvendelse af pesticider konstant var i mediernes søgelys, da vi mennesker forholder os til det levende, mens det er svært at se det positive i stoffer, der sikrer avlen ved at slå ihjel. Grundstenene var dermed lagt i offentligheden til et politisk opgør med pesticiderne, hvilket som bekendt resulterede i den historisk, unikke og tværfaglige Bichelrapport, der er grundlaget for Pesticidhandlingsplan II. Konklusionen i Bichelrapporten er, at verden ikke er sort og hvid. Pesticider er med til at opretholde landbrugserhvervets konkurrenceevne, som er en betydelig del af vores velfærdssamfund. Rapportens konklusion er, at landbruget kan bruge en mindre mængde pesticider uden, det har samfundsøkonomisk betydning. Dette har firmaerne igennem Dansk Planteværn forpligtiget sig til.

Artiklen omhandler Pesticidhandlingsplan II's betydning for branchen, som vil blive belyst udfra nogle af de aktiviteter DuPont udfører.

En fælles udfordring

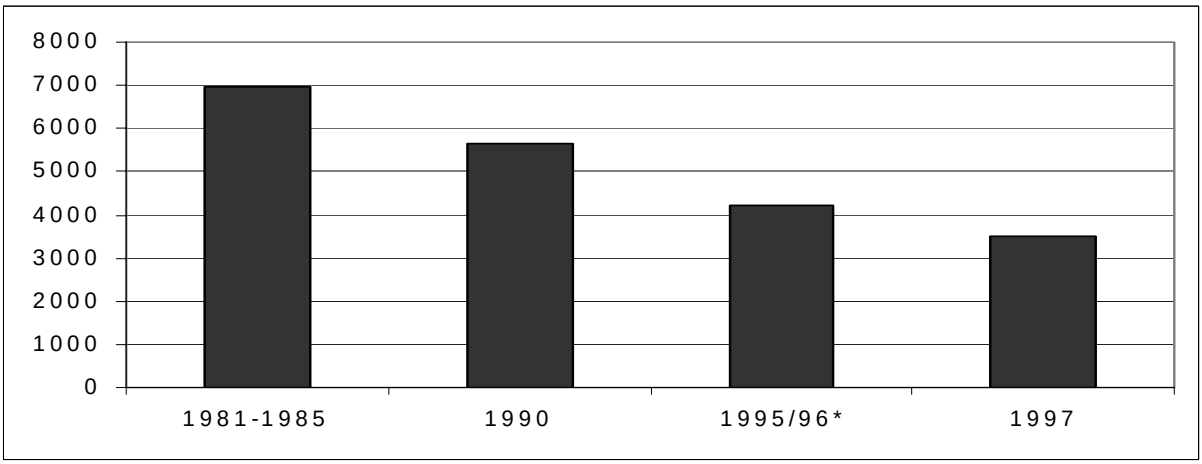
I Pesticidhandlingsplan II står: ”Regeringen ønsker at nedsætte belastningen af miljø og sundhed samt fjerne overforbruget af pesticider”.

Der opstilles en række delmål:

- Behandlingshyppigheden skal være så lav som mulig.
- Friholdelse af arealer langs søer og vandløb.
- Reduktion på særlig følsomme områder.
- Mere økologisk produktion.
- Revision af godkendelsesordningen.

Pesticider i Danmark

Danmark har en af de mest restriktive godkendelsesordninger i hele verden. Dette bevirker, at firmaerne af og til stiller sig det spørgsmål: ”Kan det betale sig at søge registrering og genregistrering af produkter i Danmark?”.



Figur 1. Solgte mængde aktiv stof i tons pr. år i Danmark, * 1995/96 gennemsnit (Helweg, 2000). Active ingredients sold in Denmark, ton per year, * 1995/96 average.

Af figur 1 ses det, at Danmark de seneste 20 år har reduceret mængden af aktiv stof markant, hvormed Danmark nu er et af de lande, der anvender den laveste mængde planteværn pr. ha. Dette skyldes ikke alene samfundets pres men er i lige så høj grad et resultat af, at landmænd og ikke mindst konsulenter er blevet dygtigere til at vurdere sprøjtebehov og dosering, samt at planteværns firmaerne har udviklet nye effektive lavdosismidler.

Størrelsen er afgørende for de nødvendig forskningsressourcer

Mængden af undersøgelser og data, der ligger til grund for en godkendelse af et produkt, er meget omfattende. Dette, sammen med lavkonjekturerne i landbruget, har resulteret i, at antallet af firmaer gennem fusioner og overtagelser er reduceret til nogle få stykker.

Disse firmaer kendetegnes ved at være meget forskningsintensive. Det faktum, at firmaerne både er globale og drevet af forskning, stiller store krav til produkternes sikkerhedsmargin, da

- Fejl begået af disse firmaer har stor nyhedsværdi, da firmaet konstant er under stor bevågenhed.
- Firmaerne er børsnoterede og måles på de følsomme aktiekurser, som påvirkes af eventuelle kvalitets- og miljømæssige fejl.

Den overordnede strategi i disse firmaer er gennem udvikling og forsøg at formindske miljøpåvirkningerne samt forbedre produkterne. Følges denne strategi ikke, vil firmaerne ikke kunne klare sig på lang sigt.

Pesticidhandlingsplan II i et firmamæssigt perspektiv

Reducerede doser generelt

Reducerede og behovs tilpassede doser er ikke et nyt fænomen, der er opstået i forbindelse med Pesticidhandlingsplan II. I Danmark har Landskontoret for Planteavl og Danmarks JordbrugsForskning igennem de sidste mange år indsamlet data fra forsøg med pesticider over hele landet. Resultaterne er offentliggjorte i diverse beretninger, og de danner grundlaget for det enestående computerprogram PC-Planteværn.

Konklusionerne af disse data formidles videre af planteavlskonsulenter i de regionale foreninger. Det danske konsulentsystem har derfor længe været med til at optimere anvendelsen af pesticider.

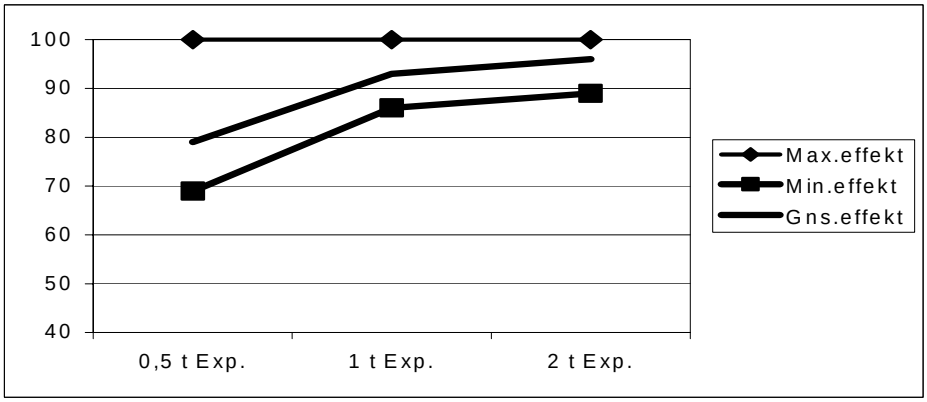
Firmatiltag for at optimere doserne

Mange lokale forsøgsresultater har sammen med de certificerede forsøg i firmaregi dannet grundlaget for rådgivningen op gennem 1990'erne. Forsøgsopstillingen i tabel 1 er et eksempel på viljen til at optimere doserne.

Tabel 1. Forsøg med reducerede doser fra 1999, DuPont. Trials with reduced dosage from 1999, DuPont.

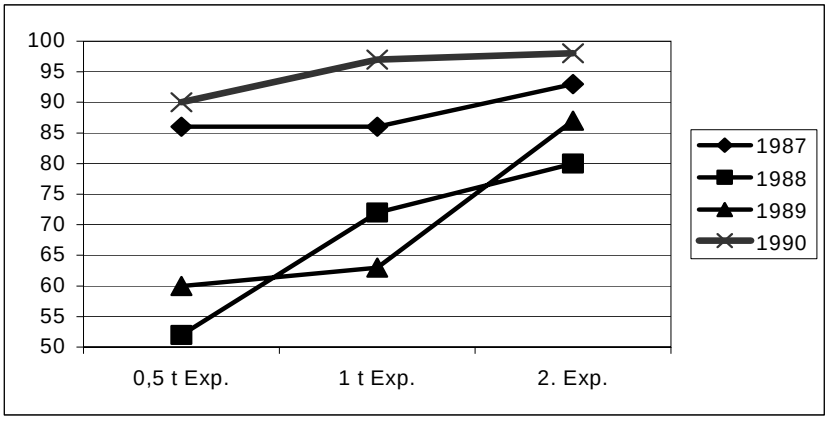
	Produkt	Dosering	Dosering
Nr.		Prod./ha	Active ingredients g/ha
1	UNTREATED		
2	HARMONY PLUS + S	0,75 TAB + 0,05%	2,8125
3	HARMONY PLUS + S	1 TAB + 0,05%	3,75 + 0,05%
4	HARMONY PLUS + OXITRIL	1,2 TAB + 0,2 LI	4,5 + (40+40)
5	EXPRESS + S	0,75 TAB + 0,05%	2,8125
6	EXPRESS + S	1 TAB + 0,05%	3,75 + 0,05%
7	EXPRESS + OXITRIL	1 TAB + 0,3 LI	3,75 + (60+60)
8	ALLY + S	5 G + 0,05%	1 + 0,05%
9	ALLY + S	7,5 G + 0,05%	1,5 + 0,05%
10	ALLY + S	10 G + 0,05%	2 + 0,05%
11	ALLY + OXITRIL	10 G + 0,2 LI	2 + (40+40)

Erfaringerne fra denne type forsøg viser en meget stor variation fra god effekt til utilstrækkelig effekt ved lave doser. Årsagen er, at antallet af parametre med indflydelse på midlets effekt stiger med faldende dosering. Det kan for eksempel være luftfugtigheden, vokslaget på bladene eller indstilling af sprøjten. Dette ses blandt andet i doseringskurverne figur 2, hvor års variationen af tribenunon–methyl (Express®) på snerle-pileurt (*polygonum convolvulus*) er stor.

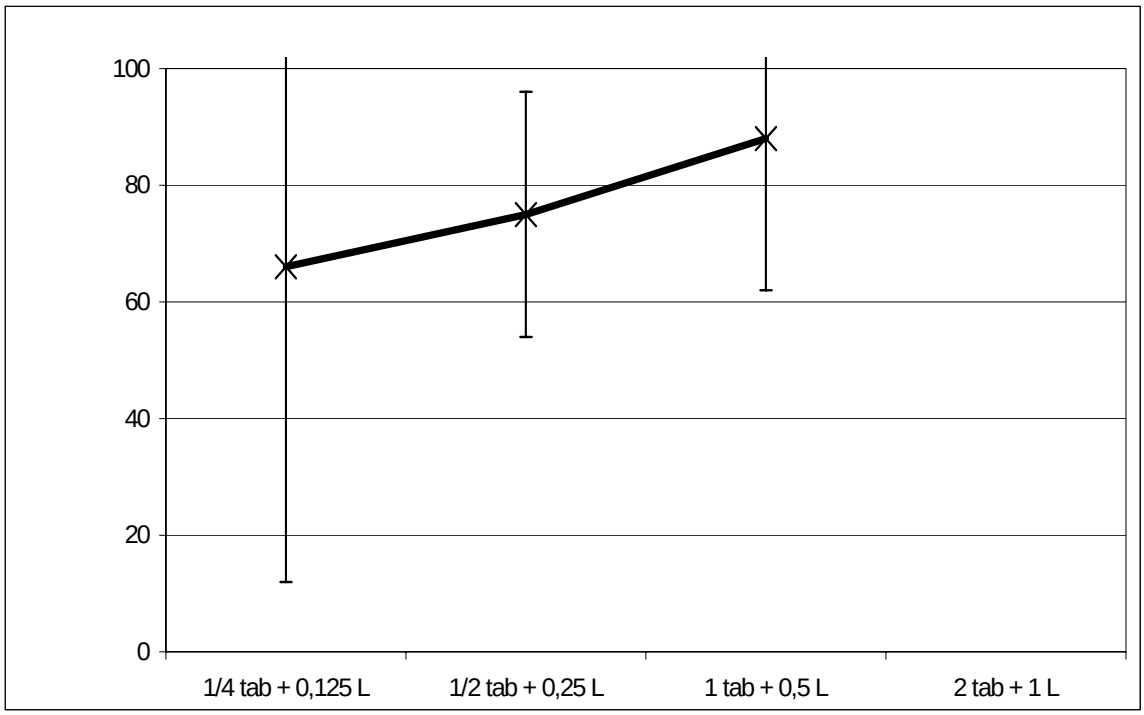


Figur 2. Effekten af tribenuron-methyl (Express®) på snerle-pileurt (*polygonum convolvulus*) ved forskellige doseringer over flere år, procent virkning (vægt af ukrudt). Effects of tribenuron-methyl (Express®) on *polygonum convolvulus* at different dosage during several years, percentage effect (weight of weed).

Effekten varierer ligeledes indenfor en forsøgsrække, hvilket illustreres i figur 3 og 4. Figur 3 viser en stor variation i effekten mellem enkelt forsøg ved lave doser, mens figur 4 viser, at standardafvigelsen i en forsøgsrække stiger med falden dosering.



Figur 3. Maksimum, minimum og gennemsnitseffekten af tribenuron-methyl (Express®) på kamille (*tripleurospermum inodorum*) i vårbyg, procent virkning (vægt af ukrudt). Maximum, minimum and average of the effects of tribenuron-methyl (Express®) on *tripleurospermum inodorum* at different dosage in spring barly, percentage effect (weight of weed).



Figur 4. Effekten i vægtprocent angivet med standard afvigelser. Tribenuron-methyl (Express®) og ioxynil + bromoxynil (Oxitril®) imod storkenæb (*Geranium spp.)* i vårbyg 1998. Effect in weight percentage with standard deviation. Tribenuron-methyl (Express®) and ioxynil + bromoxynil (Oxitril®) against (*Geranium spp.)* in spring barly 1998.

Optimerede doser i praksis

Den teoretiske/tekniske viden er uden værdi, hvis den ikke kan anvendes i praksis. Derfor er det vigtigt, at landmanden får erfaringer på markniveau. Dette sker ved, at der hvert år anlægges en lang række af demonstrationssprøjtninger rundt omkring hos landmænd i hele landet. Disse "demo-sprøjtninger" følges op gennem markvandringer med landmænd, forhandlere og konsulenter, hvor problematikken omkring optimerede doseringer diskuteres. Demosprøjtningerne er således den direkte forbindelse til landmanden.

Doseringsskema

Resultatet af dialogen er blandt andet udarbejdelsen af "Virkningsskemaer", som ses i tabel 2. Skemaet muliggør på overskuelig vis udvælgelsen af den dosering, der passer til det dominerende ukrudt i marken. Det er i praksis vanskeligt at dosere nøjagtigt som for eksempel PC-Planteværn angiver. I dette skema afrundes doseringen til en mere håndterbar størrelse. Ved at angive effekten af for eksempel halve tabletter imødekommer vi denne situation og letter dermed beslutningsgrundlaget.

Tabel 2 er udarbejdet dels på baggrund af resultater fra PC-Planteværn og dels på baggrund af egne erfaringer fra forsøgsarbejde.

Tabel 2. Ukrudtsmidlernes effekt under optimale sprøjteforhold for hver enkel ukrudtsart. The efficacy of herbicides under perfect spraying conditions for each weed.

Ukrudtsart	Ønsket virkning	Express + spredemiddel tab./ha				Ally g/ha				Express + Starane + sp. middel (tab. + l/ha)			
		0,5	0,75	1	2	7,5	10	15	20	30	0,5 + 0,2	1,0 + 0,4	2,0 + 0,6
Brøndsel, fliget		xxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxx	xxxxx	xxxxx
Burre-snerre	85	-	-	x	xx	-	-	-	x	x	xxxx	xxxxx	xxxxx
Bynke, grå	80	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxx	xxxxx	xxxxx
Forglemmigej	65	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Fuglegræs	80	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Gulurt	80	xxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxx	xxxxx	xxxxx
Gåsefod, hv.m.	65	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	x	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Gåseurt, ager	65	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxx	xxxxx	xxxxx
Hanekro	85	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Haremad	65	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Hundepersille	80	xx	xxxx	xxxx	xxxxx	x	xx	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxx	xxxx	xxxxx
Hyrdetaske	75	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Lægejordrøg	70	-	-	x	x	-	-	x	x	x	-	x	x
Kamille, lugtløs	85	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Kamille, skive	80	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Kiddike	75	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxx	xxxxx	xxxxx
Kornblomst	80	xxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	x	x	xx	xxx	xxx	xxx	xxxx	xxxxx
Kål, ager	75	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Natskygge, sort	75	-	x	xx	xxx	-	x	x	xx	xxx	x	xx	xxx
Nælde, liden	70	-	x	xx	xxx	-	x	x	xx	xxx	xxx	xxxx	xxxxx
Okseøje, gul	75	-	-	x	xx	x	x	xx	xxx	xxxx	x	x	xx
Pengeurt	65	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Pileurt, bleg	65	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
fersken	65	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
snerle	75	x	x	xxx	xxxx	x	x	xx	xxx	xx	xxxx	xxxxx	xxxxx
vej	65	x	xxx	xxxx	xxxxx	x	x	xx	xxx	xx	xxxx	xxxxx	xxxxx
Raps	85	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Sennep, ager	80	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Skræppe, kruset	65	xxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	x	xx	xxx	xxxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Stedmoder, ager	75	-	x	x	xxx	x	xx	xxx	xxx	xxxx	x	xxx	xxxx
Storkenæb	60	-	x	xx	xx	x	xxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	xx	xxxx	xxxxx
Svinemælk, ager	80	x	xxx	xxxx	xxxxx	x	xxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	x	xxx	xxxxx
Tidsel, ager	80	x	xxx	xxxx	xxxxx	x	xxx	xxxx	xxxxx	xxxxx	x	xxx	xxxxx
Tvetand	75	xx	xxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Valmue, korn	80	xxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Ærenpris, mark	65	-	-	x	x	-	xx	xxxx	xxxxx	xxxxx	x	xxxx	xxxxx
storkronet	65	-	-	x	x	-	xx	xxxx	xxxxx	xxxxx	x	xxxx	xxxxx
vedben	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bek. op til:	>95 %	85-95%	75 - 85%	65 - 75%	50 – 65 %	> 50 % eller ingen oplysninger
	xxxxx	xxxx	xxx	xx	x	-

Problematikken ved optimerede doser

Sprøjteforhold

Konklusionen på forsøgene er, som det også fremgår af Bichelrapporten, at man godt kan bekæmpe ukrudt med meget lave doseringer, hvis betingelserne er gode. I vårsæd gælder for eksempel:

- Optimale sprøjteforhold: God vækst i ukrudtet både dagene før og efter sprøjtetidspunktet, temperatur > 8-10°C, gode fugtighedsforhold, ukrudtet har 0-2 løvblade.
- Mindre gode forhold: Ukrudtet har 3-4 løvblade, temperatur > 8°C.
- Dårlige sprøjteforhold: Ukrudtet > 6 løvblade, koldt og tørt.

Viden om optimale sprøjteforhold er nødvendige for at reducere behandlingshyppigheden, så der bruges så lidt sprøjtemiddel som muligt, og landmanden samtidig får et tilfredsstillende dækningsbidrag.

Etiketten er juridisk bindende

De varierende effekter ved lave doser er årsagen til, at etiketten forskriver en generel dosering. Således er etiketten juridisk bindende for firmaet, der har ansvaret, hvis midlet ikke virker. I etikettens doseringsvejledning tages der højde for, at midlet skal virke under alle sprøjteforhold.

Normaldoseringen

Et forhold vi i DuPont Danmark accepterer, men som vi har meget svært ved at forklare vores udenlandske kollegaer er, at mængden af aktiv stof pr. ha ingen betydning har for indekset.

Det betyder, at 5-10 g aktivt stof af et middel og 2-3 kg af et andet middel giver samme behandlingsindeks.

Dette er et uheldigt signal at sende diverse udviklingsafdelinger, da mængden af aktivt stof, som genfindes i miljøet stiger med mængden, der anvendes pr. ha (Kreuger, 1998; Kreuger og Törnqvist 1998).

Nye midler

En anden problemstilling omkring normaldoseringen er, at nye midler får en relativt lavere normaldosering i forhold til gamle midler. Årsagen er, at ældre midler blev godkendt på et tidspunkt, hvor der ikke var samme fokus på lave doseringer. En reduceret dosering af et nyt middel har derfor ikke samme effekt på skadevoldere som en reduceret dosering af et gammelt middel. Resultatet er, at det er vanskeligt at reducere behandlingshyppigheden yderligere med nye midler. I praksis betyder det, at landmanden vil anvende gamle midler og dermed fravælge nye og formodentlig bedre midler.

Andre målsætninger

En sikker formulering

Udover at være en aktiv medspiller, når det gælder reducerede doser, er det lige så vigtigt at vise ansvar, når det gælder selve håndteringen af de koncentrerede midler. Den største risiko for en miljøforurening med pesticider er under normale betingelser ikke selve sprøjtningen i marken men ved påfyldning af sprøjtevæsken og ved rengøringen af sprøjten. Det gælder derfor om, at det er let og sikkert at håndtere de koncentrerede aktiv stoffer.

Ved for eksempel at anvende tabletter og vandopløselige poser reduceres risikoen for spild og punktkildeforurening betydeligt, da en tablet eller en vandopløselig pose, der tabes, nemt kan samles op.

Opfølgende undersøgelser på markniveau

DuPont har i en årrække deltaget i en generel undersøgelse af pesticiders skæbne i miljøet. Dette er sket i et såkaldt "Watermonitoring" program i det sydlige Sverige (Kreuger, 1998; Kreuger og Törnqvist, 1998). Programmet består i, at landmænd omkring et vandløb i flere år er blevet og bliver interviewet om, hvilke midler de anvender samt hvornår og hvordan. I hele vækstsæsonen udtages der vandprøver fra åen, der analyseres for eventuelle sprøjterester.

Kommunikation og dialog

I løbet af sæsonen er firmaerne i dialog med konsulenterne gennem breve, brochurer, e-mails, Internet (firmaernes hjemmesider), besøg i konsulenthusene, hvor midler og indeks diskuteres, samt ved de årlige konsulentmøder, hvor firmaerne går sammen og fremlægger materiale om de respektive midler.

Siden 1995 har det årlige DuPont Agro magasin været en del af kommunikationen og dialogen med landmænd, rådgivere og forskere. Gennem et svar/kommentar skema i magasinet, har forskere, rådgivere og især landmænd bidraget med holdninger og ideer til nye indgangsvinkler til anvendelsen af planteværn. Disse informationer danner sammen med det opsøgende arbejde i marken retningslinierne for bedre rådgivning samt opfølgende forsøgs- og projektarbejde. Eksempler på efterspurgt materiale i magasinet er dose-response kurver (figur 2 og 3) (DuPont Agro, 2000). Et andet eksempel, er de "10 gode råd", som beskriver sikkerhed omkring marksprøjtning (DuPont Agro, 1995).

Skemaet i tabel 2 med de behovs tilpassede doseringer er et resultat af dialogen med konsulenter, der ønskede information om effekten af metsulfuron-methyl (Ally®) og tribenuron-methyl (Express®) på forskellige ukrudtsarter ved lave doseringer.

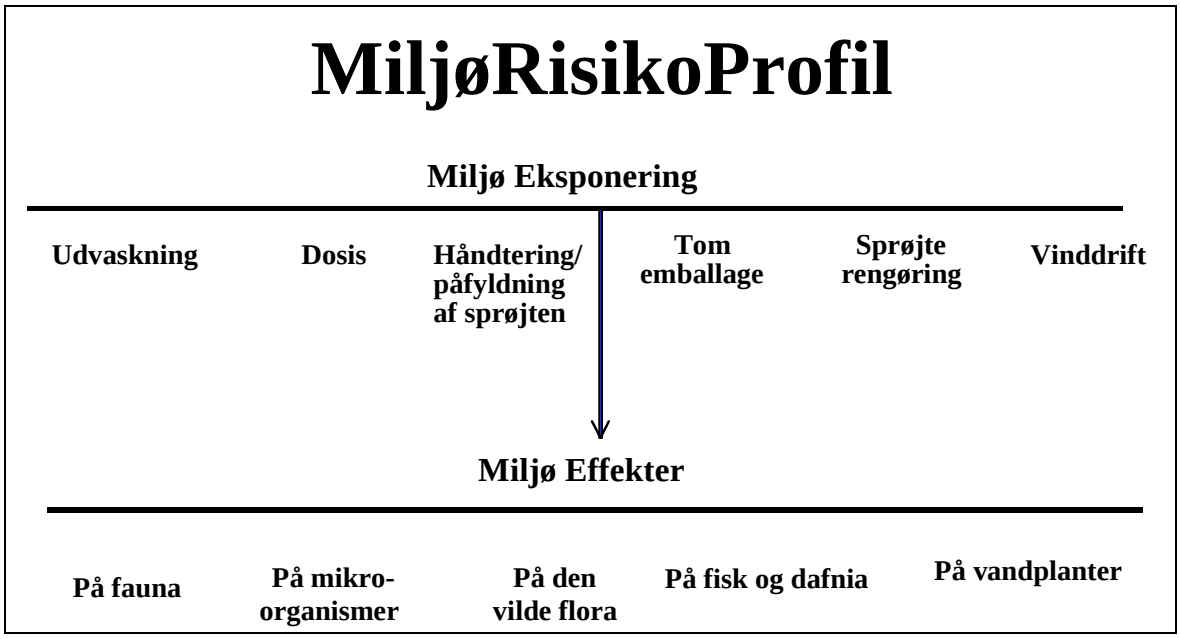
Yderligere har DuPont udgivet en miljø- og kvalitetsbrochure i foråret 2000, der beskriver den helhedsbetragtning midlerne indgår i - fra ISO 14000 certificeret produktion til en miljødata oversigt.

Perspektivering

For at minimere pesticidernes påvirkning af miljøet, har firmaerne som tidligere nævnt forpligtiget sig til anbefalingerne i Bichelrapporten. De fleste firmaer går videre end udelukkende at fokusere på størrelsen af behandlingshyppigheden, som den parameter der er afgørende for om Pesticidhandlingsplan II er en succes eller en fiasko.

Fremtidens midler er et produkt af intensiv forskning. Firmaerne screener millioner af molekyler årligt for effekt, giftighed og påvirkninger af miljø. Som et af de mest pesticid restriktive lande i verden er Danmark med til at sætte dagsordenen for hvilke parametre, der lægges vægt på ved udvikling og registrering af nye midler. Det er derfor nødvendigt, at bedømmelsesgrundlaget af pesticiderne er videnskabeligt baseret, så fremtidige pesticider

påvirker miljøet så lidt som muligt. Et udspil i denne forbindelse kan være MiljøRisikoProfil modellen i figur 5.



Figur 5. MiljøRisikoProfil model til vurdering af pesticider. Environmental risk model to evaluate pesticides.

Modellen beskriver nogle af de forhold, som vi anser som afgørende for den samlede belastning af miljø og sundhed.

Sammendrag

Pesticidhandlingsplan II har til formål at nedsætte belastningen af miljøet samt fjerne overforbruget af pesticider gennem en reduktion i behandlingshyppigheden. Dette arbejder branchen aktivt for gennem firmaernes strategier og handlinger. Således udføres der forsøg med optimerede doseringer, og der distribueres skriftligt materiale, som danner baggrunden for dialogen med landmænd, rådgivere og forskere. Effekten af reducerede doseringer er varierende og kræver optimale sprøjteforhold. Den ensidige fokusering på normaldoseringen kan betyde, at fokus flyttes fra andre og vigtigere parametre under udviklingen af fremtidige midler. Det er derfor vigtigt at få en debat om retningslinierne for fremtidige produkter.

Litteratur

Helweg A. 2000. *Kemiske stoffer i miljøet*. Gads Forlag,Vimmelskaftet 32, 1161 København K.

Kreuger J. 1998. *Pesticides in stream water within an agricultural catchment in southern Sweden, 1990-1996*. The Science of the Total Environment 216, side 227-251.

Kreuger J & Törnqvist L. 1998. Multiple regression analysis of *Pesticide occurrence in streamflow related to pesticide properties and quantities applied*. Chemosphere, Vol. 37, No. 2, side 189-207.

Halvering af behandlingsindekset mod skimmel i stivelseskartofler - uden økonomiske tab!

50% reduction of the Treatment Frequency Index against potato late blight in starch potatoes - without economical losses!

Kristian Lybek Witt & Anders Dalsgaard
Syngenta Crop Protection A/S
Strandlodsvej 44
DK-2300 København S

Summary

Production of starch potatoes constitutes the biggest acreage within potato production in Denmark. In addition - due to the longer growth season - more fungicide applications are used in this type of production. There are several options to reach a target of 6.5 on the treatment frequency index (TFI) for fungicide consumption in starch potatoes. These include selection of less susceptible varieties, postponing spray initialisation and timing subsequent applications using decision support systems (DSS), using longer spraying intervals, improving spraying techniques etc. In conclusion data suggest that in particular longer spraying intervals are associated with a certain risk in addition to the varying results obtained using DSS linked in particular to type of fungicides. The use of less susceptible varieties seems to play an important part for the success of reaching the target of reduced TFI, and the use of lower dose rates poses the option of continuing “normal” application intervals whilst at the same time reducing the TFI, being at the same time easily adaptable for the grower. Several years of trials carried out at the Danish Institute of Agricultural Sciences have demonstrated that Shirlan 0,2 l/ha (½ TFI) is as efficient as a full dose rate (2 kg/ha) (1/1 TFI) of Dithane.

There has been a lot of dispute about the calculation of net yields in potatoes. Nevertheless it is the opinion of the authors that such discussions have proven necessary within potato production, too, in order to avoid product comparisons on price differences alone.

Indledning

I forbindelse med Bicheludvalgets arbejde og siden som oplæg til Pesticidhandlingsplan II er det forsøgt at sætte måltal for anvendelsen af pesticider i forskellige afgrøder fordelt efter produktgruppe (herbicider, fungicider osv.). Kartoffelavlen tiltrækker sig stor opmærksomhed på grund af den intensive anvendelse af især fungicider. Stivelseskartoffelproduktionen er den mest udbredte i Danmark (tabel 1 - 1999 tal) og er tillige den produktionsgren, som har den

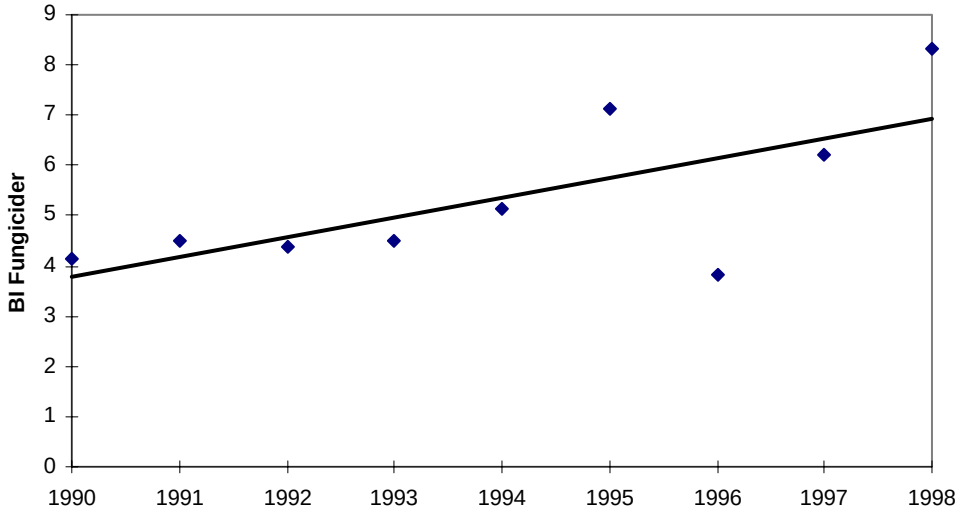
længste vækstsæson, hvilket afspejles i de i oplægget til Pesticidhandlingsplan II skitserede behandlingsindex (BI) for fungiciderne (tabel 1).

Tabel 1. Arealfordeling (1999) på forskellige produktionsformer af kartofler samt måltal for fungicidanvendelsen. Split (1999) in acreage between different potato productions and target numbers for fungicide consumption.

Produktionsform	Areal, ha	Måltal fungicider, BI	Total behandlinger
Læggekartofler	4.606	3,5	16.121
Spisekartofler	10.964	5,0	54.820
Stivelseskartofler	22.376	6,5	145.444
Alle typer	*37.946*		*216.385*

(Danmarks Statistik, 2000; Kristensen & Petersen, 2000).

Fra 1990-1998 er der samlet set sket en stigning i BI for fungiciderne i kartoflerne (figur 1), hvilket kan tilskrives forskellige faktorer som tidligere skimmel, gunstige vejrforhold for skimmel etc. En anden meget væsentlig parameter er, at omkostningen til fungicider *er* forsvindende i forhold til risikoen ved at mislykkes mod kartoffelskimmel, når der høstes kartofler for måske 30.000 kr./ha.



Figur 1. Udviklingen i Behandlingsindex (BI) for fungicider fra 1990-1998 i kartofler (Danmarks Statistik, 1999). Development in treatment frequency index (TFI), fungicides, from 1990-1998 in potatoes.

Almen praksis blandt avlere er at påbegynde skimmelforebyggelsen omkring Skt. Hans med sæsonslut i september måned. Optagning kan i værste fald vare helt frem til midten af november. I både 1998 og 1999 har der været tidlige angreb af skimmel (J. Grønbæk Hansen,

pers. komm.), hvilket har bevirket, at sprøjtesæsonen er startet et par uger tidligere. Hertil kommer diskussionen omkring jordsmitte med oosporer, en diskussion som p.t. ikke er endelig afklaret. En række eksterne faktorer bidrager således til, at sprøjtesæsonen kan blive 10-16 uger, og et BI på 6,5 skulle alt andet lige give sprøjteintervaller på 11-17 dage.

Overordnet kan det konkluderes udfra forsøg udført ved Danmarks JordbrugsForskning i perioden 1993-2000, at et sådan måltal som gennemsnit er opnåeligt. Til gengæld må det også konkluderes, at der er stor variation i dels det opnåede resultat og dels variationen i det nødvendige BI fra år til år og fra sort til sort. Strategier baseret på lange intervaller er forbundet med en vis usikkerhed, hvilket tillige er blevet belyst i svenske forsøg (Wiik, 1996). Specielt har store forskelle i resultatet kunnet tilskrives det aktuelle middelvalg.

Med hensyn til middelvalget spiller ikke kun regnfastheden en væsentlig rolle, men nedbrydning af produktet på bladene i det hele taget, hvilket p.t. ikke er tilstrækkeligt belyst. Beslutningsstøttesystemet PlantPlus, som undersøges på 3. år i Sverige, anvender bl.a. produktspecifikke nedbrydningsdata til fastsættelse af sprøjteintervaller (P. Raatjes, pers. komm.) - men det kunne være interessant i dansk regi at få bragt klarhed over eventuelle produktforskelle i den henseende.

Det er endvidere vanskeligt for landmanden at fravige en strategi med forebyggende (rutine)sprøjtning, idet der ikke findes midler på markedet, som effektivt og fuldkomment kan standse et etableret skimmelangreb. De i Danmark markedsførte midlers kurative og eradikative egenskaber er kun i begrænset omfang belyst under markforhold, men Danmarks JordbrugsForskning arbejder i øjeblikket med at få klarhed over denne parameter.

For landmanden er det essentielt at vide, at tiltag mod en begrænsning i behandlingshyppigheden i forbindelse med forebyggelse af kartoffelskimmel kan ske på forsvarlig vis (det vil sige ingen skimmel) og uden risiko for økonomien. Formålet med dette indlæg er at skitsere, hvilke redskaber stivelseskartoffelavleren kan tage i anvendelse for at imødekomme i hvert fald en del af målet for reduktion i BI - uden økonomiske konsekvenser.

I den forbindelse skal det siges, at der har været meget diskussion omkring anvendelsen af nettoberegninger i kartoffelforsøg - det er dog forfatternes opfattelse, at denne argumentation har sin berettigelse, såfremt diskussionen omkring produktforskelle skal være andet end sammenligning af listepriser.

Metode

Afprøvningsforsøg i Danmarks JordbrugsForsknings regi fra 1999-2000 er anvendt til evaluering af den bedste løsning til reduktion i BI for fungiciderne. De involverede strategier omhandler Shirlan, Dithane®, Acrobat® og Tattoo® ved forskellige doseringer og intervaller i stivelseskartofler. Endvidere er forsøg, hvor beslutningsstøttesystemet NegFry er anvendt, inddraget for at belyse, hvorledes varslingsmodeller kan hjælpe på at nå målet om reduktion i BI. Specifikt for Shirlans vedkommende er tillige inddraget hidtil upublicerede resultater fra 3 års forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning i Tylstrup, som belyser forskellige strategiers effekt på udbyttet i 4 stivelsessorter, i alt 12 forsøg. Endelig kommenteres på tidligere opnåede erfaringer fra såvel Danmark som Sverige.

Der er beregnet nettoudbytter udfra forudsætningerne angivet i tabel 2, for så vidt angår sprøjteomkostningerne. Afregning af stivelsesudbyttet er sket jvf. EU's satser (2000).

Tabel 2. Forudsætninger for beregning af netto-udbytter, produktpriser for fungicider i kartofler. Key figures for calculation of net yields, product prices for fungicides in potatoes.

Postering	kr. pr. kg eller l	kr. pr. ha
Dithane	45	
Shirlan	663	
Acrobat	185	
Tattoo	109	
Kørsel		60

Delvist efter Kristensen *et al.* (2000)

Fuld dosering - længere interval

En nærliggende måde at begrænse BI ville være at forlænge intervallerne mellem sprøjtningerne. De seneste to års forsøg med sådanne strategier har dog - som tidligere - vist, at denne metode er forbundet med en vis usikkerhed, idet der er opnået balance med nogle produkter i forhold til standardbehandlingen, mens andre produkter har medført et netto tab fra 1.300 til 1.800 kr./ha (tabel 3). Denne observation bekræftes af svenske undersøgelser (Wiik, 1996).

Tabel 3. Resultater af DJF 99562 & 00563 (Dianella) afprøvningsforsøg, 1999-2000. Gns. 4 forsøg - fuld dosering, længere intervaller. Results of DJF 99562 & 00563 (Dianella), 1999-2000. Mean of 4 trials - full dose rate, longer spray intervals.

Strategi	Udbytte, hkg (stivelse, %)	Netto diff., kr./ha	BI
Dithane 2 kg/ha, 7 dg.	*517 (19,5)*	*25.527*	*11,8*
Dithane 2 kg/ha, 10-14 dg.	461 (19,7)	-1.373	6,5
Shirlan 0,4 l/ha, 10-14 dg.	529 (21,3)	350	6,5
Acrobat WG 2 kg/ha, 10-14 dg	505 (20,4)	-1.863	6,5
Tattoo 4 l/ha, 10-14 dg.	550 (21,1)	-132	6,5

Reduceret dosering - samme interval

En anden måde at gribe problematikken an har været at reducere doseringen men bibeholde de korte intervaller. Kun i 2000 (DJF 00563) har samtlige produkter været afprøvet ved ½ dosering i *samme* forsøg. Her blev det demonstreret, at ½ dosering for et enkelt produkt har givet bedre nettoudbytte, mens der for andre produkters vedkommende er konstateret netto tab (tabel 4). Tidligere afprøvninger med både ½ og ¾ dosering er ikke gjort i samme forsøg,

hvorfor sammenligninger er udeladt i nærværende indlæg. Tendensen her i forhold til standardbehandlingen er dog den samme som vist i tabel 4.

Tabel 4. Resultater af DJF 00563 (Dianella) afprøvningsforsøg, 2000. Gns. 2 forsøg - halv dosering, korte intervaller. Results of DJF 00563 (Dianella), 2000. Mean of 2 trials - half dose rate, short spray intervals.

Strategi	Udbytte, hkg (stivelse, %)	Netto/diff. kr./ha	BI
Dithane 2 kg/ha, 7 dg.	*517 (19,7)*	*26.812*	*12*
Dithane 1 kg/ha, 7 dg	458 (20,4)	-1.435	6
Shirlan 0,2 l/ha, 7 dg.	576 (20,4)	1.206	6
Acrobat WG 1 kg/ha, 7 dg	545 (20,4)	-1.148	6
Tattoo 2 l/ha, 7 dg.	560 (21,0)	-454	6

Timing af sprøjtetidspunkt med anvendelse af varslingssystemer

En tredje måde at forsøge at nå en reduktion i BI kunne være anvendelsen af varslingssystemer. NegFry har været afprøvet i en årrække i Danmark. Varslingen består af to dele; forudsigelse af 1. behandlingstidspunkt og derefter timing af de efterfølgende sprøjtninger. Forsøgene i en modtagelig sort (Dianella) viste i 1999, at Shirlan klarede sig bedst i sammenhæng med varsling med NegFry (tabel 5). I en mindre modtagelig sort (Kuras) var resultatet med NegFry igen bedst for Shirlans vedkommende, men forskellen til Dithane var væsentligt mindre (tabel 6).

Tabel 5. Resultater af Danmarks JordbrugsForsknings strategiforsøg (Dianella), 1999. NegFry varslingssystem. Results of the Danish Institute of Agricultural Sciences strategy trial (Dianella), 1999. NegFry decision support system.

Strategi	Udbytte, hkg	Netto/diff. kr./ha	BI
Dithane 2 kg/ha, 7 dg.	*510*	*25.122*	*10*
Dithane 2 kg/ha, NegFry	446	-2.891	7
Shirlan 0,4 l/ha, NegFry	541	842	7

Tabel 6. Resultater af Danmarks JordbrugsForsknings strategiforsøg (Kuras), 1999. NegFry varslingssystem. Results of the Danish Institute of Agricultural Sciences strategy trial (Kuras), 1999. NegFry decision support system.

Strategi	Udbytte, hkg	Netto/diff., kr./ha	BI
Dithane 2 kg/ha, 7 dg.	*621*	*30.916*	*10*
Dithane 2 kg/ha, NegFry	600	-196	4

Shirlan 0,4 l/ha, NegFry	624	356	4

Halv dosis Shirlan - samme interval

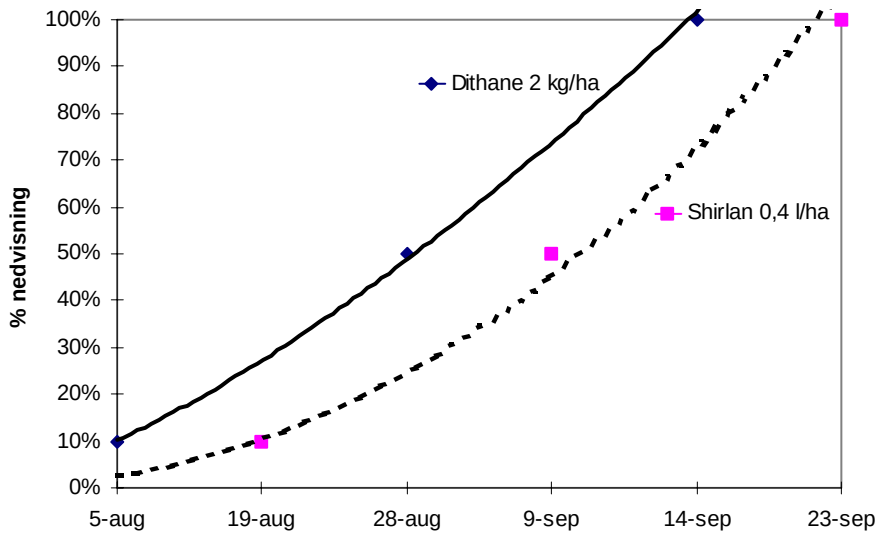
I perioden 1995-1997 blev Shirlan afprøvet i hel og halv dosering i sammenligning med Dithane, fuld dosering i 4 stivelsessorter ved Danmarks JordbrugsForskning, Tylstrup. Resultaterne heraf er hidtil ikke publicerede.

Knold- og stivelsesudbyttet med Shirlan har for både fuld og halv dosering været større end standardbehandlingen (tabel 7).

Tabel 7. Resultater af 3 års forsøg (Nielsen, 1995-1997) ved Danmarks JordbrugsForskning, Tylstrup, gns. 12 forsøg. Results of 3 years trials at the Danish Institute of Agricultural Sciences, Tylstrup, average of 12 trials.

Strategi	Udbytte hkg knolde/ha	Udbytte % stivelse	Udbytte hkg stivelse/ha	BI
Dithane 2 kg/ha	*596*	*20,0*	*119*	*7*
Shirlan 0,4 l/ha	611	20,1	123	7
Shirlan 0,2 l/ha	599	20,0	120	3,5

I den mest produktive fase kan tilvæksten være 10-12 hkg knolde pr. ha pr. døgn. En af årsagerne til at større udbytter opnås med Shirlan er, at produktet holder afgrøden frisk i længere tid, som det er skitseret i figur 2, hvor skimlen forsinkes 10-14 dage i forhold til standardbehandlingen (Dalsgaard, 1999).



Figur 2. Forsinkelse i skimmelangreb i Dianella ved anvendelse af fuld dosering henholdsvis Dithane og Shirlan. Efter Dalsgaard (1999). Delay in the development of late blight in Dianella following treatment with a full dose rate of Dithane and Shirlan respectively.

Nettoudbyttet (tabel 8) viser stort set balance for halv dosering Shirlan og et tab på ca. 250 kr./ha for fuld dosering Shirlan. Til trods for at Shirlan 0,4 l/ha har givet større såvel knold- som stivelsesudbytter, er det ikke tilstrækkeligt til at opveje forskellen i prisen pr. fungicidbehandling for fuld dosering Shirlan. Omvendt kan det anføres, at dyrkningssikkerheden ved at anvende den fulde dosering Shirlan er større, hvis bruttoudbytterne alene betragtes, hvor 0,2 henholdsvis 0,4 l/ha giver 275 kr./ha respektive 963 kr./ha mere end Dithane 2 kg/ha. Til trods for at variationerne i nettoudbyttet fra år til år ligger på 2.500 - 4.500 kr./ha, ændres det indbyrdes forhold mellem skimmelstrategierne kun marginalt.

Tabel 8. Resultater af 3 års forsøg (Nielsen, 1995-1997) ved Danmarks JordbrugsForskning, Tylstrup. Difference i nettoudbytte (kr./ha) i forhold til Dithane 2 kg/ha, gns. 12 forsøg. Alle sorter, årsvariation. Results of 3 years trials at the Danish Institute of Agricultural Sciences, Tylstrup. Difference in net yield in comparison to Dithane 2 kg/ha, average of 12 trials. Year to year variation, all varieties.

Strategi	**1995** kr./ha (4 fsg.)		**1996** kr./ha (4 fsg.)		**1997** kr./ha (4 fsg.)		**Gns. '95-'97** kr./ha (12 fsg.)	
	Brt.	**Net.**	**Brt.**	**Net.**	**Brt.**	**Net.**	**Brt.**	**Net.**
Dithane 2 kg/ha	*33.174*	*32.124*	*29.724*	*28.674*	*28.658*	*27.608*	*30.519*	*29.469*
Shirlan 0,4 l/ha	710	-517	1.308	82	871	-356	963	-264
Shirlan 0,2 l/ha	120	-178	619	321	85	-213	275	-24

Der er fundet små forskelle mellem sorterne (tabel 9), om end Kardal og Producent, som de mindst modtagelige sorter, synes mere velegnede til lav-dosis strategien med Shirlan, hvilket til dels bekræftes af resultaterne i tabel 6. Totaludbyttet i Kardal og Producent ligger tillige 1.200-2.300 kr./ha højere.

Tabel 9. Resultater af 3 års forsøg (Nielsen, 1995-1997) ved Danmarks JordbrugsForskning, Tylstrup. Difference i nettoudbytte (kr./ha) i forhold til Dithane 2 kg/ha, gns. 12 forsøg. Alle år, sortsvariation. Results of 3 years trials at the Danish Institute of Agricultural Sciences, Tylstrup. Difference in net yield in comparison to Dithane 2 kg/ha, average of 12 trials. Varity variation, all years.

Strategi	**Dianella** kr./ha (3 fsg.)		**Kardal** kr./ha (3 fsg.)		**Oleva** kr./ha (3 fsg.)		**Producent** kr./ha (3 fsg.)	
	Brt.	**Net.**	**Brt.**	**Net.**	**Brt.**	**Net.**	**Brt.**	**Net.**
Dithane2 kg/ha	*29.789*	*28.739*	*31.765*	*30.715*	*29.435*	*28.385*	*31.006*	*29.956*
Shirlan 0,4 l/ha	1.460	234	670	-556	721	-505	1.226	0
Shirlan 0,2 l/ha	110	-188	535	237	-3	-301	609	311

Diskussion

Stivelseskartoffelproduktionen er - i modsætningen til produktionen af læggekartofler og spisekartofler til konsum eller industriel forarbejdning (chips, pommes frites etc.) - ofte ikke forbundet med de samme strenge krav til 100% skimmelfri knolde. Ikke desto mindre er det en nødvendighed for de kartofler, der skal lagres til sidst i kampagnen. Det kan dog anføres, at afhængig af leveringstidspunktet kan en vis mængde knoldskimmel tolereres.

I nærværende artikel er der peget på valg af skimmelmiddel, dosering og sprøjteinterval, som afgørende faktorer for at reducere BI i stivelseskartoflerne. Danmarks JordbrugsForsknings forsøg i 1999 viste en tendens til bedre effekt ved anvendelse af luftassisteret sprøjte efter Hardi TWIN princippet, og muligheden for at reducere BI ved at anvende optimeret sprøjteteknik er næppe udtømt.

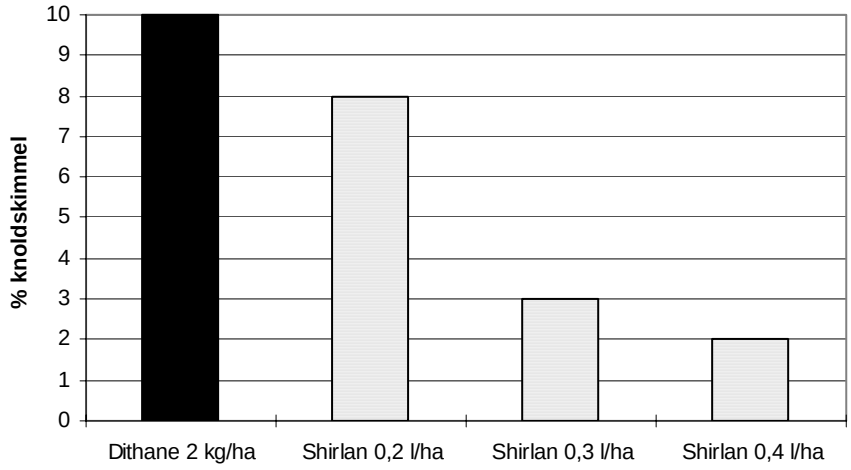
Sortsvalget har tydeligvis også stor betydning for muligheden for at reducere BI. Forsøg udført ved Danmarks JordbrugsForskning i 1999 har bl.a. demonstreret, at udnyttelsen af sortens naturlige modstandsdygtighed til at fastlægge starttidspunktet for sprøjtningen har kunnet reducere BI med mere end 50%. Udvalget af stivelsessorter med bedre modstandsdygtighed overfor skimmel er generelt større end blandt spisesorterne. Desuden tyder det på, at flere og flere avlere vælger sene sorter også til de tidlige leveringer, hvilket åbner større mulighed for at vælge sort efter resistens.

Varslingssystemer bør inddrages i bestræbelserne på at reducere BI. Til trods for en del mistro til disse systemer er der ingen tvivl om, at raffinering, optimering og nyudvikling af sådanne systemer i fremtiden vil blive en god *støtte* for landmanden til at forudsige, hvornår smitterisikoen er størst, og derved tilrettelægge indsatsen mod kartoffelskimmel herefter.

Skal reduktionen af BI i kartoffelproduktionen nås, vil det være nødvendigt at inddrage alle de faktorer, der påvirker BI'et. For at lykkes må avlerens kendskab til såvel skimlens biologi som de ovenfor skitserede muligheder forbedres, og en forudsætning er naturligvis også, at tiltagene kan gennemføres i praksis samtidig med, at avleren kan holdes økonomisk skadefri.

Med hensyn til især det sidste er det på sin plads at påpege, at strategien med en halv dosering Shirlan ikke umiddelbart lader sig overføre til de øvrige produktionsformer. En af årsagerne hertil er en for ringe beskyttelse mod knoldskimmel, som vist i figur 3.

Alt i alt synes mulighederne for at reducere BI for fungicidanvendelsen større i stivelsesproduktionen end i de øvrige produktionsformer.



Figur 3. Knoldskimmel i Kaptah som følge af forskellige fungicider og doseringer, DJF 94540-1, 1994. Tuber blight in Kaptah in relation to fungicide type and dose rate, DJF 94540-1, 1994.

Sammendrag

Stivelseskartoffelproduktionen tegner sig for det største areal med kartofler i Danmark. I tilgift hertil tegner denne produktionsform - i kraft af en længere vækstsæson - sig for det største forbrug af specielt fungicider. Mulighederne for at nå et BI måltal på 6,5 for fungicidanvendelsen er flere, men data tyder på, at længere intervaller mellem sprøjtningerne er en usikker metode, som for avleren tillige kan være svær at acceptere.

Anvendelse af lavere doseringer åbner derimod en her-og-nu mulighed for at bibeholde ugentlige sprøjteintervaller, som avleren i størst udstrækning benytter i dag, og samtidig reducere BI.

Udover at demonstrere årsvariationer og sortsforskelle med hensyn til udbyttet har forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning gennem en årrække vist, at halv dosering (0,2 l/ha) Shirlan er ligeså effektiv som fuld dosering (2 kg/ha) Dithane. Det kan endvidere konkluderes, at en halv dosering Shirlan vil kunne reducere behandlingsindekset for stivelseskartofler - for så vidt angår fungicidindsatsen - faktisk uden økonomiske konsekvenser for avleren. Dette resultat er bekræftet i en række andre forsøg udført af Danmarks JordbrugsForskning.

Litteratur

Dalsgaard A & Clausen M. 1999. Skimmelbekæmpelse i kartofler under hensyntagen til tidlig smitte, højt vedvarende smittetryk og megen nedbør. 16. Danske Planteværnskonference 1999, DJF Rapport nr. 10, Plantebeskyttelse i Økologisk Jordbrug/Sygdomme og Skadedyr, pp. 227-235.

Danmarks Statistik. 2000. Statistiske efterretninger, landbrug 2000:6, DANMARKS STATISTIK.

Danmarks Statistik. 1999. Statistiske efterretninger, Miljø og energi 1999:24: DANMARKS STATISTIK.

Danmarks JordbrugsForskning, afprøvningsforsøg, 1994, 1999 & 2000. 94540-1, 99562, 00563.

Danmarks JordbrugsForskning, strategiforsøg, 1999 (ikke publiceret).

Nielsen S. 1995-1997. Sammenligning af midler mod kartoffelskimmel, upubl. data. Danmarks JordbrugsForskning, Tylstrup.

Kristensen H, Jensen PK, Nielsen GC, Jørgensen LN & Friis K. 2000. Vejledning i planteværn, Danmarks JordbrugsForskning og Landskontoret for Planteavl, Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Uddannelse, p. 272.

Kristensen H & Petersen PH. 2000. Pesticidhandlingsplan II - baggrund, indhold og målsætning. Bilag til Seminar om planteværn 2000, Landbrugsafgrøder. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl, Skejby, pp. 7-13.

Wiik L. 1996. Bekämpning av potatisbladmögel i Sverige. 13. Danske Planteværnskonference 1996, SP Rapport nr. 4, Sygdomme og Skadedyr, pp. 29-41.

Kartoffelskimmel - en sædskiftesygdom?

Potato late blight - a soil-borne disease?

Henrik Pedersen
AKV Langholt
Gravsholtvej 92
DK-9310 Vodskov

Lars Møller
Landbruget Rådgivningscenter
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Aarhus N

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

Summary

In a two-year survey, 132 fields with starch potatoes were investigated for the relationship between early occurrence and disease severity of potato late blight caused by *Phytophthora infestans* and the field history of potato. The survey indicated that early infection of late blight appears more often and more severe in fields with a narrow crop history with less than three years free of potato compared to longer crop rotation.

Indledning

Siden kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) kom til Europa i 1845 og frem til midt i 1970'erne, har kartoffelskimmel optrådt i Europa i form af kun én parringstype også kaldet A1 typen. Svampen har i den nævnte periode derfor ikke kunnet opformeres via svampens kønnede stadie men alene via klonformering.

Når en inficeret kartoffelknold spirer om foråret, vokser svampen med den fremspirende kartoffelplante op gennem stænglen. På et senere tidspunkt, når de rette vejrforhold er tilstede, vil svampen sporulere og fremstå som et primærangreb i marken. Sporangier kan herefter spredes sekundært (epidemisk) til andre kartoffelplanter eller føres med regnvand ned i jorden med risiko for infektion af de nydannede kartoffelknolde. Da sporangierne har en relativ kort

levetid i jord, kan svampen i dens ukønnede stadie kun overleve fra år til år via inficerede læggekartofler.

I begyndelsen af 1980'erne fandt man i Europa en ny parringstype kaldet A2-typen, der menes at være indslæbt fra Sydamerika allerede i 1976 (Fry *et al.,* 1993). A2-typen findes nu i hele Europa inklusiv Danmark. Hermed blev der skabt mulighed for kønnet formering af kartoffelskimmel og dermed dannelsen af svampens hvilelegeme (oosporen), der menes at kunne overvintre i jorden i flere år (Flier, pers. com.). Efter overvintring spirer oosporerne med et zoosporangium, der frigør zoosporer, som i teorien kan spredes med regnplask til de nedre blade på kartoffeltoppen, og herved startes en ny epidemisk udvikling af kartoffelskimmel. Der er dog stadig ingen bevis for oosporer betydning som primær smitte, men i bl.a. Sverige mener man dog at have så mange indikationer på forekomst af jordsmitte af skimmel i kartoffelmarker (Andersson *et al.,* 1998; Andersson & Sandström 1999), at man anbefaler et sædskifte med 3-4 kartoffelfrie år (Sandstrøm og Andersson, 1999).

Formålet med denne undersøgelse, er at klargøre, om kartofler dyrket i et anstrengt sædskifte får tidligere og kraftigere angreb af kartoffelskimmel end kartofler dyrket med en længere afstand. Undersøgelserne er gennemført i samarbejde mellem kartoffelmelsfabrikkerne AKV-Langholt og KMC samt Landbrugets Rådgivningscenter, Danmarks JordbrugsForskning og Syngenta Crop Protection.

Metodebeskrivelse

I 1999 blev der i et afgrænset område ved Hjallerup i Nordjylland udpeget 62 tilfældigt valgte kartoffelmarker med sorterne Ponto, Producent og Kuras. Markerne blev to til tre gange i juni og juli gennemgået for at registrere tidlige angreb af kartoffelskimmel. Hver enkelt mark blev grundigt undersøgt ved at gå et par gange på kryds og tværs af marken. Efterfølgende blev der fra hver enkelt avler indhentet oplysninger om sædskifte, sprøjtedatoer samt valg af fungicid. Det viste sig, at kun 9 ud af de 62 marker var i sædskifte med mere end to kartoffelfrie år. Derfor blev undersøgelsen i 2000 ændret til at udvælge markerne, så ejendomme med anstrengt sædskifte blev bedre repræsenteret.

I 2000 blev undersøgelsen gentaget men denne gang i tre afgrænsede områder ved henholdsvis Hjallerup, Sunds og Toftlund. I alt blev der udvalgt 70 marker fordelt på de to sorter Producent og Oleva. Ved Hjallerup indgik kun marker med sorten Producent, mens markerne ved Sunds og Toftlund alene var med sorten Oleva. Markerne blev gennemgået tre gang i perioden juni til august. Ved Hjallerup blev alle marker gennemgået den 22. juni, den 7. juli og tredje gang den 16. august. Ved Sunds blev markerne gennemgået den 28. juni, 13.-14. juli og tredje gang 10. august. Ved Toftlund blev markerne gennemgået den 26.-27. juni, den 8.-10. juli og tredje gang den 8. august. Hver mark blev gennemgået grundigt ved at gå et par gange på kryds og tværs. Ved fund af primærangreb af kartoffelskimmel blev der sendt en planteprøve til verificering ved brug af mikroskopi. For hver gennemgang blev angrebsgraden registreret og klassificeret i sygdomsindeks efter følgende skala: 0: ingen angreb, 1: en eller få pletter mindre end 1 m^2, 2: en eller få pletter 1 - 5 m^2, 3: en eller få pletter 5 - 25 m^2, 4: en eller få pletter større end 25 m^2, 5: angreb i store dele af marken 0 - 0,5%, 6: angreb i store

dele af marken 0,5 - 1%, 7: angreb i store dele af marken 1 - 5%, 8: angreb i store dele af marken 5 - 10%, 9: angreb i store dele af marken 10 - 25%, 10: angreb i store dele af marken >25%. Der blev udregnet et gennemsnitligt sygdomsindeks. Efterfølgende blev der for hver enkelt mark indhentet oplysninger om sædskifte, læggematerialets oprindelse, læggedato, fremspiringsdato, sprøjtedatoer, sprøjtetype samt valg af fungicid.

Resultater

En oversigt over resultaterne for 1999 fremgår af tabel 1. Undersøgelsen i 1999 viste ikke nogen sammenhæng mellem valg af sprøjtetidspunkt og skimmelangreb i markerne men derimod en tendens til tidligere angreb af kartoffelskimmel i marker med mindre end tre kartoffelfrie år. Resultaterne af undersøgelserne i 2000 fremgår af tabel 2. Ved første markinspektion blev der ikke fundet skimmel. Ved Hjallerup og Sunds blev der fundet skimmel i mange marker ved anden gennemgang men ingen marker med skimmel ved Toftlund. Ved tredje gennemgang blev der også fundet mange marker med skimmelangreb ved Toftlund. Af resultaterne fremgår, at der var flere marker med tidlige skimmelangreb på ejendomme med anstrengt sædskifte (mindre end tre kartoffelfrie år) ved Hjallerup og Sunds, mens der var markant færre marker med tidlige skimmelangreb på ejendomme med et mindre anstrengt sædskifte (tre eller mere end tre kartoffelfrie år forinden). I markerne ved Toftlund, hvor der blev registreret skimmel på et senere tidspunkt end for de øvrige lokaliteter, var der ingen sammenhæng mellem antal kartoffelfrie år forinden og antallet af marker med angreb af skimmel.

Tabel 1. Antallet af kartoffelfrie år, antal undersøgte marker samt antallet og procent marker med tidlige angreb af kartoffelskimmel i 1999. Number of years in the crop history free of potato, number of fields in the survey and the number and per cent of fields with early late blight in 1999.

Antal kartoffelfrie år No. of years free of potato	**Marker** Fields		
	Total antal Total number	**Antal m. tidlige skimmel** Number w. early late blight	**% marker med tidlig skimmel** % fields with early late blight
0	6	4	
1	1	1	78
2	2	2	
3	35	7	21
>3	18	4	
I alt	62	18	29

Undersøgelserne viste ingen sammenhæng mellem tidlige skimmelangreb og valg af fungicid eller dato for første behandling eller antallet af behandlinger gennem sæsonen.

Undersøgelserne viste ingen sammenhæng mellem tidlige skimmelangreb og valg af sprøjtetype henholdsvis alm. sprøjte, luftassisteret sprøjte eller luftsprøjte. Der var ingen sammenhæng mellem angrebsgrad og hvorvidt, der var anvendt eget eller indkøbt læggemateriale. Ved Hjallerup og Sunds var der ved sidste gennemgang af markerne ikke længere nogen tydelig sammenhæng mellem angrebsgrad for kartoffelskimmel og antal kartoffelfrie år. I fem af markerne blev første behandling mod kartoffelskimmel gennemført væsentligt senere end på de øvrige lokaliteter. På de fem lokaliteter blev der registeret en del mere skimmel, mens der for de øvrige marker ikke var nogen sammenhæng mellem angrebsgrad og dato for første behandling.

Tabel 2. Antallet af kartoffelfrie år, læggedato, antal undersøgte marker, procent marker med tidlige angreb af kartoffelskimmel samt angrebsindeks ved to markinspektioner i 2000. Number of years in the crop history free of potato, date of planting, number of fields in the survey and the number of fields with early late blight and disease severity for two field inspections in year 2000.

Antal år mellem kartofler No. of years free of potato	**Læggedato** Date of planting	**Marker** Fields				
			2. markinspektion 2. field inspection		**3. markinspektion** 3. field inspektion	
		Antal Number	**% marker med skimmel** % fields with late blight	**Angrebsindeks** Disease severity index#	**% marker med skimmel** % fields with late blight	**Angrebsindeks** Disease severity index#
Hjallerup						
0-2	26. april	10	70	1,1	90	4,8
>2	26. april	10	30	0,6	100	6,2
Sunds						
0-2	21. april	17	47	1,5	94	6,2
>2	12. april	7	0	0	57	3,8
Toftlund						
0-2	20. april	9	0	0	67	2,9
>2	19. april	16	0	0	56	2,1
Alle marker All fields						
0	22. april	13	23	0,8	100	5,3
1	22. april	5	40	0,6	60	4,2
2	22. april	18	56	1,3	83	4,9
3	16. april	17	12	0,3	76	4,4
>3	22. april	17	6	0,1	59	3,1

Angebsindeks på en skala fra 1 til 10; Disease severity index on a scale from 1 to 10.

Konklusion og diskussion

Resultaterne af undersøgelserne i både 1999 og 2000 tyder på, at tidlige skimmelfund optræder hyppigere hos avlere med anstrengt sædskifte. Der er dog behov for at gentage moniteringen af tidlige skimmelangreb i yderligere et par år for med større sikkerhed at kunne dokumentere sammenhængen.

Undersøgelsen giver ingen bevis for, om jordsmitte med oosporer kunne være årsag til, at tidlige skimmelfund optræder hyppigere hos avlere med anstrengt sædskifte, blot at der tilsyneladende er en sammenhæng mellem sædskifte og tidlige og kraftigere skimmelangreb. Det må dog formodes, at der i marker med anstrengt sædskifte vil være større risiko for ophobning af oosporer i jorden, som efterfølgende kan være årsag til tidlige angreb af kartoffelskimmel. Ved denne form for markregistreringer er der altid en risiko, at der er overset en faktor, som kan variere i takt med antal kartoffelfrie år, og som samtidig kan have en indflydelse på tidspunktet for tidlige angreb af kartoffelskimmel. Det kan teoretisk godt tænkes, at de marker, hvor der har været få kartoffelfrie år, ligger relativt tættere på andre kartoffelmarker og dermed udsættes for et større smittetryk. Man kan også forestille sig, at der på ejendomme med anstrengt sædskifte er flere gengroninger i de omgivende marker med risiko for tidlig smitte af kartoffelskimmel. Det kan også være, at kartoffelplanter i et anstrengt sædskifte er mere modtagelige overfor kartoffelskimmel end planter i et mindre anstrengt sædskifte. Vi ved fra tidligere undersøgelser, at udbyttepotentialet for kartofler falder, jo oftere der dyrkes kartofler på samme areal (Sholte *et al.*, 1985; Højmark, 1997). Det er ligeledes velkendt, at svækkede kartoffelplanter afmodner tidligere og bliver mere modtagelige overfor sekundære sygdomme. Man kan således forestille sig kartoffelplanternes naturlige aldersresistens nedbrydes på et tidligere tidspunkt i et anstrengt sædskifte end i et mindre anstrengt sædskifte.

Undersøgelsen lider også af den svaghed, at der til de forskellige marker ikke er anvendt læggemateriale af samme oprindelse, at fremspiringsdatoen er forskellig, at markerne ikke er behandlet ens, og at markerne er placeret i områder med varierende jordtype. Der er dog intet der tyder på, at avlere med anstrengt sædskifte sammenlignet med avlere med mindre anstrengt sædskifte skulle have en anden adfærd med hensyn til læggetidspunkt, fremspiringsdato, dato for første behandling, behandlingshyppighed, valg af bekæmpelsesmiddel eller sprøjtetype.

På trods af det manglende bevis for jordsmitte samt de mange svagheder i undersøgelsen har vi alligevel valgt at fremlægge resultaterne, da der ikke for nærværende findes megen dokumentation på området samtidig med, at et stadigt stigende antal både udenlandske- og indenlandske indikationer på sammenhæng mellem sædskifte og tidlig forekomst af kartoffelskimmel. Uanset årsagen til at tidlige skimmelfund tilsyneladende optræder hyppigere hos avlere med anstrengt sædskifte end hos avlere med et mindre anstrengt sædskifte, kan det generelt anbefales at holde et sundt sædskifte med minimum 3 kartoffelfrie år.

Sammendrag

I 1999 og 2000 blev der foretaget en undersøgelse i 132 marker med stivelseskartofler for at undersøge sammenhængen mellem antal kartofler i sædskifte og tidlighed og angrebsgrad af kartoffelskimmel forårsaget af *Phytophthora infestans.* Undersøgelsen indikerede, at der i marker med mindre end tre år fri for kartofler var en tidligere og kraftigere forekomst af kartoffelskimmel.

Litteratur

Andersson B & Sandström M. 1999. Late blight in Sweden - new problems with an old disease. Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations, EAPR '99, 62-63.

Andersson B, Sandström M & Strömberg A. 1998. Indication of soil borne inoculum of Phytophthora infestans. Potato Research 41, 305-310.

Fry WE, Goodwin SB, Dyer AT, Matuszak JM, Drenth A., Tooley PW, Sujkowski LS, Koh YJ, Cohen BA, Speilman LJ, Deahl KL, Inglis DA, & Sandlan KP. 1993. Historical an Recent Migrations of Phytophthora infestans: Chronology, Pathways, and Implications. Plant Disease. 653-661.

Højmark JV. 1997. Oversigt over Landsforsøgene 1997, s. 223.

Scholte K, Veenbaas-Rijks JW & Labruyére RE. 1985. Potato growing in short rotations and the effect of *Streptomyces spp*., *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium tabacinum* and *Verticillium dahliae* on plant growth and tuber yield. Potato Research 28, 331-348.

Sandström & Andersson. 1999. Inventering av paringstyperna A1 og A2, risk för marksmitta. Växtskyddsdag på SLU. Uppsala den 23. marts 1999.

Plantebeskyttelsesstrategier mod kartoffelskimmel

Strategies to control late blight in potato

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

Summary

In 2000, field trials involving two fungicides (Shirlan and Dithane DG) and two varieties (Dianella and Kuras) and several strategies for control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) showed that it was more difficult to control late blight in a susceptible variety with the fungicide Dithane DG compared to Shirlan. In the moderate resistant variety Kuras, there was no clear difference between the two fungicides. In relation to tuber blight, there was a lower incidence in both varieties using Shirlan. A strategy using ½ dosage in the beginning of the season, only seems to be applicable using Shirlan. In more resistant varieties, it seems possible to wait with the fungicide application until blight is registered in nearby susceptible varieties. Models, which include a fungicide dosage, calculated on the basis of a weather prognosis seem to be promising either by the use of Shirlan or most resistant varieties. A model which forecasts daily risk values according to DSS-NegFry and which is available on www.planteinfo.dk was tested in only one field trial. In the variety Dianella, this model reduced the treatment frequency with 45% compared to a weekly routine treatment with Dithane DG and 25% compared to a 10 days routine treatment with Shirlan without a significant difference in yield and quality. A model, which links a forecast model for daily risk values and a model for dynamic fungicide dosage in relation to the forecast, will be the aim for the coming season.

Timing of the fungicide application is very important in relation to the time of infection. In a field trial involving artificial inoculation, all tested fungicides (Dithane DG, Shirlan, Acrobat WG, Tanos, Tattoo and Ridomil MZ) had a good preventive effect against potato late blight. However, if the fungicides were applied curatively in the beginning of the latency period, only products containing systemic active ingredients (propamocarb and metalaxyl) gave efficient control. Fungicides containing translaminar ingredients (dimethomorph or cymoxanil) showed moderate control.

Indledning

På grund af risiko for ødelæggende angreb af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) er det ofte nødvendigt at behandle kartofler intensivt med fungicider. I de senere år har der været en tendens til et stigende forbrug af fungicider i kartofler primært på grund af

skimmelfavorable vejrforhold. I alt anvendes 20,8% af det totale fungicidforbrug i kartofler (Anon., 2000), der kun udgør 1,3% af det totale danske landbrugsareal (Anon., 1998). Kartoffelskimlens store betydning afspejles ved, at fungicidanvendelsen i kartofler i 1994 indbragte 47% (324 mio. kr.) af det samlede nettomerudbytte ved fungicidanvendelse i dansk landbrug (Jørgensen *et al.*, 1997).

Det store fungicidforbrug i kartofler har medført flere forskningsinitiativer, hvor målet er at reducere behandlingsfrekvensen uden at nedsætte kvaliteten eller det økonomiske udbytte. For at kunne reducere anvendelsen af fungicider i kartofler indenfor en kort tidshorisont, er det nødvendigt at indføre en integreret bekæmpelsesstrategi, der inddrager vejrprognoser, afgrøderesistens, fungicidtype og en dynamisk tilpasning af dosis og sprøjteinterval. NegFry er et eksisterende PC-baseret beslutningsstøttesystem, der i størstedelen af valideringsforsøg i Norden har vist at kunne nedsætte brugen af fungicider og samtidig opnå samme effekt som ved en rutinestrategi (Hansen *et al.*, 2000).

I Europa er der valideret flere beslutningsstøttesystemer til brug ved bekæmpelse af kartoffelskimmel (Kleinhenz & Jörg, 2000). Det er dog meget svært at sammenligne de forskellige systemer, da de indeholder forskellige komponenter og toleranceniveauer for skimmelforekomst. På nuværende tidspunkt er det kun NegFry-systemet, der er afprøvet under danske forhold. Der er imidlertid ingen af de andre systemer, der i de europæiske valideringsforsøg ser ud til at klare sig markant bedre end NegFry ved de normer for behandlingshyppighed, der er ønskeligt i Danmark. Selv om NegFry forbedrer mulighederne for en mere behovsbestemt bekæmpelse, er det nødvendigt at udbygge og forbedre programmet bl.a. med udvidede oplysninger om afgrøderesistens samt tilpasning af type og dosis af fungicid i relation til forudgående risikoperioder samt forventede risikoperioder i henhold til vejrprognoser.

Der er startet en række undersøgelser med henblik på at undersøge flere aspekter vedrørende optimering af bekæmpelsen af kartoffelskimmel herunder a) muligheden for anvendelse af halve doseringer før registeret angreb b) bekæmpelse ifølge prognoseværdier for skimmelfavorabelt vejr samt c) undersøgelse af den præventive og kurative effekt af fungicider anvendt til skimmelbekæmpelse. Det er således ikke hensigten, at de afprøvede strategier skal erstatte eksisterende beslutningsstøttesystemer men i højere grad afdække muligheden for udvikling af nye komponenter, der kan implementeres i eksisterende modeller.

Materialer og metoder

Der er udført to typer forsøg, dels forsøg med forskellige bekæmpelsesstrategier, dels forsøg med præventiv og kurativ anvendelse af skimmelfungicider.

Strategiforsøg

Der blev anlagt tre forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning, ét ved henholdsvis Forskningscenter Flakkebjerg og forsøgsstationerne St. Jyndevad og Borris. I forsøgene indgik forskellige bekæmpelsesstrategier indeholdende forskellige sorter (Dianella og Kuras),

Tabel 1. Forsøgsplan for strategiforsøg for sorten Dianella. Plan for field trial for the variety Dianella.

Strategi Strategy	**Fungicid** Fungicide	**1.behandling** 1.application	**Interval** Interval	**Dosering** Dosage
Ubehandlet	-	-		-
Rutine	Dithane	120+7[a)]	7 dages	1/1
Model 1	Dithane	120+7	Basismodel[b)]	1/1
Model 2	Dithane	120+7	Basismodel [b)]	½ dosering indtil skimmel observeres i ubehandlet Dianella, derefter 1/1 dosering
Model 3	Dithane	120+7	Basismodel [b)]	½ dosering indtil skimmel observeres i leddet, derefter 1/1 dosering
Model 4	Dithane	120+7	Dynamisk[c)]	½, 1/1
Rutine	Shirlan	120+7	10 dage	1/1
Model 1	Shirlan	120+7	Basismodel [b)]	1/1
Model 2	Shirlan	120+7	Basismodel [b)]	½ dosering indtil skimmel observeres i ubehandlet Dianella, derefter 1/1 dosering
Model 3	Shirlan	120+7	Basismodel [b)]	½ dosering indtil skimmel observeres i leddet, derefter 1/1 dosering
Model 4	Shirlan	120+7	Dynamisk [c)]	½, 1/1
Model 5	Shirlan	120+7	Prognose [d)]	1/1
Bedste bud	Shirlan	Valgfrit	Valgfrit	Valgfrit

a) *Akkumuleret risikotal (ADRV)* er 120, og det daglige risikotal er større end 7 ifølge NegFry, eller ved 1. registreret angreb i DK

b) *Basismodel:* Fast beskyttelsesperiode, hvor der ikke behandles: Dithane = 7 dage, Shirlan = 10 dage, dernæst behandling efter vejrprognose. Der behandles når: nattemperatur >10°C og 2 dage i en tre dages periode med >1mm nedbør

c) *Dynamisk model*: antal favorable dage ifølge DMI-vejrprognose (5 døgn prognose)

Antal favorable dage: Nat-temp.>10°C og >1mm nedbør	Dosering	Beskyttelsesdage	
		Shirlan	Dithane
1-2	½	5	4
3-5	1/1	10	7

d) *Prognosemodel:* Der behandles på baggrund af prognoseværdier for daglig risikoværdi ifølge Pl@nteInfo, hvis der er 2 dage i en tre dages periode med DRV>7, eller hvis man har passeret en dag med DRV>7.

fungicid (Dithane og Shirlan), doseringer (½ doseringer i starten af bekæmpelsesperioden samt dynamisk tilpasning af dosering i henhold til vejrprognosen), beskyttelsesintervaller (forskellig længde) samt prognose for skimmelfavorabelt vejr (tabel 1 og 2). Forsøgene er anlagt som fuldstændig randomiseret blokforsøg med fire gentagelser. Nettoparcelstørrelse 22,5 m^2 (St. Jyndevad), 24 m^2 (Flakkebjerg) og 27 m^2 (Borris). Der er anvendt Hardi fladsprededyse (ISO) 03 med 3,75 bar og 400 l vand pr. ha. Der er bedømt for procent angreb af skimmel på blade og på knolde efter høst. Angrebets samlede omfang i de forskellige sprøjteled er udtrykt ved det gennemsnitlige angreb fra første til sidste bedømmelse (gens. angreb). Der er desuden bestemt udbytte for hver parcel. Der er registreret antal kørsler samt behandlingshyppighed.

Forsøgsplanen i sorten Kuras er som i Dianella, blot er det første angreb i Dianella, som udløser behandling i model 6 - 9.

Tabel 2. Forsøgsplan for strategiforsøg for sorten Kuras. Plan for field trial for the variety Kuras.

Strategi Strategy	**Fungicid** Fungicide	**1.behandling** 1. application	**Interval** Interval	**Dosering** Dosage
Ubehandlet	-	-		-
Rutine	Dithane	120+7[a)]	7 dages	1/1
Model 1	Dithane	120+7	Basismodel[b)]	1/1
Model 6	Dithane	Angreb i Dianella	Basismodel [b)]	½ dosering indtil skimmel observeres i ubehandlet Kuras, derefter 1/1 dosering
Model 7	Dithane	Angreb i Dianella	Basismodel [b)]	½ dosering indtil skimmel observeres i leddet (behandlet Kuras), derefter 1/1 dosering
Model 8	Dithane	Angreb i Dianella	Dynamisk[c)]	½, 1/1
Rutine	Shirlan	120+7	10 dage	1/1
Model 1	Shirlan	120+7	Basismodel [b)]	1/1
Model 6	Shirlan	Angreb i Dianella	Basismodel [b)]	½ dosering indtil skimmel observeres i ubehandlet Kuras, derefter 1/1 dosering
Model 7	Shirlan	Angreb i Dianella	Basismodel [b)]	½ dosering indtil skimmel observeres i leddet (behandlet Kuras), derefter 1/1 dosering
Model 8	Shirlan	Angreb i Dianella	Dynamisk [c)]	½, 1/1
Model 9	Shirlan	Angreb i Dianella	Prognose [d)]	1/1
Bedste bud	Shirlan	Valgfrit	Valgfrit	Valgfrit

a) – d): se tabel 1

Forsøg med præventiv/kurativ effekt af fungicider

Der blev udlagt ét forsøg ved Forskningscenter Flakkebjerg i et split plot design med små parceller (1,5 x 5 netto) i sorten Bintje. Alle forsøgsparceller blev kunstigt inokuleret med sporangiesuspension (100 sporangier/ml) på et tidspunkt, hvor der ikke var konstateret angreb af skimmel i området (Registreringsnet i Pl@nteInfo). Der blev kunstigt inokuleret om aftenen, hvorefter forsøgsparcellerne blev overdækket med fiberdug til næste morgen for at sikre optimale infektionsforhold. Der blev anvendt fungicider med kontakt-, translaminar- og systemisk virkning (tabel 3). Fungiciderne blev udsprøjtet 12 timer før infektion (-12), 12 timer efter infektion (+12), 36 timer efter infektion (+36), 60 timer efter infektion (+60) samt 84 timer efter infektion (+84). For hver fungicid blev der udlagt et ubehandlet led. I alt 144 parceller. Hver forsøgsparcel er kun sprøjtet én gang. Til sprøjtning blev der anvendt Hardi fladsprededyse (ISO) 03 3,75 bar og 4 km/t.

Tabel 3. Anvendte fungicider og deres virkemåde i forsøg med præventiv/kurativ effekt af fungicider overfor kartoffelskimmel. Fungicides used in field trial to study preventive/curative effect of fungicides against potato late blight.

		Fungicidtype (virksomt stof) Type of fungicide (active ingredients)		
Fungicid[a] Fungicide	**Normaldosering** Normal dosage	**Kontakt** Contact	**Translaminær** Translaminar	**Systemisk** Systemic
Shirlan	0,4 l/ha	fluazinam	-	
Dithane DG	2,0 kg/ha	mancozeb	-	
Tattoo	4,0 l/ha	mancozeb	-	propamocarb
Ridomil MZ[a)]	2,5 kg/ha	mancozeb	-	metalaxyl
Acrobat WG	2,0 kg/ha	mancozeb	dimethomorph	
Tanos[a)]	0,7 kg/ha	famoxate	cymoxanil	

a) NB! Tanos (KP 481-27) og Ridomil MZ er ikke godkendt til brug i Danmark.

Resultater

Strategiforsøg

Resultaterne fra strategiforsøgene ved Flakkebjerg, St. Jyndevad og Borris viser stor forskel i effekten af både behovsbestemte- samt rutinestrategier i både Dianella (tabel 4) og Kuras (tabel 5).

Table 4. Forskellige strategier til bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) i sorten Dianella ved Flakkebjerg (F), St. Jyndevad (J) og Borris (B). Different strategies for the control of potato late blight (*Phytophthora infestans)* in the variety *Dianella* at Flakkebjerg (F), St. Jyndevad (J), and Borris, (B).

	%Kartoffelskimmel %Blight									**Fungicidbehandlinger** Fungicide treatments					
Strategi[1)] Strategy[1)]	**Gens. % bladangreb[2)]** % Leaf blight Mean attack [2)]			**% Knoldangreb** % Tuber blight			**Relativt udbytte** Relative yield			**Antal** Number			**Behandlings-indek** Treatment index		
	F	J	B	F	J	B	F	J	B	F	J	B	F	J	B
Ubehandlet	46,6	68,9	66,1	8,1	4,5	2,0	**100**	**100**	**100**	-	-	-	-	-	-
Rutine	1,3	5,8	3,3	12,5	3,3	2,8	130	156	130	11	12	13	11,0	12,0	13
Model 1	1,7	16,4	3,8	9,5	2,5	3,5	136	148	135	10	11	12	10,0	11,0	12
Model 2	4,1	18,4	5,4	8,6	2,0	2,5	134	150	131	10	11	12	7,5	10,0	10
Model 3	3,8	35,9	5,3	15,3	2,3	4,8	136	134	131	10	11	12	7,5	8,0	8,5
Model 4	1,3	10,9	3,0	7,7	2,3	4,3	133	155	135	13	12	13	9,5	10,0	10,5
Rutine	0,4	11,0	0,9	0,4	0,3	0,5	141	162	142	8	8	9	8,0	8,0	9
Model 1	0,5	11,9	0,9	0,4	0,8	0,5	137	157	139	9	8	9	8,0	8,0	9
Model 2	0,6	11,7	1,0	0,4	1,5	0	135	156	139	9	8	9	6,5	7,0	7,5
Model 3	0,7	18,7	1,5	0,8	0,5	0,3	140	146	139	9	8	9	6,0	5,5	6,5
Model 4	0,4	10,4	0,7	1,4	2,0	0,3	142	158	140	11	9	11	7,5	7,5	9
Model 5	0,5	-	-	0	-	-	138	-	-	6	-	-	6,0	-	-
Bedste bud	0,5	17,6	1,2	1,9	0,8	1,8	137	151	139	13	9	9	6,1	6,3	5,5
LSD	3,3	4,1	2,1	5,7	2,0	2,2	9	6	5						
hkg/ha							388	430	475						

1) Se tabel 1. See table 1

2) Gennemsnitligt bladangreb bedømt ugentligt fra første til sidste bedømmelse. Mean attack: mean of assessments from first to last observation.

Table 5. Forskellige strategier til bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) i sorten Kuras ved Flakkebjerg (F), St. Jyndevad (J) og Borris (B). Different strategies for the control of potato late blight (*Phytophthora infestans)* in the variety Kuras at Flakkebjerg (F), St. Jyndevad (J), and Borris, (B).

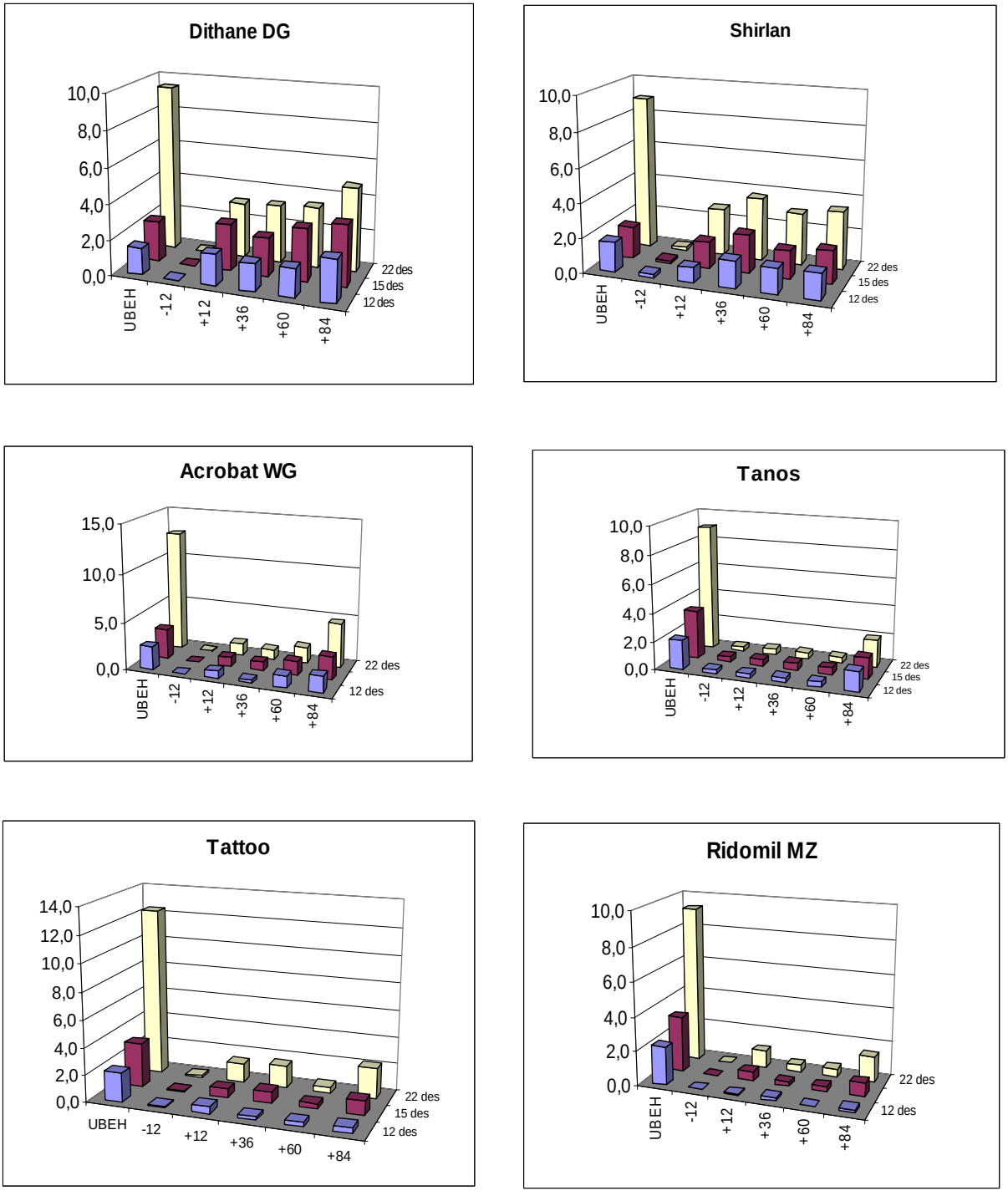
Strategi[1)] Strategy[1)]	**%Kartoffelskimmel** %Blight						**Relativt udbytte** Relative yield			**Fungicidbehandlinger** Fungicide treatments					
	Gens. % bladangreb[2)] % Leaf blight Mean attack [2)]			**% Knold-angreb** % Tuber blight						**Antal** Number			**Behandlings-indeks** Treatment index		
	F	J	B	F	J	B	F	J	B	F	J	B	F	J	B
Ubehandlet	2,2	77,5	40,4	0	2,8	0,8	**100**	**100**	**100**	-	-	-	-	-	-
Rutine	1,2	2,2	0,4	0	2,0	2,3	106	112	112	11	12	13	11,0	12	13
Model 1	2,0	2,5	0,5	0	3,0	9,8	105	114	111	10	10	12	10,0	10	12
Model 6	1,5	4,2	0,8	0	1,3	1,5	106	113	108	7	9	8	6,0	6,5	7
Model 7	1,3	4,8	1,5	0	2,0	12,8	101	114	107	7	9	8	4,5	6,0	6,5
Model 8	1,0	2,7	0,4	0	1,5	3,5	105	113	111	8	10	8	6,5	8,5	7,5
Rutine	1,0	5,2	0,2	0	0,5	0,3	107	113	112	8	8	9	8,0	8,0	9
Model 1	1,4	7,0	0,2	0	0,3	0,8	103	111	111	8	8	9	8,0	8,0	9
Model 6	1,1	7,1	0,2	0	1,3	0,5	101	109	113	6	6	6	5,0	4,5	5
Model 7	1,6	8,6	0,9	0	1,3	0,0	105	109	113	6	6	6	3,0	4,0	4,5
Model 8	1,6	5,8	0,2	0	1,0	0,5	101	110	117	6	7	8	5,5	6,0	6,5
Model 9	1,8	-	-	0	-	-	101	-	-	5	-	-	5,0	-	-
Bedste bud	1,6	7,5	1,8	0	2,8	0,5	103	110	112	6	8	6	3,0	3,5	3,0
LSD	1,6	3,4	1,7		2,4	8,6	7	4	4						
hkg/ha							611	611	620						

1) Se tabel 2. See table 2

2) Gennemsnitligt bladangreb bedømt ugentligt fra første til sidste bedømmelse. Mean attack: mean of assessments from first to last observation.

Præventiv/kurativ anvendelse

Første angreb i ubehandlede parceller blev konstateret den 17. juli, 12 dage efter infektion (12 dages latensperiode). De første infektioner udviklede sig moderat i juli indtil 27. juli (22 dage efter infektion), herefter udviklede angrebene sig kraftigt med sekundær smitte fra de primære angreb. I figur 1 ses procent angreb af kartoffelskimmel i forsøgsparceller med forskellige fungicidbehandlinger. Forsøget viste tydeligt, at kontaktmidler er udpræget præventive, hvorimod de systemiske og translaminære fungicider har en vis grad af kurativ effekt.



Figur 1. Procent angreb af kartoffelskimmel i forsøgsparceller med forskellig fungicidbehandling. Sprøjtning er udført 12 timer før infektion (-12) samt 12 timer (+12), 36 timer (+36) og 84 timer (+84) efter infektion. Ubeh: Ubehandlet. Bedømmelse er foretaget 12 dage (12 des), 15 dage (15 des) og 22 dage (des) efter infektionstidspunkt. Percent attack of potato late blight in field plots with different fungicide treatment. Fungicides are applied 12 hours before infection (-12) and 12 to 84 (+12,+36, +60, +84) hours after infection. Ubeh.: Untreated. Assessments: 12, 15 and 22 days after infection (des).

Diskussion

Med den skimmeludvikling, der var i forsøgene i 2000, var det generelt sværere at bekæmpe kartoffelskimmel i en modtagelig sort som f.eks. Dianella med Dithane DG sammenlignet med Shirlan. I sorten Kuras var der derimod ikke markant forskel på effekten af Dithane og Shirlan. Med hensyn til knoldskimmel var der derimod en klar tendens til lavere angreb ved brug af Shirlan.

Anvendelse af ½ dosering fungicid i model 2 ser kun ud til at have et potentiale, hvis der blev anvendt Shirlan. Ligeledes ser det ud til, at man i moderat resistente sorter som f.eks. Kuras har mulighed for at vente med første behandling, til man registrerer skimmel i en nærliggende, modtagelig sort. Der er dog behov for flere forsøg, hvor der startes med fuld dosering og ikke som i denne forsøgsserie, hvor der startes med ½ doseringer, som ser ud til at være for risikabelt.

Af de behovsbestemte strategier viste det sig, at model 4 og 8, der bygger på en dynamisk tilpasning af fungiciddoseringen på baggrund af en prognose for skimmelfavorabelt vejr, har et potentiale ved anvendelse af enten Shirlan og/eller i en moderat resistent sort for eksempel Kuras. Basismodellen samt den dynamiske model, der bygger på en simpel vejrprognose, udløste flere behandlinger end forventet på grund af det gennemgående regnfulde vejr igennem hele vækstsæsonen. Da temperaturen samtidig var meget lav om natten, men dog over 10^{o}C, medførte disse strategier næsten samme behandlingshyppighed som rutinestrategierne. Under mere tørre klimaforhold må det forventes, at disse modeller ville udløse et færre antal behandlinger end tilfældet for år 2000. Der er således behov for indbygning af en temperaturfaktor, som netop er en del af prognosemodellen for skimmelfavorabelt vejr. Denne model bygger på estimerede daglig risikoværdier beregnet efter en algoritme i NegFry, som er tilgængeligt via Pl@nteInfo (Thysen *et al*., 2000). Prognosemodellen blev kun afprøvet ved Flakkebjerg og viste at være holdbar i både Dianella og Kuras (model 5 og 9). I Dianella reducerede prognosemodellen behandlingshyppigheden med 45% i forhold til en rutinebehandling med Dithane og 25% i forhold til en rutinebehandling med Shirlan. Der er dog behov for flere års afprøvning af modellen samt en validering af prognosetal med de faktiske risikoværdier, før modellen vil blive implementeret i eksisterende beslutningsmodeller. En sammenkædning af prognosemodellen for skimmelfavorabelt vejr samt den dynamiske model for behovsbestemt tildeling vil være en meget interessant model for det videre forsøgsarbejde.

Bedste bud er et eksempel på, om man på nuværende tidspunkt som driftsleder kan bekæmpe ud fra sund fornuft. I denne model blev alle tilgængelige hjælpemidler inddraget med det ene formål at reducere fungicidforbruget mest muligt. Dette viser sig dog i nogen situationer at være risikabelt, når udgangspunktet har været en strategi med mindst mulig fungicidanvendelse. Dette forsøgsled tjener derfor mere som demonstration, og som inspiration til nye strategier ud fra den daglige iagttagelse af skimmeludvikling i relation til egen valg af bekæmpelsesstrategi. Ved Flakkebjerg viste bedste bud således, at man kan opnå samme bekæmpelseseffekt med 13 behandlinger med forskellige doseringer, som med seks behandlinger med fuld dosering (som i prognoseleddet, model 5). I begge tilfælde med samme skimmelforekomst, udbytte og behandlingshyppighed.

Den bedste effekt af bekæmpelsesstrategierne opnås ved at udnytte fungicidernes præventive og kurative egenskaber. Det er velkendt fra forsøg med f.eks. gråplet i korn (Jørgensen *et al.,* 1999), at der i de fleste tilfælde kan opnås en særdeles god virkning ved præventiv (forebyggende) behandling, mens det kun er systemiske produkter, der har virkning ved sprøjtning efter infektion. Ved præventiv behandling sprøjtes før sporeinfektion, mens kurativ bekæmpelse her er defineret som bekæmpelse efter infektion, men før symptomfrembrud (sprøjtning i latensperioden). Hvis der først er symptomfrembrud og synlige, etablerede angreb, tales der om eradikativ bekæmpelse. I dette forsøg havde alle de undersøgte fungicider en meget høj virkning mod kartoffelskimmel, hvis de blev anvendt præventivt (-12 timer før inokulering). Hvis der blev sprøjtet kurativt, det vil sige efter inokulering og infektion (+12-84 timer), var det kun produkter med indhold af en systemisk komponent (propamocarb eller metalaxyl), som effektivt kunne bekæmpe kartoffelskimmel. Produkter med translaminær komponenter (dimethomorph eller cymoxanil) havde generelt mindre effekt end de systemiske men bedre effekt end kontaktmidlerne. Hvis først symptomerne er synlige, og der sprøjtes på etablerede angreb (eradikativ anvendelse), forventes der generelt en lav virkning af alle midler. Timingen af sprøjtningen er således meget vigtig i forhold til infektionstidspunkt og længden af latensperioden.

Sammendrag

I tre markforsøg i 2000, hvor der blev afprøvet to fungicider (Dithane DG og Shirlan), to sorter (Dianella og Kuras) og forskellige bekæmpelsesstrategier, var det generelt sværere at bekæmpe kartoffelskimmel i en modtagelig sort som f.eks. Dianella ved brug af Dithane DG sammenlignet med Shirlan. Dette gjaldt også, hvor der blev anvendt en rutinestrategi med højeste behandlingshyppighed. I den moderat resistente sort Kuras var der derimod ikke markant forskel på effekten af Dithane og Shirlan. Med hensyn knoldskimmel var der derimod en klar tendens til lavere angreb ved brug af Shirlan. Anvendelse af ½ dosering fungicid i begyndelsen af vækstsæsonen ser kun ud til at have et potentiale, hvis der blev anvendt Shirlan. Ligeledes ser det ud til, at man i moderat resistente sorter som f.eks. Kuras har mulighed for at vente med første behandling, til man registrerer skimmel i en nærliggende, modtagelig sort. Af de behovsbestemte strategier viste det sig, at modeller der bygger på en dynamisk tilpasning af fungiciddoseringen på baggrund af en prognose for skimmelfavorabelt vejr, har et potentiale ved anvendelse af enten Shirlan og/eller i moderat resistente sorter for eksempel Kuras. Der blev afprøvet en prognosemodel, der bygger på estimerede daglig risikoværdier beregnet efter NegFry, og som er tilgængeligt via www.Planteinfo.dk. Prognosemodellen blev kun afprøvet ved Flakkebjerg og viste at være holdbar i både Dianella og Kuras. I Dianella reducerede prognosemodellen behandlingshyppigheden med 45% i forhold til en rutinebehandling med Dithane og 25% i forhold til en rutinebehandling med Shirlan. En sammenkædning af prognosemodellen for skimmelfavorabelt vejr samt en dynamiske model for behovsbestemt tildeling vil være en meget interessant model for det videre forsøgsarbejde.

Timingen af sprøjtningen er meget vigtig i forhold til infektionstidspunkt. Alle de undersøgte fungicider havde en meget høj virkning mod kartoffelskimmel, hvis de blev

anvendt præventivt. 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 effektivt kunne bekæmpe kartoffelskimmel. Produkter med translaminær komponenter (dimethomorph eller cymoxanil) havde generelt mindre effekt end de systemiske men bedre effekt end kontaktmidlerne.

Litteratur

Anon. 1998. Landbrugsstatistik 1998. Danmarks Statistik, København, pp. 298.

Anon. 2000. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 11 (2000): 36. Miljøstyrelsen København.

Jørgensen LN, Hansen LM & Kudsk P. 1997. Økonomisk nyttevirkning af pesticider i jordbruget. SP Rapport 11, 93-99.

Jørgensen LN, Henriksen KE & Nielsen GC. 1999. Adjusting thresholds for Septoria control in winter wheat using strobilurins. Van Ginkel M, Mc Nab A & Krupinsky J (eds.). *Septoria and Stagonospora diseases of cereals:* A compilation of global research. Mexico: Cimmyt. 173-175.

Hansen JG, Bødker L & Nielsen BJ. 2000. Decision support for the control of potato late blight. 17th Danish Plant Protection Conference II, 87-100.

Kleinhenz B & Jörg E. 2000. Results of validation trials of Phytophthora DSS in Europe in 1999. Fourth Workshop of an European Network for development of an integrated Control Strategy of potato late blight, Oostende, Belgium 1999. 180-190.

Thysen I, Leck Jensen A & Röhrig. 2000. Pl@anteInfo – status and future. 17th Danish Plant Protection Conference II, 101-112.

Udvaskningen af pesticider fra kartoffeldyrkning på sandjord, vurderet ud fra markforsøg

Leaching of pesticides from potato-growing on a sandy soil, assessed from a field study

Bo Lindhardt & Jeanne Kjær
Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Geokemisk Afdeling
Thoravej 8
DK-2400 København NV

Preben Olsen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Jordbrugssystemer
Forskningscenter Foulum
DK-8830 Tjele

Summary

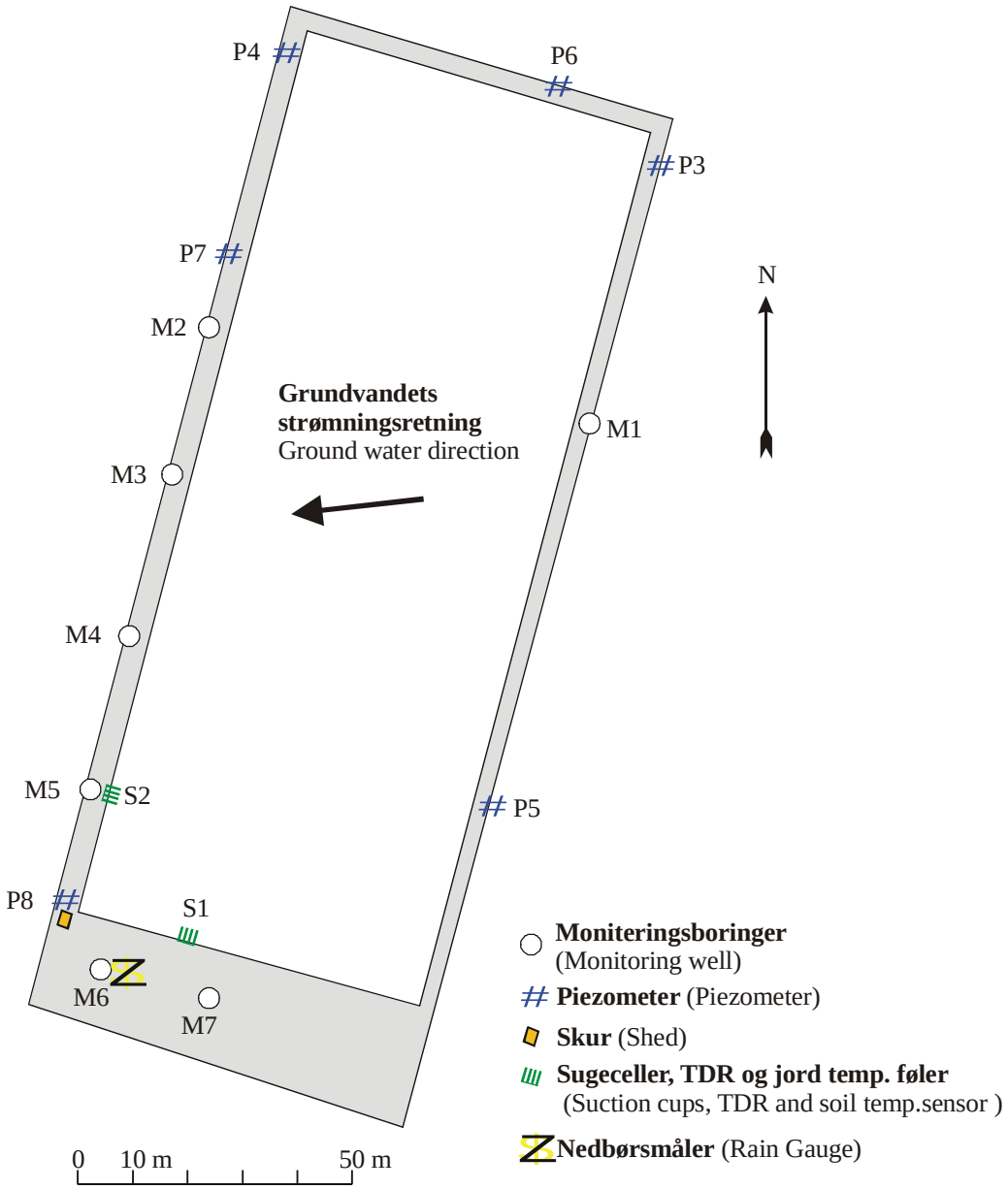
The leaching of 3 pesticides (mancozeb, linuron, metribuzin) was evaluated under field conditions within the Danish Pesticides Leaching Assessment Programme. This article presents result from potato growing on a sandy soil situated in northern Jutland in the season 1999. All applications were carried out in accordance with normal agricultural practices. Pesticide application was moreover supported by a tracer application of bromide. Bromide and pesticide were subsequently measured with monthly intervals in both the unsaturated and saturated zone using suction cups and monitoring wells respectively. Bromide has been detected both in the suction cups and in one of the monitoring wells. Within the first year there has not been detected any leaching of ETU, a transformation product from mancozeb, or linuron. The transformation products from metribuzin: desamino-diketo-metribuzin and diketo-metribuzin were leached to the suction cups 2 m b. s. Diketo-metribuzin occurs in the highest concentrations, up to 2.1 µg/l, in the suction cups 1 m b. s. The two transformation products were also detected in the groundwater, up to 0.33 µg/l. It is, however, suggested that the occurrence of desamino-diketo-metribuzin and diketo-metribuzin in the groundwater derive from an earlier application.

Indledning

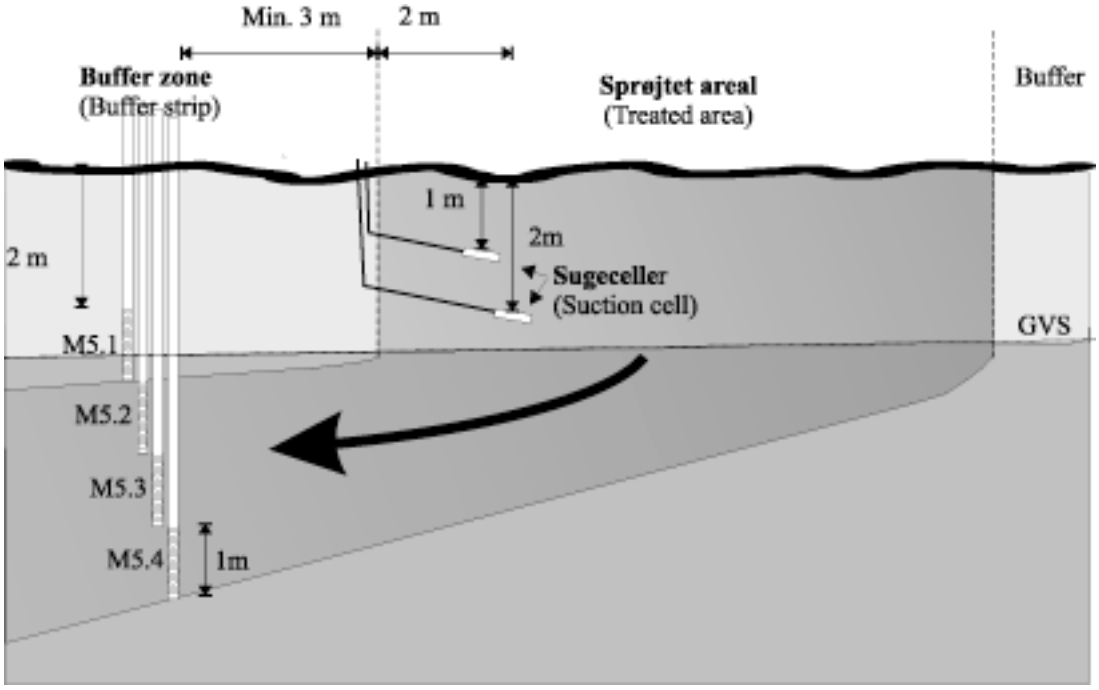
I 1998 blev der iværksat et moniteringsprogram til overvågning af en eventuel udvaskning af pesticid fra dansk landbrug. Programmet har til formål at undersøge, hvorvidt godkendte pesticider - ved regelret brug - udvaskes til grundvandet. Moniteringsprogrammet omfatter i

alt 6 marker, og gennemføres som et samarbejde mellem Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), Danmarks JordbrugsForskning (DJF) og Danmarks Miljøundersøgelser (DMU).

I det følgende præsenteres resultaterne fra den første dyrkningssæson (fra perioden 1. maj 1999 og frem til 30. juni 2000) fra en af forsøgsmarkerne. Moniteringen foregår fortsat på området, hvorfor der kun er tale om en foreløbig afrapportering.



Figur 1. Placering af prøvetagningsudstyr på forsøgsmarken ved Tylstrup. Localization of the monitoring device at the test site Tylstrup.



Figur 2. Tværsnitsprofil af forsøgsmarken ved Tylstrup. Profile of the test site Tylstrup.

Lokalitetsbeskrivelse

Forsøgsmarken, som i det efterfølgende betegnes Tylstrup, ligger i Nordjylland på Tylstrup Forsøgsstation, DJF. Det dyrkede areal er 70 m bredt og 166 m langt og dækker således 1,08 ha. Der er læhegn langs den østlige og vestlige side af marken. Marken er beliggende på hævet havbund dannet, da Yoldiahavet dækkede Vendsyssel i perioden 15.000-13.000 år før nu. Aflejringerne består hovedsageligt af fint sand, der bliver siltet med dybden. I markens nordøstlige del forekommer mindre indslag af ler og silt. De marine aflejringer er sandsynligvis omkring 20 m tykke og hviler på smeltevandssand. Jorden er en Typibrunsol, og generelt er jorden svagt udviklet med en forbrunet Bv-horisont. Som følge af sandpålejring er det humusholdige pløjelag ekstra tykt i nogle områder. Den dominerende kornstørrelse er finsand med 35% i pløjelaget stigende til 70% i 150 cm dybde. Derudover er der ca. 5% ler og 2% total organisk kulstof i pløjelaget. Grundvandsretningen er vestlig, og vandspejlet har i perioden maj 1999 frem til juli 2000 ligget mellem 3,5 og 4,2 meter under terræn.

Monitering

I april 1999 blev der installeret udstyr til måling af nedbør, jordens vandindhold (TDR) og temperatur. Ydermere blev også installeret udstyr til udtagning af vandprøver fra såvel den umættede som den mættede zone.

I den umættede zone blev der således installeret to "sugecellereder" (S1 og S2) nedstrøms på forsøgsmarken. Hver af disse reder består af fire enkelte sugeceller placeret i henholdsvis en og to meters dybde (figur 1 og 2).

I den mættede zone er der installeret 7 moniteringsreder (figur 1). Hver moniteringsrede indeholder 4 filtre, som hver er 1 m langt. Disse er placeret således, at der kan udtages prøver,

der repræsenterer vand fra de øverste 4 m af grundvandet (figur 2). Alle installationer er placeret uden for forsøgsarealet, således at det behandlede areal er uforstyrret. Yderligere information om instrumenteringen af området fremgår af Lindhardt *et al.* (2001).

Selve analyseprogrammet omfatter analyse af både pesticider og udvalgte metabolitter samt en række uorganiske parametre:

- **Uorganiske analyser***:* Fra de 7 moniteringsreder og de 4 grupper af sugeceller udtages der hver måned prøver til analyse for bromid, chlorid, kalium og calcium. Hver fjerde måned analyseres der derudover for en række andre uorganiske parametre.
- **Pesticidanalyser**: Hver måned udtages der prøver til pesticidanalyse fra moniteringsrederne M5 og M6 samt fra sugecellerne placeret i 1 meters dybde. Derudover foretages der fire gange om året en mere intensiv prøvetagning, der omfatter alle sugeceller samt moniteringsrederne M1, M3, M4, M5 og M6.

Dyrkning og sprøjtning

I 1999 blev der dyrket kartofler af sorten Dianella på forsøgsarealet. Der er vandet og udbragt bekæmpelsesmidler svarende til normal praksis (tabel 1). Til beskrivelse af vandtransporten er der i forbindelse med den første sprøjtning endvidere udbragt bromid som sporstof. Bromid (Br^-) bliver hverken tilbageholdt i jorden (sorberes) eller nedbrudt.

Tabel 1. Sprøjteplan for Tylstrup 1999. The application plan at Tylstrup 1999.

	Dato	**Produkt**	**Dosis, kg/ha**
Lægning af kartofler	4. maj 1999	Sort Dianella	2200 kg/ha
Sprøjtning mod ukrudt	25. maj	Sencor	0,2 kg/ha
	25. maj	Afalon	1 l/ha
	7. juni	Sencor	0,15 kg/ha
Udsprøjtning af sporstof	27. maj	Vandig opløsning af KBr	30 kg/ha
Sprøjtning mod trips og bladlus	11. juni	Karate[1)]	0,3 l/ha
Sprøjtning mod svamp	22. juni	Dithane DG	2,0 kg/ha
	2. juli	do.	2,0 kg/ha
	7. juli	do.	2,0 kg/ha
	16. juli	do.	2,0 kg/ha
	22.juli	do.	2,0 kg/ha
	3. august	do.	2,0 kg/ha
	20.august	do.	2,0 kg/ha
	30.august	do.	2,0 kg/ha
	9. september	do.	2,0 kg/ha
	14. september	do.	2,0 kg/ha
Vanding	12. september		33 mm
Høst af kartofler	28. oktober		
Såning af vårbyg	29. marts 2000		

1) Sprøjtning med Karate indgår ikke i moniteringsprogrammet. Karate indeholder pyrethroid.

Nedbør

De klimatiske forhold har stor indflydelse på udvaskningen af pesticider til grundvandet. Perioden maj 1999 til juli 2000 må betegnes som meget våd, sammenlignet med normalåret, for såvel området ved Tylstrup som for hele Danmark. Den samlede nedbør var 1.260 mm mod forventeligt 768 mm (se tabel 2.). Ligeledes faldt der i perioden maj til og med august 1999 dobbelt så meget regn som normalt. Estimeret ud fra den potentielle fordampning var der et nedbørsoverskud i hele perioden fra juni 1999 og frem til april 2000 på i alt 492 mm.

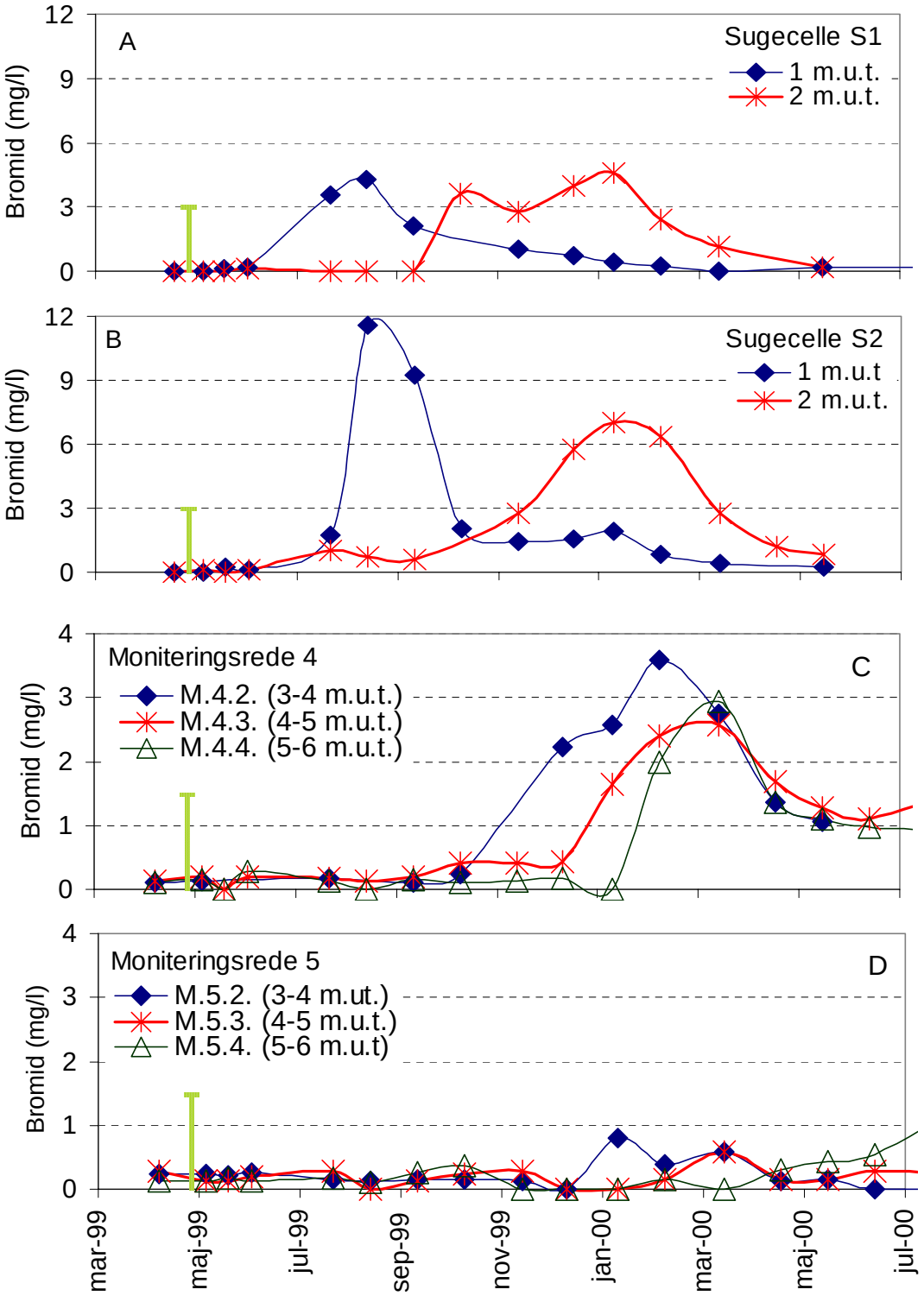
Tabel 2. Nedbør og potentiel fordampning opgjort pr. måned for Tylstrup klimastation i perioden maj 1999 til juni 2000, samt den gennemsnitlige nedbør for klimastationen og for hele Danmark i perioden 1961-1990 (Frich *et al.*, 1997). Monthly precipitation and potential evaporation at station Tylstrup from May 1999 to June 2000, together with the mean precipitation for the station and Denmark for the period 1961-1990.

	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mar	apr	maj	jun
	Tylstup 1999-2000													
Nedbør (mm)	65	169	113	126	56	100	38	107	83	83	88	89	63	82
Pot. fordampning (mm)	89	88	112	90	48	23	8	5	6	12	32	53	98	89
Nedbørsoverskud (mm)	-23	81	1	36	8	77	29	102	77	71	56	36	-36	-6
	Tylstrup, 1961-1990													
Nedbør (mm)	49	54	63	67	71	73	71	58	49	33	41	36		
	DK 1961-1990													
Nedbør (mm)	48	55	66	67	73	76	79	66	57	38	46	41		

Udvaskningen af bromid

Det valgte moniteringskoncept har vist sig at være brugbart til at beskrive transporten af bromid fra pløjelaget ned til det unge grundvand. Resultaterne muliggør således en beskrivelse af de faktiske strømningsforhold; herunder de heterogene strømningsforhold, der kan forekomme i en ellers relativ homogen sandformation.

I den umættede zone er der - selv indenfor en relativ lille afstand - en vis variation i transporten af bromid (figur 3A og 3B). Gennembruddet af bromid i 1 meters dybde starter i august 1999. Koncentrationerne topper her i midten af september, og for begge grupper af sugeceller fortsætter bromid udvaskningen frem til marts 2000. Gennembruddet i 2 meters dybde starter for alvor i november/december, og som forventet er bromidtoppen her mere bred på grund af diffusion/dispersion.



Figur 3. Koncentration af bromid i den umættede zone (A og B) og i grundvandet nedstrøms forsøgsarealet i de 2 moniteringsreder (C og D). De lodrette søjler angiver udbringningstidspunktet for bromid. Bromide concentration in the unsaturated (A and B) and saturated zone (C og D). The vertical lines indicate the date of bromide application.

I den mættede zone vidner koncentrationsprofilerne om en betydelig variation i de hydrauliske forhold. Således er der indtil juni 2000 kun set et tydeligt gennembrud af bromid i moniteringsreden M4. Kun i enkelte af de øvrige filtre ses en mindre påvirkning i form af forhøjet koncentration på op til 1 mg/l i enkelte målinger. Dette er eksempelvis tilfældet i filter M5.1. (figur 3D). Gennembruddet i det øverste filter i M4 starter i løbet af december/januar (prøven fra december er desværre gået tabt på grund af metodemæssige problemer) og topper i begyndelsen af marts. Et år efter udbringningen af bromid er der stadig tydeligt forhøjede koncentrationer på 1-1,3 mg/l. I de to andre filtre i M4, som sidder henholdsvis 4-5 og 5-6 meter under terræn, ses der et tilsvarende gennembrud dog med en forsinkelse på henholdsvis 1 og 2 måneder.

Det skal i den forbindelse nævnes, at baggrundskoncentrationen af bromid på Tylstrup lokaliteten ligger på 0,23 mg/l ± 0,06 mg/l. Koncentrationer under 0,4 mg/l kan således ikke adskilles fra baggrundskoncentrationen.

De hydrauliske forhold opstrøms M4 synes at muliggøre en væsentlig hurtigere transport af bromid end på resten af området. De geologiske profiler, som er beskrevet i forbindelse med etableringen, vidner således om tilstedeværelsen af erkendbare siltlinser opstrøms for M4. Disse siltlinser kan meget vel forårsage en langt hurtigere lateral transport af bromid hen imod M4. Det relativt hurtige gennembrud af bromid i M4 set i forhold til sugecellerne 2 meter under terræn indikerer endvidere, at der muligvis forekommer præferentiel strømning på visse dele af marken, hvorimod matrix-flow synes at være dominerende i området ved de to grupper af sugeceller.

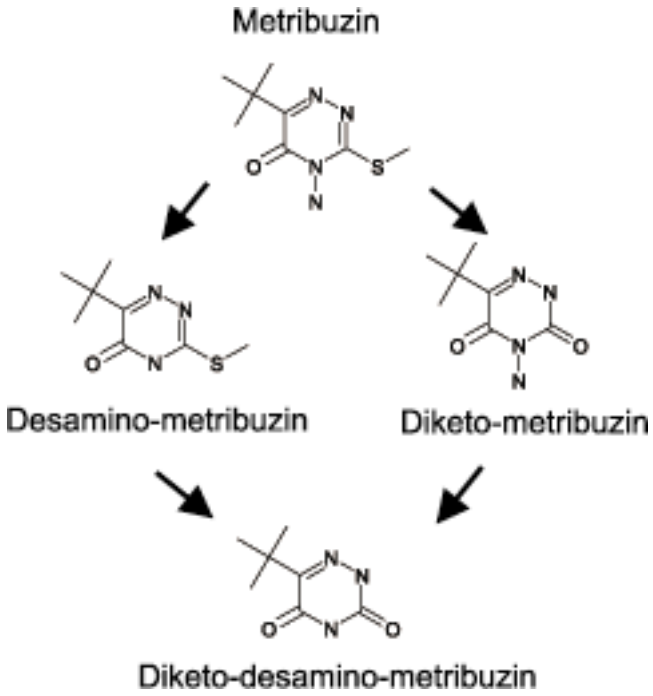
Det er endnu for tidligt at konkludere endeligt på udvaskningen af bromid i den mættede zone, idet transporten til grundvandsmoniteringsrederne tydeligvis vil tage mere end 1 år. En endelig fortolkning vil tillige kræve, at der opstilles en numerisk model, som integrerer vand- og stoftransporten.

Udvaskningen af pesticider og nedbrydningsprodukter

I løbet af dyrkningssæsonen 1999 er der anvendt 4 pesticider på området, hvor udvaskningen af de 3 er fulgt:

- *Mancozeb,* som er aktivstoffet i Dithane DG, hydrolyseres relativt hurtigt. Stoffet udgør i sig selv derfor ingen risiko for grundvandet. Ved nedbrydning dannes imidlertid ETU (ethylenethiourea) som et mellemprodukt. Der har været rejst tvivl om ETU nedbrydes tilstrækkeligt hurtigt under danske forhold til ikke at udgøre en risiko for grundvandet. ETU forventes ikke at sorbere til jorden eller grundvandssedimenterne, hvorfor det forventes at blive transporteret med samme hastighed som bromiden. På Tylstrup lokaliteten er der kun påvist ETU i enkelte prøver fra sugecellerne, hvor de fundne koncentrationer lå i niveauet 0,03 µg/l.
- *Linuron,* som er aktivstoffet i Afalon, er ikke målt i nogen af de udtagne prøver. Stoffet har en relativt høj K_{oc} værdi og transporteres derfor væsentlig langsommere end bromid. En endelig konklusion vedrørende udvaskningen af linuron må derfor afvente de næste års resultater.

- *Metribuzin*, som er aktivstoffet i Sencor, forventes at være relativt mobilt. Udover selve stoffet kan der også ske en udvaskning af tre nedbrydningsprodukter (figur 4). Udover i 2 prøver fra sugecellerne er der ikke registreret udvaskning af metribuzin. Derimod er der i prøver fra alle 4 grupper af sugeceller målt indhold af nedbrydningsprodukterne diketo-metribuzin og desamino-diketo-metribuzin. Der er ikke registreret indhold af desamino-metribuzin, hvilket peger på, at nedbrydning på denne lokalitet primært følger den ene af de to nedbrydningsveje.



Figur 4. Nedbrydningvejen for metribuzin. Degredation path for metribuzin.

Koncentrationsniveauet for de to nedbrydningsprodukter varierer væsentligt sugecellegrupperne imellem. Desamino-diketo-metribuzin forekommer i koncentrationer op til 2,1 µg/l, hvorimod den maksimale koncentration af diketo-metribuzin er 0,7 µg/l.

I den ene gruppe af sugeceller ses starten på gennembruddet (1 meter under terræn) af desamino-diketo-metribuzin i december 1999, 3 til 4 måneder efter bromid (figur 5A). I den anden gruppe af sugeceller (1 meter under terræn) forekommer et mindre markant gennembrud, hvor koncentrationen igennem hele vinteren 1999/2000 ligger omkring 0,2 µg/l (figur 5C). Gennembruddet i 2 meters dybde forekommer noget senere, og koncentrationsnivauet er her noget lavere (figur 5B og 5D). Hvorvidt det lavere koncentrationsniveau skyldes en yderligere nedbrydning eller blot om en udjævning af toppen vides endnu ikke. Det bør bemærkes, at der kun udtages prøver 4 gange pr. år fra disse, mens der i sugecellerne i 1 meters dybde udtages prøver hver måned.

I grundvandet ses en hyppig forekomst af diketo-metribuzin og desamino-diketo-metribuzin (se tabel 3). De forekommer i alle de filtre, hvor der er målt for dem, dog med varierende koncentrationer. De højeste koncentrationer forekommer i de 2 dybeste filtre i M6. Disse to filtre er ikke påvirket med bromid, hvorfor disse nedbrydningsprodukter givetvis

stammer fra tidligere behandlinger med metribuzin. Selve marken har da også gennem de sidste 10 år været behandlet 4 gang med Sencor sidste gang tilbage i 1994 hvortil kommer, at der også på marker opstrøms forsøgsarealet kan være foregået sprøjtninger med Sencor.

Det er endnu for tidligt at konkludere, i hvilket omfang metribuzin behandlingen foretaget i 1999 påvirker grundvandet, idet transporten til filtrene tydeligvis vil tage mere end 1 år. Den endelige konklusion må derfor afvente næste års resultater.

Det skal pointeres, at der ikke forelå nogen kommerciel analysemetode for nedbrydningsprodukter fra metribuzin i Danmark, da moniteringen startede. Resultaterne frem til december 1999 skal derfor tages med forbehold. Detektionsgrænsen er 0,02 µg/l, men har i de viste prøver ligget på op til 0,05 µg/l.

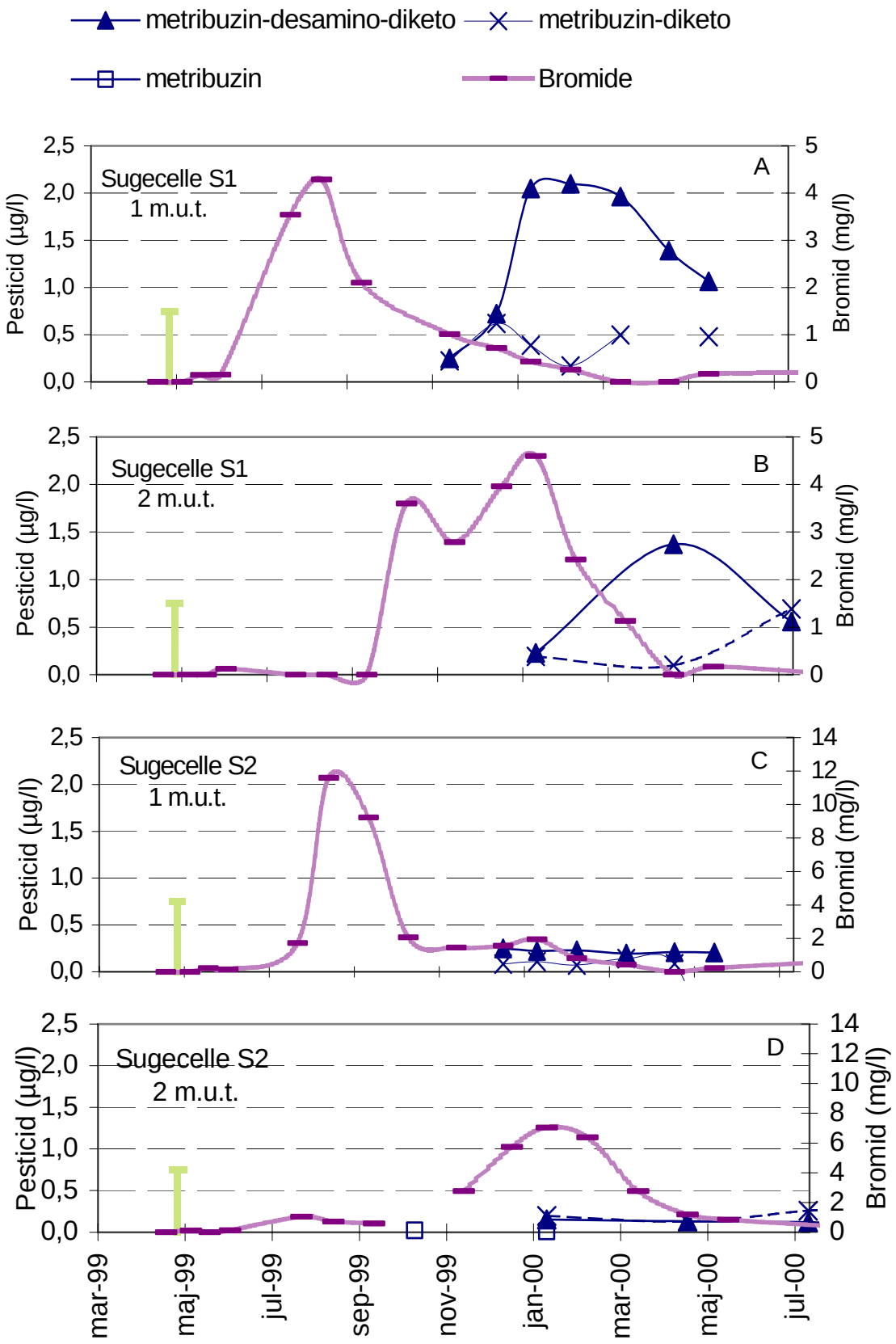
Tabel 3. Koncentrationen af desamino-diketo-metribuzin og diketo-metribuzin i grundvand (µg/l). Groundwater concentration of desamino-diketo-metribuzin and diketo-metribuzin (µg/l).

Monite-ringsrede	M1			M3			M4			M5			M6		
Filter dybde (m.u.t)	3-4	4-5	5-6	3-4	4-5	5-6	3-4	4-5	5-6	3-4	4-5	5-6	3-4	4-5	5-6
Desamino-diketo-metribuzin															
Screening	*	*	***	*						*	*	***	*		
09-sep-99										<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
04-nov-99	<0,2	<0,2	*	<0,2	*	<0,2	<0,2	<0,2	*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
08-dec-99										0,08	0,04	0,04	0,07	0,07	0,05
04-jan-00										0,06	0,02		0,05	0,06	0,06
03-feb-00	0,04	0,03	0,09	0,04	0,03	<	0,03	0,04		0,02	<	<	0,02	0,02	0,02
02-mar-00										<	0,02	0,02	0,04	0,05	0,03
06-apr-00										<	<	<	0,03	0,02	0,02
10-maj-00	0,05	0,02	0,08	<	<	<	0,04	0,04	0,03	<	<	<	<	0,02	0,03
07-jun-00										<	<	<	<	0,05	<
05-jul-00											<	<		<	<
Diketo-metribuzin															
Screening	*	*	***	***						*	*	*	*		
09-sep-99										<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	*	*
04-nov-99	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	*	<0,2
08-dec-99										<	0,06	0,23	0,33	0,32	0,33
04-jan-00										<	<		<	0,13	0,06
03-feb-00	0,10	0,07	0,19	0,09	0,12	0,14	0,14	0,17		0,06	0,07	0,10	0,19	0,19	0,20
02-mar-00										<	0,03	0,07	0,10	0,10	0,16
06-apr-00										<	0,04	0,06	0,10	0,17	0,20
10-maj-00	0,06	0,04	0,08	0,08	<	<	0,11	0,08	0,12	<	<	0,08	0,10	0,13	0,09
07-jun-00										<	<	<	0,09	0,06	
05-jul-00											<	0,07		0,17	0,31

***) Positive prøver i intervallet 0,1 - 0,5 µg/l

*) Positive prøver i intervallet 0,05 - 0,5 µg/l

<) Under detektionsgrænsen, der - hvis intet andet er angivet - ligger mellem 0,02 og 0,05 µg/l



Figur 5. Koncentrationen af desamino-diketo-metribuzin, diketo-metribuzin samt bromid i sugeceller. Concentration of desamino-diketo-metribuzin, diketo-metribuzin and bromide in suction cups.

Foreløbig konklusion

Udfra det første års monitering på Tylstrup lokaliteten kan der drages følgende konklusioner:

- Det anvendte moniteringskoncept vurderes at være velegnet til at følge udvaskning af pesticider eller deres nedbrydningsprodukter på denne mark. Det har således været muligt at erkende de varierende strømningsforhold, der forekommer i en ellers relativt homogen sandformation. Der skal dog ske en udbygning med dybere filtre, så der kan måles på det grundvand, der forekommer mere end 6 meter under terræn.
- Inden for det første år er der ikke set tegn på udvaskning af ETU, et mobilt nedbrydningsprodukt fra mancozeb eller af linuron. Sidstnævnte stof er imidlertid relativt stærkt sorberende og transporteres derfor langsomt. En endelig konklusion vedrørende udvaskningen af linuron må derfor afvente de næste års resultater.
- To nedbrydningsprodukter fra metribuzin; diketo-metribuzin og desamino-diketo-metribuzin udvaskes til 1 m´s dybde i koncentrationer, der ligger væsentligt over 0,1 µg/l. Selv i 2 m´s dybde forekomme disse stoffer i koncentrationer over 0,1 µg/l. Nedbrydningsprodukterne vurderes endnu ikke nået ned til grundvandet, som forekommer 3-4 meter under terræn.
- Tidligere behandling med metribuzin har imidlertid givet anledning til en vis grundvandsforurening. Specielt diketo-metribuzin forekommer i høje koncentrationer op til 0,33 µg/l.

Moniteringen foregår stadig, hvorfor det er for tidligt at komme med en endelig konklusion. Før en sådan kan fremkomme, vil det tillige være nødvendigt med en grundig evaluering af resultaterne bl.a. gennem modelsimulering af udvaskningen.

Litteratur

Frich P Rosenørn, Madsen H & Jensen JJ. 1997. Observed Precipitation in Denmark, 1961-90. Danish Meteorological Institute.

Lindhardt B, Olsen P & Grant R. 2000. Varslingssystem for udvaskning af pesticider til grundvand. Danske Planteværnskonference 2000.

Lindhardt B, Olsen P, Abildtrup CH, Vosgerau H, Graversen P, Torp S, Iversen BV, Plauborg F, Jørgensen O & Rasmussen P. 2001. The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme: Site Characterization and Monitoring Design, 1999. GEUS, København.

Økonomi og risiko ved forskellige fungicidstrategier i vinterhvede - Nogle overvejelser og metoder

Economy and risk using different fungicide strategies in winter wheat - Considerations and methods

Jens Erik Ørum
Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut
Afdeling for Jordbrugets Driftsøkonomi
Rolighedsvej 25
DK-1958 Frederiksberg C

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

Summary

In Denmark there is an overall aim of lowering the pesticide input as much as possible without reducing the income for the farmers. This policy makes it important to calculate the economic benefits from different pesticide strategies in order to identify where the reductions should be carried out. For fungicide in winter wheat a treatment frequency index of 0.7 is recommended as the target level.

Different fungicide strategies for control of leaf diseases in winter wheat have been analysed in order to assess the economic consequences and associated risk of using reduced fungicide rates. The analysis has been based on 8 trials with 3 different varieties (Kris, Ritmo and Stakado), which in 2000 have been tested according to different numbers of application (1, 2 or 3 applications), different dosages (¼ -½ of normal rates) and different treatment frequency index (TFI).

The optimal fungicide input depends on the type of farm and the aim of production. Thus, two types have been analysed 1) arable farmer with focus on grain production and 2) husbandry farmer with focus on animal production.

Marginal income per TFI and marginal costs from different treatments were calculated for the relevant farm types to identify the optimal input and the potential reductions.

It is found that the animal husbandry farmer has an optimal input of a TFI between 0.25 and 0.5. The arable farmer has an optimal input of a TFI=0.9 in the varieties Kris and Ritmo and a TFI=0.25 in Stakado. For both farmers the most resistant variety, Stakado, gave the best economic result using the lowest TFI. Based on the limited numbers of trials of the necessary

reductions to meet the target level in Ritmo and Kris will cost the arable farmer 10 – 60 DKK per ha.

The standard deviation in the yields and margin over fungicide costs varied only very little between different treatments. This indicates that the risk of lowering the dose does not increase the risk of significant yield losses. However, the yield variability in the treated as well as untreated trials varied a lot between the varieties. The most resistant variety, Stakado also gave the lowest yield variability and the most stable economic results. This supports the idea of growing resistant varieties.

Indledning

Det er aftalt, at landbruget skal reducere pesticidforbruget til et behandlingsindeks (BI) på 2,0 inden 2003. Og det er blevet lovet, at reduktionen skal ske uden omkostninger for landbruget. Skal det lykkes, er der behov for nogle bekæmpelsesstrategier, der på samme tid kan opfylde ønsket om en forsvarlig økonomi og et lavt pesticidforbrug.

Med landsforsøget "Fungicidstrategier i typesorter i vinterhvede" som eksempel vil der blive demonstreret en række analyser, der kan belyse økonomien og risikoen i svampebekæmpelsen i vinterhvede. Det vil også blive demonstreret, hvorledes landmændenes forskellige forudsætninger og formål med hvededyrkningen bør inddrages i valget af en fungicidstrategi.

Der vil endvidere blive vist eksempler på, hvorledes sortsvalget indvirker på pesticidforbruget, økonomien og risikoen i hvededyrkningen. Med brug af to års landsforsøg med "Vinterhvedesorter med og uden bladsvampebekæmpelse" gives desuden eksempler på, hvor stor indflydelse årsvariationerne kan have på økonomien og udbyttevariationen i hvededyrkningen.

Mange af analyserne går ud over, hvad et begrænset antal landsforsøg normalt kan bære. Derfor kan der ikke blive tale om nogle håndfaste konklusioner, men det er håbet, at eksemplerne kan være til nytte og inspiration ved den fremtidige udvælgelse af fungicidstrategier.

Først introduceres det udvalgte strategiforsøg. Dernæst introduceres to typer landmænd samt fungicidernes marginalindtjening og merudbytternes marginalomkostninger med Ritmo som eksempel. Herefter inddrages disse økonomiske nøgletal i en overordnet diskussion af sortsvalg, økonomi og reduktionsmuligheder for de to typer landmænd med udgangspunkt i hvedesorterne Kris, Ritmo og Stakado. Slutteligt inddrages udbyttespredningen mellem år med Ritmo og Stakado som eksempler.

Forskellige sorter og fungicidstrategier

Landsforsøget "Fungicidstrategier i typesorter af vinterhvede" (Oversigt over Landsforsøgene 2000, side 66) er på grund af sit store spænd i anvendte behandlingsindeks velegnet til at belyse økonomi og risiko ved valg af fungicidstrategier i vinterhvede. I forsøget er der på 8

lokaliteter i år 2000 gennemført forsøg med 1, 2 og 3 udbringninger samt i alt 6 forskellige kombinationer af svampemidlerne Zenit, Amistar og Folicur. Som typesorter er anvendt A) Kris, B) Ritmo og C) Stakado (tabel 1). I det følgende udgør de syv forsøgsbehandlinger alternative fungicidstrategier.

Tabel 1. Forsøgsbehandlingerne i forsøget "Fungicidstrategier i typesorter af vinterhvede". Fungicide treatments in the trials analysed in winter wheat using 3 different varieties.

Forsøgsled og forsøgsbehandling/Treatment no. and treatments
1) Ubehandlet/Untreated.
2) 0,5 l Zenit 575 EC i vs 31-32, 0,25 l Amistar + 0,25 l Folicur EW 250 i vs 45-51.
3) 0,25 l Amistar + 0,25 l Folicur EW 250 i vs 45-51.
4) 0,25 l Zenit 575 EC i vs 31-32, 0,125 l Amistar + 0,125 l Folicur EW 250 i vs 45-51.
5) 0,125 l Amistar + 0,125 l Folicur EW 250 i vs 30-31, 0,125 l Amistar + 0,125 l Folicur EW 250 i vs 35-37, 0,125 l Amistar + 0,125 l Folicur EW 250 i vs 45-51.
6) 0,25 l Amistar + 0,25 l Folicur EW 250 i vs 45-51.
7) 0,125 l Amistar + 0,125 l Folicur EW 250 i vs 45-51.

Kilde: Landsforsøgene, tabel 76, side 66, Landbrugets Rådgivningscenter (2000).

Udbytter og merudbytter i Ritmo

Det største kerneudbytte i Ritmo er opnået med 0,9 BI og tre udbringninger (led 5 i tabel 2). Her er der høstet 88 hkg pr. ha, hvilket giver et merudbytte på 9,4 hkg pr. ha i forhold til det ubehandlede led (led 1). Resultatet har stort set været det samme med kun to udbringninger (led 3).

Det største nettomerudbytte er opnået med 0,65 BI og to udbringninger. Nettomerudbyttet, som angiver merudbyttets størrelse efter "betaling" for svampebekæmpelsen, er her på 4,1 hkg pr. ha. Ved at gå efter det størst mulige nettomerudbytte frem for det størst mulige merudbytte, kan fungicidforbruget i Ritmo reduceres med 0,25 BI. Samtidigt kommer forbruget på den rigtige side af måltallet, som er på 0,7 BI for sygdomme i vinterhvede.

Spredning i udbytterne

Udbyttevariationerne i de otte forsøg vil blive benyttet til at udtrykke sorternes og fungicidstrategiernes indvirkning på spredningen (standardafvigelsen) i kerneudbytterne, indtjeningen og foderomkostningerne. En stor del af spredningen skal naturligvis tilskrives, at forsøgene er gennemført under forskellige jordbunds- og klimaforhold. Den enkelte landmand vil derfor næppe være udsat for lige så store (udbytte)variationer, som der er konstateret i

forsøgene. Det gælder imidlertid, at forskellene i spredningen nødvendigvis vil afspejle sorternes og strategiernes stabiliserende effekt på f.eks. høstudbytterne.

Som det fremgår af tabel 2, er der i Ritmo konstateret en spredning i udbytterne på 10,9 hkg i de ubehandlede led. I de behandlede led er spredningen på mellem 10,6 og 11,7 hkg. Forskellene mellem strategierne er små og usikre, hvilket også har været tilfældet for de andre sorter (se tabel 5 og 6). I det aktuelle forsøg har det derfor ikke givet et mere stabilt høstudbytte at øge fungicidindsatsen ud over det økonomisk optimale. Flere konklusioner på strategiernes betydning for spredningen vil naturligvis kræve et betydeligt større forsøgsmateriale.

Tabel 2. Kerneudbytter for forskellige fungicidstrategier i Ritmo. Yields from different fungicide strategies in the variety Ritmo.

Forsøgsled/Treatment no.	**1**	**7**	**6**	**4**	**3**	**2**	**5**
Behandlingsindeks (BI)/TFI	0	0,25	0,5	0,65	0,9	1,3	0,9
Antal udbringninger /No. of appl.	0	1	1	2	2	2	3
	---------- Hkg pr. ha ----------						
Kerneudbytte/Grain yield	78,6	84,4	85,6	86,9	87,9	87,7	88,0
Standardafvigelse på kerneudbytte /St.dev.	*10,9*	*11,4*	*11,7*	*10,7*	*10,9*	*11,5*	*10,6*
Merudbytte/Yield increase		5,8	7,1	8,3	9,4	9,1	9,4
Nettomerudbytte/Net yield increase		3,6	3,4	4,1	3,8	2,3	3,0

Kilde: Landsforsøgene, Landbrugets Rådgivningscenter (2000) og egne beregninger.

Forskellige formål og forudsætninger for planteavlere og husdyrbrugere

Kendskabet til det forventede nettomerudbytte kan være en god hjælp ved valg af en fungicidstrategi. Ved beregning af nettomerudbyttet antages det normalt, at en udbringning koster 60 kr. pr. ha, og at kerneudbyttet kan afregnes med 75 kr. pr. hkg. Disse prisforudsætninger har imidlertid ikke samme relevans for alle landmænd. Således er det formentligt de færreste landmænd, der dyrker hvede med det ene formål at maksimere nettomerudbyttet for fungicidindsatsen. Landmænd har forskellige formål med at dyrke vinterhvede, og de har vidt forskellige ressource- og prisforudsætninger for dyrkningen. Disse forskelle skal nødvendigvis tages i betragtning ved en vurdering af økonomi og risiko i svampebekæmpelsen.

Problemstillingen med de forskellige forudsætninger og formål kan ved en grov forenkling beskrives med to typer landmænd. Den første type landmand er en husdyrbruger, der dyrker foderhvede til opfodring på bedriften. Husdyrbrugeren har rigeligt at se til i stalden, og i stedet for at betale for en afløser i stalden er han tilbøjelig til at lade en maskinstation udføre sprøjtearbejdet. I planteavlen har han som primær målsætning at minimere foderomkostningerne. Den anden type landmand er en planteavler, der dyrker kvalitetshvede. Han har ledig tid og maskinkapacitet til selv at sprøjte hveden. Han ønsker at

opnå så stor en indtjening som mulig fra vinterhveden og de øvrige afgrøder. Indtjeningen er her defineret som dækningsbidraget inklusiv vedligehold men uden forrentning og afskrivning af maskinparken og uden aflønning af arbejdskraften.

Der gælder nogle fordelagtige prisforudsætninger for planteavleren, mens prisforudsætningerne er mere beskedne for husdyrbrugeren. Planteavleren regner f.eks. med at få 95 kr. pr. hkg hvede. Det koster ham 60 kr. pr. ha til brændstof samt vedligehold af traktor og marksprøjte selv at sprøjte hveden. Han får også 20 pct. rabat på fungiciderne. Husdyrbrugeren kan om nødvendigt købe foderhvede til 80 kr. pr. hkg og sælge til 75 kr. pr. hkg. Han skal betale maskinstationen 120 kr. pr. ha for at få sprøjtet hveden, og han betaler fuld pris for fungiciderne.

	Husdyrbruger	**Planteavler**
Hvedepris	75 – 80 kr. pr. hkg	95 kr. pr. hkg
Fungicidomkostninger	Listepris	20 pct. rabat
Udbringningsomkostninger	120 kr. pr. ha pr. gang	60 kr. pr. ha pr. gang

Planteavlerens økonomi i Ritmo

Som nævnt har planteavleren et ønske om at maksimere indtjeningen fra markdriften. Tabel 3 viser rentabiliteten i forskellige fungicidstrategier for en planteavler med Ritmo som eksempel.

Tabel 3. Rentabiliteten i forskellige fungicidstrategier for en planteavler, der dyrker Ritmo. Optimal economy for an arable farmer using different fungicide strategies in the variety Ritmo.

Forsøgsled	**1**	**7**	**6**	**4**	**3**	**2**	**5**
Behandlingsindeks (BI)/TFI	-	0,25	0,5	0,65	0,9	1,3	0,9
Antal udbringninger/No. of appl.	-	1	1	2	2	2	3
	---------- Kr. pr. ha ----------						
Værdi af merudbytte/Value of yield increase	-	552	670	789	889	867	893
Fungicidomkostninger/Fungicide cost	-	91	183	171	263	343	263
Udbringningsomkostninger/Appl. Cost	-	60	60	120	120	120	180
Meromkostninger i alt/Cost of treatment	-	151	243	291	383	463	443
Merindtjening/Net income	-	401	427	497	507	404	450
Standardafvigelse på samlet indtjening	*1.035*	*1.085*	*1.115*	*1.017*	*1.039*	*1.096*	*1.007*
Marginalindtjening/Marginal income	---------- kr. pr. BI ----------						
Første 0,25 BI Amistar + Folicur		***1.603***	x	x	x		x
Næste 0,25 BI Amistar + Folicur			***105***		***38***		
Første 0,4 BI Zenit				***241***	***199***		
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur					***163***	x	
Næste 0,4 BI Zenit						***-256***	
Tidlig 0,4 BI Zenit + Tidlig 0,25 BI Amistar + Folicur							***76***

Det fremgår, at planteavleren vil have et stort økonomisk udbytte af alle de undersøgte strategier. Merindtjeningen, som er ekstraindtjeningen i forhold til det ubehandlede led, varierer mellem 401 og 507 kr. pr. ha. Beløb der rigeligt kan aflønne planteavlerens arbejds- og maskinindsats i forbindelse med svampebekæmpelsen. Den største merindtjening på 507 kr. pr. ha er opnået med 0,9 BI og 2 udbringninger. Ønsker landmanden derimod at holde sig under måltallet på 0,7 BI, er der en hel række reduktionsmuligheder. For at opnå de billigste reduktioner i behandlingsindekset gælder det imidlertid om først at fjerne de behandlinger, der giver den mindste merindtjening målt pr. BI. Det kan derfor være en hjælp at beregne den såkaldte marginalindtjening, som fortæller, hvor stor en ekstra indtjening de enkelte behandlinger giver pr. BI.

Fungicidernes marginalindtjening

Med de aktuelle forsøgsled kan der bestemmes en marginalindtjening for en lang række ændringer af udbringninger, midler og doseringer. Det er her valgt kun at vise marginalindtjeningen for de mest relevante justeringer i strategivalget (markeret med fed kursiv i tabel 3). Krydset angivet i hver søjle markerer referencegrundlaget for beregningerne.

Det fremgår f.eks., at ekstra 0,25 BI Amistar + Folicur i Ritmo giver en marginalindtjening på 105 kr. pr. BI. Marginalindtjeningen er i dette tilfælde beregnet som (6.240 - 6.214) kr. pr. ha / (0,5 - 0,25) BI = 105 kr. pr. BI.

En høj marginalindtjening betyder, at der er en rigtig god økonomi i behandlingen, mens en lavere værdi betyder, at behandlingen kun har en marginal økonomisk effekt og derfor bedre kan udelades. Det fremgår, at de første 0,25 BI giver en marginalindtjening på hele 1.603 kr. pr. BI. Med en yderligere indsats af fungicider er der en faldende marginalindtjening.

Den billigste reduktion i Ritmo

Planteavleren opnår som nævnt den største indtjening i Ritmo med 0,9 BI og 2 udbringninger. For at nå målsætningen kræves der derfor en reduktion på 0,2 BI. Det fremgår af tabel 3, at de første 0,4 BI Zenit giver en marginalindtjening på 199 kr. pr. BI, de næste 0,25 BI Amistar + Folicur en marginalindtjening på 38 kr. pr. BI, og anvendt sammen giver de en marginalindtjening på 163 kr. pr. BI. Den billigste reduktion skal derfor hentes i den ekstra Amistar + Folicur. Reduktionen vil her koste 7,6 kr. pr. ha (0,2 BI x 38 kr. pr. BI = 7,6 kr. pr. ha). Det vil altså reducere planteavlerens indtjening med mindre end 10 kr. pr. ha at nå måltallet i Ritmo[i].

Planteavleren kan imidlertid godt frygte, at han løber en øget risiko ved at reducere fungicidforbruget. Ved den økonomisk optimale indsats med 0,9 BI og 2 udbringninger medfører udbyttevariationerne en spredning på 1.039 kr. i den samlede indtjening fra vinterhveden. Ved en reduktion til f.eks. 0,65 BI er spredningen stort set uændret. Ifølge

[i] Vælger han derimod at reducere i kombinationen af Zenit og ekstra Amistar + Folicur, vil det koste ham godt 32 kr. pr. ha at nå måltallet (0,2 BI pr. ha x 163 kr. pr. BI = 32,60 kr. pr. ha). Og en reduktion i den første Zenit alene vil koste ham 40 kr. pr. ha (0,2 BI pr. ha x 199 kr. pr. BI = 40 kr. pr. ha).

beregningerne kan planteavleren derfor godt fastholde de to udbringninger i Ritmo og reducere fungicidindsatsen fra 0,9 BI til 0,7 BI. Det vil blot koste ham 10 kr. pr. ha.

Husdyrbrugerens økonomi i Ritmo

Husdyrbrugeren ønsker som nævnt at producere billigt foderhvede til sine husdyr. Derfor drejer det sig i høj grad om at minimere produktionsomkostningernes størrelse ved foderdyrkningen. Tabel 4 viser rentabilitetsberegninger for en husdyrbruger, der dyrker Ritmo.

Beregningerne viser, at husdyrbrugeren i Ritmo kan producere den billigste hvede med et fungicidforbrug på 0,25 BI Amistar + Folicur og én udbringning (led 7). Med den løsning produceres der 84,4 hkg pr. ha til en gennemsnitlig omkostning på 50,9 kr. pr. hkg. Svampebekæmpelsen har kostet 234 kr. pr. ha og givet et merudbytte på 5,8 hkg pr. ha. Merudbyttet har dermed kostet 40 kr. pr. hkg. Med en større indsats af fungicider koster merudbytterne fra 49 til 73 kr. pr. hkg. Det betyder, at merudbytterne for alle fungicidstrategierne er konkurrencedygtige med indkøbt foderhvede. Er husdyrbrugeren ikke selvforsynende med hvede, kan han derfor tro, at det kan betale sig at gå efter de størst mulige (mer)udbytter. Her er det imidlertid vigtigt, at husdyrbrugeren også tager marginalomkostningerne ved svampebekæmpelsen med i betragtning.

Tabel 4. Rentabilitetsberegning for en husdyrbruger, der dyrker Ritmo. Optimal economy for an animal husbandry farmer using different fungicide strategies in the variety Ritmo.

Forsøgsled/Treatment no.	**1**	**7**	**6**	**4**	**3**	**2**	**5**
Behandlingsindeks (BI)/TFI	-	0,25	0,5	0,65	0,9	1,3	0,9
Antal udbringninger/No. of appl.	-	1	1	2	2	2	3
Udbytte/Yield	----------			Hkg pr. ha		----------	
Kerneudbytte/Grain yield	78,6	84,4	85,6	86,9	87,9	87,7	88,0
Merudbytte/Yield increase	-	5,8	7,1	8,3	9,4	9,1	9,4
Omkostninger/Costs	----------			Kr. pr. ha		----------	
Fungicidomkostninger/Fungicide costs	-	114	229	214	329	429	329
Udbringningsomkostninger/Appl. costs	-	120	120	240	240	240	360
Svampebekæmpelse i alt/Fungicide total	-	234	349	454	569	669	689
Foderpriser	----------			Kr. pr. hkg		----------	
Gennemsnitsomkostninger/Average cost	51,7	**50,9**	51,5	52,0	52,6	53,9	54,0
Standardafvigelse på samlede omkostninger /St.dev.	*8,3*	*8,0*	*8,2*	*7,3*	*7,5*	*8,2*	*7,4*
Gns. omk. for merudbyttet/Avg. costs for yield inc.	-	40	49	55	61	73	73
Marginalomkostninger/Marginal costs							
Første 0,25 BI Amistar + Folicur		**40**	x	x	x		x
Næste 0,25 BI Amistar + Folicur			92		108		
Første 0,4 BI Zenit				88	95		
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur					94	x	
Næste 0,4 BI Zenit						-421	
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur							127

Merudbytternes marginalomkostninger

Den billigste Ritmo hvede dyrkes som nævnt med 0,25 BI og én udbringning. Ved at øge fungicidindsatsen til f.eks. 0,5 BI, øges merudbyttet med 1,3 hkg og omkostningerne øges med 115 kr. pr. ha. Det ekstra merudbytte har kostet husdyrbrugeren 92 kr. pr. hkg. Det er en høj marginalomkostning og derfor en rigtig dårlig forretning. Marginalomkostningen er her beregnet som (349-234) kr. pr. ha / (85,6-84,4) hkg pr. ha = 92 kr. pr. hkg.

Marginalomkostningerne for de mest relevante justeringer i strategivalget er vist i tabel 4. Krydset i hver søjle markerer, ligesom i tabel 3, referencegrundlaget for beregningerne. Det fremgår, at de laveste marginalomkostninger er opnået med de første 0,25 BI Amistar + Folicur. Ved et stigende fungicidforbrug øges marginalomkostningerne betydeligt. Den negative marginalindtjening på –421 kr. pr. BI skyldes, at de ekstra 0,4 BI Zenit resulterer i et udbyttefald.

Kun med de første 0,25 BI Amistar + Folicur er marginalomkostningerne ved svampebekæmpelsen lavere end markedsprisen for foderhvede. Ingen af de øvrige fungicid-strategier er derfor rentable for husdyrbrugeren.

I praksis kan der være flere lavdosis strategier at vælge imellem. For at finde den økonomisk optimale strategi, skal husdyrbrugeren søge blandt de strategier, hvor marginal-omkostningerne er lavere end købs- henholdsvis salgsprisen på foderhvede. Med et overskud af foderhvede må marginalomkostningerne ikke overstige den mulige salgspris, og med et underskud af foderhvede må marginalomkostningerne ikke overstige købsprisen.

Sortsvalget for en planteavler

Ved hvededyrkning skal landmanden træffe en lang række vigtige valg. Det gælder f.eks. jordbehandling og gødskning samt ikke mindst sortsvalg og fungicidstrategi. I hierarkiet af beslutninger rangerer sortsvalget højere end valget af en fungicidstrategi. Men muligheden for at bruge en lav fungicidindsats kan være en af de faktorer landmanden inddrager i sortsvalget.

I det følgende vil økonomien og reduktionsmulighederne i hver af de tre typesorter blive vurderet. Først vises i tabel 5 planteavlerens indtjening og fungicidernes marginalindtjening ved forskellige fungicidstrategier i de tre sorter.

I Kris opnår planteavleren den største indtjening med 0,9 BI og tre udbringninger. Her er der en marginalindtjening på 281 kr. pr. BI. Det vil derfor umiddelbart koste planteavleren 56,2 kr. pr. ha (0,2 BI x 281 kr. pr. BI) at nå ned på måltallet i Kris. Foretrækker planteavleren derimod en strategi, hvor hele arealet behandles det samme antal gange på samme tidspunkt og med samme dosis, er løsningen med én gang 0,5 BI Amistar + Folicur det bedste alternativ (led 6). En sådan løsning vil koste planteavleren knap 100 kr. pr. ha, men så har han også reduceret fungicidforbruget fra 0,9 til kun 0,5 BI. Yderligere reduktioner i Kris vil koste henholdsvis 281 og 342 kr. pr. ha.

I Ritmo opnår planteavleren den største indtjening med 0,9 BI og 2 udbringninger, mens den billigste reduktion kan hentes i de ekstra 0,25 BI Amistar + Folicur. Som tidligere vist, vil det her koste ham mindre end 10 kr. pr. ha at komme under måltallet i Ritmo. Yderligere reduktioner vil koste 38 kr. pr. BI.

Stakado er den af sorterne, der kræver det mindste fungicidforbrug. Her vil planteavleren opnå den største indtjening med kun 0,25 BI og én udbringning. Der er ikke

problemer med måltallet, og yderligere reduktioner i Stakado vil koste mere end 1.200 kr. pr. BI. Af alle de afprøvede sorter og strategier er det Stakado med 0,25 BI, der giver den bedste indtjening.

Tabel 5. Rentabilitet for en planteavler ved forskellige fungicidstrategier i typesorter. Profitability for an arable farmer using different fungicide strategies in 3 varieties.

Forsøgsled/Treatment no.	**1**	**7**	**6**	**4**	**3**	**2**	**5**
Behandlingsindeks (BI)/TFI	0	0,25	0,5	0,65	0,9	1,3	0,9
Antal udbringninger/No. of treatments	0	1	1	2	2	2	3
A. KRIS	---------- Kr. pr. ha ----------						
Indtjening/Income	5.954	6.161	6.246	6.237	6.241	6.214	**6.343**
Standardafvigelse på indtjening/St.dev.	*1.001*	*1.115*	*1.089*	*1.039*	*966*	*950*	*1.056*
Marginalindtjening/Marginal income	---------- Kr. pr. BI ----------						
Første 0,25 BI Amistar + Folicur		829	x	x	x		x
Næste 0,25 BI Amistar + Folicur			342		14		
Første 0,4 BI Zenit				190	-15		
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur					123	x	
Næste 0,4 BI Zenit						-66	
Tidlig 0,4 BI Zenit + Tidlig 0,25 BI Amistar + Folicur							281
B. RITMO	---------- Kr. pr. ha ----------						
Indtjening/Income	5.813	6.214	6.240	6.311	**6.320**	6.218	6.264
Standardafvigelse på indtjening/St.dev.	*1.035*	*1.085*	*1.115*	*1.017*	*1.039*	*1.096*	*1.007*
Marginalindtjening/Marginal income	---------- Kr. pr. BI ----------						
Første 0,25 BI Amistar + Folicur		1.603	x	x	x		x
Næste 0,25 BI Amistar + Folicur			105		38		
Første 0,4 BI Zenit				241	199		
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur					163	x	
Næste 0,4 BI Zenit						-256	
Tidlig 0,4 BI Zenit + Tidlig 0,25 BI Amistar + Folicur							76
C. STAKADO	---------- Kr. pr. ha ----------						
Indtjening/Income	6.045	**6.359**	6.350	6.308	6.344	6.266	6.314
Standardafvigelse på indtjening/St.dev.	*825*	*971*	*953*	*942*	*926*	*847*	*967*
Marginalindtjening/Marginal income	---------- Kr. pr. BI ----------						
Første 0,25 BI Amistar + Folicur		1.256	x	x	x		x
Næste 0,25 BI Amistar + Folicur			-38		143		
Første 0,4 BI Zenit				-127	-15		
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur					-24	x	
Næste 0,4 BI Zenit						-194	
Tidlig 0,4 BI Zenit + Tidlig 0,25 BI Amistar + Folicur							-70

For planteavleren medfører udbyttevariationerne en stor spredning i den samlede indtjening fra hveden. For alle tre sorter gælder det imidlertid, at planteavlerens valg af fungicidstrategi kun har begrænset effekt på spredningen i indtjeningen. Anderledes forholder det sig med

spredningen imellem sorterne. Her er der en signifikant forskel på standardafvigelserne. I det aktuelle eksempel er der således ikke tvivl om, at det er Stakado, som giver planteavleren den mest stabile indtjening - både ved sammenligning efter sort og efter strategi.

Timeløn og kvælstofnormer

Skulle planteavleren vælge at dyrke Stakado, er der dog ingen garanti for et lavere fungicidforbrug. Det gælder således, at der i Stakado kun er ubetydelig forskel på indtjeningen i de forskellige strategier. Det vil f.eks. kun koste planteavleren 15 kr. pr. ha at øge fungicidforbruget fra 0,25 BI til 0,9 BI. En yderligere rabat på kun 25 kr. pr. BI ville i øvrigt gøre et sådant (over)forbrug økonomisk optimalt. Selvom indtjeningen stort set er ens i de forskellige strategier, må det formodes, at der er stor forskel på, hvor meget tid planteavleren ønsker at bruge til svampebekæmpelsen. Det kan således beregnes, at timelønnen for svampebekæmpelse i Stakado i takt med, at fungicidforbruget øges, vil blive reduceret fra godt 1.000 kr. pr. time til 118 kr. pr. time.

I mange tilfælde har kvælstofnormerne en ikke ubetydelig indflydelse på sortsvalget. Det gælder, at brødhvedesorter, som f.eks. Kris og Ritmo, udløser en ekstra kvælstofnorm på 30 kg N pr. ha. Hvis planteavleren af den grund vælger Ritmo i stedet for Stakado, kan det beregnes, at den ekstra norm, alt efter valg af strategi, har kostet ham mellem 1,30 kr. og 4,80 kr. pr. kg N. Hvilket kan være til fordel for Ritmo.

Sortsvalget for en husdyrbruger

Som tidligere nævnt, ønsker husdyrbrugeren at dyrke hvede til opfodring på bedriften. Tabel 6 viser foderpriser og marginale foderomkostninger ved forskellige fungicidstrategier i de tre sorter.

Det fremgår, at den billigste Kris hvede med en gennemsnitsomkostning på 50,7 kr. pr. hkg kan produceres uden brug af svampebekæmpelse. Med brug af 0,25 BI Amistar + Folicur kan der frembringes et merudbyttet på 3,8 hkg pr. ha til en marginalomkostning på 62 kr. pr. hkg.

I Ritmo kan husdyrbrugeren dyrke den billigste foderhvede med brug af en enkelt gang 0,25 BI Amistar + Folicur. Udbyttet har her i gennemsnit kostet 50,9 kr. pr. hkg, og merudbyttet ved denne behandling har kostet 40 kr. pr. hkg. Med en yderligere indsats på 0,25 BI kan der produceres 1,2 hkg hvede til en pris af 92 kr. pr. hkg.

Den billigste foderhvede overhovedet kan husdyrbrugeren producere i Stakado med brug af 0,25 BI Amistar + Folicur. Gennemsnitsprisen er her 50 kr. pr. hkg, og merudbyttet har kostet 48 kr. pr. hkg. En yderligere indsats af fungicider vil ikke være interessant, da de ekstra merudbytter i Stakado vil koste fra 132 kr. pr. hkg og opefter, jf. de beregnede marginalomkostninger.

Der er tydeligvis ikke den store forskel i de gennemsnitlige produktionsomkostninger, idet omkostningerne uanset sort og strategi ligger i et interval fra 50 til 54 kr. pr. hkg. For de økonomisk interessante strategier alene ligger de i intervallet 50,0 og 51,5 kr. pr. hkg. Til gengæld påvirkes spredningen i de gennemsnitlige produktionsomkostninger af sortsvalget.

Tabel 6. Rentabilitet for en husdyrbruger ved forskellige fungicidstrategier i typesorter. Profitability for an animal husbandry farmer using different fungicide strategies in 3 varieties.

Forsøgsled/Treatment no.	**1**	**7**	**6**	**4**	**3**	**2**	**5**
Behandlingsindeks (BI)/TFI	0	0,25	0,5	0,65	0,9	1,3	0,9
Antal udbringninger/No. of appl.	0	1	1	2	2	2	3
Omk. til svampebekæmpelse (kr. pr. ha)/Costs	0	234	349	454	569	669	689
A. KRIS	---------- hkg pr. ha ----------						
Kerneudbytte/Grain yield	80,0	83,8	85,7	86,1	87,1	87,7	88,8
Standardafvigelse på kerneudbytte/St.dev.	*10,5*	*11,7*	*11,5*	*10,9*	*10,2*	*10,0*	*11,1*
	---------- kr. pr. hkg ----------						
Gennemsnitsomkostninger/Costs	50,7	51,2	**51,5**	52,4	53,1	53,9	53,5
Standardafvigelse på gns. omk./St.dev.	*7,7*	*8,3*	*7,9*	*7,6*	*7,0*	*7,0*	*7,6*
Marginalomkostninger/Marginal costs							
Første 0,25 BI Amistar + Folicur		**62**	x	x	x		x
Næste 0,25 BI Amistar + Folicur			**61**		114		
Første 0,4 BI Zenit				97	156		
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur					102	x	
Næste 0,4 BI Zenit						178	
Tidlig 0,4 BI Zenit + Tidlig 0,25 BI Amistar + Folicur							91
B. RITMO	---------- hkg pr. ha ----------						
Kerneudbytte/Grain yield	78,6	84,4	85,6	86,9	87,9	87,7	88,0
Standardafvigelse på kerneudbytte/St.dev.	*10,9*	*11,4*	*11,7*	*10,7*	*10,9*	*11,5*	*10,6*
	---------- kr. pr. hkg ----------						
Gennemsnitsomkostninger/Costs	51,7	**50,9**	51,5	52,0	52,6	53,9	54,0
Standardafvigelse på gns. omk./St.dev.	*8,3*	*8,0*	*8,2*	*7,3*	*7,5*	*8,2*	*7,4*
Marginalomkostninger/Marginal costs							
Første 0,25 BI Amistar + Folicur		40	x	x	x		x
Næste 0,25 BI Amistar + Folicur			92		108		
Første 0,4 BI Zenit				88	95		
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur					94	x	
Næste 0,4 BI Zenit						-421	
Tidlig 0,4 BI Zenit + Tidlig 0,25 BI Amistar + Folicur							127
C. STAKADO	---------- hkg pr. ha ----------						
Kerneudbytte/Grain yield	81,0	85,9	86,8	86,8	88,2	88,2	88,5
Standardafvigelse på kerneudbytte/St.dev.	*8,7*	*10,2*	*10,0*	*9,9*	*9,7*	*8,9*	*10,2*
	---------- kr. pr. hkg ----------						
Gennemsnitsomkostninger/Costs	50,1	**50,0**	50,8	52,0	52,5	53,6	53,7
Standardafvigelse på gns. omk./St.dev.	*6,0*	*6,8*	*6,6*	*6,7*	*6,5*	*6,0*	*7,0*
Marginalomkostninger/Marginal costs							
Første 0,25 BI Amistar + Folicur		48	x	x	x		x
Næste 0,25 BI Amistar + Folicur			132		85		
Første 0,4 BI Zenit				235	156		
Første 0,4 BI Zenit + Næste 0,25 BI Amistar + Folicur					147	x	
Næste 0,4 BI Zenit						4.000	
Tidlig 0,4 BI Zenit + Tidlig 0,25 BI Amistar + Folicur							176

Den mindste spredning på omkring 6 kr. pr. hkg findes i Stakado (12-13 pct.). I Kris og Ritmo er spredningen derimod på 7,9-8,3 kr. pr. hkg (15-16 pct.).

Det har ikke i det aktuelle forsøg været rentabelt for husdyrbrugeren at benytte mere end én udbringning og ej heller at benytte Zenit ved en tidlig sprøjtning. Baseret på tallene fra år 2000 burde det ikke være noget problem for husdyrbrugeren, uanset valg af sort, at holde sig under måltallet på 0,7 BI.

I det aktuelle eksempel synes Stakado at være det bedste valg for husdyrbrugeren. Med Stakado kan han producere den billigste hvede med størst mulig sikkerhed på pris og udbytte (mindste standardafvigelse). Hertil kommer, at Stakado har ydet 1,5 - 2,0 hkg mere pr. ha. Disse ekstra hkg har kostet ca. 50 kr. pr. hkg og kan erstatte køb af foderhvede til f.eks. 80 kr. pr. hkg.

Kernekvalitet

Et af formålene med at anvende fungicider kan være at øge eller stabilisere kerneudbyttet. Men også kernekvaliteten kan påvirkes af svampebekæmpelsen, bl.a. er der i 1999 og 2000 set et fald i proteinindhold og faldtal efter svampebekæmpelse. Det gælder dog, at der normalt er store årsvariationer i kernekvaliteten, og at valget af fungicidstrategi i praksis kun har en lille betydning for afregningsprisen (Jørgensen *et al.*, 2001).

I det aktuelle eksempel har det kunnet konstateres, at valget af fungicider og forbrugets størrelse i høj grad har kunnet øge men ikke stabilisere kerneudbyttet. Da der kun er blevet registreret kornvægt og proteinindhold på nogle få af lokaliteterne, er det vanskeligt at sige noget generelt om kvaliteten af kerneudbytterne. Der er kun målt små kvalitetsforskelle for de forskellige strategier, men tendensen fra andre forsøg er bekræftet. I Ritmo og Stakado er det højeste proteinindhold således opnået i de ubehandlede led samt med én gang 0,25 BI Amistar + Folicur.

Spredningen mellem år

Det er velkendt, at årsvariationerne i udbytterespons ved svampebekæmpelse kan variere betydeligt over årene. De erfaringer, der er draget fra et forsøgsår, kan således ikke umiddelbart anvendes på andre år. Generelt ved man, at den endelige fungicidstrategi først kan fastlægges i løbet af vækstsæsonen, bl.a. ved brug af PC-Planteværn (Henriksen *et al.*, 2000). Analyser af tidligere forsøgsdata giver dog et godt udgangspunkt, når der skal vælges sort, samt når overordnede bekæmpelsesstrategier skal planlægges og vurderes. Det bedste vurderingsgrundlag er, hvis flere års resultater kan inddrages. I det følgende er vurderet på 2 års forsøg med svampebekæmpelse i Stakado og Ritmo, i alt 57 forsøg, for at få et indblik i betydningen af årsvariationerne.

Resultater fra landsforsøgene "Vinterhvedesorter med og uden bladsvampe-bekæmpelse" i 1999 og 2000 bekræfter, at Stakado giver nogle lidt større og mere stabile udbytter end Ritmo. Både i de enkelte år og for de to år som helhed er udbytterne således størst og spredningen mindst i ubehandlet såvel som behandlet Stakado (tabel 7).

Tabel 7. Kerneudbytte i Ritmo og Stakado med og uden svampebekæmpelse i 1999 og 2000. Grain yield in Ritmo and Stakado with and without fungicide treatments in 1999 and 2000.

Forsøgsår	1999	2000	I alt	1999	2000	I alt
Antal forsøg/No. of trials	*37*	*20*	*57*	*37*	*20*	*57*
	---------- Hkg pr. ha ----------					
	------- **Ubehandlet** -----			-------- **Behandlet** [1] -------		
	---------Untreated--------			------Fungicide treated-----		
RITMO						
Kerneudbytte/Yield	62,4	76,1	67,2	76,8	86,6	80,3
Standardafvigelse	*17,3*	*15,2*	*17,7*	*17,7*	*14,7*	*17,2*
STAKADO						
Kerneudbytte/Yield	68,4	77,7	71,7	77,9	87,5	81,3
Standardafvigelse	*15,3*	*13,9*	*15,4*	*15,8*	*13,5*	*15,6*

Kilde: Landsforsøgene (1999), tabel 46, side 48 samt Landsforsøgene (2000), tabel 44, side 43.

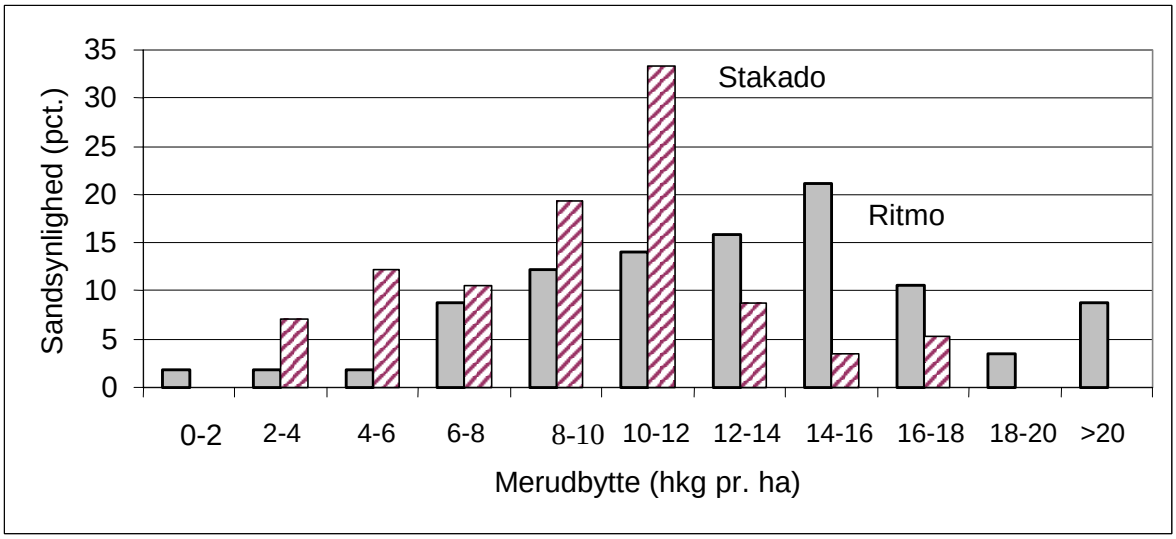
[1] 1999: 0,15 l Mentor, 0,25 l Amistar + 0,2 l Corbel, Behandlingsindeks 0,75 BI.
2000: 0,3 l Folicur EW 250, 0,2 l Amistar + 0,2 l Folicur EW 250.

Det fremgår også, at der er store årsvariationer i udbytterne i de to sorter. I behandlet Ritmo øges det gennemsnitlige kerneudbytte fra 76,8 i 1999 til 86,6 hkg i 2000. En stigning på 9,7 hkg. I modsætning hertil er merudbyttet ved svampebekæmpelsen reduceret med 4,1 hkg. For Stakado er kerneudbyttet tilsvarende øget med 9,6 hkg, men her er det gennemsnitlige merudbytte stort set uændret. Standardafvigelserne for de to år tilsammen bekræfter, som det også fremgår af strategiforsøgene 2000, at der ikke er nogen væsentlig forskel på udbyttevariation mellem ubehandlede og behandlede led.

Merudbytternes fordeling

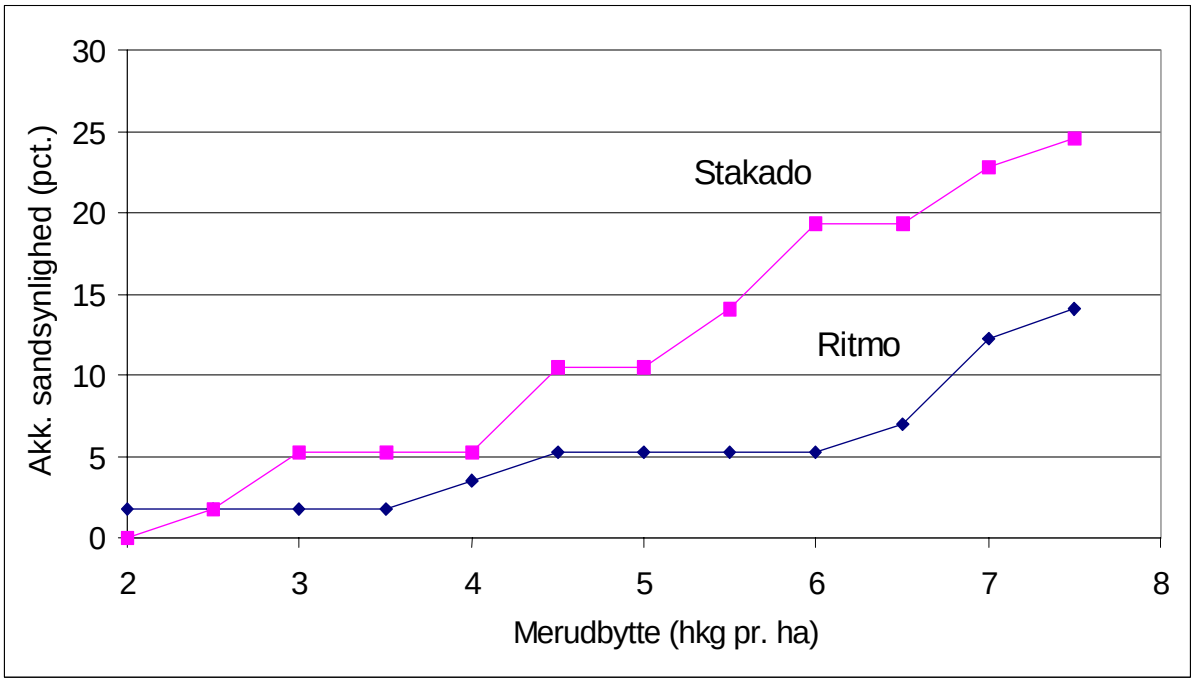
Figur 1 viser fordelingen af merudbytter ved moderat svampebekæmpelse i 1999 og 2000 i henholdsvis Stakado og Ritmo. Som det fremgår, er der en skævdeling mellem de 2 sorter. I Stakado er der en langt større sandsynlighed for et lavere merudbytte ved bekæmpelse sammenlignet med Ritmo. Mens mere end 10 pct. af forsøgene med Ritmo har givet mere end 18 hkg pr. ha, er der ingen af forsøgene i Stakado, som har givet samme høje merudbytter.

Figur 2, der bygger på 57 forsøg, viser den akkumulerede fordeling af merudbytter ved moderat svampebekæmpelse i 1999 og 2000. Figuren skal læses på den måde, at ved en "udgift" til svampebekæmpelse svarende til 5 hkg pr. ha er der omtrent 5 pct. sandsynlighed for, at man ikke får sine udgifter dækket i Ritmo. I Stakado er der tilsvarende ca. 10 pct. sandsynlighed for, at man ikke får udgifterne til svampebekæmpelsen dækket. De to kurveforløb viser klart, at der bør sprøjtes mindre i Stakado end i Ritmo.



Kilde: Landsforsøgene, Landbrugets Rådgivningscenter (2000).

Figur 1. Fordeling af merudbytter ved moderat svampebekæmpelse i 1999 og 2000. Distribution of yield increases following moderate fungicide control in 1999 and 2000.



Kilde: Landsforsøgene, Landbrugets Rådgivningscenter (2000).

Figur 2. Akkumuleret sandsynlighed for økonomisk rentable merudbytter ved moderat svampebekæmpelse i 1999 og 2000. Accumulated distribution of yield increases from moderate disease control in 1999 and 2000.

Konklusion

Der er i denne artikel blevet analyseret på økonomien og udbyttevariationerne ved forskellige fungicidstrategier i tre hvedesorter på baggrund af en forsøgsserie i år 2000 (8 forsøg). Analyserne er udført på et begrænset baggrundsmateriale og kan derfor ikke bruges til håndfaste konklusioner. Hovedvægten er derimod lagt på de elementer, det er vigtigt at inddrage ved økonomiske vurderinger af fungicidstrategier. I det følgende er delkonklusionerne trukket frem:

Landmandstyper: Beregnede eksempler har vist, at landmændenes forskellige forudsætninger og formål med hvededyrkningen må inddrages og vurderes i valget af en fungicidstrategi. Det optimale behandlingsindeks (BI) på forskellige bedriftstyper varierer betydeligt. Planteavleren kan tydeligvis tillade sig et højere fungicidforbrug end husdyrbrugeren.

Marginalbetragtninger: Forskellige marginalbetragtninger er blevet illustreret. Med beregning af fungicidernes marginalindtjening [kr. pr. BI] har det været muligt at bestemme den økonomisk optimale fungicidanvendelse samt de billigste reduktionsmuligheder for planteavleren. Den største marginalindtjening er opnået med de mindste doser, og der er en tydeligt aftagende marginalindtjening ved et øget fungicidforbrug. Ved beregning af merudbytternes marginalomkostninger [kr. pr. hkg] kan husdyrbrugeren bestemme den økonomisk optimale fungicidanvendelse og dermed undgå at producere nogle meget dyre ekstra foderenheder.

Måltallene: Resultaterne for år 2000 har vist, at husdyrbrugeren ikke vil have problemer med at holde sig under måltallet på 0,7 BI. For planteavleren er det derimod kun Stakado, som har et økonomisk optimalt fungicidforbrug under måltallet. Det vil koste planteavleren henholdsvis 60 kr. og 10 kr. pr. ha også at komme under måltallet i Kris og Ritmo.

Risiko: Standardafvigelsen har været benyttet til at indikere spredningen og dermed risikoen for store udsving på kerneudbyttet, indtjeningen og produktionsomkostningerne i hveden. Det har kunnet konstateres, at reducerede doseringer ikke har medført øgede udbytte-variationer. Det har heller ikke i de aktuelle forsøg givet en øget sikkerhed at øge fungicidindsatsen ud over det økonomisk optimale.

Sortsvalget: Der er set en betydelig forskel på sorternes økonomi og udbyttevariationer. Stakado med den gode sygdomsresistens har givet de mest stabile udbytter. Stakado er et eksempel på, at det er muligt ved et aktivt sortsvalg på en og samme tid at reducere fungicidforbruget, forbedre økonomien og reducere udbyttevariationerne. Det er således tydeligt, at sortsvalget kan spille en stor rolle i de fortsatte reduktionsbestræbelser. Stakado ser ud til at være et godt valg.

Litteratur

Pedersen CÅ. 2000. Oversigt over Landsforsøgene 2000. Landsudvalget for Planteavl.

Pedersen CÅ. 1999. Oversigt over Landsforsøgene 1999. Landsudvalget for Planteavl.

Danmarks JordbrugsForskning og Landskontoret for Planteavl. 2000. Vejledning i Planteværn. Landskontoret for Uddannelse.

Henriksen KE, Jørgensen LN, Jensen KF & Nielsen GC. 2000. Justeringer af PC-Planteværns sygdomsmodeller og doseringer baseret på forsøg. 17. Danske Planteværnskonference, DJF rapport nr. 24, 59-76.

Jørgensen LN, Høyer MD & Nielsen GC. 2001. Fungicidbehandlingers indflydelse på kvalitetsparametre i korn. 18. Danske Planteværnskonference, DJF rapport.

Landbrugets Rådgivningscenter. 2000. Håndbog i Plantedyrkning 2000. Landbrugsforlaget.

Landbrugets Rådgivningscenter. 2000. Håndbog til Driftsplanlægning 2000. Landbrugsforlaget.

Landbrugets Rådgivningscenter. 2000. Tabelbilag til Landsforsøgene 2000.

Resistens mod gulrust i hvede – datakilder, effekt og formidling

Resistance against yellow rust in wheat – data sources, effects and communication

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

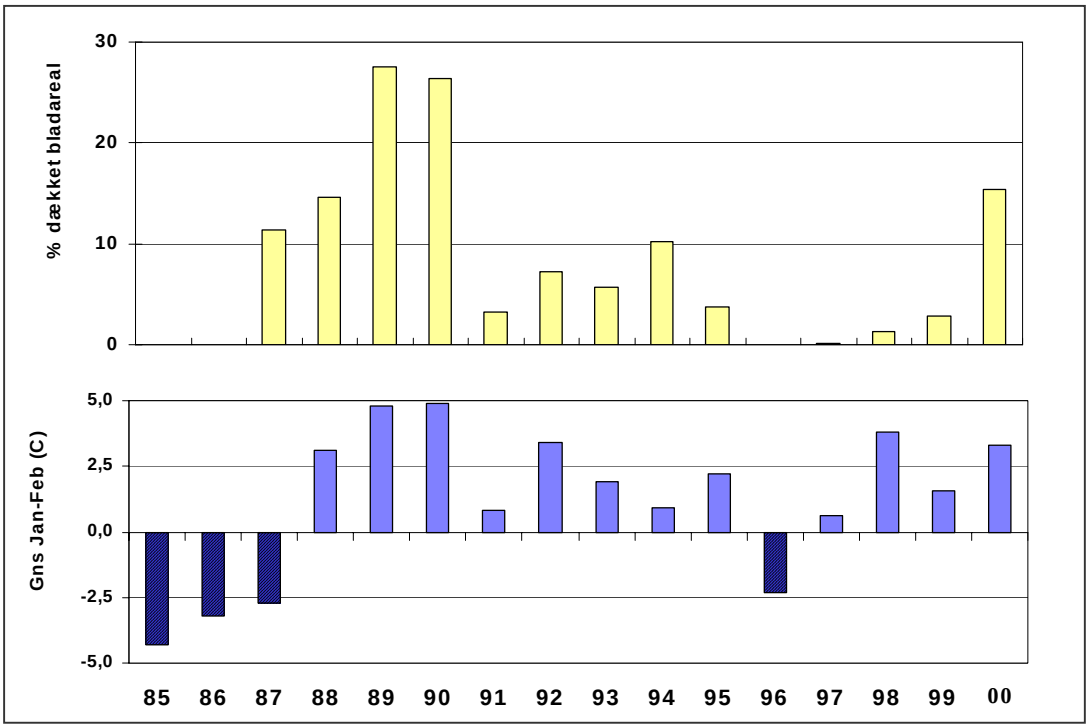
Summary

Wheat yellow rust (*Puccinia striiformis f.sp. tritici*) is a destructive pathogen in most wheat growing areas including Northwest Europe. In Denmark, the occurrence of yellow rust on specific wheat varieties depends mainly on weather conditions during winter, host resistance (R-genes and level of partial resistance), and genetic composition of the pathogen population. This paper deals with investigations for determining host resistance in Danish grown winter wheat varieties, the effect of the different sources of resistance and the implementation of results in the general crop protection recommendations and in specific decision support systems such as PC Plant Protection.

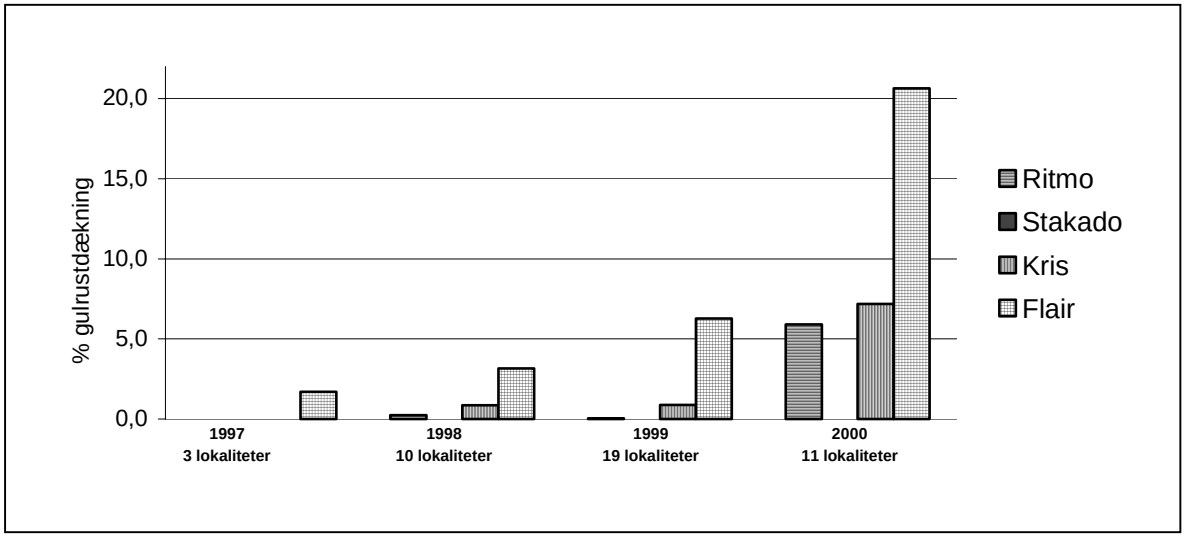
Indledning

I foråret 2000 blev der under Pesticidhandlingsplan II iværksat et forsknings- og udviklingsprojekt, som havde til formål at forbedre vejledningsgrundlaget for brug af sygdomsresistente sorter: ”Resistens mod blad- og frøbårne sygdomme i korn”. Projektet består af 10 delprojekter, hvoraf 2 direkte handler om forskellige aspekter af resistens mod gulrust i hvede: påvisning af specifikke resistensgener samt smitteforsøg i marken. Dette indlæg har til formål at beskrive, hvordan resultaterne fra disse undersøgelser kombineres med resultater fra beslægtede aktiviteter som Observationsparceller og Virulensundersøgelser (Hovmøller, 2001), og tilsammen udgør grundlaget for gruppering af sorterne med hensyn til resistens i PC-Planteværn. De samlede resultater er ligeledes et vigtigt element i den generelle vejledning i plantebeskyttelse.

Gulrustangreb forårsages af den parasitiske svamp *Puccinia striiformis* f.sp. *tricici*, som udelukkende formerer sig ukønnet (Manners, 1988). Den findes i store dele af den tempererede del af verden men forekommer også udbredt i områder med kølige vintre og varme somre i Mellemøsten, Asien og Afrika (Stubbs, 1985; Johnson, 1992). I områder med kolde vintre kan der være stor årsvariation for forekomst af gulrust på de enkelte sorter. I Danmark er der specielt to forhold, som har betydning: gennemsnitlig temperatur i januar og februar (Christensen, 1992; Hovmøller, 2001) og sortens resistens.



Figur 1. Gulrust på Anja i Observationsparceller 1985-2000 sammenholdt med gennemsnitstemperaturen i januar og februar (modificeret efter Hovmøller, 2001). Yellow rust on wheat variety Anja (% leaf cover) in naturally infected and unsprayed Observation plots in Denmark 1985-2000, compared with the average temperature in January and February.



Figur 2. Gulrust på Ritmo, Stakado, Kris og Flair i Observationsparceller 1997-2000. Yellow rust (% leaf cover) on four varieties in naturally infected and unsprayed Observation plots in Denmark 1997-2000.

Svampens biologi, sorternes resistens og de klimatiske forhold har alle indflydelse på svampens genetiske diversitet på et givet tidspunkt i et givet område; denne diversitet er ringe sammenlignet med genetisk variation i andre svampe (Justesen & Hovmøller, 1999). I den

danske virulensovervågning blev der kun observeret mellem to og otte forskellige patotyper (virulens kombinationer) i de enkelte år mellem 1991 og 1999 (Hovmøller, 1993; Hovmøller, 2001). Der var stor forskel i frekvensen af patotyperne: den hyppigste i perioden 1991-1995 (bl.a. virulent på Sleipner) blev ikke observeret mellem 1997 og 2000, og omvendt blev de to hyppigste i perioden 1997-2000 (bl.a. virulente på Hussar og Brigadier) ikke fundet før 1997. Som konsekvens heraf kan effekten af den enkelte sorts resistens (evne til at forebygge gulrust) være endog meget forskellig fra år til år og fra sted til sted.

Gulrust spredes med sporer, der enten overføres fra plante til plante ved direkte berøring, eller de transporteres med luftmasserne over længere afstande, hvorved smitten overføres fra den ene mark til den anden og potentielt fra den ene geografiske region eller land til et andet (Zadoks & Bouwman, 1985; Hermansen, 1978). De nyeste undersøgelser med anvendelse af genetiske fingeraftryk (molekylære markører) har vist, at de samme kloner af gulrust (isolater med ens fingeraftryk) bliver spredt over store dele af Nordvesteuropa (Justesen & Hovmøller, 1999; Hovmøller *et al.,* 2001). De første patotyper med *Yr17* virulens blev opdaget i England i 1994 men først fundet i Danmark, Frankrig og Tyskland i 1997 (*Bayles et al.,* 2000).

I denne artikel fokuseres på to typer smitteforsøg: (1) Postulering af resistensgener ved hjælp af småplanter af dyrkede sorter og differentialsorter (med kendt indhold af resistens) i væksthus, samt (2) Undersøgelse af niveau af partiel resistens ved hjælp af voksne planter under markforhold. Resultaterne fra markforsøgene bruges ofte direkte i rådgivningen, men som det vil fremgå i det følgende, kan niveau af partiel resistens kun estimeres, såfremt indhold af resistensgener er kendt. Resultater fra markforsøgene bør også analyseres i sammenhæng med resultater fra Virulensovervågningen og Observationsparcellerne, og også tilsvarende udenlandske forsøg.

Materiale og metode

Der er anvendt data, som i resume er offentliggjort i Sortsforsøg publikationerne fra 1996 til 2000 (Anonym, 1996-2000); der indgår tillige upublicerede data fra Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg. I væksthusforsøget (I) blev der smittet med 11 forskellige patotyper af forskellig oprindelse, og resultaterne opgjort efter 14-17 dage som infektionstyper mellem 0 og 9 (McNeal *et al.,* 1971). Infektionstyper fra 0-6 blev klassificeret som avirulente interaktioner mellem svamp og vært, og 7-9 som virulente (med omfattende sporulering) under den antagelse, at hvede og gulrust følger det velkendte gen-for-gen system (Flor, 1956).

I markforsøget (II) blev sorterne udsået i 3 x 3 gentagelser i small-plots (1 m x 1 m), idet hvert sæt gentagelser blev smittet med hver sin patotype. Samlet blev der anvendt 5 patotyper i 1999 og 2000. Procent dækket bladareal blev registreret på 4 tidspunkter fra medio maj til begyndelsen af juli. Resultater er opgjort dels som overordnet gennemsnit for de 4 bedømmelsestidspunkter og 3 gentagelser, dels som maksimalt angreb for den pågældende sort (gns over 3 gentagelser).

I 1999-2000 undersøgtes i alt 112 hvedesorter og forædlingslinier; der er i denne sammenhæng fokuseret på de 8 mest anvendte sorter i 1999 og 2000 svarende til ca. 90% af

hvedearealet i vækstsæsonen 2000-2001.

Resultater og diskussion

Epidemisk udvikling af gulrust?

RISIKOEN for epidemiske angreb af en given sygdom i en given mark afhænger af: 1) sandsynligheden for at der i marken lander sporer, som er virulente på den pågældende sort, 2) hvornår i vækstsæsonen det sker, 3) vejrforhold i den resterende del af vækstsæsonen og 4) sortens niveau af partiel resistens. Den enkelte planteavler kan ved valg af sort direkte påvirke 1) og 4) og har dermed selv indflydelse på, hvilken smitterisiko han/hun er villig til at løbe. Sandsynligheden for forekomst af virulente sporer afhænger af virulens-frekvensen i relation til sortens indhold af resistensgener, og niveauet af partiel resistens varierer over hele skalaen fra næsten 100% effektiv resistens til det modsatte. Når marken er tilsået, og angreb ER konstateret, er det primært den partielle resistens og vejret i den resterende del af vækstsæsonen, der har betydning for angrebets videre udvikling.

Påvisning af resistensgener

Tabel 1 viser sygdomsreaktionerne (infektionstyper mellem 0 og 9) for 11 sorter med overvejende kendt indhold af gulrustresistens (differentialsorter), og 9 sorter hvor resistensgrundlaget blev undersøgt. Der blev anvendt 11 gulrustisolater af forskellig oprindelse; de havde vidt forskellig virulensspektrum: isolaterne 75/30 og 87/11 (af engelsk oprindelse, indsamlet henholdsvis 1975 og 1987) havde eksempelvis kun hver et virulensgen, mens det mest komplekse isolat 70/99 (indsamlet på Lynx, Danmark, 1999) var virulent overfor syv af de 10 anførte resistensgener.

I princippet kan resistensgener ikke påvises ved smitteforsøg baseret på vært-patogen interaktioner; man forsøger i stedet at afvise tilstedeværelsen af så mange gener som muligt. Der anvendes isolater af forskellig oprindelse (sort/år/sted) og af forskellig patotype: Såfremt en given sort er modtagelig overfor et givet isolat (det vil sige, at isolatet har virulensgener, som korresponderer til sortens resistensgener), fokuserer man på hvilke ***virulensgener,*** det pågældende isolat ikke har, det vil sige hvilke ***avirulensgener,*** det har (se tabel 1). En sort, som er fuldt modtagelig overfor et givet isolat, kan ikke besidde resistensgener, som korresponderer til isolatets *avirulensgener*.

Et eksempel: Ritmo reagerer med infektionstype 8 (massiv sporulering), når den smittes med isolat 72/94, der har **virulens** mod *Yr1, Yr2* og *Yr9* (samt **avirulens** mod *Yr4, Yr6, Yr7, Yr8, Yr17* og *CV*). Isolat 72/94 viser altså, at Ritmo ikke kan have *Yr4, Yr6, Yr7, Yr8, Yr17* eller *CV*. Efter smitte med hver af de 11 isolater, er der blot to gener, som ikke kan udelukkes: *Yr1* og *Yr2*. Derudover kan *Yr2* ikke være til stede i fravær af *Yr1*, idet Ritmo så ville have været modtagelig overfor isolaterne 98/603 og 01/95. Da der ikke er noget i Ritmos afstamning, der antyder, at *Yr2* er til stede, og da den samtidig har samme mønster for infektionstype (på tværs af isolater) som differentialsorten Chinese166 (der kun besidder *Yr1*), er konklusionen, at Ritmo har *Yr1* resistens. På lignende måde drages der konklusioner for resistensgener i øvrige sorter. I tilfælde af, at der påvises en resistens, som ikke har været repræsenteret i differentialsættet, kan

resistensen ikke henføres til et navngivet resistensgen. Det gælder f.eks. for Stakado; ingen af de anvendte isolater var virulente på Stakado, og konklusionen er derfor, at Stakado har en resistens som p.t. er ukendt; det kan ikke udelukkes, at den ukendte resistens er kombineret med *CV*-resistens.

Tabel 1. Vekselvirkning mellem 11 isolater, 11 differentialsorter med kendt resistens og 9 sorter med ukendt resistens. Kolonnerne til højre angiver hvilke gener, der med sikkerhed kan udelukkes i de enkelte sorter samt hvilke gener, der sandsynligvis er til stede. Isolater med * har været med i smitteforsøg i marken i et eller flere år i perioden 1996-2000. Interactions between 11 yellow rust isolates, 11 differential varieties and nine selected varieties. The columns to the right indicate which genes cannot be present in the individual variety, which genes may be present, based on this study, and which genes are most likely to be present based on all available information.

Anvendte gulrustisolater og virulens/[avirulens] spektrum

	Sort	87/11 [7, Su; 1, 2, 4, 6, 8, 9, 17, CV]	75/30 [CV; 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 17, Su]	98/603 [6, 7, 8; 1, 2, 4, 9, 17, Su, CV]	24/95 [4, 6, Su, CV; 1, 2, 7, 8, 9, 17]	68/94* [4, 6, 9, Su; 1, 2, 7, 8, 17, CV]	70/99* [1, 2, 4, 6, 9, 17, Su; 7, 8, CV]	08/97* [1, 2, 4, 9, 17, Su; 6, 7, 8, CV]	11/97* [1, 2, 9, 17; 4, 6, 7, 8, Su, CV]	01/95* [2, 4, 9, Su; 1, 6, 7, 8, 17, CV]	72/94* [1, 2, 9; 4, 6, 7, 8, 17, SU, CV]	71/93* [1, 2, CV; 4, 6, 7, 8, 17, Su]	Blanke celler: Genet er ikke tilstede Markerede celler: Genet kan være tilstede Yr1	Yr2	Yr4	Yr6	Yr7	Yr8	Yr9	Yr17	Su	CV	Sandsynlig resistens
Sorter m kendt resistens	Anja	0	7	7	8	9	8	8	8	7	7	7										*u1*
	Chinese 166	0	0	0	0	0	8	7	8	0	7	7c	x										*Yr1*
	Heine VII	0	1c	4-5c	2c	2-3c	9	8	9	8	8	7		x									*Yr2*
	Hybrid 46	0	0	0	7	8	8	9	0-1c	8	1c	0			x								*Yr4*
	HeineKolben	0	0-1c	8	4c	3-4c	7	1-2c	1c	1-2cn	4-5cn	2c		x		x							*Yr6, Yr2*
	Lee	7c	1-2cn	8	2-3cn	2-3cn	2cn	1c	1cn	1cn	cn	1- 3c					x						*Yr7*
	Compair	0	0	7	0	0	0	0-1c	0-1c	0	1c	1c						x					*Yr8*
	Sleipner	0	0	0	1c	9	8	7	7c	9	8	0							x				*Yr9*
	VPM	0	0	1-4c	2-5c	5c	8	8	8	5c	5-6c	4c								x			*Yr17*
	Suwon-Omar	8	0-1	0-1	8	8	8	8	0-1	8	8	0-1									x		*Su*
	Carstens V	0	7-8	2cn	8	5-6c	3-5cn	4-5c	4-5c	6c	5cn	8										x	*CV*
Undersøgte sorter	Ritmo	0	0	0	0	0	8	8	7c	0	8	8	x	x									*Yr1*
	Stakado	0	4c	0-1c	2-3c	5c	3-4c	2c	3c	5c	2-3cn	4c										x	*u2*
	Kris	0	7c	2c	2-4cn	7c	7-8	7-8	7-8	6-7c	6-7c	6-7c											*u3*
	Terra	0	0	0	0	0	7c	7c	7c	0	7c	7c	x	x									*Yr1*
	Cortez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x		x	*u4*
	Lynx	0	0	0	0	3cn	7c	1c	1c	0	0	0-1c		x	x	x			x	x			*Yr6, Yr9, Yr17*
	Pentium	0	0	0	3-4c	5c	8	7c	7c	0-1	3-4c	3-4c								x			*Yr17*
	Flair	0	0	0	0	0	8	9	8	0-1c	9	9	x	x									*Yr1*
	Cartago	8	9	8	9	8	9	8	9	9	9	8											*ingen*

Som kuriosum bemærkes, at 87/11 var avirulent på Anja (infektionstype 0). Det betyder, at Anja besidder et ukendt, specifikt resistensgen overfor gulrust. Resistensgenet har imidlertid ingen praktisk betydning i Danmark (eller andre steder i Nordvesteuropa), idet mere end 99,5% af alle kendte gulrustisolater har den korresponderende virulens. 87/11 gav i øvrigt infektionstype 0 på mere end 95% af de undersøgte sorter; det kunne tyde på tilstedeværelsen af et fælles, ukendt resistensgen i store dele af det nordvesteuropæiske hvedemateriale.

Virulens- og patotypefrekvens i gulrust i Danmark og Nordvesteuropa

Som nævnt i indledningen, er der er sket store ændringer i gulrustpopulationens genetiske sammensætning i Danmark i 1990'erne. Tabel 2 viser resultater fra Danmark og Nordvesteuropa i 1999; resultater fra England og Danmark i 2000 var ikke afgørende anderledes

(data ikke vist). Det ses, at frekvensen af isolater med *Yr17*-virulens er meget højt, og at mange af disse isolater desuden er virulente overfor *Yr1* og *Yr9*; sorter som har *Yr9+17* er dermed potentielt modtagelige (patotype a og b er begge af "Brigadier"-typen). Frekvensen af isolater, som har virulens mod *Yr1, Yr6, Yr9* og *Yr17* (svarende til patotype c; "Lynx"-type), er endnu lav i Danmark men stigende i England.

Tabel 2. Frekvens af gulrust-virulens og gulrust patotyper i Nordvesteuropa i 1999 (modificeret efter Bayles *et al.*, 2000); V= virulent, blank= avirulent. Frequency of yellow rust virulence and yellow rust pathotypes in Northwest Europe in 1999. V designates 'virulence' and blank designates 'avirulence' (modified after Bayles *et al.*, 2000).

		Patotype						Virulensfrekvens* i
Virulens mod		a	b	c	d	e	f	Nordvesteuropa
Yr 1		V	V	V	V	V		høj
Yr 2		V	V	V	V	V	V	høj
Yr 3		V	V	V	V	V		høj
Yr 4		V		V	V	V		medium
Yr 6				V	V		V	medium
Yr 7					V			lav
Yr 8							V	m. lav
Yr 9		V	V	V	V	V		høj
Yr 17		V	V	V	V	V		høj
CV						V		lav
Frekvens af patotype	Danmark	62	25	9				
	Frankrig	81	5				14	
	Tyskland	27				12		
	England	51	5	15	9			

* m. lav: 0-5%; lav: 5-15%; medium: 15-50%; høj: 50-100%

Partiel resistens baseret på markforsøg

Hovedformålet med disse forsøg var at fastlægge niveauet af gulrustresistens i de undersøgte sorter, udover hvad der måtte være af effekt af specifikke resistensgener. Tabel 3 viser i resume resultater fra 1998-2000 med 5 isolater af forskellig oprindelse; af praktiske årsager blev der kun smittet med 3 isolater hvert år. Isolaterne var udvalgt så forventede virulens- og virulenskombinationer i den danske gulrustpopulation var repræsenteret i videst mulig omfang.

Tabel 3. Dyrkede sorters modtagelighed for gulrust baseret på smitteforsøg i marken med i alt 5 isolater samt angreb i Observationsparceller med naturlig smitte. Kolonnerne længst til højre angiver skønnet niveau af partiel resistens og gruppering i PC-Planteværn i 2001. De 5 isolater i smitteforsøgene var indsamlet på henholdsvis Brigadier (i 1997), Lynx (1999), Foreman (1994), Haven (1994) og Kraka (1993). Bedømmelser: Smitteforsøg: Gns= gennemsnit af 12 bedømmelser (4 datoer og 3 gentagelser); max= maksimalt angreb for den pågældende sort (gns over 3 gentagelser); Observationsparceller: Gns= gennemsnit for 11 bedømmelser (lokaliteter); max= maksimum observeret. Yellow rust resistance in commercial wheat varieties, based on inoculated field trials using five isolates 1998-2000, and attack in naturally infected, unsprayed Observation plots. The right columns show level of partial resistance and grouping in PC Plant Protection (0 to 3 where 0 is the most resistant). Disease assessments are shown as percent leaf area infected.

	Smitteforsøg (% dækket bladareal)										Observations-parceller (% dækket bladareal)		Vejledning	
	2000						1998/1999				2000			
Sort og specifik resistens (R-gen)	Brigadier 1997		Lynx 1999		Foreman 1994		Haven 1994		Kraka 1993		Naturlig smitte		Niveau af partiel resistens	PC-Plante-værn
	gns	max	gns	max	gns	max	gns	max	gns	max	gns	max		gruppe (0-3)
Anja (-)	11,0	19,0	11,9	20,0	14,4	24,0	14,5	25,0	15,8	28,1	16,4	50	lav	3
Ritmo (Yr1)	3,4	5,5	8,0	11,7	8,5	12,5	0,8	2,3	3,6	5,0	5,9	30	middel-lav	2
Stakado (?)	0	0	0,01	0,1	0	0,2	0,1	0,5	0,9	2,0	0	0	høj*	1
Kris (?)	14,8	26,7	18,0	30,8	4,5	13,3	5,0	10,0	2,2	6,7	7,2	40	lav	3
Terra (Yr1)	0	0	0,8	1,2	1,8	2,0	0	0	0,2	0,2	0,01	0,1	høj	0
Cortez (?)	1,5	6,7	1,8	7,0	0,5	2,2	0	0	0,01	0	0,1	0,5	?	1
Lynx (Yr6, 9, 17)	0	0	12,3	22,5	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	middel-lav	2
Pentium (Yr17)	3,5	6,7	3,5	6,7	0,3	1,0	0	0	0	0	0,1	0,5	middel	1
Flair (Yr1)	20,9	41,7	23,1	50,0	24,2	37,5	9,9	25,0	10,3	25,0	20,6	50	lav	3

* Middel-lav i engelske forsøg/modtagelig for brunrust

I kolonnerne længst til højre er der foretaget en vurdering af niveau af partiel resistens (syn.: uspecifik resistens eller 'markresistens') baseret på samtlige forsøg (væksthus og mark); længst til højre er grupperingen i PC-Planteværn 2001 angivet. Niveau af partiel resistens i sorter med *Yr1*-resistens (f.eks. Ritmo) vurderes på grundlag af isolater med *Yr1*-virulens; resistensniveauet i sorter med *Yr17*-resistens (f.eks. Pentium) vurderes på grundlag af isolater med *Yr17*-virulens, etc. Den partielle resistens udtrykkes primært på planter efter strækning ("voksne" planter), og den har betydning for, om et begyndende angreb udvikler sig epidemisk eller forbliver på et lavt

niveau (under skadetærsklen). I sorter med lavt niveau af partiel resistens vil et konstateret gulrustangreb i maj-juni ofte udvikle sig kraftigt, hvorimod angreb kun undtagelsesvis vil udvikle sig i sorter med højt niveau af partiel resistens. Niveau af partiel resistens er således en afgørende faktor i PC-Planteværn, hvor vejledningen er baseret på konstateret angreb, dvs. der ER konstateret virulent gulrust i marken.

Som det fremgår af tabel 3, varierer niveauet af partiel resistens meget fra sort til sort f.eks. mellem Ritmo, Terra og Flair, der alle har *Yr1*-resistens. Terra har et højt resistensniveau, Ritmo et moderat-lavt niveau, og Flair har lavt niveau. De højeste resistensniveauer (udover Terra) blev i øvrigt fundet i Stakado og Cortez. Det skal bemærkes, at der er rapporteret om højere angrebsniveauer i Stakado i engelske forsøg. Resistensen i Cortez, der sandsynligvis stammer fra vild hvede, har hidtil haft en helt effektiv resistens i såvel danske som europæiske forsøg, og der er endnu ikke i Danmark fundet isolater, som er virulente på småplanter af Cortez. Ved de første tre bedømmelser i 2000 var Cortez 100% resistent, medens der ved sidste bedømmelse og i samtlige gentagelser forekom relativt kraftige angreb på de øvre blade. En re-isolering viste, at gulrusten på Cortez ikke kunne angribe sorten på ny, og angrebene skyldtes således ikke en ny patotype (smitterace) med virulens på Cortez. Resultaterne antyder, at resistensen i Cortez lokalt kan bryde sammen sent i vækstsæsonen, f.eks. som følge af stressede planter.

Angreb i Observationsparceller 2000 er tillige vist i tabel 3. Det fremgår, at alle sorter, der havde højt angreb i Observationsparcellerne i 2000, også havde højt angreb i smitteforsøgene, medens det modsatte ikke altid var tilfældet, f.eks. Lynx. Det skyldes, at patotyper med virulens mod både *Yr6, Yr9* og *Yr17* (svarende til resistensen i Lynx) enten var fraværende eller var til stede i meget lav frekvens ved de lokaliteter, hvor Observationsparcellerne blev gennemført i 2000. Der findes mange lignende eksempler, såfremt alle 108 sorter inddrages i analysen, og det illustrerer, at smitteforsøgene er en slags "worst case": **såfremt** en given sort bliver udsat for smitte med et isolat af den pågældende, og **såfremt** der er gunstige epidemiske forhold, **så** er det forventede resistensniveau som vist i tabellen. Da der overvejende blev fundet isolater af Brigadier- og Lynx typerne i 1999 og 2000 (se tabel 2), skal resultaterne i de to kolonner længst til venstre i tabel 3 tillægges størst vægt ved vurdering af forventet effekt af sorternes resistens i 2001.

Afsluttende bemærkninger

I slutningen af november og begyndelsen af december 2000 blev der observeret usædvanligt mange tilfælde af gulrust i sorterne Kris, Baltimor og Ritmo specielt på Sjælland og i marker, der var sået i 1. halvdel af september. Gulrusten blev observeret som tilfældigt fordelte foci, der var op til 1-2 m i diameter, det vil sige 3. generation efter primær infektion. En analyse af de gennemsnitlige døgntemperaturer i de pågældende områder viste, at den primære smitte sandsynligvis fandt sted i 1. uge af oktober (uge 40). Uge 40 var karakteriseret ved temperaturer på 10-14°C i døgngennemsnit og vind mellem SØ og SV i 75% af tiden. Uge 39 var endnu varmere og med vind overvejende fra Ø og SØ, medens uge 41 var en del køligere og med vindforhold som i uge 40. Det er p.t. uvist i hvilket omfang, der er tale om "intern"

dansk smitte fra vækstsæsonen 2000, eller der er tale om fjernsmitte fra nabolande. Der er indsamlet prøver fra udvalgte marker; prøverne opformeres og vil blive patotype bestemt inden vækstsæson 2001.

Litteratur

Anonym. 1996-2000. Sortsforsøg, Korn, bælgsæd og olieplanter. Danmarks JordbrugsForskning og Landskontoret for Planteavl (flere årgange).

Bayles RA, K Flath, Hovmøller MS & C.de Vallavieille-Pope. 2000. Breakdown of the *Yr17* resistance to yellow rust of wheat in northern Europe. *Agronomie* 20, 805-811.

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

Flor HH. 1956. The complementary genetic system in flax and flax rust. Adv. Genet. 8, 29-54.

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

Hovmøller MS. 1993. Gulrust på hvede – biologi og sortsresistens. 10. Danske Planteværnskonference. Tidsskrift for Planteavl Specialserie. S-2237, 49-60.

Hovmøller MS. 2001. Disease severity and pathotype dynamics of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in Denmark. Plant Pathology 50 (in press).

Hovmøller MS, Ridout CJ, Justesen AF & Brown JKM. 2001. Long-distance migration of wheat yellow rust clones in Europe causing break-down of disease resistance. *Molecular Ecology* (submitted October 2000).

Johnson R. 1992. Past, present and future opportunities in breeding for disease resistance, with examples from wheat. *Euphytica*, 63, 3-22.

Justesen AF & *Hovmøller MS.* 1999. Virulens- og DNA variation i gulrust på hvede. 16. Danske Planteværnskonference 1999.

Manners JG. 1988. *Puccinia striiformis*, yellow rust (stripe rust) of cereals and grasses. Genetics of Plant Pathogenic Fungi. G. S. Sidhu (ed), 373-387.

McNeal FH, Konzak CF, Smith EP, Tate W & Russel TS. 1971. A uniform system for recording and processing cereal research data. US Agricultural Research Service 42, 34-121.

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

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

Net blotch resistance in spring and winter barley

Resistens mod bladplet i vår- og vinterbyg

Hans O. Pinnschmidt & Mogens S. Hovmøller
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The net blotch resistance of widely grown barley cultivars was studied using data from naturally infected field plots and from inoculated disease nurseries, from multiple years and locations. Data were analysed by two statistical procedures, 1) joint regression (JR) and 2) additive main effect, multiplicative interactive effect analysis (AMMI). Of the total variation for net blotch disease severity, 63-84% could be explained by plant genotype (G, 11 – 69%) and environment (E, 11 – 70%) main effects. Of the remaining variation, 75 – 86% could be explained by highly significant G x E interactions that were due to genotype sensitivity to the mean disease level and/or to specific reactions of individual genotypes in particular environments. The spring barley cultivars Alexis and Bartok and the winter barley cultivars Jolante, Ludo, and Rafiki were identified as cultivars with high levels of net blotch resistance in all environments. JRA and AMMI were useful tools for improving the judgement of varietal resistance performance for breeding and practical disease management purposes.

Introduction

The net blotch disease, caused by *Pyrenophora teres* (conidial stage *Drechslera teres*), is a common disease of barley and occurs wherever the crop is grown in the temperate, humid world (Smedegård-Petersen, 1976). It was widely distributed in Western Europe in the 1970s and early 1980s, where it caused severe yield losses (Skou & Håhr, 1987). The potential damage of net blotch, combined with the increasing concern to minimise the use of fungicides, has increased the interest for varietal resistance to net blotch (The Bichel Committee, 1999). Screening and testing breeding material and commercial cultivars for net blotch resistance are, therefore, an important issue among European breeders and research institutions (Jørgensen *et al.*, 2000). In Denmark, it was part of the Danish Cereal Network (CN) from 1996-2001 and of the Pesticide Action Plan II (PAP). In one of the CN projects, breeding companies and public research institutions set up a collaborative ringtest program, in which barley genotypes were tested in inoculated disease nurseries in multiple years and locations (Hovmøller *et al*., 2000). This collaboration has recently been extended at the international scale.

A problem frequently encountered in resistance screening is the inconsistency in the phenotypic expression of resistance across environments caused by interactions between the

host genotype (G) and the environment (E). This restricts to some extent the efficiency and progress in breeding for higher levels of resistance. It also impairs the farmers' ability to choose cultivars according to their expected resistance performance. E is defined as a set of conditions pertaining to a particular cropping situation on a given location in a given year. This refers to abiotic variables such as soil properties and weather conditions governing crop resistance and disease development as well as biotic variables such as the amount of initial inoculum and the virulence structure of the pathogen population. Interactive E effects may be mainly due to specific virulences in local pathogen populations matching specific resistance genes in the test plant material, or they may be due to the sensitivity of particular cultivars to the overall disease severity level and/or physical conditions at particular environments. G and E main effects on the other hand reflect the mean disease severity levels of the G's across the E's and of the E's across the G's, respectively.

For the proper identification and characterisation of net blotch resistance in variety screening and its efficient use in breeding programmes and disease management schemes, it is convenient to relate its phenotypic expression to G and E main effects and G x E interactions. In this paper, recent information is presented on the net blotch resistance performance of important barley cultivars under field conditions in Denmark. An attempt is made to characterise net blotch resistance using statistical techniques that allow a better understanding and judgement of the performance of cultivars in variable and interacting environments. This aims to improve resistance screening and criteria for selecting promising breeding material as a basis for a successful and efficient breeding for improved net blotch resistance. Another goal is to provide farmers and extension workers with a better basis for designing disease protection strategies in barley.

Materials and methods

Observation plot (OP) surveys

Barley was grown in 1,2 x 10-15 m plots on several sites throughout Denmark in 1994 – 2000. The naturally occurring net blotch severity level was visually assessed as % diseased leaf area on each cultivar from one to several times during the growing season. The mean disease severity per cultivar, site, and year was computed based on data sets displaying substantial net blotch severity levels in susceptible control varieties (Anonymous, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000).

Cereal Network and Pesticide Action Plan II (CN/PAP) disease nursery trials

Barley was grown in 1 x 1 m plots in up to three replications on up to four sites per year (Abed Breeding Foundation, Sejet Plant Breeding, Pajbjerg Foundation, DIAS Research Centre Flakkebjerg) in 1997 – 2000. Each plot consisted of six rows: four central rows with a particular test cultivar and one row on each side with a mixture of susceptible spreader varieties. The plots were artificially inoculated by spreading net blotch infected straw after crop emergence. The % net blotch severity was visually assessed in each plot several times during the growing season. The mean and maximum disease severity across assessment dates and replications was computed per cultivar, site, and year.

Data analysis

Data sets with at least 10 % mean (OP data) or maximum (CN/PAP data) disease severity observed by site and year on the most severely diseased cultivar were included in data analyses. The most widely grown varieties in the past 5 years were considered. The disease severity averaged across assessment dates and replications per cultivar, site, and year served as dependent variable to characterise cultivar performance. It was summarised as mean (mean 1) and maximum (mean 2) per variety across years and sites. By division with the maximum disease severity level observed by site and year (across all cultivars) it was also expressed as relative mean (mean 1) and maximum (mean 2) per cultivar across years and sites. Data of cultivars for which a balanced set of observations was available for more than 1 year of CN/PAP and OP data and for a number of testing sites were transformed as indicated in the tables of the results section. They were then subjected to a Joint Regression (JR) analysis followed by an Additive Main effects, Multiplicative-Interactive effects (AMMI) analysis (Kristensen, 1999; Robinson & Jalli, 1999). The general statistical model can be written as:

$$Y_{ge} = \mu + \alpha_g + (1 + \delta_g)\beta_e + \sum_{r}^{m} \lambda_r \phi_{gr} \theta_{er} + \gamma'_{ge} + \varepsilon_{ge}$$

where Y_{ge} = disease severity (%) of genotype g on environment e, μ = grand mean, α_g = main effect of genotype g, β_e = main effect of environment e, δ_g = slope of genotype g describing its sensitivity to β_e, m = number of multiplicative terms, λ_r = scaling constant specific to the r^{th} multiplicative term, ϕ_{gr} = r^{th} multiplicative effect of genotype g, θ_{er} = r^{th} multiplicative effect of environment e, γ'_{ge} = unexplained interaction effect of genotype g on environment e, ε_{ge} = mean of random errors for genotype g on environment e. An individual environment was defined as a particular site-by-year combination. In the following, any interaction term $\lambda_r \phi_{gr} \theta_{er}$ will be referred to as an 'interaction principal component axis' (IPCA).

Results

Spring barley

A summary of the net blotch resistance performance in spring barley is presented in Table 1, showing that the disease levels in the CN/PAP trials were considerably higher than in the OP surveys. The cultivars Alexis, Bartok, Ferment, Linus, Punto, Scarlett, and Tofta, for which a large number of observations was available, were relatively little affected by net blotch in both the inoculated CN/PAP trials and in the OP surveys. They displayed a fairly low mean and maximum disease severity, i.e. a high level of resistance, whether expressed in absolute or relative terms. The varieties Alliot, Bond, Orthega, and some others also tested quite resistant, but this refers to relatively few years of testing. The cultivars Astoria, Cork, Jacinta, Lamba, Lux, Optic, and Pasadena displayed high mean and/or maximum disease severity in at least one of the two data sets and must thus be considered susceptible or potentially susceptible.

A more detailed analysis of selected spring barley varieties by means of JR and AMMI revealed that about 28 and 35% of the total variation in the OP data could be explained by additive main effects of variety and environment, respectively (Tab. 2). The respective figures for the CN/PAP data were ca. 11 and 70% (Tab. 3). A substantial part (approx. 13%) of the variation in the OP data could be explained by a slope representing cultivar-specific sensitivity to the mean disease severity level of the environments, followed by about 11 and 7% of the variation explainable by specific genotype x environment (G x E) interactions as captured by the 1st and 2nd interaction principal component axes (IPCA 1 and IPCA 2), respectively (Tab. 2). No significant sensitivity of the cultivars to the environmental mean disease level could be detected in the CN/PAP data set but specific G x E interactions accounted for ca. 12 and 4% as captured by IPCA 1 and IPCA 2, respectively (Tab. 3). Parameterisation of the effects for the individual cultivars indicates that only Alexis and Bartok expressed good overall resistance characteristics in both data sets. These varieties expressed a low mean disease severity level as well as a low environmental sensitivity slope, and little specific G x E interactions as indicated by low absolute IPCA values (Tab. 2 and 3, lower portions). All other cultivars expressed either high mean disease levels and/or high environmental sensitivity and/or high G x E specificity in one or both data sets. The varieties Cork and Lamba performed contrarily in the two analyses: the mean disease level of Cork was low in the OP data and high in the CN/PAP data while the opposite was true for Lamba. The latter had the highest environmental sensitivity slope in the OP data while Cork displayed highest environmental specificity in the CN/PAP data as reflected by a high absolute IPCA 1 score. Cultivar Lux was very susceptible in both data sets, having a high mean disease level and a high G x E specificity in at least one IPCA. It also showed a very high environmental sensitivity slope in the OP data.

Winter barley

Summarising the data on winter barley Jolante, Ludo, and Rafiki had relatively high levels of resistance while Bombay, Regina, and the susceptible check were highly diseased in either the OP and/or CN/PAP tests (Tab. 4). All other cultivars were partly resistant or were poorly represented in terms of the number of years tested, especially with respect to the CN/PAP trials. Note that the disease levels in the Observation plots of winter barley were much higher than those for spring barley (see Tab. 1).

In JR and AMMI analyses for OP data of selected winter barley varieties, 69 and 11% of the variation for disease severity were explained by main effects of the genotype and environment, respectively, followed by 8, 4, and 3% of the variation explainable by specific G x E interaction as reflected in IPCA 1, 2, and 3, respectively (Tab. 5). No significant sensitivity of the cultivars to the environmental mean disease level was indicated. The susceptible check followed by cultivars Regina, Hanna, and Isolde were most susceptible and had also high absolute IPCA scores. Jolante, Ludo, and Rafiki were highly resistant based on their main effect. However, especially the latter two displayed some environmental specificity expressed in negative IPCA scores. The CN/PAP winter barley data were not subjected to JR and AMMI analyses due to lack of observations.

Table 1. Summary of net blotch performance of selected spring barley cultivars in observation plot surveys (OP) and disease nursery trials of the Cereal Network and the Pesticide Action Plan II (CN/PAP). The cultivars were ranked according to their mean % disease severity (mean 1) in the OP data set (mean 1 and mean 2 = mean and maximum, respectively, per cultivar across sites and years, of disease severity averaged across assessment dates and replications by cultivar, site, and year). See materials and methods section and text for more details. Resume af modtagelighed for bygbladplet i vårbyg baseret på Observationsparceller (OP) og smitteforsøg under Cerealienetværket og Pesticidhandlingsplan II (CN/PAP). Sorterne er sorteret efter gennemsnitsangreb (mean 1) i Observationsparceller. Se tekst for flere detaljer.

	OP (1994 – 1997, 1999)						CN/PAP (1997 - 2000)					
	% disease severity		Relative disease severity		No. observations		(%) disease severity		Relative disease severity		No. observations	
Variety	mean 1	mean 2	mean 1	mean 2	years	total	mean 1	mean 2	mean 1	mean 2	years	total
Alliot	0,0	0,0	0,00	0,00	1	1	2,3	4,2	0,12	0,18	2	2
Astoria	0,0	0,0	0,00	0,00	1	1	8,5	15,4	0,43	0,67	2	2
Cicero	0,0	0,0	0,00	0,00	1	1	6,7	10,3	0,25	0,39	2	4
Pasadena	0,0	0,0	0,00	0,00	1	1	17,1	21,3	0,62	0,91	2	4
Annabell	0,0	0,1	0,00	0,01	2	6	0,1	0,2	0,01	0,01	2	2
Orthega	0,1	0,5	0,00	0,02	2	6	0,2	0,3	0,01	0,02	3	3
Bond	0,1	0,5	0,01	0,05	2	6	0,1	0,2	0,01	0,02	2	2
Jacinta	0,1	0,1	0,01	0,01	1	1	4,0	22,5	0,12	0,64	4	5
Hanka	0,2	0,5	0,01	0,02	2	13	1,0	5,0	0,05	0,27	4	6
Otira	0,2	1,0	0,01	0,02	3	14	4,4	22,5	0,18	0,64	4	6
Linus	0,2	5,0	0,01	0,07	4	19	1,1	3,0	0,04	0,11	3	3
Sultane	0,3	5,0	0,02	0,07	5	20	3,1	6,0	0,12	0,23	2	2
Scarlett	0,3	5,0	0,01	0,07	4	19	1,8	7,8	0,07	0,18	4	6
Tofta	0,3	5,0	0,01	0,10	5	20	0,2	0,3	0,01	0,02	3	3
Alexis	0,4	5,0	0,02	0,20	5	20	3,0	12,9	0,10	0,37	4	6
Krona	0,4	5,0	0,02	0,07	4	19	3,0	6,0	0,11	0,23	2	2
Bartok	0,4	5,0	0,03	0,10	5	20	2,3	8,8	0,08	0,25	4	6
Punto	0,5	5,0	0,03	0,20	5	20	2,8	6,0	0,11	0,23	3	3
Maud	0,5	1,0	0,04	0,10	4	19	3,8	6,0	0,21	0,23	2	2
Ferment	0,5	5,0	0,03	0,10	4	19	3,1	7,5	0,11	0,23	4	6
Paloma	0,6	5,0	0,02	0,20	5	20	3,2	6,4	0,14	0,27	3	3
Cork	0,6	10,0	0,01	0,20	5	20	10,1	42,5	0,48	1,00	4	6
Wren	1,2	10,0	0,06	0,20	5	20	1,5	3,0	0,06	0,11	2	2
Barke	1,2	10,0	0,08	0,30	5	20	2,2	5,9	0,11	0,26	3	3
Meltan	1,2	5,0	0,11	0,50	5	20	3,9	13,8	0,14	0,35	4	6
Henni	1,4	5,0	0,13	0,50	5	20	0,2	0,4	0,01	0,02	3	3
Optic	1,5	5,0	0,12	0,50	5	20	5,7	29,4	0,18	0,83	4	6
Lamba	2,1	37,5	0,08	0,50	5	20	1,3	8,6	0,04	0,24	4	6
Lux	4,6	37,5	0,16	0,50	3	14	6,4	35,3	0,20	1,00	4	6

Table 2. Results of a Joint Regression (JR)/Additive Main effect, Multiplicative Interactive effect (AMMI) analysis on OP data of net blotch severity on spring barleys in multiple environments. Resultat af statistisk analyse baseret på lineær regression og AMMI for bladpletdata i vårbyg fra Observationsparceller forskellige steder og år.

Source of variation	df	Sum of squares	% of total variation	Mean square	F	
Corrected total	139	2,55	100,0	0,02		
Variety (G)	9	0,71	28,0	0,08	31,71	***
Environment (E)	13	0,88	34,6	0,07	27,13	***
Slope (G)	9	0,33	12,8	0,04	14,53	***
G x E IPCA 1	21	0,28	11,1	0,01	5,39	***
G x E IPCA 2	19	0,18	6,9	0,01	3,68	***
Residual	68	0,17	6,7	0,00		
Parameters:						
Variety	Least square mean	Environmental sensitivity slope	IPCA 1 score	IPCA 2 score		
Alexis	0,11	-0,65	-0,19	-0,08		
Bartok	0,12	0,09	0,12	0,04		
Cork	0,12	-0,11	-0,19	-0,10		
Ferment	0,12	-0,20	0,09	-0,16		
Otira	0,12	-0,59	-0,25	0,02		
Scarlett	0,13	-0,06	-0,14	-0,17		
Meltan	0,15	-0,71	0,35	-0,07		
Optic	0,18	0,08	0,38	0,33		
Lamba	0,20	1,18	0,11	-0,24		
Lux	0,36	0,98	-0,28	0,42		
LSD	0,03	0,72				

*** = significant at p = 0.005; data transformed to: arcsin $\sqrt[3]{y/100}$

Table 3. Results of a JR/AMMI analysis on CN/PAP data of net blotch severity on spring barleys in multiple environments. Lineær regression- og AMMI analyse af bygbladpletdata fra smitteforsøg i vårbyg ved forskellige lokaliteter og år, hvor der blev anvendt smitstof af forskellig oprindelse.

Source of variation	df	Sum of squares	% of total variation	Mean square	F	
Corrected total	59	44,28	100,0	0,85		
Variety (G)	9	4,99	11,3	0,55	2,96	**
Environment (E)	5	30,87	69,7	6,17	33,01	***
G x E IPCA 1	13	5,45	12,3	0,42	7,00	***
G x E IPCA 2	11	1,80	4,1	0,16	2,67	*
Residual	21	1,17	2,6	0,06		
Parameters:						
Variety	Least square mean	IPCA 1 score	IPCA 2 score			
Lamba	0,95	0,21	0,16			
Scarlett	1,12	-0,44	0,46			
Bartok	1,18	-0,09	-0,04			
Alexis	1,30	0,02	-0,17			
Meltan	1,31	-0,37	-0,15			
Ferment	1,32	0,33	0,78			
Otira	1,47	0,15	-0,60			
Optic	1,62	0,48	-0,27			
Lux	1,64	0,74	-0,04			
Cork	2,01	-1,02	-0,11			
LSD	0,37					

*, **, *** = significant at p = 0.05, 0.01, and 0.005, respectively; data transformed to the third root

Table 4. Summary of net blotch performance of selected winter barley cultivars in observation plot surveys (OP) and disease nursery trials of the Cereal Network and the Pesticide Action Plan II (CN/PAP). The cultivars were ranked according to their mean % disease severity (mean 1) in the OP data set (mean 1 and mean 2 = mean and maximum, respectively, per cultivar across sites and years, of disease severity averaged across assessment dates and replications by cultivar, site, and year). See materials and methods section and text for more details. Resume af modtagelighed for bygbladplet i vinterbyg baseret på Observationsparceller (OP) og smitteforsøg under Cerealienetværket og Pesticidhandlingsplan II (CN/PAP). Sorterne er sorteret efter gennemsnitsangreb (mean 1) i Observationsparceller. Se tekst for flere detaljer.

	OP (1994 - 1996, 1998 – 2000)						CN/PAP (2000)					
	(%) disease severity		Relative disease severity		No. observations		(%) disease severity		Relative disease severity		No. observations	
Variety	mean 1	mean 2	mean 1	mean 2	years	total	mean 1	mean 2	mean 1	mean 2	years	total
Ludo	0,2	3,0	0,00	0,03	3	25	1,5	2,9	0,02	0,04	1	2
Jolante	0,2	3,0	0,00	0,05	6	41	2,8	5,3	0,05	0,07	1	2
Narvik	0,7	10,0	0,01	0,16	6	41	.	.	.	.	0	0
Rafiki	0,7	7,5	0,01	0,08	3	25	2,8	4,5	0,13	0,20	1	2
Platine	0,8	7,5	0,01	0,08	3	25	.	.	.	.	0	0
Karisma	0,9	10,0	0,02	0,11	5	35	.	.	.	.	0	0
Paula	1,4	17,5	0,03	0,29	6	41	.	.	.	.	0	0
Hamu	2,8	40,3	0,05	0,54	6	41	.	.	.	.	0	0
Antonia	3,0	25,0	0,07	0,33	2	11	4,7	8,3	0,16	0,20	1	2
Isolde	3,2	41,5	0,05	0,55	3	25	9,0	18,0	0,13	0,25	1	2
Hanna	3,4	37,5	0,08	0,60	6	41	7,9	12,7	0,36	0,54	1	2
Regina	5,2	60,0	0,12	1,00	5	39	28,9	55,0	0,62	0,77	1	2
Resolut	5,7	52,5	0,11	0,70	4	33	.	.	.	.	0	0
Bombay	7,2	75,0	0,12	0,86	3	25	.	.	.	.	0	0
Susceptible check	41,4	90,0	0,90	1,00	5	39	.	.	.	.	0	0

Table 5. Results of a JR/AMMI analysis on OP data of net blotch severity on winter barleys in multiple environments. Lineær regression- og AMMI analyse af bygbladpletdata i vinterbyg fra Observationsparceller ved forskellige lokaliteter og år.

Source of variation	df	Sum of squares	% of total variation	Mean square	F	
Corrected total	174	285,00	100,0	1,64		
Variety (G)	6	195,56	68,6	32,59	149,77	***
Environment (E)	24	31,06	10,9	1,29	5,95	***
G x E IPCA 1	29	22,49	7,9	0,78	3,56	***
G x E IPCA 2	27	12,49	4,4	0,46	2,13	**
G x E IPCA 3	25	9,69	3,4	0,39	1,78	*
Residual	63	13,71	4,8	0,22		
Parameters:						
Variety	Least square mean	IPCA 1 score	IPCA 2 score	IPCA 3 score		
Jolante	0,22	-0,27	0,23	0,11		
Ludo	0,28	-0,35	0,13	-0,79		
Rafiki	0,59	-0,58	0,22	-1,01		
Isolde	0,85	0,35	0,28	0,78		
Hanna	1,42	-1,18	0,16	0,92		
Regina	1,43	1,59	0,67	-0,02		
Susceptible check	3,53	0,44	-1,69	0,03		
LSD	0,23					

*, **, *** = significant at p = 0.05, 0.025, and 0.005, respectively; data transformed to the third root

Discussion

To improve the judgement of net blotch resistance in barley cultivars for breeding and disease management purposes, the level, stability, and nature of variability of cultivar resistance need to be characterised. This was attempted using data from multienvironment disease surveys (OP) and nursery trials (CN/PAP) and applying joint regression (JR) and additive main effect, multiplicative interactive effect (AMMI) analyses to them. The inoculated CN/PAP

nursery trials can be regarded as a more rigid test than the OP surveys because they inevitably lead to a more intense confrontation of the crop with the pathogen than the natural infection conditions prevailing in the OP surveys. This was shown in generally higher disease severity levels in the CN/PAP data, compared to the OP data. Employing JR and AMMI allowed to separate additive main effects of the environment (E) and the host genotype (G) from effects caused by G x E interactions. The largest part (63 – 84%) of the total variation of net blotch severity was explained by G and E main effects. Of the remaining variation, 93 – 98% were explainable by highly significant G x E interactions. These were due to the sensitivity of individual cultivars to the E mean disease level and/or to specific reactions of individual cultivars in particular environments. The G main effect reflects the average performance of host genotypes across the range of environmental conditions tested. Absence of G x E interactions implies that the host resistance is non-specific with respect to E, i. e., with respect to abiotic and biotic conditions including the virulence composition of the pathogen population.

In the presence of G x E interactions, the G main effect alone is not sufficient to judge the resistance performance of a cultivar. G x E interactions were separated into environmental sensitivity as reflected by G specific slopes (δ_g) and remaining G x E specificity as captured by interaction principal component axes (IPCA). A δ_g value > 0 indicates that the respective cultivar becomes more-than-proportionally diseased with increasing E mean disease severity while $\delta_g < 0$ indicates the opposite. Interactions revealed by IPCA indicate specific G reactions that can not be explained by δ_g. These might be caused by specific G susceptibility and/or resistance corresponding with E specific virulence and/or avirulence in the pathogen population. The absolute value of an IPCA score indicates the size of an interaction effect. In the presented JR/AMMI analysis for winter barley, negative IPCA scores usually corresponded with a “better-than-expected” cultivar performance in specific environments, i. e. with observed G disease severities that were lower than estimated based on G and E main effects (figures were not shown here). Negative IPCA scores may in this case be valued as positive resistance criteria although they may be due to virulence specific resistance.

A promising candidate cultivar for stable non race-specific resistance would exhibited a good mean resistance level, little sensitivity to the E mean disease level as reflected by a low δ_g, and little specific G x E interactions as reflected by IPCA scores close to zero. Among those spring barleys that could be compared with each other using an extensive set of balanced G x E observations, only Alexis and Bartok fulfilled these criteria. In winter barley, such promising candidates were Jolante, Ludo, and Rafiki although some high negative IPCA scores of the latter two could indicate that they were protected against net blotch in some environments either by race-specific resistance or by other E specific phenomena. Other cultivars showed high levels of resistance in one data set but not in the other, indicating that their resistance was impaired by environmental sensitivity, e.g. due to increased susceptibility to a local pathogen population. Spring barleys as Alliot, Annabell, Orthega, Bond, and Tofta and the winter barleys Narvik, Platine, and Karisma had fairly high levels of resistance, but so far they have only been tested in relatively few environments.

Results of field testing of barley varieties and breeding lines as presented in this paper provide useful information about the stability of disease resistance in different environments.

In this context, environment includes the effects of exposure of the varieties to pathogen populations of different origin. The multi-environment field testing helps to discover varieties which may have a disease resistance based on a single or few genes in an otherwise very susceptible genetic background. Such a situation often leads to a breakdown of the resistance due to the emergence of new virulent pathogen isolates, and thereby suddenly leaves the grower with a susceptible crop. Field trials in many environments thereby help selecting varieties with increased levels of more durable resistance. Such concerns and discrepancies between our results and findings of Møller (1992), revealing cultivar Alexis as quite susceptible when tested against a single spore isolate of the spot type of net blotch, render it desirable to make more use of field trials artificially inoculated with well-defined inoculum sources in future variety testing procedures (Welling & Hovmøller, 1988; Skou & Håhr, 1987; Jørgensen *et al*., 2000).

Dansk sammendrag

Resistens mod bladplet i vår- og vinterbyg blev undersøgt ved hjælp af data fra Observationsparcellerne i korn (naturligt forekommende smitte) samt fra smitteforsøg gennemført under henholdsvis Cerealienetværkets 1. rammeprogram og Pesticidhandlingsplan II. Data blev undersøgt ved hjælp af forskellige statistiske metoder, som gjorde det muligt at analysere sygdomsdata som en funktion af henholdsvis sort, miljø og vekselvirkninger mellem disse. Miljø dækker i denne forbindelse over både vejr, næringsstofniveau, jordtype og forskelle i genetisk sammensætning af patogenpopulationerne. Af den totale variation for bladpletangreb kunne 63 – 84% forklares ved hovedeffekter af sorter og miljø (11 - 69% forklares ved forskelle i sorternes resistens, 11 - 70% af variationen skyldtes miljøfaktorer), og den resterende variation kunne stort set henføres til vekselvirkninger mellem sort og miljø. Blandt sorter, som var med i alle forsøg, havde Alexis og Bartok de højeste niveauer af resistens med en effektiv resistens i såvel Observationsparceller som i forsøg med kunstig smitte. Sorterne Alliot, Annabel, Bond, Hanka, Linus, Orthega og Tofta, der var med i færre forsøg, havde også en relativ effektiv bladplet-resistens. Omvendt viste Astoria, Cork, Jacinta, Lamba, Lux, Optic og Pasadena høj modtagelighed i mindst et af forsøgene. Resistensniveauet i vinterbyg var generelt lavere end i vårbyg, og der blev kun gennemført et mindre antal smitteforsøg i denne afgrøde. De mest resistente sorter var Jolante, Ludo og Rafiki men med nogen miljøvariation. Narvik, Platine og Karisma havde også en effektiv resistens i de relativt få tilfælde, hvor de blev observeret. Baseret på de senere års resultater i Observationsparcellerne, hvor der overvejende har været svage angreb af bygbladplet, kan det konkluderes, at der fortsat er stort behov for forsøg med kunstig smitte for at kunne vurdere såvel effekt som stabilitet af sorternes resistens overfor bygbladplet.

Literature

Anonymous. 1994. Sortsforsøg 1994. Landskontoret for Planteavl.
Anonymous. 1995. Sortsforsøg 1995. Landskontoret for Planteavl.
Anonymous. 1996. Sortsforsøg 1996. Landskontoret for Planteavl.
Anonymous. 1997. Sortsforsøg 1997. Landskontoret for Planteavl.

Anonymous. 1998. Sortsforsøg 1998. Landskontoret for Planteavl.

Anonymous. 1999. Sortsforsøg 1999. Landskontoret for Planteavl.

Anonymous. 2000. Sortsforsøg 2000. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl.

Bichel Committee. 1999. Report from the Committee to Assess the Overall Consequences of Phasing out the Use of Pesticides (Miljøstyrelsen [Danish Environmental Protection Agency], Copenhagen), 195 p.

Hovmøller MS, Pinnschmidt H, Eriksen L & Østergård H. 2000. Resistance to foliar pathogens on cereals. Proceedings Third Annual Meeting in the Danish Cereal Network, 3-4 November 1999, 1-7.

Jørgensen JH, Bech C & Jensen J. 2000. Reaction of European spring barley varieties to a population of the net blotch fungus. Plant Breeding 119:43-46.

Kristensen K. 1999. Statistical methods for analysing genotype-environment interactions in variety trials. Technical Report 15, DIAS, Research Centre Foulum, 24 pp.

Møller I. 1992. Resistance in barley to the net blotch fungus *Pyrenophora teres*. PhD thesis, KVL, Copenhagen, 94 p.

Robinson J & Jalli M. 1999. Sensitivity of resistance to net blotch in barley. J. Phytopathology 147:235-241.

Skou JP & Håhr V. 1987. Field screening for resistance to barley net blotch. Annals of Applied Biology 111:617-627.

Smedegård-Petersen V. 1976. Pathogenesis and genetics of net-spot blotch and leaf stripe of barley caused by Pyrenophora teres and Pyrenophora graminea. DSc thesis, DSR Copenhagen, 176 p.

Welling B & Hovmøller MS. 1988. Bygsorters resistens over for bygbladplet. 5. Danske Planteværnskonference, Sygdomme og skadedyr, pp. 263-272.

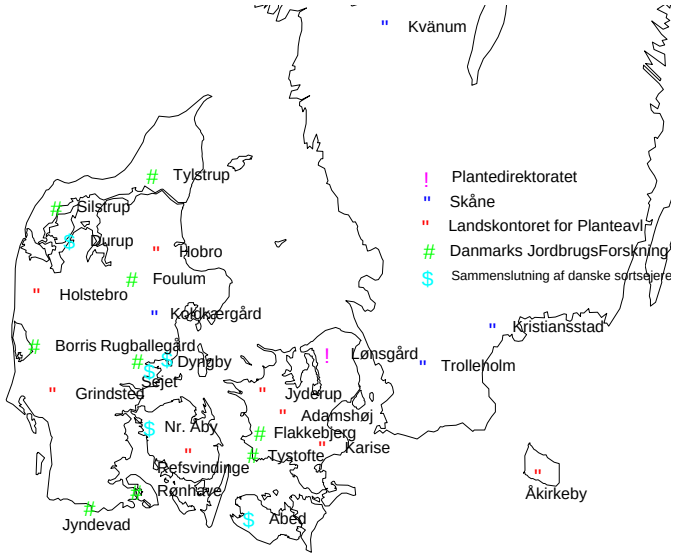
Observationsparceller
Observation plots

Gerhard Deneken, Jakob Willas Jensen & Susanne Sindberg
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Sortsafprøvning
DK-4230 Skælskør

Summary
Since 1986 the disease assessment and registration of agricultural characteristics of cereal varieties have been conducted in the observation plots. These observation plots are sown on 24 locations in Denmark. The assessments in relation to disease susceptibility are done on untreated plants and under natural disease pressure. The disease assessments are carried out by staff from the Department of Variety Testing, DIAS.

During the years 1987 to 2000 1422 different varieties have been tested in the observation plots. 3 varieties have taken part in all 13 years.

In the Danish Pesticide Action Plan project "Optimised use of observation plots" it is possible to extend the number of assessments to 3-4 assessments during the growing season to calculate the AUDPC-curves of individual varieties against disease attacks



Figur 1. Forsøgssteder med observationsparceller 2001. Trial sites with observation plots 2001.

Indledning

I 1985 ønskede man at forbedre registreringerne med hensyn til sygdomsmodtagelighed og dyrkningsegenskaber i korn. Som resultat af dette blev observationsparcellerne startet.

Tabel 1. Forsøgslokaliteternes geografiske og organisatoriske tilhørsforhold. Geographic distribution and affiliation of trial sites.

Jylland	14	Plantedirektoratet	1
Fyn	2	DJF	9
Sjælland, Lolland-Falster og Møn	7	Landøkonomiske foreninger	9
Bornholm	1	Sammenslutning af danske sortsejere	5
Sverige/Skåne	3	Sverige/Skåne	3

De danske forædlere, Landskontoret for Planteavl og det daværende Statens Planteavlsforsøg bidrog med forsøgslokaliteter. I figur 1 og tabel 1 gives en oversigt over forsøgsstedernes geografiske fordeling og organisatoriske tilhørsforhold. Siden 1998 har observationsparcellerne på Bygholm og Foulumgård været etableret på de økologiske værkstedsarealer. Forsøgene i Sverige er anlagt siden 1999 og kun med sorter af vinterhvede for at få en vurdering af sorternes vinterfasthed. I 1999 og 2000 var alle svenske forsøg anlagt i Skåne, hvor der ikke blev observeret nogen form for udvintring. Derfor blev et af forsøgene i efterår 2000 etableret i Kvänum.

Sorter, der inkluderes i observationsparcellerne, er følgende

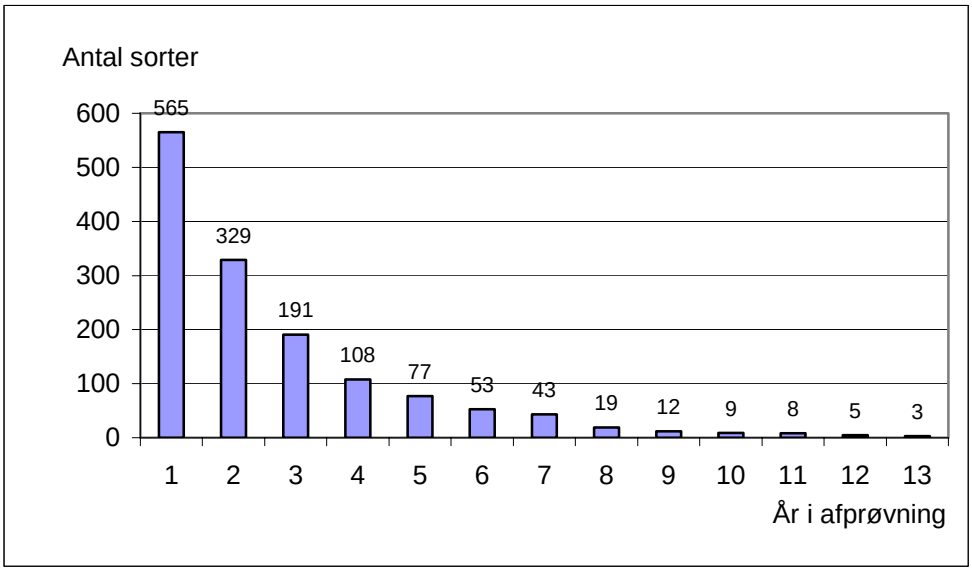
- Sorter i afprøvning til sortslisteoptagelse
- Sorter på den danske sortsliste og anmeldt til fortsat afprøvning i landsforsøgene (traditionelle, økologiske eller helsædsforsøg)
- Sorter, der er anmeldt til afprøvning via EU's fælles sortsliste samt andre sorter, der er interessante at få afprøvet i Danmark.

I tabel 2 ses antallet af sorter, der deltog i observationsparcellerne i årene 1987 til 2000. I 1992 blev observationsparceller af vårsæd kasseret, fordi den tørre sommer gjorde, at det ikke var muligt at vurdere sygdomsmodtagelighed. Stigningen i antallet af sorter af vinterhvede i årene 1999 og 2000 skyldes bl.a. et samarbejde med Skåne vedrørende afprøvning af sorter af vinterhvede. De skånske sorter af vinterhvede er inkluderet i observationsparcellerne i Danmark mod, at der anlægges tre forsøg med vinterhvede i Skåne som observationsparceller.

Tabel 2. Antal sorter i observationsparceller 1987-2000. Number of varieties in the observation plots 1987-2000.

	Vinter hvede	Vår hvede	Vinter rug	Vinter byg	Vår byg	Havre	Triti-cale	Σ
1987	41	12	12	32	137	20	5	259
1988	49	7	12	43	126	21	4	262
1989	54	7	13	53	125	24	4	280
1991	86	7	9	67	119	16	3	307
1992	99	-	9	67	-	-	6	181
1993	112	9	9	67	121	17	6	341
1994	103	9	15	74	111	17	10	339
1995	83	9	27	56	92	13	12	292
1996	72	10	29	49	81	14	10	265
1997	71	7	27	50	93	14	13	275
1998	82	7	22	50	102	14	12	289
1999	119	5	28	49	92	16	20	329
2000	127	3	33	50	103	15	19	350
Σ	1098	92	245	707	1302	201	124	3769

Ved at optælle hvor mange sorter, der har deltaget i flere år, ses i figur 2, at 565 sorter kun har deltaget i et enkelt år. 329 sorter i 2 år og så videre. 3 sorter har deltaget i alle 13 år (Anja, Florida og Dominator), og 5 sorter har været med i 12 år (Alexis, Carlsberg II, vårbyg-blanding, Rise og Adamo). Alt i alt har 1422 sorter deltaget i observationsparcellerne i årene 1987-2000.



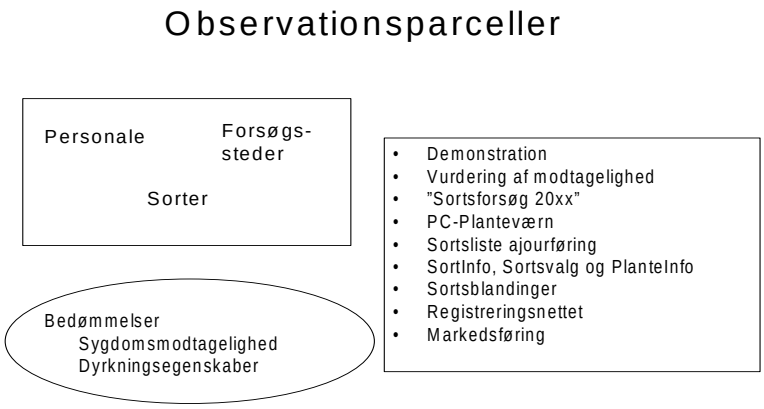
Figur 2. Antal sorter, der har deltaget i 1-n år. Number of varieties taken part in 1-n years.

Forsøgene gennemføres ved, at udsæden rekvireres af Afdeling for Sortsafprøvning, der distribuerer udsæden færdig afvejet til udsåning til alle forsøgssteder. Forsøgsstederne anlægger forsøget med én parcel (typisk 1,5*12 m^2) af hver sort. Ved de fleste forsøgssteder deles denne ene parcel i to. Den ene halvdel forbliver ubehandlet med hensyn til fungicider, og den anden halvdel behandles med fungicider for at få en vurdering af sorternes dyrkningsegenskaber (modning, lejesæd, nedknækning og strålængde). Ved forædlingsstationerne anlægges observationsparcellerne kun som ubehandlede enkeltparceller.

Bedømmelserne med hensyn til sygdomsmodtagelighed, lejesæd og strålængde bliver foretaget af personale ved Afdeling for Sortsafprøvning. Supplerende registreringer af dyrkningsegenskaber (fremspiring, plantebestand forår og efterår samt modning) bliver foretaget lokalt af forsøgsværterne. Forsøgene høstes ikke med hensyn til udbytteregistreringer.

Resultaterne samles, behandles og registreres ved Afdeling for Sortsafprøvning. Endelige resultater samt sammenstillinger fra årets sygdomsbedømmelserne afsluttes senest medio august. Inden endelig publicering vurderes resultaterne af årets forsøg i samråd med Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg samt Landskontoret for Planteavl.

Resultaterne vil således være tilgængelige for brugerne i forbindelse med valg af sorter til efterårsafgrøderne. Medio oktober publiceres alle årsaktuelle data i "Sortsforsøg 20xx".



Anvendelse af resultater

- vurdering af sorternes modtagelighed overfor naturligt forekommende svampeangreb i forbindelse med sorternes optagelse på sortslisten
- opdatering af sorternes modtagelighed efter optagelse på sortslisten ved
    - resistensbrud
    - manglende angreb i tidligere afprøvningsår
- gruppering af sorterne med hensyn til sygdomsmodtagelighed i PC-Planteværn (årlig revurdering på basis af de seneste 2-3 år)
- fastsættelse af grænseværdier til sammensætning af sortsblandinger og godkendelse af mulige blandinger

- publicering af sygdoms- og dyrkningsegenskaber i SortInfo, Sortsforsøg 20xx og Pl@nteInfo
- vejledning i forbindelse med valg af sorter via SortInfo eller SortsValg
- markedsføring

Desuden bliver parcellerne i løbet af vækstsæsonen brugt til

- demonstration, hvor sorter kan vurderes ved selvsyn (behandlet og ubehandlet ligger lige overfor hinanden
- bedømmelse af sorter i forbindelse med registreringsnettet
- tidlige bedømmelser findes i Pl@nteInfo

Optimeret udnyttelse af observationsparceller

I forbindelse med projektet "Optimeret udnyttelse af observationsparceller" under Pesticidhandlingsplanen ønskes gennemført, at antallet af bedømmelser på hver lokalitet intensiveres til 3-4 bedømmelser pr. art pr. lokalitet pr. år. Derved indhentes mere detaljerede informationer om epidemiudvikling for de enkelte sygdomme på sortsniveau.

Operationel udmøntning af disse informationer/resultater fra observationsparceller til brug for vejledning gøres tilgængelig for beslutningsstøttesystemer som f.eks. PC-Planteværn. Målet er dermed, at PC-Planteværn kan anvende mere differentierede oplysninger om sorternes modtagelighed overfor sygdomme, end det p.t. er muligt. Årets aktuelle bedømmelser skal ligeledes kunne inkluderes i vejledningen overfor brugerne. Under projektet "Optimeret udnyttelse af observationsparceller" under Pesticidhandlingsplan II gennemføres således

- yderligere bedømmelser, for at følge de enkelte sorters sygdomsudvikling endnu tættere (AUDPC-beregninger)
- data skal være tilgængelige (3-5 dage efter bedømmelse) på Internettet via
  - Pl@nteInfo
  - fast dataformat, der skal være tilgængelig for andre applikationer (PC-Planteværn og registreringsnettet)
- alle sorter af vinterhvede undersøges i 2001 og 2002 med hensyn til ukrudtskonkurrenceevne

Fungicidbehandlingers indflydelse på kvalitetsparametre i korn

The effect of fungicide treatments on quality parameters in cereal

Lise Nistrup Jørgensen & Mette Duedahl Høyer
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

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

Summary

Four trials from 1999 and 2000 with different varieties of winter wheat have been treated with one or two fungicide treatments using mainly strobilurins. A similar trial set up has been tested in spring barley varieties. In wheat *Septoria tritici* dominated in all varieties and in spring barley *Erysiphe graminis* or *Puccinia hordei* were the dominating diseases. Different grain quality parameters have been measured in the trials comparing grain samples from untreated and fungicide treated plots.

Fungicide treatments did not or only slightly (1%) increase water content in the grain measured at the time of normal harvest. Thousand grain weight (TGW) in both winter wheat and spring barley increased significantly (often 10-15%) following fungicide treatments. The increase was only slightly higher from two treatments compared with one. In wheat a positive correlation was seen between yield level and TGW using data from many fungicide trials. In spring barley no such correlation was found indicating that also at low levels of yield high TGW can be harvested, and the yield reducing effect must be found among fewer tillers with ears and fewer grains per ear. Fungicide treatments in spring barley did significantly increase the screening of malting barley (5-8%), mostly so in varieties with severe levels of disease.

Hectolitre weight increased only slightly but still significantly in both wheat and spring barley (1-5%) following fungicide treatments. No clear difference was seen between one or two treatments. Fungicide treatments in wheat significantly decreased Hagberg´s falling number (6-8%) and protein content (5-6%) in both years. There were no significant differences between one or two treatments. The practical impact of this reduction is only minor measured in relation to the impact of the differences seen between years and varieties. Fungicide treatments in spring barley caused no significant changes in the protein content in

either year, however clear differences were seen between years and to a less extend between varieties. Fungicide treatments were found to have no effect on germination of spring barley.

Fungicide treatments were at one locality found to increase the weight % of broken grain in winter wheat significantly, and other localities showed similar tendencies. The actual reason for this effect is unknown but discussed. The hardness of grain was investigated as one factor. At some localities a significant decrease in hardness of the grain was measured following fungicide treatment. The locality with most broken grain did not, however, have a significant shift in grain hardness – only a tendency to more soft grain.

Indledning

Kvalitetsparametre er vigtige i forbindelse med afregning af korn til specielle formål (Anon., 2000). Blandt andet er kravene til eksportkorn skærpet og med til at sætte fokus på hvilke faktorer, der påvirker disse parametre. Det er fra litteraturen dokumenteret, at mange dyrkningsfaktorer har indflydelse på kerneudbytte og kernekvalitet. Specielt er N-tildeling vigtig for Hagbergs faldtal og proteinindholdet i kerner (Jordan, 1992), men også udsædsmængde og sorter spiller en stor rolle for kernekvaliteten.

Fungicider er kendt for udover at kunne reducere sygdomsangreb i afgrøden at påvirke forskellige udbytteparametre. Mest velkendt er de positive effekter på større kerneudbytter, større tusindkornsvægt, større hektolitervægt og bedre sortering. Effekter på øvrige kvalitetsparametre er derimod mindre godt belyst.

De seneste års brug af strobiluriner til svampebekæmpelse har sat fornyet fokus på svampebekæmpelsens indflydelse på kvalitetsparametre. I denne artikel vil kvalitetsundersøgelserne fra de seneste års forsøg med fungicider blive præsenteret hovedsageligt med strobiluriner i vinterhvede og vårbyg. Udover de gængse afregningsparametre, så som vandprocent, rumvægt, proteinindhold, faldtal og sortering, vil der blive vist resultater fra en undersøgelse, hvor andelen af knækkede/sprækkede kerner i kornet samt kernernes hårdhed er målt.

Materiale og metode

I 1999 og 2000 er der udført 4 sortsforsøg i hvede og 4 sortsforsøg i vårbyg på 2 lokaliteter, hvor en række kvalitetsparametre har været målt. Derudover er der i 2000 målt hektolitervægt og proteinindhold på alle afprøvningsforsøg.

Der er udtaget en kerneprøve (ca. 1 kg) fra hver parcel ved høst. Prøven er renset og derefter analyseret for vandprocent, proteinindhold og hektolitervægt. Denne analyse er foretaget i en NIT maskine (Infratec 1241 Grain Analyzer), som bruger nær infrarød transmitans til vandprocent og proteinindhold, mens hektolitervægt er bestemt ud fra en vejning i maskinen. Instrumentet kan også måle stivelse og gluten i kernerne. Disse analyseresultater er dog p.t. ikke fuldt valideret og er derfor ikke indeholdt i præsentationen.

En delprøve af den udtagne kornprøve er brugt til bestemmelse af tusindkornsvægten, og en prøve i vårbyg er brugt til at måle sortering. Alle analyser er i år lavet for hver enkelt gentagelse.

Analyse af Hagbergs faldtal er foretaget ved Danmarks JordbrugsForskning i Tystofte på en Hagbergmåler.

Analyse af knækkede kerner er foretaget med AgroVision GrainCheckTM, som er et billedanalyseapparat, der registrerer og analyserer videobilleder af korn. Apparatet er specielt udviklet til renhedsanalyse af korn. Der analyseres på 3-400 kerner, hvor GrainCheck identificerer alle enkelte kerner og klassificerer dem til enten hvede, byg, havre, rug, triticale, beskadigede kerner, grønne kerner, flyvehavre og fremmede kerner. Denne klassifikation er baseret på morfologiske træk. Kameraet er monteret over transportbåndet og leverer billeder af alle enkeltkerner på båndet. Disse billeder behandles i en computer ved hjælp af billedanalyseredskaber, og de morfologiske parametre estimeres. Udfra analyserne af knækkede kerner på AgroVision GrainCheck blev der udvalgt seks forsøg til undersøgelsen for hårdhedsgrad. Disse inkluderede både prøver med lille og stor andel af knækkede kerner.

Kernehårdhed er målt med et apparatur kaldet "Perten 4100 Single Kernel Characterization System (SKCS)", der måler kerners hårdhedsgrad. En kerneanalyse består af 300 kerner, hvor SKCS måler hårdhedsgrad, vandindhold, diameter, vægt og derefter klassificerer kernen indenfor grupperne hård, blandet eller blød. Kornprøven hældes i apparatets feeder, hvorefter kernerne enkeltvis suges op på et hjul. Hver enkelt kerne bliver derefter vejet og knust mellem en rotor og en smal halvmåneformet åbning. På baggrund af 300 kerners modstand forbi rotoren bestemmes gennemsnittet af de ovennævnte parametre.

I de forsøgsresultater, der er præsenteret, er brugt forskellige svampebehandlinger. De aktuelle behandlinger i sortsforsøgene er vist i tabel 1.

Tabel 1. Fungicidbehandlinger i hvede- og vårbygforsøg, hvor der specifikt er undersøgt indflydelsen på forskellige kvalitetsparametre. Forsøgene har været placeret på Flakkebjerg og Rønhave Forsøgsstation. Fungicide treatments in variety trials in winter wheat and spring barley investigated for effect on quality parameters.

Vinterhvede (winter wheat)		**Vårbyg** (spring barley)	
1999	**2000**	**1999**	**2000**
1. **Ubehandlet** (untreated)	1. **Ubehandlet** (untreated)	1. **Ubehandlet** (untreated)	1. **Ubehandlet** (untreated)
2. 0,5 l Amistar (vs 51)	2. 0,5 l Amistar (vs 51)	2. 1,0 l Amistar pro (vs 32-33)	2. 1,0 l Amistar pro (vs 32-33)
3. 0,25 l Amistar+0,2 l Tern (vs 31); 0,5 l Amistar (vs 51)	3. 0,5 l Zenit vs 31; 0,5 l Amistar (vs 51)	3. 0,5 l Amistar pro (vs 29); 0,25 l Amistar (vs 37-39)	3. 0,5 l Amistar pro (vs 29); 0,5 l Amistar pro (vs 37-39)

Resultater

Vandprocent i kerner

Vandprocenten bestemmes traditionelt i alle forsøg for at kunne udregne høstudbyttet justeret til 15% vand. Resultaterne har vist, at selv om afmodningen sker lidt senere i

svampebehandlede led, er forskellen mellem vandprocenten i ubehandlede og svampebehandlede led generelt meget lille i forsøgene. Ligeledes er forskellen mellem ergosterolbehandlede og strobilurinbehandlede led lille (Jørgensen & Jensen, 1999). Et forsøg i 2000 blev høstet på flere forskellige datoer før og efter forventet høst. Dette forsøg viste ingen betydelig forskel mellem vandprocenten i ubehandlede Amistar- eller Folicur-behandlede led (tabel 2). I sortsforsøg i hvede med og uden svampebehandling blev der set begrænsede men dog i 2000 signifikant højere vandprocenter efter svampebehandling (tabel 3). Stigningen i svampebehandlede led lå dog sjældent over 0,1-0,2 svarende til 1%. I vårbyg er der ikke målt højere vandprocenter efter svampebekæmpelse i forhold til ubehandlede led.

Tabel 2. Vandprocenter i hvedekerner efter sprøjtning med Amistar og Folicur på vs 63. Water content in wheat after treatments with Amistar and Folicur at gs 63.

Behandling* Treatment	**9/8 5 dage før** 5 days before	**12/8 2 dage før** 5 days before	**14/8 0 dage før** 0 day before	**16/8 2 dage efter** 2 days after	**18/8 4 dage efter** 4 days after	**21/8 7 dage efter** 7 days after	**23/8 9 dage efter** 9 days after
Ubehandlet/ Untreated	15,6 a	21,8 a	17,0 a	19,4 a	18,4 b	17,4 a	16,3 a
Amistar 0,5 l	16,1 a	22,0 a	17,2 a	19,5 a	18,7 a	17,5 a	16,4 a
Folicur 0,5 l	15,8 a	22,1 a	17,1 a	19,4 a	18,7 a	17,5 a	16,4 a

*forud for aksbehandlingen var sprøjtet med 2 x 0,5 l Zenit på vs 31 og 37.

Tabel 3. Vandprocent i forskellige sorter efter 1 eller 2 svampebehandlinger i hvede i 1999 og 2000. Water per cent in different winter wheat varieties after 1 or 2 fungicide treatments in 1999/2000.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Kris	14,6	15,0	15,0	15,3	15,5	15,5
Ritmo	14,6	14,5	14,8	14,8	15,0	15,0
Pentium	14,5	14,6	14,5	15,0	15,1	15,2
Trintella	14,9	14,8	14,7	14,9	15,0	15,2
Terra	-	-	-	15,2	15,3	15,4
Bill	-	-	-	15,0	15,2	15,2
Baltimore	-	-	-	14,7	14,7	14,8
Gennemsnit Average	14,7 a	14,7 a	14,8 a	15,0 a	15,1 ab	15,2 b

Tusindkornsvægt i hvede og vårbyg

Tusindkornsvægten (TKV) er den udbytteparameter, der korrelerer bedst til det høstede merudbytte for en svampebekæmpelse (Jensen, 1998). Som det fremgår af resultaterne, er forskellen mellem ubehandlede sorter lige så stor, som de forskelle svampebekæmpelse kan

udvirke (tabel 4). Der er også store forskelle mellem de enkelte år. I hundredvis af forsøg er der set klare udslag for en svampebekæmpelse.

Sammenhørende tal fra udbytte og TKV fra forsøg med svampebekæmpelse i vinterhvede og vårbyg fra henholdsvis 1999 og 2000 er vist i figur 1. I hvede er der en klar stigning i TKV'en ved øgede udbytter, mens en tilsvarende stigende tendens ikke eksisterer i vårbyg. Dette indikerer, at godt nok kan sygdomsbekæmpelse øge TKV'en i byg, men store kerner kan også høstes ved relativt lave udbytteniveauer, hvilket må skyldes, at i vårbyg er udbytteniveauet i større omfang korreleret med antal aksbærende skud og antal kerner pr. aks. I hvede er udbyttet derimod mest korreleret med størrelsen af TKV.

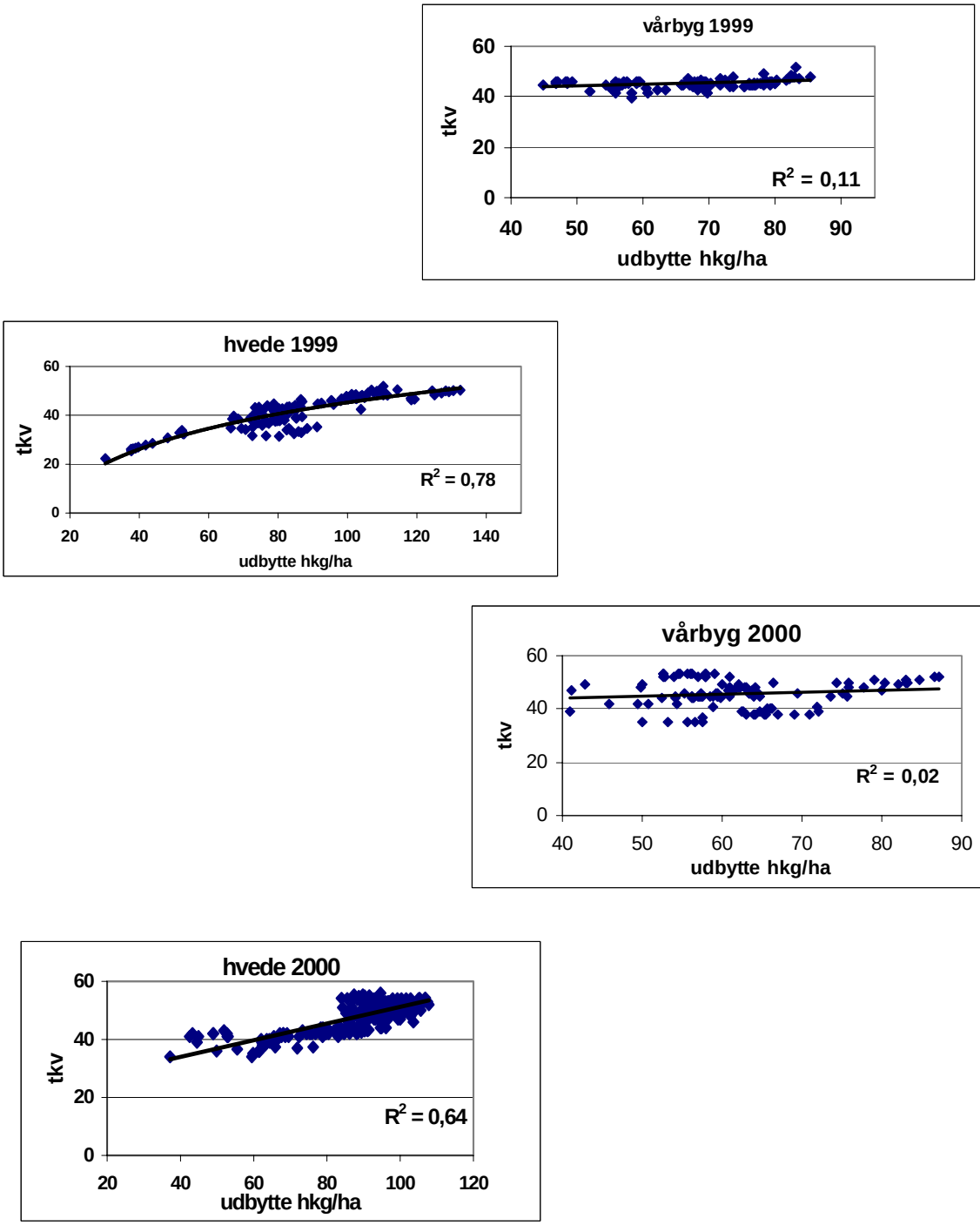
Hektolitervægt/rumvægt i hvede

Hektolitervægten i hvede skal være over 76 for at undgå fradrag ved afregning, dette gælder både for foder- og eksporthvede (Anon., 2000). Mellem 72 og 75,9 indregnes et fradrag på 0,6 kr. pr. enhed under 76 i eksporthvede, mens fradraget kun er 0,35 kr. pr. enhed i foderhvede. Ved lavere rumvægt afregnes efter individuelle aftaler. Generelt er der fra litteraturen mange kilder, som angiver, at fungicider kan øge hektolitervægten (West, 1990). Fra Sverige blev der i 1998 fundet 1-2% stigning i hektolitervægten efter sprøjtning med 1,0 l Amistar (Wiik *et al*., 1998).

Alle sorter i forsøgene både med og uden svampebekæmpelse havde lave værdier af rumvægt i 1999 og kunne ikke leve op til de stillede minimumskrav. I 2000 kunne alle sorter både med og uden svampebekæmpelse opfylde kravene, så selv om svampebekæmpelse påvirker niveauet lidt og kan hæve værdien med 1-3 enheder (kg), betyder år og sort væsentligt mere (tabel 5). Generelt er der en pæn stigning i hektolitervægten ved stigende udbytteniveauer, som det fremgår af tallene fra svampeforsøg i 2000 (figur 2).

Hektolitervægt/rumvægt i vårbyg

Rumvægten til foderbyg skal være over 65 for at undgå fradrag i prisen (0,35 kr. pr. enhed under 65). I 2000 er rumvægten bestemt i 2 forsøg med 8 sorter. Der er en forholdsvis lille men dog signifikant stigning i rumvægten efter svampebehandling (tabel 5). Effekten af sorter var dog større end effekten af svampebekæmpelse. Som det fremgår af figur 2, er der ikke nogen sikker sammenhæng mellem det generelle udbytteniveau og den opnåede hektolitervægt i vårbyg i 2000. Forholdet er som for tusindkornsvægten, nemlig at der må være andre mere vigtige parametre, som reduceres ved lavere udbytteniveauer.



Figur 1. Sammenhæng mellem udbytte og tusindkornsvægt i hvede og vårbyg i forsøg, hvor der er svampebehandlet. (Antal sammenhørende talsæt: Hvede 1999: 130; hvede 2000: 290; vårbyg 1999: 130; vårbyg 2000: 110). Correlation between yield and thousand grain weight in wheat and spring barley. Data from fungicide trials.

Hagbergs faldtal

Kornets faldtal er en parameter, der bruges ved afregningen til brødkorn/eksporthvede. Faldtallet fortæller noget om kornets stivelseskvalitet, enzymindholdet og især melets amylaseaktivitet. Lave faldtal (<220) giver en klæbrig dej, en mørk skorpe og klæg krumme. For høje faldtal bevirker, at brødet hurtigt bliver tørt. De bedste faldtal ligger på 300 sekunder plus/minus 20. Til eksporthvede skal faldtallet være over 225. Mellem 225 og 249 er der fradrag på 0,25 kr./enhed under 250, mens der ikke er nogen regulering ved værdier over 250 (Anon., 2000).

Tabel 4. Tusindkornsvægt (g/1000 kerner) i forskellige sorter efter 1 og 2 svampebehandlinger i hvede og vårbyg i 1999 og 2000. Thousand grain weight in different varieties after one or two fungicide treatments in wheat and spring barley.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Kris	40	44	44	47	50	51
Ritmo	37	40	41	44	48	49
Pentium	41	45	47	50	53	55
Trintella	39	43	44	49	52	54
Terra	-	-	-	49	52	52
Bill	-	-	-	48	50	51
Baltimore	-	-	-	44	46	48
Gennemsnit Average	39 a	43 b	44 b	47 a	50 b	51 c

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Alexis	46	50	51	46	49	49
Optic	44	48	49	47	50	50
Linus	44	46	46	40	44	44
Barke	-	-	-	49	51	50
Gennemsnit Average	45 a	48 b	49 b	46 a	49 b	48 b

Fra England er der en række kilder, der viser, at faldtal kan reduceres i kerner fra fungicidbehandlede led. Allerede da ergosterolhæmmerne kom frem i 1980'erne, var der forsøg, der viste, at aksbehandling med fungicider i begrænset grad kan reducere faldtallet (Kettlewell *et al.*, 1987; Gooding *et al*., 1994; West, 1990; Cook & Hims, 1990; Clare *et al*., 1990). Størst reduktion finder man i regnfulde år, når der er store merudbytter for

bekæmpelse af bladsygdomme, og hvor modningen trækker ud. Andre engelske kilder har ikke kunnet påvise en negativ effekt på faldtallet (Astbury & Kettlewell, 1992). Fra Tyskland har man også fået divergerende resultater. Fra Sydtyskland er ikke fundet påvirkninger af faldtal (Zimmermann & Strass, 1991; Löbner & Leithold, 2000), mens man fra Kiel-området har set lavere faldtal efter svampebehandling med både strobiluriner og gamle fungicider (Anon., 1998).

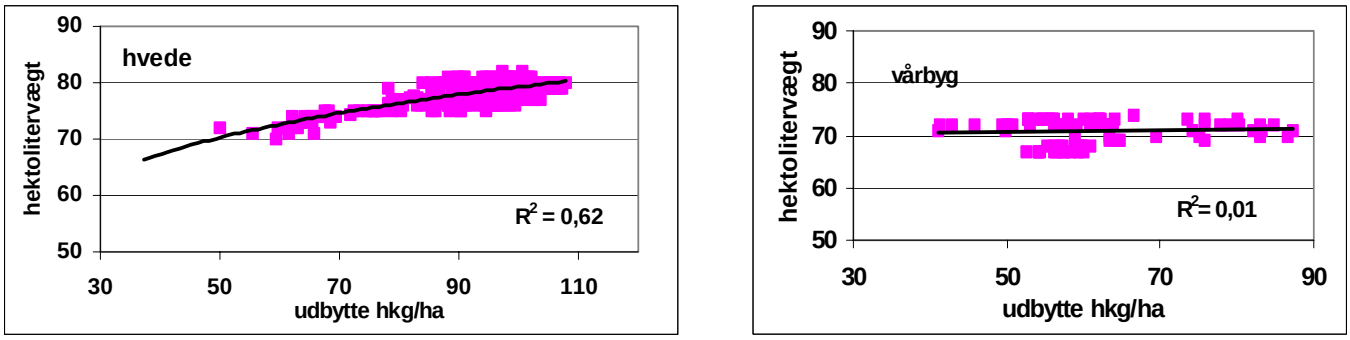
Forsøg fra de landøkonomiske foreninger viste ingen eller i visse sorter en mindre reduktion i faldtal efter svampebehandling med 3 x 0,5 l Tilt top (Oversigt over Landsforsøgene, 1990 og 1991). I svenske forsøg fra 1998 (Wiik *et al.*, 1998) er der ikke fundet lavere faldtal efter svampebehandling med Amistar.

Tabel 5. Hektolitervægt (kg/hl) i forskellige sorter efter 1 eller 2 svampebehandlinger i hvede i 1999 og 2000 og i vårbyg i 2000. Hectolitre weight in different varieties after one or two fungicide treatments in wheat and spring barley.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Kris	71	73	73	80	81	81
Ritmo	67	69	69	76	78	78
Pentium	67	69	70	76	77	77
Trintella	68	70	71	77	78	79
Terra	-	-	-	80	80	80
Bill	-	-	-	79	79	79
Baltimore	-	-	-	78	78	79
Gennemsnit Average	68 a	70 b	71 b	78 a	79 ab	79 b

Sort Varieties	**Flakkebjerg 2000**			**Rønhave 2000**		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Sortsblanding	70	70	70	70	71	71
Alexis	72	72	72	70	72	72
Otira	68	69	69	69	70	70
Optic	72	73	73	70	72	72
Jacinta	71	72	72	70	71	72
Henni	69	70	70	70	71	71
Barke	73	74	74	72	73	73
Linus	71	72	72	70	73	73
Gennemsnit Average	70,8 a	71,4 b	71,4 b	70,2 a	71,7 b	71,7 b

Hvorfor der nogen gange sker denne påvirkning af faldtallet er ikke præcist klarlagt men hænger muligvis sammen med den hastighed, hvormed kornet tørrer i marken. Hurtig modning og tørring giver de højeste faldtal (Gooding *et al.*, 1994). Flere forsøg har vist, at selv om både faldtal og proteinindhold er reduceret lidt efter svampebehandling, har det ikke forringet bagekvalitet (Gooding *et al.*, 1994; Anon., 1998).



Figur 2. Sammenhæng mellem udbytte og hektolitervægt i forsøg fra 2000 målt i hvede og vårbyg. Sammenhørende datasæt: Hvede:162, Vårbyg:88. Correlation between yield and hectolitre weight in winter wheat and spring barley in 2000.

Tabel 6. Hagbergs faldtal (sekunder) i forskellige sorter efter 1 eller 2 svampebehandlinger i hvede i 1999 og 2000. Hagberg´s falling number in different varieties after 1 or 2 fungicide treatments in wheat in 1999 and 2000.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Kris	351	324	319	318	307	291
Ritmo	346	329	329	305	299	289
Pentium	331	314	314	279	264	267
Trintella	343	315	307	299	287	268
Terra	-	-	-	264	257	258
Bill	-	-	-	261	245	239
Baltimore	-	-	-	354	338	345
Gennemsnit Average	343 a	321 b	317 b	297 a	285 b	279 b

Forsøgene med flere sorter fra 1999 og 2000 viste en signifikant reduktion i faldtal efter svampebehandling (tabel 6). Som det fremgår, har der i de 2 forsøgsår været en betydelig forskel i niveauet, men forskellen mellem sorter har også været betydelig. Der er en tendens til forskel mellem de laveste værdier efter 2 svampebehandlinger, men forskellen mellem 1 og 2 svampebehandlinger har ikke været signifikant. Om disse ret klare reducerede faldtal efter

svampebehandling skyldes, at strobiluriner giver en bedre svampebekæmpelse i forhold til ergosterolhæmmere og dermed en lidt forsinket afmodning, er ikke klarlagt. Tyske undersøgelser peger dog ikke på, at der skulle være forskel mellem reduktionen i faldtallet efter sprøjtning med strobiluriner og gode ergosterolhæmmere (Anon., 1998).

Proteinindhold i hvede

Proteinindholdet er en vigtig parameter i forbindelse med afregning af brødhvede/eksporthvede. Ved proteinindhold over 11,5 er der intet fradrag, mens der mellem 11,4-10,5 er et fradrag på 0,45 kr./0,1% under 11,5. Ved indhold lavere end 10,4 afregnes som foderkorn (Anon., 2000).

Fra udenlandske forsøg er der flere meldinger om, at ergosterolhæmmere anvendt til aksbekæmpelse har reduceret indholdet af protein i kernerne (Clark, 1993; Gooding *et al.*, 1994).

I hvedeforsøgene er der i alle de testede sorter målt et signifikant lavere proteinindhold i kernerne efter svampebekæmpelse (tabel 7). Der har ikke i de to forsøgsår været nogen klar forskel mellem 1 og 2 svampebehandlinger, hvilket formodentlig skyldes, at hovedparten af merudbyttet er opnået med den ene sprøjtning. Som det fremgår, har vækstået også betydelig effekt på proteinniveauet. Nedgangen i proteinindholdet efter svampebekæmpelse kan betyde et større fradrag, men dette opvejes af, at der høstes et større udbytte. Som det fremgår, ligger alle de undersøgte sorter i 2000 så lavt i proteinniveau, at kornet ikke kunne afregnes til eksport. I 1999 havde alle sorter tilstrækkeligt højt proteinindhold, men her ville svampebehandling i visse sorter have givet anledning til fradrag som følge af reducerede proteinniveauer (tabel 7).

Mange forsøg bl.a. i de landøkonomiske foreninger har også vist et højere proteinindhold i kerner fra ubehandlede led, når der har været betydelige angreb af svampesygdomme bl.a. i 1999, hvor der var kraftige septoriaangreb. Udenlandske forsøg har vist, at især angreb af *Septoria tritici* giver højere proteinindhold (Gooding *et al.*, 1994). Dette stemmer godt overens med, at sortsforsøgene både i 1999 og 2000 var kraftigt angrebet af septoria (tabel 7). Opnås der merudbytter for svampebekæmpelse på over 20 hkg/ha, må man desuden regne med, at der sker en så stor fortynding af kvælstof, at proteinprocenten falder. Effekten vil være mest udpræget, hvor der er lave mængder af kvælstof til rådighed i jorden.

Ældre forsøgsresultater fra de landøkonomiske foreninger viste en svag eller ingen ændring i proteinprocenten efter 3 sprøjtninger med 0,5 l Tilt top (Oversigt over Landsforsøgene, 1990 & 1991). Forskellen mellem resultaterne med ergosterolhæmmere fra begyndelsen af 1990'erne og strobiluriner i nye forsøg kan skyldes et lavere sygdomstryk i 1990 og 1991 og/eller mindre effektive svampemidler med lavere merudbytter og mindre fortynding som resultat. Om større begrænsninger i tilgængeligt kvælstof også spiller ind er usikkert. I 18 forsøg fra 1998-2000 blev der set en markant større N optagelse i kernerne efter brug af strobiluriner sammenholdt med ergosterolhæmmere. Samlet blev der optaget 10 kg N mere efter strobiluriner end efter ergosterolhæmmere, hvor der var gødet efter N-min. I

forhold til ubehandlet gav strobilurinerne 25 kg højere N optagelse (Oversigt over Landsforsøgene, 2000 s. 71).

Proteinindhold i vårbyg

I maltbyg skal proteinprocenten ligge mellem 9,8 og 11% for at undgå fradrag i afregningen. Fradraget er 0,80 kr. pr. 0,1% mere end 11% eller lavere end 9,8%. Hvis proteinprocenten er større end 12,1 eller mindre end 8,4 afregnes som foderbyg (Anon., 2000). Proteinprocenten i forsøg fra både 1999 og 2000 har ikke været påvirket af svampebekæmpelse (tabel 7), og i alle sorter har proteinindholdet ligget inden for de krav, der stilles til maltbyg. Forsøg fra Landskontoret i 1997 og 1998 har tilsvarende heller ikke vist nogen negativ påvirkning af

Tabel 7. Protein indhold i forskellige sorter efter 1 og 2 svampebehandlinger i hvede og vårbyg i 1999 og 2000. Protein per cent in grain after one and two treatments with fungicides in winter wheat and spring barley.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)						**2000 2 forsøg** (2 trials)					
	Ubehandlet Untreated		**1 x fungicid**		**2 x fungicid**		**Ubehandlet** Untreated		**1 x fungicid**		**2 x fungicid**	
	udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %
Kris	72,8	11,8	12,3	11,2	16,5	11,3	88,2	9,8	7,7	9,6	12,8	9,7
Ritmo	74,3	12,0	11,3	11,4	13,3	11,3	87,8	9,4	10,3	9,3	13,0	9,2
Pentium	73,6	12,6	12,4	11,9	15,5	11,8	86,4	10,2	9,1	9,9	11,7	10,0
Trintella	72,0	11,9	12,7	11,2	19,0	11,1	86,9	9,7	11,4	9,4	16,8	9,3
Terra	-	-	-	-	-	-	87,5	10,3	6,8	10,2	8,9	10,1
Bill	-	-	-	-	-	-	89,2	10,2	9,6	9,9	13,3	9,8
Baltimore	-	-	-	-	-	-	89,1	9,7	8,5	9,6	13,8	9,3
Gennemsnit Average	73,2	12,1a	12,2	11,4b	16,1	11,4b	87,9	9,9a	9,1	9,7b	12,9	9,6b

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)						**2000 2 forsøg** (2 trials)					
	Ubehandlet Untreated		**1 x fungicid**		**2 x fungicid**		**Ubehandlet** Untreated		**1 x fungicid**		**2 x fungicid**	
	udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %
Alexis	58,2	9,2	9,0	9,4	11,8	9,3	52,3	10,3	6,2	10,3	10,7	10,3
Optic	62,0	8,9	6,8	8,9	10,2	9,0	60,4	10,1	5,4	10,1	8,7	10,3
Linus	63,5	9,5	7,1	9,1	9,6	9,3	49,9	10,5	9,9	10,6	13,3	10,5
Barke	-	-	-	-	-	-	64,5	10,3	2,5	10,5	3,7	10,3
Gennemsnit Average	61,2	9,2a	7,6	9,1a	10,5	9,2a	56,8	10,3a	6,0	10,4a	9,1	10,4a

proteinindholdet i kernerne fra svampebekæmpelse. I gennemsnit af 28 forsøg med Alexis, hvor Tilt megaturbo var sammenlignet med Amistarløsninger og ubehandlet, var der ingen

forskel mellem proteinprocenten i forsøgsleddene (Oversigt over Landsforsøgene, 1998 C15). Det vurderes dog, at også i vårbyg vil der kunne ske reduktioner i proteinindholdet i kernerne efter meget kraftige sygdomsangreb og store merudbytter.

Sortering i vårbyg

Sortering er en vigtig afregningsparameter for maltbyg. Hvis ikke 90 procent af kernerne har en størrelse på mere end 2,5 mm, er der fradrag (Anon., 2000). Resultaterne for sortering er meget relateret til tallene for tusindkornsvægt. Svampebekæmpelse bevirker, at kernerne bliver større og mere buttede, og dermed produceres færre kerner, som er mindre end 2,5 mm. Forsøgene med Alexis fra 1997 og 1998 viste tendens til en forbedret sortering efter Amistarløsninger sammenholdt med Tilt Megaturbo og en sikker bedre effekt i forhold til ubehandlet (Oversigt over Landsforsøgene, 1998 C15). Jo kraftigere smittetrykket er, jo mere bliver sorteringen ofte forbedret ved svampebekæmpelse. I forsøg med meget bygrust og bygbladplet må forventes, at Amistar hæver sorteringen mere end ældre midler.

I forsøgene fra 1999 og 2000 er fundet en betydelig sorteringsforskel mellem sorter og år (tabel 8). Blandt andet er der en markant forskel i sortering af Linus i de to år. Den dårlige sortering i 2000 skyldes bl.a. betydelige angreb af meldug og bygrust. Forsøgene har ikke vist nogen klar forskel mellem 1 og 2 svampesprøjtninger.

Spireevne i maltbyg

I maltbyg er spireevnen (spireenergien) en vigtig parameter. Kravene er, at spireenergien skal være over 95 ellers afregnes som foderkorn. Forsøg i vårbyg i 1999 viste ingen effekt af svampebehandling på spireevnen (Jørgensen *et al*., 1999).

Tabel 8. Sortering i forskellige maltbygsorter efter 1 eller 2 svampebehandlinger i vårbyg i 1999 og 2000. Vægt procent med kerner >2,5. Screening of spring barley for malting (weight % with grain >2,5 mm) following 1 or 2 fungicide treatments.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Alexis	90	95	96	89	94	94
Optic	92	95	96	91	95	95
Linus	96	97	97	86	92	93
Barke	-	-	-	93	94	94
Gennemsnit Average	93 a	96 b	96 b	90 a	94 b	94 b

Knækkede eller sprækkede kerner

I vækstsæson 2000 opstod der diskussion, om svampebekæmpelse var årsag til en stigning i andelen af knækkede kerner i den høstede varer af hvede. For at belyse dette spørgsmål blev andelen af knækkede kerner efter forskellige behandlinger undersøgt i en række forsøg. Knækkede kerner er også en afregningsparameter, hvor der sker fradrag, hvis mere end 3% er

knækkede i kornet til eksport (Anon., 2000). De knækkede kerner henregnes til urenheder, og der gives et fradrag på 0,1% pr. 0,1% enhed.

Vægtprocenten af knækkede kerner i forsøgene varierede fra 0,2 til 5,6% i ubehandlet. Lokaliteten Nordruplund havde den største andel af knækkede kerner. Her blev der fundet en signifikant større andel efter behandlingen 0,75 l/ha Amistar i forhold til Amistar 0,25 l/ha, Folicur 0,25 l/ha eller ubehandlet (tabel 9). I et andet forsøg fra Nordruplund gav splitdoseringer af Tilt top (2 x 0,33 l/ha) og Fortress + Amistar 2 x (0,1 + 0,33 l/ha) også en signifikant større andel knækkede kerner i forhold til ubehandlet. I visse af de øvrige forsøg var der en tendens til flere knækkede kerner i de behandlede led. I 4 forsøg fra landsforsøgene var der tilsvarende en tendens til flere knækkede kerner efter svampebehandling sammenlignet med ubehandlede led, selvom forskellen ikke var signifikant (Oversigt over Landsforsøgene, 2000).

Tabel 9. Knækkede kerner (vægt %) i kerneprøver fra led med og uden svampebehandling i hvede. Broken grains (weight %) in samples from plus minus fungicide treatments in wheat.

00324 **Behandling** Treatment	**Sprøjtet på vs 31 & 45-55**	**Flakkebjerg** **Brigadier**	**Rønhave** **Brigadier**	**Vemmelev** **Kris**	**Nordrup** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		0,8	1,0	0,5	5,4	1,9
Tilt top	2 x 0,33	0,9	1,6	0,5	8,1	2,8
Fortress+ Amistar	2x (0,1+0,33)	1,4	1,1	0,5	8,6	2,9
LSD_{95}		ns	ns	ns	2,4	
00325 **Behandling** Treatment	**Sprt vs 51**	**Rønhave** **Ritmo**	**Jyndevad** **Ritmo**	**Nordrup** **Ritmo**	**Frøslev** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		2,1	1,3	5,6	2,0	2,7
Amistar	0,25	2,6	2,2	7,3	3,2	3,8
Amistar	0,75	2,8	1,9	10,6	2,6	4,5
Folicur	0,25	2,3	1,2	7,2	1,8	3,1
LSD_{95}		ns	ns	2,7	ns	
00326 **Behandling** Treatment	**sprøjtet på vs 31 & 45-55**	**Flakkebjerg** **Brigadier**	**Rønhave** **Ritmo**	**Flakkebjerg** **Stakado**	**Frøslev** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		1,2	3,5	0,2	2,4	1,8
Zenit/Amistar	0,5/0,5	1,4	4,7	0,2	1,4	1,9
Zenit/Opus	0,5/0,25	1,5	3,5	0,2	1,9	1,8
LSD_{95}		ns	ns	ns	ns	ns

Fra praksis har der på grund af øgede krav i afregningsaftalen været stigende fokus på andelen af knækkede kerner i 2000 (5%→3%). Det skønnes fra praksis, at der er sammenhæng mellem store udbytter, lave proteinindhold og andelen af knækkede kerner. I en række

tilfælde har det være muligt at mindske andelen af knækkede kerner ved justering af broafstanden på mejetærskeren.

Årsagen til den større andel af knækkede/sprækkede kerner er usikker. Da svampebehandling i sig selv ikke giver flere knækkede/sprækkede kerner, må der være tale om en sekundær effekt.

Mulige forklaringer kan være:

- Kernerne efter svampebekæmpelse er større og har måske en anden struktur, som gør dem mere sårbare. Kernernes hårdhed kan have ændret sig (se nedenfor).
- Forkert indstilling af mejetærsker, hvor for stor cylinderhastighed eller forkert broindstilling kan være med til at forårsage flere knækkede kerner især blandt de store kerner.
- Noget tyder på, at vejrliget i sæsonen flere steder var gunstig for dannelse af knækkede kerner (se nedenfor).

Fra litteraturen er knækkede/sprækkede kerner specielt beskrevet inden for vårbyg. Knækkede/sprækkede kerner i byg er ikke noget nyt fænomen. Det optræder med års mellemrum og var bl.a. meget udbredt i 1957 og 1971 (Stapel & Bagger, 1971). I begge disse år menes revnerne i bygkerne at skyldes spændinger i frøskallen som følge af megen regn efter en længere tørkeperiode. Der har været observeret betydelige sortsforskelle. Fra Tyskland er det nævnt, at sprækkede kerner i byg specielt opstår, når der efter tørkeperioder kommer nedbør 28-35 dage efter skridning (Baumer, 1995). Fra Sverige har man set mange sprækkede kerner i vårbyg i 2000. Det største antal er set i svampebehandlede forsøgsled og på sene høsttidspunkter efter skiftende vejrperioder. Også her er set betydelige sortsforskelle. Kerner, der sprækker, er mere modtagelige overfor fusariumangreb, hvilket bl.a. giver problemer i forbindelse med maltning (Jørgen Løhde, Svalöf Weibull, pers. com.).

Der findes ingen kilder, der giver forklaringer på større andele af knækkede kerner i hvede, men bemærkelsesværdigt er det, at Nordruplund, som var lokaliteten med flest knækkede hvedekerner, ligger placeret i den del af landet, der i 2000 var ramt af tørke i længere perioder i maj og juni, og som efterfølgende fik regnbyger i juli.

Kernehårdhed i hvede

Forklaringen på andelen af flere knækkede kerner blev søgt ved at analysere hårdhedsgraden af kernerne i nogle af forsøgene (tabel 10). I to tilfælde blev der målt signifikant blødere kerner efter svampebehandling, også selvom der på de pågældende lokaliteter ikke var flere knækkede kerner. Generelt var der en tendens til, at svampebehandlede havde et lavere hårdhedsindeks end ubehandlede. I de undersøgte prøver var der ikke signifikant forskel mellem vandprocenterne, men kernerne var signifikant større i de svampebehandlede led.

Tabel 10. Hårdhedsindeks i kerneprøver med og uden svampebehandling i hvede. Grain hardness in samples from different fungicide treatments in winter wheat.

00325 **Behandling** Treatment	**Sprøjtet vs 51**	**Jyndevad** **Ritmo**	**Nordrup** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		62,3	57,3	59,8
Amistar	0,25	61,5	56,4	59,0
Amistar	0,75	59,1	54,9	57,0
Folicur	0,25	63,1	55,7	59,4
LSD_{95}		ns	ns	ns

00326 **Behandling**	**Sprøjtet på vs** **31 & 45-55**	**Flakkebjerg** **Brigadier**	**Rønhave** **Ritmo**	**Frøslev** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		60,2	57,2	48,0	55,1 a
Zenit/Amistar	0,5/0,5	54,4	45,5	40,2	46,7 b
Zenit/Opus	0,5/0,25	59,3	45,2	43,1	49,2 b
LSD_{95}		ns	6,5	2,1	

Hårdheden af kerner er en parameter, der almindeligvis har betydning, når kernerne skal males. Der er forskel på måden, hvormed hårde og bløde kerner brydes. Når hårde kerner knækkes, er det ofte langs cellevæggen i endospermen, mens brydningen af bløde kerner ikke følger cellestrukturen men knækker gennem cellerne. Dette forhold giver sig udslag i et mønster af mekanisk styrke henholdsvis svaghed i hård hvede, mens den mekaniske modstand for blød hvede er jævnt svag (Kent, 1966). Hård hvede giver derfor groft, grynet mel, hovedsageligt bestående af hele endospermceller, der er lette at si. Blød hvede giver derimod meget fint mel, bestående af fragmenter af endospermcellerne, der ofte klæber sammen og således gør det vanskeligt at si.

Udenlandske resultater på dette felt er begrænset, men fra Ungarn er tilsvarende fundet, at svampebekæmpelse har givet blødere kerner (Tanacs *et al*., 2000). I USA er kernehårdhed i hvede fundet at variere mellem forskellige lokaliteter (Morris *et al*., 1999), mens sammenhængene mellem hårdhedsgrad og øvrige kerneparametre er mere usikre. Morris *et al*. (1999) fandt ingen sammenhæng mellem kernehårdhed, proteinindhold, kernevægt og størrelse, mens Lyon & Shelton (1999) i to ud af tre år fandt positiv korrelation mellem proteinindhold og kernehårdhed. Denne sammenhæng passer overens med de resultater, der er opnået fra 2000 i Danmark, hvor de blødeste kerner har haft det laveste proteinindhold.

Konklusion

- Svampesprøjtninger bidrager væsentligt til udbyttet især i år med kraftige sygdomsangreb. Merudbytterne efter strobilurinerne er generelt højere end for de gamle ergosterolmidler.
- Svampebekæmpelse påvirker diverse udbytte- og kvalitetsparametre i hvede og vårbyg. Hvor der er sprøjtet én gang er ikke set sikre forskelle i forhold til, om der er sprøjtet to gange. Generelt har én sprøjtning også langt den største del af merudbyttet (>70%).
- Der er for kvalitetsparametrene set betydelige forskelle imellem år og sorter. Disse forskelle er ofte mindst lige så store som effekten af svampebehandling.

- Svampebekæmpelse gav meget begrænsede (forøgelser på 0,1-0,2, svarende til maksimalt 1% stigning) eller ingen stigninger i vandprocenten hos kerner i hvede. I byg er der ikke fundet eksempler på en sikker stigning i vandprocenten.
- Tusindkornsvægten stiger ofte mellem 10-15% efter svampebehandling. Stigningen er størst for strobilurinerne sammenlignet med ergosterolhæmmerne. I hvede stiger tusindkornsvægten generelt ved højere udbytter, mens der i vårbyg ikke er en tilsvarende sammenhæng.
- Svampebekæmpelse kan øge sorteringen signifikant i vårbyg ofte mellem 5-8%. Stigningen er størst ved kraftige sygdomsangreb.
- Svampebekæmpelse kan øge hektolitervægten i mindre men signifikant omfang i både hvede og vårbyg. Stigningen ligger mellem 1-5%. Ved stigende udbytter ses generelt stigende hektolitervægt i hvede, mens dette ikke er tilfældet i vårbyg.
- Svampebekæmpelse i hvede med strobiluriner har i 1999 og 2000 forsøgene mindsket faldtallet signifikant med 6-8%. Eksempler på reduktion i faldtal er også tidligere fundet med ergosterolhæmmere. Udenlandske forsøgsresultater har i visse år men langt fra altid givet tilsvarende reduktioner.
- Svampebekæmpelse i hvede har signifikant reduceret proteinindholdet i kernerne med 5-6%. Det vurderes, at reduktionen skyldes, at der ved store merudbytter sker en fortynding af kvælstof/protein i kernerne. Fra litteraturen er det også nævnt, at specielt kraftige angreb af septoriasvampene giver højere proteinindhold.
- Det højere merudbytte efter svampebekæmpelse opvejer den eventuelt lavere afregning som følge af lavere faldtal og proteinindhold.
- Svampebekæmpelse har ikke i de fremlagte forsøg påvirket kornets spireevne eller proteinindholdet i vårbyg.
- På enkelte lokaliteter er der målt flere knækkede/sprækkede kerner efter svampebehandling i hvede; ligeledes er der fundet en tendens til blødere kerner i svampebehandlede led. Den egentlige årsag til disse forhold er ikke klarlagt.

Litteratur

Anon. 2000. Høstinformation. Aftale vedrørende afregning af korn ærter og raps.- De danske landboforeninger og Dansk Familiebrug, 20 pp.

Anon. 1998. Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein. Versuchsbericht 1998.

Astbury JM & Kettleewell PS. 1992 Late season husbandry and Hagberg falling number of wheat. HGGA-project – Report 1992. No. 50, 38 pp.

Bauer M. 1995. Warum Gerstenkörner aufspringen. Pflanzenschutz – Praksis. 1. 42-43.

Clare RW, Jordan VWL, Smith SP, Davies WP, Bulman C, Evans EJ, Stevens DB, Nutall M & Naylor REL. 1990. The effect of nitrogen and fungicide treatment on the yield and grain quality of Avalon winter wheat. Aspect of Applied Biology no. 25, 375-386.

Clare RW, Spink JH, Laverick RM & Bailey J. 1993 Factors affecting the quality of milling wheat produced in a high yield situation. Aspect of Applied Biology no. 36, 241-250.

Clark WS. 1993. Interaction of winter wheat varieties with fungicide programmes and effects on grain quality. Aspect of Applied Biology no. 36, 397-406.

Cook RJ & Hims MJ. 1990. Influence of disease on wheat Hagberg falling number. Aspect of Applied Biology no. 25, 355-362.

Gooding MJ, Smith SP, Davies WP & Kettlewell PS. 1994. Effect of late season applications of propiconazole and tridemorph on disease, senescence, grain development and the breadmaking quality of winter wheat. Crop Protection, 13: 5, 362-370.

Jensen EK. 1998. Kernekvalitet set i relation til svampebekæmpelse i korn. DJF rapport, Markbrug 1999, nr. 10 187-195.

Jørgensen LN & Jensen KF. 1999. Svampebekæmpelse i korn. In: Pesticidafprøvningen 1998. DJF rapport.

Jørgensen LN, Nielsen BJ, Paaske K & Jensen KF. 1999. Diseases and insects in arable crops and vegetables 1999. Dept. of Crop Protection. Danish Institute of Agricultural Sciences.

Jordan VWL. 1992. Nitrogen and fungicide interaction in breadmaking wheat. HGGA-project –Report 1992, No. 54, 66 pp.

Kent NL. 1966. Technology of cereals with special reference to wheat. 262 p. Food Science and Technology. Pergamon Press.

Kettlewell PS. 1997. Seasonal variation in the response of Hagberg falling and liquefaction numbers to propiconazole fungicide in wheat. Annals of Applied biology 130, 3, 569-580.

Lyon DJ & Shelton DR. 1999. Wheat grain hardness among chromosome 5D homozygous Recombinant substitution lines using different method of measurement. Crop Science 39: 448-452.

Löbner U & Leithold B. 2000. Einfluss verschiedener Fungizidstrategien auf Qualitätsparameter von Getreide. 52. Deutsche Pflanzenschutztagung. Freising-Weihenstephan.

Morris CF, DeMacon VL & Guroux MJ. 1999. Fallow management and nitrogen fertilizer influence winter wheat kernel hardness. Cereal Chem. 76(2), 249-254.

Oversigt over Landsforsøgene. 1998. s. 102-103.

Oversigt over Landsforsøgene. 1990. s. 24.

Oversigt over Landsforsøgene. 1991. s. 29.

Oversigt over Landsforsøgene. 2000. s. 71.

Stapel C & Bagger O. 1971. Om revnede bygkerner efter høst 1971. Landbonyt: Bd. 25, 487-492.

Tanacs L, Matuz J, Balogh C & Acs E. 2000. Effect of pesticide treatment of wheat field on the quality of the wheat grain yield measured by valorigraph. Novenytermeles 49, 27-39.

Zimmermann G & Strass F. 1991. Yield and quality of winter wheat cultivars under different fungicide treatments. Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, Sonderheft 1991 68: 635-648.

West SJE. 1990. The effect of fungicides on yield and quality of winter wheat. Aspect of Applied Biology no. 25, 349-353.

Wiik L, Pålsson L & Berg G. 1998. Sprutning med fungicider i stråsäd – Forsögsresultater 1998. Meddelande från Södra Jordbrugsforsögsdistriktet, nr. 49 2:1-2:27.

Fungicidbehandlingers indflydelse på kvalitetsparametre i korn

The effect of fungicide treatments on quality parameters in cereal

Lise Nistrup Jørgensen & Mette Duedahl Høyer
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

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

Summary

Four trials from 1999 and 2000 with different varieties of winter wheat have been treated with one or two fungicide treatments using mainly strobilurins. A similar trial set up has been tested in spring barley varieties. In wheat *Septoria tritici* dominated in all varieties and in spring barley *Erysiphe graminis* or *Puccinia hordei* were the dominating diseases. Different grain quality parameters have been measured in the trials comparing grain samples from untreated and fungicide treated plots.

Fungicide treatments did not or only slightly (1%) increase water content in the grain measured at the time of normal harvest. Thousand grain weight (TGW) in both winter wheat and spring barley increased significantly (often 10-15%) following fungicide treatments. The increase was only slightly higher from two treatments compared with one. In wheat a positive correlation was seen between yield level and TGW using data from many fungicide trials. In spring barley no such correlation was found indicating that also at low levels of yield high TGW can be harvested, and the yield reducing effect must be found among fewer tillers with ears and fewer grains per ear. Fungicide treatments in spring barley did significantly increase the screening of malting barley (5-8%), mostly so in varieties with severe levels of disease.

Hectolitre weight increased only slightly but still significantly in both wheat and spring barley (1-5%) following fungicide treatments. No clear difference was seen between one or two treatments. Fungicide treatments in wheat significantly decreased Hagberg´s falling number (6-8%) and protein content (5-6%) in both years. There were no significant differences between one or two treatments. The practical impact of this reduction is only minor measured in relation to the impact of the differences seen between years and varieties. Fungicide treatments in spring barley caused no significant changes in the protein content in

either year, however clear differences were seen between years and to a less extend between varieties. Fungicide treatments were found to have no effect on germination of spring barley.

Fungicide treatments were at one locality found to increase the weight % of broken grain in winter wheat significantly, and other localities showed similar tendencies. The actual reason for this effect is unknown but discussed. The hardness of grain was investigated as one factor. At some localities a significant decrease in hardness of the grain was measured following fungicide treatment. The locality with most broken grain did not, however, have a significant shift in grain hardness – only a tendency to more soft grain.

Indledning

Kvalitetsparametre er vigtige i forbindelse med afregning af korn til specielle formål (Anon., 2000). Blandt andet er kravene til eksportkorn skærpet og med til at sætte fokus på hvilke faktorer, der påvirker disse parametre. Det er fra litteraturen dokumenteret, at mange dyrkningsfaktorer har indflydelse på kerneudbytte og kernekvalitet. Specielt er N-tildeling vigtig for Hagbergs faldtal og proteinindholdet i kerner (Jordan, 1992), men også udsædsmængde og sorter spiller en stor rolle for kernekvaliteten.

Fungicider er kendt for udover at kunne reducere sygdomsangreb i afgrøden at påvirke forskellige udbytteparametre. Mest velkendt er de positive effekter på større kerneudbytter, større tusindkornsvægt, større hektolitervægt og bedre sortering. Effekter på øvrige kvalitetsparametre er derimod mindre godt belyst.

De seneste års brug af strobiluriner til svampebekæmpelse har sat fornyet fokus på svampebekæmpelsens indflydelse på kvalitetsparametre. I denne artikel vil kvalitetsundersøgelserne fra de seneste års forsøg med fungicider blive præsenteret hovedsageligt med strobiluriner i vinterhvede og vårbyg. Udover de gængse afregningsparametre, så som vandprocent, rumvægt, proteinindhold, faldtal og sortering, vil der blive vist resultater fra en undersøgelse, hvor andelen af knækkede/sprækkede kerner i kornet samt kernernes hårdhed er målt.

Materiale og metode

I 1999 og 2000 er der udført 4 sortsforsøg i hvede og 4 sortsforsøg i vårbyg på 2 lokaliteter, hvor en række kvalitetsparametre har været målt. Derudover er der i 2000 målt hektolitervægt og proteinindhold på alle afprøvningsforsøg.

Der er udtaget en kerneprøve (ca. 1 kg) fra hver parcel ved høst. Prøven er renset og derefter analyseret for vandprocent, proteinindhold og hektolitervægt. Denne analyse er foretaget i en NIT maskine (Infratec 1241 Grain Analyzer), som bruger nær infrarød transmitans til vandprocent og proteinindhold, mens hektolitervægt er bestemt ud fra en vejning i maskinen. Instrumentet kan også måle stivelse og gluten i kernerne. Disse analyseresultater er dog p.t. ikke fuldt valideret og er derfor ikke indeholdt i præsentationen.

En delprøve af den udtagne kornprøve er brugt til bestemmelse af tusindkornsvægten, og en prøve i vårbyg er brugt til at måle sortering. Alle analyser er i år lavet for hver enkelt gentagelse.

Analyse af Hagbergs faldtal er foretaget ved Danmarks JordbrugsForskning i Tystofte på en Hagbergmåler.

Analyse af knækkede kerner er foretaget med AgroVision GrainCheckTM, som er et billedanalyseapparat, der registrerer og analyserer videobilleder af korn. Apparatet er specielt udviklet til renhedsanalyse af korn. Der analyseres på 3-400 kerner, hvor GrainCheck identificerer alle enkelte kerner og klassificerer dem til enten hvede, byg, havre, rug, triticale, beskadigede kerner, grønne kerner, flyvehavre og fremmede kerner. Denne klassifikation er baseret på morfologiske træk. Kameraet er monteret over transportbåndet og leverer billeder af alle enkeltkerner på båndet. Disse billeder behandles i en computer ved hjælp af billedanalyseredskaber, og de morfologiske parametre estimeres. Udfra analyserne af knækkede kerner på AgroVision GrainCheck blev der udvalgt seks forsøg til undersøgelsen for hårdhedsgrad. Disse inkluderede både prøver med lille og stor andel af knækkede kerner.

Kernehårdhed er målt med et apparatur kaldet "Perten 4100 Single Kernel Characterization System (SKCS)", der måler kerners hårdhedsgrad. En kerneanalyse består af 300 kerner, hvor SKCS måler hårdhedsgrad, vandindhold, diameter, vægt og derefter klassificerer kernen indenfor grupperne hård, blandet eller blød. Kornprøven hældes i apparatets feeder, hvorefter kernerne enkeltvis suges op på et hjul. Hver enkelt kerne bliver derefter vejet og knust mellem en rotor og en smal halvmåneformet åbning. På baggrund af 300 kerners modstand forbi rotoren bestemmes gennemsnittet af de ovennævnte parametre.

I de forsøgsresultater, der er præsenteret, er brugt forskellige svampebehandlinger. De aktuelle behandlinger i sortsforsøgene er vist i tabel 1.

Tabel 1. Fungicidbehandlinger i hvede- og vårbygforsøg, hvor der specifikt er undersøgt indflydelsen på forskellige kvalitetsparametre. Forsøgene har været placeret på Flakkebjerg og Rønhave Forsøgsstation. Fungicide treatments in variety trials in winter wheat and spring barley investigated for effect on quality parameters.

Vinterhvede (winter wheat)		**Vårbyg** (spring barley)	
1999	**2000**	**1999**	**2000**
1. **Ubehandlet** (untreated)	1. **Ubehandlet** (untreated)	1. **Ubehandlet** (untreated)	1. **Ubehandlet** (untreated)
2. 0,5 l Amistar (vs 51)	2. 0,5 l Amistar (vs 51)	2. 1,0 l Amistar pro (vs 32-33)	2. 1,0 l Amistar pro (vs 32-33)
3. 0,25 l Amistar+0,2 l Tern (vs 31); 0,5 l Amistar (vs 51)	3. 0,5 l Zenit vs 31; 0,5 l Amistar (vs 51)	3. 0,5 l Amistar pro (vs 29); 0,25 l Amistar (vs 37-39)	3. 0,5 l Amistar pro (vs 29); 0,5 l Amistar pro (vs 37-39)

Resultater

Vandprocent i kerner

Vandprocenten bestemmes traditionelt i alle forsøg for at kunne udregne høstudbyttet justeret til 15% vand. Resultaterne har vist, at selv om afmodningen sker lidt senere i

svampebehandlede led, er forskellen mellem vandprocenten i ubehandlede og svampebehandlede led generelt meget lille i forsøgene. Ligeledes er forskellen mellem ergosterolbehandlede og strobilurinbehandlede led lille (Jørgensen & Jensen, 1999). Et forsøg i 2000 blev høstet på flere forskellige datoer før og efter forventet høst. Dette forsøg viste ingen betydelig forskel mellem vandprocenten i ubehandlede Amistar- eller Folicur-behandlede led (tabel 2). I sortsforsøg i hvede med og uden svampebehandling blev der set begrænsede men dog i 2000 signifikant højere vandprocenter efter svampebehandling (tabel 3). Stigningen i svampebehandlede led lå dog sjældent over 0,1-0,2 svarende til 1%. I vårbyg er der ikke målt højere vandprocenter efter svampebekæmpelse i forhold til ubehandlede led.

Tabel 2. Vandprocenter i hvedekerner efter sprøjtning med Amistar og Folicur på vs 63. Water content in wheat after treatments with Amistar and Folicur at gs 63.

Behandling* Treatment	**9/8 5 dage før** 5 days before	**12/8 2 dage før** 5 days before	**14/8 0 dage før** 0 day before	**16/8 2 dage efter** 2 days after	**18/8 4 dage efter** 4 days after	**21/8 7 dage efter** 7 days after	**23/8 9 dage efter** 9 days after
Ubehandlet/ Untreated	15,6 a	21,8 a	17,0 a	19,4 a	18,4 b	17,4 a	16,3 a
Amistar 0,5 l	16,1 a	22,0 a	17,2 a	19,5 a	18,7 a	17,5 a	16,4 a
Folicur 0,5 l	15,8 a	22,1 a	17,1 a	19,4 a	18,7 a	17,5 a	16,4 a

*forud for aksbehandlingen var sprøjtet med 2 x 0,5 l Zenit på vs 31 og 37.

Tabel 3. Vandprocent i forskellige sorter efter 1 eller 2 svampebehandlinger i hvede i 1999 og 2000. Water per cent in different winter wheat varieties after 1 or 2 fungicide treatments in 1999/2000.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Kris	14,6	15,0	15,0	15,3	15,5	15,5
Ritmo	14,6	14,5	14,8	14,8	15,0	15,0
Pentium	14,5	14,6	14,5	15,0	15,1	15,2
Trintella	14,9	14,8	14,7	14,9	15,0	15,2
Terra	-	-	-	15,2	15,3	15,4
Bill	-	-	-	15,0	15,2	15,2
Baltimore	-	-	-	14,7	14,7	14,8
Gennemsnit Average	14,7 a	14,7 a	14,8 a	15,0 a	15,1 ab	15,2 b

Tusindkornsvægt i hvede og vårbyg

Tusindkornsvægten (TKV) er den udbytteparameter, der korrelerer bedst til det høstede merudbytte for en svampebekæmpelse (Jensen, 1998). Som det fremgår af resultaterne, er forskellen mellem ubehandlede sorter lige så stor, som de forskelle svampebekæmpelse kan

udvirke (tabel 4). Der er også store forskelle mellem de enkelte år. I hundredvis af forsøg er der set klare udslag for en svampebekæmpelse.

Sammenhørende tal fra udbytte og TKV fra forsøg med svampebekæmpelse i vinterhvede og vårbyg fra henholdsvis 1999 og 2000 er vist i figur 1. I hvede er der en klar stigning i TKV'en ved øgede udbytter, mens en tilsvarende stigende tendens ikke eksisterer i vårbyg. Dette indikerer, at godt nok kan sygdomsbekæmpelse øge TKV'en i byg, men store kerner kan også høstes ved relativt lave udbytteniveauer, hvilket må skyldes, at i vårbyg er udbytteniveauet i større omfang korreleret med antal aksbærende skud og antal kerner pr. aks. I hvede er udbyttet derimod mest korreleret med størrelsen af TKV.

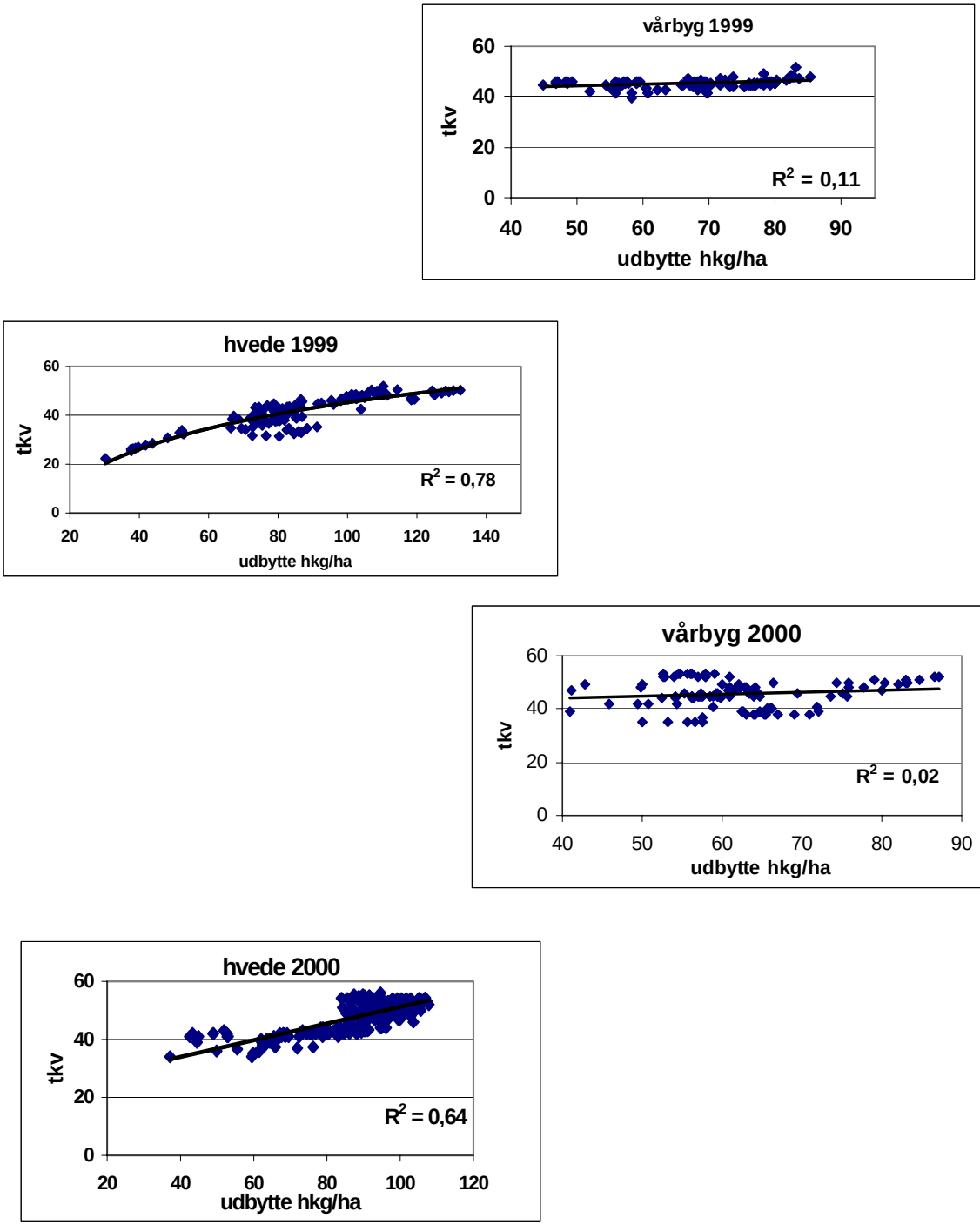
Hektolitervægt/rumvægt i hvede

Hektolitervægten i hvede skal være over 76 for at undgå fradrag ved afregning, dette gælder både for foder- og eksporthvede (Anon., 2000). Mellem 72 og 75,9 indregnes et fradrag på 0,6 kr. pr. enhed under 76 i eksporthvede, mens fradraget kun er 0,35 kr. pr. enhed i foderhvede. Ved lavere rumvægt afregnes efter individuelle aftaler. Generelt er der fra litteraturen mange kilder, som angiver, at fungicider kan øge hektolitervægten (West, 1990). Fra Sverige blev der i 1998 fundet 1-2% stigning i hektolitervægten efter sprøjtning med 1,0 l Amistar (Wiik *et al*., 1998).

Alle sorter i forsøgene både med og uden svampebekæmpelse havde lave værdier af rumvægt i 1999 og kunne ikke leve op til de stillede minimumskrav. I 2000 kunne alle sorter både med og uden svampebekæmpelse opfylde kravene, så selv om svampebekæmpelse påvirker niveauet lidt og kan hæve værdien med 1-3 enheder (kg), betyder år og sort væsentligt mere (tabel 5). Generelt er der en pæn stigning i hektolitervægten ved stigende udbytteniveauer, som det fremgår af tallene fra svampeforsøg i 2000 (figur 2).

Hektolitervægt/rumvægt i vårbyg

Rumvægten til foderbyg skal være over 65 for at undgå fradrag i prisen (0,35 kr. pr. enhed under 65). I 2000 er rumvægten bestemt i 2 forsøg med 8 sorter. Der er en forholdsvis lille men dog signifikant stigning i rumvægten efter svampebehandling (tabel 5). Effekten af sorter var dog større end effekten af svampebekæmpelse. Som det fremgår af figur 2, er der ikke nogen sikker sammenhæng mellem det generelle udbytteniveau og den opnåede hektolitervægt i vårbyg i 2000. Forholdet er som for tusindkornsvægten, nemlig at der må være andre mere vigtige parametre, som reduceres ved lavere udbytteniveauer.



Figur 1. Sammenhæng mellem udbytte og tusindkornsvægt i hvede og vårbyg i forsøg, hvor der er svampebehandlet. (Antal sammenhørende talsæt: Hvede 1999: 130; hvede 2000: 290; vårbyg 1999: 130; vårbyg 2000: 110). Correlation between yield and thousand grain weight in wheat and spring barley. Data from fungicide trials.

Hagbergs faldtal

Kornets faldtal er en parameter, der bruges ved afregningen til brødkorn/eksporthvede. Faldtallet fortæller noget om kornets stivelseskvalitet, enzymindholdet og især melets amylaseaktivitet. Lave faldtal (<220) giver en klæbrig dej, en mørk skorpe og klæg krumme. For høje faldtal bevirker, at brødet hurtigt bliver tørt. De bedste faldtal ligger på 300 sekunder plus/minus 20. Til eksporthvede skal faldtallet være over 225. Mellem 225 og 249 er der fradrag på 0,25 kr./enhed under 250, mens der ikke er nogen regulering ved værdier over 250 (Anon., 2000).

Tabel 4. Tusindkornsvægt (g/1000 kerner) i forskellige sorter efter 1 og 2 svampebehandlinger i hvede og vårbyg i 1999 og 2000. Thousand grain weight in different varieties after one or two fungicide treatments in wheat and spring barley.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Kris	40	44	44	47	50	51
Ritmo	37	40	41	44	48	49
Pentium	41	45	47	50	53	55
Trintella	39	43	44	49	52	54
Terra	-	-	-	49	52	52
Bill	-	-	-	48	50	51
Baltimore	-	-	-	44	46	48
Gennemsnit Average	39 a	43 b	44 b	47 a	50 b	51 c

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Alexis	46	50	51	46	49	49
Optic	44	48	49	47	50	50
Linus	44	46	46	40	44	44
Barke	-	-	-	49	51	50
Gennemsnit Average	45 a	48 b	49 b	46 a	49 b	48 b

Fra England er der en række kilder, der viser, at faldtal kan reduceres i kerner fra fungicidbehandlede led. Allerede da ergosterolhæmmerne kom frem i 1980'erne, var der forsøg, der viste, at aksbehandling med fungicider i begrænset grad kan reducere faldtallet (Kettlewell *et al.*, 1987; Gooding *et al*., 1994; West, 1990; Cook & Hims, 1990; Clare *et al*., 1990). Størst reduktion finder man i regnfulde år, når der er store merudbytter for

bekæmpelse af bladsygdomme, og hvor modningen trækker ud. Andre engelske kilder har ikke kunnet påvise en negativ effekt på faldtallet (Astbury & Kettlewell, 1992). Fra Tyskland har man også fået divergerende resultater. Fra Sydtyskland er ikke fundet påvirkninger af faldtal (Zimmermann & Strass, 1991; Löbner & Leithold, 2000), mens man fra Kiel-området har set lavere faldtal efter svampebehandling med både strobiluriner og gamle fungicider (Anon., 1998).

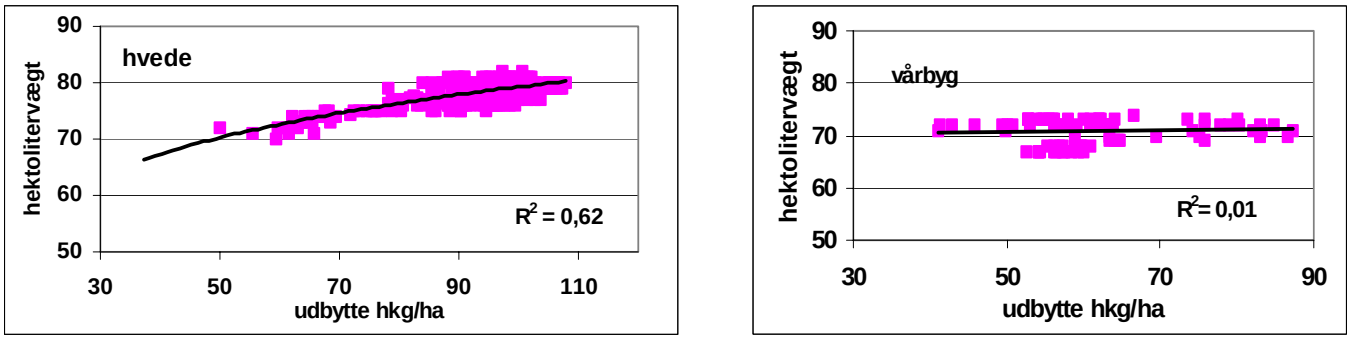
Forsøg fra de landøkonomiske foreninger viste ingen eller i visse sorter en mindre reduktion i faldtal efter svampebehandling med 3 x 0,5 l Tilt top (Oversigt over Landsforsøgene, 1990 og 1991). I svenske forsøg fra 1998 (Wiik *et al.*, 1998) er der ikke fundet lavere faldtal efter svampebehandling med Amistar.

Tabel 5. Hektolitervægt (kg/hl) i forskellige sorter efter 1 eller 2 svampebehandlinger i hvede i 1999 og 2000 og i vårbyg i 2000. Hectolitre weight in different varieties after one or two fungicide treatments in wheat and spring barley.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Kris	71	73	73	80	81	81
Ritmo	67	69	69	76	78	78
Pentium	67	69	70	76	77	77
Trintella	68	70	71	77	78	79
Terra	-	-	-	80	80	80
Bill	-	-	-	79	79	79
Baltimore	-	-	-	78	78	79
Gennemsnit Average	68 a	70 b	71 b	78 a	79 ab	79 b

Sort Varieties	**Flakkebjerg 2000**			**Rønhave 2000**		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Sortsblanding	70	70	70	70	71	71
Alexis	72	72	72	70	72	72
Otira	68	69	69	69	70	70
Optic	72	73	73	70	72	72
Jacinta	71	72	72	70	71	72
Henni	69	70	70	70	71	71
Barke	73	74	74	72	73	73
Linus	71	72	72	70	73	73
Gennemsnit Average	70,8 a	71,4 b	71,4 b	70,2 a	71,7 b	71,7 b

Hvorfor der nogen gange sker denne påvirkning af faldtallet er ikke præcist klarlagt men hænger muligvis sammen med den hastighed, hvormed kornet tørrer i marken. Hurtig modning og tørring giver de højeste faldtal (Gooding *et al.*, 1994). Flere forsøg har vist, at selv om både faldtal og proteinindhold er reduceret lidt efter svampebehandling, har det ikke forringet bagekvalitet (Gooding *et al.*, 1994; Anon., 1998).



Figur 2. Sammenhæng mellem udbytte og hektolitervægt i forsøg fra 2000 målt i hvede og vårbyg. Sammenhørende datasæt: Hvede:162, Vårbyg:88. Correlation between yield and hectolitre weight in winter wheat and spring barley in 2000.

Tabel 6. Hagbergs faldtal (sekunder) i forskellige sorter efter 1 eller 2 svampebehandlinger i hvede i 1999 og 2000. Hagberg´s falling number in different varieties after 1 or 2 fungicide treatments in wheat in 1999 and 2000.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Kris	351	324	319	318	307	291
Ritmo	346	329	329	305	299	289
Pentium	331	314	314	279	264	267
Trintella	343	315	307	299	287	268
Terra	-	-	-	264	257	258
Bill	-	-	-	261	245	239
Baltimore	-	-	-	354	338	345
Gennemsnit Average	343 a	321 b	317 b	297 a	285 b	279 b

Forsøgene med flere sorter fra 1999 og 2000 viste en signifikant reduktion i faldtal efter svampebehandling (tabel 6). Som det fremgår, har der i de 2 forsøgsår været en betydelig forskel i niveauet, men forskellen mellem sorter har også været betydelig. Der er en tendens til forskel mellem de laveste værdier efter 2 svampebehandlinger, men forskellen mellem 1 og 2 svampebehandlinger har ikke været signifikant. Om disse ret klare reducerede faldtal efter

svampebehandling skyldes, at strobiluriner giver en bedre svampebekæmpelse i forhold til ergosterolhæmmere og dermed en lidt forsinket afmodning, er ikke klarlagt. Tyske undersøgelser peger dog ikke på, at der skulle være forskel mellem reduktionen i faldtallet efter sprøjtning med strobiluriner og gode ergosterolhæmmere (Anon., 1998).

Proteinindhold i hvede

Proteinindholdet er en vigtig parameter i forbindelse med afregning af brødhvede/eksporthvede. Ved proteinindhold over 11,5 er der intet fradrag, mens der mellem 11,4-10,5 er et fradrag på 0,45 kr./0,1% under 11,5. Ved indhold lavere end 10,4 afregnes som foderkorn (Anon., 2000).

Fra udenlandske forsøg er der flere meldinger om, at ergosterolhæmmere anvendt til aksbekæmpelse har reduceret indholdet af protein i kernerne (Clark, 1993; Gooding *et al.*, 1994).

I hvedeforsøgene er der i alle de testede sorter målt et signifikant lavere proteinindhold i kernerne efter svampebekæmpelse (tabel 7). Der har ikke i de to forsøgsår været nogen klar forskel mellem 1 og 2 svampebehandlinger, hvilket formodentlig skyldes, at hovedparten af merudbyttet er opnået med den ene sprøjtning. Som det fremgår, har vækstået også betydelig effekt på proteinniveauet. Nedgangen i proteinindholdet efter svampebekæmpelse kan betyde et større fradrag, men dette opvejes af, at der høstes et større udbytte. Som det fremgår, ligger alle de undersøgte sorter i 2000 så lavt i proteinniveau, at kornet ikke kunne afregnes til eksport. I 1999 havde alle sorter tilstrækkeligt højt proteinindhold, men her ville svampebehandling i visse sorter have givet anledning til fradrag som følge af reducerede proteinniveauer (tabel 7).

Mange forsøg bl.a. i de landøkonomiske foreninger har også vist et højere proteinindhold i kerner fra ubehandlede led, når der har været betydelige angreb af svampesygdomme bl.a. i 1999, hvor der var kraftige septoriaangreb. Udenlandske forsøg har vist, at især angreb af *Septoria tritici* giver højere proteinindhold (Gooding *et al.*, 1994). Dette stemmer godt overens med, at sortsforsøgene både i 1999 og 2000 var kraftigt angrebet af septoria (tabel 7). Opnås der merudbytter for svampebekæmpelse på over 20 hkg/ha, må man desuden regne med, at der sker en så stor fortynding af kvælstof, at proteinprocenten falder. Effekten vil være mest udpræget, hvor der er lave mængder af kvælstof til rådighed i jorden.

Ældre forsøgsresultater fra de landøkonomiske foreninger viste en svag eller ingen ændring i proteinprocenten efter 3 sprøjtninger med 0,5 l Tilt top (Oversigt over Landsforsøgene, 1990 & 1991). Forskellen mellem resultaterne med ergosterolhæmmere fra begyndelsen af 1990'erne og strobiluriner i nye forsøg kan skyldes et lavere sygdomstryk i 1990 og 1991 og/eller mindre effektive svampemidler med lavere merudbytter og mindre fortynding som resultat. Om større begrænsninger i tilgængeligt kvælstof også spiller ind er usikkert. I 18 forsøg fra 1998-2000 blev der set en markant større N optagelse i kernerne efter brug af strobiluriner sammenholdt med ergosterolhæmmere. Samlet blev der optaget 10 kg N mere efter strobiluriner end efter ergosterolhæmmere, hvor der var gødet efter N-min. I

forhold til ubehandlet gav strobilurinerne 25 kg højere N optagelse (Oversigt over Landsforsøgene, 2000 s. 71).

Proteinindhold i vårbyg

I maltbyg skal proteinprocenten ligge mellem 9,8 og 11% for at undgå fradrag i afregningen. Fradraget er 0,80 kr. pr. 0,1% mere end 11% eller lavere end 9,8%. Hvis proteinprocenten er større end 12,1 eller mindre end 8,4 afregnes som foderbyg (Anon., 2000). Proteinprocenten i forsøg fra både 1999 og 2000 har ikke været påvirket af svampebekæmpelse (tabel 7), og i alle sorter har proteinindholdet ligget inden for de krav, der stilles til maltbyg. Forsøg fra Landskontoret i 1997 og 1998 har tilsvarende heller ikke vist nogen negativ påvirkning af

Tabel 7. Protein indhold i forskellige sorter efter 1 og 2 svampebehandlinger i hvede og vårbyg i 1999 og 2000. Protein per cent in grain after one and two treatments with fungicides in winter wheat and spring barley.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)						**2000 2 forsøg** (2 trials)					
	Ubehandlet Untreated		**1 x fungicid**		**2 x fungicid**		**Ubehandlet** Untreated		**1 x fungicid**		**2 x fungicid**	
	udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %
Kris	72,8	11,8	12,3	11,2	16,5	11,3	88,2	9,8	7,7	9,6	12,8	9,7
Ritmo	74,3	12,0	11,3	11,4	13,3	11,3	87,8	9,4	10,3	9,3	13,0	9,2
Pentium	73,6	12,6	12,4	11,9	15,5	11,8	86,4	10,2	9,1	9,9	11,7	10,0
Trintella	72,0	11,9	12,7	11,2	19,0	11,1	86,9	9,7	11,4	9,4	16,8	9,3
Terra	-	-	-	-	-	-	87,5	10,3	6,8	10,2	8,9	10,1
Bill	-	-	-	-	-	-	89,2	10,2	9,6	9,9	13,3	9,8
Baltimore	-	-	-	-	-	-	89,1	9,7	8,5	9,6	13,8	9,3
Gennemsnit Average	73,2	12,1a	12,2	11,4b	16,1	11,4b	87,9	9,9a	9,1	9,7b	12,9	9,6b

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)						**2000 2 forsøg** (2 trials)					
	Ubehandlet Untreated		**1 x fungicid**		**2 x fungicid**		**Ubehandlet** Untreated		**1 x fungicid**		**2 x fungicid**	
	udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %	mer-udb. hkg/ha	pro-tein %
Alexis	58,2	9,2	9,0	9,4	11,8	9,3	52,3	10,3	6,2	10,3	10,7	10,3
Optic	62,0	8,9	6,8	8,9	10,2	9,0	60,4	10,1	5,4	10,1	8,7	10,3
Linus	63,5	9,5	7,1	9,1	9,6	9,3	49,9	10,5	9,9	10,6	13,3	10,5
Barke	-	-	-	-	-	-	64,5	10,3	2,5	10,5	3,7	10,3
Gennemsnit Average	61,2	9,2a	7,6	9,1a	10,5	9,2a	56,8	10,3a	6,0	10,4a	9,1	10,4a

proteinindholdet i kernerne fra svampebekæmpelse. I gennemsnit af 28 forsøg med Alexis, hvor Tilt megaturbo var sammenlignet med Amistarløsninger og ubehandlet, var der ingen

forskel mellem proteinprocenten i forsøgsleddene (Oversigt over Landsforsøgene, 1998 C15). Det vurderes dog, at også i vårbyg vil der kunne ske reduktioner i proteinindholdet i kernerne efter meget kraftige sygdomsangreb og store merudbytter.

Sortering i vårbyg

Sortering er en vigtig afregningsparameter for maltbyg. Hvis ikke 90 procent af kernerne har en størrelse på mere end 2,5 mm, er der fradrag (Anon., 2000). Resultaterne for sortering er meget relateret til tallene for tusindkornsvægt. Svampebekæmpelse bevirker, at kernerne bliver større og mere buttede, og dermed produceres færre kerner, som er mindre end 2,5 mm. Forsøgene med Alexis fra 1997 og 1998 viste tendens til en forbedret sortering efter Amistarløsninger sammenholdt med Tilt Megaturbo og en sikker bedre effekt i forhold til ubehandlet (Oversigt over Landsforsøgene, 1998 C15). Jo kraftigere smittetrykket er, jo mere bliver sorteringen ofte forbedret ved svampebekæmpelse. I forsøg med meget bygrust og bygbladplet må forventes, at Amistar hæver sorteringen mere end ældre midler.

I forsøgene fra 1999 og 2000 er fundet en betydelig sorteringsforskel mellem sorter og år (tabel 8). Blandt andet er der en markant forskel i sortering af Linus i de to år. Den dårlige sortering i 2000 skyldes bl.a. betydelige angreb af meldug og bygrust. Forsøgene har ikke vist nogen klar forskel mellem 1 og 2 svampesprøjtninger.

Spireevne i maltbyg

I maltbyg er spireevnen (spireenergien) en vigtig parameter. Kravene er, at spireenergien skal være over 95 ellers afregnes som foderkorn. Forsøg i vårbyg i 1999 viste ingen effekt af svampebehandling på spireevnen (Jørgensen *et al*., 1999).

Tabel 8. Sortering i forskellige maltbygsorter efter 1 eller 2 svampebehandlinger i vårbyg i 1999 og 2000. Vægt procent med kerner >2,5. Screening of spring barley for malting (weight % with grain >2,5 mm) following 1 or 2 fungicide treatments.

Sort Varieties	**1999 2 forsøg** (2 trials)			**2000 2 forsøg** (2 trials)		
	Ubehandlet Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**	**Ubehandlet** Untreated	**1 x fungicid**	**2 x fungicid**
Alexis	90	95	96	89	94	94
Optic	92	95	96	91	95	95
Linus	96	97	97	86	92	93
Barke	-	-	-	93	94	94
Gennemsnit Average	93 a	96 b	96 b	90 a	94 b	94 b

Knækkede eller sprækkede kerner

I vækstsæson 2000 opstod der diskussion, om svampebekæmpelse var årsag til en stigning i andelen af knækkede kerner i den høstede varer af hvede. For at belyse dette spørgsmål blev andelen af knækkede kerner efter forskellige behandlinger undersøgt i en række forsøg. Knækkede kerner er også en afregningsparameter, hvor der sker fradrag, hvis mere end 3% er

knækkede i kornet til eksport (Anon., 2000). De knækkede kerner henregnes til urenheder, og der gives et fradrag på 0,1% pr. 0,1% enhed.

Vægtprocenten af knækkede kerner i forsøgene varierede fra 0,2 til 5,6% i ubehandlet. Lokaliteten Nordruplund havde den største andel af knækkede kerner. Her blev der fundet en signifikant større andel efter behandlingen 0,75 l/ha Amistar i forhold til Amistar 0,25 l/ha, Folicur 0,25 l/ha eller ubehandlet (tabel 9). I et andet forsøg fra Nordruplund gav splitdoseringer af Tilt top (2 x 0,33 l/ha) og Fortress + Amistar 2 x (0,1 + 0,33 l/ha) også en signifikant større andel knækkede kerner i forhold til ubehandlet. I visse af de øvrige forsøg var der en tendens til flere knækkede kerner i de behandlede led. I 4 forsøg fra landsforsøgene var der tilsvarende en tendens til flere knækkede kerner efter svampebehandling sammenlignet med ubehandlede led, selvom forskellen ikke var signifikant (Oversigt over Landsforsøgene, 2000).

Tabel 9. Knækkede kerner (vægt %) i kerneprøver fra led med og uden svampebehandling i hvede. Broken grains (weight %) in samples from plus minus fungicide treatments in wheat.

00324 **Behandling** Treatment	**Sprøjtet på vs 31 & 45-55**	**Flakkebjerg** **Brigadier**	**Rønhave** **Brigadier**	**Vemmelev** **Kris**	**Nordrup** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		0,8	1,0	0,5	5,4	1,9
Tilt top	2 x 0,33	0,9	1,6	0,5	8,1	2,8
Fortress+ Amistar	2x (0,1+0,33)	1,4	1,1	0,5	8,6	2,9
LSD_{95}		ns	ns	ns	2,4	
00325 **Behandling** Treatment	**Sprt vs 51**	**Rønhave** **Ritmo**	**Jyndevad** **Ritmo**	**Nordrup** **Ritmo**	**Frøslev** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		2,1	1,3	5,6	2,0	2,7
Amistar	0,25	2,6	2,2	7,3	3,2	3,8
Amistar	0,75	2,8	1,9	10,6	2,6	4,5
Folicur	0,25	2,3	1,2	7,2	1,8	3,1
LSD_{95}		ns	ns	2,7	ns	
00326 **Behandling** Treatment	**sprøjtet på vs 31 & 45-55**	**Flakkebjerg** **Brigadier**	**Rønhave** **Ritmo**	**Flakkebjerg** **Stakado**	**Frøslev** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		1,2	3,5	0,2	2,4	1,8
Zenit/Amistar	0,5/0,5	1,4	4,7	0,2	1,4	1,9
Zenit/Opus	0,5/0,25	1,5	3,5	0,2	1,9	1,8
LSD_{95}		ns	ns	ns	ns	ns

Fra praksis har der på grund af øgede krav i afregningsaftalen været stigende fokus på andelen af knækkede kerner i 2000 (5%→3%). Det skønnes fra praksis, at der er sammenhæng mellem store udbytter, lave proteinindhold og andelen af knækkede kerner. I en række

tilfælde har det være muligt at mindske andelen af knækkede kerner ved justering af broafstanden på mejetærskeren.

Årsagen til den større andel af knækkede/sprækkede kerner er usikker. Da svampebehandling i sig selv ikke giver flere knækkede/sprækkede kerner, må der være tale om en sekundær effekt.

Mulige forklaringer kan være:

- Kernerne efter svampebekæmpelse er større og har måske en anden struktur, som gør dem mere sårbare. Kernernes hårdhed kan have ændret sig (se nedenfor).
- Forkert indstilling af mejetærsker, hvor for stor cylinderhastighed eller forkert broindstilling kan være med til at forårsage flere knækkede kerner især blandt de store kerner.
- Noget tyder på, at vejrliget i sæsonen flere steder var gunstig for dannelse af knækkede kerner (se nedenfor).

Fra litteraturen er knækkede/sprækkede kerner specielt beskrevet inden for vårbyg. Knækkede/sprækkede kerner i byg er ikke noget nyt fænomen. Det optræder med års mellemrum og var bl.a. meget udbredt i 1957 og 1971 (Stapel & Bagger, 1971). I begge disse år menes revnerne i bygkerne at skyldes spændinger i frøskallen som følge af megen regn efter en længere tørkeperiode. Der har været observeret betydelige sortsforskelle. Fra Tyskland er det nævnt, at sprækkede kerner i byg specielt opstår, når der efter tørkeperioder kommer nedbør 28-35 dage efter skridning (Baumer, 1995). Fra Sverige har man set mange sprækkede kerner i vårbyg i 2000. Det største antal er set i svampebehandlede forsøgsled og på sene høsttidspunkter efter skiftende vejrperioder. Også her er set betydelige sortsforskelle. Kerner, der sprækker, er mere modtagelige overfor fusariumangreb, hvilket bl.a. giver problemer i forbindelse med maltning (Jørgen Løhde, Svalöf Weibull, pers. com.).

Der findes ingen kilder, der giver forklaringer på større andele af knækkede kerner i hvede, men bemærkelsesværdigt er det, at Nordruplund, som var lokaliteten med flest knækkede hvedekerner, ligger placeret i den del af landet, der i 2000 var ramt af tørke i længere perioder i maj og juni, og som efterfølgende fik regnbyger i juli.

Kernehårdhed i hvede

Forklaringen på andelen af flere knækkede kerner blev søgt ved at analysere hårdhedsgraden af kernerne i nogle af forsøgene (tabel 10). I to tilfælde blev der målt signifikant blødere kerner efter svampebehandling, også selvom der på de pågældende lokaliteter ikke var flere knækkede kerner. Generelt var der en tendens til, at svampebehandlede havde et lavere hårdhedsindeks end ubehandlede. I de undersøgte prøver var der ikke signifikant forskel mellem vandprocenterne, men kernerne var signifikant større i de svampebehandlede led.

Tabel 10. Hårdhedsindeks i kerneprøver med og uden svampebehandling i hvede. Grain hardness in samples from different fungicide treatments in winter wheat.

00325 **Behandling** Treatment	**Sprøjtet vs 51**	**Jyndevad** **Ritmo**	**Nordrup** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		62,3	57,3	59,8
Amistar	0,25	61,5	56,4	59,0
Amistar	0,75	59,1	54,9	57,0
Folicur	0,25	63,1	55,7	59,4
LSD_{95}		ns	ns	ns

00326 **Behandling**	**Sprøjtet på vs** **31 & 45-55**	**Flakkebjerg** **Brigadier**	**Rønhave** **Ritmo**	**Frøslev** **Ritmo**	**GNS**
Ubehandlet Untreated		60,2	57,2	48,0	55,1 a
Zenit/Amistar	0,5/0,5	54,4	45,5	40,2	46,7 b
Zenit/Opus	0,5/0,25	59,3	45,2	43,1	49,2 b
LSD_{95}		ns	6,5	2,1	

Hårdheden af kerner er en parameter, der almindeligvis har betydning, når kernerne skal males. Der er forskel på måden, hvormed hårde og bløde kerner brydes. Når hårde kerner knækkes, er det ofte langs cellevæggen i endospermen, mens brydningen af bløde kerner ikke følger cellestrukturen men knækker gennem cellerne. Dette forhold giver sig udslag i et mønster af mekanisk styrke henholdsvis svaghed i hård hvede, mens den mekaniske modstand for blød hvede er jævnt svag (Kent, 1966). Hård hvede giver derfor groft, grynet mel, hovedsageligt bestående af hele endospermceller, der er lette at si. Blød hvede giver derimod meget fint mel, bestående af fragmenter af endospermcellerne, der ofte klæber sammen og således gør det vanskeligt at si.

Udenlandske resultater på dette felt er begrænset, men fra Ungarn er tilsvarende fundet, at svampebekæmpelse har givet blødere kerner (Tanacs *et al*., 2000). I USA er kernehårdhed i hvede fundet at variere mellem forskellige lokaliteter (Morris *et al*., 1999), mens sammenhængene mellem hårdhedsgrad og øvrige kerneparametre er mere usikre. Morris *et al*. (1999) fandt ingen sammenhæng mellem kernehårdhed, proteinindhold, kernevægt og størrelse, mens Lyon & Shelton (1999) i to ud af tre år fandt positiv korrelation mellem proteinindhold og kernehårdhed. Denne sammenhæng passer overens med de resultater, der er opnået fra 2000 i Danmark, hvor de blødeste kerner har haft det laveste proteinindhold.

Konklusion

- Svampesprøjtninger bidrager væsentligt til udbyttet især i år med kraftige sygdomsangreb. Merudbytterne efter strobilurinerne er generelt højere end for de gamle ergosterolmidler.
- Svampebekæmpelse påvirker diverse udbytte- og kvalitetsparametre i hvede og vårbyg. Hvor der er sprøjtet én gang er ikke set sikre forskelle i forhold til, om der er sprøjtet to gange. Generelt har én sprøjtning også langt den største del af merudbyttet (>70%).
- Der er for kvalitetsparametrene set betydelige forskelle imellem år og sorter. Disse forskelle er ofte mindst lige så store som effekten af svampebehandling.

- Svampebekæmpelse gav meget begrænsede (forøgelser på 0,1-0,2, svarende til maksimalt 1% stigning) eller ingen stigninger i vandprocenten hos kerner i hvede. I byg er der ikke fundet eksempler på en sikker stigning i vandprocenten.
- Tusindkornsvægten stiger ofte mellem 10-15% efter svampebehandling. Stigningen er størst for strobilurinerne sammenlignet med ergosterolhæmmerne. I hvede stiger tusindkornsvægten generelt ved højere udbytter, mens der i vårbyg ikke er en tilsvarende sammenhæng.
- Svampebekæmpelse kan øge sorteringen signifikant i vårbyg ofte mellem 5-8%. Stigningen er størst ved kraftige sygdomsangreb.
- Svampebekæmpelse kan øge hektolitervægten i mindre men signifikant omfang i både hvede og vårbyg. Stigningen ligger mellem 1-5%. Ved stigende udbytter ses generelt stigende hektolitervægt i hvede, mens dette ikke er tilfældet i vårbyg.
- Svampebekæmpelse i hvede med strobiluriner har i 1999 og 2000 forsøgene mindsket faldtallet signifikant med 6-8%. Eksempler på reduktion i faldtal er også tidligere fundet med ergosterolhæmmere. Udenlandske forsøgsresultater har i visse år men langt fra altid givet tilsvarende reduktioner.
- Svampebekæmpelse i hvede har signifikant reduceret proteinindholdet i kernerne med 5-6%. Det vurderes, at reduktionen skyldes, at der ved store merudbytter sker en fortynding af kvælstof/protein i kernerne. Fra litteraturen er det også nævnt, at specielt kraftige angreb af septoriasvampene giver højere proteinindhold.
- Det højere merudbytte efter svampebekæmpelse opvejer den eventuelt lavere afregning som følge af lavere faldtal og proteinindhold.
- Svampebekæmpelse har ikke i de fremlagte forsøg påvirket kornets spireevne eller proteinindholdet i vårbyg.
- På enkelte lokaliteter er der målt flere knækkede/sprækkede kerner efter svampebehandling i hvede; ligeledes er der fundet en tendens til blødere kerner i svampebehandlede led. Den egentlige årsag til disse forhold er ikke klarlagt.

Litteratur

Anon. 2000. Høstinformation. Aftale vedrørende afregning af korn ærter og raps.- De danske landboforeninger og Dansk Familiebrug, 20 pp.

Anon. 1998. Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein. Versuchsbericht 1998.

Astbury JM & Kettleewell PS. 1992 Late season husbandry and Hagberg falling number of wheat. HGGA-project – Report 1992. No. 50, 38 pp.

Bauer M. 1995. Warum Gerstenkörner aufspringen. Pflanzenschutz – Praksis. 1. 42-43.

Clare RW, Jordan VWL, Smith SP, Davies WP, Bulman C, Evans EJ, Stevens DB, Nutall M & Naylor REL. 1990. The effect of nitrogen and fungicide treatment on the yield and grain quality of Avalon winter wheat. Aspect of Applied Biology no. 25, 375-386.

Clare RW, Spink JH, Laverick RM & Bailey J. 1993 Factors affecting the quality of milling wheat produced in a high yield situation. Aspect of Applied Biology no. 36, 241-250.

Clark WS. 1993. Interaction of winter wheat varieties with fungicide programmes and effects on grain quality. Aspect of Applied Biology no. 36, 397-406.

Cook RJ & Hims MJ. 1990. Influence of disease on wheat Hagberg falling number. Aspect of Applied Biology no. 25, 355-362.

Gooding MJ, Smith SP, Davies WP & Kettlewell PS. 1994. Effect of late season applications of propiconazole and tridemorph on disease, senescence, grain development and the breadmaking quality of winter wheat. Crop Protection, 13: 5, 362-370.

Jensen EK. 1998. Kernekvalitet set i relation til svampebekæmpelse i korn. DJF rapport, Markbrug 1999, nr. 10 187-195.

Jørgensen LN & Jensen KF. 1999. Svampebekæmpelse i korn. In: Pesticidafprøvningen 1998. DJF rapport.

Jørgensen LN, Nielsen BJ, Paaske K & Jensen KF. 1999. Diseases and insects in arable crops and vegetables 1999. Dept. of Crop Protection. Danish Institute of Agricultural Sciences.

Jordan VWL. 1992. Nitrogen and fungicide interaction in breadmaking wheat. HGGA-project –Report 1992, No. 54, 66 pp.

Kent NL. 1966. Technology of cereals with special reference to wheat. 262 p. Food Science and Technology. Pergamon Press.

Kettlewell PS. 1997. Seasonal variation in the response of Hagberg falling and liquefaction numbers to propiconazole fungicide in wheat. Annals of Applied biology 130, 3, 569-580.

Lyon DJ & Shelton DR. 1999. Wheat grain hardness among chromosome 5D homozygous Recombinant substitution lines using different method of measurement. Crop Science 39: 448-452.

Löbner U & Leithold B. 2000. Einfluss verschiedener Fungizidstrategien auf Qualitätsparameter von Getreide. 52. Deutsche Pflanzenschutztagung. Freising-Weihenstephan.

Morris CF, DeMacon VL & Guroux MJ. 1999. Fallow management and nitrogen fertilizer influence winter wheat kernel hardness. Cereal Chem. 76(2), 249-254.

Oversigt over Landsforsøgene. 1998. s. 102-103.

Oversigt over Landsforsøgene. 1990. s. 24.

Oversigt over Landsforsøgene. 1991. s. 29.

Oversigt over Landsforsøgene. 2000. s. 71.

Stapel C & Bagger O. 1971. Om revnede bygkerner efter høst 1971. Landbonyt: Bd. 25, 487-492.

Tanacs L, Matuz J, Balogh C & Acs E. 2000. Effect of pesticide treatment of wheat field on the quality of the wheat grain yield measured by valorigraph. Novenytermeles 49, 27-39.

Zimmermann G & Strass F. 1991. Yield and quality of winter wheat cultivars under different fungicide treatments. Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, Sonderheft 1991 68: 635-648.

West SJE. 1990. The effect of fungicides on yield and quality of winter wheat. Aspect of Applied Biology no. 25, 349-353.

Wiik L, Pålsson L & Berg G. 1998. Sprutning med fungicider i stråsäd – Forsögsresultater 1998. Meddelande från Södra Jordbrugsforsögsdistriktet, nr. 49 2:1-2:27.

Hvilke faktorer påvirker indholdet af Fusariumtoksiner i korn?

Which factors influence the content of toxins from Fusarium species in wheat?

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

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

Summary

Knowledge of Fusarium attack and toxin content in grain is quite limited under Danish conditions. Information on cultural practises effect on Fusarium from neighbouring countries is discussed in relation to Danish cropping conditions. Denmark has no tradition for using fungicide for Fusarium control as only 1 out of 8-10 years is expected to give a high risk. Minimal tillage is not commonly used and maize, as previous crop is not widespread. Ritmo and Kris are common varieties which based on information from Germany is quite susceptible.

In 2000 grain samples from 16 fungicide trials in Denmark were analysed for content of the mycotoxins DON and nivalenol. The content differed significantly between the trials. The highest level of DON was found in trials placed with several days of precipitation during flowering. Max content of DON was 0.5 mg/kg and 0.09 mg/kg of nivalenol. No significant differences in DON were found between untreated, Folicur, Amistar and Folicur + Amistar treatments (sprayed at gs 51-55). The content of nivalenol was significantly higher in untreated compared with Folicur and the mixture Amistar + Folicur. Lowest level of DON was found after use of the mixture Amistar + Folicur.

Indledning

Fusariumangreb og indhold af Fusariumtoksiner i korn vurderes i flere europæiske lande som et stigende problem. Dette har sat fokus på hvilke dyrkningsfaktorer, der øger eller reducerer angrebene. I Danmark er der kun begrænset viden om forekomst af Fusariumangreb og toksinindhold i korn. Fugtige vækstsæsoner i 1998, 1999 og delvis 2000 har dog øget især svineproducenternes opmærksomhed overfor et eventuelt samspil mellem kornkvalitet og sundhedsmæssige problemer i svinebesætninger.

I denne artikel beskrives den seneste viden om hvilke faktorer, der påvirker angreb af aksfusarium og dermed indholdet af Fusariumtoksiner i korn. Artiklen er således en

videreskrivning på indlæg fra 2000 (Jørgensen, 2000a; Jørgensen, 2000b). Det omtales kort hvilke Fusariumarter, forgiftningssymptomer og grænseværdier, der diskuteres i EU. Danske undersøgelser fra 2000 af toksin-indholdet i kerneprøver efter forskellig svampebekæmpelse i hvede er vist og diskuteret. Afslutningsvis opsummeres mulighederne for at begrænse Fusariumtoksinerne mest muligt.

Hvilke Fusariumarter, toksiner og grænseværdier?

Der findes en lang række Fusariumarter, der kan angribe korn. I Danmark findes ingen systematiske undersøgelser over hvilke Fusariumarter, der optræder mest hyppigt, men i tabel 1 ses arterne, som vurderes at være mest udbredte. Desuden er *Microdochium nivale*, der også forårsager sneskimmel, almindeligt forekommende. Denne art er ikke længere betegnet som en Fusariumart, selv om den giver aksangreb, der ikke umiddelbart kan adskilles fra Fusariumarterne. *M. nivale* producerer ikke vigtige toksiner.

Tabel 1. De forventede mest hyppige Fusariumarter i korn i Danmark. Fusarium species expected to be most common in Denmark (Kilde: U. Thrane, 2000).

Mest hyppige/Most common
*F. avenaceum**
F. tricinctum
F. poae
F. culmorum
Relativt hyppige/Relatively common
F. equiseti
F. graminearum
F. sporotrichoides

* Arten sættes normalt ikke i forbindelse med forgiftninger som følge af toksinproduktion.

I tabel 2 ses, hvilke toksiner forskellige Fusariumarter kan producere samt symptomer ved forgiftning. Under danske forhold vurderes DON (vomitoksin) og dernæst NIV at være de mest aktuelle. Endelig ses i tabel 3 tyske vejledende grænseværdier for indhold af nogle toksiner i fodermidler. Det fremgår, at grise er mest følsomme. I EU opereres med en grænseværdi i korn og kornprodukter på 500-1.000 mikrogram/kg (= 0,5-1,0 mg/kg = 0,5-1,0 ppm = 500-1.000 ppb), men der er p.t. ikke vedtaget værdier herfor. I alt 11 lande har officielle grænseværdier for toksiner i fødevarer, blandt andet Østrig, Frankrig, Holland, Schweiz, USA og Canada (Eriksen, 1998).

I Danmark findes ikke en systematisk oversigt over toksinindholdet i korn i forskellige år. Fødevaredirektoratet har i 1998 startet en undersøgelse over forekomst af trichothecener i dansk rug- og hvedemel. Undersøgelsen udføres årligt og fortsætter foreløbig frem til og med 2001 (Rasmussen, 2000). DLG har i 1998 påbegyndt en årlig undersøgelse over indholdet af DON og ZEA i korn. Resultatet i hvede fremgår af tabel 4. Der er både analyseret stikprøver og prøver, der har været under mistanke (lugt). De to prøver med 845 og 1100 ppb var prøver under mistanke. DLG er også i færd med at undersøge, hvordan rensningen af korn påvirker toksinindholdet (Jan Marx Rasmussen, DLG, pers. komm.).

Man skal være opmærksom på, at der under rensning og formaling af korn til mel foregår en reduktion i indholdet af Fusariumtoksiner, fordi toksinerne i høj grad findes på selve overfladen af kornet (kliddet). Ved formaling kan indholdet af DON i melet reduceres i varierende omfang, afhængigt af sort, toksinniveau og procestype ved forarbejdningen. R. Beck (2000) refererer forsøg med en reduktion på op til omkring 50 pct.

Tabel 2. Forskellige toksinproducerende Fusariumarter. Toxin production by Fusarium species (Kilde: G. S. Eriksen, 1998).

Arter/Species	**Toksinproduktion**/Toxin production*****
F. avenaceum	**MON**, FUS C
F. culmorum	**DON, ZEA**, NIV, FUS X, FUS C, A-DON
F. equiseti	**DAS, ZEA, FUC**
F. graminearum	**DON, ZEA, A-DON**, NIV, FUS X, FUS C
F. poae	**DAS, MAS, NIV, FUS X**, T-2, HT-2, FUS C
F. sporotrichioides	**T-2, HT-2**, DAS, NEO, FUS C
F. tricinctum	FUS C

* Fed skrift indikerer, at arten er vigtig for toksinproduktion/Bold letters indicate important toxin production.
Forkortelser/Abbreviations: A-DON: acetyldeoxynivalenol, DAS: diacetoxyscirpenol, DON: deoxynivalenol, FUC: fusarochromanone, FUS C: fusarin C, FUS X: fusarenon X, MAS: monoacetoxyscirpenol, MON: moniliformin, NEO: neosolaniol, NIV: nivalenol, ZEA: zearalenone.
Effekter i dyreforsøg/effect in animal studies:
T-2, HT-2, ZEA: karsinogen effekt/carcinogenic effect.
DON: Opkast og diarré, generelle og immunotoksiske effekter/vomiting and general and immunotoxic effect.
ZEA: Hormonelle/reproduktive effekter/hormonal/reproductive effect.

Tabel 3. Vejledende grænseværdier for indhold af toksiner i fodermidler mg/kg. Guidelines

for toxin contents (mg/kg) in animals food (Kilde: DLG-Mitteilungen, 2000).

Dyr/Animal	**DON**	**ZEA**
Søer og slagtesvin/Sows and pigs	1,0	0,25
Polte/Porkers	1,0	0,05
Kalve, ikke drøvtyggende/Calfs, not cud-chewing	2,0	0,1
Kvier og malkekøer/Heifers and cows	5,0	0,5
Slagtekvæg/Cattle for slaughtering	5,0	*
Høns/Hens	5,0	*

* Efter den nuværende viden er en grænseværdi ikke nødvendig, da de normalt forekommende mængder ikke forårsager skade.

Tabel 4. Indhold af DON og ZEA, ppb i hvedeprøver analyseret ved hjælp af ELISA hos DLG i 1998-2000. Content of DON and ZEA, ppb in winter wheat analysed by ELISA (Kilde: Jan Marx Rasmussen, DLG).

DON	**Antal pr. år**/Number/year			**ZEA**	**Antal pr. år**/Number/year		
	1998	1999	2000		1998	1999	2000
< 30	20	13	0	0	31	14	27
30-100	1	0	5	1-10	41	5	24
101-200	3	6	14	11-20	10	1	1
201-300	13	1	14	21-30	7	1	1
301-400	19	2	13	> 30	3	2	0
401-500	7	0	3				
> 500*	33	0	4				
I alt	96	22	53		92	23	53

* Højeste værdi 845 og 1100 ppb

En lang række forhold påvirker angrebet af Fusarium og dermed toksinindholdet i korn. I det

følgende vil betydningen af nedenstående forhold blive beskrevet:

1. Klima
2. Forfrugt og jordbehandling
3. Sort
4. Vækstregulering/lejesæd
5. Kvælstof
6. Svampebekæmpelse
7. Opbevaring

Klima

Fugtighed (over 5 mm nedbør eller over 80 pct. relativ fugtighed) og en gennemsnitstemperatur over 18EC er gunstig for Fusariumarterne. Såfremt disse forhold optræder omkring vækststadium 55-69 (begyndende skridning - afsluttet blomstring), er der risiko for kraftige angreb. Fugtighed senere i vækstperioden fremmer også angreb ligesom en forsinket høst på grund af fugtigt vejr. I Tyskland har man i perioden 1971-1998 bedømt Fusariumangrebene, og i gennemsnit har hvert tredje år været "Fusarium-år" (Garbe, 2000). Angrebene er værst i Sydtyskland. I Danmark er der ingen systematiske registreringer af angreb af Fusarium, men det skønnes at være "Fusarium-år" i hvede hvert 8.-10. år.

Forfrugt og jordbehandling

Forfrugten og efterfølgende jordbehandlingen har stor betydning for risikoen for Fusariumangreb. Majs og især majs til modenhed medfører en meget stor risiko for angreb i den efterfølgende kornafgrøde - se tabel 5 og figur 1. Især associerer af *F. graminearum* vokser på majs og giver anledning til et kraftigt smittetryk til efterfølgende hvedemarker. I Danmark dyrkes kun majs til ensilering, og der dyrkes ca. 60.000 ha. På omkring 80 pct. af majsarealet dyrkes der kontinuert majs, det vil sige majs efter majs. Efter de resterende 20 pct. af majsen dyrkes der vårbyg (anslået 16 pct.) og i mindre omfang hvede (anslået 4 pct.). Majs vurderes derfor ikke i Danmark at have stor betydning for Fusariumangreb i hvede.

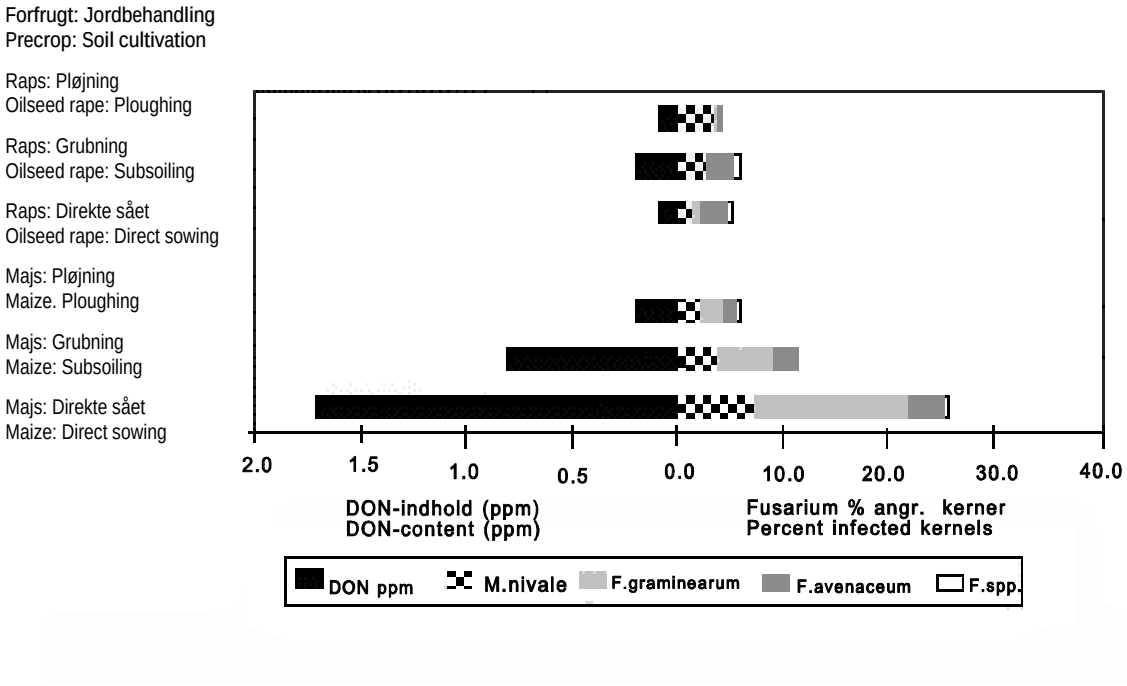
Direkte såning eller reduceret jordbehandling fremmer angreb af Fusarium i den efterfølgende afgrøde, fordi der efterlades mere smitstof på jordoverfladen. Interessen for direkte såning i Danmark er stigende men praktiseres p.t. kun på i størrelsesordenen et par procent af arealet. Forfrugt majs og direkte såning er således den værst tænkelige kombination. Flere steder i Tyskland, blandt andet i Sydtyskland, er det meget normalt med hvededyrkning efter majs, ligesom reduceret jordbehandling også praktiseres mere udbredt end herhjemme. Nedbørsmængderne årligt er også højere her - op til 1.200 mm årligt mod 650-700 mm i Danmark. Toksinindholdet er således væsentlig højere i disse områder end i Danmark.

Et øget hvedeareal og dermed hyppigere dyrkning af hvede efter hvede medfører mere smitstof af Fusarium. Nogle af Fusariumarterne (*F. graminearum*) har endvidere ascosporer, der kan spredes fra mark til mark. Smittespredning op til omkring 50 m er målt, selv om der ved fjernsmitte er en kraftig fortynding af sporemængden.

Tabel 5. Sammenhæng mellem forfrugt, pløjning og procent angreb af aksfusarium i hvede.

Tyske forsøg med dominans af *F. graminearum*. Tallene i parentes angiver variationen. Connection between precrop, ploughing and percent attack of Fusarium head blight in wheat, German trials with dominance of *F. graminearum* (Kilde: Hartleb & Herold, 1999).

Forfrugt/Precrop	**Procent angreb af Fusarium**/ Percent attack of Fusarium	
	Pløjet/Ploughed	**Uden pløjning**/Not ploughed
Tokimbladet forfrugt/Dicotyledon	5 (0-20)	5 (0-30)
Byg, havre, rug/Barley, oat, rye	5 (0-18)	ikke testet
Vinterhvede/Winter wheat	12 (0-40)	17 (5-22)
Majs/Maize	17 (0-55)	26 (0-75)



Figur 1. Betydningen af forfrugt og jordbehandling på Fusariumangreb og DON-indhold i vinterhvede. Importance of precrop and soil cultivation on Fusarium head blight attack and DON-content in winter wheat (Kilde: Krebs *et al*., 2000).

Efter forfrugt majs blev der i hvede målt høje toksinindhold ved direkte såning - se figur 1. Ved at pløje blev DON-indholdet dog i gennemsnit af to forsøg reduceret med 79 pct. Grubning

reducerede indholdet med 47 pct. Forfrugt raps reducerede toksinindholdet med 95 pct. (Krebs *et al.*, 2000).

Et eksempel på, hvordan jordbehandling efter forfrugt hvede påvirkede DON-indholdet i hvede, fremgår af tabel 6 (Forrer, 2000). Forsøget er gennemført i et område af Schweiz med meget store nedbørsmængder (årligt 1.024 mm), og DON-indholdet er også meget højt nemlig 6-12 gange over den i EU foreslåede grænseværdi.

Tabel 6. Betydningen af jordbehandling på Fusariumangreb samt DON-indhold i hvede i forsøg med naturlig smitte. Importance of soil cultivation on Fusarium head blight attack and DON-content in winter wheat (Kilde: H. R. Forrer, 2000).

Jordbehandling/ Soil tillage	**Procent angrebne kerner**/Percent grain attacked			**Kerner**/Kernels
	Microdochium nivale	***Fusarium graminearum***	***Fusarium avenaceum***	**DON-indhold ppm**/DON-content ppm
Direkte såning/Direct drilling	5,3 a	42,5 a	9,1 a	6,1 a
Grubning/Subsoiling	3,0 a	31,3 a	13,7 a	3,5 ab
Pløjning/Ploughed	5,3 a	8,0 b	11,3 a	1,8 b

Sort

Der er forskel på hvedesorternes modtagelighed mod aksfusarium. Der er en vis sammenhæng mellem Fusariumangreb og toksinproduktion, men sammenhængen er ikke entydig. Der findes ingen oversigt over de i Danmark dyrkede sorters modtagelighed for aksfusarium. I Tyskland er en række sorters modtagelighed undersøgt. Her er der blandt andet i 1998 og 1999 på seks lokaliteter testet 108 vinterhvedesorters modtagelighed for aksfusarium. Majs var forfrugt, eller planterester fra majs blev lagt i parcellerne for at sikre smitstof. Der var hovedsagelig smitstof af *F. graminearum*, men undersøgelser har vist (Mesterhazy *et al*., 1999), at der ikke er forskel på sorternes modtagelighed for *F. graminearum* og *F. culmorum*. Resultatet ses i tabel 7. Nogle af de mindre og middel modtagelige sorter, som ikke dyrkes i Danmark, er af pladshensyn udeladt i tabellen.

De fleste undersøgte sorter dyrkes ikke i Danmark, men de to mest dyrkede sorter i Danmark nemlig Ritmo og Kris, har indgået, og de hører til de allermest modtagelige af de undersøgte sorter. Korrelationen mellem den visuelle bedømmelse af angreb og det målte DON-

indhold var 0,82, hvilket viser en klar positiv sammenhæng.

I en anden tysk undersøgelse indgik Versailles og Rialto, som også er modtagelige, mens Asketis er middel modtagelig. Cortez er ifølge danske iagttagelser også modtagelig.

De danske forædlere og sortsrepræsentanter har visse oplysninger om de dyrkede sorters modtagelighed men ønsker ikke at oplyse dette, da de ikke kan vurdere modtageligheden i forhold til andre forædleres sorter. Generelt er kortstråede sorter mere modtagelige end langstråede sorter. Sorter med mange småaks er også mere modtagelige end sorter med færre småaks.

Vækstregulering/lejesæd

Vækstregulering medfører på den ene side flere angreb, fordi afstanden mellem smitstoffet og akset bliver mindre. På den anden side fremmer lejesæd angreb af Fusarium. Vækstregulering i hvede udføres kun i begrænset omfang i Danmark, da de fleste sorter er relativt stråstive, og da lejesæd søges styret ved hjælp af dyrkningsteknik (såtid, udsædsmængde, kvælstofstrategi).

Kvælstof

Høje kvælstofniveauer (250 kg N pr. ha og mere) fremmer aksfusarium, fordi afgrøden modner senere med øget smitterisiko som resultat. Med de i Danmark gældende kvælstofnormer vurderes denne faktor at spille en mindre rolle.

Tabel 7. Forskellige sorters modtagelighed mod aksfusarium, mindst modtagelige øverst. De i Danmark dyrkede sorter er markeret med fed. Susceptibility of different wheat varieties against Fusarium head blight, least susceptible at the top (Kilde: Wosnitza, 2000).

Sort/Variety	**Gennemsnit 1998-1999/** Average 1998-1999	**Karakter ifølge tysk sortsliste***/ Susceptibility, 1-9 scale
Petrus	3	2
Bussard	4	3
Toni	5	4
Atlantis	8	3
Hybnos 1	13	4
Zentos	15	4

Sort/Variety	**Gennemsnit 1998-1999/** Average 1998-1999	**Karakter ifølge tysk sortsliste***/ Susceptibility, 1-9 scale
Pegassos	18	4
Flair	19	5
Tarso	19	5
Borneo	20	4
Drifter	22	5
Trakos	25	5
Kontrast	26	6
Agent	28	7
Maverick	30	5
Contra	31	7
Reaper	34	7
Kris	35	7
Gorbi	37	7
Ritmo	38	7
Hanseat	42	8

* 1-9 skala, 9 = mest modtagelig

Opbevaring på lager

Fusariumarter producerer hovedsageligt toksiner, mens afgrøden står i marken. Fusarium-

svampene stopper toksinproduktionen ved under 18-22 pct. vand (pers. medd. A. Obst, varierende angivelser i litteraturen). Opbevaring ved over 18-22 pct. vand øger derfor risikoen for toksiner. Det er derfor meget vigtigt hurtigst muligt efter høst at nedtørre kornet til 15 pct. vand. Lagersvampene Aspergillus og Penicillium er dog vigtigst med hensyn til toksiner produceret på lageret (ochratoksin), og disse kan producere toksiner ved ned til ca. 16 pct. vand.

Vægtning af faktorernes betydning

A. Obst, Bayerische Landesanstalt für Bondenkultur und Pflanzenbau, München, Tyskland har ud fra en større undersøgelse i Tyskland forsøgt at kvantificere betydningen af forskellige faktorer for Fusariumangreb - se oversigt 1. Faktorerne er baseret på en større undersøgelse i Bayern i 1993-1999, hvor der blev foretaget analyser af DON i ca. 2.000 hvedemarker, og hvor der samtidig blev spurgt om forfrugt m.m. i markerne. Hvis man f.eks. har forfrugt majs og undlader pløjning og dyrker en modtagelig sort, øges risikoen for DON 5,3 gange (3,8 x 1,4).

Oversigt 1. Betydning af forskellige faktorer for aksfusarium/toksinindhold i hvede. Importance of different factors for Fusarium head blight in winter wheat (Obst *et al*., 2000).

	Vægtning/Weighting	
	Data 1993-1999 (1.959 prøver/samples)	**Data 1998-1999** (538 prøver/samples)
• **Årseffekt**/Year effect	1,0-2,6	1,0-1,4
• **Varmt vejr og nedbør i vækststadium 55-69**/Warm weather and rain in gs 55-69	2,7	2,1
• **Forfrugt majs, + pløjning**/Precrop maize, ploughing	2,0	2,1
• **Forfrugt majs, ÷ pløjning**/Precrop maize, no ploughing	3,8	4,0
• **Modtagelig hvedesort**/Susceptible variety	1,4	1,9
• **Anvendelse af strobiluriner**/Use of strobilurins	-	2,1 (0,8-1,4)*

* Værdi modificeret af BBA - se tekst.

Det fremgår af oversigten, at forfrugt majs og undladelse af pløjning er den største risikofaktor. I Bayern er der hovedsageligt middel modtagelige sorter i dyrkningen (karakter 4-5 i modtagelighed - se tabel 7), hvorfor sortsfaktoren kun er 1,4-1,9. Ved dyrkning af meget modtagelige sorter øges faktoren meget. Gunstige klimatiske betingelser under blomstringen

giver en risikofaktor på 2,1-2,7. Klimaet har dog større betydning, fordi også nedbør på andre tidspunkter f.eks. de sidste uger før høst, har betydning. Som det fremgår, er årseffekten sat til 1,0-2,6, og risikofaktoren i blomstringen skal ganges med denne værdi for at få hele klimaeffekten.

Med hensyn til effekten af strobiluriner mener Obst, at strobiluriner fremmer toksinproduktion, og han har ud fra egne undersøgelser i Bayern indsat en faktor på 2,1 for brug af strobiluriner i forhold til ikke brug af strobiluriner. Anvendelse af Folicur på det rette tidspunkt i en relativt høj dosering reducerer med en faktor 0,5 (Obst, pers. komm.; Obst & Gammel, 2000). Værdien er også modificeret af BBA (V. Garbe, Biologische Bundesanstalt, pers. medd.), der har sat værdien i relation til flere undersøgelser, hvor indholdet af toksiner både er nedsat (faktor 0,8) og øget (faktor 1,4) ved brug af strobiluriner. Der er to teorier om, hvorfor strobiluriner under visse omstændigheder kan fremme Fusarium. En teori er, at strobiluriner bekæmper andre svampe, men ikke Fusarium. Herved bliver der god plads til Fusariumsvampe. En anden teori er, at den forgrønnende effekt giver senere høst med større risiko for Fusariumangreb.

Svampebekæmpelse

Der er udført talrige forsøg med bekæmpelse af aksfusariose. Tebuconazol (Folicur) og metconazol (Juventus/Caramba) har ensartet og bedst effekt (Obst & Gammel, 2000; Blankenagel, 2000; Jennings *et al*., 2000). Folicur er på markedet i Danmark. Selv anvendt på det optimale tidspunkt og med en høj dosering opnås dog kun op til 50-60 pct. bekæmpelse. Det bedste bekæmpelsestidspunkt er omkring blomstring.

Tabel 8. Resultater fra tre forsøg med svampebekæmpelse i hvede med angreb af F. graminearum **fra Tyskland. Bekæmpelse er udført mellem vækststadium 55-69. Forsøget er kunstigt smittet**. Chemical control of *F. graminearum* , trials from Germany. Control is carried out at gs 55-69 (Kilde: Obst *et al*., 2000).

Behandling Treatment	**Relativt aksangreb vækststadium 75-85** Ear attack, relative	**Relativt udbytte** Yield, relative	**Relativt DON-indhold** Relative DON content
Ubehandlet/ Untreated	100	100	100
Folicur 1,0	52	119	66
Juventus 1,5	69	118	66
Amistar 1,0	104	118	234
Diamant 1,0	70	131	122

I flere forsøg har svampebekæmpelse med strobiluriner reduceret toksinindholdet, mens toksinindholdet ikke er blevet påvirket i andre forsøg. Endelig findes der nogle forsøg, hvor toksinindholdet er øget ved bekæmpelse med strobiluriner (Obst *et al*., 2000), se f.eks. tabel 8. I

nogle forsøg har iblanding af triazoler nedsat DON-indholdet (Jennings *et al*., 2000), som det blandt andet ses i tabel 9. Generelt er der opnået meget svingende resultater i de målte DON-værdier efter bekæmpelse med fungicider. Afhængigt af hvilke Fusariumarter eller *M. nivale*, der dominerer i akset, vil effekten kunne gå både i den ene eller den anden retning. Folicur er kendt for at være god til bekæmpelse af de fleste toksin-producerende Fusariumarter, mens Amistar er fundet at give god effekt på *M. nivale*, der dog ikke regnes for at producere toksiner. De svingende resultater skyldes også, at der i mange forsøg er anvendt kunstig smitte, der ikke altid giver repræsentative svar på, hvad der vil ske, hvor der er mere naturlige angreb.

Tabel 9. Effekt af svampebehandling på DON-indholdet i hvede, forsøg fra UK med kunstig smitte. Effect of fungicides on DON content in wheat (Kilde: Jennings *et al.*, 2000).

Behandling/Treatment	**DON-koncentration (ppm)**/ DON concentration (ppm)	
	1998	1999
Ubehandlet/Untreated	3,1	12,4
Tebuconazol (Folicur)	1,4	2,8
Azoxystrobin (Amistar)	5,2	10,4
Azoxystrobin*/prochloraz	2,4	-
Azoxystrobin*/fluquinconazol	3,3	-
Metconazol (Juventus)	-	2,7
Difenoconazol	-	11,2
Kresoxim-methyl*/expoxiconazol (Diamant)	-	5,7

* azoxystrobin og kresoxim-methyl er strobiluriner.

Danske forsøg med svampebekæmpelse og toksinindhold

I et samarbejde mellem Danske Slagterier, Danmarks JordbrugsForskning, Landbrugets Rådgivningscenter og Zeneca blev der ved høst i 2000 udtaget kerneprøver fra 16 hvedeforsøg over hele landet. Indholdet af mycotoksiner blev analyseret hos Bioteknologisk Institut i Kolding, mens analyse af Fusariumarter p.t. foregår hos Danmarks Tekniske Universitet. Der er til

toksinanalyse brugt gaschomatografisk analyse med EDC-detektion til bestemmelse. For hver af de analyserede prøver er der angivet et usikkerhedsinterval. Der er kun foretaget én analyse pr. kerneprøve. I tabel 10 ses fra hvilke forsøgsled, der er udtaget kerneprøver.

Sammen med kerneprøverne er der indsamlet informationer om sort, forfrugt og nedbør i vækstsæsonen som mulige faktorer, der kan forklare forskelle i angrebsgrader fra forskellige forsøg.

Tabel 10. Svampebehandling i forsøg, hvorfra kerneprøver er udtaget. Fungicide treatments in trials used for grain sampling.

Middel/Treatment	**Dosering, l/ha**/ Dose, l/ha	**Sprøjtetidspunkt vækststadium**/ Spraying time, gs
Ubehandlet/Untreated		
Folicur	0,45; 0,25; 0,5	51-55
Amistar	0,5; 0,32; 0,25;	51-55
Amistar + Folicur	0,25 + 0,25; 0,18 + 0,18	51-55
Opus	0,5	51-55

Der blev udtaget prøver fra fire forskellige svampebehandlinger. I alle forsøg er der brugt de samme midler, men doseringen af de forskellige behandlinger varierer fra lokalitet til lokalitet, som angivet i tabel 10. Svampebehandlingerne har været møntet mod septoriabekæmpelse og altså ikke været specifikt rette imod bekæmpelse af aksfusarium. Der er kun analyseret på en fællesprøve fra hver behandling. Det har således ikke med det nuværende materiale været muligt at analysere for forskelle mellem gentagelserne indenfor den enkelte lokalitet.

I to forsøg er der specifikt undersøgt kerneprøver efter to forskellige sprøjtetidspunkter (vækststadium 55 og 65) for at se, om dette påvirker indholdet af toksiner, ligesom der i de samme to forsøg er udført kunstig smitte med *Fusarium culmorum/Fusarium avenaceum* i en del af forsøget. Data fra disse specielle forhold vil ikke blive diskuteret her, da der ikke blev fundet entydige sammenhænge.

Det blev som udgangspunkt besluttet at analysere for fire af de toksiner, der er hyppigst forekommende fra Fusariumangreb (tabel 11). Andre toksiner kan være relevante, men det blev vurderet, at analysen af forekommende Fusariumarter på kernerne skulle klargøre, om det kan være berettiget at analysere for andre.

Tabel 11. Toksiner der er analyseret for i kerneprøver. Toxins which are analysed for in grain samples.

Toksiner/Toxins	**Forkortelse** Abbrevia-tion	**Niveau fundet i forsøgene mikrogram/kg** Levels found, mikrogram/kg	**Forekommer i følgende arter** Found in
Deoxynivalenol	DON	5-504	*F.culmorum,*
Nivalenol	NIV	5-89	*F.graminearum,*
Fusarenon- X	Fus-X	< 20	*F. poae*
3 Acetyl Deoxynivalenol	3-A-DON	< 20	

Ved analyse for toksiner blev der kun fundet målbare indhold af DON og NIV, som i alle tilfælde lå under de af EU diskuterede grænseværdier. Det højeste indhold af DON er 504 mikrogram pr. kg, hvor den i EU foreslåede grænseværdi er 500-1.000 mikrogram. For de to øvrige toksiner var der kun tale om niveauer, der lå under detektionsgrænsen, 20 mikrogram/kg (0,02 ppm). Der blev fundet store variationer i forekomsterne af især DON. I tabel 12 er lavet en sammenstilling af resultaterne.

Tabel 12. Gennemsnitligt indhold af DON og NIV i kerneprøver (mikrogram/kg) fra 16 hvede forsøg. Average content of DON and NIV in grain samples (mikrogram/kg) from 16 wheat

trials.

Behandling Treatment	**DON**	**Standard-afvigelse DON** Standard deviation DON	**Antal forsøg med højeste DON** Number of trials with highest DON	**NIV**	**Standard-afvigelse NIV** Standard deviation NIV	**Antal forsøg med højeste NIV** Number of trials with highest NIV
Ubehandlet/ Untreated	163 a	121	4	32 a	26	8
Folicur*	140 a	133	4	17 b	16	1
Amistar	195 a	147	7	23 ab	20	3
Amistar + Folicur	116 a	91	0	20 b	21	0
Lokalitet Fungicid	Pr>F 0,0001 0,021			Pr>F 0,0001 0,05		

* indgik kun på 15 lokaliteter. Opus indgik på en lokalitet.

DON-resultater

I gennemsnittet af de 16 lokaliteter er der ingen signifikant forskel i DON-værdier mellem de forskellige svampebehandlinger. Pr>F værdien viste dog, at der er tæt på at være signifikant forskel mellem Amistar og blandingen Amistar + Folicur, mens der ikke er klar forskel mellem Amistar og Folicur eller Amistar og ubehandlet. Vurderet på de enkelte lokaliteter har der i fire forsøg været de højeste værdier i ubehandlede led, på 7 lokaliteter har været de højeste værdier efter Amistar, mens der på 4 lokaliteter har været de højeste værdier efter Folicur. I ingen tilfælde har de højeste værdier været fundet efter brug af blandingen Amistar + Folicur. På en lokalitet lå niveauet så lavt (<20 mikrogram/kg), at det ikke er rimeligt at tale om nogen forskel. I halvdelen af de 16 forsøg har blandingen givet de laveste DON-værdier. Den maksimale stigning i DON-værdien efter Amistar i forhold til ubehandlet er på 3,8 gange, ligesom der er eksempler på, at værdien er reduceret 3,9 gange ved sprøjtning med Amistar i forhold til ubehandlet, svarende til 75 pct. virkning. For Folicur er det set, at man i forhold til ubehandlet har opnået tæt på en fordobling af DON-indholdet, mens man, hvor der er observeret en reduktion, har opnået en reduktion på 85 pct. Udslagene for begge produkter kan således gå begge veje.

Resultater med NIV

Generelt ligger værdierne af NIV betydeligt under niveauerne af DON.

I gennemsnittet af de 16 lokaliteter er der efter de forskellige svampebehandlinger signifikant forskel i NIV-værdierne. Ubehandlet havde signifikant højere værdier end Folicur og Amistar + Folicur, mens Amistar ikke var signifikant forskellig fra nogen af de øvrige behandlinger.

Vurderet på de enkelte lokaliteter har der i 8 forsøg været de højeste værdier i ubehandlede led, på 3 lokaliteter har de højeste værdier været efter Amistar, mens der på 1 lokalitet har været de højeste værdier efter Folicur. I ingen tilfælde har de højeste værdier været fundet efter brug af blandingen Amistar + Folicur. I fire tilfælde er der tale om betydeligt lavere værdier efter Amistar sammenlignet med ubehandlet, mens der i tre tilfælde er tale om, at Amistar har givet betydeligt højere værdier end ubehandlet, hvilket vidner om, at tallene ligesom for DON kan gå i begge retninger. I fem forsøg var indholdet af NIV meget lavt i alle forsøgsled.

Analysering af effekt af nedbør under blomstring

Ved at korrelere antallet af nedbørsdage eller nedbørsmængder i juni, juli, august eller under blomstring med de aktuelle DON- og NIV-værdier, blev der fundet signifikant højere værdier, hvor der havde været flere nedbørsdage i blomstringsperioden. Af aktuelle nedbørsdage var der kun tale om 1, 2 eller 3 nedbørsdøgn. Analysen pegede på, at DON-værdierne vil stige med ca. 100 for hvert ekstra nedbørsdøgn i blomstringsperioden, mens NIV-værdierne ville stige med 17. På langt de fleste lokaliteter var der tale om en eller to nedbørsdage, hvilket giver et noget ubalanceret datasæt, og derfor bør disse nedbørsdata ikke overfortolkes.

Antal nedbørsdage i juli og august gav også positive korrelationer med DON –indholdet, og for nedbørsmængderne gjaldt dette også for juli måned. Nedbørsmængden i blomstringsperioden gav derimod ingen brugbar sammenhæng. De positive korrelationer mellem nedbørsdage under blomstringen og toksinniveauerne stemmer godt overens med litteraturen, som giver flere eksempler på, at nedbør i blomstringsperioden øger risikoen for Fusariumangreb og dermed toksinproduktionen betydeligt.

Effekt af forfrugt og sort

Forsøgene har været placeret i forskellige sorter og efter forskellig forfrugt. De fleste forsøg var placeret i Ritmo, som så er testet i forhold til de øvrige sorter (Stakado, Kris, Cortez). Der var tendens til de højeste værdier efter Ritmo men ingen signifikant forskel mellem de to grupper. Forfrugterne varierede ligeledes, og der blev foretaget en test, om vintersæd som forfrugt gav højere værdier end andre forfrugter. Der var heller ikke her signifikant forskel i DON-værdierne ved at fortage en sådan inddeling af det forholdsvis begrænsede materiale.

Diskussion og konklusion

I Danmark er der p.t. en meget begrænset viden om udbredelse af Fusarium i korn og dermed

også niveauet af toksiner. Der er således behov for at få foretaget en kortlægning af sammensætningen af Fusariumsvampe og niveauet af Fusariumtoksiner under danske forhold. De hidtil udførte analyser tyder på et forholdsvis lavt indhold af Fusariumtoksiner i Danmark.

Forekomsten af Fusarium og dermed Fusariumtoksiner er meget afhængige af de klimatiske betingelser i vækstsæsonen og kornets opbevaring på lager. En hurtig nedtørring efter høst vurderes som en væsentlig forebyggende foranstaltning til at minimere først og fremmest lagersvampe men også Fusariumsvampe især i år med en sen og vanskelig høst.

Dyrkningsteknik påvirker også indholdet af Fusariumtoksiner. Der er behov for at undersøge de i Danmark dyrkede sorters modtagelighed mod aksfusarium, så dyrkningsværdige, mindre modtagelige sorter kan anvises. Ved dyrkning af hvede efter hvede kan der ved reduceret jordbehandling eventuelt være risiko for et lidt forhøjet toksinindhold.

Visse forsøg fra udlandet har vist, at strobiluriner kan øge indholdet af toksiner i korn. Disse resultater stammer hovedsageligt fra forsøg med kunstig smitte og kan ikke siges at være generelt repræsentative for almindelige dyrkningssituationer. I Danmark anbefales generelt ikke kemisk bekæmpelse specielt rettet mod aksfusarium på grund af en usikker effekt. Nogle resultater tyder på, at blandingen Amistar + Folicur, anvendt til aksbeskyttelse (vækststadium 51-55), til tider kan nedsætte toksinmængden mere end Amistar anvendt alene. Effekten af fungicider vurderes dog at være væsentligt mindre end effekten af klima, sort, forfrugt og jordbehandling samt opbevaring.

Litteratur

Anonym. 2000. Mykotoxine. Vermeiden statt Bekämpfen. DLG-Mitteilungen 8/2000.

Beck R. 2000. Einfluss von Lagerbedingungen auf die Keimfähigkeit und Verarbeitungsqualität von Winterweizen. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 3/2000 4. Jahrgang.

Blankenagel R. 2000. Mehrjährige Erfahrungen mit Caramba zur optimalen Bekämpfung von Ährenfusariosen und anderen Abreifekrankheiten in Weizen. 52. Deutsche Pflanzenschutztagung s. 102. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. 376.

Eriksen GS & Alexander J. 1998. Fusarium toxins in cereals - a risk assessment. Tema Nord. 502. Nordic council of Ministers.

Forrer HR, Hecker A, Külling C, Kessler P, Jenny E & Krebs H. 2000. Fusariumbekämpfung mit Fungiziden? AGRAR Forschung 7 (6): 258-263.

Garbe V. Biologische Bundesanstalt Braunschweig, pers. komm.

Hartleb H & Herold H. 1999. Die Fruchtfolge optimereren. DLG Mitteilungen, 9, 44-45.

Jennings P, Turner JA & Nicholson P. 2000. Overview of fusarium ear bligth in the UK - effect of fungicide treatment on disease control and mycotoksin production. The BCPC Conference - Pest & Diseases s. 707-712.

Jørgensen LN. 2000a. Aksfusarium i korn. Grøn Viden, Markbrug nr. 219, marts. Danmarks JordbrugsForskning.

Jørgensen LN. 2000b. Bekæmpelse af aksfusarium i hvede. DJF-rapport nr. 24. s. 197-210.

Krebs H, Dobois D, Külling C & Forrer HR. 2000. Fusarien- und Toxisbelastung des Weizens bei Direktsaat. Getreide 6. Jg. (3).

Mesterhàzy A., Bartok T, Mirocha CG & Komoroczy R. 1999. Nature of wheat resistance to Fusarium head blight and the role of deoxynivalenol for breeding. Plant Breeding 118, 97-110.

Obst A. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München, Tyskland. Pers. medd.

Obst A & Gammel P. 2000. Fungizide gegen den Ährenparasiten Fusarium graminearum. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 3/2000 4. Jahrgang.

Obst A, Bauer G, Beck R & Lepschy J. 2000. Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse des LBP - Forschungsverbands Fusarium. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 3/2000. 4. Jahrgang.

Rasmussen PH & Ghorbani F. 2000. Forekomst af trichothecener i dansk rug- og hvedemel - delopgørelse fra IFEF. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Fødevaredirektoratet. November, 2000.

Thrane U. 2000. Mykotoksinproducerende Fusariumarter i dansk korn. DJF-rapport nr. 24. s. 165-169.

Wosnitza A. 2000. Verbesserung der Fusariumresistenz - Bewertung bei Weizen, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 3/2000 4. Jahrgang.

Bekæmpelse af goldfodsyge i hvede ved hjælp af bejdsning

Seed treatment against *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* in winter wheat

Camilla Møller
Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole
DK-1870 Frederiksberg C

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

Lise Nistrup Jørgensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdelingen for plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Claus Nymand
Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Banemarksvej 50
DK-2605 Brøndby

Summary

MON 65500 (Latitude) is a new fungicide with specific effect on *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. A monitoring of take-all was carried out in 117 second year wheat fields in Denmark to assess the level of attack and need for control of take-all. 15 per cent of the fields had attack above 40 TAI (take-all-index), 50 per cent between 20 and 40 TAI, and 35 per cent below 20 TAI. The level of attack was most sever following early sowing and on light soils. The high risk factors promoting take-all is in this article presented through a literature study. Climate, rotation, soil type and sowing date are the main factors affecting the development of take-all. In Denmark 21 trials were carried out in year 2000 testing the fungicide MON 65500. The average TAI in the trials was 27. Trial results showed yield recovery of 0,93 t/ha when TAI>40 (4 trials), 0,42 t/ha when TAI 20-40 (10 trials) and -0,01 t/ha when TAI<20 (7 trials). It is planned to continue the monitoring of take-all in Denmark over another two years period in order to create data for a risk assessment programme.

Indledning

Et nyt bejdsemiddel med effekt mod goldfodsyge er på vej og forventes godkendt i Danmark i 2002. I vækstsæson 2000 er udført en goldfodsygemonitering i Danmark. Dette er sket i et samarbejde mellem Danmarks JordbrugsForskning, Landbrugets Rådgivningscenter og Monsanto Crop Sciences Denmark A/S.

Risikofaktorer, som fremmer udviklingen af goldfodsyge er følgende: Klima, sædskifte, jordtype, sådato og kvælstof. I det følgende beskrives, ud fra en litteraturgennemgang, hvordan disse faktorer påvirker goldfodsyge. Resultaterne af moniteringen vil blive sat i relation til de fundne sammenhænge i litteraturen.

Endelig vil danske og udenlandske resultater med bejdsning mod goldfodsyge med MON 65500 (Latitude) blive præsenteret.

Sygdomscyklus

Gaumannomyces graminis var. *tritici* (Ggt) forårsager goldfodsyge i både hvede, byg, triticale, rug, enårige og flerårige græsser ved infektionen gennem rodsystemet. Svampen har både en kønnet og en ukønnet livscyklus. I det ukønnede stadium dannes to forskellige former for hyfer, en løbehyfe og en infektionshyfe. Løbehyferne spredes på rodoverfladen, hvorfra de sender infektionshyfer videre ind i røddernes vaskulære system. I det kønnede stadie dannes perithecier på stængelbasis, som vokser frem gennem bladskederne. Fra perithecierne spredes ascus med ascosporer, der således inficerer gennem bladskeder. Dannelsen af kønnede sporer har en meget lille effekt på infektionen. Af størst betydning for infektionen er dannelsen af ukønnede hyfer.

Patogenet gennemlever to faser i dens livscyklus. En aktiv parasitisk fase på roden af den voksende kornafgrøde og en saprofytisk fase, hvor patogenet overlever på planterester. De vigtigste smittekilder er rodrester og stubben fra den foregående kornafgrøde, men smitstoffet overlever også på spildkorn, græsukrudt og dødt plantemateriale til den kommer i kontakt med nydannede rødder i efterfølgende afgrøde.

Symptomer

Angreb kommer til udtryk ved mørkfarvning af rødder og stængelbasis. Golde og nødmodnede aks kan være en følge af angreb, ligesom tidlige angreb kan give en gul og tynd plantebestand allerede i efteråret. Rødderne bliver sorte, blanke, fortykkede og skøre ved angreb. Ved meget kraftigt angreb dannes også en belægning på stængelbasis.

Angreb kan kun med sikkerhed fastsættes ved at udtage planter og undersøge rodsystemet og stængelbasis. Nødmodnede aks og mørkfarvede rødder forårsages også af f.eks. dårlige jordbundsforhold og andre patogener, der angriber rod og stængelbasis så som knækkefodsyge *(Pseudocercosporella herpotrichoides)*, skarp øjeplet *(Rhizoctonia solani)* og Fusarium sp.

Bedømmelsesmetoder

Nogle almindelige metoder til bedømmelse af goldfodsyge er procent angrebne planter, procent angreb af hele rodsystemet, procent hovedrødder angrebet, procent birødder angrebet, og antallet af angrebne planter på et bestemt areal (Clarkson & Polly, 1981).

Beregning af et index for angrebsgraden er en metode, der tager udgangspunkt i hvor stor en procentdel af rodnettet, der er angrebet. Mørkfarvningen af rodnettet bedømmes i en indsamlet planteprøve, der typisk består af 50-100 planter. Ved bedømmelsen inddeles planterne i 5 kategorier:

0: ingen infektion;
1: lille infektion (1-10 % af rodnettet misfarvet)
2: moderat infektion (11-30 % af rodnettet misfarvet)
3: høj infektion (31-60% af rodnettet misfarvet)
4: meget høj infektion (61-100 % af rodnettet misfarvet)

Følgende formel anvendes til beregning af goldfodsygeindex (take-all-index, TAI):

$$TAI = (0a + 10b + 30c + 60d + 100e)/T$$

hvor a, b, c, d og e er antallet af planter i hver af de fem kategorier, og T er det totale antal bedømte planter (Beale *et al.*, 1998).

Sygdomsbedømmelser kan foretages løbende i vækstsæsonen. Ved en sommerbedømmelse i hvedens vækststadie 75 er det muligt at vurdere sæsonens samlede smittetryk. Sommerangrebet korrelerer bedst til udbyttetabet som følge af goldfodsygeangreb. Jo senere bedømmelsen foretages i forsøg, jo lavere bekæmpelseseffekt opnås.

Ved udtagning af planteprøverne anvendes en spade, hvormed 5-6 planter forsigtigt udtages, uden at ødelægge rodsystemet. Rødderne sættes i blød i 1-2 timer afhængig af jordtypen, hvorefter jorden forsigtigt kan skylles af rødderne. Bedømmelsen vil lettes ved at blege rødderne i natrium hypochlorit i en halv time efterfulgt af en skylning. Ved bedømmelse på en hvid baggrund vil de mørke rødder fremstå mest tydeligt.

Faktorer med indflydelse på goldfodsyge

Et stort kompleks af faktorer er undersøgt for deres indflydelse på udviklingen af goldfodsyge. Klima og vejrforhold er af overordnet betydning. I litteraturen er der stor variation i fundne optimumtemperaturer for infektionen. Sammenfattende udvikles goldfodsyge, hvor jordtemperaturen er i intervallet 5-30ºC, men optimum ligger i intervallet 12-20ºC (CMI no. 383). De store forskelle i de fundne optimums kan henføres til, at temperaturen er bestemt af en lang række faktorer i jord-plantesystemet (Garret, 1981).

Store nedbørsmængder og kulde i vækstsæsonen har af mange været forbundet med store angreb (Garret, 1934; Russel, 1930). Moore (1948) har fundet, at et højt angreb forekommer, hvor vinteren har været mild og foråret vådt, i modsætning til hvor vinteren var kold og forår og forsommer relativ tør.

Hornby (1978) har sammenholdt vejrforholdene i Rothamsted i England i forhold til angrebsgraden igennem en 33 års periode. Gennemsnitlig temperatur, nedbør og solskinstimer blev for hvert år sat i forhold til gennemsnitsværdier over 83 år. Der blev givet point efter, om værdierne for henholdsvis efteråret, vinter, forår og sommer var højere eller lavere end middelværdien (tabel 1).

Tabel 1. Vejrets indflydelse på angrebet af goldfodsyge i Rothamsted (1930-1976). The influence of climatical variation on the serverity of take-all in Rothamsted (1930-1976).

Angrebsgrad Severity	**Antal år** Number of years	**Klima** Climatic variabels	**Point efter vejrforholdene*** Climatic score for season*			
			Efterår Atumn	**Vinter** Winter	**Forår** Spring	**Sommer** Summer
Svag Rare	2	**Temperatur** Temperature	50	0	0	0
		Nedbør Rainfall	50	-50	-50	50
		Solskinstimer Sunshine	0	50	-50	0
Middel Prevalent	13	**Temperatur**	42	23	-12	4
		Nedbør	-8	-12	0	-35
		Solskinstimer	-31	-12	19	15
Kraftig Damaging	9	**Temperatur**	-22	39	22	17
		Nedbør	11	39	6	-33
		Solskinstimer	-33	-11	-28	0
Meget kraftig Severe	9	**Temperatur**	39	17	17	-39
		Nedbør	-39	22	0	6
		Solskinstimer	17	-11	-17	-33

*** Pointsystemet fungerede således, at 0 blev givet, hvis værdien lå på middel for den 83 årige periode. En stor positiv eller negativ værdi indikerer en stor korrelation mellem vejrforholdet og angrebsgraden enten lavere eller højere end middelværdien.**

* If the climatic score is 0 it is near average of a 83 year periode. A large positive or negative score indicates a strong association between particular weather condition and the serverity of take-all.

Af resultaterne kan udledes, at de meget kraftige angreb forekom, hvor efterår, vinter og forår var varmere end middel, og sommeren koldere og vådere. Både middel og kraftigt angreb forekom, hvor sommeren var mere tør og mere varm end gennemsnittet.

Under danske forhold har et varmt og fugtigt efterår, en mild og regnfuld vinter, en våd forsommer og tørke fra sidst i juni og i juli vist at have en fremmende effekt på angreb af goldfodsyge.

Sædskifte

Kilden til overlevelse af smitstof efter høst er planterester i jorden, så som rødder, halm, spildkorn og græsukrudt. En stor reduktion i smitstof kan forekomme ved dyrkning af en ikke modtagelig afgrøde, da planterester omsættes med tiden, og livsvilkårene for smitstoffet derved forringes betydeligt. Ved Danmarks JordbrugsForskning er der i perioden 1978-1986 gennemført 225 forsøg, hvor sædskiftet indgik sammen med bedømmelsen af goldfodsyge. Sædskiftets indflydelse er i den forbindelse undersøgt. Figur 1 viser tydeligt sammenhængen mellem forskellige sædskifter og angrebsgraden af goldfodsyge. De laveste angreb forekommer, hvor afgrøder som raps og ærter er forfrugt til hvede (Bødker *et al.,* 1990).

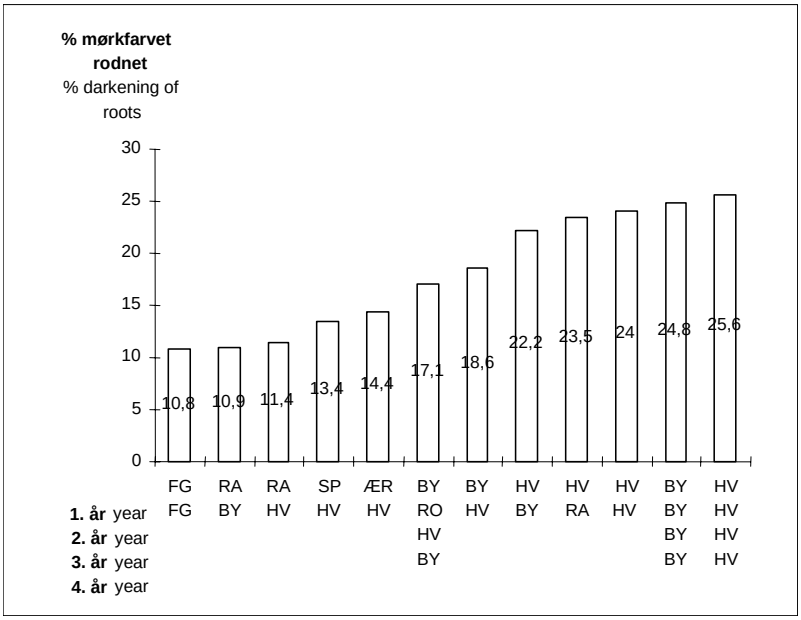


Figure 1. Angreb af goldfodsyge i hvede ved forskellig forfrugtssammensætning. FG = Frøgræs, RA = Raps, BY = Vårbyg, *Æ*R = *Æ*rter, SP=special afgrøder, RO = Sukkerroer og HV = Hvede. Severity of take-all in winter wheat in different rotation systems. FG = Grass for seed production, RA = Rape, BY = Spring barley, *Æ*R = Pea, RO = Sugar beat and HV = Winter wheat, SP=vegetables (Bødker *et al*., 1990).

Havre angribes ikke som de andre kornafgrøder af den almindeligst forekommende goldfodsyge var. tritici, men af var. avena. Derfor kan havre også mindske smittepotentialet i et trængt kornsædskifte.

Goldfodsyge kan til en vis grad reduceres gennem kontinuerlig hvededyrkning. Sygdommen vil være alvorlig i de første 2-4 år, hvorefter den vil være aftagende i de efterfølgende år med hvede (Kaldes TAD, take-all decline).

Afgrøderne kan inddeles i følgende risikogrupper efter deres indflydelse på udviklingen af goldfodsyge i efterfølgende hvedeafgrøde:

Høj risiko: Hvede, byg og triticale

Medium risiko: Rug, græs og brak

Lav risiko: Raps, majs, ærter, sukkerroer, kartofler, bønner og havre m.fl.

Jordbundsforhold

Forekomsten af goldfodsyge er størst på lette jorde (Petersen & Jørgensen, 1960; Bødker *et al*., 1990). Ved Danmarks JordbrugsForsknings forsøgsrække (1978-1986) blev undersøgt jordtypens indflydelse på procent mørkfarvning af rødder. På sandede jorde (164 forsøg) var gennemsnittet 13% dækning af rod, hvor det på lerede jorde (455 forsøg) reduceredes til 10,2% dækning af rod. Goldfodsyge trives bedst ved høje reaktionstal.

Jordbearbejdning

Ferraz (1979) og More & Cook (1984) fandt igennem forsøg med direkte såning kontra pløjning forud for såningen, at goldfodsygeangrebet var størst efter direkte såning. Forskellen begrundes med mere udelt og uomsat plantemateriale, der er placeret ideelt i forhold til de nydannede rødder (More & Cook, 1984). Der er uenighed om effekten, da andre forsøg har givet et lavere angreb af goldfodsyge ved direkte såning (Brooks & Dawson, 1968; Hood, 1965).

Resultater fra Landsforsøgene 1994-1997, hvor 14 forsøg blev gennemført i anden års hvede, viste, at goldfodsygeangrebet var relativt uafhængig af jordbehandlingen (tabel 2) (Oversigt over Landsforsøgene, 1997).

Tabel 2. Angreb af goldfodsyge ved forskellig bearbejdning af jorden forud for såning. (14 forsøg i anden års hvede) (Oversigt over Landsforsøgene, 1997). Severity of take-all at different cultivation systems before drilling (14 trials, second year wheat).

	Pct. dækning af rod med goldfodsyge Pct. root infected with take-all	**Udbytte (hkg/ha)** Yield (hkg/ha)
Pløjning + alm. såning Ploughing + sowing	12	72,0
Stubharvning + alm. såning Minimum tillage + normal sowing	14	- 3,5
Direkte såning Direct drilling	11	- 3,6

Såtidspunkt og udsædsmængde

En tidlig såning vil give mulighed for tidlig infektion af goldfodsyge og dermed større risiko for, at angrebet vil blive stort. En sen såning mindsker risikoen for angreb, bl.a. fordi mængden af smitstof vil være reduceret (Schulz, 1970; Ferraz,1979; Bødker *et al.*, 1990).

En lav udsædsmængde giver lavt angreb. En mulig forklaring er, at der i en tynd bestand er mindre konkurrence om næringsstoffer, således at enkeltplanterne bedre har mulighed for at etablere et stort rodsystem, der er mere modstandsdygtigt over for angreb.

I landsforsøgene (1995-1997) har faktorerne såtidspunkt og udsædsmængde været undersøgt. Sammenhængene mellem angrebet af goldfodsyge, såtidspunkter og udsædsmængder i disse forsøg svarer til, hvad der tidligere er fundet i både danske og udenlandske forsøg. Det fremgår af resultaterne, at samme nettoudbytter kan opnås i hvede ved tidlig såning (1/9) og lave udsædsmængder (100-200 pl/m^2) som ved senere såning (20/9) og højere udsædsmængder (400 pl/m^2) både i sædskifter med forfrugt korn og sædskifter med anden forfrugt. Dette til trods for mere goldfodsyge ved tidlig såning (Oversigt over Landsforsøgene, 1997).

Gødningstildeling

Ved tildeling af gødning er det et godt udgangspunkt at undgå, at planterne kommer til at lide af nogen form for stress. Tilførsel af kvælstof gør det lettere for planten at gendanne rødder, som erstatning for de rødder, der er inficerede, men effekten af kvælstof er variabel og kompleks.

Den form, hvorpå N tildeles, har indflydelse på sygdommen. Ammonium-N nedsætter sygdommen i forhold til nitrat-N (Christensen *et al.*, 1987). Ammonium-N får pH i jorden til at falde, og ammonium frigives over en længere periode, hvilket betyder, at der er kvælstof til rådighed for planten i længere tid.

Andre næringsstoffer end kvælstof er fundet at have indflydelse på goldfodsyge. Ved at gøre fosfor, kalium og magnesium tilgængelig for planterne reduceredes angrebet, hvorimod calcium og svovl ikke havde lignende effekt (Reis *et al.*, 1981).

Udbyttetab

Angrebets indflydelse på udbyttet bestemmes af værtens fysiologiske tilstand. Ved smitte af hvedeplanter er fundet en reduktion af plantens tørvægt, bladareal, antallet af sideskud, procent vand i skuddene og disses tørvægt (Asher, 1972). Denne reduktion er en følge af dårlig optagelse af næringsstoffer og af, at næringsstofferne remobiliseres og anvendes til gendannelse af nye rødder som erstatning for de beskadigede.

Gennemsnitlige udbyttetab på 1 ton/ha som følge af angreb i hvede er ikke ualmindeligt. Tab på op til 50% er registreret (Asher, 1981).

Samspil mellem faktorer

Goldfodsyge bliver ofte først opdaget meget sent i vækstperioden. Men at forudse angrebet er meget vanskeligt, da sygdommens udvikling er afhængig af samspillet mellem dyrkningsmæssige faktorer og vejrforholdene det enkelte år.

I tabel 3 er højrisikofaktorer opstillet med inspiration fra litteraturen. Tabellen afspejler de ukontrollerbare vejrforhold, hvorunder udviklingen af goldfodsyge favoriseres. Sædskifte, såtidspunkt og de øvrige faktorer er kontrollerbare størrelser, hvorfor de er vigtige at være opmærksomme på i dyrkningsplanlægningen.

Tabel 3. Højrisikofaktorer der favoriserer udviklingen af goldfodsyge. High-risk factors favouring development of take-all.

Høj risiko faktorer High risk factors				
Vejrforhold Climatic conditions	**Efterår** Autumn **varmt/fugtigt** warm/moist	**Vinter** Winter **mildt** mild	**Forår** Spring **varmt /fugtigt** warm/moist	**Sommer** Summer **varmt/tørt** hot/dry
Forfrugt Previous crop	**Hvede, byg, triticale** Wheat, barley, triticale			
Andre faktorer Other factors	**Tidlig såning** early sowing **Let jord** light soil **Højt reaktionstal** alkaline soil **Høje udsædsmængder** high seed rate **Lav kvælstoftilgængelighed** low nitrogen levels			

Et sædskifte, hvor lavrisikoafgrøder som raps, roer og kartofler indgår i stort omfang, vil nedsætte risikoen for overlevelse af sygdommen. På meget lette jorde skal man som udgangspunkt undgå anden og tredje års hvede. For at nedsætte angrebet af goldfodsyge er det vigtigt at skabe de optimale forhold for rodudvikling. Kvaliteten af jordbehandlingen er således mere vigtig end metoden, da god såbedstilberedning vil sikre en god rodudvikling. Ved at sikre kvælstof på tilgængelig form over så lang en periode som muligt mindskes risikoen for udbyttetab. Kraftig kalkning bør undgås, da udviklingen af goldfodsyge fremmes på basiske jorde.

Monitering af goldfodsyge 2000

Metode

I 2000 blev udvalgt og udtaget 117 stubprøver med rod fra 2. års hvedemarker. Prøverne blev udtaget over hele landet, således at de samlet set var repræsentative for det dyrkede hveareal i de enkelte amter. I forbindelse med udtagningen af prøverne blev markdata indsamlet. Markdata omfatter oplysninger om jordtype, reaktionstal, dræningsforhold, forfrugt, sort, sådato, udsædsmængde, jordbehandling og gødningstildeling.

Prøverne blev udtaget midt i juli, hvor hveden var i vækststadie 75. Prøverne blev vasket og bedømt for angreb ved Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg. Angrebsgraden er opgjort som TAI (take-all-index) og sat i forhold til markdata. Datamaterialet er analyseret som en variansanalyse i SAS for hver af de enkelte faktorer.

Resultater

Generelt blev der for danske forhold fundet høje angrebsniveauer af goldfodsyge i 2000.

Goldfodsyge blev fundet på alle lokaliteter. TAI fordeler sig mellem 5 som det laveste og 65 som det højeste. Middel TAI for de 117 lokaliteter var 27. Tabel 4 viser fordelingen af undersøgte marker opdelt i TAI-intervaller. Kraftige angreb forekom i 15% af de 117 marker, 50% havde angreb mellem 20-40 TAI, mens 35% havde angreb lavere end 20 TAI.

Tabel 4. Gruppering af undersøgte marker (117) i 3 TAI intervaller. Distribution of investigated fields (117) into 3 intervals.

Goldfodsygeindeks TAI	**Antal lokaliteter** Number of fields
TAI<20	41 (35%)
20<TAI<40	58 (50%)
TAI>40	18 (15%)

Sådato og jordtype havde en signifikant effekt på angrebsgraden, således at der blev fundet de højeste TAI, hvor der var sået tidligt (figur 2) og på de letteste jordtyper (figur 3).

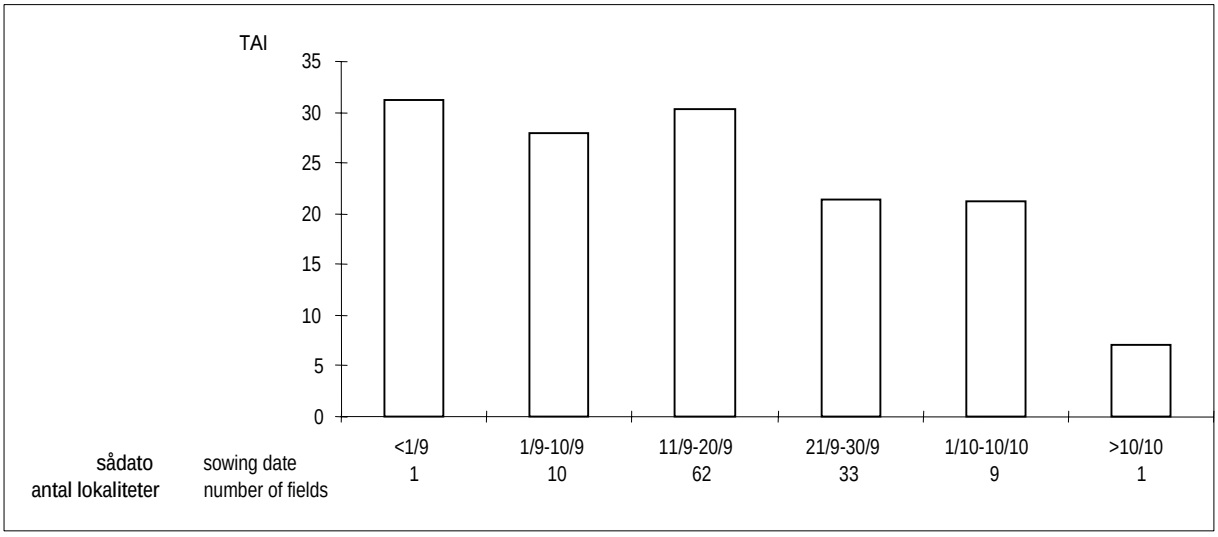


Figure 2. Gennemsnitligt TAI ved forskellige sådatoer. Average TAI at different sowing dates.

Af øvrige faktorer var der tendens til et højere TAI på lokaliteter med lav kvælstoftildeling og lokaliteter med lavt reaktionstal. Desuden var der tendens til højere TAI i Jylland end på Øerne. Sidst nævnte forhold hænger formodentligt sammen med den største forekomst af lette jorde i Jylland. Det er ikke muligt at analysere for sammenhænge mellem index og forfrugt, da prøverne i moniteringen alle var udtaget i anden års hvede.

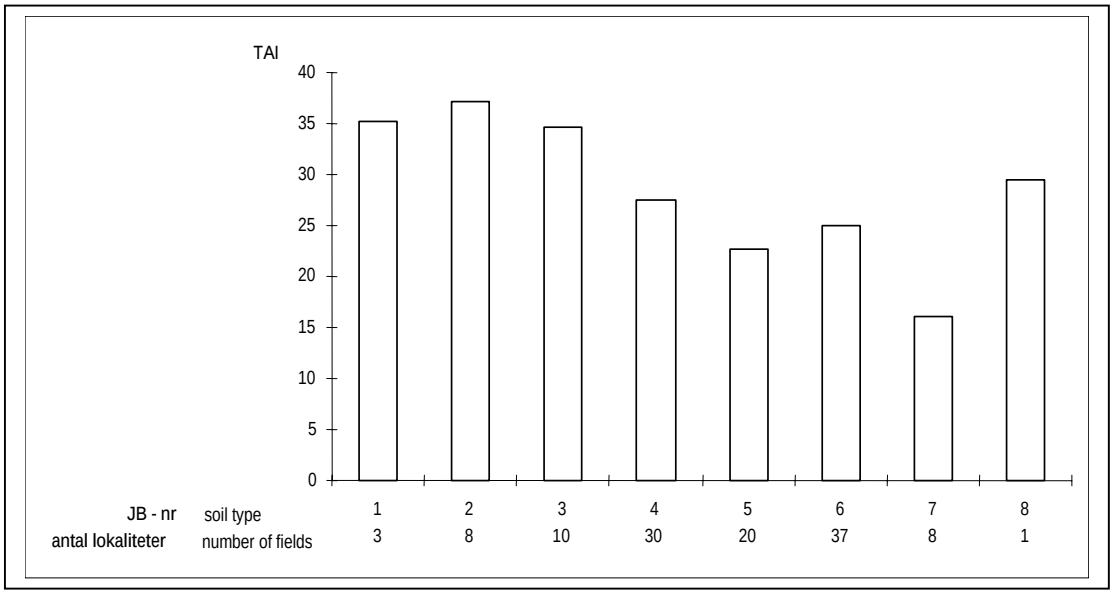


Figure 3. Gennemsnitligt TAI på forskellige jordtyper. Average TAI at different soil types.

Midler til bekæmpelse af goldfodsyge

På det danske marked findes endnu ikke midler, der har effekt mod goldfodsyge. N-Allyl-4,5-dimethyl-2-trimethylsilylthiophene-3-carboxyamide (MON 65500, Latitude) er et nyt fungicid fra Monsanto med virkning mod goldfodsyge. Midlet hører til Hindered Silyl Amide, der er en helt ny gruppe af fungicider (Beale *et al.,* 1998; Joseph-Horn *et al.,* 2000). Midlet er meget specifikt i sin virkning mod goldfodsyge og uden kendt effekt mod andre kornpatogener. Midlet kan applikeres sammen med almindeligt anvendte bejdsemidler og har igennem 1990-erne været afprøvet i Europa, hovedsageligt i Tyskland, Storbritannien og Frankrig. I 2000 er midlet afprøvet under danske forhold. Forsøg er udført i de landøkonomiske foreninger, ved Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg og ved Monsanto Crop Sciences Denmark A/S.

Udenlandske forsøg

I både Storbritannien, Frankrig og Tyskland findes goldfodsyge i vid udstrækning, dog med stor variation fra år til år og landsdel til landsdel (Becker *et al.,* 1998). Behandling med MON

65500 i Storbritannien har givet en signifikant effekt på væksten i en 3 årig forsøgsperiode (1994-96). I forsøg blev korrelationen mellem behandling med MON 65500 og optagelsen af kvælstof undersøgt, hvor behandlingen øgede optagelsen (Spink *et al.,* 1998).

Over 900 forsøg med MON 65500 er gennemført i Europa i perioden 1994-2000. Ved sammenstilling af henholdsvis 28 og 47 forsøg fra Frankrig, Belgien, Storbritannien, Tyskland og Irland henholdsvis fra 1994/95 og 1995/96 opnås signifikante merudbytter (tabel 5). I de to år var middel indeks på henholdsvis 32 og 14. I samme tabel er anført, hvorledes der i 1995/96 er fundet en reduktion i procent nødmodnede aks (Beale *et al.,* 1998).

Tabel 5. Merudbytter opnået ved behandling med MON 65500 i 1994/1995 (28 forsøg) og 1995/1996 (46 forsøg) og procent reduktion af nødmodnede aks i 1995/1996. Gennemsnitsværdier for Frankrig, Belgien, Storbritannien, Tyskland og Irland. Yield increase using MON 65500 in 1994/1995 (28 trials) and 1995/1996 (46 trials) and procent reduction in white heads 1995/1996. Average for France, Belgium, UK, Germany and Ireland.

Goldfodsygeindeks TAI	**1994/1995 Merudbytte (hkg/ha)** Yield increase	**1995/1996 Merudbytte (hkg/ha)** Yield increase	**1995/1996 Procent reduktion af nødmodnede aks** Procent reduction in white heads
TAI<20	1,7	2,5	3,3
20<TAI<40	4,9	4,3	4,4
TAI>40	13,8	23,9	27,5

Danske forsøg 2000

I 2000 er der i Danmark udført 21 forsøg med MON 65500. 10 forsøg i de landøkonomiske foreninger, 4 forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning og 7 forsøg ved Monsanto Crop Sciences Denmark A/S. Det gennemsnitlige TAI i disse 21 forsøg var 27, varierende fra 4-61. Ved inddeling af TAI i tre intervaller blev opnået gennemsnitlige merudbytter på 9,3 hkg/ha hvor TAI var over 40, 4,2 hkg/ha på lokaliteter med index mellem 20 og 40, og -0,1 hkg/ha hvor TAI var under 20 (figur 4, tabel 6). Det højeste merudbytte, der blev opnået, var 14 hkg/ha ved TAI på 62. De tendenser, der således er fundet i dette lille datamateriale, stemmer således overens med, hvad der er fundet under europæiske forhold.

Bejdsningens effekt på angrebsgraden af goldfodsyge målt i juli er forholdsvis beskeden. Afhængigt af angrebsgruppen svinger effekten mellem 25-43%. I en række af forsøgene blev der foretaget forårsbedømmelser af goldfodsygeangrebet. Generelt er bekæmpelseseffekten højere i april (ca. 50%) end i juli.

Tabel 6. Gennemsnitligt udbytteniveau og merudbytter opnået ved behandling med MON 65500 fordelt i 3 TAI-intervaller. Yield and yield increase using MON 65500 in 3 TAI-intervals.

	TAI<20		TAI 20-40		TAI>40	
	TAI	**Udbytte** **Merudbytte** Yield response hkg/ha	**TAI**	**Udbytte** **Merudbytte** Yield response hkg/ha	**TAI**	**Udbytte** **Merudbytte** Yield response hkg/ha
Untreated	12	84,9	29	70,3	47	54,8
MON 65500	8	-0,1	22	4,2	27	9,3
Antal forsøg Number of trials		7		10		4

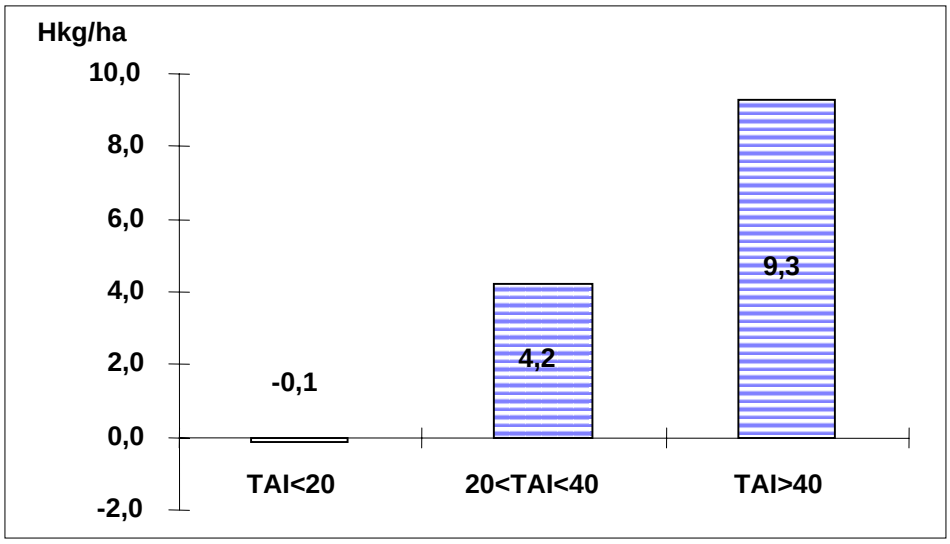


Figure 4. Merudbytter (hkg/ha) ved bejdsning med MON 65500 mod goldfodsyge i andenårs hvede, år 2000, gennemsnit af 21 danske forsøg. Yield increase (hkg/ha) by treating with MON 65500 against Take-all in second year wheat in year 2000, average of 21 trials.

Diskussion og konklusion

Goldfodsyge er kendt for med jævne mellemrum at give betydelige udbyttetab i specielt hvede, hvor op til 50 procent er registreret. Goldfodsyge er traditionelt blevet "bekæmpet" ved justering af dyrkningspraksis, hvor især sædskiftet har spillet en stor rolle. Goldfodsyge kan således reduceres betydeligt igennem dyrkningspraksis selv om vejrforholdene overordnet afgør angrebsgraden de enkelte år. Udsættelse af såtidspunkt for anden og tredje års hvede hører ligeledes til blandt de faktorer, der har været brugt for at reducere risikoen for goldfodsyge.

Fungicidet, MON 65500 (Latitude) har i udenlandske og danske forsøg vist, at det kan forsinke og mindske angrebet af goldfodsyge og mindske udbyttetabene som følge af goldfodsyge.

Vækstsæson 2000 var kendetegnet ved høje angrebsgrader af goldfodsyge. Udbytteforsøg i 2000 viste høje merudbytter for bejdsning ved kraftige angreb. Hvis udbytteerfaringerne fra forsøgene overføres til moniteringsdataene kan det udledes, at bejdsning i 2000 i hvert fald ville have været en fordel på 15% af det undersøgte areal med anden års hvede, hvor merudbyttet i gennemsnit var 9,3 hkg/ha. Hvorvidt bejdsning vil være rentabelt ved TAI 20-40 afhænger af prisen på bejdsemidlet. Nogen endelig pris foreligger ikke p.t.

Forsøgs- og moniteringsarbejde i de kommende år skal klarlægge hvilket potentiale, der er i bejdsning mod goldfodsyge. Der arbejdes på udvikling af et risikovurderingsværktøj, som skal hjælpe den enkelte jordbruger til at afgøre, om der i en given mark er stor eller lille sandsynlighed for angreb af goldfodsyge og dermed udbyttetab. Ved denne risikovurdering skal bl.a. inddrages, hvor stor sandsynligheden er for, at der i en given region er klimabetingelser, der begunstiger en optimal udvikling af goldfodsyge. I vækstsæsonen 2000/2001 er der på dispensation udsået 1000 ha i Danmark, hvor midlet afprøves.

Bejdsemidlet MON 65500 er i dag godkendt og markedsført i Polen og Irland, og produktet er under godkendelse i en række lande herunder Danmark.

Litteratur

Asher MJC. 1972. Effect of *Ophiobolus graminis* on the growth of wheat and barley. Ann. Appl. Biol., 70. 215-223.

Asher MJC. 1981. Pathogenic Variation. In: Biology and control of tale-all. Eds. M. J. C. Asher and P. J. Shipton, London Academic Press.

Beal RE, Phillion DP, Headrick JM, O´Reilly P & Cox J. 1998. MON 65500: A unique fungicide for the control of take-all in wheat. The 1998 Brighton Conference-Pests & Diseases.

Becker J, Lavier B & Leaper DJ. 1998. Take-all (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*) infestation survey for Germany, France and the UK, 1996.1997. The 1998 Brighton Conference -Pests and Diseases, 77-82.

Brooks DH & Dawson MG. 1968. Influence of direct drilling of winter wheat on incidence of take-all and eye-spot. Ann. Appl. Biol., 61. 57-64.

Bødker L, Schulz H & Kristensen K. 1990. Influence of cultural practices on incidence of take-all (*Gaumannomyses graminis var, tritici*) in winter wheat and winter rye. Tidsskrift for Planteavl, 94. 201-209.

Christensen NW, Powelson RL & Brett M. 1987. Epidemiology of wheat take-all as influenced by soil pH and temporal changes in inorganic soil N. Plant and Soil, 98. 221-230.

Clarkson JDS & Polly RW. 1981. Diagnosis, Assessment, Crop-loss Appraisal and Forecasting. In: Biology and control of tale-all. Eds. M. J. C. Asher and P. J. Shipton, London Academic Press.

CMI. no. 383. 1973. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. Issued by the commonwealth Mycological Institute, London.

Cook R J. 1981. The effect of soil reactions and physical conditions. In: Biology and control of tale-all. Eds. M. J. C. Asher and P. J. Shipton, London Academic Press.

Ferraz JFP. 1979. Effect of direct drilling on infection of wheat plants *by Gaeumannomyces graminis var. tritici.* Agronomia lusit., 39. 343-360.

Garrett SD. 1934. Factors affecting the severity of take-all. I. The importance of soil microorganisms. J. Dep. Agric. S. Aust., 37. 664-674.

Garrett SD. 1981. Introduction. In: Biology and control of tale-all. Eds. M. J. C. Asher and P. J. Shipton, London Academic Press.

Hood AEM. 1965. Ploughless farming using Gramoxone. Outlook Agric., 4. 286-294.

Hornby D. 1978. The problems of trying to forecast take-all. In: Plant Disease Epidemiology. (P.R. Scott and Bainbridge, eds) pp. 151-158. Blackwell scientific publications, Oxford.

Joseph-Horn T, Heppner C, Headrick J & Hollomon DW. 2000. Identification and characterization of the Mode of Action of MON 65500. A novel inhibitor of ATP Export from Mitochondria of the Wheat "Take-All" Fungus, Gaeumannomyces graminis var. tritici. Pesticide Biochemistry and Physiology 67, 168-186.

Moore WC. 1948. Take-all of cereals in England and the epidemic of 1948. Agriculture, London, 55. 383-385.

More KJ & Cook RJ. 1984. Increased take-all of wheat with direct drilling in the pacific Northwest. Phytopathology, 74. 1044-1049.

Oversigt over Landsforsøgene. 1994. v. Carl Åge Pedersen, Landskontoret for Planteavl.

Oversigt over Landsforsøgene. 1995-1997. v. Carl Åge Pedersen, Landskontoret for Planteavl.

Reis EM, Cook RJ & McNeal BL. 1981. Effect of mineral nutrition on take-all of wheat. Phytopathology, 72. 224-229.

Russel RC. 1930. Fields studies of take-all in Saskatchewan. Scient. Agric., 10. 654-668.

Salt GA. 1957. Effect of nitrogenous fertilizer applied at different dates on take-all, eyespot and yield of winter wheat grown on light sandy loam. Ann. Appl. Biol., 47. 200-210.

Schulz H. 1970. Angreb af goldfodsyge (*Pseudocercosporella herpotrichoides Fron* og *Ophiobolus graminis sacc*) ved forskellige såtider. Tidsskr. Planteavl, 74. 412-418.

Shipton PJ. 1975. Take-all decline during cereal monoculture. In: G.W. Bruel, ed. Biology and Control of Soil Borne Plant Pathogens. Am. Phytopathol. Sco. Paul. MN 216 pp.

Spink JH, Wade AP, Paveley ND, Griffin JM, Scott RK & Foulkes MJ. 1998. The effects of a novel seed treatment MON 65500 on take-all and crop growth in winter wheat. The 1998 Brighton Conference-Pests & Diseases.

Burre-Snerre (*Galium aparine* L.) – Biologi og bekæmpelse

Cleavers (*Galium aparine* L.) – Biology and control

Jens Erik Jensen & Poul Henning Petersen
Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Planteavl
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N

Summary

The biology of cleavers (*Galium aparine* L.) is briefly reviewed, with emphasis on reasons for its increase in winter cereals in recent years, and description of yield losses due to this species in Danish agriculture. The chemical control options are illustrated with results from experiments co-ordinated by the Danish Agricultural Advisory Centre. The results show that many chemical options exist in major crops, and that the challenge for the future will be to ensure satisfactory control while complying with the Danish Action Plan to reduce pesticide use.

Indledning

Burre-Snerre (*Galium aparine* L.) er en velkendt ukrudtsart på danske sædskiftemarker og kræver rent systematisk og morfologisk formentlig ikke nogen nærmere introduktion her. Artens vigtigste biologiske karakteristika og skadevirkninger vil sandsynligvis også være de fleste bekendt. Når vi alligevel har fundet det betimeligt med en gennemgang af artens biologi og bekæmpelse, skyldes det først og fremmest, at denne grådige art i de senere år for alvor har vundet indpas på de fleste landbrugsbedrifter, og at en bekæmpelse derfor meget ofte er aktuel. Desuden er der på det seneste blevet godkendt flere nye midler med effekt mod Burre-Snerre.

På de følgende sider vil vi først give en ultrakort gennemgang af artens biologi med vægten på de forhold, som kan udnyttes ved udformning af en integreret bekæmpelsesstrategi. Dernæst vil der blive givet en gennemgang af mulighederne for kemisk bekæmpelse af Burre-Snerre og en sammenfatning af landsforsøg med bekæmpelse af arten.

Biologi og skadevirkning

Burre-Snerre optræder primært på dyrket og udyrket land i de tempererede egne. Den er udbredt over hele Europa og store dele af Asien og er blevet indslæbt til Nord- og Sydamerika. Den foretrækker næringsstofrig og ikke for let jord (Korsmo *et al*., 1981), og for Danmark er det flere steder angivet, at arten hyppigst optræder i de østlige egne. Planten forekommer naturligt i løvskove, stenede strandvolde, agerjord, gærder, krat og ruderater (Hansen, 1981) og optræder som alvorligt ukrudt i mange afgrøder, hvor den via sin såvel

krybende som klatrende vækst og store forgreningsevne kan forårsage store udbyttetab og høstbesvær i form af lejesæd, særligt i kornafgrøder. Et andet problem er, at arten er vanskelig at rense fra visse frøafgrøder så som spinat.

Selv om Korsmo *et al.* (1981) angiver, at arten er sommerannuel, må man i dag klassificere den som både vinter- og sommerannuel art, der kan spire frem over en lang periode gennem efteråret og foråret og følgelig optræder hyppigt i såvel efterårs- som vårsåede afgrøder.

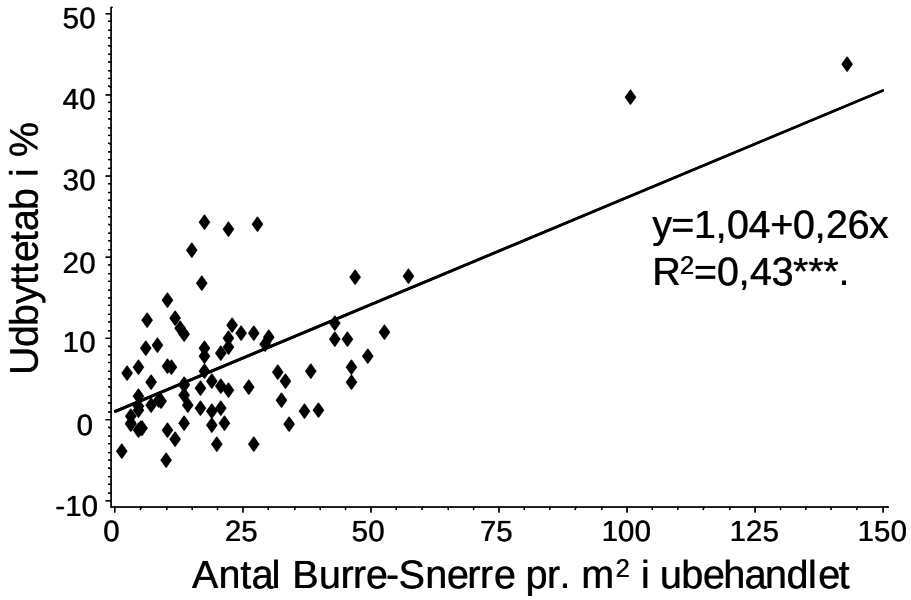
Der findes flere glimrende, udenlandske oversigter over artens biologi. For eksempel kan nævnes Froud-Williams (1985) og Malik & Vanden Born (1988).

Burre-Snerre har nydt godt af den i Danmark udbredte korndyrkning med vægt på vintersæd, hvortil den har bredt sig fra hegn og skel. Det er en almindelig opfattelse blandt konsulenter og landmænd, at udbredelsen af arten i vintersæd er et stigende problem. Dette harmonerer godt med britiske undersøgelser, som blandt andet har vist, at Burre-Snerre var den næst hyppigst forekommende tokimbladede ukrudtsart (Chancellor & Froud-Williams, 1984). I vinterhvede blev arten således fundet på 12% af markerne. Whitehead & Wright (1989) rapporterer, at arten optrådte på 58% af 2359 vintersædsmarker. Under danske forhold er der få systematiske undersøgelser af artens udbredelse. Andreasen *et al.* (1996) fandt, at frekvensen af Burre-Snerre i vårbyg var faldet fra 24% til 1,4% i perioden fra 1967-70 til 1987-89. I vårraps var faldet fra 22,7% til 0,2%, i vinterhvede fra 23,2% til 2,4%, og på græsmarker var arten i perioden faldet fra 7,0% til 0%. Dette harmonerer dårligt med den udbredte opfattelse, at der er tale om en art i fremgang. En vigtig del af årsagen kan være den udbredte dyrkning af vintersæd og behandling med isoproturon. Isoproturon har kun ringe effekt mod Burre-Snerre og antages i England at være en væsentlig del af årsagen til den øgede udbredelse af Burre-Snerre. Endvidere har sulfonylurea-midlerne i stort omfang afløst hormonmidlerne til forårsbekæmpelse i vintersæd. De hidtil markedsførte sulfonylurea-produkter har generelt ringe effekt mod Burre-Snerre. Et andet forhold, som angives af mulig betydning, er, at utilsigtet anvendelse af glyphosat-midler i kanten af skel og hegn har åbnet en niche for Burre-Snerre og visse græsukrudtsarter, der hermed har fået et forbedret 'springbræt' til indvandring i marken.

Korsmo *et al.* (1981) angiver for Burre-Snerre en gennemsnitlig frøproduktion på 360 frø pr. plante uden nærmere angivelse af omstændighederne. Cousens & Mortimer (1995) angiver, at arten i vinterhvede er i stand til at sætte mange frø (der angives 847 frø pr. plante) ved lave tætheder, men på grund af vækstformen stabiliseres frøproduktionen pr. plante ved store tætheder på ca. 22000 frø pr. m^2, der dog er et anseligt antal. Frøene kan spire fra mere end 10 cm dybde (Håkansson, 1999), men de har en kort levetid i frøbanken. Det angives, at spire-procenten falder med 60% om året (Anonym, 1993), og derfor vil en konsekvent bekæmpelse og forhindring af frøproduktion meget hurtigt kunne give en meget kraftig reduktion af problemets omfang.

Med hensyn til udbyttetab er det som nævnt velkendt, at arten er særdeles aggressiv. I britiske undersøgelser fandt man ved en tæthed på 4 planter pr. m^2 et udbyttetab på 10 hkg/ha, dette svarer i to forsøg til, at 0,3 henholdsvis 1,4 planter pr. m^2 gav et udbyttetab på 1%. (Wilson & Wright, 1987).

Under danske forhold foreligger der os bekendt ikke systematiske undersøgelser, som belyser udbyttetab på grund af Burre-Snerre. Der har dog mange steder været angivet en vejledende skadetærskel på under 1 plante pr. m^2. For at belyse udbyttetab under danske forhold er der fra Database for Markforsøg på Landskontoret for Planteavl foretaget et udtræk af resultater fra forsøg i vintersæd, hvor Burre-Snerre er vurderet som dominerende ukrudtsart, og hvor effektive løsninger mod arten har været afprøvet. Ved analysen er det antaget, at der ikke har været udbyttetab i behandlede forsøgsled, og derfor har det været muligt at relatere merudbytte og procent udbyttetab til tætheden af Burre-Snerre. Der foreligger data fra 79 forsøg i perioden 1992-2000. Det er forsøgt at beskrive udbyttetab/merudbytte med rektangulære hyperbel foreslået af Cousens (1985), men dette mislykkedes på grund af få forsøg med store tætheder af Burre-Snerre i ubehandlet, som gjorde, at parameteren for udbyttetab ved høje tætheder af Burre-Snerre var særdeles dårligt bestemt. I stedet er der lavet lineær regression på datamaterialet vel vidende, at resultaterne fra regressionen ikke skal overfortolkes. Resultaterne er vist i figur 1.



Figur 1. Udbyttetab i % som funktion af antal Burre-Snerre i ubehandlede forsøgsled. Data fra 79 landsforsøg forsøg 1992-2000 i vintersæd med Burre-Snerre som dominerende ukrudtsart. Per cent yield loss as a function of density (*Galium aparine* per m^2) in untreated plots. Data from 79 Danish experiments 1992-2000.

Figur 1 viser, at der er særdeles stor variation omkring regressionslinjen, hvilket er forventet, da der i forsøgene også har optrådt andre ukrudtsarter, som kan have påvirket udbyttet, og da det ikke er givet, at udbyttetab i de behandlede forsøgsled helt har kunnet undgås. Desuden er der erfaringsvis relativt stor variation i resultater fra landsforsøg, som er udført under praktiske forhold hos landmænd. Ikke desto mindre antyder figuren, at man inden for intervallet fra 0 til 150 Burre-Snerre planter pr. m^2 kan forvente et udbyttetab på 1% for fire ekstra Burre-Snerre planter pr. m^2, og ved 150 planter pr. m^2 fås et forventet udbyttetab på omkring 40%. Med aktuelle udbytter og afgrøde- og kemikaliepriser svarer dette til, at den

økonomiske tærskel for bekæmpelse snarere ligger i intervallet 5-10 planter pr. m^2 end under 1 plante pr. m^2.

Bekæmpelse

Vi vil i denne artikel lægge vægten på kemisk bekæmpelse af Burre-Snerre, som er godt belyst i såvel Landsforsøg som andre forsøg.

Efterårs- kontra forårsbekæmpelse af Burre-Snerre i vinterhvede er belyst i 19 forsøg i 1997-99 (Landsforsøgene 1999, side 93), hvor 3 doser af Boxer+Flexidor udsprøjtet i afgrødens stadium 10-11 er sammenlignet med 2 doser af Starane 180 udsprøjtet sidst i april til først i maj. Hvor Starane 180 er anvendt, er andet ukrudt bekæmpet med Tolkan, der som tidligere nævnt kun har begrænset effekt mod Burre-Snerre. Resultaterne ses i tabel 1.

Tabel 1. Bekæmpelse af Burre-Snerre i vinterhvede efterår kontra forår. 19 landsforsøg 1997-1999. Control of *Galium aparine* in vinter wheat in autumn or spring. 19 experiments 1997-1999.

	Burre-Snerre, antal planter pr. m^2, maj-juni *Galium aparine*, Number of plants per m^2, May-June	**Pct. dækning ved høst** Per cent weed coverage at harvest		**Udbytte og merudb., hkg pr. ha** Yield and yield gain, hkg per ha
		Burre-Snerre[1)] *Galium aparine*	**Tokim-bladet[2)]** Dicoty-ledonous weeds	
1. **Ubehandlet**/Untreated	29	22	11	76
2. 3,0 l Boxer + 0,1 l Flexidor	2	2	2	6,7
3. 2,0 l Boxer + 0,1 l Flexidor	4	3	3	5,7
4. 1,0 l Boxer + 0,1 l Flexidor	8	5	3	5,1
5. 2,0 l Tolkan[3)] og 0,8 l Starane 180	5	0	3	6,1
6. 2,0 l Tolkan[3)] og 0,4 l Starane 180	7	2	4	5,7
LSD 1-6				*2,3*
LSD 2-6				*n.s.*

[1)]Pct. dækning af afgrøden før høst. Per cent weed coverage of the crop before harvest.

[2)]Pct. dækning af jorden efter høst. Per cent weed coverage of the soil after harvest.

[3)]I 1998 blev anvendt Tolkan WDG. In 1998 Tolkan WDG was used.

Led 2-4 behandlet i stadium 10-11 i efteråret. Treatment 2-4 autumn-sprayed at stage 10-11.

Led 5 og 6 behandlet i stadium 10-11 i efteråret og april. Treatment 5-6 autumn-sprayed at stage 10-11 and in April.

Effekten af behandlingerne er vurderet ved optælling af Burre-Snerre i november og i maj-juni, og dels ved at bedømme dækningsgraden af Burre-Snerre før høst. Bekæmpelsen af

Burre-Snerre har været meget tilfredsstillende ved begge løsninger men aftagende med den anvendte dosis. Der er opnået pæne merudbytter, som helt overvejende må tilskrives bekæmpelse af Burre-Snerre, idet bestanden af andet tokimbladet ukrudt og græsukrudt har været beskeden i de fleste af forsøgene. Det har ikke i forsøgene kostet udbytte, at vente med bekæmpelse af Burre-Snerre til april-maj.

Efterårs- kontra forårsbekæmpelse er ligeledes belyst i en ny forsøgsserie påbegyndt i 2000 (tabel 2). I de fire forsøg har der været et statistisk sikkert merudbytte for at indlede ukrudtsbekæmpelsen om efteråret i forhold til forårsbekæmpelse i forsøgsled 7 og 8. Vækstforholdene i 2000 var karakteriseret ved en tidlig vækststart, som muligvis har givet ukrudtet mulighed for at konkurrere med afgrøden, før bekæmpelsen blev gennemført sidst i april.

Tabel 2. Strategi mod Burre-Snerre i vinterhvede. 4 landsforsøg 2000. Strategy against *Galium aparine* in winter wheat. 4 experiments 2000.

	Antal ukrudt pr. m², forår Number of weeds per m²		**Pct. dækning ved høst** Per cent weed coverage at harvest		**Udbytte og merudb., hkg pr. ha** Yield and yield gain, hkg per ha
	Burre-Snerre *Galium aparine*	**Tokim-bladet** Dicoty-ledono-us weeds	**Burre-Snerre[1]** *Galium aparine* [1)]	**Tokim-bladet[2)]** Dicoty-ledono-us weeds[2]	
1. **Ubehandlet/**Untreated	13	63	16	14	80,3
2. 2,0 l Boxer + 0,5 l Oxitril	4	10	4	5	11,6
3. 1,0 l Boxer + 0,25 l Oxitril og 0,4 l Starane 180	0	1	0,6	4	11,3
4. 2,0 l Stomp + 0,5 l Oxitril	7	10	6	2	10,4
5. 2,5 l Enterra	5	8	4	1	10,9
6. 0,5 l Quartrol og 20 g Gratil	1	1	2	2	12,0
7. 100 g Synergy	0	10	0,3	4	6,4
8. 1,5 l Ariane Super	0	3	0	2	6,8
9. 0,5 l Quartrol og 12,5 g Monitor[3)]	0	2	1	3	12,4
LSD 1-9					*5,8*
LSD 2-9					*4,2*

[1)]Pct. dækning af afgrøden før høst. Per cent weed coverage of the crop before harvest.

[2)]Pct. dækning af jorden efter høst. Per cent weed coverage of the soil after harvest.

[3)]Tilsat MON 0818. MON 0818 added.

Led 2, 4 og 5 behandlet i stadium 11-12. Treatment 2, 4 and 5 treated at stage 11-12.

Led 3 behandlet i stadium 11-12 og maj. Treatment 3 sprayed at stage 11-12 and in May

Led 6 og 9 behandlet i stadium 11-12 og april. Treatment 6 and 9 sprayed at stage 11-12 and in April.

Led 7 og 8 behandlet i april. Treatment 7 and 8 sprayed in April.

Resultaterne fra forsøg med forårsbekæmpelse med forskellige midler er vist i tabel 3-5. Der er generelt opnået en meget tilfredsstillende bekæmpelse af Burre-Snerre. Merudbyttet for bekæmpelse varierer en del fra forsøg til forsøg og fra år til år. Dette forhold kan ikke alene forklares med udgangspunkt i de registrerede ukrudtsforekomster, men årsagen må formodes at være ovennævnte konkurrencesituation samt forskelle i afgrødens konkurrenceevne.

Tabel 3. Bekæmpelse af Burre-Snerre i vinterhvede om foråret. 9 landsforsøg 1998-1999. Control of *Galium aparine* in winter wheat autumn or spring. 9 experiments 1998-1999.

	Antal ukrudt pr. m² Number of weeds per m²		**Pct. dækn. ved høst** Per cent weed coverage at harvest		**Udbytte og merudb., hkg pr. ha** Yield and yield gain, hkg per ha
	Burre-Snerre *Galium aparine*	**Tokimbladet** Dicoty-ledonous weeds	**Burre-Snerre**[1)] *Galium aparine*[1)]	**Tokim-bladet**[2)] Dicoty-ledonous weeds[2)]	
1. **Ubehandlet** Untreated	19	64	14	11	73,4
2. 1,5 l Ariane Super	1	11	0	4	3,8
3. 0,75 l Ariane Super	1	12	0	4	3,8
4. 0,6 l Starane 180	1	15	0	5	4,2
5. 0,3 l Starane 180	1	16	0,6	5	3,8
6. 30 g Gratil[3)]	1	29	0,2	5	3,3
LSD 1-6					*2,8*
LSD 2-6					*n.s.*

[1)]Pct. dækning af afgrøden før høst. Per cent weed coverage of the crop before harvest.

[2)]Pct. dækning af jorden efter høst. Per cent weed coverage of the soil after harvest.

[3)]Tilsat 0,4 l Isoblette. 0,4 l Isoblette added.

Led 2-5 behandlet i april-maj. Treatment 2-5 sprayed in April-May.

Led 6 behandlet i april. Treatment 6 sprayed in April.

For vintersæd må det konkluderes, at der i dag findes mange effektive løsninger mod Burre-Snerre. Det netop godkendte middel Gratil (amidosulfuron) kan ligesom de kendte løsninger Synergy, Starane m.fl. anvendes om foråret. Hertil kommer, at de forventede nye midler Hussar (iodosulfuron) og Monitor (sulfosulfuron) også har en god effekt mod Burre-Snerre

(Mathiassen *et al.*, 2001), og at effekten af Boxer anvendt om efteråret ikke skal undervurderes.

Tabel 4. Bekæmpelse af Burre-Snerre i vinterhvede om foråret. 12 landsforsøg 1998-2000. Control of *Galium aparine* in winter wheat in spring. 12 experiments 1998-2000.

	Antal ukrudt pr. m² Number of weeds per m²		**Pct. dækn. ved høst** Per cent weed coverage at harvest		**Udbytte og merudb. hkg pr. ha** Yield and yield gain, hkg per ha
	Burre-Snerre *Galium aparine*	**Tokimbladet** Dicoty-ledonous weeds	**Burre-Snerre[1)]** *Galium aparine*[1)]	**Tokim-bladet[2)]** Dicoty-ledonous weeds	
1. Ubehandlet Untreated	19	67	15	11	75,9
2. 0,6 l Starane 180	2	24	1	5	2,7
3. 0,3 l Starane 180	2	23	2	5	2,7
4. 30 g Gratil[3)]	1	34	0	5	2,4
LSD 1-6					*n.s.*
LSD 2-6					*n.s.*

[1)]Pct. dækning af afgrøden før høst. Per cent weed coverage of the crop before harvest.

[2)]Pct. dækning af jorden efter høst. Per cent weed coverage of the soil after harvest.

[3)]Tilsat 0,4 l Isoblette. 0,4 l Isoblette added.

Led 2 og 3 behandlet i april-maj. Treatment 2 and 3 sprayed in April-May.

Led 4 behandlet i april. Treatment 4 sprayed in April.

Vi har af pladshensyn valgt ikke at omtale bekæmpelse i vårsæd særskilt her, men det gælder, at de i vinterhvede anvendte forårsløsninger også med held kan benyttes i vårsæd, med undtagelse af Hussar og især Monitor, der angives at skade vårbyg (Mathiassen *et al.*, 2001). Et middel som Capture har også effekt mod Burre-Snerre.

Bekæmpelse af Burre-Snerre i ærter og kartofler er beskrevet i tabel 6 og 7. I ærter ser det ud, som om Fenix skal trække læsset (tabel 4), medens der i landsforsøg med kartofler er opnået god effekt af Boxer. Det kan nævnes, at det nye middel Command, som netop er godkendt til kartofler og vinterraps, også har god effekt mod Burre-Snerre.

Tabel 5. Bekæmpelse af Burre-Snerre i vinterhvede om foråret. 3 landsforsøg 2000. Control of *Galium aparine* in winter wheat during the spring. 3 experiments 2000.

	Antal ukrudt pr. m² Number of weeds per m²		**Pct. dækning ved høst** Per cent weed coverage at harvest		**Udbytte og merudb., hkg pr. ha** Yield and yield gain, hkg per ha
	Burre-Snerre *Galium aparine*	**Tokim-bladet** Dicoty-ledonous weeds	**Burre-Snerre**[1)] *Galium aparine*[1)]	**Tokim-bladet**[2)] Dicoty-ledonous weeds[2)]	
1. Ubehandlet	16	30	7	6	74,2
2. 0,6 l Starane 180	1	3	0,4	0,2	1,1
3. 0,3 l Starane 180	1	3	0,1	0,2	1,1
4. 100 g Synergy[3)]	5	13	0,1	0	0,1
5. 50 g Synergy[3)]	4	11	0,1	0,2	0,4
6. 25 g Synergy og 0,3 l Starane 180[3)]	0	4	0,1	0,1	0,6
7. 50 g Ally Class	1	2	0,7	0	0,7
8. 25 g Ally Class	1	4	0,3	0	1,2
9. 60 g Quantum Class	1	2	1	0,2	0,9
LSD 1-9					*n.s.*
LSD 2-9					*n.s.*

[1)]Pct. dækning af afgrøden før høst. Per cent weed coverage of the crop before harvest.
[2)]Pct. dækning af jorden efter høst. Per cent weed coverage of the soil after harvest.
[3)]Tilsat Lissapol Bio. Lissapol Bio added.
Led 2 og 3 behandlet i april - maj. Treatment 2 and 3 sprayed in April-May.
Led 4-9 behandlet medio april. Treatment 4-9 sprayed in the middle of April.

Kemisk bekæmpelse af Burre-Snerre i de store afgrøder bør som ovenfor nævnt ikke være noget praktisk problem, men i lyset af Pesticidhandlingsplan II bliver spørgsmålet, hvor stor en udbredelse de relativt smalspektrede løsninger med effekt primært overfor Burre-Snerre vil få, når måltallene for ukrudtsbekæmpelse i de forskellige afgrøder skal nås. Ved den fremtidige udvikling af strategier overfor arten må det således overvejes, hvor meget man kan nå med en behandlingsindeks-mæssigt billig og bredspektret indsats i efteråret kontra smallere løsninger med specialmidler om foråret, og hvordan indsatsen bedst fordeles. Det vil i den forbindelse være på sin plads at nævne, at Burre-Snerre under alle omstændigheder bedst holdes i skak, inden den bliver til et problem f.eks. ved en randbehandling af markerne med et effektivt middel i en effektiv dosering. Endvidere må man sikre, at der i markens kanter opretholdes en stabil zone med primært flerårige græsarter, så spredning fra skel mindskes.

Tabel 6. Effekt af aktuelle middelblandinger mod Burre-Snerre i markært. Landsforsøg 1993-2000. Effect of relevant tank mixtures against *Galium aparine* in peas. Experiments 1993-2000.

Middelblanding	**Dosis, l/ha** Dose L/ha	**Antal forsøg** Number of trials	**Burre-Snerre pr. m²** *Galium aparine* per m²		**Procent effekt** Per cent effect
			Ubeh. Untr.	**Beh.** Tr.	
Stomp+ Basagran M75[1)]	2 x (0,75+0,75)	4	10	5	49
Stomp+ Basagran 480[1)]	2 x (0,75+0,4-0,5)	3	9	5	44
Fenix + Basagran 480[2)]	1 x (1,0+1,0)	4	23	4	84

1) Behandlet på ukrudt med kimblade og igen 8-10 dage senere. Sprayed at weed cotyledon stage and again 8-10 days later.

2) Behandlet i stadium 31. Sprayed at stage 31.

Tabel 7. Bekæmpelse af Burre-Snerre i kartofler. 5 landsforsøg 1995-1996. Control of *Galium aparine* in potatoes. 5 experiments 1995-1996.

Behandling Treatment	**Burre-Snerre pr. m²** *Galium aparine* per m²		**Procent dækning ved optagning** Per cent weed coverage at harvest
	Før behandling Before treatment	**2 uger efter behandling** 2 weeks after treatment	
Markens behandling	221	117	31
Markens behandling + 4 l Boxer før fremspiring	221	7	11
Markens behandling + 2 l Boxer før fremspiring	221	23	23

Sammendrag

Der gives en kort gennemgang af Burre-Snerres (*Galium aparine* L.) biologi og skadevirkninger i danske afgrøder illustreret med resultater fra landsforsøgene 1992. Der er i 79 forsøg fundet et forøget udbyttetab på 1% for en forøget tæthed på fire Burre-Snerre planter pr. m^2. Desuden er der givet resultater fra de seneste års forsøg med kemisk

bekæmpelse af Burre-Snerre i vintersæd, kartofler og ærter. Der findes i dag mange effektive kemiske løsninger mod Burre-Snerre, og udfordringen bliver i fremtiden at lægge strategier, der giver en effektiv bekæmpelse, samtidig med at målsætningerne om behandlingsindeks i Pesticidhandlingsplan II bliver overholdt.

Litteratur

Andreasen C, Stryhn H & Streibig JC. 1996. Decline of the flora in Danish arable fields. Journal of Applied Ecology, 33. 619-626.

Anonym 1993. Ukrudtsbekæmpelse i Landbruget, 2. udgave. Statens Planteavlsforsøg, Flakkebjerg.

Chancellor RJ & Froud-Williams RJ. 1984. A second survey of cereal weeds in central southern England. Weed Research, 24. 29-36.

Cousens R. 1985. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 105. 513-521.

Cousens RD & Mortimer MA. 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge University Press, Cambridge, 332 s.

Froud-Williams RJ. 1985. The biology of cleavers (*Galium aparine*). Aspects of Applied Biology, 9, The biology and control of weeds in cereals, 189-195.

Hansen K. 1981. Dansk feltflora. Gyldendal/Nordisk forlag, København, 687 s.

Korsmo E, Vidme T & Fykse H. 1981. Korsmos Ugras Plansjer. Landbruksforlaget, Oslo.

Landsforsøgene 1999. Oversigt over Landsforsøgene. Forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl ved Carl Åge Pedersen. Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby.

Landsforsøgene 2000. Oversigt over Landsforsøgene. Forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl ved Carl Åge Pedersen. Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby.

Malik N & Vanden Born WH. 1988. The biology of Canadian weeds 86, *Galium aparine* L. and *Galium spurium* L. Canadian Journal of Plant Science, 68. 481-499.

Mathiassen SK, Jensen PE, Kudsk P & Fertin KJ. 2001. Nye forskningsresultater med herbicider. Side 21-24 i Bilag til seminarer om planteværn 2001. Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby.

Whitehead R & Wright HC. 1989. The incidence of weeds in winter cereals in Great Britain. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Weeds 1989, Volume 1, 107-112.

18. Danske Planteværnskonference 2001

Status og perspektiver for anvendelse af båndsprøjtning

Present use and future possibilities in band application

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

Summary

Band spraying with even flat spray and twin even flat spray tips, and with traditional flat fan nozzles, and hollow cone tips were compared to broadcast spraying when controlling weeds at the early post-emergence growth stage. Band spraying using 20-cm bandwidth was more efficient than band spraying at 10-cm bandwidth. The difference was however minor and the efficacy obtained with the band spray nozzles was in most configurations comparable to broadcast spraying. Traditional wide-angle flat fan nozzles were also used as band spray nozzles and the efficacy was as good as with the even spray nozzles.

Indledning

Ved fremkomsten af herbicider der kunne anvendes til ukrudtsbekæmpelse i bederoer, havde kombinationen af båndsprøjtning og radrensning en vis udbredelse. Siden kom bredsprøjtning til at dominere ved ukrudtsbekæmpelse i roer. Bredsprøjtning har også været den dominerende metode i andre rækkekulturer, hvor båndsprøjtning kunne være relevant. I Sverige anvendtes båndsprøjtning og radrensning på ca. 1/3 af sukkerroearealet i starten af 1990´erne, men siden er anvendelsen faldet, så arealandelen i 1998 var under 20%. Fra brugerundersøgelser (Nordstrøm, pers medd.) nævnes flere årsager til denne udvikling. På brug med store arealer med sukkerroer fremhæves kapacitetsproblemer som en vigtig årsag. En anden væsentlig årsag, der nævnes, er at den teknik, der har været til rådighed, har været for dårlig. Teknikken anses således for mere usikker og sårbar end bredsprøjtning, og brugerne mener de ofte får en lidt dårligere effekt end med bredsprøjtning. Da de styringsmuligheder, der har været til rådighed, har krævet båndbredder på 20-24 cm, har dette i kombination med den højere dosis, der er anvendt i båndet for at opretholde effekten, medført, at brugerne kun har reduceret deres herbicidforbrug med 40% i forhold til bredsprøjtning. Mulighederne for at opnå en mere præcis styring af redskaberne er blevet forbedret betydeligt de sidste år, og yderligere forbedringer må ventes, således at det om nogle år ikke er styringsteknikken, der sætter begrænsningen for hvor smalle båndbredder, der kan anvendes (se f.eks. Søgaard & Melander, 2000). Løsninger, der reducerer båndbredden til 10-12 cm, vil kunne begrænse herbicidforbruget til 20-25% af det anvendte ved

bredsprøjtning, såfremt der samtidig kan anvises teknikker, der sikrer samme effekt ved båndsprøjtning som det, der kan opnås ved en bredsprøjtning med tilsvarende dosis. I denne artikel beskrives resultaterne af en række forsøg, hvor effekten ved båndsprøjtning med forskellige dyser og båndbredder er sammenlignet med effekten ved bredsprøjtning.

Metode

De gennemførte sammenligninger af herbicideffekt ved bånd- kontra bredsprøjtning er udført som markforsøg i vækstsæsonen 2000 på Afdeling for Plantebeskyttelse i Flakkebjerg. Forsøgene er udført på udsået testukrudt i renbestand i parceller med en bruttostørrelse på 3* 2,5 m. Der er som standard anvendt 4 gentagelser pr. behandling. Forsøgsbehandlingerne er udført med en selvkørende parcelsprøjte, hvor kørehastighed og dysetryk kan reguleres trinløst. I forsøgene er der anvendt en hastighed på 5 km/t. Der er anvendt dyser, som er tilsendt af de respektive fabrikanter/importører. De dyser, der er anvendt på parcelsprøjten, er testet, således at dyseydelsen fra de enkelte dyser maksimalt afviger +/- 2% fra gennemsnitsydelsen. I forsøgene har der i alle tilfælde kun været monteret en dyse pr. række. Nedenstående viser en oversigt over de dyser, der blev testet.

Fabrikat	**Dyseydelse (l/min)**	**Dysenavn**	**Spredevinkel (grader)**	**Dysetype**
Hardi	0,75	F110-02	110	Fladsprededyse
Hardi	0,38	F110-01	110	Fladsprededyse
Hardi/Lurmark	0,55	LD015	110	Lavdriftdyse
Hardi	0,38	LD01	110	Lavdriftdyse
Tee-Jet	0,72	TJ60-8002 EVS	80	Dobbelt evendyse
Tee-Jet	0,72	TJ60-4002 EVS	40	Dobbelt evendyse
Tee-Jet	0,36	TP-4001E	40	Evendyse
Delavan	0,36	LF-1	25	Fladsprededyse
Hardi	0,24 BS 0,49 GS	1553-08*	50	Runddyse

* Denne dyse er anvendt med blå svirvel (BS) og med grå svirvel (GS).

Evendyser har et rektangulært sprøjtebillede og dermed en ensartet fordeling i sprøjtedouchens bredde. Sådanne dyser anses normalt som velegnede til bånd- og rækkesprøjtning. Evendyser har typisk en spredevinkel under 100^0, hvilket er nødvendigt, hvis der ønskes behandlet et smalt bånd ved båndsprøjtning (alternativt er det nødvendigt med en ekstremt lav dysehøjde eller at dreje dysen). I forsøgene har der også været medtaget en twinjet evendyse. I princippet består denne af to evendyser, der er monteret i en fælles hætte, således at den ene dysemunding vinkler sprøjtedouchen 30^0 fremefter, mens dysemunding nr.

2 er 30^0 bagudvinklet. Fordelen ved twinjet dyser formodes primært at være ved behandling ved de senere afgrødestadier, hvor monteringen med vinklet udsprøjtning sikrer fordeling af sprøjtevæske ind under afgrødeplanter. Fladspredедyser har et elliptisk sprøjtebillede og kræver derfor overlappende sprøjtebilleder for at opnå en ensartet væskefordeling. Såfremt fladspredедyser anvendes enkeltmonteret til båndsprøjtning, fordeles sprøjtevæsken med hovedparten i den centrale del og aftagende mængde ud mod kanten af sprøjtebilledet. For at sikre, at der ikke er en ubehandlet zone mellem det båndsprøjtede og radrensede område, er det nødvendigt med et lille overlap. Med fladspredедysens fordeling vil kemikalieforbruget til at sikre dette være mindre end ved anvendelse af evendyser. Til forsøgene er der fremskaffet en Delavan fladspredедyse, som har en spredevinkel på kun 25^0, hvilket muliggør behandling af meget smalle bånd. Såfremt der anvendes traditionelle fladspredедyser med 110^0 spredebillede, vil det være nødvendigt at dreje dyserne, således at spredebilledet bliver mere parallelt med køreretningen. Dette er prøvet i et par forsøg. Det er vanskeligere at definere det behandlede bånds bredde, når der anvendes fladspredедyser, og dette påvirker sammenligningen til bredsprøjtning, da doseringen ved båndsprøjtning afhænger af hvilken båndbredde, der behandles. I de gennemførte forsøg er de båndbredder, der er anvendt med fladspredедyser, beregnet. Senere i projektet vil der blive foretaget såvel statiske som dynamiske målinger af væskefordelingen fra de prøvede dyser/indstillinger. Runddyser har ofte været monteret på det hidtil anvendte båndsprøjtningsudstyr. Der er udført et enkelt forsøg med en runddyse. Ved beregning af båndbredde og dermed dosering er der for runddysen anvendt en spredevinkel på 50^0. Ved sammenligning med bredsprøjtning gælder tilsvarende betragtninger som beskrevet, når fladspredедyser anvendes til båndsprøjtning.
Tabellen herunder viser en oversigt over de forskellige kombinationer af dyser og båndbredder, der er anvendt.

Dyse	**Dysehøjde (cm) og drejning af fladspredедyser (i forhold til vinkelret)**		
	10 cm båndbredde	**15 cm båndbredde**	**20 cm båndbredde**
TJ60-4002 EVS og TP-4001E	13,7	20,6	27,5
TJ60-8002 EVS			12
Delavan LF-1	22,6		
Hardi ISO F02 og Lurmark LD015			12 cm drejet 54^0 20,6 cm drejet 70^0
Hardi ISO F01 og Hardi LD01			12 cm drejet 54^0 20,6 cm drejet 70^0
Hardi 1553-08	11	16	21

Af tabellen fremgår dysehøjden, og hvor meget dyserne er drejet i forhold til kørselsretningen for at opnå pågældende båndbredde. Som beskrevet er disse båndbredder alene beregnet, og

såfremt de målinger, der senere i projektet foretages på Bygholm, viser, at den faktiske båndbredde afviger fra de beregnede i tabellen, kan dette være en forklaringsårsag til de effektresultater, der vises i det følgende, da den faktisk udsprøjtede dosering i båndet i givet fald afviger fra det beregnede. Der er i alle forsøg kun anvendt en dyse pr. bånd.

Herbicideffekten er registreret ved reflektansmålinger (Jensen & Christensen, 1993). I effektforsøg, hvor biomassen alene udgøres af det udsåede ukrudt, giver disse registreringer et direkte udtryk for biomasse og dermed herbicideffekt. Der har været anvendt 6 doseringer i forsøgene. I det følgende vises kun resultaterne fra den/de højeste doseringer, hvor der er registreret effekt af den/de anvendte doser. Forsøgene er opgjort allerede 1-2 uger efter sprøjtning, og den begrænsede tilvækst i dette interval har gjort, at det ikke har været muligt at estimere doseringskurver. Det korte interval har været nødvendigt, da der ikke er foretaget radrensning, og da blade fra det ubehandlede rækkemellemrum ellers begyndte at vokse ind over de behandlede bånd og forstyrrede den elektroniske effektvurdering.

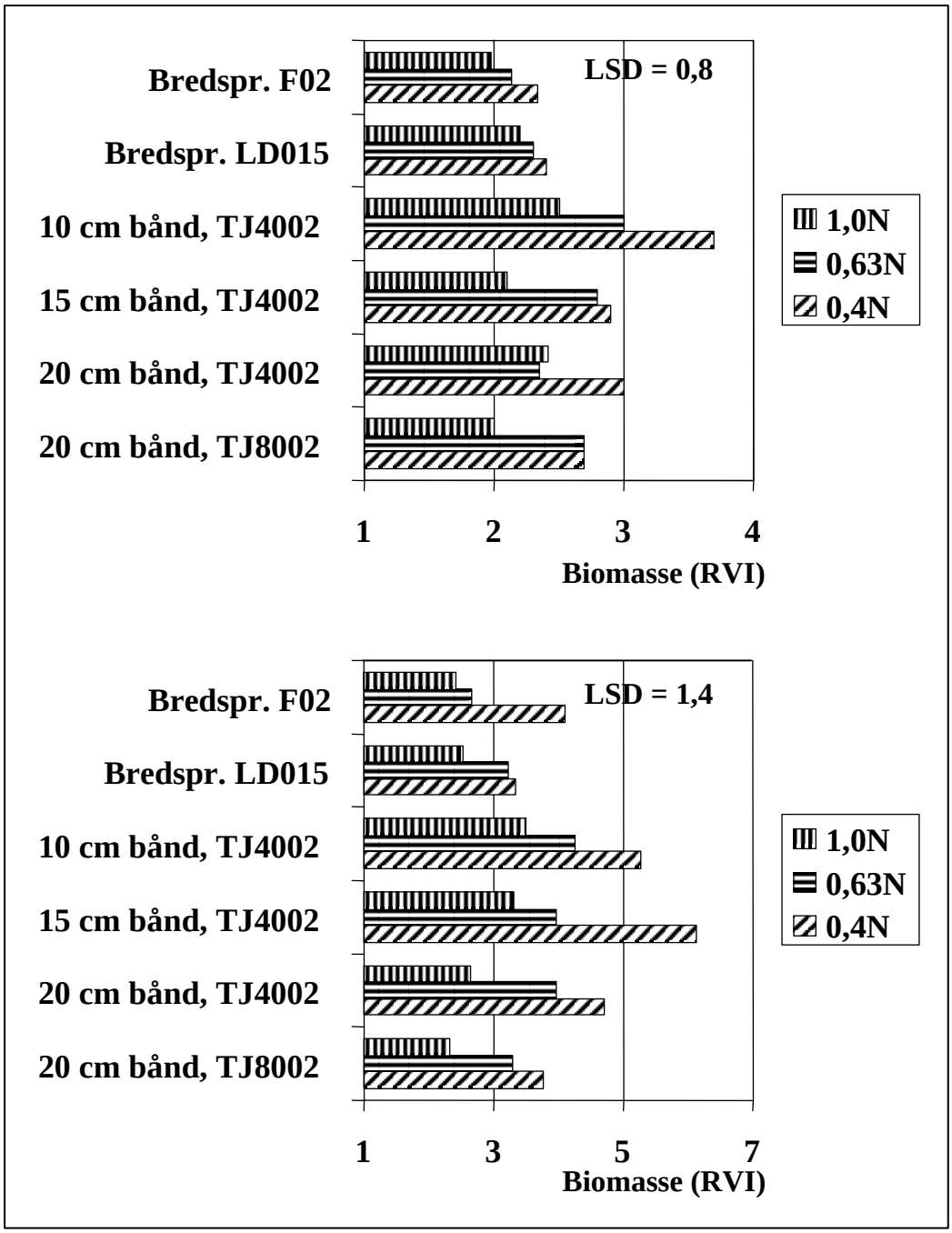
Resultater

Figur 1 viser resultaterne fra 2 forsøg hvor en 40^0 Twinjet evendyse er anvendt til båndsprøjtning af henholdsvis 10, 15 og 20 cm brede bånd. Båndsprøjtning i 20 cm bredde er desuden foretaget med en 80^0 Twinjet evendyse. Båndsprøjtning er sammenlignet med bredsprøjtning med en fladspredедyse og en lavdriftdyse. Der har ikke været forskel mellem de 2 bredsprøjtningsteknikker. Der er en tendens til, at effekten med 40^0 Twinjet dysen bliver mindre jo smallere båndbredde, der anvendes. Ved 10 cm båndbredde er der en signifikant dårligere effekt end med bredsprøjtning, og det samme gør sig gældende ved 15 cm båndbredde. Ved anvendelse af 20 cm båndbredde er der en tendens til lidt svagere effekt end ved bredsprøjtning. Der er ikke forskel i effekt mellem de 2 evendyser med forskellig spredevinkel ved 20 cm båndbredde.

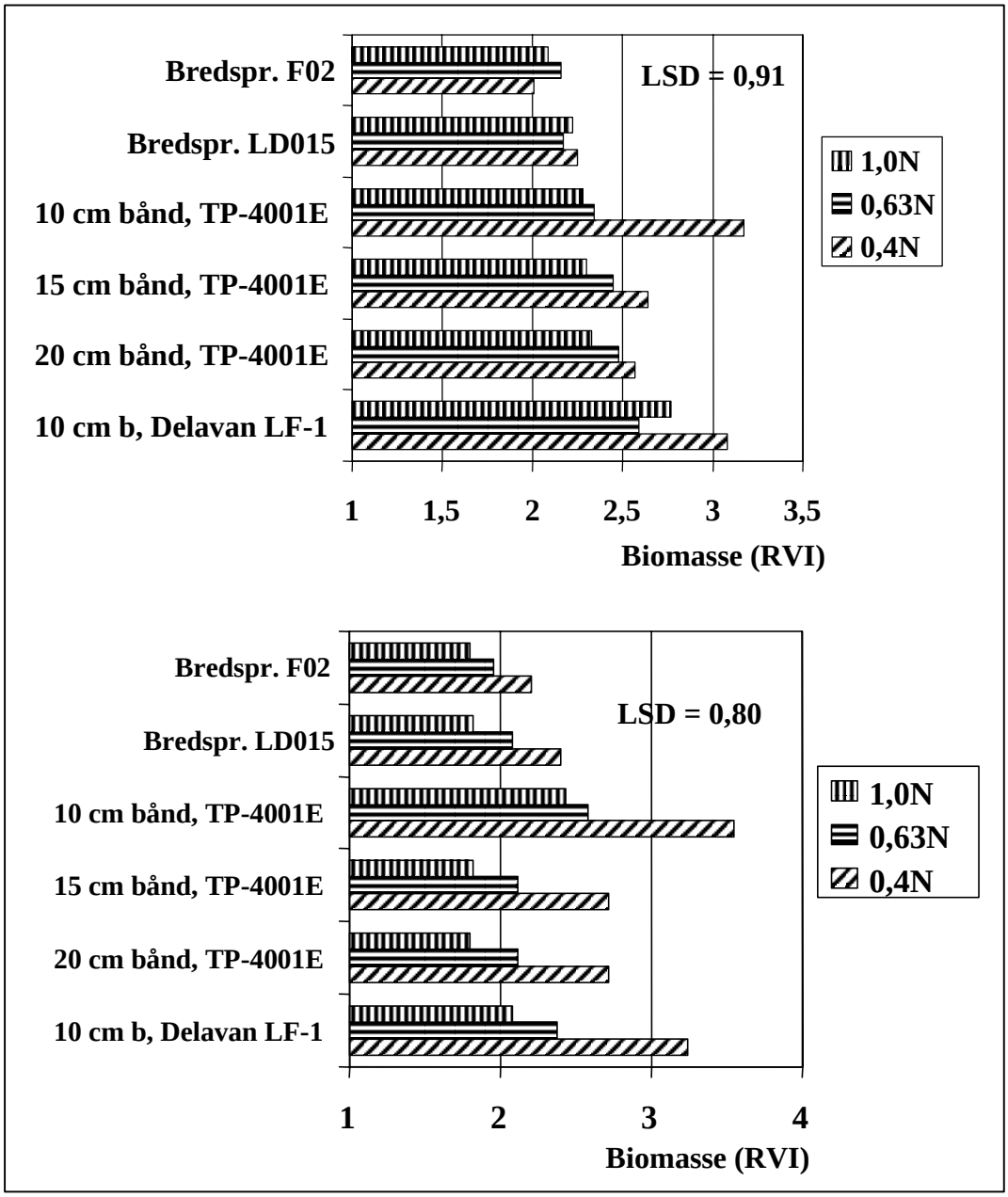
Figur 2 viser resultaterne fra 2 forsøg, hvor en enkelt 40^0 evendyse er anvendt til båndsprøjtning af henholdsvis 10, 15 og 20 cm brede bånd. Der ses igen en tendens til at effekten i båndet bliver dårligere jo smallere båndbredde, der anvendes. Ved 20 cm båndbredde er der opnået samme effekt som med bredsprøjtning. I forsøgene blev der også anvendt en almindelig fladspredедyse med en spredevinkel på kun 25^0. Effekten med denne dyse anvendt til båndsprøjtning i 10 cm bredde har været dårligere end effekten ved bredsprøjtning. Figur 3 viser resultaterne fra et forsøg med de samme dyser anvendt til bekæmpelse af enkimbladet ukrudt. Der er generelt resultatmæssig overensstemmelse mellem de 2 bekæmpelsessituationer.

Når dyser med stor spredevinkel skal anvendes til båndsprøjtningsformål, skal dysen drejes, således at sprøjtedouchen bliver mere parallel med køreretningen. Alene sænkning af dysen til en højde, der sikrer den ønskede båndbredde med den normale tværstillede sprøjtedouche, vil ikke være mulig, da det vil kræve så lav en dysehøjde, at dråbedannelsen ikke kan forventes at være fuldendt. I figur 4 ses resultaterne fra 2 forsøg, hvor almindelige 110^0 fladspredедyser og lavdriftdyser er anvendt som bånddyser og sammenlignet med de tilsvarende dyser anvendt til bredsprøjtning. Det er sprøjtet et 20 cm bredt bånd, som er fremkommet ved 2 forskellige kombinationer af dysehøjde og drejning af dysen i forhold til vinkelret på køreretningen. Det fremgår af figuren, at der generelt er opnået samme effekt med

de 2 dyser anvendt som båndsprøjtningsdyser, som med de 2 tilsvarende dyser anvendt til bredsprøjtning. Det fremgår også, at effekten er upåvirket af, hvordan båndbredden er opnået, det vil sige lav dysehøjde og lille drejning har givet samme effekt som samme båndbredde opnået ved en større dysehøjde og større drejning af dyserne.



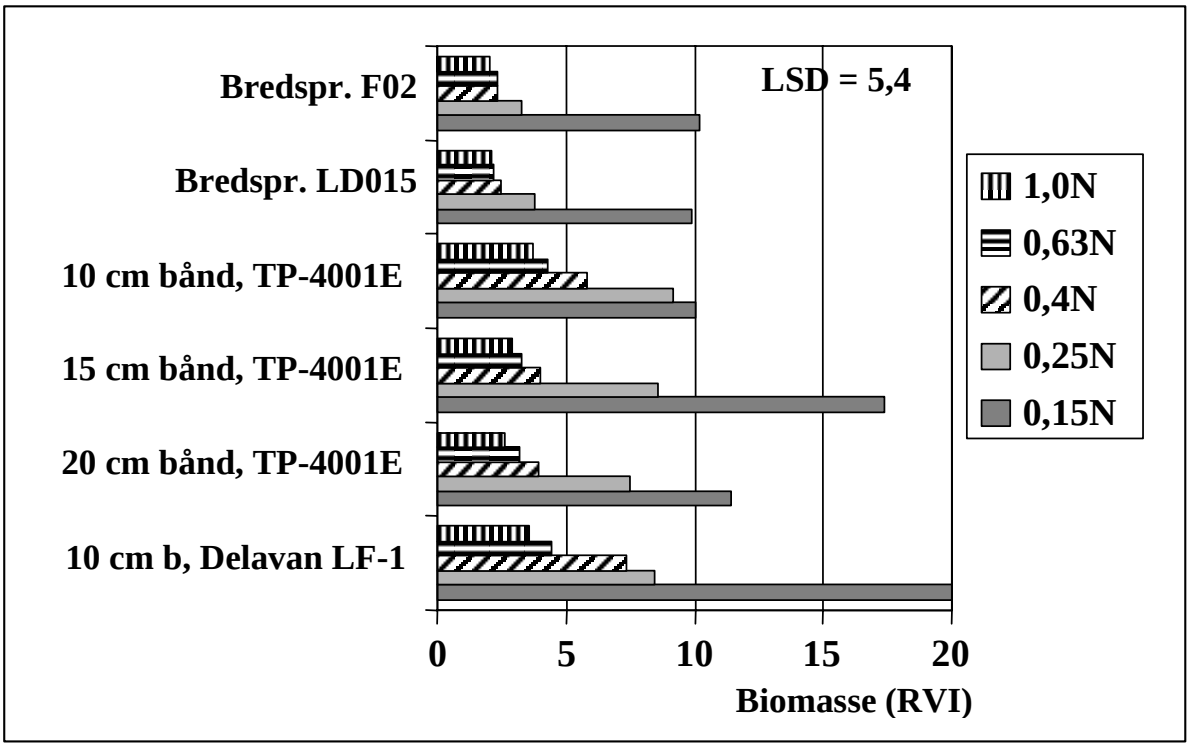
Figur 1. Effekt af betanal i 3 doser (N=5 l/ha) ved bekæmpelse af raps på kimbladstadiet med bredsprøjtning eller båndsprøjtning med Twinjet evendyser. Efficacy of betanal in three dose rates (N=5 l/ha) against *Brassica napus* at the cotyledon stage applied either as a broadcast spraying or as a band application with Twinjet even spray tips.



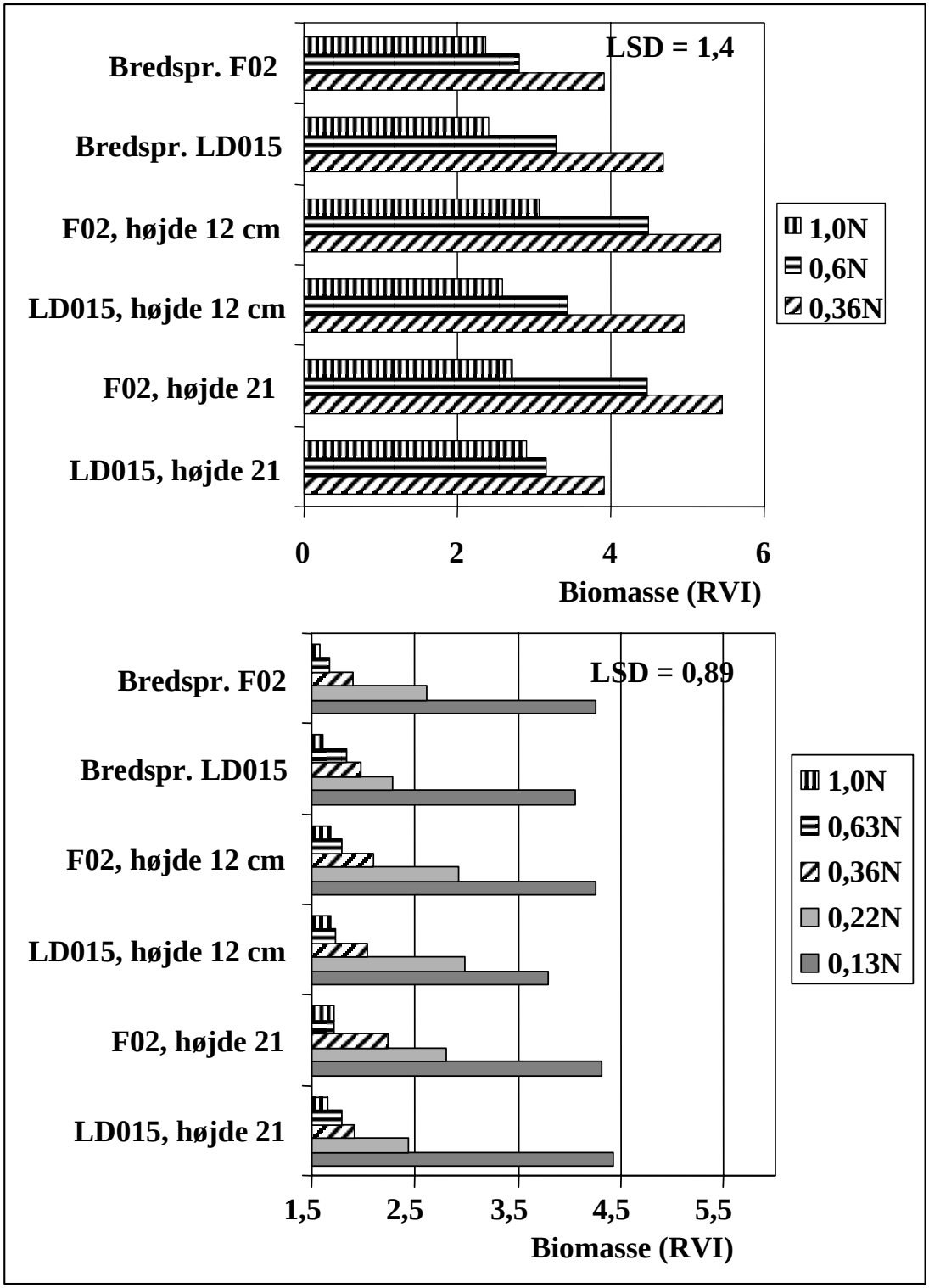
Figur 2. Effekt af betanal i 3 doser (N=5 l/ha) ved bekæmpelse af raps på kimbladstadiet med bredsprøjtning eller båndsprøjtning med evendyser og fladsprededyse med lille spredevinkel. Efficacy of betanal in three dose rates (N=5 l/ha) against *Brassica napus* at the cotyledon stage applied either as a broadcast spraying or as a band application with even spray tips and traditional flat fan tip with a small spray angle.

Figur 5 viser tilsvarende et forsøg, hvor størrelse "01" fladsprededyse henholdsvis lavdriftdyse er anvendt som båndsprøjtningsdyser. Som det fremgår af figuren, er der i de to højeste doseringer fundet en bedre effekt ved båndsprøjtning med "01" dyserne (signifikant i højeste dosering) end ved bredsprøjtning med de tilsvarende dyser. Der er heller ikke i dette forsøg fundet forskelle mellem effekten ved båndsprøjtning som følge af de 2 indstillinger, der er anvendt for at opnå båndbredden på 20 cm.

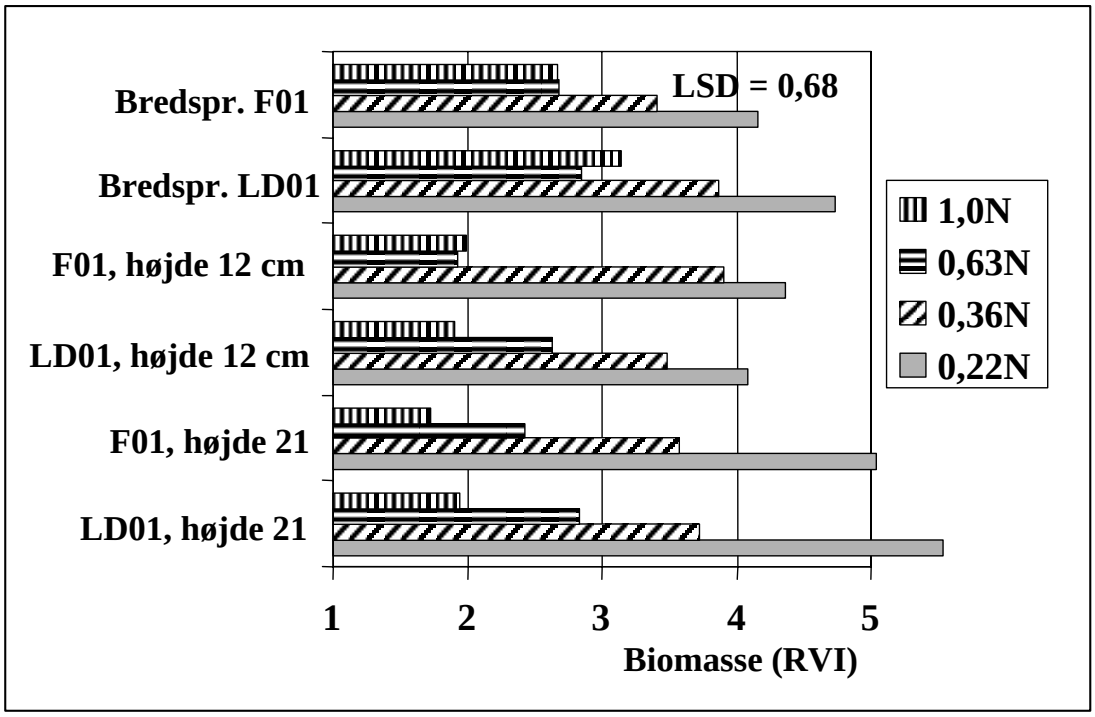
Figur 6 viser resultaterne fra et forsøg, hvor en 1553-08 runddyse med blå svirvel er anvendt ved båndbredde på henholdsvis 10, 15 og 20 cm. Med grå svirvel er dysen desuden afprøvet ved 20 cm's båndbredde. Med blå svirvel fås en meget fin forstøvning, mens der fås en fin forstøvning samt en noget større væskemængde ved anvendelse af grå svirvel. Det ses, at effekten i båndet stiger, når båndbredden øges fra 10 over 15 til 20 cm med 1553-08 dysen med blå svirvel. Ved 20 cm båndbredde er effekten på højde med bredsprøjtningseffekten, og der er ikke forskel på hvilken svirvel, der er anvendt.



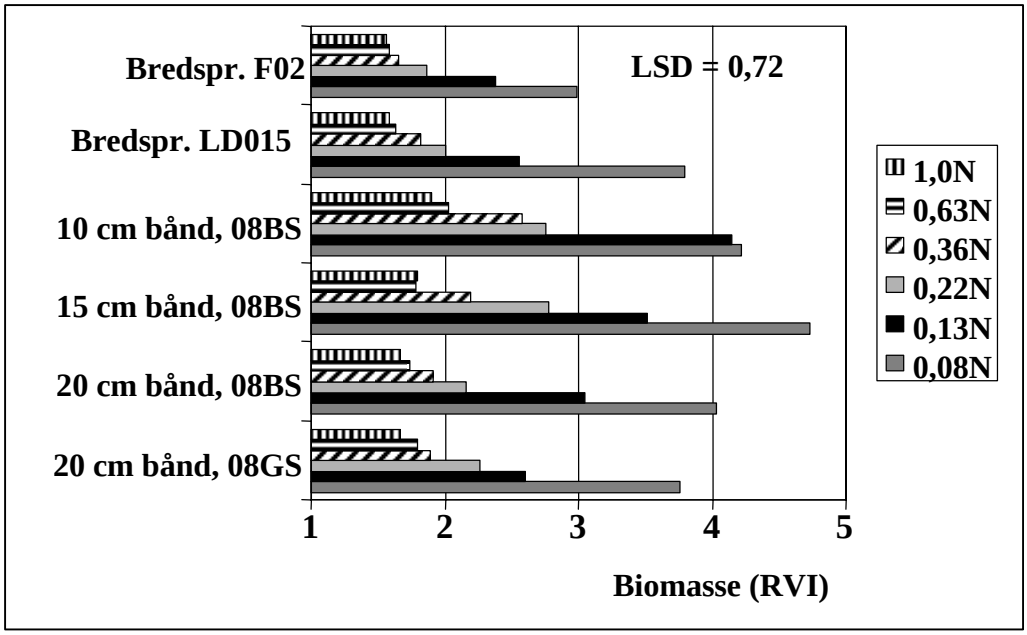
Figur 3. Effekt af gallant i 5 doser (N=0,75 l/ha) ved bekæmpelse af byg på 2-bladstadiet med bredsprøjtning eller båndsprøjtning med evendyser og fladsprededyse med lille spredevinkel. Efficacy of haloxyfop in five dose rates (N=0,75 l/ha) against *Hordeum vulgare* at the 2 leaf stage applied either as a broadcast spraying or as a band application with even spray tips and traditional flat fan tip with a small spray angle.



Figur 4. Effekt af betanal i flere doser (N=5 l/ha) ved bekæmpelse af raps på kimbladstadiet med bredsprøjtning eller båndsprøjtning (20 cm bånd) med almindelige fladspredeyser. Efficacy of betanal in three dose rates (N=5 l/ha) against *Brassica napus* at the cotyledon stage applied either as a broadcast spraying or as a band application with traditional flat fan tips.



Figur 5. Effekt af betanal i flere doser (N=5 l/ha) ved bekæmpelse af raps på kimbladstadiet med bredsprøjtning eller båndsprøjtning (20 cm bånd) med almindelige fladspredeyser. Efficacy of betanal in three dose rates (N=5 l/ha) against *Brassica napus* at the cotyledon stage applied either as a broadcast spraying or as a band application with traditional flat fan tips.



Figur 6. Effekt af betanal i flere doser (N=5 l/ha) ved bekæmpelse af raps på kimbladstadiet med bredsprøjtning eller båndsprøjtning med runddyser. Efficacy of

betanal in three dose rates (N=5 l/ha) against *Brassica napus* at the cotyledon stage applied either as a broadcast spraying or as a band application with hollow cone nozzles.

Diskussion

De praktiske erfaringer med radrensning og båndsprøjtning i rækkeafgrøder har vist en række problemer, som er årsag til en lille anvendelse af denne metode. Et af problemerne har været, at der typisk anvendes højere dosering ved båndsprøjtning end ved bredsprøjtning. I kombination med anvendelse af en forholdsvis stor båndbredde har det betydet, at den besparelse i kemikalieforbruget, der skulle betale for den ekstra arbejds- og maskinindsats, har været for lille. I et netop afsluttet projekt er det dokumenteret, at støv, der hvirvles op ved radrensning, kan reducere effekten af en række herbicider (Mathiassen & Kudsk, 1999), og det er vist i markforsøg at kombineret båndsprøjtning og radrensning under tørre (og støvende) forhold kan resultere i en nedsat ukrudtseffekt (Ravn *et al.*, 2000). Hvor repræsentativ denne situation er, findes der ikke overblik over, men forsøg på Alstedgård (Steensen, 1998) har ikke vist en nedsat effekt ved båndsprøjtning i forhold til bredsprøjtning hverken for båndsprøjtning og radrensning udført kombineret eller i adskilte arbejdsgange. Den anvendte båndsprøjtningsteknik kan være en anden årsag til dårligere effekt end ved bredsprøjtning. Traditionelt har der været anvendt 2 dyser pr. række ved båndsprøjtning (Anon., 1997). Begrundelsen for dette er at opnå en bedre dækning, og montering af to dyser pr. række giver samtidig mulighed for at få sprøjtevæske ind under afgrødeplanterne ved de sene sprøjtninger. Anvendelse af to dyser pr. bånd medfører dog også den ulempe, at den effektive væskemængde i båndet uvilkårligt vil blive meget stor, selvom der anvendes dyser med en lille dyseydelse. Derved bliver koncentrationen af herbicid væsentlig mindre end ved bredsprøjtning, hvilket kan være en anden årsag til de praktiske erfaringer med nedsat effekt. Der findes ikke publicerede undersøgelser, der kan belyse dysevalget til båndsprøjtning. I en forsøgsserie udført af Nordbo (ikke publiceret) var effekten dårligere, når der blev anvendt to dyser pr. bånd end med en dyse pr. bånd.

I de forsøg, der er beskrevet i denne artikel, er der kun anvendt en dyse pr. bånd. Generelt er der tendens til lidt dårligere effekt med de deciderede båndsprøjtningsdyser, evendyserne. Denne forskel er mest udpræget, hvor der anvendes en lille båndbredde på 10 cm, mens der ved 20 cm båndbredde generelt er fundet samme effekt ved båndsprøjtning med evendyser som ved bredsprøjtning. Forsøgene har vist gode resultater med anvendelse af almindelige fladspredeyser som bånddyser. Når fladspredeyser med stor spredevinkel anvendes som bånddyser, skal dysen skråtstilles for at begrænse båndbredden. Derved opnås delvis samme effekt som ved anvendelse af to dyser pr. bånd, idet dråberne fra en skråtstillet fladspredeyse udsprøjtes såvel fremad- som bagudvinklet og dermed får mulighed for at trænge ind under afgrødeplanter ved sene sprøjtninger.

Såfremt det kommende års forsøg med styring af båndsprøjteudstyret viser, at det er muligt at reducere båndbredden til eksempelvis 10 cm, vil det indebære en væsentlig kemikalie-besparelse i forhold til det udstyr, der anvendes i dag. Styring af båndsprøjteudstyret vil også muliggøre anvendelse ved 1. sprøjtning, hvor der ofte anvendes bredsprøjtning.

Sammendrag

Forsøg med evendyser, almindelige fladsprededyser og runddyser viser, at det er muligt at finde dyser der kan give samme ukrudtseffekt i 10 cm's bånd, som der opnås ved bredsprøjtning med standard fladsprede- og lavdriftdyser.

Litteratur

Anon. 1997. Bandsprutning och radrensning från sådd till skörd. SockerNäringens SamarbetsKommitté Informerar, nr. 42, Januar 1997.

Jensen PK & Christensen S. 1993. Reflectance measurements as a tool for monitoring herbicide efficacy and herbicide tolerance. Proc. EWRS Symp. Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application, 235-241.

Mathiassen SM & Kudsk P. 1999. Herbicideffekt på planter med jordstøv på bladene. 16. Danske Planteværnskonference – Ukrudt. DJF Rapport nr. 9, Markbrug, 119-126.

Ravn J, Klausen L, Erhald M, Mathiassen SK & Kudsk P. 2000. Jordstøv kan nedsætte ukrudtsmidlers effekt. http://www.mst.dk/publ/02010102.htm.

Søgaard HT & Melander B. 2000. Automatisk styring af redskaber til ukrudtsbekæmpelse i rækkeafgrøder – tekniske og biologiske aspekter. 17. Danske Planteværnskonference – Ukrudt. DJF Rapport nr. 24, Markbrug, 45-57.

Steensen JK. 1998. Sprøjteteknik. Dyrkningsforsøg og undersøgelser i sukkerroer 1998. Fondet for forsøg med sukkerroedyrkning. 40-44.

PC-Planteværn - optimerede herbicidblandinger i bederoer

PC-Plant Protection - optimised herbicide mixtures in sugar beet

Per Rydahl
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Various prototype versions of a decision support system (DSS) for chemical weed control in fodder- and sugar beets were validated in 48 field experiments in 1995-2000. Detailed descriptions of this DSS were provided earlier (Rydahl, 1998). The validation experiments show that this DSS made recommendations that provide a satisfactory level of weed control. A model version that aims for 93% on weed biomass 4-6 weeks after herbicide application was found to be a lower limit for aimed efficacy. This parameter has previously been identified at the most important single factor affecting the potential of successfully reducing herbicide input (Rydahl, 2000).

Furthermore, the validation experiments justified a fundamental idea of adjusting single herbicide applications in a set of successive applications to the actual field conditions. This is a very important condition for this DSS in order to demonstrate a potential compared to the low-dose strategies, which throughout many years have been developed as a reference for chemical control of weeds in beets.

The validation experiments has - with the exception of 2 experiments in fodder beets in Year 2000 - all provided at satisfactory weed control. A systematic revision of all the experiments in fodder beets in Year 2000 showed, however, that the model recommendations in all these experiments were not followed. The most dominant model violations were exceedings of the growth stage of the weeds at the time of application. The spraying season in Year 2000 had exceptional high temperatures which caused a very rapid growth of the weeds that may explain these violations. Accordingly, the module seems to need adjustments on the dose/response calculations for the influence of late growth stages of weeds.

The BSS version tested in 1999 and 2000 resulted in herbicide rates, which in the fodder beet experiments were 51% lower than reference treatments (46% lower price) and in the sugar beet experiments were 9% lower than the low-dose strategies (17% lower price) that were used for reference. Compared to more usual reference treatments taken from other experiments in sugar beets the rates recommended by the DSS were 22-40% lower (28%-33% lower price). Fodder beets are, however, losing importance as arable crop in Denmark.

This version of the DSS is planned for release on the Internet in connection with a total transfer to the Internet of the facilities in Danish DSS named PC Plant Protection.

Indledning

Ukrudtsbekæmpelse i bederoer er i sammenligning med ukrudtsbekæmpelse i korn dyrt og teknisk vanskeligt. Bederoer yder i modsætning til korn kun en beskeden konkurrence overfor ukrudtet, hvorfor der kræves relativt høj effekt imod ukrudtet i en relativt lang periode. Der er gennem de seneste 30-40 år gennemført et intensivt forsøgsarbejde med kemisk ukrudtsbekæmpelse i bederoer. Dette viser, at det er nødvendigt at inddrage tiden som et dynamisk element i strategier for ukrudtsbekæmpelsen for at opnå en tilfredsstillende balance mellem effekt på ukrudtet, skadevirkninger på afgrøder og forbrug af herbicider.

I samarbejde mellem Danmarks JordbrugsForskning, Landbrugets Rådgivningscenter og Fondet for Sukkerroedyrkning påbegyndtes i 1993 et arbejde med at udvikle et beslutningsstøttesystem (BSS) til kemisk ukrudtsbekæmpelse i bederoer. Der foreligger nu resultater fra 6 års valideringsforsøg med systemet, og en samlet vurdering af BSSets robusthed og potentiale gives her.

Modelbeskrivelse

En for tiden meget udbredt strategi til ukrudtsbekæmpelse i bederoer er at behandle med en på forhånd fastlagt kombination af herbicider og doser 3 gange på nyfremspiret ukrudt. Denne strategi har været et af holdepunkterne ved opbygningen af BSSet. For at kunne etablere et operationelt BSS til ukrudtsbekæmpelse i bederoer er det imidlertid også nødvendigt at integrere informationer fra andre kilder. Robustheden af og potentialet for den samlede model kan kun fastlægges ved at gennemføre omfattende modelvalidering. Forhåbentligt vil eventuelle fejl i BSSet afsløres i tidlige iterationer, således at systemet hurtigt kan revideres og afprøves igen (Rydahl, 1998). Sideløbende med at isolere fejl af biologisk karakter i BSSet kan der opstå behov for at revidere modellen som følge af forandringer i omgivelser.

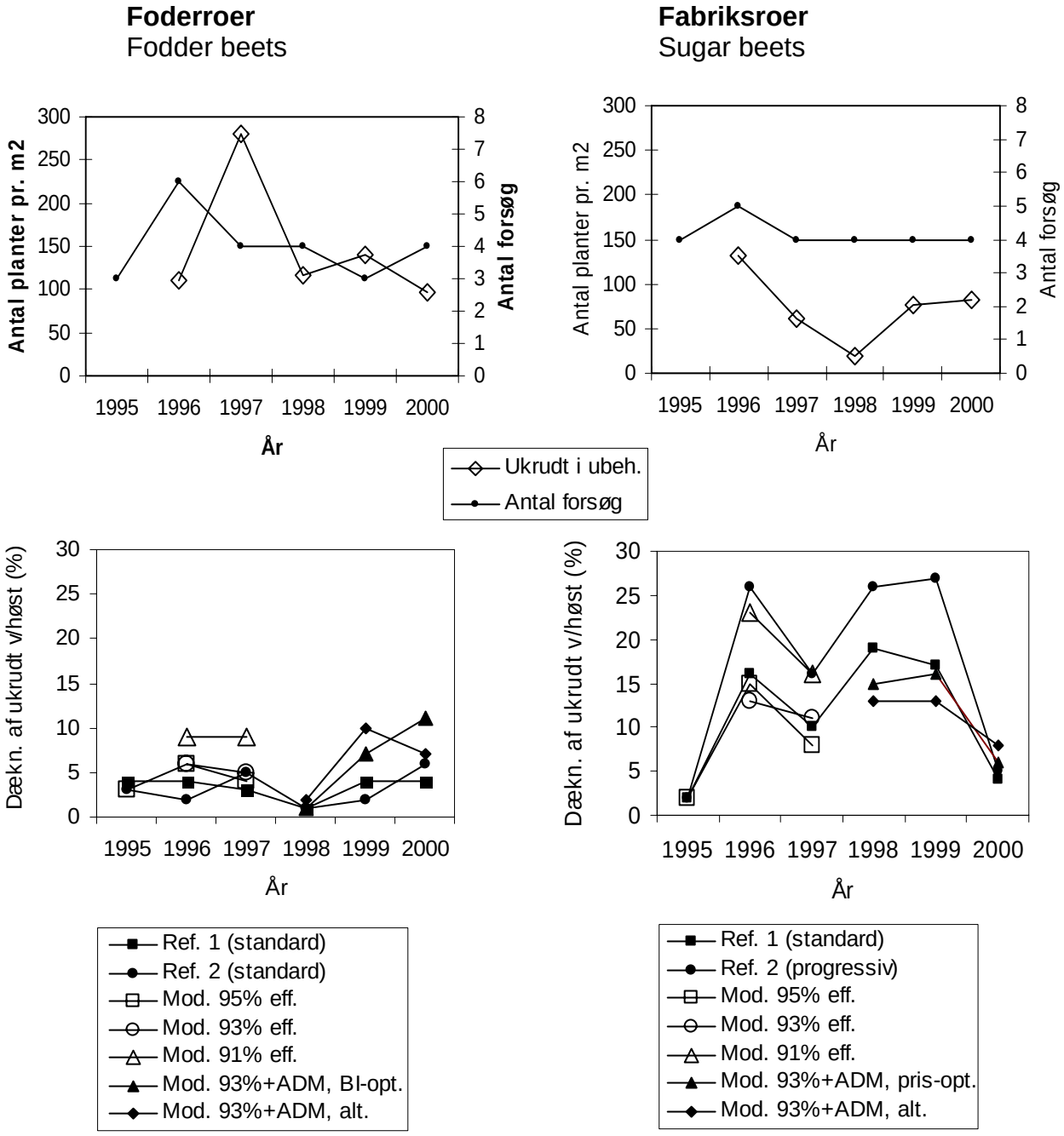
Modellens opbygning er beskrevet tidligere og vil derfor ikke blive uddybet her (Rydahl, 1998). En kronologisk oversigt over samtlige 108 afprøvninger af forskellige prototype versioner vises i tabel 1. De tidligste prototyper havde til hensigt at fastlægge en nedre grænse for krav til effekt, idet denne parameter tidligere er blevet identificeret som den mest betydningsfulde med hensyn til potentiale for reduktion af herbicidforbruget (Rydahl, 2000) og en forudsætning for den Additive Doserings Model (ADM), som senere blev indbygget (Mathiassen & Kudsk, 1998). Denne kan sammensætte blandinger af herbicider, som kan give et bestemt effektniveau, hvorved eksempelvis pris eller BI kan minimeres. Efter afprøvningerne i 1998 blev konstateret, at relativt mange indberetninger i fabriksroer var sket i den mindste tæthedsklasse af ukrudt (1-10 planter/m^2), hvor efterfølgende optælling viste, at den aktuelle tæthed var tæt på 1 ukrudtsplante/m^2. Dette blev anledningen til i 1999 at justere modellens skadetærskler, hvor en ny mindste tæthedsklasse for ukrudt på '½-1 plante/m^2' blev indført. Denne nye mindste tæthedsklasse ignoreres i mange situationer af modellen.

Tabel 1. Oversigt over perioder for afprøvning af forskellige modelversioner og antal forsøgsled. Survey of periods of model testing and number of tests.

Afprøvet år Test year	**Model version** Model version	**Versions beskrivelse** Model version description	**Antal forsøgsled** No. of tests	
			Fabrik roer Sugar beets	**Foder roer** Fodder beets
1995-1997	**Mod. 95% effekt** Mod. 95% efficacy	**Beregner standardtankblandinger, som giver gennemsnitligt 95% effekt.** Calculates standard herbicide mixtures and calculates rates that gives 95% efficacy on average.	13	13
1996-1997	**Mod. 93% effekt** Mod. 93% efficacy	**Beregner standardtankblandinger, som giver gennemsnitligt 93% effekt.** Calculates standard herbicide mixtures and calculates rates that gives 93% efficacy on average.	9	10
1996-1997	**Mod. 91% effekt** Mod. 91% efficacy	**Beregner standardtankblandinger, som giver gennemsnitligt 91% effekt.** Calculates standard herbicide mixtures and calculates rates that gives 91% efficacy on average.	9	10
1998	**Mod. 93%+ ADM2** Mod. 93%+ ADM2	**Beregner 2-komponent ADM-blandinger, som giver gennemsnitligt 93% effekt.** Calculates 2-component ADM-mixtures that gives 93% efficacy on average.	8	8
1999-2000	**STJ+ 93%+ ADM2-4** STJ+ 93%+ ADM2-4	**Skadetærskler er justeret (STJ). Beregner 2-4 komponent ADM-blandinger, som giver gennemsnitligt 93% effekt.** Economic thresholds adjusted (STJ). Calculates 2-4 component ADM-mixtures that gives 93% efficacy on average	14	14
I alt Total			52	55

Resultater fra forsøg til validering af modellen

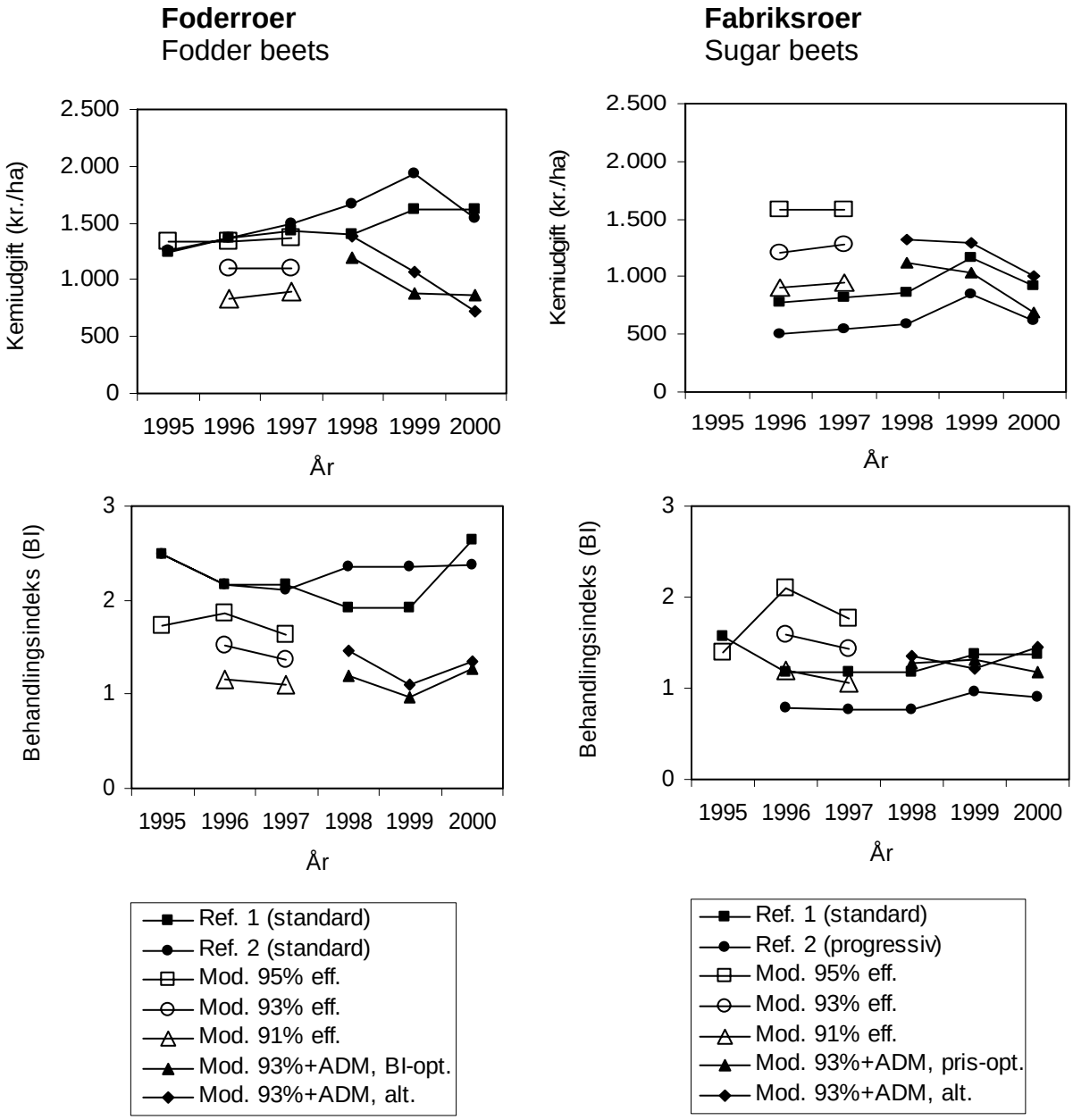
BSSet er afprøvet i både fodersukkerroer, som herefter benævnes som foderroer og i fabriksroer. Hovedparten af afprøvningerne i foderroer er udført i Jylland, medens forsøgene i fabriksroer er udført på øerne. Der er gennemført 3-6 konsultationer i hvert forsøg, og



Figur 1. Antal forsøg pr. år, ukrudtstæthed i ubehandlede parceller 4 uger efter behandlinger og dækningsgrad af ukrudt ved høst efter modelanviste- og referencebehandlinger. No. of field trial per year, weed density in untreated plots 4 weeks after treatments and total weed cover at harvest after model- and reference treatments.

indberetningen af markoplysninger er sket på fax/email til Danmarks JordbrugsForskning, hvorefter anvisninger om forsøgsbehandling så vidt muligt er returneret inden for et døgn.

I figur 1 vises årsgennemsnit for ukrudtstæthed i ubehandlede parceller, som var 100-300 ukrudtsplanter/m^2 i foderroer og 20-140 ukrudtsplanter/m^2 i fabriksroer, hvoraf kun et år



Figur 2. Udgifter til kemikalier og behandlingsindeks ved afprøvning af forskellige modelversioner og referencebehandlinger i henholdsvis foderroer og fabriksroer. Herbicide costs and treatment intensity index from tests of different model versions in fodder- and sugarbeets, respectively.

(1998) havde under 50 ukrudtsplanter/m^2. Figur 2 viser endvidere, at der i perioden 1995-2000 er gennemført i alt 48 forsøg fordelt på 7-11 forsøg/år.

Referencebehandlingerne har varieret i perioden og været meget forskellige i henholdsvis foder- og fabriksroer. Det ses af figur 2, at referencebehandlingerne i foderroer har udløst BI=2,0-3,0, medens referencebehandlingerne i fabriksroer i 1995 udløste ca.1,5 og

i de følgende år 1,0-1,2. Ved referencebehandlingerne i fabriksroer er der endvidere det særlige forhold, at antallet af sprøjtninger er varieret ud fra forsøgslederens subjektive vurdering af behovet på den enkelte lokalitet. I praksis er der gennemført 2-4 sprøjtninger i referencebehandlingerne i fabriksroer. Dokumentation for alle enkeltbehandlinger kan ses i 'Tabelbilag til Oversigt over Landsforsøgene', som findes på Landbrugets Rådgivningscenters hjemmeside: www.lr.dk.

Figur 1 viser endvidere, at dækningsgraden af ukrudt ved høst ved alle modelversioner og alle referencebehandlinger i foderroer har været næsten sammenfaldende og tilfredsstillende lave, det vil sige under 10%. I fabriksroer er årsvariationen betydeligt større, og der synes at være forskelle mellem behandlingerne. I figur 2 vises udgifter til herbicider og beregnede behandlingsindeks for referencebehandlinger og for modelanviste behandlinger. Der ses både i fabriks- og foderroer faldende udgifter til kemikalier og faldende BI ved faldende effektkrav i modellen. Endvidere ses, at samtlige modelversioner i foderroer har udløst både udgifter og BI, som er markant lavere end referencebehandlingerne. I fabriksroer kostede de modelanviste behandlinger som gennemsnit af 1999 og 2000 865 kr./ha, og BI var 1,25, medens referencebehandlingen kostede 1.045 kr./ha, og BI var 1,38. Dette svarer til 9% reduktion af BI og 17% reduktion af pris. Behandlingsindekset for andre referencebehandlinger i fabriksroer ligger i intervallet 1,60-2,10 og kemikalieudgiften i størrelsesordenen 1.200-1.300 kr./ha (Nielsen & Mikkelsen, 1997). Sammenlignes modelanvisningerne hermed, er der opnået 28%-33% reduktion af pris og 22%-40% reduktion af BI.

Det bemærkes, at beregningsmetoden for behandlingsindeks blev ændret fra år 1999 til år 2000. For herbicider til bederoer har denne ændring relativt mindre betydning.

I landsforsøg afrapporteres normalt ikke resultater fra udbyttemålinger i bederoer. En årsag hertil er, at udbyttet i praksis bliver nul i ubehandlede parceller, hvorfor udbytteforøgelser efter behandlinger er vanskeligt at opgøre. En mulighed er dog i stedet at referere til en velkendt standard. Dette skete i foderroer i år 2000, hvorfra resultaterne, 4 forsøg vises i tabel 2.

Her ses, at der efter behandling med PC Planteværn, BI-optimering er tabt ca. 25% af rodudbyttet, hvilket er en signifikant forskel fra ubehandlet men dog ikke signifikant forskelligt fra de øvrige forsøgsbehandlinger.

Tabel 2. Dækning af ukrudt v/høst og udbytte i foderroer 2000. Weed cover at harvest and yield in fodder beets year 2000.

Dækning af ukrudt v/høst (%) Total weed cover at harvest (%)					
	Behandlinger Treatments				
Sted Location	**Ubehandlet** Untreated	**Ref 1** Ref 1	**Ref 2** Ref 2	**PCP, BI** PCP, TFI	**PCP, alt.** PCP, alt.
Løgumkloster	53	4	6	14	9
Aarup	64	0	0	6	7
Rønne	91	11	13	19	11
Fensmark	14	1	3	3	3
Gns. 4 forsøg Mean 4 trials	56	4	6	11	7
Udbytte og merudbytte rod (hkg/ha) Yield and extra yield root (hkg/ha)					
Sted Location	**Behandlinger** Treatments				
	Ubehandlet Untreated	**Ref 1** Ref 1	**Ref 2** Ref 2	**PCP, BI** PCP, TFI	**PCP, alt.** PCP, alt.
Løgumkloster	64	777	704	442	768
Aarup	168	420	453	359	325
Rønne	373	657	661	516	633
Fensmark	235	390	400	450	425
Gns. 4 forsøg Mean 4 trials	210	561	555	442	538
Behandling - Ref 1 Treatment - Ref 1			-7	-119	-23
LSD led 2-5 LSD plot 2-5		n.s	n.s.	n.s	n.s

Diskussion af modellen

Det er meget afgørende, at ukrudtsbekæmpelsen i bederoer bliver gennemført med en meget stor grad af sikkerhed, idet de økonomiske tab som følge af utilstrækkelig ukrudtsbekæmpelse er meget betydelige. Anvisningerne fra BSS er derfor opbygget med henblik på at være konservative, så snart ikke alle betingelser for en optimal strategi er opfyldt. Hermed burde opnås høj robusthed, og samtidig anspores brugeren til at anvende modellen sådan, at den udgør et reelt potentiale.

En afgørende forudsætning for opbygningen af modellen er, at effekten af de enkelte behandlinger i et sprøjteprogram kan antages at være den samme som effekten af de fuldt gennemførte sprøjteprogrammer, som har leveret dosis/respons data til opbygning af modellen. De mange succesfulde valideringsforsøg indikerer, at denne antagelse ikke er urimelig.

Modellen er opbygget ud fra en akutbehov tankegang, idet modellen først reagerer på ukrudt, når dette reelt er konstateret i marken. Der kan dog tænkes i fremtiden at blive markedsført herbicider, som skal anvendes før fremspiring af ukrudtet. Til brug herfor er etableret modelstrukturer, som muliggør etablering af ja/nej-beslutningsalgoritmer til styring af anvendelsen af sådanne herbicider.

Der er behov for at sikre, at BSSet også under forskellige stedlige, vejrmæssige og biologiske forhold, vil give robuste anvisninger. Hertil kommer, at BSSet også bør være robust nok til at kunne tolerere en vis grad af fejlanvendelse brugeren. Begge disse krav til robustheden medfører, at BSSet skal kunne genetablere kontrollen over ukrudtet i en mark, alternativt fralægge sig ansvaret, hvis alvorlige fejlanvendelser er sket.

Diskussion af resultater fra valideringsforsøg

Modellens berettigelse skal især vurderes ud fra dens potentiale for at kunne reducere omkostninger og behandlingsindeks med en samtidig forbedret eller uændret dyrknings-sikkerhed.

Figur 1 viser, at prototyper med forskellige effektkrav tydeligt afspejles i ukrudtets dækningsgrad ved høst i 9 forsøg i fabriksroer i 1996 og 1997. Disse forsøg havde alle relativt høje dækningsgrader af ukrudtet ved høst (8-25%), hvor 91%-versionen og referencebehandling nr. 2 begge lå betydeligt over 15%, der ud fra en dyrkningsmæssig betragtning er en øvre grænse. 95%- og 93%-version og referencebehandling l lå næsten sammenfaldende og på tilfredsstillende lavt niveau. Heraf konkluderes, at 93%-versionen udgør en nedre grænse for effektkrav, når krav til produktionssikkerhed skal opfyldes. Denne version anvendtes i 1998 som grundlag for en ny version, hvor ADM blev indbygget.

Det ses endvidere, at referencebehandling nr. 2 systematisk ligget over alle de øvrige behandlinger i dækningsgrad af ukrudt ved høst, hvilket giver anledning til at karakterisere denne som værende en 'progressiv' eller ikke reel reference.

Til styrkelse for en generel vurdering af 93%-versionens robusthed gælder, at data til indberetning ved 2. og senere konsultationer blev registreret i forsøgsparceller, hvor 95%-versionen blev afprøvet, hvor ukrudtsbestanden alt andet lige må forventes at være lavere end parceller behandlet efter 93%-versionens anvisninger.

Erfaringer fra praksis viser, at effekten af herbicider i bederoer kan svigte i visse år. Vækstsæson 2000 bød på sådanne særlige udfordringer i kraft af en lang varm og tør periode i april/maj, hvor sprøjtningerne blev udført. Det største problem under sådanne vejrforhold er at undgå, at ukrudtet overskrider 1-løvbladstadiet inden behandling. Tabel 2 viser markante udbyttetab efter en del af de modelanviste behandlinger, men der er ikke tidligere rapporteret om udbyttetab efter afprøvning af modeller, og dette forhold blev derfor undersøgt nærmere.

Ud fra et generelt ønske om at skabe robuste og potente BSSer er det vigtigt at kunne adskille utilfredsstillende resultater fra afprøvninger i 2 kategorier: a) utilfredsstillende resultater, som skyldes fejl i modellen og b) utilfredsstillende resultater, som skyldes fejl i udførelsen af modellens anvisninger. En detaljeret gennemgang af de enkelte forsøg i foderroer i år 2000 viste, at der i flere af forsøgene var uregelmæssigheder i forbindelse med modelkonsultationer og -behandlinger. I det følgende anvendes følgende betegnelser for BSSets anvisninger af sprøjtetidspunkter: T0=før fremspiring, T1-T4=1.-4. bladsprøjtning på ukrudt med maksimalt 1 løvblad.

Bemærkninger til forsøget i Løgumkloster

Indberetningerne ved T0 og T1 skete med 2 dages mellemrum, hvilket indikerer, at indberetning T0 reelt blev forpasset. Ved indberetning til T2, som skete ca. 1 uge senere end modellen anviser, havde ukrudtet 3-4 blade. Indberetning til T3 blev modtaget 3 uger senere, og behandlingerne blev på grund af PC-problemer, storm, hagl og sandfygning først udført 9 dage senere, altså over 4 uger efter T2. Indberetning til T4 skete ikke. Optællingen '14 dage efter sidste sprøjtning' viste 67 ukrudtsplanter/m^2 i forsøgsleddet med PC-Planteværn, BI-optimering, hvilket indikerer, at sprøjtning ved T4 ville være udløst, hvis indberetning var sket. Det kan samtidig ikke udelukkes, at modellens doseringsforøgelser for stort ukrudt ikke er tilstrækkelige.

Bemærkninger til forsøget i Aarup

Forsøget blev igangsat rettidigt ved T1 og markerede sig ved indberetningerne til T2 og T3 ved meget små ukrudtstætheder (½-1 pl./m^2) af de fleste arter. Indberetning til T4 skete ikke. Det er derfor overraskende, at der ved 'optælling 14 dage efter sidste sprøjtning' findes 35 ukrudtsplanter/m^2 efter behandlingen med PC-Planteværn. Dette indikerer, at sprøjtning ved T4 ville være udløst, hvis indberetning var sket.

Bemærkninger til forsøget i Rønne

Den 9/5 blev indberetning til T0 og T1 modtaget, hvor 'pileurt', kamille, tvetand og 'melde' allerede havde 2-3 blade. Den 15/5 blev indberetning til T2 modtaget, hvor kamille, ferskenpileurt og hvidmelet gåsefod havde 2-4 blade men kun ½-1 planter/m^2. 'Ingen bekæmpelse' blev anvist. Den 31/5 blev de samme arter samt gul okseøje indberettet til T3 i højere tætheder og med >4 blade. Indberetning til T4 skete ikke. Det tidsmæssige forløb i ukrudtsarter og -tætheder tyder på upræcis artsbestemmelserne og fejl i bedømmelser af tæthedsklasser. Samtidig kan dog sættes spørgsmålstegn ved, om modellens grænse for at ignorere små tæthedsklasser er sat hensigtsmæssigt.

Bemærkninger til forsøget i Fensmark

Den 1/5 blev indberetning til T0 og T1 modtaget, hvor 6 ukrudtsarter allerede havde 2-3 blade. Ved de senere indberetninger var ukrudtet blevet endnu større. At det lykkedes at

undgå udbyttetab og høj ukrudtsdækning ved høst må tilskrives den relativt beskedne, samlede ukrudtsbestand.

For de 4 forsøg i foderroer i 2000 konkluderes, at indberetninger efter T3 i ingen tilfælde er sket. De efterfølgende optællinger indikerer i flere tilfælde, at dette måske har været nødvendigt. I 3 af forsøgene blev ukrudtet alt for stort, inden behandlingerne blev igangsat. I alle 4 forsøg er vigtige anvisninger fra modellen således ikke blevet fulgt. Ud fra en statistisk, stringent betragtning kan disse 4 forsøg derfor karakteriseres som outlayers, der bør fjernes fra datamaterialet eller analyseres særskilt. Ud fra en pragmatisk ukrudtsfaglig vurdering er der imidlertid gradsforskelle i de rapporterede uregelmæssigheder, hvor følgende rangorden kan opstilles: Løgumkloster > Rønne > Aarup > Fensmark. I tabel 3 vises alene resultaterne fra forsøgene i Aarup og Fensmark, hvor dækningsgraden af ukrudt ved høst er tilfredsstillende lav og udbyttet på niveau med referencebehandlingerne.

Tabel 3. Dækning af ukrudt v/høst og udbytte i foderroer 2000 efter fjernelse af resultater fra Løgumkloster og Rønne. Weed cover at harvest and yield in fodder beets year 2000 after deletion of data from Løgumkloster and Rønne.

Dækning af ukrudt v/høst (%) Total weed cover at harvest (%)					
Sted Location	**Behandlinger** Treatments				
	Ubehandlet Untreated	**Ref 1** Ref 1	**Ref 2** Ref 2	**PCP, BI** PCP, TFI	**PCP, alt.** PCP, alt.
Aarup	64	0	0	6	7
Fensmark	14	1	3	3	3
Gns. 4 forsøg Mean 4 trials	39	1	2	5	5
Udbytte og merudbytte rod (hkg/ha) Yield and extra yield root (hkg/ha)					
Sted Location	**Behandlinger** Treatments				
	Ubehandlet Untreated	**Ref 1** Ref 1	**Ref 2** Ref 2	**PCP, BI** PCP, TFI	**PCP, alt.** PCP, alt.
Aarup	168	420	453	359	325
Fensmark	235	390	400	450	425
Gns. 4 forsøg Mean 4 trials	210	405	427	405	375
Behandling - Ref 1 Treatment - Ref 1			22	-1	-30

Der er ikke foretaget en systematisk gennemgang af misligholdelser af modellens anvisninger i forsøgene i fabriksroer og de tidligere forsøgsår i foderroer. Afprøvningerne i foderroer i 2000 indikerer imidlertid, at mislighold af modellens anvisninger formodentlig er alment forekommende og af væsentlig betydning, og at modellen i nogen grad har kunnet modstå

sådanne. Der er i de øvrige 44 forsøg til afprøvning af forskellige modelversioner ikke set eksempler på utilfredsstillende ukrudtsbekæmpelse, når modellens anvisninger er blevet overholdt.

Modellens doseringsforøgelser for betydningen af stort ukrudt bør justeres i opadgående retning. Konsekvensen vil være anvisning af markant højere doser i sådanne tilfælde og i konsekvens heraf også en større tilbøjelighed til at bringe meddelelsen: 'Spørg din planteavlskonsulent', fordi modellens maksimaldoser er overskredet.

Det forventes, at foderroer i løbet af de nærmeste år afløses af andre grovfoder afgrøder. For tiden må det imidlertid betegnes som politisk usikkert, om der vil blive dyrket genmodificerede herbicidresistente bederoer i Danmark.

BSSet til ukrudtsbekæmpelse i bederoer vil blive indbygget i en ny Internetbaseret udgave af PC-Planteværn, som for tiden er under udvikling.

Sammendrag

Afprøvning i 48 markforsøg i perioden 1995-2000 af forskellige prototyper til et BSS til ukrudtsbekæmpelse i bederoer til foder og fabrik viser, at BSSet på en robust måde kan anvise behandlinger, som giver en tilfredsstillende bekæmpelse af ukrudt. Afprøvningerne viser, at en modelversion, som kræver i gennemsnit 93% effekt, udgør en nedre grænse for effektkrav. Effektkrav parameter er tidligere blevet identificeret som den mest betydningsfulde enkeltfaktor i relation til at reducere herbicidindsats (Rydahl, 2000).

Afprøvningerne viser endvidere, at den grundlæggende idé om at tilpasse hver enkelt af successive behandlinger i vækstsæsonen efter de aktuelle forhold i marken er holdbar. Dette er en meget vigtig forudsætning for BSSets potentiale i forhold til de lavdosis strategier, som gennem mange år er udviklet til brug i bederoer.

Afprøvningerne har bortset fra 2 forsøg i foderroer i 2000 givet en tilfredsstillende bekæmpelse af ukrudt med et lavt forbrug af herbicider. En nærmere gennemgang af samtlige forsøg i foderroer i 2000 viste imidlertid, at modellens anvisninger i alle tilfælde var misligholdt på grund af overskridelse af ukrudtets udviklingstrin på behandlingstidspunktet. Modellens korrektioner af doseringsberegningerne for betydningen af stort ukrudt bør korrigeres.

Den senest afprøvede version af BSSet udløste et forbrug af herbicider, som i foderroer var 51% lavere end referencebehandlinger (46% lavere pris) og i fabriksroer 9% lavere forbrug end de lavdosisstrategier, som blev anvendt som reference (17% lavere pris). Sammenlignet med mere 'sædvanlige' referencebehandlinger i andre forsøgsserier i fabriksroer har modellen anvist behandlinger, som udgør 22%-40% reduktion af herbicidforbrug og 28%-33% reduktion af pris. Foderroer er imidlertid ved at miste sin betydning som afgrøde i Danmark. BSSet planlægges distribueret på Internettet.

Litteratur

Mathiassen SK & Kudsk P. 1998. Optimale herbicidblandinger til ukrudtsbekæmpelse i bederoer. 15. Danske Planteværnskonference 1998, ukrudt. DJF rapport nr. 2.

Nielsen K & Mikkelsen M. 1997. Sukkerroer. Grovfoderproduktion. Oversigt over Landsforsøgene, s. 228-240. Ed. Pedersen, C.Å.

Pedersen C. (Ed.). 2000. Sukkerroer. Grovfoderproduktion. Oversigt over Landsforsøgene, s. 263-282.

Rydahl P. 2000. PC-Planteværn - faktorer i ukrudtsbekæmpelsen, som påvirker behandlingsindeks. 17. Danske Planteværnskonference 2000, positionsbestemt plantebeskyttelse/beslutningsstøtte/sygdomme-Skadedyr/aksfusariose. DJF rapport nr. 24, Markbrug, 77-86.

Rydahl P. 1998. Model i PC-Planteværn til ukrudtsbekæmpelse i bederoer - 3 års evaluering. 15. Danske Planteværnskonference 1998, ukrudt. DJF rapport nr. 2, Markbrug, 101-113.

Strategier for ukrudtsbekæmpelse i økologisk vinterhvede

Strategies for weed control in organic winter wheat

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

Summary

Weeds can be a major problem and reduce the yield of organically grown winter wheat. Weed harrowing may damage the wheat if carried out in the fall, and be insufficient against erect weeds with taproots if carried out in the spring. Delaying the sowing of winter wheat for about 10 days from the end of September has previously been shown to reduce the amount of weeds when no weed control was carried out. A series of experiments were conducted with level of mechanical weed control, sowing strategy (early vs. late sowing or false seedbed), row distance (normal, app. 12 cm, or large, app. 24 cm) and weed control (untreated, mechanical or herbicide). Two experiments were conducted at a very weedy location with several erect weed species, while a third experiment was conducted at a less weedy location with no erect weed species. In early spring there were a lower number of weeds at normal row distance than at large on the weedy locations. At that time, there was a tendency for a lower number of weeds by late sowing, and higher at early. After the weed control was carried out, the weed biomass was lowest in the herbicide weed control treatment and highest in the untreated control. Weed biomass by mechanical weed control was intermediate. Late sowing resulted in the least weed biomass, and early sowing gave the highest, but mainly when mechanical weed control was carried out. The yield was highest with the herbicide treatment and lowest with the untreated control. There were no significant differences on yield by sowing strategy or row distance, but a tendency for higher yield at early sowing with herbicide, and at late sowing with mechanical weed control.

The recommendation derived from these experiments would be to sow early at normal row distance and carry out weed harrowing, if the weed pressure is low, and to sow late at large row distance and include row hoeing in the mechanical weed control if the weed pressure is high. False seedbed does not seem to be a relevant alternative in winter wheat under these conditions.

Indledning

Ukrudt er et stort problem i økologisk dyrket vinterhvede (*Triticum aestivum)*, fordi det nedsætter udbyttet. Mekanisk bekæmpelse af frøukrudt kan i vårsæd udføres med rimelig succes ved at kombinere blindharvning, almindelig ukrudtsharvning og selektiv

ukrudtsharvning (Rasmussen og Rasmussen, 1994, 1995; Rasmussen og Svenningsen, 1995; Rasmussen og Petersen, 1997). Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i vinterhvede er vanskeligere at udføre med god effekt uden at skade afgrøden med deraf følgende udbyttenedgang. Om efteråret er vinterhveden temmelig følsom for skade (Rasmussen, 1998) især som følge af tildækning, formentlig fordi afgrøden på dette tidspunkt ikke er i særlig kraftig vækst og derfor har sværere ved at kompensere for den del af bladene, der bliver tildækket ved harvning. Om efteråret er der ofte ikke særlig gode forhold for ukrudtsbekæmpelse især ved sen såning, idet jorden ofte er for fugtig til at udføre harvningen med tilfredsstillende effekt. Om foråret er vinterhveden langt mere robust overfor den mekaniske ukrudtsbekæmpelse. Ukrudtsarter som lugtløs kamille (*Tripleurospermum inodorum)* og kornvalmue (*Papaver rhoeas)* med opret vækst og pælerod skal enten bekæmpes om efteråret (Rasmussen, 1998; Wilson *et al.,* 1993; Welsh *et al.,* 1996) eller om foråret med radrensning, idet bekæmpelse med ukrudtsharvning om foråret kun gavner lidt mod disse typer ukrudt, når de er veletablerede. Forsøg med radrensning i vår- og vintersæd har givet gode bekæmpelseseffekter med ubetydelige afgrødeskader (Rasmussen og Pedersen, 1990). Forsøg med ukrudtsharvning i vinterhvede viste, at selektiv harvning om foråret gav en god ukrudtsbekæmpelse af bundukrudt som fuglegræs (*Stellaria media*), stedmoder (*Viola spp.)* og ærenpris (*Veronica spp.*) (Rasmussen, 1998; Welsh *et al.,* 1996; Wilson *et al.,* 1993). Tidligere undersøgelser i konventionelt dyrket vinterhvede har vist, at en forsinkelse i såtidspunktet fra sidst i september til først i oktober uden ukrudtsbekæmpelse nedsatte mængden af ukrudtstørstof næste forår med op til 80% (Christensen og Rasmussen, 1996). Falsk såbed er benyttet i vårsåede afgrøder især højværdiafgrøder med stort behov for manuel ukrudtsbekæmpelse som grønsager (Melander, 1998) men er også anbefalet i vinterraps (Melander *et al.,* 1995). Ved falsk såbed i vinterhvede kunne man måske opnå en reduktion af ukrudtsfrøpuljen i jorden ved, at der ved den tidlige såbedstilberedning spirer lige så meget ukrudt frem som ved tidlig såning, og dette ødelægges i forbindelse med den sene såning.

Det kan være svært for den økologiske landmand at gennemskue hvilke forholdsregler, der bør tages for at forebygge mod ukrudt ved dyrkning af vinterhvede, og hvilken ukrudtsbekæmpelse der skal udføres. Såvel forebyggelse som bekæmpelse er afhængig af mange forskellige faktorer: ukrudtstrykket i marken og sortsvalget (Christensen og Rasmussen, 1996), forfrugten og muligheden for gødningstilførsel m.m.

I denne forsøgsrække er det forsøgt at belyse nogle af faktorerne og samspillet mellem dem og sætte fokus på hvilke strategier, der kan være relevante at anvende i hvilke situationer. De faktorer, der er udvalgt, er såstrategi, rækkeafstand og ukrudtsbekæmpelse.

Metoder

I 1998 blev udført et forsøg (forsøg 1) med rækkeafstand og ukrudtsbekæmpelse i vinterhvede. I forsøg 2 og 3, som blev udført i 1999, indgik såstrategi (såtidspunkt og falsk såbed), rækkeafstand og ukrudtsbekæmpelse. Forsøg 1 og 2 blev udført på en lerjord (JB 6) på det økologiske værkstedsareal på Forskningscenter Flakkebjerg, der er dyrket økologisk siden 1996/97. Forfrugten var lupin (*Lupinus luteus).* Den dominerende ukrudtsflora var kornvalmue, lugtløs kamille, forskellige ærenprisarter og enårig rapgræs (*Poa annua).* I

forsøg 1 var der om foråret i gennemsnit ca. 400 ukrudtsplanter pr. m^2, i forsøg 2 ca. 200 ukrudtsplanter pr. m^2. Forsøg 3 blev udført på en sandjord (JB 4) på en konventionelt dyrket mark på Forskningscenter Foulum. Forfrugten var markært (*Pisum sativum)*. De dominerende ukrudtsarter var alm. fuglegræs, agerstedmoderblomst (*Viola arvensis)*, enårig rapgræs og forskellige ærenprisarter. Der var om foråret ca. 75 planter pr. m^2 i gennemsnit. I alle forsøg blev anvendt ubejdset udsæd af sorten Terra med en udsædsmængde, der svarede til en tilstræbt plantebestand på 450 planter pr. m^2. Forsøgene blev om foråret tilført gylle med slangeudlægger svarende til ca. 40% af kvælstofbehovet (ca. 20-30 tons/ha). Der blev ikke udført nogen form for bekæmpelse af sygdomme eller skadedyr. Herbicidbehandling i de relevante parceller blev udført ifølge PC-Planteværns anbefalinger (Rydahl, 2000).

Tabel 1. Forsøgsbehandlinger i forsøg 1. Experimental treatments in experiment 1.

Faktor Factor	**Niveau** Level	**Underniveau** Sublevel	**Rækkeafstand** Row distance	**Behandling** Treatment	
Bekæmp-else Weed control	**A Ubehandlet** Untreated		A1: 12 cm A2: 24 cm		
	B Mekanisk Mechanical	**Lavt bekæmpel-sesniveau** Low control level	B1: 12 cm B2: 24 cm	**Alm. ukrudtsharvning** Post emergence weed harrowing	2 x 31/3-98 + 1 x 22/4-98
		Højt bekæmpel-sesniveau High control level	B3: 12 cm	**Som B1 + selektiv ukrudtsharvning** As B1 + selectiv weed harrowing	**Som B1 +** As B1 + 2 x 14/5-98
			B4: 24 cm	**Som B1** + **radrensning** As B1 + row hoeing	**Som B1 +** As B1 + 2 x 14/5-98
	C Kemisk Chemical		C1: 12 cm C2: 24 cm	1,2 l Ariane/ha	25/4-98

I forsøg 1, som var et randomiseret blokforsøg med 3 gentagelser, var behandlingerne højt og lavt niveau af mekanisk ukrudtsbekæmpelse ved normal og dobbelt rækkeafstand, (tabel 1). Der var ubehandlet og herbicidbehandlet kontrolled ved begge rækkeafstande. Forsøg 2 og 3 blev udført som split-plotforsøg med 3 gentagelser med kombinationen af såstrategi og ukrudtsbekæmpelse som helplotfaktor og rækkeafstand som delplotfaktor (tabel 2). Ukrudtsbekæmpelse var ubehandlet, herbicidbehandlet eller mekanisk bekæmpelse (tabel 3).

Tabel 2. Forsøgsbehandlinger i forsøg 2 + 3. Experimental treatments in experiment 2 + 3.

Plot	**Faktor** Factor	**Niveau** Level	**Behandling** Treatment
Helplot (9 niveauer: Såstrategi x bekæmpelse) Main plot (9 levels: sowing strategy x weed control)	**A Såstrategi** Sowing strategy	**I. Tidlig såning** Early sowing	**Pløjning + såning ca. 20. sept.** Plowing + sowing app. Sept. 20.
		II. Sen såning Late sowing	**Pløjning + såning ca. 10. okt.** Plowing + sowing app. Oct. 10.
		III. Falsk såbed False seedbed	**Pløjning ca. 20. sept. + såbedstilberedning. Såning ca. 10. okt.** Plowing app. Sept. 20 + seed bed preparation. Sowing app. Oct. 10.
	B Bekæmpelse Weed control	**a. Ubehandlet** Untreated	
		b. Mekanisk Mechanical	**Se tabel 3** See table 3
		c. Kemisk Chemical	Forsøg 2: 0,7 l Oxitril + 1,4 tabl. Express/ha 17/4-99 Forsøg 3: 0,6 l Oxitril + 1,2 tabl. Express/ha 8/4-99
Delplot Subplot	**C Rækkeafstand** Row distance	**1. Normal**	12 cm
		2. Stor Large	24 cm

Tabel 3. Mekanisk bekæmpelse i forsøg 2 + 3. Mechanical weed control in experiment 2 + 3.

Såstrategi Sowing strategy	**Rækkeafstand** Row distance	**Forsøg** Exp.	**Mekanisk bekæmpelse** Mechanical weed control
Tidlig såning Early sowing	12 + 24 cm	2	**Ukrudtsharvning efterår + som sen såning** Weed harrowing fall + as late sowing
		3	**Blindharvning + ukrudtsharvning efterår + 1 ukrudtsharvning forår + som sen såning** Pre- + post-emergence harrowing fall + 1 harrowing spring + as late sowing
Sen såning Late sowing	12 cm	2	**Alm. + selektiv ukrudtsharvning forår** Weed harrowing + selective harrowing in spring
		3	**Alm. + 2 x selektiv ukrudtsharvning forår** Weed harrowing + 2 selective harrowings in spring
	24 cm	2	**Alm. + selektiv ukrudtsharvning + radrensning forår** Weed + selective harrowing + row hoeing spring
		3	**Alm. + selektiv ukrudtsharvning + 2 x radrensning forår** Weed + selective harrowing + 2 row hoeings spring
Falsk såbed False seedbed	12 + 24 cm	2 + 3	**Som sen såning** As late sowing

De valgte rækkeafstande var ca. 12 cm (normal) og ca. 24 cm (stor). Tidligere undersøgelser har vist, at en forøgelse af rækkeafstanden op til 20 cm ikke gav udbyttenedgang (Rasmussen, 1998). Når der bruges den lidt større rækkeafstand, er det fordi det er mere enkelt at overføre til praksis – landmanden lukker blot hver anden såtragt. Som ukrudtsbekæmpelse udføres to kontrolbehandlinger: ubehandlet, svarende til den naturlige ukrudtsbestand, og herbicidbehandlet, svarende til ukrudtsfri. Den mekaniske bekæmpelse udføres optimalt i forhold til rækkeafstand og såtidspunkt: blind- og alm. ukrudtsharvning om efteråret ved tidlig såning, hvis forholdene tillader det, alm. ukrudtsharvning og selektiv ukrudtsharvning om foråret ved normal rækkeafstand og alm. ukrudtsharvning og radrensning, eventuelt suppleret med selektiv harvning om foråret ved stor rækkeafstand.

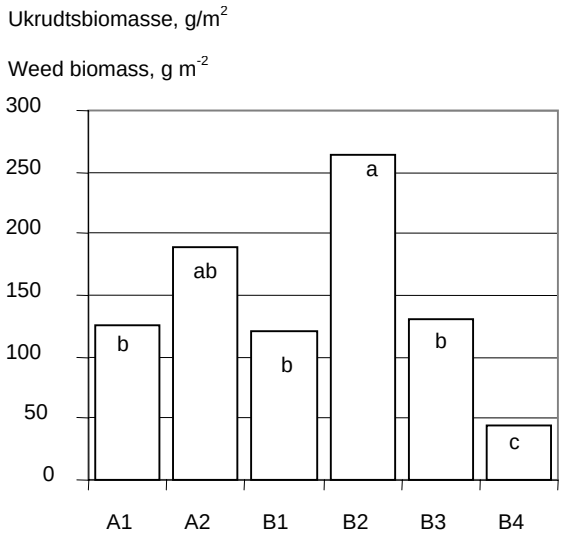
Ukrudtsbestanden blev registreret om foråret før behandling ved at tælle de 3-5 mest dominerende arter samt restgruppen. Ukrudtet blev endeligt registreret efter bekæmpelse ved at tælle de 3-5 mest dominerende arter og måle tørvægten af dem samt resten sidst i juni. Ved høst blev udbyttet pr. parcel bestemt ved 85% tørstof.

Forsøgsresultaterne blev analyseret ved hjælp af variansanalyse i SAS (version 6.12, SAS Institute Inc. 1996, N.C. Cary). I alle forsøg var der for de fleste målte ukrudtsvariable (tælling og vægt) større varians ved større værdier af variablen. Derfor blev analysen for alle ukrudtsvariable udført på de logaritmerede værdier. De viste resultater er tilbagetransformerede værdier, men på grund af transformationen er det ikke muligt at vise LSD, standardafvigelse o.lign. på figurerne. Der var ikke forskel på variansen for udbyttet, og dette er derfor analyseret uden transformation. Signifikante forskelle er vist med bogstaver på søjlerne eller ved behandlingerne.

Resultater

I forsøg 1 var der dårlig effekt af herbicid, og de herbicidbehandlede parceller er derfor ikke taget med i analyser og figurer. Der var ikke signifikant forskel på det totale antal ukrudtsplanter ved den tidlige optælling (før behandlinger) (tabel 4), men der var en tendens til, at der var mindst ukrudt ved normal rækkeafstand. Ved den sene opgørelse af ukrudtsbiomasse var der signifikant mindst ukrudt i det led, hvor der var udført højt niveau af mekanisk ukrudtsbekæmpelse ved stor rækkeafstand (radrensning) og mest ved lavt niveau af mekanisk ukrudtsbekæmpelse ved stor rækkeafstand (figur 1).

I forsøg 2 var der allerede ved den tidlige forårstælling (før behandlinger) mest ukrudt i de tidligt sådede parceller og mindst i de sent sådede, mens niveauet med falsk såbed lå imellem. Der var dog ikke signifikant forskel, formentlig fordi der var meget stor variation i marken. Specielt var der en meget stor variation på forekomsten af kornvalmue. Der var derimod signifikant mere ukrudt ved stor rækkeafstand ved alle såstrategier (tabel 4). Efter ukrudtsbekæmpelsen var der mere ukrudtsbiomasse uden ukrudtsbekæmpelse end med mekanisk ukrudtsbekæmpelse eller herbicid, og der var vekselvirkning med rækkeafstanden, idet der var mest ved normal rækkeafstand med mekanisk bekæmpelse, mens der ikke var forskel uden ukrudtsbekæmpelse eller med herbicid (figur 2a). Der var ikke signifikant forskel på ukrudtsbiomasse ved forskellige såtidspunkter, men der var tendens til, at niveauet var lavest ved det sene såtidspunkt (figur 2b).



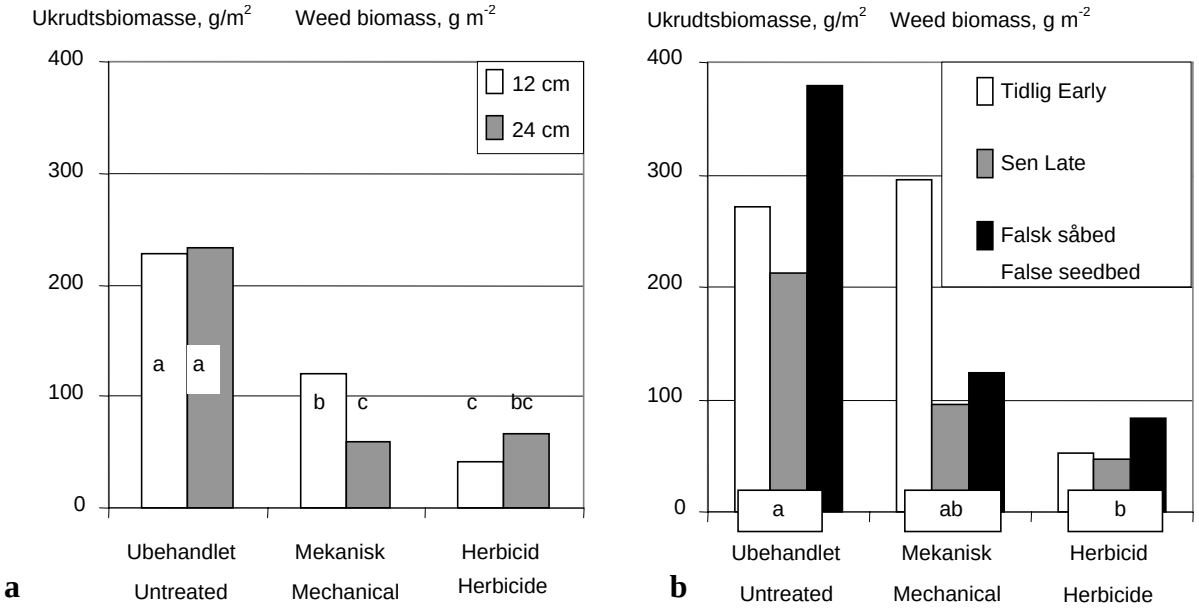
Figur 1. Ukrudtsbiomasse i forsøg 1 ved forskellige ukrudtsbekæmpelsesstrategier. Forklaring: Se tabel 1. Søjler med samme bogstav er ikke signifikant forskellige (p<0.05). Weed biomass in experiment 1 by different weed control strategies. Explanation: See table 1. Columns with the same letter are not significantly different (p<0.05).

Tabel 4. Signifikante effekter af faktorer i forsøgene. Vekselvirkninger er kun vist, hvis der er signifikante effekter. Significant effects of factors in the experiments. Interactions are only shown, if there were significant effects.

Faktor Factor	**Ukrudtsantal tidligt** Weed number early	**Ukrudtsbiomasse sent** Weed biomass late	**Udbytte** Yield
Forsøg 1 Exp. 1	#	#	#
Bekæmpelsesstratgi Weed control strategy	NS	***	NS
Forsøg 2 Exp. 2			
Såstrategi (A) Sowing strategy	NS	NS	NS
Bekæmpelse (B) Weed control	NS	*	**
Rækkeafstand (C) Row distance	**	NS	NS
B*C	NS	*	NS
Forsøg 3 Exp. 3			
Såstrategi (A) Sowing strategy	-	***	NS
Bekæmpelse (B) Weed control	NS	***	NS
Rækkeafstand (C) Row distance	NS	NS	NS

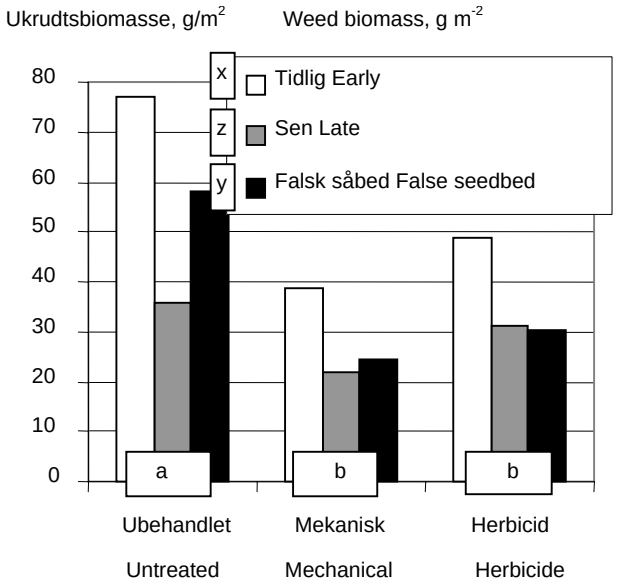
signifikans: **NS = ikke signifikant, * = p < 0.05, ** = p < 0.01, *** = p < 0.001**
significance: NS = not significant, * = p < 0.05, ** = p < 0.01, *** = p < 0.001

I forsøg 3 var der ikke signifikant forskel på total ukrudtsbestand ved forskellige såstrategier eller rækkeafstande ved den tidlige forårstælling, men også her er der tendens til mest ukrudt ved det tidlige såtidspunkt. Efter ukrudtsbekæmpelsen var der signifikant mest ukrudtsbiomasse ved tidlig såning og mindst ved sen, mens falsk såbed lå imellem. Der var også signifikant mest ukrudtsbiomasse ved ubehandlet, mens der ikke var forskel på mekanisk ukrudtsbekæmpelse og herbicid (figur 3). Der var ingen vekselvirkninger (tabel 4).

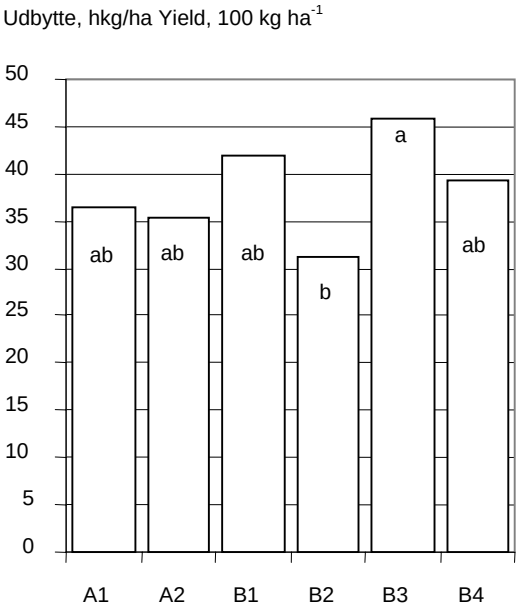


Figur 2. Ukrudtsbiomasse i forsøg 2 ved a) forskellig ukrudtsbekæmpelse og rækkeafstand og b) forskellige såstrategier og ukrudtsbekæmpelse. Søjler eller behandlinger med samme bogstav er ikke signifikant forskellige (p<0.05). Weed biomass in experiment 2 by a) different weed control and row distances and b) different sowing strategies and weed control. Columns or treatments with the same letter are not significantly different (p<0.05).

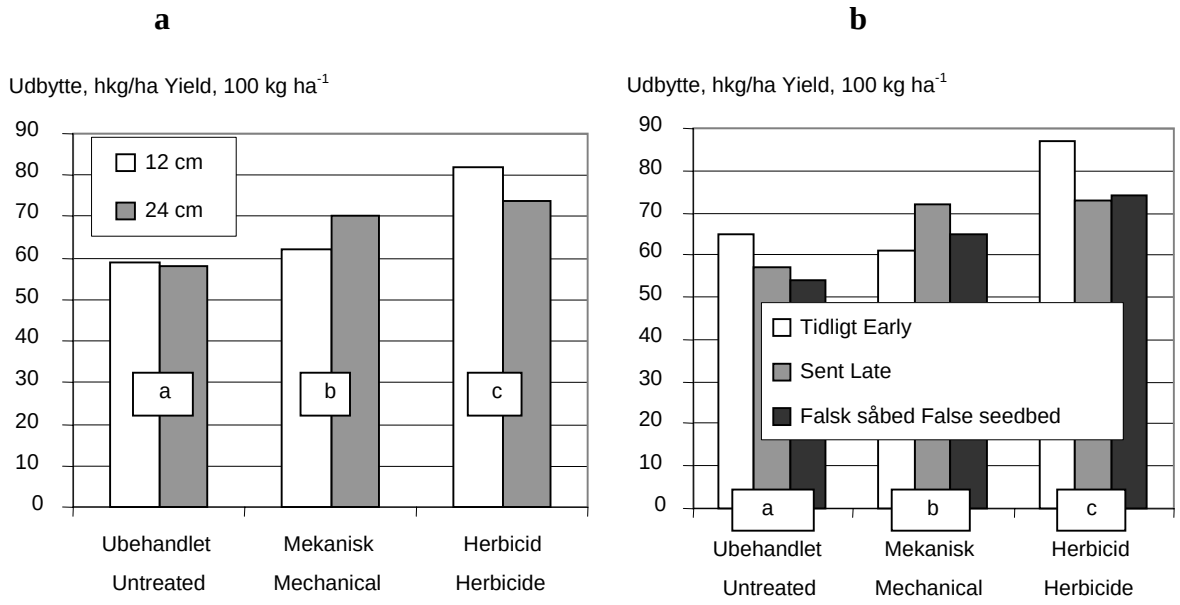
Udbyttet i forsøg 1 var lavest ved stor rækkeafstand med lavt niveau af ukrudtsbekæmpelse og højest ved normal rækkeafstand med højt niveau af mekanisk ukrudtsbekæmpelse (figur 4). I forsøg 2 var udbyttet signifikant højest ved herbicidbehandling og lavest i ubehandlet (figur 5a og b). Der var ikke signifikant forskel på såstrategi og rækkeafstand. I forsøg 3 var der ikke signifikante forskelle på udbyttet for nogen behandlinger (figur 6).



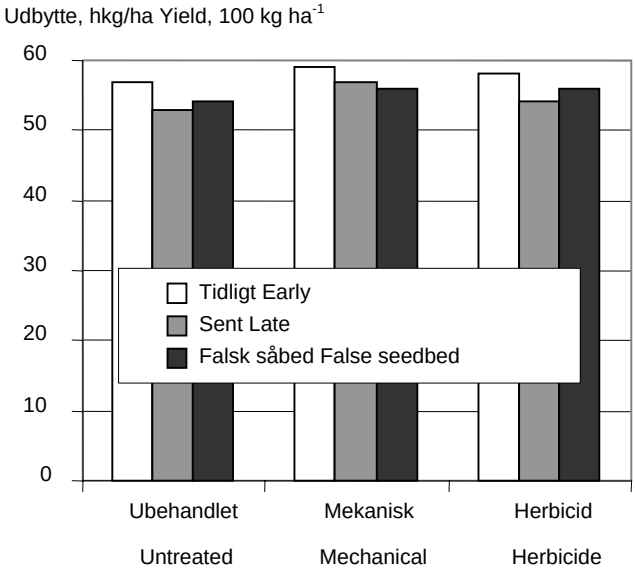
Figur 3. Ukrudtsbiomasse ved forskellige såstrategier og ukrudtsbekæmpelse i forsøg 3. Behandlinger med samme bogstav er ikke signifikant forskellige (p < 0.05). Weed biomass by different sowing strategies and weed control in experiment 3. Treatments with the same letter are not significantly different (p < 0.05).



Figur 4. Udbytte i forsøg 1 ved forskellig ukrudtsbekæmpelsesstrategi, se forklaring i tabel 1. Søjler med samme bogstav er ikke signifikant forskellige (p<0.05). Yield in experiment 1 at different weed control strategies, see explanation in table 1. Treatments with the same letter are not significantly different (p<0.05).



Figur 5. Udbytte i forsøg 2 ved a) forskellig ukrudtsbekæmpelse og forskellige rækkeafstande og b) forskellige såstrategier og ukrudtsbekæmpelse. Behandlinger med samme bogstav (eller ingen) er ikke signifikant forskellige (p< 0.05). Yield in experiment 2 at a) different weed control and different row distances and b) different sowing strategies and weed control. Treatments with the same letter (or none) are not significantly different (p < 0.05).



Figur 6. Udbytte ved forskellige såstrategier og ukrudtsbekæmpelse i forsøg 3. Der er ikke signifikante forskelle mellem behandlingerne. Yield by different sowing strategies and weed control in experiment 3. There are no significant differences between treatments.

Diskussion

De udførte forsøg er analyseret hver for sig, fordi forudsætningerne er forskellige. I forsøg 1 indgår ikke såstrategi, og forsøg 2 og 3 har meget forskelligt ukrudtstryk. De konklusioner, der drages, gøres fra erfaringerne på tværs af de tre forsøg, samtidig med at der tilstræbes at drage konklusioner, der kan udnyttes ved de forskellige forudsætninger.

Der var en tendens i både forsøg 2 og 3 til, at der allerede før ukrudtsbekæmpelse var mest ukrudt i de tidligt sådede led og mindst i de sent sådede, hvilket svarer til de resultater, som Christensen og Rasmussen fandt (1996). I forsøg 2 var der meget stor variation i forsøget. Når forsøg 2 blev bedømt visuelt på det tidspunkt, hvor kornvalmue blomstrede, fik man klart det indtryk, at der var færrest blomstrende valmuer i de sent sådede parceller. Resultaterne tyder på, at man kan opnå et nedsat ukrudtstryk ved at udsætte såtidspunktet. Interessant nok var der ikke forskel på antal ukrudtsplanter i de ubehandlede led og de med mekanisk bekæmpelse i de tidligt sådede led, til trods for at der er foretaget ukrudtsharvninger om efteråret. I disse forsøg har der altså ikke været effekt af efterårsbekæmpelse.

I forsøg 2 var der færre ukrudtsplanter før ukrudtsbekæmpelse ved normal end ved dobbelt rækkeafstand. Det tyder på, at hvedeplanterne ved normal rækkeafstand på en eller anden måde har reduceret antallet af ukrudtsplanter. Det kan være ved, at der er spiret færre planter, eller ved at de planter, der er spiret frem, har været udsat for et konkurrencetryk, der har udryddet dem i løbet af efteråret. Tendensen er den samme i forsøg 1 men ikke i forsøg 3. Ukrudtsarterne kan have en betydning, som vi ikke helt kan forklare.

Ukrudtsbekæmpelsen har haft god effekt i forsøg 2 og 3. I begge forsøg lå ukrudtsbiomassen ved mekanisk bekæmpelse mellem niveauet for herbicidbehandlet og ubehandlet, men i forsøg 2 har den mekaniske ukrudtsbekæmpelse haft svært ved at hamle op med det meget høje ukrudtstryk især ved det tidlige såtidspunkt.

I forsøg 1 var der ingen forskel på ukrudtsbekæmpelsesstrategi ved normal rækkeafstand, men ved stor rækkeafstand var der langt den bedste effekt ved højt niveau af mekanisk ukrudtsbekæmpelse. I forsøg 2 var der vekselvirkning mellem ukrudtsbekæmpelse og rækkeafstand, således at der ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse var mindre ukrudtsbiomasse ved stor end ved normal rækkeafstand, mens der ved herbicidbehandling ikke var forskel. I forsøg 3 var tendensen den samme. Grunden til denne vekselvirkning er formentlig, at når der er stor rækkeafstand, og der ikke bliver foretaget effektiv ukrudtsbekæmpelse, har ukrudtet bedre mulighed for at brede sig i de store rækkemellemrum. Mens der med den effektive ukrudtsbekæmpelse, som radrensning udgør, ikke bliver mulighed for ukrudtet for at udnytte rækkemellemrummene. Alt tyder på at ved det høje ukrudtstryk, som forsøg 1 og 2 er repræsentanter for, er stor rækkeafstand kombineret med radrensning det mest effektive våben.

Sen såning har medført mindre ukrudtsbiomasse, og tidlig såning har medført mest ukrudtsbiomasse, men i forsøg 2 gælder det sidste kun, når der er udført mekanisk bekæmpelse. I ubehandlet er der en tendens til, at der er mest ukrudt ved falsk såbed. Forklaringen er formentlig, at ikke alle de ukrudtsplanter, der er begyndt at spire ved den tidlige såbedstilberedning, er blevet slået ihjel i forbindelse med den sene såning. Samtidig er hveden mindre konkurrencedygtig, når den bliver sået sent. Dette har ikke betydning, når der

udføres en effektiv ukrudtsbekæmpelse, men uden den har ukrudtet tilsyneladende fået et forspring. Til gengæld ses det i figur 2b, at den mekaniske ukrudtsbekæmpelse ikke har kunnet reducere ukrudtet tilstrækkeligt ved det tidlige såtidspunkt.

Udbyttet i forsøg 1 var højere ved normal rækkeafstand end ved stor. Dette kan både være forårsaget af det højere ukrudtsniveau, der var ved stor rækkeafstand, men kan også være en effekt af rækkeafstanden eller af bekæmpelsesmetoden. Da forskellen er mindst for ubehandlet, tyder det på, at det ikke er rækkeafstanden i sig selv, der giver udbyttetabet. Når udbyttet ved høj intensitet og stor rækkeafstand ligger lavere end ved normal rækkeafstand, selvom der var meget mindre ukrudt, tyder det på, at ukrudtsbekæmpelsen har forårsaget skader på afgrøden.

Udbyttet i forsøg 2 er højest med herbicid og lavest uden ukrudtsbekæmpelse, mens der ingen effekt er af rækkeafstanden. Der er heller ikke tendens til, at udbyttet er lavere ved den store rækkeafstand ved mekanisk bekæmpelse som i forsøg 1. Tværtimod ligger udbyttet ved denne behandling på niveau med udbyttet ved herbicidbehandling og stor rækkeafstand. Der er altså ikke noget, der tyder på afgrødeskader i dette forsøg. Om det lavere udbytte ved stor rækkeafstand og herbicidbehandling er forårsaget af det lidt højere ukrudtstryk eller er udtryk for udbyttetab forårsaget af rækkeafstanden er ikke til at sige. Heller ikke i forsøg 3 er der tendens til afgrødeskade på udbyttet, til trods for at der er udført 4-5 behandlinger, hvoraf den sidste ligger forholdsvis sent. Der ses heller ingen tendenser som følge af rækkeafstanden.

Udbyttet i forsøg 2 er ikke signifikant påvirket af såstrategien, men der er tendens til, at udbyttet i herbicidbehandlet er højest ved den tidlige såtid, mens der ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse er tendens til, at udbyttet er højest ved den sene såtid. Dette passer med resultaterne hos Christensen & Rasmussen (1996), hvor en forsinkelse af såtiden nedsatte udbyttet, når der var gennemført effektiv ukrudtsbekæmpelse, mens udbyttet uden ukrudtsbekæmpelse steg med en forsinkelse af såtiden. Med mekanisk ukrudtsbekæmpelse, hvor den store ukrudtsfremspiring ved tidlig såning ikke har kunnet bekæmpes effektivt, har det været muligt med den sene såning.

Som konklusion på disse resultater må drages, at ved lavt ukrudtstryk og få oprette ukrudtsarter – som i forsøg 3 – er det bedst at så rettidigt med normal rækkeafstand og gennemføre ukrudtsharvning i den udstrækning, det er påkrævet og muligt, fordi det giver mindst risiko for udbyttenedgang samtidig med en rimelig ukrudtsbekæmpelse. Disse forsøg klarlægger ikke, i hvor høj grad efterårsharvning er en fordel, men hvis vejrforholdene tillader, at det kan gennemføres uden for stor tildækning af afgrøden, må det tilrådes. Ved højt ukrudtstryk og mange oprette ukrudtsarter – som i forsøg 1 og 2 – er det bedst at så sent med stor rækkeafstand og udføre radrensning som en del af den mekaniske bekæmpelse. Det giver bedst chance for, at den mekaniske bekæmpelse kan klare ukrudtsproblemerne uden udbyttenedgang. Falsk såbed har i disse forsøg vist sig at være mindre relevant som del af en strategi for ukrudtsbekæmpelse i økologisk dyrket vinterhvede.

Sammendrag

Ukrudt kan være et stort problem og reducere udbyttet af økologisk dyrket vinterhvede. Ukrudtsharvning kan skade hveden, når den udføres om efteråret, og kan give utilstrækkelig

effekt mod oprette ukrudtsarter med pælerod, når den udføres om foråret. Forsinket såning af vinterhvede fra sidst i september til først i oktober har tidligere vist sig at kunne reducere ukrudtsmængden, når der ikke udførtes ukrudtsbekæmpelse. En forsøgsrække blev gennemført med niveau af mekanisk ukrudtsbekæmpelse, såstrategi (tidlig henholdsvis sen såning eller falsk såbed), rækkeafstand (normal, ca. 12 cm eller stor, ca. 24 cm) og ukrudtsbekæmpelse (ubehandlet, mekanisk eller herbicid). To forsøg blev udført på marker med højt ukrudtstryk og med en høj forekomst af oprette ukrudtsarter, mens et tredje forsøg blev udført på en mark med lavere ukrudtstryk og uden oprette ukrudtsarter. Om foråret var der færre ukrudtsplanter ved normal rækkeafstand end ved høj i de ukrudtsrige forsøg. På samme tidspunkt var der en tendens til færre ukrudtsplanter ved sen såning og flere ved tidlig. Efter ukrudtsbekæmpelse var ukrudtsbiomasse lavest ved herbicidbehandling og højest uden ukrudtsbekæmpelse. Ukrudtets biomasse ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse lå i midten. Sen såning resulterede i mindst ukrudtsbiomasse, og tidlig såning gav den højeste, men tendensen var mest tydelig ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Udbyttet var størst ved herbicidbehandling og lavest i ubehandlet. Der var ingen signifikante forskelle på udbyttet ved såstrategi og rækkeafstand, men en tendens til højere udbytte ved tidlig såning med herbicid og ved sen såning med mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Anbefalinger uddraget af disse forsøg går ud på at så tidligt ved normal rækkeafstand og udføre ukrudtsharvning, når der er et lavt ukrudtstryk, og at så sent ved stor rækkeafstand og bruge radrensning som en del af den mekaniske bekæmpelse, når der er et højt ukrudtstryk. Falsk såbed ser ikke ud til at være et relevant alternativ i vinterhvede under disse betingelser.

Litteratur

Christensen S & Rasmussen G. 1996. Konkurrence mellem afgrøde og ukrudt i relation til sortsvalg, såmængder og såtider i vinterhvede. 13. Danske Planteværnskonference – Ukrudt. SP-rapport nr. 3. 103-112.

Melander B. 1998. Anvendelse af falsk såbed, blindharvning og flammebehandling i højværdiafgrøder. 15. Danske Planteværnskonference – Ukrudt. DJF-rapport nr. 2. 191-201.

Melander B, Rasmussen J & Rasmussen K. 1995. Ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse – Muligheder og begrænsninger i vinterraps og majs. 12. Danske Planteværnskonference – Ukrudt. SP-rapport nr. 3. 123-137.

Rasmussen J. 1998. Ukrudtsharvning i vinterhvede. 15. Danske Planteværnskonference – Ukrudt. DJF-rapport nr. 2. 179-189.

Rasmussen J & Pedersen BT. 1990. Forsøg med radrensning i korn - rækkeafstand og udsædsmængde. 7. Danske Planteværnskonference/Ukrudt. 187-199.

Rasmussen J & Rasmussen K. 1994. Strategier for mekanisk ukrudtsbekæmpelse i vårsæd. 11. Danske Planteværnskonference - Ukrudt. SP-rapport nr. 6. 149-162.

Rasmussen J & Rasmussen K. 1995. A strategy for mechanical weed control in spring barley. 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium Budapest 1995: Challenges for Weed Science in a Changing Europe. 557-564.

Rasmussen J & Svenningsen T. 1995. Selective Weed Harrowing in Cereals. Biological Agriculture and Horticulture, 12. 29-46.

Rasmussen K & Petersen J. 1997. Gødningsplacerings indflydelse på mekanisk ukrudtsregulering i vårbyg. 14. Danske Planteværnskonference/Ukrudt. SP-rapport nr. 7. 193-202.

Rydahl P. 2000. PC-Planteværn – faktorer i ukrudtsbekæmpelsen, som påvirker behandlingsindeks. 17. Danske Planteværnskonference – Ukrudt. DJF-rapport nr. 24. 77-86.

Welsh JP, Bulson HAJ, Stopes CE, Froud-Williams RJ & Murdoch AJ. 1996. Weed control in organic winter wheat using a spring-tine weeder. Second International Weed Control Congress, Copenhagen. 1127-1132.

Wilson BJ, Wright KJ & Butler RC. 1993. The effect of different frequencies of harrowing in the autumn or spring on winter wheat, and on the control of *Stellaria media* (L.) vill., *Galium aparine L.* and *Brassica napus L.* Weed Research 33. 501-506.

Radrensning med og uden ukrudtsharvning i vintersæd om foråret i samspil med forskellige dyrkningsfaktorer

Row hoeing followed by weed harrowing in winter cereals in spring under the influence of different cropping factors

Bo Melander, Karsten Rasmussen & Ilse A. Rasmussen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Martin Heide Jørgensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Jordbrugsteknik
Forskningscenter Bygholm
DK-8700 Horsens

Summary

A total of four field experiments were conducted over two years with the objective to study yield and weeding effects of row hoeing followed by weed harrowing in winter barley and winter rye under the influence of row spacing, fertiliser application method, and cereal seed rate. Row hoeing was easier to carry out at 24 cm row spacing than at 12 cm, and the weed control efficacy was higher at 24 cm. However, yield losses arising from increasing the row spacing were rather high, 9-12% in barley and 4-6% in rye. Harrowing just after hoeing at the same driving speed as hoeing improved the weed control efficacy. When further combined with factors that improved the crop competitiveness against intra-row weeds, which usually survive hoeing, the efficacy was almost as high as chemical control (80-90%). Both fertiliser placement and increased seed rate improved crop competitiveness. Weed species with tap roots and an erect growth habit were controlled considerably better than that known for weed harrowing alone. Row hoeing plus weed harrowing at 24 cm row spacing can be a useful method for weed control in organic winter cereal cropping where weed incidences are rather severe. For conventional winter cereal cropping, the method needs further development to improve the working capacity and the possibility for hoeing at more narrow row spacing than 24 cm.

Indledning

Resultater og erfaringer med ukrudtsharvning i vinterhvede er knap så gode, som det der kendes fra vårbyg (Rasmussen & Rasmussen, 1994; Rasmussen & Svenningsen, 1995), fordi det i hvede er vanskeligere at bekæmpe ukrudtsarter med pælerod og strækningsvækst som f.eks. lugtløs kamille (*Tripleurospermum inodorum*), spildraps (*Brassica napus*) og kornvalmue (*Papaver rhoeas*) rettidigt (Wilson *et al*., 1993; Rasmussen, 1998; Welsh *et al*., 1996). En effektiv bekæmpelse af disse arter vil kræve, at harvningerne udføres om efteråret, hvilket dels kan være vanskeligt på grund af vejrforholdene, dels kan føre til alvorlige udbyttedepressioner (Rasmussen, 1998). Radrensning med gåsefodslapper i korn kan være en løsning ved problemer med disse ukrudtsarter. Ved radrensning kan planterne bekæmpes effektivt om foråret, og derfor er behandlingstidspunktet ikke nær så afgørende. Der kan behandles over en længere periode uden risiko for afgrødeskader, og større ukrudt mellem rækkerne kan bekæmpes tilfredsstillende. Bekæmpelsen kan derfor henlægges til om foråret, selv om ukrudtet er blevet stort. Radrensningens større sikkerhed i ukrudtsbekæmpelsen kan også i vårsæd være nyttig til at klare mere besværlige ukrudtsproblemer (Irla, 1991; Dierauer & Stöppler-Zimmer, 1994; Johansson, 1998). I en henholdsvis dansk (vårbyg og vinterhvede) og svensk (kun vårbyg) undersøgelse med radrensning i konventionelt dyrket korn har der været opnået ganske gode bekæmpelseseffekter – i flere tilfælde på niveau med herbicidbehandling - ved 1-2 behandlinger, og radrensningen kunne gennemføres uden nævneværdige skader på afgrøden (Rasmussen & Pedersen, 1990; Johansson, 1998). Her skal det dog bemærkes, at de nævnte besværlige ukrudtsarter kun forekom i større mængder i den svenske undersøgelse. Rækkeafstandsforøgelsen fra 12 cm til 20 cm, som var nødvendig for at gennemføre radrensningen, gav i den danske undersøgelse udbyttenedgange på 0-5% under forudsætning af, at udsædsmængden pr. ha blev bibeholdt, og at radrensningen gav en tilfredsstillende ukrudtsbekæmpelse. I den svenske undersøgelse medførte en rækkeafstandsforøgelse fra 12,5 cm til 25 cm en lidt større udbyttenedgang på 6-8%.

I nyere landsforsøg med radrensning på 24 cm's rækkeafstand i konventionelt dyrket vinterhvede har bekæmpelseseffekterne ikke været helt så gode som i de ovenfor nævnte undersøgelser (Anonym, 2000). Ukrudtsbestandene var gennemgående små, og arter med strækningsvækst forekom kun i beskedent omfang. I enkelte forsøg, hvor lugtløs kamille forekom i større mængder, var effekterne enten på niveau med eller bedre end led med herbicidbehandling. Udbytterne var generelt noget lavere end ved kemisk renholdelse på 12 cm's rækkeafstand, hvilket dels skyldtes selve rækkeafstandsforøgelsen, dels det forhold at der gik ét traktorkørespor gennem parcellerne svarende til den nedkørsel af kornet, der vil være ved anvendelsen af en 4 meter bred radrenser.

Nærværende undersøgelse er udført med henblik på at undersøge, om radrensning i vintersæd kan effektiviseres yderligere ved at kombinere teknikken med ukrudtsharvning og dyrkningsmæssige faktorer. I forhold til tidligere undersøgelser rummer denne undersøgelse flere nye tiltag, som kan sammenfattes i fire punkter: For det første er undersøgelserne udført i vinterbyg og –rug, hvilket ikke tidligere er gjort. De to afgrødearter er valgt, fordi de har en høj konkurrenceevne mod ukrudt, især på grund af en hurtig tilvækst om foråret. Dette kan

give en kraftig hæmning af ukrudtet i selve afgrøderækken, hvor radrensningen i sagens natur kun har meget begrænset effekt. For det andet søges afgrødens konkurrencevne i rækken styrket ved at fremme afgrødens vækst gennem en præcis placering/nedfældning af gødningen i forhold til kornrækkerne om foråret eller gennem en øget udsædsmængde i forhold til det normale. For det tredje bestemmes bekæmpelseseffekten mod ukrudt, når radrensningen suppleres med en efterfølgende ukrudtsharvning ved samme kørehastighed. For det fjerde kvantificeres bekæmpelseseffekterne mod ukrudtsarter karakteriseret ved pælerods- og strækningsvækst specifikt.

Materialer og metoder

Undersøgelserne blev foretaget i markforsøg ved Forskningscenter Flakkebjerg på en sandblandet lerjord. I alt fire forsøg blev gennemført, ét med vinterbyg (sorten *Hanna*) og ét med vinterrug (sorten *Dominator*) i hvert af høstårene 1999 og 2000. Forsøgene blev anlagt som randomiserede blokforsøg med 4 faktorer, 3 gentagelser og en nettoparcelstørrelse på 14,4 m^2. Tabel 1 angiver forsøgsfaktorerne med de tilhørende niveauer samt information om behandlingernes gennemførelse. Vinterraps blev udsået som kunstig ukrudtsplante umiddelbart efter kornet. Rapsen skulle sikre, at der var tilstrækkeligt med "ukrudtsplanter", der havde strækningsvækst og pælerod.

Placering af gødningen blev udført ved hjælp af specialbygget udstyr påmonteret *Kyndestofte* nedfælderskær. Udstyret var fremstillet af Forskningscenter Bygholm, Danmarks JordbrugsForskning. Gødningen udbragt oven på jorden blev udført med samme udstyr blot ved at hæve nedfælderskærerne og holde dem i samme afstand fra kornrækkerne, som angivet i tabel 1. Der blev anvendt ét skær for hver kornrække ved 24 cm's rækkeafstand og ét skær i midten af hvert andet rækkemellemrum ved 12 cm's rækkeafstand. Gødningen var en flydende DanGødning (NPKS 15-2-6-2), som blev udbragt i en mængde svarende til ca. 60 kg N ha^{-1} i begge afgrøder den 31/3-1999 og i en mængde svarende til ca. 50 kg N ha^{-1} i begge afgrøder den 30/3-2000. Gødningen fremstilles af DanGødning A/S, Sdr. Voldgade 15, 7000 Fredericia og er tilsat en urease-inhibitor til hæmning af ammoniakfordampningen efter udbringning. Forsøgene blev gødet igen sidst i april med en almindelig granuleret gødning (21-3-10), således at byggen fik en samlet N-mængde på 130 kg ha^{-1} i 1999 og 120 kg ha^{-1} i 2000, mens rugen fik 100 kg ha^{-1} i 1999 og 90 kg ha^{-1} i 2000.

Ukrudtseffekterne efter bekæmpelse blev opgjort på basis af mængden af ukrudtstørstof i begyndelsen af juni. Tabel 2 angiver hvilke arter, som forekom i forsøgene samt i hvilke mængder. Hvis ikke andet er angivet, omfatter benævnelsen "ukrudt", eller ord hvori ukrudt indgår, kun det naturligt forekommende ukrudt i forsøgene. Effekter på raps bliver omtalt særskilt.

Tabel 1. Oversigt over forsøgsfaktorerne i de fire forsøg. De opnåede plantebestande ved normal og høj udsædsmængde er angivet som antal kornplanter pr. meter række. Tallene i parentes er spredninger på middelværdierne. Experimental factors and levels involved in the four experiments, two in winter barley and two in winter rye. Numbers in parentheses are standard deviations of the means.

Faktor 1)	Faktor 2)	Faktor 3)	Faktor 4)
Rækkeafstand (2 niveauer)	**Gødningsudbringning** (2 niveauer)	**Udsædsmængde** (2 niveauer)	**Bekæmpelse** (4 niveauer)
a) Normal - 12 cm b) Dobbelt - 24 cm	a) På overfladen b) Placeret Dybde: - 5,4 (±1,0) cm, byg 1999 - 5,7 (±1,0) cm, byg 2000 - 5,2 (±1,0) cm, rug 1999 - 6,0 (±1,2) cm, rug 2000 Afstand til rækken ved 24 cm og gns. afvigelse fra midten mellem 2 rækker ved 12 cm: Byg 1999: - 6,7 (±2,0) cm v. 24 cm - 1,8 (±1,3) cm v. 12 cm Byg 2000: - 8,7 (±2,2) cm v. 24 cm - 1,2 (±0,9) cm v. 12 cm Rug 1999: - 6,7 (±1,6) cm v. 24 cm - 1,2 (±1,2) cm v. 12 cm Rug 2000: - 8,2 (±2,1) cm v. 24 cm - 1,2 (±1,1) cm v. 12 cm	a) Normal Byg 1999: - 136 kg ha^{-1} - 35 (±3) pl. m^{-1} v. 12 cm - 74 (±3) pl. m^{-1} v. 24 cm Byg 2000: - 160 kg ha^{-1} - 38 (±1) pl. m^{-1} v. 12 cm - 69 (±4) pl. m^{-1} v. 24 cm Rug 1999: - 120 kg ha^{-1} - 42 (±2) pl. m^{-1} v. 12 cm - 60 (±5) pl. m^{-1} v. 24 cm Rug 2000: - 146 kg ha^{-1} - 39 (±2) pl. m^{-1} v. 12 cm - 66 (±4) pl. m^{-1} v. 24 cm b) Øget Byg 1999: - 205 kg ha^{-1} - 52 (±5) pl. m^{-1} v. 12 cm - 116 (±3) pl. m^{-1} v. 24 cm Byg 2000: - 267 kg ha^{-1} - 63 (±5) pl. m^{-1} v. 12 cm - 115 (±6) pl. m^{-1} v. 24 cm Rug 1999: - 215 kg ha^{-1} - 70 (±5) pl. m^{-1} v. 12 cm - 100 (±6) pl. m^{-1} v. 24 cm Rug 2000: - 247 kg ha^{-1} - 64 (±3) pl. m^{-1} v. 12 cm - 110 (±7) pl. m^{-1} v. 24 cm	a) Ingen b) Herbicid Byg/rug 1999: - 1,5 tab. ha^{-1} Express + 0,7 l ha^{-1} Oxitril den 17/4-99 Byg/rug 2000: - 2 tab. ha^{-1} Express + 2,5 l ha^{-1} Tolkan den 15/10-99 c) Radrensning (*Schmotzer*, man. styret) Byg(b)/rug(r) 12 cm: - ét træk primo april (st. 25(b), 30(r)) - hastighed 2(b), 3,5(r) km t^{-1} - skærbredde 7 cm - arbejdsdybde 2 –3 cm Byg(b)/rug(r) 24 cm: - to træk – primo april (st. 25(b), 30(r)) og ultimo april (st. 31(b), 32(r)) - hastighed første træk 4(b), 6(r) km t^{-1} - hastighed ved andet træk 6(br) km t^{-1} - skærbredde 16 cm - arbejdsdybde 2 –3 cm d) Radrensning (*Schmotzer*) + ukrudtsharvning (*Rabe-werk*) Radrensning som niveau c). Én harvning umiddelbart efter hver rensning ved samme hastighed. Ved 12 cm's rækkeafstand yderligere én harvning ultimo april

Kornet blev høstet med parcelmejetærsker ved modenhed, og der blev høstet 12 rækker pr. parcelbredde ved 12 cm's rækkeafstand og 6 rækker pr. bredde ved 24 cm. Kerneudbytterne er angivet ved 15% vandindhold.

Tabel 2. Oversigt over ukrudtsarter og ukrudtstrykket i de fire forsøg. Tallene i parentes er spredninger på middelværdierne. Weed species and densities presented in the experiments. Numbers in parentheses are standard deviations of the means.

	Byg 1999	**Byg 2000**	**Rug 1999**	**Rug 2000**
Hyppigt forekommende ukrudtsarter i forsøgene med de mest dominerende fremhævet i fed	**Alm. fuglegræs** (*Stellaria media*), **lugtløs kamille** (*Tripleurospermum inodorum*), tvetand (*Lamium spp.*), ager-stedmoder (*Viola arvensis*)	**Alm. fuglegræs**, **lugtløs kamille**, tvetand, ager-stedmoder, hyrdetaske (*Capsella bursa-pastoris*)	**Alm. fuglegræs**, **lugtløs kamille**, tvetand, ager-stedmoder, ærenpris (*Veronica spp.*)	**Alm. fuglegræs**, **lugtløs kamille**, tvetand, ager-stedmoder, hyrdetaske
Ukrudtsbestand (inkl. raps) før bekæmpelse (pl. m^{-2})	110 (±40)	109 (±36)	126 (±35)	151 (±55)
Total mængde ukrudtstørstof (inkl. raps) i juni i led uden bekæmpelse (g m^{-2})	220 (±67)	130 (±50)	87 (±33)	43 (±23)
Mængden af kamille i % af total ukrudtstørstof (inkl. raps)	14 (±13)	8 (±7)	21 (±8)	20 (±9)
Mængden af fuglegræs i % af total tørstof (inkl. raps)	69 (±14)	28 (±11)	46 (±19)	31 (±16)
Mængden af raps i % af total tørstof (inkl. raps)	12 (±6)	56 (±14)	13 (±6)	31 (±12)

Variansanalyserne på ukrudtstørstof (tabel 3 og 4) blev alle foretaget på logaritmetransformerede værdier. Resultaterne i figur 1, 2 og 3 er tilbagetransformerede værdier. Herbicidbehandlede led indgik ikke i analyserne af ukrudtstørstof, fordi vekselvirkningerne mellem mekanisk ukrudtsbekæmpelse og de dyrkningsmæssige foranstaltninger havde høj prioritet. Vekselvirkningerne ville blive svagere bestemt, hvis de kraftige effekter fra herbicidbehandling indgik i modellerne. Ved analyserne af udbytterne blev data transformeret ved hjælp følgende transformation: y=x/(100-x), hvor y er det transformerede udbytte, og x er det målte udbytte. Resultaterne i tabel 6 er tilbagetransformerede værdier.

Resultater og diskussion

Ukrudtseffekter

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse havde en kraftig effekt på mængden af ukrudtstørstof i begge afgrøder i begge forsøgsår (tabel 3 og 4), hvor radrensning plus ukrudtsharvning generelt bekæmpede mere ukrudt end radrensning alene ($p<0,001$ for alle forsøg). Den primære effekt af harvning lige efter radrensning er, at harven trækker ukrudtet mere frem på jordoverfladen, samtidig med at jord på ukrudtsrødderne i nogen grad rystes af. De største bekæmpelseseffekter blev opnået i 2000-forsøgene (tabel 5 og figur 1 og 3). Årsagen er, at den første mekaniske behandling var mere vellykket end i 1999. Især i bygforsøget i 1999 og især ved

anvendelse af det brede skær blev jorden brudt op i store klumper på grund af for høj fugtighed i modsætning til 2000, hvor jorden smuldrede bedre, således at ukrudtsrødderne blev bedre underskåret og rykket i stykker. Effekten i 2000 blev yderligere fremmet af en solrig og varm periode i første halvdel af maj.

Tabel 3. Hovedvirkninger og signifikante vekselvirkninger på mængden af ukrudtstørstof samt kerneudbyttet i de to forsøg med vinterBYG. Frihedsgrader i parentes er antallet gældende for analyser på kerneudbyttet, hvor herbicidbehandlede led indgik. Main effects and significant interactions on weed dry matter and grain yield in the two experiments with barley. Degrees of freedom shown in parentheses are those involved in the analyses on yield, where herbicide treatment was included.

Faktorer	**Frihedsgr.**	1999				2000			
		Ukrudtstørstof		*Kerneudbytte*		*Ukrudtstørstof*		*Kerneudbytte*	
		F-værdi	Signf.	F-værdi	Signf.	F-værdi	Signf.	F-værdi	Signf.
Rækkeafstand (R)	1	0,24	I.S.	21,66	***	23,56	***	34,38	***
Gødningsplace-ring (G)	1	12,55	***	8,88	**	3,46	I.S.	0,50	I.S.
Udsædsmængde (U)	1	2,77	I.S.	2,20	I.S.	12,21	**	0,63	I.S.
Bekæmpelse (B)	2	86,50	***	36,86	***	64,21	***	27,77	***
R x B	2	-	-	-	-	15,96	***	-	-
R x G	1	-	-	-	-	-	-	13,83	***
G x U	1	-	-	-	-	-	-	4,37	*
G x B	2 (3)	5,28	**	3,57	*	-	-	-	-
R x G x U	1	6,97	*	-	-	-	-	-	-

I.S. = ikke signifikant, * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001

Mekanisk bekæmpelse vekselvirkede i begge forsøgsår med nogen af de dyrkningsmæssige faktorer (tabel 3 og 4). Placering af gødningen var særlig virkningsfuld i vinterbyg i 1999, hvor registreringer af byggens biomasse samtidig med ukrudtshøsten i juni viste, at byggens overjordiske biomasse generelt var øget med 19% (p<0,01). Det betød, at kornet konkurrerede bedre med ukrudtet, især hvor der var udført mekanisk bekæmpelse som vist ved vekselvirkningen mellem gødningsplacering og bekæmpelse i figur 1 for 1999-forsøget. Når konkurrenceeffekten er mest markant i forbindelse med bekæmpelse, er det sandsynligvis, fordi radrensningen fjerner langt det meste ukrudt i rækkemellemrummene og primært kun efterlader ukrudt i selve kornrækken, hvor det ofte vil være svækket i en eller anden grad på grund af jordtildækning fra jord kastet ind i rækken. Konkurrencetrykket i selve kornrækken mod det svækkede ukrudt er meget stort og stiger yderligere som følge af, at kornets vækst er fremmet grundet bedre og hurtigere adgang til næringsstoffer.

Tabel 4. Hovedvirkninger og signifikante vekselvirkninger på mængden af ukrudtstørstof samt kerneudbyttet i de to forsøg med vinterRUG. Frihedsgrader i parentes er antallet gældende for analyser på kerneudbyttet, hvor herbicidbehandlede led indgik. Main effects and significant interactions on weed dry matter and grain yield in the two experiments with rye. Degrees of freedom shown in parentheses are those involved in the analyses on yield, where herbicide treatment was included.

Faktorer	**Frihedsgr.**	1999				2000			
		Ukrudtstørstof		*Kerneudbytte*		*Ukrudtstørstof*		*Kerneudbytte*	
		F-værdi	Signf.	F-værdi	Signf.	F-værdi	Signf.	F-værdi	Signf.
Rækkeafstand (R)	1	1,47	I.S.	16,27	***	3,13	I.S.	19,15	***
Gødningsplace-ring (G)	1	1,20	I.S.	7,01	*	2,77	I.S.	0,27	I.S.
Udsædsmængde (U)	1	2,18	I.S.	0,44	I.S.	12,23	**	22,25	***
Bekæmpelse (B)	2	47,08	***	9,34	***	39,70	***	25,75	***
R x B	2	5,44	**	-	-	9,00	***	-	-
G x B	(3)	-	-	-	-	-	-	4,06	*
R x G x B	2	3,61	*	-	-	5,99	**	-	-

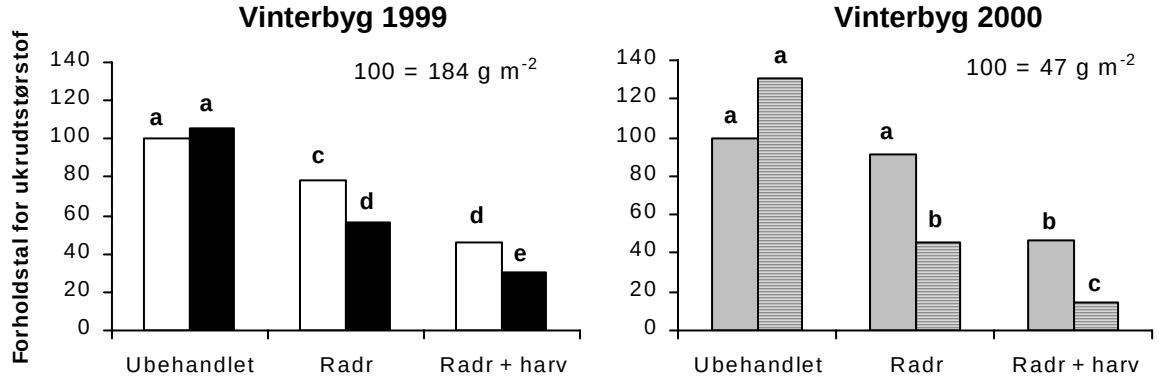
I.S. = ikke signifikant, * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001

Ifølge figur 1 er der ganske vist ikke mindre ukrudt efter gødningsplacering i leddene uden mekanisk bekæmpelse. Men det er ikke et udtryk for, at kornets konkurrenceevne ikke er blevet fremmet, men snarere, at en bedre næringsstofoptagelse nok også har været tilstede for dele af ukrudtspopulationen, således at de to effekter - konkurrence og øget ukrudtsvækst - mere eller mindre har opvejet hinanden. At ukrudtsarterne reagerede forskelligt på gødningsplacering er illustreret i figur 2, hvor kamille, som har en dybtgående pælerod, tydeligt har haft mere fordel af placeringen end fuglegræs med et mere øverlig liggende rodsystem. Da fuglegræs udgjorde den største del af ukrudtstørstoffet (tabel 2), blev den samlede bekæmpelseseffekt som vist i figur 1.

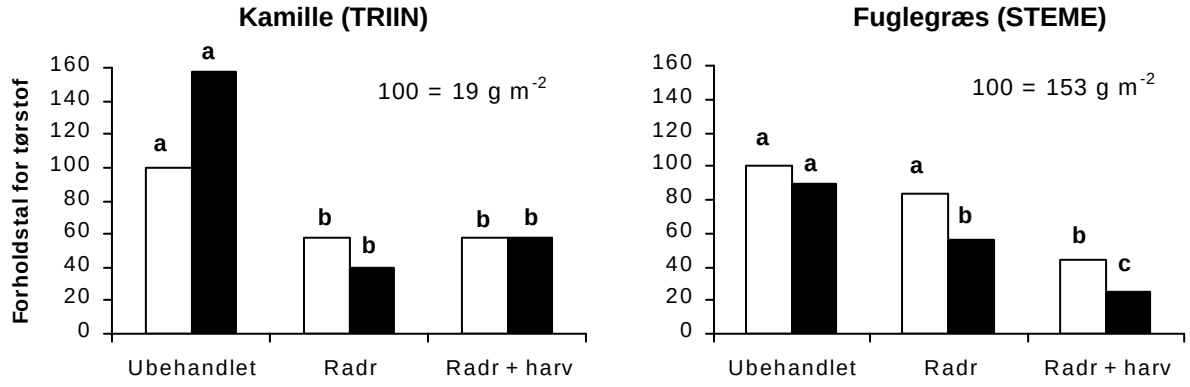
Figur 2 viser også, at effekten på fuglegræs er noget større, når radrensning efterfølges af ukrudtsharvning. Fuglegræs var dominerende i alle fire forsøg (tabel 2), og de gode bekæmpelseseffekter af radrensning plus harvning skal i høj grad tilskrives en stor effekt på netop denne art. Kamille derimod reagerede ikke i samme grad på harvning, men de højeste effekter på kamille og raps blev dog alligevel opnået med radrensning plus harvning i de fleste tilfælde i både byg og rug (tabel 5).

Trevejsvekselvirkningen mellem rækkeafstand, udsædsmængde og gødningsplacering i byg i 1999 viste ikke overraskende, at ukrudtsmængden som gennemsnit af bekæmpelserne var mindst ved 12 cm's rækkeafstand, placering af gødningen og høj udsædsmængde og størst ved dobbelt rækkeafstand, overfladeudbragt gødning og normal udsædsmængde.

En øgning af udsædsmængden fremmede generelt afgrødernes konkurrenceevne i de to forsøg i 2000. Reduktionerne i ukrudtstørstof var på 32% i byg ($p<0,01$) og 36% i rug ($p<0,01$).



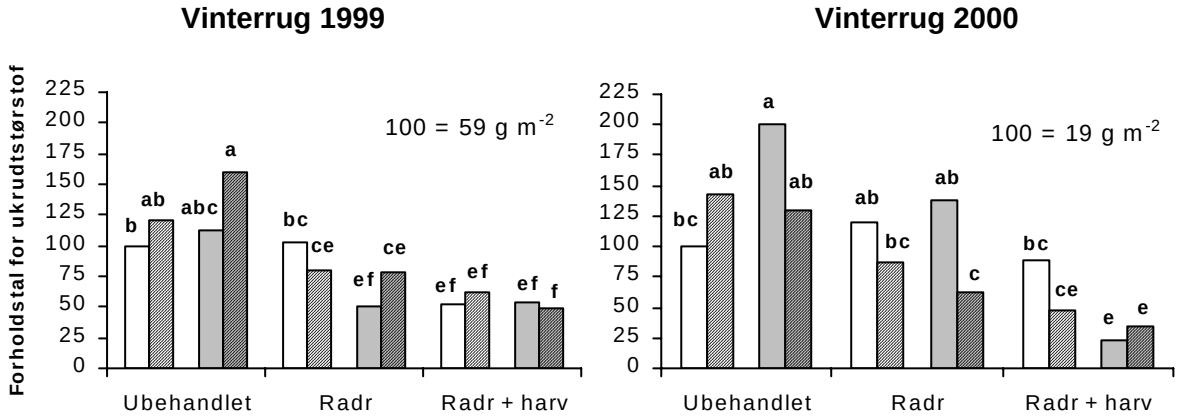
Figur 1. Reduktioner i mængden af ukrudtstørstof efter mekanisk ukrudtsbekæmpelse i vinterbyg. Hvide søjler: overfladeudbragt gødning. Sorte søjler: placeret gødning. Grå søjler: 12 cm's rækkeafstand. Stribede søjler: 24 cm's rækkeafstand. Søjler med samme bogstavsangivelse er ikke signifikant forskellige (5%-niveau). Reductions in weed dry matter following mechanical weeding in winter barley. White columns: surface applied fertiliser. Black columns: placed fertiliser. Grey columns: 12 cm row spacing. Striped columns: 24 cm row spacing. Columns with the same letter are not significantly different (5%-level).



Figur 2. Reduktioner i mængden af tørstof af lugtløs kamille og alm. fuglegræs efter mekanisk ukrudtsbekæmpelse i vinterbyg i 1999. Åbne søjler: overfladeudbragt gødning. Sorte søjler: placeret gødning. Søjler med samme bogstavsangivelse er ikke signifikant forskellige (5%-niveau). Reductions in dry matter of *Tripleurospermum inodorum* (TRIIN) and *Stellaria media* (STEME) following mechanical weeding in winter barley in 1999. Open columns: surface applied fertiliser. Solid columns: placed fertiliser. Columns with the same letter are not significantly different (5%-level).

Større rækkeafstand og ingen bekæmpelse førte generelt til mere ukrudt i forsøgene, men mekanisk bekæmpelse vekselvirkede positivt med øget rækkeafstand i de to rugforsøg og bygforsøget i 2000 (figur 1 og 3). Forklaringen skal ses i fire forhold. Det første forhold, som anses for det væsentligste, er, at der blev gennemført én radrensning mere på 24 cm end på 12 cm's rækkeafstand. Det andet er de anvendte skærbredder, 7 og 16 cm, hvor skæret på 24 cm's rækkeafstand direkte dækker 67% af rækkemellemrummet i modsætning til det mindre skær til 12 cm's rækkeafstand, som "kun" dækker 58%. Det tredje forhold er de højere kørehastigheder, som er mulige ved 24 cm (tabel 1), da styringen her er nemmere. Skærerne arbejder normalt bedre ved 5-6 km t^{-1} end ved lavere hastigheder. Det fjerde forhold vedrører antallet af kornplanter i rækken, som er betydeligt større ved 24 cm end ved 12 cm (tabel 1), fordi udsædsmængden er den samme ved begge afstande, men antallet af kornrækker er kun det halve ved 24 cm's rækkeafstand. Den større plantetæthed ved 24 cm giver et betydeligt større konkurrencetryk mod ikke-bekæmpet/delvis bekæmpet ukrudt i selve rækken, end det vil være tilfældet ved 12 cm's rækkeafstand.

Vekselvirkningerne mellem rækkeafstand, gødningsudbringning og bekæmpelse i de to rugforsøg er vist i figur 3. I 1999-forsøget har gødningsudbringning ikke haft nogen afgørende indflydelse på bekæmpelsesresultatet ved de to rækkeafstande, men ved manglende bekæmpelse har placering haft tendens til at fremme ukrudtsvæksten. I 2000-forsøget har gødningsudbringning heller ikke haft nogen entydig indflydelse på resultaterne af mekanisk bekæmpelse på de to rækkeafstande, men der en tendens til et bedre resultat, hvor gødningen er placeret.



Figur 3. Reduktioner i mængden af ukrudtstørstof efter mekanisk ukrudtsbekæmpelse i vinterrug. Åbne søjler: overfladeudbragt gødning. Skraverede søjler: placeret gødning. Hvid toning er 12 cm's rækkeafstand, grå er 24 cm. Søjler med samme bogstavsangivelse er ikke signifikant forskellige (5%-niveau). Reductions in weed dry matter following mechanical weeding in winter rye. Open columns: surface applied fertiliser. Hatched columns: placed fertiliser. White toning is 12 cm row spacing, grey is 24 cm. Columns with the same letter are not significantly different (5%-level).

Tabel 5. Kombinationer indeholdende mekanisk bekæmpelse med den højeste bekæmpelseseffekt mod naturligt ukrudt, kamille alene og raps alene vist for hver af de fire forsøg. Effekten er udregnet i forhold til 12 cm's rækkeafstand, gødning udbragt på overfladen, normal udsædsmængde og ingen bekæmpelse. De tilsvarende effekter ved kemisk bekæmpelse er angivet i parentes. Treatments with the highest effect against natural weeds, only *Tripleurospermum inodorum*, and only *Brassica napus*, respectively, shown for each of the four experiments. The effects are calculated according to 12 cm row spacing, surface applied fertiliser, normal seed rate, and no control. The corresponding herbicide effects are shown in parentheses.

Forsøg	**Rækkeafstand**	**Gødning**	**Udsædsmængde**	**Bekæmpelse**	**Effekt (%)**
VinterBYG 1999					
Naturligt ukrudt	12 cm	Placeret	Høj	Radr. + harv.	72 (90)
Kamille	12 cm	Placeret	Normal	Radr.	65
Raps	12 cm	På overfladen	Høj	Radr. + harv.	65
VinterBYG 2000					
Naturligt ukrudt	24 cm	Placeret	Høj	Radr. + harv.	94 (97)
Kamille	24 cm	På overfladen	Normal	Radr. + harv.	92
Raps	24 cm	Placeret	Høj	Radr. + harv.	91
VinterRUG 1999					
Naturligt ukrudt	24 cm	Placeret	Høj	Radr. + harv.	65 (75)
Kamille	12 cm	På overfladen	Normal	Radr. + harv.	83
Raps	24 cm	Placeret	Høj	Radr. + harv.	82
VinterRUG 2000					
Naturligt ukrudt	24 cm	På overfladen	Høj	Radr. + harv.	85 (80)
Kamille	24 cm	På overfladen	Høj	Radr. + harv.	85
Raps	24 cm	Placeret	Høj	Radr. + harv.	93

De højeste bekæmpelseseffekter mod vinterraps og kamille blev opnået i 2000-forsøgene (tabel 5), hvor det primært var dobbelt rækkeafstand og radrensning plus harvning, som var afgørende for resultaterne. Selv om bekæmpelseseffekterne efter mekanisk bekæmpelse kan være på niveau med kemisk bekæmpelse, så kan de enkelte overlevende kamilleplanter i kornrækken blive næsten på størrelse med enkeltplanter i ubehandlede led. Men ved stor rækkeafstand og radrensning plus harvning kan størrelsen af enkeltplanter reduceres meget, således at risikoen for frøkast bliver begrænset. Eksempelvis i bygforsøget i 2000 vejede enkeltplanter af kamille efter dobbelt rækkeafstand og radrensning plus harvning kun godt dobbelt så meget, som dem der havde overlevet kemisk bekæmpelse, men 16 gange mindre end enkeltplanter i ubehandlede led.

Udbytteeffekter

Hovedvirkningerne af rækkeafstand og bekæmpelse på kerneudbyttet var stærkt signifikante i alle fire forsøg (tabel 3 og 4). Dobbelt rækkeafstand medførte generelt en udbyttenedgang i

alle forsøgene med de største nedgange - både relativt og absolut - i vinterbyg (tabel 6). Mekanisk bekæmpelse førte til højere udbytte end ingen bekæmpelse i tre af forsøgene, men udbytterne nåede generelt ikke niveauet for de kemisk renholdte led (tabel 7), primært fordi mekanisk bekæmpelse efterlod mere ukrudt end kemisk bekæmpelse. Ukrudtsmængden var generelt lavere i 2000 end 1999, men ukrudtets konkurrenceevne var større i 2000, især i rug - sandsynligvis fordi det udsåede konkurrencestærke raps udgjorde en betydelig større del af ukrudtets biomasse end i 1999 (tabel 2). Øget udsædsmængde medførte et lidt lavere udbytte i det ene rugforsøg, og kernestørrelsen var generelt lidt mindre i alle forsøgene ved øget udsædsmængde end ved normal. Udbytterne fra bygforsøget i 2000 tyder på, at specielt radrensning plus harvning har skadet kornet. Behandlingen efterlod kun lidt ukrudt men førte alligevel til et markant lavere udbytte end ingen bekæmpelse på trods af, at mængden af ukrudtstørstof i de ubehandlede led var noget større. Af tabel 5 og 7 fremgår det, at der ikke nødvendigvis var en sammenhæng mellem de kombinationer af faktorerne indeholdende mekanisk bekæmpelse med det højeste udbytte og dem, som gav den bedste bekæmpelseseffekt. Den helt afgørende forskel var rækkeafstanden, som gav de bedste ukrudtseffekter, men de laveste udbytter.

Tabel 6. Hovedeffekter på kerneudbyttet i de fire forsøg. Udbytter med samme bogstav er ikke signifikant forskellige (5%-niveau). Main effects on grain yield in the four experiments. Yields with the same letter are not significantly different (5%-level).

Behandlinger (hovedvirkninger)	**Byg (hkg ha^{-1})**		**Rug (hkg ha^{-1})**	
	1999	2000	1999	2000
Rækkeafstand				
- 12 cm	43,3 a	52,6 a	64,7 a	57,3 a
- 24 cm	38,1 b	47,6 b	61,8 b	53,6 b
Gødningsplacering				
- ingen	39,1 b	50,8 a	60,5 b	56,0 a
- placeret	42,4 a	49,5 a	65,2 a	55,1 a
Udsædsmængde				
- normal	40,0 a	50,6 a	62,7 a	57,7 a
- øget	41,6 a	49,8 a	63,3 a	53,2 b
Bekæmpelse				
- ingen	32,7 c	49,1 b	59,1 b	51,2 c
- herbicid	48,6 a	55,7 a	65,5 a	60,6 a
- radr.	38,8 b	48,6 bc	63,4 a	53,9 b
- radr.+harv.	40,8 b	46,3 c	63,4 a	55,5 b

Årsagen til vekselvirkningen mellem gødningsudbringning og bekæmpelse i byg i 1999 var, at hercidbehandlingen førte til et højere udbytte ($p<0,001$) efter placering af gødningen end ved overfladeudbringning, mens udbyttet efter mekanisk bekæmpelse kun tenderede til at være højere efter gødningsplacering. Denne tendens til højere udbytte skyldes, dels at

placeringen generelt fremmede udbyttet, dels at den mekaniske bekæmpelse plus placering efterlod mindre ukrudt end mekanisk bekæmpelse plus overfladeudbringning gjorde (figur 1). I de ubehandlede parceller var udbytteforholdet mellem overfladeudbringning og placering lige omvendt, fordi der her var tendens til mere ukrudt, hvor gødningen var placeret. Vekselvirkningen mellem gødningsudbringning og bekæmpelse i rug i 2000 skyldtes, at udbyttet i de herbicibehandlede led med overfladeudbringning var højere ($p<0,05$) end i de herbicibehandlede led med placering af gødningen. Udbytterne for ingen bekæmpelse og de 2 mekaniske led adskilte sig ikke væsentligt mellem de to niveauer af gødningsudbringning.

Tabel 7. Kombinationer med mekanisk bekæmpelse, som gav det højeste kerneudbytte i de fire forsøg samt udbytteniveauet ved almindelig dyrkningspraksis. Tallene i parentes er udbytterne for de bedste mekaniske kombinationer angivet for effekter mod naturligt ukrudt i tabel 5. Treatments with mechanical weeding giving the highest grain yields in the four experiments including the yield level at normal cropping practise. Figures in parentheses correspond to the best mechanical treatments against natural weeds in table 5.

Forsøg	**Rækkeafstand**	**Gødning**	**Udsædsmængde**	**Bekæmpelse**	**Udbytte (hkg ha^{-1})**
VinterBYG 1999					
Bedste mek.	12 cm	Placeret	Høj	Radr. + harv.	50,1 (50,1)
Alm. dyrkningsp.	12 cm	På overfladen	Normal	Herbicid	49,5
VinterBYG 2000					
Bedste mek.	12 cm	På overfladen	Normal	Radr.	55,7 (47,1)
Alm. dyrkningsp.	12 cm	På overfladen	Normal	Herbicid	60,1
VinterRUG 1999					
Bedste mek.	12 cm	Placeret	Høj	Radr.	68,7 (63,8)
Alm. dyrkningsp.	12 cm	På overfladen	Normal	Herbicid	65,3
VinterRUG 2000					
Bedste mek.	12 cm	Placeret	Normal	Radr. + harv.	58,5 (49,1)
Alm. dyrkningsp.	12 cm	På overfladen	Normal	Herbicid	68,0

Vekselvirkningen mellem rækkeafstand og gødningsudbringning i 2000-bygforsøget viste, at udbyttet var lavere ($p<0,05$) efter placering af gødning på normal rækkeafstand, mens udbringningsformen ikke gav anledning til udbytteforskelle ved dobbelt rækkeafstand. Vekselvirkningen mellem gødningsudbringning og udsædsmængde ligeledes i 2000-bygforsøget viste, at øget udsædsmængde gav højere udbytte ($p<0,05$) end normal mængde ved overfladeudbringning af gødningen, mens der ikke var forskel mellem udsædsmængderne ved placering af gødningen. Baggrundene for disse to vekselvirkninger er ikke umiddelbart forklarlige.

Perspektiver

Undersøgelserne har gennemgående vist, at det er muligt at opnå en relativ effektiv ukrudtsbekæmpelse ved hjælp af mekaniske metoder, som er tæt på niveauet for en effektiv kemisk bekæmpelse på 80-90%'s bekæmpelseseffekt. Også de vanskelige ukrudtsarter med pælerødder og strækningsvækst kan bekæmpes tilfredsstillende. Resultaterne understreger, at ukrudtsharvning lige efter radrensningen forbedrer ukrudtseffekterne, men samtidig rummer harvning også risiko for at skade kornet sandsynligvis på grund af for kraftig jordtildækning af kornplanterne. Dierauer & Stöppel (1994), Irla (1991) & Mattsson & Sandström (1994) fremhæver også fordelene ved at harve lige efter radrenseren, mens de nyligt gennemførte landsforsøg ikke har kunnet bekræfte fordelene (Anonym, 2000). Ligeledes har efterredskaber med hyppeeffekt til kornradrensere i svenske forsøg kunnet forbedre bekæmpelsen af ukrudt i kornrækken med 10-20% (Johansson, 1998). På baggrund af disse erfaringer vil det være relevant i forbindelse med udviklingen af fremtidens kornradrensere at tilføre redskabet mere end ét bekæmpelsesprincip. Sammenbygningen af flere principper i et redskab vil samtidigt rationalisere bekæmpelsen, da flere principper kan arbejde i én arbejdsgang. Om sammenbygningen nødvendigvis skal bestå af radrenserskær efterfulgt af harvetænder eller hyppeelementer eller af helt andre principper, eksempelvis roterende renseaggregater (Weber, 1997), er stadigt et åbent spørgsmål, som bør undersøges nærmere.

En udnyttelse af dyrkningsfaktorer, der fremmer kornets konkurrenceevne, kan tydeligvis forbedre effekten mod ukrudt i rækken, hvor det kun bliver delvis bekæmpet ved jordtildækning. En øget bestand af kornplanter i rækken kan hæmme ukrudtet betydeligt. Bestanden øges bl.a. ved, at udsædsmængden fra almindelig rækkeafstand bibeholdes ved øget rækkeafstand. Større udsædsmængde vil yderligere hæve bestanden. Her skal man imidlertid være opmærksom på, at kernestørrelsen kan formindskes ved en tæt plantebestand i rækken. Placering af gødning var særlig virkningsfuldt i det ene år og har muligvis overskygget effekterne fra øget udsædsmængde og større rækkeafstand. En målrettet udbringning af gødningen til vintersæd om foråret er tilsyneladende et emne, som kan rumme både bekæmpelses- og udbyttemæssige fordele. Positive effekter kendes også fra placering af granuleret gødning i forbindelse med såning af vårbyg (Rasmussen & Petersen, 1997).

Radrensning på 24 cm's rækkeafstand er betydeligt nemmere at gennemføre styringsmæssigt end på 12 cm og har også i denne undersøgelse ført til de bedste ukrudtseffekter i de fleste tilfælde. Men nedgangen i udbytterne som følge af en forøgelse af rækkeafstanden vil være af en uacceptabel størrelsesorden i konventionel korndyrkning. En større gennemgang af litteraturen viser da også, at kerneudbyttet går ned for vår-/vinterbyg, hvede og rug, når rækkeafstanden øges fra de almindelige 12 cm - jo mere, jo større afstand og mest ved høje udbytteniveauer (Melander & Jensen, 1999). En rækkeafstand i området 16-18 cm synes ønskeligt, hvis der skal være plads til selve rensningen og styringen af denne og samtidigt sikre udbytteniveauet. Arbejdskapaciteten er en anden faktor, som vil være afgørende for metodens udbredelse i den konventionelle korndyrkning. Nye automatiske styresystemer vil snart være tilgængelige (Søgård & Melander, 2000) for jordbruget, og teknikken vil med stor sandsynlighed også kunne anvendes til radrensning i korn. Hvis både

arbejdsbredden på radrenseren og fremkørselshastigheden derved kan øges, kan arbejdskapaciteten nærme sig et relevant niveau for større anvendelse af metoden.

I økologisk korndyrkning har radrensningsteknikken på sit nuværende tekniske stade et større potentiale end i den konventionelle korndyrkning. Ukrudtsproblemerne kan nemt få et omfang, hvor radrensning på øget rækkeafstand kan være en nødvendig metode at tage i anvendelse (Rasmussen, 2001). Flere anvender endog radrensning til at regulere tidsler i korn. Det tyder ikke på, at økologisk dyrket korn reagerer tilsvarende negativt på øget rækkeafstand, som det er set i konventionel sammenhæng (Anonym, 2000; Rasmussen, 2001). Ofte kan udbyttet blive bedre af at øge rækkeafstanden og radrense ved større forekomster af besværligt ukrudt fremfor at fastholde en normal rækkeafstand og så satse på ukrudtsharvning med risiko for beskedne ukrudtseffekter.

Sammendrag og konklusioner

Fire markforsøg blev gennemført med henblik på at undersøge ukrudts- og udbytteeffekter af radrensning med og uden ukrudtsharvning i vinterrug og -byg om foråret under indflydelse af dyrkningsfaktorerne: rækkeafstand, gødningsudbringning og udsædsmængde. Resultaterne kan sammenfattes til følgende konklusioner:

- Radrensning kunne lettere gennemføres på 24 cm's rækkeafstand og med bedre ukrudtseffekt end på 12 cm
- Ukrudtsharvning udført lige efter radrensning, og ved samme hastighed som denne, forbedrede bekæmpelseseffekterne med 17-39%
- En forbedring af kornets konkurrenceevne mod ukrudt i selve kornrækken gennem en øget kornplantebestand eller ved placering af gødningen forbedrede bekæmpelseseffekterne af mekanisk bekæmpelse med 20-30%, således at de samlede effekter var tæt på niveauet for kemisk bekæmpelse (80-90%)
- Også mod ukrudtsarter med pælerods- og strækningsvækst blev der opnået gode bekæmpelseseffekter i størrelsesordenen 65-90%
- 24 cm's rækkeafstand medførte generelt udbyttetab på 9-12% i vinterbyg og 4-6% i rug i forhold til 12 cm

Radrensning på 24 cm's rækkeafstand synes umiddelbart mest anvendelig til økologisk vin-tersædsdyrkning, hvor udbyttetabene som følge af den større rækkeafstand oftest er betydelig mindre, og hvor den bedre ukrudtseffekt efter radrensningen nemt kan lede til et bedre resultat ukrudtsmæssigt såvel som udbyttemæssigt ved større forekomster af vanskeligt ukrudt sammenlignet med kun ukrudtsharvning på almindelig rækkeafstand. Til konventionel vintersædsdyrkning skal det tilstræbes at tilpasse radrensningsteknikken til mindre rækkeafstande end de 24 cm og i øvrigt forsøge at øge arbejdskapaciteten så meget som muligt.

Litteratur

Anonym, 2000. Oversigt over Landsforsøgene 2000. Landbrugets Rådgivningscenter Landskontoret for Planteavl: 336 pp.

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

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

Johansson D. 1998. Radhackning med och utan efterredskap i stråsäd. Rapporter från jordbearbetningsavdelingen, Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 94, 55 pp.

Mattsson B & Sandström M. 1994. Icke-kemisk bekämpning i stråsäd och oljeväxter. Aktuelt från lantbruksuniversitetet 423, Mark. Växter, pp. 23.

Melander B & Jensen RK. 1999. Rækkedyrkning. I: Kapitel 2, Perspektiver for dyrkning af korn, raps og bælgsæd efter et rækkedyrkningskoncept, DJF-rapport, nr. 16, markbrug: 12-21.

Rasmussen IA. 2001. Strategier for ukrudtsbekæmpelse i økologisk vinterhvede. 18. Danske Planteværnskonference/Ukrudt.

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

Rasmussen J & Pedersen TB. 1990. Forsøg med radrensning i korn - rækkeafstand og udsædsmængde. 7. Danske Planteværnskonference/Ukrudt: 187-199.

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

Rasmussen J & Svenningsen T. 1995. Selective Weed Harrowing in Cereals. Biological Agriculture and Horticulture, 12: 29-46.

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

Søgård HT & Melander B. 2000. Automatisk styring af redskaber til ukrudtsbekæmpelse i rækkeafgrøder – tekniske og biologiske aspekter. 17. Danske Planteværnskonference 2000: 45-57.

Weber H. 1997. Geräte- und verfahrentechnische Optimierung der mechanischen Unkrautregulierung in Beetkulturen. Dissertation, Institut für Landtechnik der Technischen Universität München: 201 pp.

Welsh JP, Bulson HAJ, Stopes CE, Froud-Williams RJ & Murdoch AJ. 1996. Weed control in organic winter wheat using a spring-tine weeder. Proceedings of the Second International Weed Control Congress, Copenhagen: 1127-1132.

Wilson BJ, Wright KJ & Butler RC. 1993. The effect of different frequencies of harrowing in the autumn or spring on winter wheat, and on the control of *Stellaria media* (L.) vill., *Galium aparine* L. and *Brassica napus* L. Weed Research, 33: 501-506.

Command® CS

- Et nyt ukrudtsmiddel til anvendelse i vinterraps og kartofler

®= registreret varemærke for FMC Corporation, USA

Command CS

- A new herbicide for use in winter oilseed rape and potatoes

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

Summary

Command CS is an exiting new pre-emergence herbicide for use in winter oil seed rape and potatoes.

In a dosage rate of 120 g active ingredient per hectare Command CS provides excellent control of important weeds as *Capsella bursa-pastoris*, *Galium aparine*, *Stellaria media* and *Lamium spp* in winter oil seed rape. Especially the efficacy against *Capsella bursa-pastoris* is very interesting as this weed in some areas prevents the growing of winter oil seed rape in the crop rotation. Very high yield increases have been obtained in trials (up to 1.500 kg of seed) where this weed was dominant.

In potatoes, the rate of 90 g active ingredient per hectare Command CS is the perfect combination partner for any other potato herbicides in the first pre-emergence treatment. In Denmark the combination partner is Sencor WG (metribuzin) for a broad-spectrum weed control including important species *as Galium aparine* and *Polygonum convolvulus*.

Command CS has already been approved by the Danish Institute of Agricultural Sciences for the use in winter oil seed rape and in combination with Sencor WG in potatoes for controlling specific weeds. In beginning of year 2001, Command CS has got a registration in Denmark in winter oil seed rape and potatoes.

Indledning

Det aktive stof i Command CS – clomazone - blev oprindelig udviklet af FMC Corporation i USA under koden FMC 57020 og markedsført under varemærkerne Magister, Gamit og Command til ukrudtsbekæmpelse i soja (S. Leak, 2000).

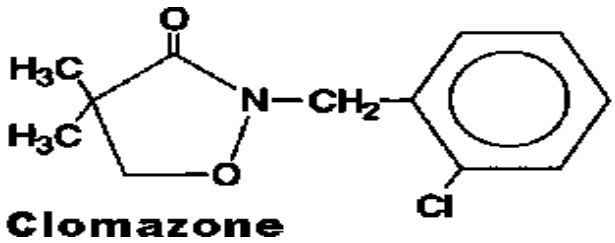
I Europa startede udviklingen i vinterraps og er siden fortsat i kartofler, ærter samt diverse småkulturer. I de store rapsdyrkende lande (Frankrig og Tyskland) har der været clomazone-holdige produkter på markedet i adskillige år.

I Danmark har clomazone været afprøvet af Danmarks JordbrugsForskning siden 1996 og i Landsforsøgene siden 1998. Sideløbende har afprøvning fundet sted ved BASF's egen GEP-certificerede forsøgsenhed. Det er gennem afprøvningen blevet klart, at Command CS har et meget interessant virkningsspektrum for dyrkningen af vinter raps og kartofler under danske forhold. Også i gulerødder, ærter og i nogle afgrøder til frø (f.eks. spinat) er der et godt potentiale for anvendelsen af Command CS.

Den første ansøgning om godkendelse i vinterraps – en WP formulering under varemærket Cirrus - blev indsendt til Miljøstyrelsen i april 1998. Denne ansøgning blev i 1999 suppleret med kartofler, og formuleringen blev ændret til en mere håndteringsvenlig flydende formulering ved samme lejlighed.

Det aktive stof

Clomazone er kemisk en såkaldt isoxazolidine og dermed et nyt stof indenfor den kemiske ukrudtsbekæmpelse.

Navn:	Clomazone (ISO)
Produktnavne:	Command, Cirrus, Centium
Kemisk betegnelse:	2-(2-chlorophenyl)methyl-4, 4-dimethyl-3-isoxazolidinone
Molekylvægt:	239,7
Empirisk formel:	$C_{12}H_{14}ClNO_2$
Strukturformel:	 Clomazone
Formulering:	360 g/l CS (kapselsuspension)
Behandlingsindeks:	Normaldoseringen for Clomazone er 120 g/ha (0,33 l/ha Command CS)

Virkningsmekanisme

Under normal anvendelse (inden fremspiring af afgrøde og ukrudt) optages det aktive stof gennem de fremspirende ukrudtsplanters kimstængel og rodnet og transporteres acropetalt i saftstrømmen (xylem) til vækstpunkter i de overjordiske grønne plantedele. Herefter sker for-

delingen i blade gennem diffusion. Biosyntesen blokerer for dannelsen af fotosynteseaktive pigmenter (klorofyl, cartenoider). Clomazone er en typisk "pigment inhibitor".

Virkningen ses som en tydelig afblegning (hvidfarvning) af følsomme ukrudtsplanter med efterfølgende nedvisning til følge.

En god jordfugtighed og et veltilberedt såbed eller kam uden større knolde fremmer virkningen. Det aktive stof forbliver i det øverste jordlag, hvor det gradvist nedbrydes til mindre bestanddele. Normalt er virkningstiden 4-8 uger afhængig af jordtype og klimatiske forhold.

Command CS er selektiv i bl.a. vinterraps, kartofler, ærter, bønner og gulerødder under danske klima- og dyrkningsforhold, når brugsvejledningen følges. Der kan under etableringen forekomme nogen spredt og forbigående lysfavning (blade med afblegede partier) – især efter kraftig nedbør på let sandjord – men dette er uden betydning for afgrødens videre vækst og for udbyttet.

Godkendelsen

- Command CS er godkendt til brug i vinterraps og kartofler.
- I vinterraps må Command CS anvendes efter såning og ikke senere end 3 dage efter.
- Kartofler må behandles med Command CS efter lægning og ikke senere end 5 dage før fremspiring.
- Til vandmiljøet skal der være 2 meter.
- Produktet er klassificeret som sundhedsskadeligt og har kun R-sætningerne 42/43 på etikettens advarselsfelt.

Virkningsspektrum

Følgende *vejledende* effekter af 90-120 g clomazone pr. ha (0,25-0,33 l/ha Command CS) kan påregnes under gode virkningsbetingelser:

God virkning >85%	Virkning 60-85%	Virkning<60%
Burresnerre	Enårig rapgræs (efterår)	Agerstedmoder
Fuglegræs	Hvidmelet gåsefod	Forglemmigej
Hyrdetaske	Kamille, lugtløs-,	Jordrøg
Tvetand, rød-, liden-,	Pileurt, fersken-, snerle-,	Kamille
Hundepersille	Vejpileurt	Valmue
Alm. Pengeurt	Sort natskygge	Rodukrudt
Alm. Brandbæger	Ærenpris	
Liden nælde		

Indplaceringen af de forskellige arter er sket ud fra data fra Danmarks JordbrugsForskning, Landskontoret for Planteavl, BASF, GEP- og udviklingsforsøg.

På de meget følsomme ukrudtsarter kan det i nogle tilfælde være aktuelt at reducere doseringen af Command CS.

Nedenstående data viser dosisresponsen på udvalgte ukrudtsarter.

Tabel 1. Dosisrespons for udvalgte ukrudtsarter i vinterraps. Danmarks Jordbrugs-Forskning. 1996/1997. Dose response on selected species in winter OSR. 3 trials 1996/1997 carried out at Danish Institute of Agricultural Sciences.

	1/1 dosering	½ dosering	(¼ dosering)
Hyrdetaske	100%	95%	86%
Burresnerre	89%	64%	80%
Fuglegræs	100%	98%	88%
Rød tvetand	100%	100%	100%

Effekt % (vægt). 1/1 dosering = 120 g clomazone pr. ha.

I hele Vesteuropa har FMC de seneste år (fra 1995) foretaget et stort afprøvningsarbejde med Command CS i kartofler. Et udsnit af resultaterne er vist i tabel 2.

De 3 øverste arter, som også Danmarks JordbrugsForskning har anerkendt i vinterraps, kommer ud med meget sikre og høje effekter. Men der er tillige høje gennnemsnitseffekter på sort natskygge og arterne af pileurt. I disse forsøg har det været vellugtende kamille, der har optrådt og dermed med ringe effekt.

Andre forsøg har vist en moderat effekt af Command CS overfor lugtløs kamille

Tabel 2. Command CS i kartofler. Gennemsnit af 64 forsøg udført i Vesteuropa. Command CS in potatoes. Average of 64 trials performed in Western Europe (Belchim report, 2001).

Ukrudtsart	**Effekt %** (Min. – Max)
Hyrdetaske	97 (84 – 100)
Burresnerre	97 (75 - 100)
Fuglegræs	93 (72 - 100)
Vejpileurt	93 (65 - 100)
Snerlepileurt	92 (65 - 100)
Sort natskygge	92 (74 - 100)
Hvidmelet gåsefod	90 (65 - 100)
Fersken pileurt	89 (72 - 98)
Ærenpris	78 (50 - 100)
Kamille	37 (0 - 65)

Anvendelse i vinterraps

Der er i dag relativt få ukrudtsmidler til rådighed i vinterraps, og bl.a. hyrdetaske er en af de arter, hvor der tidligere ikke har været nogen mulighed for effektiv kemisk bekæmpelse.

Dette har på nogle bedrifter medført, at det ikke længere har været muligt at dyrke vinterraps, og denne gode mellemafgrøde og forfrugt er derfor gledet ud af sædskiftet.

Command CS kan både anvendes i vinterraps sået på "normal" rækkeafstand og som supplement til mekanisk ukrudtsbekæmpelse, hvor der er sået på større afstand.

Command CS kan ligeledes anvendes i system med andre midler f.eks. Kerb 500 SC, hvor det er nødvendigt at bekæmpe spildkorn.

Command CS anvendes i en dosering på 0,25-0,33 l/ha indenfor 3 dage efter såning af vinterrapsen. Det skal være et jævnt og godt såbed uden større knolde og med en god jordfugtighed. Command CS får på denne måde de mest optimale virkningsbetingelser.

Ved udvintring af vinterraps, der er behandlet med Command CS, kan der om foråret efter en pløjning i normal dybde sås om med korn, ærter, majs, kartofler, vårraps, gulerødder, løg og hør.

Anerkendelse

Command CS er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning til bekæmpelse af hyrdetaske, burresnerre og fuglegræs med 0,33 l/ha i vinterraps senest 3 dage efter såning.

Hyrdetaske

Command CS har i forsøg med især en stor bestand af hyrdetaske givet meget store merudbytter i Landsforsøg og i forsøg ved Dammarks JordbrugsForskning. Forsøg med merudbytter over 500 kg/ha er vist i tabel 3.

Tabel 3. Udvalgte forsøg fra Landsforsøgene (Landbrugets Rådgivningscenter) og Danmarks JordbrugsForskning. Merudbytter over 500 kg frø pr. ha. Selected trials from Farmers Unions Trials (The Danish Agricultural Advisory Centre) and Danish Institute of Agricultural Sciences. Increased yield (kg seed per ha).

Forsøg og år	Dosering	**Merudbytte** (kg frø pr. ha)
LR 006 (1998/1999)	0,25 l/ha	669 kg
LR 007 (1998/1999)	0,33 l/ha	1.536 kg
	0,25 l/ha	1.489 kg
LR 008 (1998/1999)	0,25 l/ha	576 kg
LR 003 (1999/2000)	0,33 l/ha	984 kg
	0,25 l/ha	736 kg
LR 007 (1999/2000)	0,33 l/ha	604 kg
	0,25 l/ha	662 kg
DJF (1997/1998)	0,33 l/ha	1.314 kg
DJF (1999/2000)	0,33 l/ha	628 kg
	0,17 l/ha	538 kg

I forsøget 1998 fra Danmarks JordbrugsForskning er doseringen af WP-formuleringen omregnet til Command CS.

Anvendelse i kartofler

I kartofler anvendes i dag oftest en delt ukrudtsbekæmpelse, hvor den første sprøjtning foretages **før** kartoflernes fremspiring (gennembrydning) og den anden sprøjtning 7-14 dage senere. Til den anden sprøjtning er Sencor WG en mulighed.

Command CS anvendes i den første sprøjtning i tank-blanding med Sencor WG. Blandingen med Sencor WG er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning. Kombinationen med Sencor WG giver en meget god og bred ukrudtseffekt, der bl.a. inkluderer snerle-pileurt og burresnerre, som på visse lokaliteter kan være et stort problem.

Command CS anvendes i en dosering på 0,25 l/ha i tankblanding med 0,2 kg/ha Sencor WG umiddelbart efter lægning og færdighypning og ikke senere end 5 dage før kartoflernes gennembrydning.

Sprøjtevæsken fordeles jævnt over kammene og virkningen er bedst på en fast og fugtig kam, der har fået tid til at "sætte" sig lidt.

Anerkendelse

Command CS er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning til bekæmpelse af burresnerre, forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, lugtløs kamille, liden nælde, bleg pileurt, fersken pileurt, snerle pileurt, enårig rapgræs, agerstedmoder og ærenpris med 0,25 l/ha Command CS + 0,2 kg/ha Sencor WG, senest 5 dage før kartoflerne spirer frem og 0,15 kg/ha Sencor WG på nyfremspiret ukrudt.

Konklusion

Med godkendelsen af Command CS til sæson 2001 vil der i vinterraps være nye muligheder for bekæmpelse af tabsvoldene ukrudtsarter og dermed give mulighed for en genoptagelse af rapsdyrkningen i visse sædskifter.

I kartofler kan Command CS kombineres med Sencor WG i den første sprøjtning og øge virkningssikkerheden mod problemukrudt som f.eks. burresnerre og snerle-pileurt. Også i andre kulturer, som f.eks. gulerødder, ærter og frøafgrøder, kan Command CS på lidt længere sigt blive et vigtigt supplement til de relativt få midler, som i dag er til rådighed.

Litteratur

Elbæk Jensen P og Jørgensen LN. 1997-2000. DJF rapport 1997, 1998, 1999 og 2000.
Leak S. 2000. Clomazone, formulation CS.
Petersen CA. 1999, 2000. Oversigt over Landsforsøgene 1999 og 2000.
Testers J. 2000. Belchim report.

Anerkendelse af fungicider, insekticider, herbicider og vækstregule-ringsmidler i 2000. Landbrugsafgrøder, frilandsgrønsager samt frugtavl

Fungicides, insecticides, herbicides and growth regulators approved in 2000 for use in agricultural and horticultural crops

Klaus Paaske, Lise Nistrup Jørgensen, Bent J. Nielsen, Peder Elbæk Jensen & Kamilla Jentoft Fertin
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The Danish Institute of Agricultural Sciences grants approval to chemicals and biological plant protection products for control of plant diseases, pests and weeds, when satisfactory trial results are available. The testing is voluntary and performed upon the companies' applications for approval. The trials are carried out according to international guidelines elaborated by the European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO).

From the 1st January 1996 Denmark has been operating a GEP-recognition system (Good Efficacy Practice) in accordance with the EU-directive 93/71EØF.

The Department of Crop Protection has been working in accordance with the principles of GEP during the 2000-season. The recognising authorities (GEP-unit) have inspected the testing units. The department is officially recognised with validity from 1st January 1996.

The trials are carried out at the Department of Crop Protection under the Danish Institute of Agricultural Sciences, and the products are tested to such an extent that it is possible to evaluate whether they will be suited for their purpose under Danish climatic and agricultural conditions. This normally implies 3-6 trials per year carried out under different conditions. Usually the products are tested for two or three years, until a basis of trials, which allows a qualified evaluation, is available.

The dosage is considered to be of great importance. In order to test the potential of the products and establish the approved dosage (normal dose), the trials are generally carried out with 3 dosages. For fungicides and insecticides in agricultural crops 1/1 (normal dosage), 1/2, and 1/4, and for herbicides 2/1, 1/1 (normal dosage), 1/2 and 1/4. For observation trials (seed treatment cereals) dosages of 2/1, 1/1, 1/2 and 1/4 are necessary.

With validity from the first of January 2001, several new fungicides, insecticides and herbicides have been granted an approval. Names of approved products, dosages, active ingredients, plant diseases, insect pests and names of companies are shown in tables 1-5.

The products must be registered in order to be marketed. In Denmark the Danish Environmental Protection Agency gives registrations.

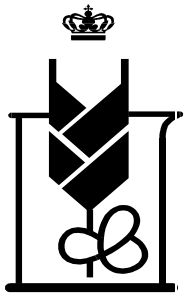
Indledning

Under afprøvningssystemet ved Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg udføres forsøg med bekæmpelsesmidler for at undersøge virkningen på forskellige skadegørere med henblik på at finde de bedst egnede produkter til bestemte anvendelsesområder. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg kan efter tilfredsstillende afprøvningsresultater tildele en anerkendelse, som betyder, at midlet har været undersøgt under danske forhold, og at det har en virkning på højde med eller bedre end standarden på markedet. Forsøgene udføres i henhold til aftale med Dansk Planteværn (Nielsen, 1993). Aftalen er frivillig og senest revideret med virkning fra august 2000.

Som resultat af afprøvningsarbejdet er der med gyldighed fra 1. januar 2001 anerkendt en række nye fungicider, insekticider og herbicider. Vedrørende midler, skadegørere, virksomt stof, anerkendt dosering og anmeldende firma henvises til tabellerne 1-5.

Forsøgsarbejdet vedrørende svampesygdomme i korn er nærmere omtalt i Jørgensen & Jensen (2001), bejdsemidler i korn (Nielsen, 2001a) og svampesygdomme i kartofler (Nielsen 2001b). Skadedyr i landbrugsafgrøder er omtalt i Paaske (2001). Forsøgsdata med videre er angivet i de årlige forsøgsrapporter (Jørgensen et al*.,* 2000; Paaske, 2000; Jensen *et al.,* 2000). Angående tidligere tildelte anerkendelser og anerkendte midler i øvrigt, henvises til "Plantebeskyttelsesmidler anerkendt til bekæmpelse af plantesygdomme, skadedyr og ukrudt, til nedvisning af frøafgrøder og kartoffeltop, til vækstregulering samt til desinfektion 2001" (Anon. 2001). Midlerne optages dog først i denne liste, når de er godkendt af Miljøstyrelsen.

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



Dette indregistrerede fællesmærke for anerkendte plantebeskyttelsesmidler (pesticider og vækstregulerende midler) kan af firmaerne anbringes på anerkendte midlers etiketter i umiddelbar tilknytning til anerkendelsesteksten samt anvendes ved annoncering med videre, såfremt anerkendelsesteksten også anføres. Fællesmærket anvendes også i publikationer i forbindelse med omtalen af anerkendte midler.

Forsøgsbeskrivelse

Forsøgene er gennemført efter EPPO Guidelines (European and Mediterranean Plant Protection Organisation) (Anon. 1 - 4).

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

Afdeling for Plantebeskyttelse har haft en officiel GEP-godkendelse siden 1. januar 1996, og har arbejdet efter GEP-principperne i sæsonen 2000.

Forsøgene er udført som frilands- eller væksthusforsøg suppleret med laboratorieundersøgelser i relevant omfang.

Midlerne afprøves i et omfang, der giver mulighed for at fastslå, om de vil være egnede til formålet under danske klima- og jordbundsforhold. Dette vil normalt indebære 3-6 forsøg pr. år. Hvis betydningen af eventuelle sortsforskelle i kulturplanterne skal kunne vurderes, vil det være nødvendigt at øge forsøgsantallet.

Midlerne afprøves sædvanligvis i 2-3 år, før anerkendelse kan gives.

For at belyse et middels virkningsgrad under danske forhold og skabe grundlag for fastsættelse af den anerkendte dosering ("normaldoseringen"), foretages afprøvningen generelt i 3 doseringer i sammenligning med et standardmiddel i normaldosering. Specielt gælder for fungicider og insekticider til landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager, at de afprøves i 1/1, 1/2 og 1/4 dosering. Herbicider afprøves i 2/1, 1/1, 1/2 og 1/4 dosering. Bejdsemidler afprøves i 2/1, 1/1, 1/2 og 1/4 dosering.

Forsøgene har været placeret på egne eller lejede arealer, på Statens Forsøgsstationer eller udstationeret hos landmænd samt frugt- og bæravlere. I forsøgene er der medtaget anerkendte standardmidler som sammenligningsgrundlag for de afprøvede midler.

Nyanerkendte midler

Nedenfor er angivet nyanerkendte midler eller midler, hvor anerkendelsen er udvidet eller ændret. Hvor anerkendelsen er udvidet, er det kun den nye anerkendelse, der er omtalt.

Tabel 1. Bejdsemidler med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder 1. januar 2001). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Seed dressings with new, extended or changed approval (1st January 2001). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
Cruiser OSR thiamethoxam 280 g/l metalaxyl 33,3 g/l fludioxonil 8 g/l	Syngenta	15 ml/kg frø	Jordlopper *(Phyllotreta spp.)* Kåltrips *(Thrips angusticeps)*
Dividend 030 FS difenoconazol 30 g/l	Syngenta	187,5 ml/100 kg	Stængelbrand på rug og triticale *(Urocystis occulta,* rye and triticale*)* Fusariose på hvede, rug og triticale *(Fusarium spp.,* wheat, rye and triticale) Stinkbrand, jord- og frøbåren, på hvede og triticale (*Tilletia caries*, soil and seed borne, on wheat and triticale) Brunplet på hvede og triticale (*Stagonospora nodorum,* wheat and triticale)
Premis 25 FS * triticonazol 25 g/l	Aventis	200 ml/100 kg	Stængelbrand på rug *(Urocystis occulta,* rye*)*
Raxil IM 035 ES tebuconazol 15 g/l imazalil 20 g/l	Bayer	150 ml/100 kg	Bygstribesyge *(Drechslera graminea)*
Sibutol LS 280 bitertanol 280 g/l fuberidazol 18 g/l	Bayer	100 ml/100 kg	Stængelbrand på triticale *(Urocystis occulta,* triticale*)* Fusariose på triticale *(Fusarium spp.,* triticale) Stinkbrand, jord- og frøbåren, på triticale (*Tilletia caries*, soil and seed borne, on triticale) Brunplet på triticale (*Stagonospora nodorum,* triticale)

Tabel 2. Fungicider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder 1. januar 2001). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Fungicides with new, extended or changed approval (1st January 2001). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
Dithane NT mancozeb 750 g/kg	BASF	2,0 kg/ha	Kartoffelskimmel *(Phytophthora infestans)*
Sereno* fenamidon 100 g/kg mancozeb 500 g/kg	Aventis	1,25 kg/ha	Kartoffelskimmel *(Phytophthora infestans)*
Tern ** fenpropidin 750 g/l	Syngenta	1,0 l/ha	Meldug på korn *(Erysiphe graminis,* cereals)
Zenit 575 EC ** fenpropidin 450 g/l propiconazol 125 g/l	Syngenta	1,0 l/ha	Meldug på korn *(Erysiphe graminis,* cereals) Bygskoldplet *(Rhynchosporium secalis)* Bygbladplet *(Drechslera teres)* Bygrust (*Puccinia hordei*)

**: kun godkendt i hvede

Siden 1998 er der fundet isolater af hvedemeldug i Danmark, som er resistente overfor strobiluriner. Det er i 2000 konstateret, at resistensen nu er så udbredt, at der er risiko for svigtende effekt af strobiluriner mod hvedemeldug. Anerkendelsesudvalget besluttede på denne baggrund at annullere anerkendelsen for Mentor til sprøjtning mod hvedemeldug.

Ved gennemgang af anerkendelserne for bygrust byggende på nye forsøg vurderede anerkendelsesudvalget, at effektniveauet af Corbel er for lavt i forhold til nyere midler og dermed ikke tidssvarende. På den baggrund vedtog udvalget, at anerkendelsen af Corbel til sprøjtning mod bygrust annulleres.

Tabel 3. Insekticider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og havebrug (1. januar 2001). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Insecticides with new, extended or changed approval (1st January 2001). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
Maladan 44 EW malathion 440 g/l	Cheminova Agro	2,0 l/ha	Larver af kålsommerfugle på hvid- og blomkål (*Pieris brassicae*, cabbage and cauliflower)
Fyfanon 44 EW* malathion 440 g/l	Cheminova Agro	2,0 l/ha	Larver af kålsommerfugle på hvid- og blomkål (*Pieris brassicae*, cabbage and cauliflower)

Tabel 4. Herbicider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og havebrug (1. januar 2001). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Herbicides with new, extended or changed approval (1st January 2001). * = not registered in Denmark.

Midler Products	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
All Out Bio	AgroDan	3,0 l/ha i korn før høst	kvik
Ally Class*	DuPont	50g/ha i vintersæd tidlig forår	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, snerle pileurt, agersennep, burresnerre, stedmoderblomst, storkenæb, tvetand, valmue og storkronet ærenpris
Boxer + Quartrol*	Syngenta Aventis	2,0 + 0,75 l/ha i vinterhvede når græsukrudtet har 1-2 blade	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, pengeurt, enårig rapgræs, raps, stedmoderblomst, vindaks
Bromyl* + Pendimethalin EC*	Inter-Trade	0,25 + 1,0 l/ha i vårbyg med 2-3 blade	forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, nat limurt, fersken pileurt, snerle pileurt, raps, agersennep, tvetand og ærenpris
Bromyl* + Pendimethalin SC*	Inter-Trade	0,25 + 1,0 l/ha i vårbyg med 2-3 blade	forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, nat limurt, fersken pileurt, snerle pileurt, raps, agersennep, tvetand og ærenpris
Bromyl*	Inter-Trade	1,0 l/ha i vårbyg med 2-3 blade	forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, nat limurt, hyrdetaske, kamille, fersken pileurt, snerle pileurt, vej pileurt, raps, agersennep, stedmoderblomst, tvetand og ærenpris
Bromyl*	Inter-Trade	1,0 l/ha i vinterbyg, vinterhvede og vinterrug tidlig forår	ærenpris, forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, tvetand, valmue og ærenpris
Chekker* + Isoblette	Aventis	0,2 kg + 0,4 l/ha i vårbyg med 3-4 blade	forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, fersken pileurt, snerle pileurt, vej pileurt, raps, agersennep, burresnerre, stedmoderblomst, tvetand og storkronet ærenpris
Chekker* + Isoblette	Aventis	0,2 kg + 0,4 l/ha i vintersæd tidlig forår	fuglegræs, hanekro, hundepersille (der var 20 pr. m^2), hyrdetaske, kamille, nat limurt, markarve, snerle pileurt, vej pileurt, enårig rapgræs, raps, agersennep, burresnerre, storkenæb og valmue
Command CS	BASF	0,33 kg/ha i vinterraps 0-3 dage efter såning	ærenpris, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, burresnerre og tvetand
GF 184*	Dow	1,5 l/ha i engrapgræs, i rajgræs og i rødsvingel til frø, når afgrøden er i vækst i april	fuglegræs, hyrdetaske, kamille, snerle pileurt, burresnerre, storkenæb og valmue
GF-184*	Dow	1,0 l/ha i vintersæd om foråret	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, snerle pileurt, agersennep, burresnerre, storkenæb og valmue

Tabel 4. Herbicider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og havebrug (1. januar 2001). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Herbicides with new, extended or changed approval (1st January 2001). * = not registered in Denmark.

GF-184*	Dow	0,75 l/ha i vårbyg med 2-3 blade	fuglegræs, hundepersille, hyrdetaske, kamille, fersken pileurt, snerle pileurt, vej pileurt, agersennep, burresnerre og tvetand
Gratil + Isoblette	Aventis	20 g/ha + 0,4 l/ha i vinterhvede tidlig forår	hyrdetaske, kamille og burresnerre
Harmony Class*	DuPont	med 80 g/ha i vårbyg når ukrudtet har 3-5 blade	forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hanekro, hyrdetaske, kamille, nat limurt, fersken pileurt, snerle pileurt, vej pileurt, raps, agersennep, burresnerre, stedmoderblomst tvetand og storkronet ærenpris
Hussar* + Isoblette	Aventis	0,2 kg + 0,4 l/ha i vinterhvede, vinterrug og triticale tidlig forår	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, markarve, snerle pileurt, vej pileurt, rajgræs, enårig rapgræs, raps, burresnerre, storkenæb, tvetand, valmue, vindaks og ærenpris
Inter-Bentazon + Inter-Pendimethalin	InterTrade	0,4 + 0,75 l/ha i ærter på ukrudt med kimblade og med 0,5 + 0,75 l/ha 10 – 14 dage senere	ærenpris, alm. brandbæger, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kamille, fersken pileurt, snerle pileurt, raps, agersennep, stedmoderblomst og tvetand
Lexus Class*	DuPont	med 60 g/ha i vinterhvede, når græsukrudtet har 1-3 blade	agerrævehale, forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, burresnerre, valmue og storkronet ærenpris
Lexus Class*	DuPont	60 g/ha i vinterhvede om foråret	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, raps, burresnerre, tvetand og valmue
Liberty*	Aventis	3,0 l/ha i Liberty resistent majs med 3-4 blade + 3,0 l/ha, når majs har 5-6 blade.	ærenpris, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, læge jordrøg, kamille, liden nælde, pengeurt, fersken pileurt, snerle pileurt, vej pileurt, enårig rapgræs, raps, stedmoderblomst og tvetand
Monitor* + MON 59114	Monsanto	18,75 g/ha i vinterhvede på stadie 30 – 32	fuglegræs, hyrdetaske, raps og vindaks
Monitor* + MON 59114	Monsanto	25 g/ha i vinterhvede på stadie 30 – 32	fuglegræs, hyrdetaske, kamille, snerle pileurt og burresnerre
Primera Super + Stomp SC + Isoblette	Aventis BASF	med 0,4 + 2,0 + 0,4 l/ha i vintersæd, når græsukrudtet har 2-3 blade	ærenpris, agerrævehale, forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, enårig rapgræs, raps, stedmoderblomst, tvetand, valmue, vindaks og ærenpris
Quantum Class*	DuPont	60 g/ha i vårbyg, når ukrudtet har 2-4 blade	ærenpris, forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hanekro, hundepersille, hyrdetaske, kamille, nat limurt, vej pileurt, raps, agersennep, burresnerre, stedmoderblomst, tvetand og valmue

Tabel 4. Herbicider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og havebrug (1. januar 2001). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Herbicides with new, extended or changed approval (1st January 2001). * = not registered in Denmark.

Quartrol*	Aventis	2,5 l/ha i vintersæd tidlig forår	dværgløvefod , forglemmigej, fuglegræs, hundepersille, hyrdetaske, kamille, nat limurt, markarve, snerle pileurt, raps, agersennep, burresnerre, stedmoderblomst, storkenæb, tvetand valmue og ærenpris
Quartrol*	Aventis	1,5 l/ha i vinterhvede med 2-3 blade	dværgløvefod, forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, raps, burresnerre, stedmoderblomst, tvetand, valmue og ærenpris
Quartrol*	Aventis	1,0 l/ha i vårbyg med 2-3 blade og i vårbyg med udlæg af rajgræs	storkronet ærenpris, forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, fersken pileurt, snerle pileurt, vej pileurt, raps, agersennep, burresnerre, stedmoderblomst, tvetand og valmue
Synergy 63 WG + Lissapol Bio	Syngenta	0,1 kg/ha + 0,2% i vårbyg med 2-3 blade	forglemmigej, fuglegræs, hanekro, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, pengeurt , fersken pileurt, snerle pileurt, vej pileurt, raps, agersennep, burresnerre, stedmoderblomst, svinemælk, tvetand og valmue
Synergy 63 WG + Lissapol Bio	Syngenta	0,1 kg/ha + 0,2% i vinterhvede om foråret	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, snerle pileurt, burresnerre og valmue
Touchdown Premium*	Syngenta	2,5 l/ha i korn og i ærter senest 10 dage før høst 2,5 l/ha i stub, når kvikken har 3 – 4 blade	kvik
Touchdown Premium*	Syngenta	3,0 l/ha 4,0 l/ha senest 10 dage før høst.	nedvisning af vårraps nedvisning af ærter

Tabel 5. Navn og indhold af aktivstof i herbicider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse, som anført i tabel 4. Name and active ingredients in herbicides with new, extended or changed approval, as stated in Table 4.

Middel Product	**Aktivstof 1** Active ingredient 1	**Aktivstof 2** Active ingredient 2
All Out Bio	glyphosat 360 g/l	
Ally Class	carfentrazonethyl 400 g/kg	metsulfuronmethyl 100 g/kg
Boxer	prosulfocarb 800 g/l	
Bromyl	bromoxynil 200 g/l	ioxynil 200 g/l
Chekker	idosulfuron 12,5 g/kg	amidosulfuron 125 g/kg
Command CS	clomazone 360 g/l	
GF 184	fluasulam 2,5 g/l	fluroxypyr 100 g/l
Gratil	amidosulfuron 750 g/l	
Harmony Class	carfentrazonethyl 400 g/kg	thifensulfuronmethyl g/kg
Hussar	idosulfuron 50 g/kg	
Inter Bentazon	bentazon 480 g/l	
Inter Pendimethalin	pendimethalin 330 g/l	
Isoblette	surfactant	
Lexus Class	carfentrazonethyl 333 g/kg	flupyrsulfuronmethyl 167 g/kg
Liberty	glufosinat 200 g/l	
Lissapol Bio	surfactant	
MON 59114	surfactant	
Monitor	sulfosulfuron 800 g/kg	
Pendimethalin EC	pendimethalin 330 g/l	
Pendimethalin SC	pendimethalin 400 g/l	
Primera Super	fenoxaproppethyl 69 g/l	
Quantum Class	carfentrazonethyl 333 g/kg	tribenuron 125 g/kg
Quartrol	diflufenican 30 g/l	bromoxynil ioxynil 70+50 g/l
Synergy	dicamba 600 g/kg	triasulfuron 30 g/kg
Touchdown Premium	glyphosat 360 g/l	

Litteratur

Anon 1. 1999. Guidelines for efficacy evaluation of plant protection products. Volume 1, Introduction, general & miscellaneous guidelines, new and revised guidelines.

Anon 2. 1999. Guidelines for efficacy evaluation of plant protection products. Volume 2, Fungicides and bactericides.

Anon 3. 1999. Guidelines for efficacy evaluation of plant protection products. Volume 1, Insecticides and acaricides.

Anon 4. 1999. Guidelines for efficacy evaluation of plant protection products. Volume 1, Herbicides and plant growth regulators.

Jensen PE & Fertin KJ. 2000. Weed 2000 Approval. Results from testing of herbicides and

growth regulators. Book 1 & 2. Research Centre Flakkebjerg.

Jørgensen LN, Nielsen BJ, Høyer MD & Paaske K. 2000. Diseases and insects in arable crops and vegetables 1999. Results from testing of fungicides, insecticides and seed-treatments. Research Centre Flakkebjerg.

Jørgensen LN & Høyer MD. 2001. Svampesygdomme i korn. DJF rapport, 2001.

Nielsen BJ. 2001a. Bekæmpelse af frøbårne sygdomme i korn. DJF rapport, 2001.

Nielsen BJ. 2001b. Bekæmpelse af svampesygdomme i kartofler. DJF rapport, 2001.

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

Paaske K. 2000. Sygdomme og skadedyr 2000. Resultater af forsøg med fungicider og insekticider i frugtavl, væksthusgrønsager, prydplanter og planteskolekulturer samt frilandsgrønsager. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg.

Paaske K. 2001. Skadedyr i landbrugsafgrøder. DJF rapport, 2001.