Bekæmpelsesmiddelforskning
fra Miljøstyrelsen

nr. 2 1993

Pesticiders utilsigtede effekter på meldug og bladlus

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 2 1993

Pesticiders utilsigtede effekter på meldug og bladlus

Erik Kaysø
Lise M. Kristiansen
Lisa Munk
Henrik Saxe
Jørgen Eilenberg
Jesper Kjølholt
Niels Holst

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Indhold

Forord 5

Sammendrag 7

Summary 11

1 Indledning 15

2 Meldugundersøgelser 17

2.1 Markforsøg 17
2.1.1 Materialer og metoder 17
2.1.2 Resultater 19
Meldugangreb i vårbyg 19
Grønt bladareal i vårbyg 20
Kerneudbytte i vårbyg 22
Meldugangreb i vinterhvede 23
Grønt bladareal i vinterhvede 29
Kerneudbytte i vinterhvede 29

2.2 Væksthusforsøg: Meldug 31
2.2.1 Materialer og metoder 31
2.2.2 Resultater 33
Infektionsfrekvens 33
Sporeproduktion 34
Fungitoksisk effekt 35

2.3 Væksthusforsøg: Andre patogener 38

2.4 Diskussion 41

2.5 Konklusion 45

3 Bladlusundersøgelser 47

3.1 Markforsøg 47
3.1.1 Materialer og metoder 47
3.1.2 Resultater 49
Bladlusangreb i vårbyg 49
Kerneudbytte i vårbyg 56
Bladlusangreb i vinterhvede 56
Kerneudbytte i vinterhvede 58
3.1.3 Diskussion 58

3.2 Klimakammerforsøg 64
3.2.1 Materialer 64
3.2.2 Reproduktionsforsøg 65
Metoder 65
Resultater 68
Diskussion 73
3.2.3 Værtspræferenceforsøg 76

3.3 Konklusion 79

4 Aminosyreundersøgelser 81

4.1 Materialer og metoder 81
4.1.1 Markforsøg 81
4.1.2 Klimakammerforsøg 82
4.1.3 Aminosyreanalyser 82

4.2 Resultater og statistiske analyser 82
4.2.1 Markforsøg 82
4.2.2 Klimakammerforsøg 90

4.3 Diskussion 95
4.3.1 Markforsøg 95
4.3.2 Klimakammerforsøg 95
4.3.3 Sammenligning mellem mark- og klimakammerforsøg 96

4.4 Konklusion 96

5 Perspektiver 97

6 Afledte aktiviteter 101

6.1 Møder og studierejser 101

6.2 Opgaver udført i tilknytning til projektet 102

7 Litteraturliste 103

Bilag 109

Forord

Med det formål at belyse herbiciders og vækstregulatorers utilsigtede indflydelse på udviklingen af meldug og bladlus i korn, blev der igangsat et samarbejdsprojekt mellem Afdeling for Terrestrisk Økologi, Danmarks Miljøundersøgelser og Sektion for Plantepatologi, Institut for Plantebiologi, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Indledende undersøgelser blev financieret af Miljøstyrelsens konto 12, og fra maj 1989 til april 1992 blev projektet financieret af Miljøstyrelsens pesticidafgiftmidler indenfor området pesticiders effekt på miljø og sundhed. De involverede institutioner har bidraget med faciliteter.

Sektion for Plantepatologi, KVL har haft det overordnede ansvar for undersøgelserne vedrørende pesticiders utilsigtede indflydelse på meldug i korn. Undersøgelserne er blevet udført af vid.ass., cand.agro. Erik Kaysø med assistance af laborant Gurli Pedersen og med lektor Lisa Munk som projektleder. Arbejdssted for projektdelen var Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles forsøgsgård i Tåstrup.

Danmarks Miljøundersøgelser har haft det overordnede ansvar for undersøgelserne vedrørende pesticiders utilsigtede indflydelse på bladlus i korn og for aminosyreanalyser. I projektperioden har følgende personer været tilknyttet projektet ved DMU:

Forsker, civ.ing. Jesper Kjølholt var ansat som projektleder i perioden 1.2.1989 til 1.9.1989.

Forsker, lic.agro. Jørgen Eilenberg var ansat i perioden 1.9.1989 til 1.8.1990 til varetagelse af bladlusundersøgelserne. Fra 1.11.1989 endvidere projektleder.

Seniorforsker, dr.agro. Henrik Saxe var ansat som projektleder og til varetagelse af aminosyreundersøgelserne i perioden 1.9.1990 til 30.4.1992.

Cand.scient. Lise M. Kristiansen var ansat i perioderne 7.6.1989 til 6.9.1989 og 1.5.1990 til 15.3.1992 til varetagelse af bladlusundersøgelserne.

Docent Hilmer Sørensen og laborant Peter Møller, Kemisk Institut, KVL, udførte aminosyreanalyserne.

Cand.scient. Niels Holst var ansat i perioden 13.2.1992 til 13.3.1992 til den statistiske databehandling af aminosyreanalyserne.

Laboratorietekniker Ane Kjeldgaard var ansat i perioden 1.2.1989 til 1.1. 1992 med særlig henblik på aminosyreundersøgelserne.

Arbejdsstedet for projektdelen hos Danmarks Miljøundersøgelser var i første del af projektperioden i København (Thoravej) og derefter i Silkeborg (Vejlsøvej).

Alle involverede takkes for en særdeles værdifuld indsats gennem årene.

En række personer har i projektets forløb ydet væsentlige bidrag til projektets gennemførelse. En særlig tak skal rettes til:

Studentermedhjælperne stud.agro. Peter S. Boll, stud.agro. Anita C. Henningsen, stud.agro. Jesper Hansen, stud.agro. Lotte Ipsen, stud.agro. Jette I. Jensen, stud.agro. Karin Jørgensen, stud.agro. Klaus S. Kristensen, stud.agro. Lotte Simonsen.
Personalet på forsøgsgårdene i Tåstrup for hjælp til gennemførelse af markforsøg.
Forsker Kristian Kristensen, Statens Planteavlsforsøg for statistisk vejledning.
Maskinchef Bjarke Skriver for vedligeholdelse af klimakamre ved DMU.
Laborant Karen Kjær Jacobsen og miljøtekniker Zdenek Gavor for hjælp til bladlusundersøgelserne.
Cand.scient. Niels Elmegaard, DMU, for faglige kommentar til bladlusundersøgelserne.
Overassistent Eva Svenstrup, Sektion for Plantepatologi, varetagelse af regnskabet for meldugdelen.
Institutionen for Vaxtodling, Sveriges Lantbruksuniversitet for at give adgang til deres markforsøg.

Projektets styringsgruppe takkes for positive diskussioner:

Cand.scient. Claus Hansen (formand), Miljøstyrelsen, København (udtrådt april 1989).
Cand.scient. Ole Carsten Pedersen, Institut for Populationsbiologi, KU (udtrådt april 1989).
Cand.scient. Hans Friborg Pedersen (formand), Miljøstyrelsen, København (tiltrådt maj 1989).
Lektor Holger Philipsen, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole (tiltrådt maj 1989).
Cand.agro. Lene Gravesen, Miljøstyrelsen, København.
Forsker Bent J. Nielsen, Planteværnscenteret, Lyngby.
samt projektdeltagerne.

I nærværende publikation præsenteres projektets resultater. Rapporten er inddelt i tre hovedafsnit, der omhandler henholdsvis meldug-, bladlus- og aminosyreundersøgelserne.

Henrik Saxe og Lisa Munk

Sammendrag

Formål

Projektet har til formål at belyse om der ved anvendelse af herbicider og vækstregulatorer er utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i korn. Et større kendskab til pesticiders utilsigtede effekter vil kunne bidrage til en bedre forståelse af pesticiders påvirkning af miljøet.

Meldug-undersøgelser

I markforsøg blev det undersøgt, hvorledes behandling om foråret med ureaherbicidet isoproturon (Arelon fl.E.) påvirker det epidemiske forløb af meldug (*Erysiphe graminis*) i afgrøderne vinterhvede og vårbyg. I vinterhvede var undersøgelserne gennem to vækstsæsoner koncentreret om ureaherbicidet isoproturon. Resultaterne fra forsøg med sorten 'Citadel' viste, at en forårsbehandling med isoproturon forøgede meldugangrebet meget kraftigt senere hen i vækstsæsonen, og at stigende dosering medførte stigende angreb af meldug. Fem andre hvedesorter i et forsøg i 1991 reagerede på tilsvarende måde. Der blev fundet signifikant sortsvariation, som tilsyneladende var betinget af, at sorterne reagerede på herbicidbehandlingen med forskellige styrke.

Supplerende blev der gennemført et markforsøg, der skulle belyse en eventuel vekselvirkning mellem isoproturon og kvælstofniveau i vinterhvedesorten 'Florida'. Resultaterne viste, at der var positiv vekselvirkning mellem de to hjælpestoffer på angrebsniveauet af meldug. Ved højt kvælstofniveau (180 kg N/ha) var der et betydeligt kraftigere herbicidinduceret merangreb af meldug end ved lavt kvælstofniveau (100 kg N/ha).

I vårbyg blev effekterne af herbiciderne isoproturon, MCPA, chlorsulfuron (Glean), clopyralid (Matrigon) og vækstregulatoren ethephon (Regufon) afprøvet i årene 1988-1991. Der blev fundet årsvariation, idet der kun i et (1991) af tre års markforsøg med isoproturon var en signifikant fremmende effekt på meldugangrebet efter herbicidbehandlingen. Ingen af de øvrige herbicider, der blev afprøvet medførte forhøjet meldugangreb. Resultaterne fra et sortsforsøg med fem vårbygsorter og tre herbicidbehandlinger viste, i lighed med resultaterne fra vinterhvede, en signifikant sortsvariation.

For at klarlægge årsagerne til de under markforhold observerede effekter, blev der under kontrollerede betingelser i væksthus gennemført undersøgelser over herbiciders effekter på infektionsfrekvens og sporeproduktion. Planter behandlet med isoproturon gennem rodsystemet, blev mere modtagelige overfor meldugangreb målt ved stigende infektionsfrekvens. Den meldugfremmende effekt var dosisafhængig, således at der med stigende dosering opnåedes en stigende modtagelighed op til et vist niveau, hvorefter det omvendte gjorde sig gældende. Modtageligheden begyndte at falde ved herbiciddoseringer,

der gav en tydelig visuel hæmning af plantematerialet. Effekten var imidlertid afhængig af planternes alder, således at den var mest udtalt på ældre planter. De enkelte meldugkoloniers sporeproduktion blev hæmmet af herbicidbehandlingen, mens den totale sporeproduktion pr blad steg. Fra et epidemiologisk synspunkt var den stigende infektionsfrekvens ved herbicidbehandling vigtigst.

Isoproturon er fungitoksisk. Sprøjtning af blade med isoproturon reducerede antallet af meldugkolonier for hvilke infektionsprocessen lykkedes. En nærmere undersøgelse af årsagen til den reducerede infektion viste dels, at der skete en reduktion i antallet af spirede sporer, men også at spiringsprocessen i høj grad blev blokeret imellem dannelsen af den primære og den sekundære spirehyfe.

Præliminære undersøgelser i væksthuset med gulrust (*Puccinia striiformis*) og skoldplet (*Rhynchosporium secalis*) og herbicidet isoproturon viste, at disse patogener tilsyneladende reagerer efter samme mønster som meldug.

Bladlus-undersøgelser

I markforsøg blev det gennem to vækstsæsoner undersøgt, hvorledes behandling med isoproturon og ethephon påvirker populationsudviklingen af bladlus i vårbyg og vinterhvede.

Vårbygsorten 'Corgi' blev behandlet med isoproturon og ethephon ved koncentrationerne 0, 1 og 2 gange normaldosering. I 1990 havde ingen af behandlingerne signifikant effekt på bladlusforekomsten, mens behandlingen med dobbeltdosis af både isoproturon og ethephon i 1991 signifikant forøgede bladlusforekomsten.

Vinterhvedesorten 'Citadel' blev behandlet med isoproturon ved koncentrationerne 0, 1 og 2 gange normaldosering. Antallet af bladlus var signifikant højere i vinterhvede behandlet med begge doseringer af isoproturon på opgørelsesdagen i 1990, mens isoproturonbehandlingen i 1991 ikke medførte nogen signifikant effekt på den samlede bladlusforekomst gennem opgørelsesperioden i vækstsæsonen.

I samme markforsøg undersøgtes populationsudviklingen af de tre forekommende bladlusarter: kornbladlus (*Sitobion avenae*), havrebladlus (*Rhopalosiphon padi*) og græsbladlus (*Metopolophium dirhodum*). I vårbyg i 1990 var der ingen signifikant behandlingseffekt på forekomsten af de tre bladlusarter. I 1991 blev forekomsten af græsbladlus signifikant forøget af ethephonbehandlingen og forekomsten af havrebladlus signifikant forøget af isoproturonbehandlingen, mens forekomsten af kornbladlus var upåvirket af begge pesticidbehandlinger. I vinterhvede i 1990 forøgede isoproturon signifikant antallet af den ene art kornbladlus, mens forekomsten af de tre bladlusarter i 1991 var upåvirket af isoproturonbehandlingen.

Under klimakammerforhold blev det undersøgt, hvorledes behandling med ethephon påvirker reproduktionsevnen og værtspræferencen hos bladlusindivider i vårbyg. Det blev vist, at kornbladlusindivider

opnåede såvel højere nymfal vækstrate som højere afkomsantal på vårbyg behandlet med ethephon sammenlignet med ubehandlet vårbyg. Det var ikke muligt at afklare om pesticidbehandlingen indvirkede på værtspræferencen hos korn- og havrebladlus.

Aminosyre-undersøgelser

Undersøgelser af isoproturons og ethephons indflydelse på indholdet og sammensætningen af aminosyrer i vårbyg og vinterhvede blev fortaget i såvel mark- som klimakammerforsøg. Det blev konstateret, at både indholdet og sammensætningen af aminosyrer var meget varierende (gennem tiden og mellem gentagelser). Det var således ikke muligt på grundlag af de foreliggende aminosyreundersøgelser at afklare, om de undersøgte pesticider påvirkede aminosyrerne i vårbyg og vinterhvede.

Konklusion

På grundlag af de nærværende undersøgelser kan det konkluderes, at visse pesticider har utilsigtede effekter på skadegørere. Ureaherbicidet isoproturon udviste betydelig effekt på opformeringen af meldug, men en mere begrænset effekt på opformeringen af bladlus. Vækstregulatoren ethephon havde effekt på bladlus, men ingen effekt på meldug. De fundne utilsigtede pesticideffekter er hermed ikke entydige og afhænger af både pesticid og skadegører.

Der kan således være væsentlige upåagtede ulemper forbundet med anvendelsen af pesticider i landbruget. Anvendelsen af et pesticid kan muligvis øge anvendelsen af et andet pesticid ved at forøge et udbyttereducerende sygdoms- eller skadedyrsangreb. En større viden om de enkelte pesticiders utilsigtede effekter på skadegørere i samspil med andre dyrkningsfaktorer vil kunne bidrage til en bedre forståelse af pesticiders påvirkning af miljøet.

Summary

Objectives

The present project was conducted in order to evaluate the effect of selected herbicides and a growth regulator on the susceptibility of spring barley and winter wheat to powdery mildew infection and aphid attack. A greater knowledge of these possible side-effects of pesticides will contribute to obtaining a better understanding of the impact of pesticides on the environment.

Powdery mildew

*Field trials were conducted in order to evaluate the effect of the herbicide isoproturon (Arelon fl.E.) on the powdery mildew (**Erysiphe graminis**) severity in spring barley and winter wheat. From two growing seasons utilizing spring application of the herbicide isoproturon in the winter wheat cultivar Citadel, the powdery mildew severity strongly increased after ear emergence due to the herbicide treatment. Increased dosage resulted in more severe powdery mildew attack. A trial in 1991 with five different cultivars gave the same result, but specific cultivars exhibited different reactions to treatment levels.*

A field trial with the winter wheat cultivar Florida was conducted in order to evaluate the interaction between herbicide application and nitrogen level. The results showed a strong positive interaction on the the powdery mildew severity. At the high level of nitrogen (180 kg N/ha) the severity of powdery mildew induced by the herbicide treatment was much more pronounced than at the lower level of nitrogen (100 kg N/ha).

In spring barley, the effect of the herbicides isoproturon, MCPA, chlorsulfuron (Glean), clopyralid (Matrigon) and the growth regulator ethephon (Regufon) were tested in the years 1988-1991. Only in one year (1991), a significant increasing effect of the herbicide isoproturon on the powdery mildew severity was observed. No other herbicides in test increased the powdery mildew severity. However, as in the winter wheat trials a significant variation between cultivars was observed.

In controlled environments, the effects of isoproturon on infection frequency and spore production were observed in order to explain the results from the field trials. The application of isoproturon to the root system of young plants increased the powdery mildew attack due to increased infection frequency. The effect depended on the concentration and increased up to a certain level. At dosages where a visible inhibitory effect was exhibited, the infection frequency decreased. The effect depended on the plant age and was more pronounced with older plants. The spore production from the individual powdery mildew colonies decreased after herbicide application, but the total spore production per leaf increased due to the greater number of powdery

mildew colonies. From an epidemiological point of view, the effect on the infection frequency was most important.

Isoproturon is fungitoxic. The application of isoproturon to the leaves reduced the number of successful infections by mildew spores. Further examination revealed both that the number of germinated spores decreased and that the germination process was blocked between the formation of the primary and the secondary germination hyphe.

*Preliminary trials under controlled environment with yellow rust (**Puccinia striiformis**) and scald (**Rhynchosporium secalis**) and the herbicide isoproturon showed that these pathogens apparently reacted after the same pattern as powdery mildew.*

Aphids

Field trials were conducted during two growing seasons in spring barley and winter wheat in order to evaluate the effect of isoproturon and ethephon on the population development of aphids.

Spring barley (cultivar Corgi) was treated with isoproturon and ethephon at 0, 1 and 2 times the recommended dosage. In 1990 none of the treatments significantly affected the abundance of aphids, whereas in 1991 the highest dosage of isoproturon and ethephon significantly increased the abundance of aphids.

Winter wheat (cultivar Citadel) was treated with isoproturon at 0, 1 and 2 times the recommended dosage. The number of aphids on the only sampling day in 1990 was significantly higher in winter wheat treated with both dosages of isoproturon. In 1991 isoproturon had no significant effect on the total abundance of aphids during the sampling periode in the growing season.

*In the same field trials the abundance of the three aphid species present was evaluated: **Sitobion avenae**, **Rhopalosiphum padi** and **Metopolophium dirhodum**. In spring barley in 1990 there was no significant treatment effects on the abundance of the three aphid species. In 1991 the abundance of **M. dirhodum** was significantly increased by ethephon treatment and the abundance of **R. padi** was significantly increased by isoproturon treatment, whereas the abundance of **S. avenae** was unaffected by both pesticide treatments. In winter wheat in 1990 isoproturon treatment significantly increased the abundance of one ahid species, **S. avenae**, whereas the abundance of the three aphid species in 1991 was unaffected by the isoproturon treatment.*

*In climate chambers experiments were conducted in order to evaluate the effect of ethephon on reproduction and host preference of aphid individuals on spring barley. It was shown that **S. avenae** individuals achieved a higher nymphal growth rate as well as a higher number of offspring on spring barley treated with ethephon compared to untreated controls. It was not possible to assess whether pesticide treatment influenced the host preference of **S. avenae** and **R. padi**.*

Amino acids

The impact of isoproturon and ethephon on the content and the composition of amino acids in spring barley and winter wheat was investigated in field trials and experiments in climate chambers. The variability of both the content and the composition of amino acids was found to be pronounced (during time and between replicates). It was therefore not possible to assess the impact of the investigated pesticides on the amino acids in spring barley and winter wheat.

Conclusions

The studies of the present project have shown that certain pesticides have side-effects on pests. The urea herbicide isoproturon caused a considerable effect on the infection of powdery mildew and a more restricted effect on the abundance of aphids. The growth regulator ethephon affected aphids, but did not affect powdery mildew. Thus the observed side-effects of the tested pesticides are ambiguous and depend on the pesticide as well as the pest.

There may therefore be considerable unnoticed disadvantages associated with the application of pesticides in agriculture. The use of one certain pesticide can possibly increase the use of another pesticide by enhancing the attack of a yield reducing disease or insect pest. A greater knowledge of the side-effects of pesticides on pests and their interactions with other factors can contribute to obtaining a better understanding of the impact of pesticides on the environment.

1 Indledning

Baggrund

Gennem de seneste år har der været en stigende offentlig opmærksomhed på de mulige miljømæssige konsekvenser der er forbundet med anvendelsen af pesticider. I denne forbindelse har miljøministeren igangsat et forskningsprogram med det formål at belyse pesticiders effekter på miljøet for derigennem at opnå en bedre forståelse af pesticiders miljøpåvirkning. Nærværende projekt er et led i denne pesticidforskning.

Hovedformål

Det overordnede formål med undersøgelsen i projektet er at belyse om et pesticid påvirker behovet for et andet pesticid. Konkret undersøges om anvendelsen af herbicider og vækstregulatorer øger forekomsten af sygdomme og skadedyr for derigennem at øge behovet for anvendelsen af fungicider og insekticider.

Skadegørerne

I undersøgelsen er der valgt at fokusere på to væsentlige udbyttereducerende skadegørere i kornafgrøder - meldug og bladlus. Begge skadegørere ernærer sig af levende plantevæv og er dermed direkte afhængige af deres værtsplanters tilstand. Bladlus suger phloemsaft og meldugsvampene etablerer sig i bladenes epidermis.

Dette tætte samspil mellem skadegører og værtsplante i agerøkosystemet udsættes til stadighed af ydre påvirkninger såsom klimaet, men også dyrkningsmæssig forhold såsom kvælstofgødskning og ikke mindst pesticider.

Pesticiders utilsigtede effekter

Den nuværende viden om pesticiders utilsigtede virkninger på meldug og bladlus er dog begrænset (Altman og Campbell 1977, Campbell 1988). Bedst undersøgt er gruppen af urea- og triazinherbicider, der har medført signifikant forhøjede meldugangreb i hvede (Springer og Heitefuss 1986; Ibenthal og Heitefuss 1979a), hvorimod de almindelige anvendte hormonmidler ikke har kunnet påvises at have nogen virkning på meldugangreb (Brandes og Heitefuss 1971a; Beck 1979). Pesticiders utilsigtede indflydelse på bladlus er bedst undersøgt for hormonmidlerne 2,4-D og MCPA. I de fleste tilfælde medførte anvendelsen af 2,4-D en opformering af bladlus i afgrøden (Maxwell og Harwood 1960, Adams og Drew 1969, Oka og Pimentel 1974, Hinz og Daeben 1980). Enkelte forsøg viste derimod, at 2,4-D og MCPA ikke påvirkede bladlusenes formeringsevne (Rautapaa 1972). Vækstregulatoren CCC har vist forskellige virkninger overfor meldug (Harris 1978) og bladlus (Campbell 1988), mens effekten af en anden vækstregulator ethephon er ukendt.

Årsagerne til herbiciders og vækstregulatorers mulige indflydelse på meldug og bladlus er endnu uafklaret. En af de mulige forklaringer er, at pesticidet ændrer afgrødens fysiologiske tilstand, således at afgrødens næringsværdi forbedres for skadegørerne. Værtsplanters kvælstofindhold betragtes som den vigtigste næringskomponent for fytofage

insekter som bladlus (McNeill og Southwood 1978, Strong et al 1984, Montller 1991). Således har Weibull (1987) vist, at vækstraten hos havrebladlus (*Rhopalosiphum padi)* er korreleret med byg- og havreplanters indhold af frie aminosyrer. Yderligere er enkelte aminosyrer specielt glutamin og aspargin vist at have betydning for plantens resistens overfor bladlus (Emden 1973, Weibull 1988).

Litteraturen om pesticiders indflydelse på den kemiske sammensætning af planter i vækst er sparsom. Til trods for den udbredte anvendelse af pesticider gennem mange år er den biokemiske virkemekanisme af mange pesticider på plantemetabolismen stadig enten ukendt eller uklar (Campbell 1988). Heitefuss og medarbejdere har i forbindelse med deres undersøgelser af herbiciders indvirkning på meldug påvist ændringer i vinterhvedes indhold af frie aminosyrer og kulhydrater som følge af herbicidbehandling (Brandes og Heitefuss 1971b). Fedkte et al (1977) påviste at ureaherbicidet methabenzthiazuron forøgede indholdet af frie aminosyrer i hvede, ligesom Gruzdev m.fl. i daværende USSR (abstracts) i flere undersøgelser har påvist biokemiske forandringer hos korn i vækst som følge af behandlinger med f.eks. dicamba, picloram, 2,4-D, ethephon, chlormequat (CCC). I Danmark har Larsen (1977) fundet at høje doseringer af simazin kraftigt forøgede indholdet af glutamin og aspargin i italiensk rajgræs.

Kvælstofgødskning

I modsætning til pesticider syntes det relativt veldokumenteret, at stigende tilførsler af kvælstofgødskning gennem stigende indhold af kvælstof i afgrøden fremmer både meldug- og bladlusangreb. Eventuelle vekselvirkninger mellem herbicider og kvælstofniveau er dårligt belyst.

Hovedindtrykket af litteraturen er sammenfattende, at der er stærk behov for systematiske undersøgelser af pesticiders utilsigtede effekter overfor meldug og bladlus, og for at disse undersøgelser kobles sammen med plantefysiologiske forklaringsmodeller.

Projekt formål

På denne baggrund er formålet med det foreliggende projekt at undersøge om herbicider og vækstregulatorer indvirker på forekomsten af meldug og bladlus i kornafgrøder. Hypotesen for projektet er, at pesticiderne øger forekomsten af skadegørere gennem fysiologiske ændringer af kornafgrøden. I projektet fokuseres på kornafgrødens ernæringsmæssige kvalitet i form af plantens kvantitative og kvalitative aminosyreindhold. Samtidig undersøges om kvælstofgødskningsniveauet påvirker effekten af pesticidbehandlingen overfor skadegørerne.

Pesticiderne

De undersøgte pesticider har primært været ureaherbicidet isoproturon (Arelon fl.E.) og vækstregulatoren ethephon (Regufon). Begge pesticider er almindelig anvendte i danske kornafgrøder. Isoproturon anvendes primært til bekæmpelse af græsukrudt, mens ethephon bruges som stråforkortningsmiddel for at nedsætte risikoen for lejesæd.

Undersøgelserne

Undersøgelser af meldug, bladlus og aminosyrer i kornafgrøder er foretaget under mark-, væksthus- og klimakammerforhold.

2 Meldugundersøgelser

Indledning

Fra udenlandske undersøgelser er det kendt, at herbicider kan fremme et meldugangreb i vinterhvede (Ibenthal og Heitefuss 1979a). Størst effekt af herbicider er konstateret i undersøgelser med uroner og triaziner, der har givet en klart fremmende effekt på angrebsniveauet af hvedemeldug senere i vækstsæsonen (Springer og Heitefuss 1986, Ibenthal og Heitefuss 1979a). Effekten af herbicidbehandlingen kommer til udtryk ved at der umiddelbart efter udsprøjtningen af herbicidet og en tid frem ses en periode med formindsket angreb i de behandlede parceller i forhold til referencen - den såkaldte *"shock"-fase*. Denne fase afløses siden af den såkaldte *"recovery"-fase*, der er karakteriseret ved at afgrøden bliver mere modtagelige overfor angreb af meldug, og der opstår derved et højere angrebsniveau (Ibenthal og Heitefuss 1979a).

Overordnede mål

Nærværende projektdel blev igangsat for at belyse om der under danske forhold kan påvises en indflydelse af herbicider på den epidemiske udvikling af meldug i korn.

2.1 **Markforsøg**

Der er i årene 1988 til 1991 gennemført markforsøg i vårbyg, og i 1989/90 og 1990/91 i vinterhvede. I vårbyg er der afprøvet flere forskellige herbicider for effekt på opformeringshastigheden af meldug (*Erysiphe graminis*), mens afprøvningerne i vinterhvede er koncentreret om isoproturon. I vinterhvede er der yderligere foretaget undersøgelser over isoproturons vekselvirkning med kvælstofniveauet på den meldugfremmende effekt.

2.1.1 **Materialer og metoder**

Forsøgsplan

Markforsøgene blev udført på Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles forsøgsgårde i Tåstrup. Forsøgsparcellerne målte 1.50 X 10.0 m, og var udlagt som blok- eller split-plot forsøg med 5 eller som oftest 6 gentagelser. I forsøg med vårbyg var forsøgsparcellerne adskilt af parceller med vårhvede for at reducere smittespredningen af meldug mellem forsøgsparcellerne. I vinterhvede var forsøgsparcellerne adskilt af vinterbygparceller. Hvor det blev skønnet nødvendigt, blev forsøgsparcellerne håndluget for at holde ukrudtsniveauet på et ensartet niveau, og derved eliminere forskelle i parcellernes mikroklima. Alle udsprøjtninger af herbicider og vækstreguleringsmidlet blev foretaget om foråret med en efterhængt traktorsprøjte med læskærm i en væskemængde på 300 l/ha med Hardi dyser nr. 1553-14, og et tryk på 3 bar.

Behandlinger i vårbyg

I vårbyg (*Hordeum vulgare*) blev der gennemført forsøg i 1988, 1989, 1990 og i 1991. De afprøvede midler var i 1988 herbicidet MCPA og vækstregulatoren Cerone (ethephon) udbragt hhv. den 19. maj og den

20. juni. I 1989 Arelon fl. E. (isoproturon), Glean (chlorsulfuron), Matrigon (clopyralid) og Regufon (ethephon), hvor herbiciderne blev udbragt den 25. april og vækstregulatoren den 8. juni. I 1990 udbragtes herbiciderne isoproturon og chlorsulfuron den 10. maj, og vækstregulatoren ethephon den 11. juni. I alle tre år blev midlerne udbragt ved den anbefalede dosering på sorten 'Corgi', og der indgik desuden forsøg til måling af eventuelle vekselvirkninger mellem herbiciderne og vækstreguleringsmidlet. I 1991 blev alene afprøvet isoproturon udbragt den 6. juni i tre doseringer (0, 1 og 2 gange anbefalet dosering (1,0 kg a.i./ha)) på vårbygsorterne 'Alexis', 'Corgi', 'Lenca', 'Regatta' og 'Sewa'. Forsøgene blev grundgødsket med 400 kg 0-8-20 og generelt udført ved lave N-niveauer. I 1988 ved 50 og 80 kg N/ha, 1989 ved 80 kg N/ha og i 1990 og 1991 ved 100 kg N/ha. Såtidspunktet i de enkelte år var hhv. 22. april, 3. april, 22. marts og 10. april.

Behandlinger i vinterhvede

I vinterhvede (*Triticum aestivum*) blev virkningen af forårsudbragt isoproturon undersøgt i to vækstsæsoner. I 1990 blev herbicidet udbragt i en doseringsgradient på 0, 1/4, 1/2, 1, 1 1/2 og 2 gange den anbefalede dosering (1,25 kg a.i./ha) den 2. april, og i 1991 i doseringerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (1,12 kg a.i./ha) i sorten Citadel. Alle udsprøjtninger med isoproturon i vinterhvede er i 1991 foretaget den 12. april. Forsøgene i de to vækstsæsoner er udsået hhv. den 21. september 1989 og den 4. oktober 1990. I 1991 blev der desuden gennemført et sortsforsøg og et vekselvirkningsforsøg med kvælstof. I sortsforsøget blev sorterne 'Florida', 'Fresco', 'Longbow', 'Pepital' og 'Sleipner' behandlet med isoproturon i doseringerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering ved et kvælstofniveau på 150 kg N/ha. I vekselvirkningsforsøget blev den anbefalede dosering benyttet i sorterne 'Obelisk' og 'Florida' sammen med to kvælstofniveauer, 100 og 180 kg N/ha i form af kalkammonsalpeter (kas). I forsøget blev indlagt et fungicidbehandlet led som blev behandlet med Tilt Turbo (1 l/ha) 3 gange i vækstsæsonen.

Opgørelse af meldug

Bedømmelsen af meldugangrebet foregik ved flere gange (5-8) i løbet af vækstsæsonen at indsamle 20 skud tilfældigt fra hver forsøgsparcel ved hver opgørelse. Indsamlingen blev foretaget ved at gå langs den pågældende parcels langsider, og på hver side at indsamle 10 skud så tilfældigt som muligt, dog uden at samle i de to yderste rækker. Angrebsgraden af meldug blev derefter opgjort ved at tælle og summere antallet af meldugkolonier på de 4 øverste udrullede blade, indtil senescens reducerede antallet af blade, der kunne opgøres.

Opgørelse af grønt bladareal

For at måle om behandlingerne havde indflydelse på senescensgraden blev der, hvor intet andet er angivet, estimeret for procent grønt bladareal på det nederste af de opgjorte blade.

Høstudbytte

Bestemmelse af korneudbytte (hkg/ha ved 15% vand) er udført i alle forsøg.

Statistik

For statistisk bearbejdning blev parameteren AUDPC (Area Under Disease Progress Curve) der er nærmere beskrevet hos Shanner &

Finney (1977) udregnet. AUDPC er et udtryk for hele den opgjorte periodes angrebsniveau. Den statistiske bearbejdning af data blev udført ved hjælp af PC-SAS. Anførte signifikante forskelle er baseret på den til variansanalysen hørende LSD_{95}-værdi, hvor intet andet er angivet.

Opgørelse af bladareal

I vårbygforsøget i vækstsæsonen 1989 blev der målt, om behandlingerne havde indflydelse på planternes bladareal. Fra hver parcel blev udregnet et gennemsnit fra 10 målte blade, der blev anvendt til den videre statistiske behandling (Boll 1991).

2.1.2 **Resultater**

Meldugangreb i vårbyg

Afprøvede midler og N-niveauer fra de fire års markforsøg i vårbyg vedrørende meldug er sammenstillet i tabel 2.1.

De fire forsøgsår var meget forskellige hvad angår de klimatiske forhold. 1990 var et udpræget meldugår, mens 1989 var et meget tørt år, der hindrede meldugudviklingen (se klimadata i bilag 1).

Tabel 2.1
Oversigt over midler og kvælstofniveauer i markforsøg i vårbyg 1988-1991 i Tåstrup.
Chemicals (midler) and nitrogen level (N-niveau) in field trials in spring barley 1988-1991 at the Research Station in Tåstrup.

ÅR	1988	1989	1990	1991
Midler	MCPA ethephon	isoproturon ethephon chlorsulfuron clopyralid	isoproturon ethephon chlorsulfuron	isoproturon
N-niveau (kg/ha)	50 80	(50) 80 (110)	100	100

( ) = se tekst.

1988

1988 var der ingen behandlingseffekt af herbicidet (MCPA) og vækstreguleringsmidlet (ethephon), hverken som enkeltfaktorer eller i kombination. Det højeste kvælstofniveau gav anledning til et signifikant højere meldugangreb end ved det lave kvælstofniveau, hvilket viser, at den valgte metode er velegnet til påvisning af forskelle i meldugangreb.

1989

1989 var et udpræget tørkeår. Vækshastigheden af meldugepidemien i de behandlede parceller var højere end i referenceparcellerne, men tørken bevirkede, at epidemiforløbet standsede meget tidligt i vækstsæsonen. På grund af tørken nåede meldugniveauet i de behandlede parceller aldrig signifikant over meldugniveauet i de ubehandlede referenceparceller. I forsøget var desuden indlagt forsøgsled med henholdsvis 50 og 110 kg N/ha. Den lave N-behandling gav signifikant

mindre meldugangreb, mens det høje N-niveau ikke var signifikant forskelligt fra referencen.

1990

I 1990 var der ingen signifikante behandlingseffekter på meldugangrebet. På grund af et meget højt angrebsniveau blev opgørelsen uddifferentieret, således at der blev opgjort og beregnet separat på det øverste blad, og på resten af bladene under et. Hverken på det øverste blad eller på de øvrige blade var der en behandlingseffekt ved beregning på det samlede materiale med F-test. For analysen af de øvrige blade, var der en behandlingseffekt på nogle af opgørelsesdatoerne. Som gennemsnit lå infektionsniveauet i de isoproturonbehandlede planter lidt højere end i referencen, mens de øvrige behandlinger som gennemsnit gav et lavere angrebsniveau end referencen.

1991

I forsøgsåret 1991, hvor der var medtaget 5 forskellige sorter af vårbyg, kunne for første gang måles signifikant fremmende effekt på meldugniveauet efter behandling med isoproturon ($P \leq 0.0001$). På sortsniveau var det imidlertid kun 'Corgi', der viste signifikant respons på behandlingen med isoproturon. På de øvrige sorter var effekten ikke signifikant. Herbicidet blev udsprøjtet i 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering, og stigende dosering medførte stigende meldugangreb (tabel 2.2).

De fire års forsøg med forskellige midler og under forskellige betingelser viser således, at der tilsyneladende er en årsvariation i herbicidernes effekt på meldugangrebet i vårbyg.

Tabel 2.2
AUDPC (Area Under Disease Progress Curve) for fem sorter af vårbyg i markforsøget i Tåstrup 1991. Sorterne var behandlet med isoproturon om foråret i doserne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (1.0 kg a.i./ha.). Gennemsnitsværdier indenfor hver søjle efterfulgt af samme bogstav er ikke signifikant forskellige på 5 % niveau.
AUDPC (Area Under Disease Progress Curve) for five cultivars of spring barley in 1991 field trial at the Research Station in Tåstrup. The cultivars were treated with isoproturon at spring in the doses (dosering) 0, 1 and 2 times the recommended dosage (1.0 kg a.i./ha). Averages within cultivar followed by the same letter are not significantly different at the 5 % level.

Dosering	Alexis	Corgi	Lenca	Regatta	Sewa
0	3 a	12874 a	8100 a	4439 a	2757 a
1	30 a	15810 b	9479 a	4527 a	3934 a
2	13 a	18863 c	9345 a	5402 a	4097 a

Grønt bladareal i vårbyg

En 'greening'-effekt er udtryk for en forsinket senescens på det opgjorte blad i forhold til den ubehandlede reference. Det fremgår af tabel 2.3, hvorledes senescensen af de nederste af de opgjorte blade blev påvirket af herbicidbehandlingerne i forsøgsårene. Grønt bladareal blev ikke opgjort i 1988.

Tabel 2.3
Oversigt over behandlingseffekt på det grønne bladareal i markforsøg i vårbyg 1989-91.
The effect of the herbicide treatment (effekt) on the green leaf area in field trials with spring barley 1989-91.

År	1989	1990	1991
Effekt	Signifikant greening effekt	Ingen effekt	Tendens til greening effekt

I 1989 medførte alle herbicidbehandlingerne en signifikant effekt på det grønne bladareal, således at det grønne bladareal i forhold til referencen blev forøget (tabel 2.4). I 1990 var der ingen behandlingseffekt, mens der i 1991 blev målt en behandlingseffekt på grænsen til det signifikante ($P < 0.086$). Der var en tendens til at stigende dosering medførte, at senescensen på det nederste af de opgjorte blade var forsinket i forhold til referencen (tabel 2.5).

Tabel 2.4
Gennemsnitlig procent grønne bladareal på fjerde blad talt fra oven i markforsøg i 1989 i vårbygsorten 'Corgi' behandlet med herbicider og vækstregulagulator. Værdier efterfulgt af * er signifikant forskellige fra reference på 5 % niveau.
*Average percent green leaf area on leaf number four from the top in field trial in 1989 in the spring barley cultivar 'Corgi' treated with herbicides and a growth regulator (behandling). Values followed by * are significantly different from control at the 5 % level.*

Behandling	%
chlorsulfuron + ethephon	64.4 *
isoproturon + ethephon	62.6 *
isoproturon	61.9 *
ethephon	60.9 *
chlorsulfuron	60.3 *
50 kg N/ha	58.8 *
clopyralid	56.6 *
110 kg N/ha	53.2
Reference 80 kg N/ha	51.0

Totalt bladareal i vårbyg

Hverken herbicid- eller vækstreguleringsbehandlingerne påvirkede afgrødens bladareal i 1989, mens der var tendens til stigende bladareal ved højt kvælstofniveau på opgørelserne den 6. og den 19. juni (P hhv. 0.14 og 0.08) (Boll 1991).

Tabel 2.5
Gennemsnitlig procent grønt areal på det nederste af de opgjorte blade gennem hele vækstsæsonen for fem sorter af vårbyg i markforsøg 1991 behandlet med isoproturon i doseringerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (1.0 kg a.i./ha.).
Average percent green leaf area on the lowest of the estimated leaves during the growing season for five cultivars of spring barley in field trial 1991 treated with isoproturon at 0, 1 and 2 times the recommended dosage (dosering) (1.0 kg a.i./ha.)

Dosering	%
0	65.6
1	66.4
2	67.3

Kerneudbytte i vårbyg

I 1988 blev udbyttet reduceret signifikant ved behandling med MCPA, mens ethephonbehandling ikke påvirkede udbyttet (Hansen 1989) (tabel 2.6). Udbyttetallene for pesticidbehandling repræsenterer gennemsnitstal over to kvælstofniveauer 50 og 80 kg N/ha.

Tabel 2.6
Kerneudbytte i hkg/ha i vårbygforsøg ('Corgi') i 1988 efter behandling med MCPA og ethephon.
Yield (hkg/ha.) in field trial in the spring barley cultivar 'Corgi' in 1988 after treatment (behandling) with MCPA and ethephon.

Behandling	hkg/ha
Uden MCPA	37.8
Med MCPA	35.9
Uden ethephon	37.3
Med ethephon	36.4
LSD,95	1.8

I 1989 var der ingen behandlingseffekt på kerneudbyttet, mens der i 1990 og 1991 kunne konstateres en signifikant behandlingseffekt. I 1990 medførte behandlingen med chlorsulfuron, at udbyttet blev signifikant højere end referencen, mens dette dog ikke gjorde sig gældende for stoffet udbragt i kombination med ethephon (tabel 2.7). I tabel 2.8 ses hvorledes udbyttet har fordelt sig på de enkelte sorter for hver dosering i 1991. For alle sorter blev udbyttet signifikant reduceret ved 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon.

Tabel 2.7
Kerneudbytte i hkg pr. ha. for markforsøg i vårbyg 1990 ('Corgi') ved behandling med herbicider og vækstregulator. Værdien efterfulgt af * er signifikant forskellig fra referencen på 5 % niveau.
*Yield (hkg/ha.) in field trial in the spring barley cultivar Corgi 1990 treated with herbicides and a growth regulator. The value followed by * is significantly different from the reference at the 5 % level.*

Behandling	hkg/ha
reference	57.7
isoproturon	57.3
chlorsulfuron	60.2 *
ethephon	56.1
isoproturon + ethephon	56.4
chlorsulfuron + ethephon	57.7

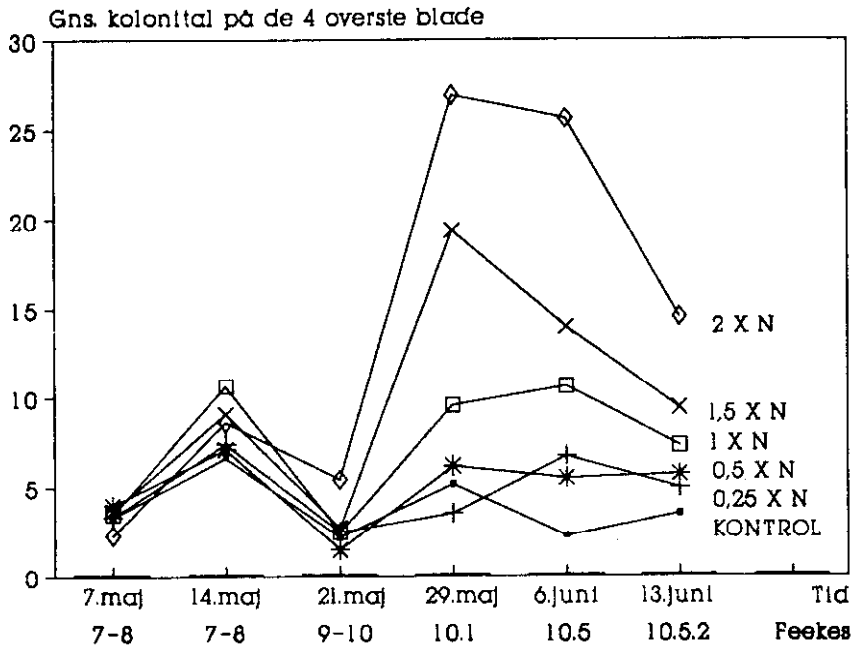
Tabel 2.8
Gennemsnitligt udbytte (hkg/ha.) for fem sorter af vårbyg i markforsøg 1991. Sorterne var behandlet med isoproturon i doseringerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering. Gennemsnit indenfor hver søjle efterfulgt af samme bogstav er ikke signifikant forskellige på 5 % niveauet.
Average yield (hkg/ha.) for five cultivars of spring barley in field trial 1991. The cultivars were treated with isoproturon at 0, 1 and 2 times the recommended dosage (dosering) (1.0 kg a.i./ha.). Averages within cultivar followed by the same letter are not significantly different at the 5 % level.

Dosering	Alexis	Corgi	Lenca	Regetta	Sewa
0	40.6 a	44.0 a	39.8 ab	45.5 a	41.2 a
1	39.5 a	42.0 a	41.9 a	43.8 a	43.2 a
2	36.7 b	36.0 b	39.1 b	39.0 b	38.0 b

Meldugangreb i vinterhvede

1989/90

Resultaterne fra meldugbedømmelserne i vinterhvede behandlet med isoproturon viste i begge forsøgsår en betydelig behandlingseffekt. Det fremgår af figur 2.1 hvorledes stigende dosering af isoproturon medførte et stærkt stigende angreb af meldug fra slutningen af maj i vækstsæsonen 1989/90 efter isoproturonbehandling den 2. april. To gange normaldosering medførte 5-6 gange højere angreb af meldug ved bedømmelserne den 29. maj og 6. juni. I slutningen af vækstsæsonen aftog den epidemiske udvikling i takt med et faldende grønt bladareal.



Figur 2.1
Gennemsnitlige antal meldugkolonier på de øverste fire blade i markforsøg i vinterhvedesorten 'Citadel' i vækstsæsonen 1989/90. Forsøget er behandlet med en gradient af isoproturon den 2. april. Dosering er angivet som dosering gange normaldosering (1.12 kg a.i./ha.).
Average number of powdery mildew colonies on the top four leaves in field trial in the winter wheat cultivar 'Citadel' in 1989/90. The trial was treated with increasing dosage of the herbicide isoproturon at the 2th of April 1990. Dosages are given as dosage multiplied by the recommended dosage (1.12 kg a.i./ha.)

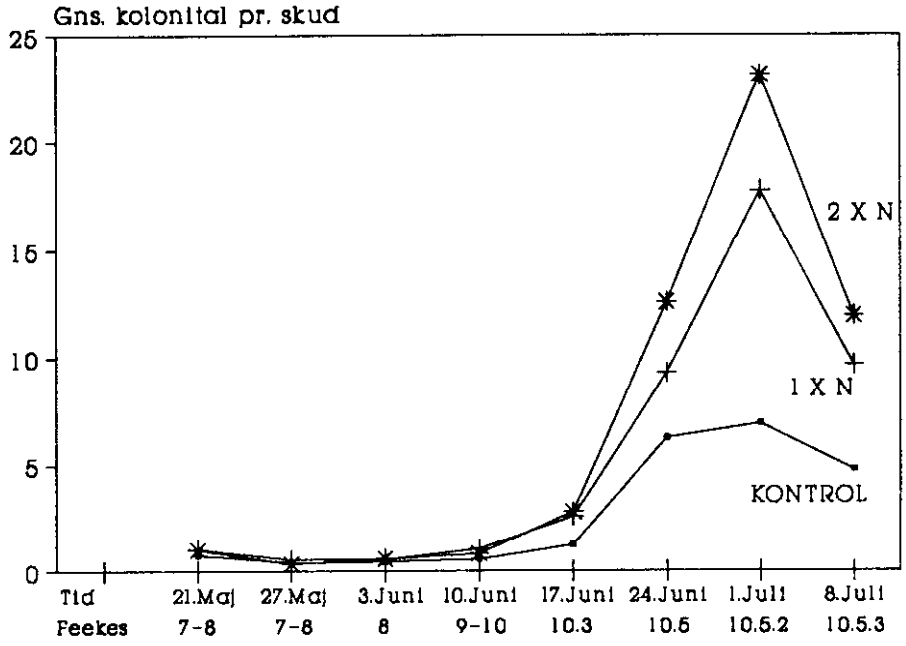
I tabel 2.9 er angivet de doseringer, der ved de enkelte opgørelsesdatoer har givet et signifikant merangreb i forhold til den ubehandlede reference. Det ses, at sidst på vækstsæsonen gav selv meget lave doseringer signifikant mere meldugangreb.

Tabel 2.9
Angivelse af den eller de doseringer, der har medført et signifikant højere angrebsniveau af meldug end angrebsniveauet i den ubehandlede reference på de enkelte opgørelsesdatoer i 1989/90. (Se figur 2.1).
Doses (dosis) causing a significantly higher level of powdery mildew disease than in the untreated control plots at the specific dates (opgørelses dato) in 1989/90 (see figure 2.1).

	Opgørelsesdato					
	7. maj	14. maj	21. maj	29. maj	6. juni	13. juni
Dosis	ingen	1	2	1,1½,2	¼,1, 1½,2	1, 1½,2

1990/91

En gentagelse af forsøget i en forenklet udgave med færre doseringer i vækstsæsonen 1990/91 viste praktisk taget samme resultat (se figur 2.2 og tabel 2.10). Det ses, at der er signifikant højere meldugangreb sidst på vækstsæsonen i begge forsøgsår. I 1989/90 betød vejrbetingelserne at meldugangrebet startede tidligere end i 1990/91. I forhold til afgrødens udvikling sås effekterne på meldug tidligere i vækstsæsonen 1989/90 end i 1990/91 hvor den første opgørelse efter skridning var henholdsvis den 6. juni og 17. juni.



Figur 2.2
Gennemsnitlige antal meldugkolonier på de øverste fire blade i markforsøg i vinterhvedesorten 'Citadel'. Forsøget er behandlet med isoproturon den 12. april 1991 i doseringerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (1,12 kg a.i./ha.).
Average number of powdery mildew colonies on the top four leaves in field trial in the winter wheat cultivar 'Citadel' in 1990/91. The trial was treated with the herbicide isoproturon the 12th of April 1991 at the dosages 0, 1 and 2 times the recommended dosage (1.12 kg a.i./ha.)

Tabel 2.10
Angivelse af den eller de doseringer, der fra 17. juni har medført et signifikant højere angrebsniveau af meldug end angrebsniveauet i den ubehandlede kontrol på de enkelte opgørelsesdatoer i 1990/91 (se figur 2.2).
Doses (dosering) causing a significantly higher level of powdery mildew disease after the 17th of June than in the untreated control plots at the specific dates (opgørelses dato) in 1990/91 (see figure 2.2).

	Opgørelsesdato			
	17. juni	24. juni	1. juli	8. juli
Dosering	1, 2	2	1, 2	1, 2

Vekselvirkning mellem sorter og herbicidbehandling

Et forsøg med fem forskellige sorter af vinterhvede i vækstsæsonen 1990/91, blev behandlet med isoproturon i doseringerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering. Det fremgår af tabel 2.11, dels at der er tydelig signifikant effekt af herbicidbehandlingen, dels at der er sortsforskelle i modtageligheden overfor meldug, men også at der er vekselvirkning mellem sort og herbicidbehandling (dosering). Dette betyder, at sorterne ikke reagerede ens på herbicidbehandlingen med hensyn til modtageligheden overfor meldug. Af tabel 2.12 fremgår det imidlertid, at der for sorterne set samlet er tale om stigende smittetryk efter herbicidbehandlingen, dog kun signifikant for 'Florida'. Vekselvirkningen udtrykker således en forskel i den styrke hvormed sorterne reagerer.

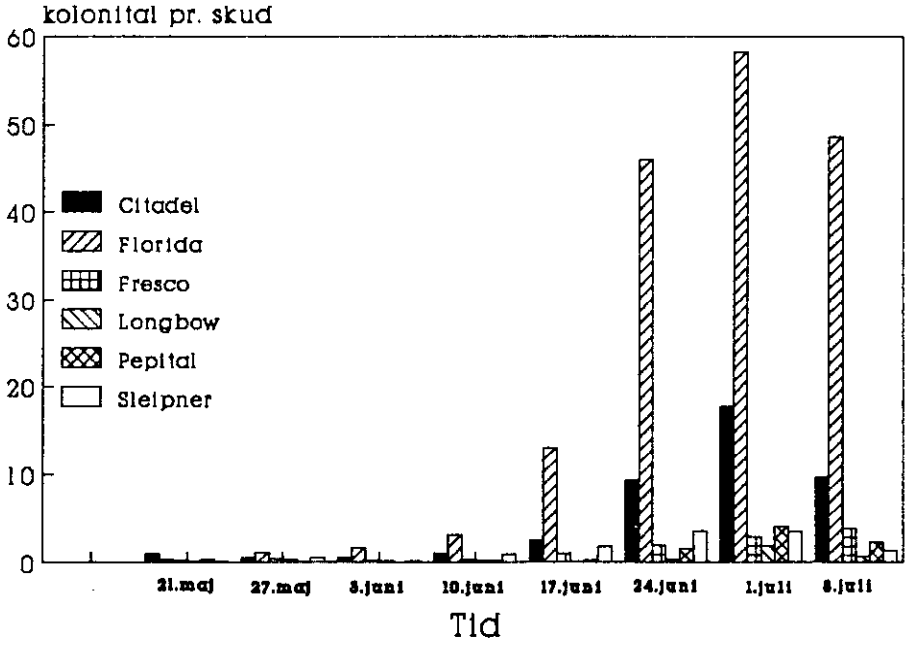
Tabel 2.11
Variansanalysetabel af arealet under sygdomskurven (AUDPC) for fem forskellige sorter af vinterhvede behandlet med isoproturon i tre doseringer - 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (1,12 kg a.i./ha.) den 12 april i markforsøg 1990/91. Værdier efterfulgt af * hhv. *** er signifikante på hhv. 5 og 0.1 % niveau.
*Analysis of variance on the Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) for five different cultivars of winter wheat treated with isoproturon at the doses 0, 1 and 2 times the recommended dosage (1.12 kg a.i./ha.) the 12th of April in field trial 1990/91. Values followed by * resp. *** are significant at 5 resp. 0.1 % level.*

Faktor	df	F-værdi
Sort	4	419.33 ***
Dosis	2	43.28 ***
Sort*Dosis	8	26.83 ***
Blok	4	8.83 ***
Sort*Blok	16	2.72 *
Blok*Dosis	8	2.11

Af tabel 2.12 fremgår det hvorledes sygdomstrykket har været i de enkelte sorter ved hver af de tre doseringer. Stigende dosering medførte generelt stigende smittetryk af meldug opgjort ved AUDPC med 'Florida' som mest modtagelige og 'Longbow' og 'Pepital' som mindst modtagelige sorter. Det fremgår af figur 2.3 at forskellene i sorternes angrebsgrad viser sig omkring 17. juni og fremefter. Resultaterne skal derfor tolkes med stor forsigtighed, idet usikkerhederne er store ved det lave smittetryk.

Tabel 2.12
Arealet under sygdomskurven (AUDPC) for sortsforsøg i vinterhvede behandlet med isoproturon den 12 april 1990 i doseringerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (1,12 kg a.i./ha.). Værdier indenfor hver søjle efterfulgt af samme bogstav er ikke signifikant forskellige på 5 % niveau.
Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) for field trial with five different cultivars of winter wheat treated with isoproturon the 12th of April 1991 at 0, 1 and 2 times the recommended dosage (1.12 kg a.i./ha.). Values within each cultivar followed by the same letter are not significantly different at the 5 % level.

Dosis	Florida	Fresco	Longbow	Pepital	Sleipner
0	9699 a	638 a	134 a	331 a	422 a
1	14872 b	892 a	353 a	775 a	1168 a
2	23630 c	946 a	721 a	695 a	2168 a



Figur 2.3
Meldugudviklingen ved anbefalet dosering af isoproturon gennem hele vækstsæsonen i vinterhvedesorterne 'Citadel', 'Florida', 'Fresco', 'Longbow', 'Pepital' og 'Sleipner'.
The development of powdery mildew during the growing season at recommended dosage of isoproturon (1.12 a.i./ha.) applied the 12th of April in the winter wheat cultivars 'Citadel', 'Florida', 'Fresco', 'Longbow', 'Pepital' and 'Sleipner'.

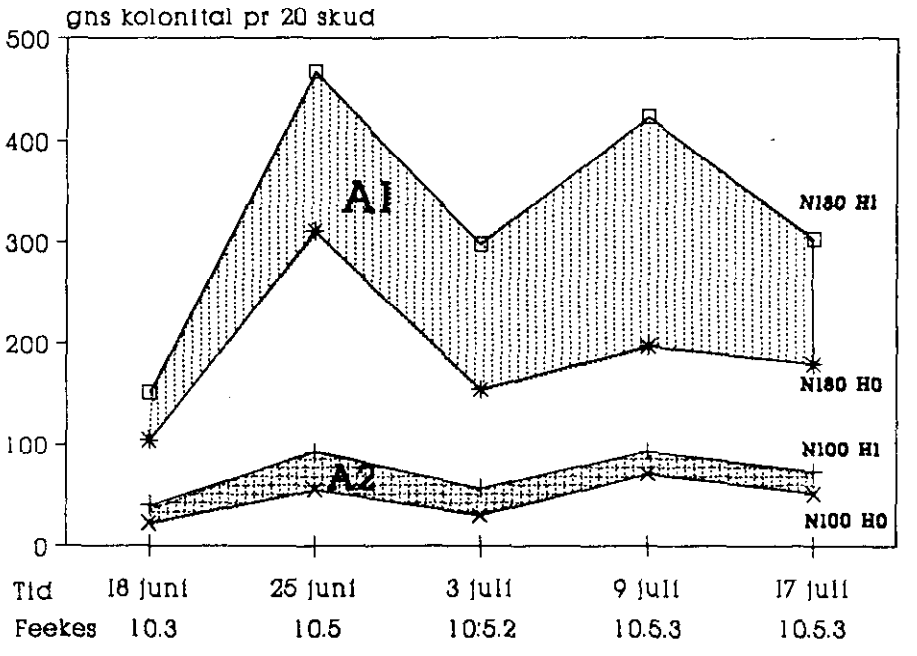
Vekselvirkning mellem kvælstofniveau og herbicidbehandling

For at undersøge hvorledes kvælstofniveauet påvirker afgrødens respons på herbicidbehandingen med hensyn til meldugmodtagelighed, blev der gennemført et vekselvirkningsforsøg mellem kvælstof og herbicidbehandling i markforsøg i vinterhvede i vækstsæsonen 1990-/91. Som det fremgår af tabel 2.13, var der betydelige behandlingseffekter af både herbicidbehandlingen og af kvælstofniveauet på meldugtrykket. Det ses desuden, at vekselvirkningen mellem de to hjælpestoffer er signifikant.

Tabel 2.13
Variansanalysetabel af Arealet under sygdomskurven (AUDPC) for vinterhvedesorten 'Florida' ved to kvælstofniveauer, med og uden applikation af herbicidet isoproturon 0 og 1 gange den anbefalede dosering (1,12 kg a.i./ha) i markforsøg 1990/91. Værdier efterfulgt af * hhv *** er signifikante på hhv. 5 og 0.1 % niveau.
*Analysis of variance on the Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) for the winter wheat cultivar 'Florida' at two levels of nitrogen (100 and 180 kg N/ha) (kvælstof) with and without treatment with the herbicide (herbicid) isoproturon at recommended dosage (1.12 kg a.i./ha.) the 12th of April in the field trial 1990/91. Values followed by * resp *** are significantly at 5 resp. 0.1 % level.*

Faktor	df	F-værdier
Blok	4	28.87 ***
Herbicid	1	18.85 *
Kvælstof	1	111.68 ***
Herbicid*Kvælstof	1	9.35 *
Herbicid*Blok	4	1.59
Kvælstof*Blok	4	10.53 *

Vekselvirkningen er positiv, idet den herbicidfremmende effekt er afhængig af kvælstofniveauet (figur 2.4). Det herbicidbetingede merangreb er størst ved det høje kvælstofniveau, udtrykt ved at areal 1 (A1) er større ved det høje end ved det lave kvælstofniveau udtrykt ved areal 2 (A2).



Figur 2.4
Det gennemsnitlige antal meldugkolonier over 20 skud pr. parcel opgjort på øverste angrebne blad fem gange i løbet af vækstsæsonen i markforsøg i 1990/91 med vinterhvedesorten 'Florida'. Forsøget er behandlet med herbicidet isoproturon i anbefalet dosering (1,12 kg a.i./ha) (H1) og ubehandlet (H0) ved kvælstofniveauerne 100 og 180 kg N/ha. A1 og A2 angiver merangreb efter herbicidbehandling ved de respektive N-niveauer.
Average number of powdery mildew colonies summarized over 20 tillers pr. plot on the uppermost leaf infected with powdery mildew measured five times during the growing season in field trials in the winter wheat cultivar 'Florida' 1990/91. Exposed plants were treated with the herbicide isoproturon at recommended dosage (1.12 kg a.i./ha) (H1) and untreated (H0) at two levels of nitrogen (100 and 180 kg N/ha). A1 and A2 represent the additional powdery mildew severity following the herbicide application at the two nitrogen levels.

Grønt bladareal i vinterhvede

Der var ingen signifikant behandlingseffekt på det grønne bladareal i forsøgene i vinterhvedesorten 'Citadel'.

Kerneudbytte i vinterhvede

Der var en signifikant behandlingseffekt på udbytterne i vinterhvedeforsøgene. Tabel 2.14 viser de gennemsnitlige udbytter i hkg kerne/ha omregnet til 15% vandindhold for de enkelte forsøg. Udbytterne var signifikant lavere ved dobbeltdosering hhv. normal- og dobbeltdosering i 'Citadel'-forsøget i 1989/90 og i sortsforsøget i 1990/91. I 'Citadel'-forsøget og i vekselvirkningsforsøget i 1990/91 var der efter herbicidbehandlingen tale om lavere ikke-signikante udbytteforskelle ved herbicidbehandlingen ($P <$ hhv. 0.25 og 0.13).

Tabel 2.14

Gennemsnitlige udbytter i hkg kerne/ha (15% vand) for fire markforsøg i vinterhvede i Tåstrup. Forsøg 1 = 'Citadel'-forsøg i 1989/90, forsøg 2 = sortsforsøg i 1990/91, forsøg 3 = 'Citadel'-forsøg i 1990/91 og forsøg 4 = vekselvirkningsforsøg med kvælstof i 1990/91. Værdier indenfor hvert forsøg efterfulgt af * er signifikant forskellige fra referencen på 5 % niveau.
*Average yield (hkg kernels/ha at 15% water) for four field trials in winter wheat in Tåstrup. Trial (forsøg) 1 = 'Citadel' 1989/90. trial 2 = trial with five cultivars 1990/91, trial 3 = 'Citadel' 1990/91 and trial 4 = interaction with nitrogen 1990/91. Values within each trial followed by * are significantly different from untreated control at the 5 % level.*

	Forsøg			
Dosering	1	2	3	4
0	56.6	61.4	56.2	71.1
¼	57.9			
½	57.2			
1	56.3	58.8*	52.5	69.5
1½	54.8			
2	50.0*	55.6*	49.3*	

Sammenfatning af resultater

Det fremgår af resultaterne fra markforsøgene at herbicidbehandling i vinterhvede i betydelig grad fremmer meldugangrebet. Responsen var praktisk taget identisk i begge forsøgsår. Effekten var udpræget efter skridning, og viste et tydeligt dosis-respons mønster.

I vårbyg var effekterne ikke signifikante, undtagen behandlingseffekten i 1991.

2.2 Væksthusforsøg: Meldug

Årsager til forhøjet meldugangreb

Det er i udenlandske forsøg (Ibenthal og Heitefuss 1979a, Springer og Heitefuss 1986) og i egne markforsøg vist, at herbicider influerer på den epidemiske udvikling af meldug. For nærmere at klarlægge årsagssammenhængen til de observerede effekter, er der gennemført en række undersøgelser under kontrollerede betingelser i væksthuset.

Arbejdshypoteserne har været, at forskelle i angrebsniveau mellem behandlinger i markforsøg beror på et eller flere af følgende forhold:

Infektionsfrekvens

1. Forskel i melduggens infektionsfrekvens. En ændring i værtplantens fysiologiske tilstand efter herbicidbehandling kan ændre plantens evne til at forsvare sig mod indtrængningsforsøg af meldugsvampen. Dermed kan forholdet mellem de konidier for hvilke det lykkes at danne meldugkoloni og de konidier for hvilke det ikke lykkes at etablere en meldugkoloni ændres.

Sporeproduktion

2. Forskel i sporeproduktionspotentialet af de fremkomne meldugkolonier. Værtsplantens fysiologiske tilstand kan påvirke de etablerede meldugkoloniers evne til at producere konidier.

Fungitoksisk effekt

3. Direkte fungitoksisk effekt af herbicidet. Da forårsudbringning af herbicider kan falde sammen med den periode hvor et begyndende meldugangreb observeres, er det tænkeligt, at en eventuel fungitoksisk effekt af herbicidet kan påvirke sygdommens epidemiske forløb.

Undersøgelser koncentreret om et ureaherbicid

Som typeherbicid er ureaherbicidet Arelon fl.E., med det aktive stof isoproturon, benyttet. Dette middel har i tyske undersøgelser vist sig at have en stimulerende effekt på opformeringshastigheden af meldug, og viste sig da også i egne markforsøg i vinterhvede at påvirke meldugangrebet væsentligt. Med dette middel er der i væksthuset udført en række forsøg på byg og hvede, hvor dets direkte og indirekte effekt på meldug blev søgt klarlagt.

Arelon er både et jord- og et bladmiddel. I undersøgelserne er midlet hovedsageligt brugt som et jordmiddel, idet man ved at tilføre midlet gennem planternes rodsystem eliminerer den direkte fungitoksiske effekt af midlet på meldugsvampen. Kun ved undersøgelser over den direkte fungitoksiske effekt er midlet påsprøjtet bladene.

2.2.1 Materialer og metoder

Metoderne i væksthusforsøgene har igennem de fire år projektet har kørt, løbende gennemgået forbedringer og justeringer. Efterfølgende beskrives metoderne i generelle træk, og for en mere detaljeret metodebeskrivelse henvises til de enkelte års statusrapporter.

De fysiske rammer

I dyrkningssystemet i væksthuset rækkesåede vi kerner af kornsorten i 13.0 X 11.5 cm plastpotter med 600 ml vermiculite størrelse 2. Potter og underlag blev opvandet med Hornum næringsopløsning, og potterne

blev derefter stillet i isolationsbur. Isolationsburene er opbygget af glas i aluminiumsrammer og placeret i væksthuset på Højbakkegård i Tåstrup. Dagslyset blev suppleret med kunstlys på ca. 12 klux i plantehøjde fra kviksølvlamper. For at holde fremmede meldugsporer ude, blev den til burene tilførte luft filtreret og samtidigt afkølet, således at temperaturen i burene kunne holdes nede. Om vinteren var temperaturen ca. 15°C om natten og ca. 20°C om dagen, mens den var lidt højere og sværere at styre i dagtimerne i sommerhalvåret.

Inokulation og opgørelse af infektionsfrekvens

Otte til ti dage efter såning, hvor første blad var omkring 8 cm langt, tilførtes 60 ml herbicidopløsning i den respektive koncentration pr. potte. Efter yderligere et antal dage, der varierede efter det aktuelle forsøg, blev førstebladet ophængt i en vandret position over et plastbelagt metalnet, fikseret med bomuldssnor og elastikker, hvor det blev inokuleret med en kendt mængde meldugkonidier. Seks til otte dage herefter kunne antallet af fremkomne meldugkolonier opgøres, og forskelle i infektionsfrekvens beregnes ved antallet af fremkomne meldugkolonier.

Fungitoksisk effekt

I undersøgelser over infektionsprocessen, blev der opgjort spireprocent, fremkomsten af primær spirehyfe, appressoriedannelse og SEH (secondary elongating hyfe). Ophængte blade blev sprøjtet til 'run off' med koncentrationer på 0, ¼ og 1 gange koncentrationen ved den anbefalede dosering (i 300 l vand/ha). Efter indtørring af sprøjtevæsken blev bladene inokuleret, og efter yderligere 67 timer blev der taget bladaftryk med parlodion (cellulosenitrat). De blev farvet med cottonblue og de spirede konidier blev opgjort ved tælling i lysmikroskop. Aftrykkene blev foretaget bladvis, og på hvert blad blev opgjort 100 sporer. I hvert forsøg indgik for hver koncentration 5 potter à 5 blade. Der blev således behandlet og opgjort i alt 2500 konidier pr. koncentration. I et andet forsøg, der ellers er behandlet analogt, medgik der til hver koncentration 10 potter à 10 ophængte behandlede blade, hvoraf de tre blev udtaget til parlodionaftryk, og de øvrige syv fik lov at udvikle kolonier der blev talt. Der blev således opgjort 3000 konidier pr. koncentration i dette forsøg.

Måling af sporeproduktion

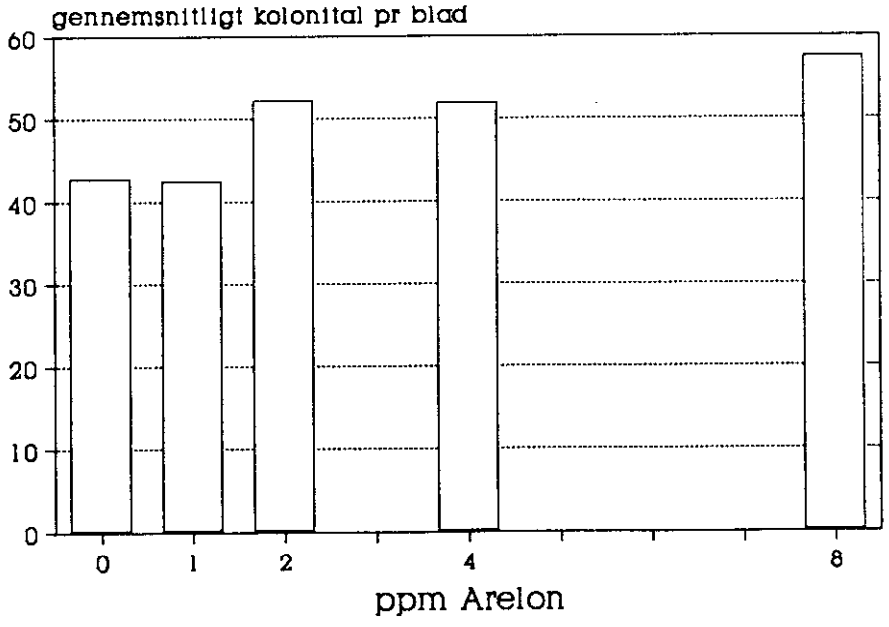
Sporeproduktionsmålingerne foregik ved med to til fem dages mellemrum at afsuge de producerede sporer fra de fikserede blade i hele den periode, hvor bladet var grønt. Afsugning blev foretaget med en sporecyclon tilsluttet en vandstrålepumpe og sporerne blev opsamlet i et centrifugeglas tilsat 5 ml isoton II. Der blev tilsat yderligere isoton til et rumfang på i alt 45 ml sporeopløsning. Antal sporer i suspensionen blev målt med en sporetæller (COULTER COUNTER MODEL D), der var kalibreret med P.D.V.B Latex kugler til en nedre målegrænse på 14,7 µm, hvilket er velegnet til måling af meldugkonidier, der ligger i størrelsesområdet 8-10 X 20-35 µm. Rent teknisk foregår målingen ved, at en kendt væskemængde suges gennem en aperturåbning, hvorover der ligger et elektrisk felt. Alle partikler der passerer det elektriske felt udløser en impuls, og alle impulser fra partikler med en volumen større end den indkalibrerede nedre detektionsgrænse registreres.

2.2.2 Resultater

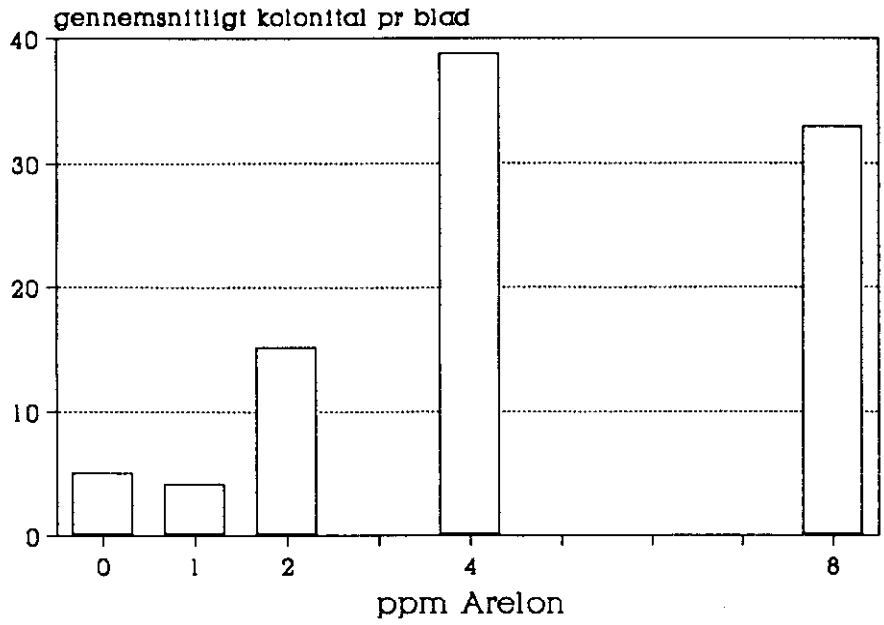
Infektionsfrekvens

Det er i en række forsøg (se i 2., 3. og 4. års statusrapporter) vist, at den andel af de påførte konidier for hvilke det lykkedes at danne en meldugkoloni (infektionsfrekvensen) påvirkes af herbicidbehandlingen. Påvirkningen var afhængig af både doseringen, og af planternes alder. Når herbicidet (isoproturon) blev tilført planten via rodsystemet, og derfor ikke kom i direkte kontakt med meldugsvampen, så steg plantens modtagelighed op til et vist niveau af herbiciddoseringen, hvorefter den faldt igen.

Denne respons var imidlertid stærkt afhængig af planternes alder. Blev yngre blade behandlet og inokuleret, var der ingen fremmende effekt ved de lave doseringer. Var planterne ældre, og senescensen dermed mere fremskreden på inokulationstidspunktet, sås en tydelig stimulering af angrebsniveauet ved de lavere doseringer. Forholdet er illustreret ved figur 2.5 og figur 2.6, hvoraf det fremgår, at der ved inokulation syv dage efter herbicidbehandlingen var en betydelig større respons end ved inokulation efter tre dage. Resultatet tolkes således, at det var en forsinket senescens, og dermed en forsinket udvikling af aldersresistensen, der var årsag til den betydeligt større respons efter syv dage fremfor tre dage efter herbicidbehandlingen.



Figur 2.5
Det gennemsnitlige kolonital pr. blad på 1. blad af vinterhvedeplanter inokuleret tre dage efter herbicidbehandling i den angivne dosering i fire uafhængige forsøg.
The average number of powdery mildew colonies on the primary leaf of winter wheat inoculated three days after treatment with the herbicide in the given dose. Average from four trials.



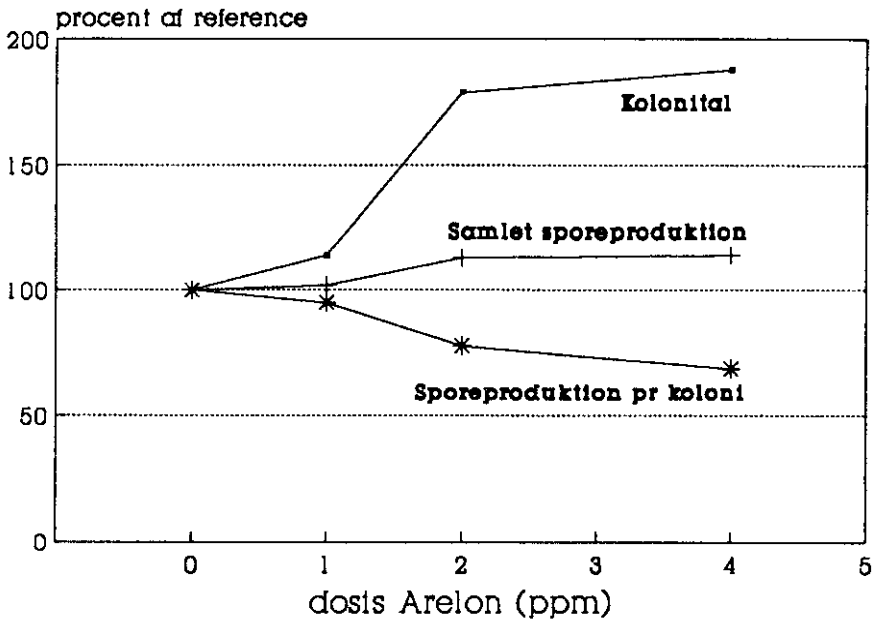
Figur 2.6
Det gennemsnitlige kolonital pr. blad på 1. blad af hvedeplanter inokuleret syv dage efter herbicidbehandling i den angivne dosering. Gennemsnit af de to uafhængige forsøg.
Average number of powdery mildew colonies on the primary leaf of winter wheat inoculated seven days after treatment with the herbicide in the given dose. Average from two trials.

Sporeproduktion

Der blev i 1990/91 udført tre uafhængige forsøg med sporeproduktionsmålinger og samtidige opgørelser for infektionsfrekvens målt ved antal fremkomne meldugkolonier. Hvert forsøg bestod af en herbicidbehandling med stigende koncentration (0, 1, 2 og 4 ppm) og seks gentagelser fordelt på to blokke, ialt 18 potter pr. koncentration.

Af figur 2.7 fremgår det, hvorledes herbicidbehandlingen påvirkede de tre parametre - infektionsfrekvens (kolonital), den totale sporeproduktion og sporeproduktion pr. koloni.

Figur 2.7 viser, at stigende dosering medførte en stærk stigning i infektionsfrekvensen, men samtidigt en reduktion i sporeproduktionen pr. koloni. Den totale sporeproduktion er imidlertid steget i forhold til den ubehandlede reference. Den forøgede modtagelighed, udtrykt ved stigende infektionsfrekvens, er epidemiologisk set tilsyneladende en vigtigere parameter end reduktionen i sporeproduktion pr. meldugkoloni.

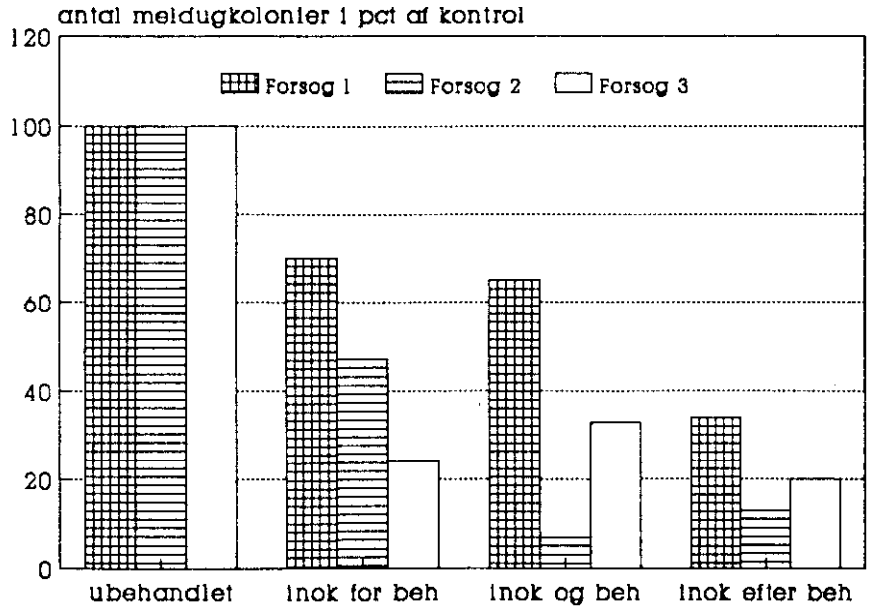


Figur 2.7
Infektionsfrekvens (kolonital), total sporeproduktion og sporeproduktion pr. meldugkoloni efter behandling med herbicidet Arelon (a.i. isoproturon) i koncentrationerne 0, 1, 2 og 4 ppm i vinterhvedesorten 'Citadel' i væksthusforsøg.
Infection frequency (number of colonies), total sporeproduction and sporeproduction pr. colony after treatment with the herbicide Arelon (a.i. isoproturon) at the concentrations 0, 1, 2 and 4 ppm in the winter wheat cultivar 'Citadel' in greenhouse trial.

Fungitoksisk effekt

Vi har i tre forsøg, med forskellige intervaller mellem herbicidsprøjtning og inokulation vist, at infektionsfrekvensen reduceres væsentligt ved sprøjtning af bladene med isoproturon uanset om planterne inokuleres før, samtidigt eller efter herbicidsprøjtningen (figur 2.8).

For at belyse hvorledes den fungitoksiske effekt afhænger af herbicidkoncentrationen, gennemførts tre forsøg med stigende koncentration af sprøjtevæske påført blade til 'run off' med efterfølgende inokulation med meldug. Som det fremgår af tabel 2.15, var der en konsekvent reduktion i antallet af fremkomne meldugkolonier ved stigende koncentration af det påsprøjtede herbicid.



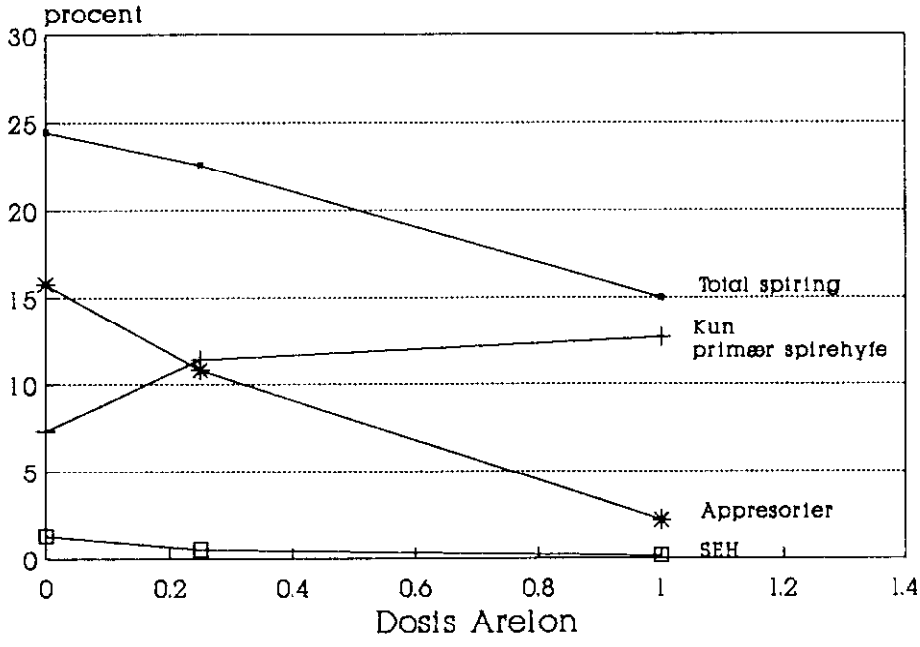
Figur 2.8
Infektionsfrekvensen af meldugkonidier i procent af infektionsfrekvensen på ubehandlede blade. Planterne er behandlet med isoproturon i anbefalet koncentration (1.0 kg a.i./ha i 300 l. vand) ved påsprøjtning til 'run off', hhv. 1 døgn før, umiddelbart efter, eller et døgn efter inokulation med meldug (forsøg 1,2) og tre døgn før, umiddelbart efter og tre døgn efter (forsøg 3).
Infection frequency of powdery mildew spores in percent of the infection frequency on untreated leaves. Plants were sprayed with isoproturon at recommended concentration (1.0 kg a.i./ha in 300 l. water) until 'run off' one day prior to, immediately after, and one day after inokulation with mildew (trial 1 and trial 2) and three days prior, immediately after, and three days after inoculation (trial 3)

Tabel 2.15
Antal fremkomne meldugkolonier pr. blad som funktion af stigende koncentration af isoproturon påsprøjtet bladene til 'run off'. Bladene var inokuleret med meldug efter sprøjtevæskens indtørring. Gennemsnit af tre forsøg.
Number of mildew colonies per leaf (kolonier pr. blad) at increased concentration of isoproturon sprayed onto the leaves til 'run off'. The leaves were inoculated after drying. Average of three trials.

Koncentration gange anbefalet koncentration (*Concentration multiplied recommended conc.*)					
	0	0.04	0.11	0.33	1.00
Kolonier pr. blad	16.8	13.0	12.3	10.9	5.4

For at undersøge hvor i infektionsprocessen udviklingen af meldugkolonierne standses, blev der gennemført og gentaget et forsøg med det formål at undersøge, hvordan isoproturon påvirker meldugkonidiernes spiring, appressoriedannelse og udvikling af SEH.

Det fremgår af figur 2.9, at det samlede antal af spirede konidier, faldt med stigende dosering af isoproturon. Af de konidier der spirede, var der en tydelig faldende andel af konidier, der udviklede appressorier. De spirede konidier nåede ikke længere end til at udvikle den primære spirehyfe, hvorefter udviklingen gik i stå. Andelen af konidier, der udviklede SEH var ligeledes faldende.



Figur 2.9
Den procentvise totale spiring, konidier med SEH, konidier med appressorie og konidier kun med primær spirehyfe inokuleret efter indtørring af sprøjtevæsken, og opgjort 67 timer efter inokulation. Gennemsnit af to forsøg.
Percent germination, conidia with SEH, conidia with appressoria and conidia with primary infection hyphae when inoculated after drying of the herbicide and estimated 67 hours after inoculation. Average from two trials.

2.3 Væksthusforsøg: Andre patogener

Meldugundersøgelserne viste, at meldugsvampens etablering og udvikling påvirkes ved herbicidbehandling af planterne. Med det formål at belyse om andre patogener påvirkes på tilsvarende måde, blev der foretaget nogle undersøgelser over isoproturons indflydelse på angrebsmulighederne for skoldplet (*Rhynchosporium secalis*) og gulrust (*Puccinia striiformis*). Forsøgene blev udført på henholdsvis vårbygsorten 'Lenka' (skoldplet) og på vinterhvedesorterne 'Citadel' og 'Anja' (gulrust).

Materialer og metoder

Inokulation med Rhynchosporium secalis

I et indledende forsøg med skoldplet blev herbicidbehandling foretaget 21 døgn efter såning, og inokulation et døgn senere ved sprøjtning til 'run off' med en vandig opslemning af sporer tilsat en dråbe Tween 20 i en koncentration på 600.000 sporer/ml. Efter inokulation blev planterne inkuberet ved 100% RH i 2 døgn, og derefter regelmæssigt 'duschet' med vand i de efterfølgende dage. Forsøget blev udført som et blokforsøg med 3 koncentrationer af herbicidet (0, 1 og 2,5 ppm) og 4 gentagelser pr. koncentration.
Såning, gødskning og herbicidbehandling blev foretaget som beskrevet for meldugundersøgelserne, mens opgørelsen af forsøgene blev foretaget ved bladvis estimering af den procentvise dækningsgrad af sygdommen.

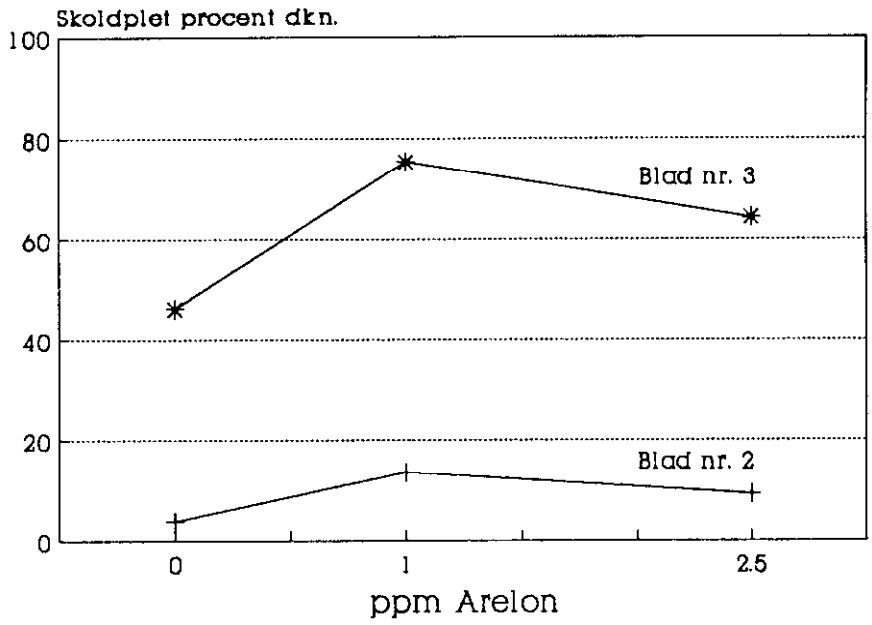
Inokulation med Puccinia striiformis

Inokulationen med gulrust blev foretaget ca. fem dage efter herbicidbehandling af 16 døgn gamle planter ved at 'dusche' planterne med vand og efterfølgende at inokulere ved at ryste smittepotter over forsøgsplanterne. Straks efter inokulation blev planterne sat til inkubering i mørke ved 100 % RH i kølehus ved ca. 15°C i 24 timer. Efterfølgende blev de overflyttet til væksthuset. Såning, gødskning og herbicidbehandling var som beskrevet ovenfor, mens opgørelsen af forsøgene blev foretaget ved bladvis estimering af den procentvise dækningsgrad af symptombærende bladvæv. Forsøgene med gulrust blev udført som blokforsøg hvor Arelon er tilført i fire doseringer (0, 1, 2 og 4 ppm) med 60 ml pr. potte, og fire gentagelser pr. koncentration.

Resultater

Skoldplet

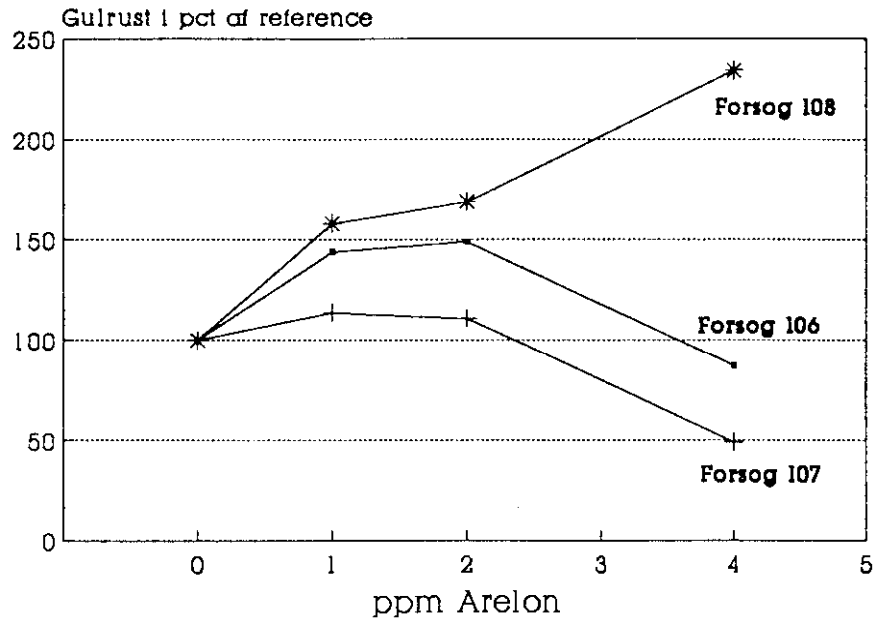
Resultatet af smitteforsøget med skoldplet fremgår af figur 2.10. Det ses at den lave dosering medførte et stigende angrebsniveau især på blad nr. 3, men også i mindre grad på blad nr. 2. Ved den høje dosering var angrebet igen faldende. En variansanalyse viste, at effekten af både herbicidbehandlingen og bladnummeret er signifikant (F = 3.58 og 79.03 hhv). Mønstret med stigende angreb ved lave doseringer er således det samme som for meldug i byg vist i figur 2.6. Forsøget er beskrevet mere detaljeret i 2. års statusrapport (Kaysø & Munk 1990).



Figur 2.10
Den gennemsnitlige procent bladdækning af *Rhynchosporium secalis* (skoldplet) på 2. og 3. blad af vårbygsorten 'Lenka' inokuleret dagen efter herbicidbehandlingen af 21 dage gamle planter. Behandlet med herbicidet Arelon (a.i. isoproturon) i doseringerne 0, 1 og 2,5 ppm med 60 ml pr. potte tilført rødderne.
Average percent coverage of ***Rhynchosporium secalis*** *on 2nd and 3rd leaf of the spring barley cultivar 'Lenka' inoculated one day after herbicide treatment of 21 days old plants. The roots of the plants were treated with Arelon (a. i. isoproturon) at the dosage levels 0, 1 and 2.5 ppm and with 60 ml per concentration.*

Gulrust

Der er udført tre smitteforsøg med gulrust på vinterhvedesorten 'Anja', og i to af forsøgene også på 'Citadel'. I alle tre forsøg var behandlingseffekten statistisk signifikant. Der er stor forskel i sorternes modtagelighed, med 'Anja' som den mest modtagelige sort. I figur 2.11 vises udvalgte resultater (opgørelsen af blad nr. 2) fra sorten 'Anja', der viste, at responsen efter inokulation med gulrust meget ligner responsen med meldug. Der var et øget angrebsniveau af gulrust med stigende dosering af herbicidet op til et vist niveau, hvorefter smittetrykket begyndte at falde igen. I et af forsøgene (fsg. 108) var responsen imidlertid stigende gennem alle fire doseringer. Effekten af herbicidet har tilsyneladende været mindre ved den højeste dosering i dette forsøg end i de to øvrige forsøg. Årsagen er ukendt.



Figur 2.11
Den gennemsnitlige procent dækning af *Puccinia striiformis* (gulrust) på 2. blad af hvedesorten 'Anja' i tre uafhængige forsøg inokuleret hhv. fire, fem og seks dage efter behandling med herbicidet Arelon (a.i. isoproturon) i koncentrationerne 0, 1, 2 og 4 ppm med 60 ml pr. potte 16 dage efter såning.
Average percent coverage of ***Puccinia striiformis*** *on 2. leaf on the winter wheat cultivar 'Anja' from three independent trials inoculated four, five and six days after treatment with Arelon (a.i. isoproturon) at the concentrations 0, 1, 2 and 4 ppm and with 60 ml per concentration pr. pot 16 days after sowing.*

2.4 Diskussion

Der er i projektets forløb gennemført markforsøg i både vårbyg og i vinterhvede over herbiciders utilsigtede effekter på meldugangrebet. I litteraturen er emnet sporadisk belyst ved mark- og væksthusforsøg gennemført i det centrale Tyskland, hvor det er påvist, at brugen af urea- og triazinherbicider i vinterhvede fremmer meldugangrebet (Ibenthal & Heitefuss 1979a, 1979b). I litteraturen findes imidlertid ingen undersøgelser over emnet i vårbyg, og effekterne i vårbyg var således ved projektets start ukendte.

I hele projektets forløb er der opgjort for melduangreb ved tælling af meldugkolonier ud fra den betragtning, at det er en meget nøjagtig og objektiv metode. Metoden stemmer tilsyneladende godt overens med opgørelse ved dækningsgrad, idet at der i sammenlignende undersøgelser mellem de to opgørelsesmetoder i vårbyg er fundet gode korrelationer. I 1991 blev korrelationskoefficienterne således opgjort til at ligge mellem 0.71 og 0.92 afhængigt af bladnummer og opgørelsestidspunkt (Birgit Jensen pers.komm.).

Vårbyg i 1988

I vårbyg gennemførte vi markforsøg gennem fire vækstsæsoner, dels med forskellige midler, og dels med de samme midler gentaget over flere år. I 1988 blev hormonmidlet MCPA og vækstregulatoren Cerone (ethephon) afprøvet alene og i kombination. Forsøget blev gennemført ved to kvælstofniveauer, 50 og 80 kg N/ha. De to kvælstofniveauer var indlagt i forsøget for at afprøve opgørelsesmetoden, da det er kendt, at kvælstofniveauet påvirker angrebsniveauet af meldug (Daamen 1988). Som det fremgår af resultaterne, var der en tydelig signifikant effekt af kvælstofniveauerne på angrebsniveauet af meldug. Vejrbetingelserne i 1988 var gode for den epidemiske udvikling af meldug der forløb tilfredsstillende. Resultatet tolkes derfor således, at opgørelsesmetoden er nøjagtig og fungerer godt. Den udeblevne effekt af hormonmidlet og vækstregulatoren tolkes således, at der ikke var effekt af midlerne, og ingen nævneværdige tendenser. Dette resultat er, med hensyn til manglende effekt af hormonmidler, i overensstemmelse med hvad der er fundet i hvede i udenlandske markforsøg (Brandes & Heitefuss 1971a), og det blev derfor besluttet at standse fortsatte undersøgelser med hormonmidler.

Vårbyg i 1989 og 1990

I 1989 blev der behandlet med midlerne Glean (chlorsulfuron), Arelon (isoproturon), Matrigon (clopyralid) og Regufon (ethephon) og i 1990 med Glean, Arelon og Regufon. Glean, Matrigon og Regufon er ikke rapporteret afprøvet i markforsøg i hverken hvede eller byg med henblik på påvirkning af det epidemiske forløb af plantesygdomme. Det viste sig, at midlerne ikke medførte et forøget meldugangreb. I 1989 observeredes imidlertid effekter på opformeringshastigheden af meldug i de herbicidbehandlede parceller, således at herbicidbehandlingen fremmede opformeringshastigheden. 1989 var imidlertid et tørkeår, og det medførte, at meldugepidemien standsede midt i vækstsæsonen, og meldugangrebet i de behandlede parceller nåede aldrig over angrebsniveauet i referenceparcellerne.

Isoproturon i vårbyg

Ureaherbicidet isoproturon er imidlertid mere interessant, idet at dette middel er afprøvet i tyske forsøg i vår- og vinterhvede, og der fundet at fremme meldugangrebet signifikant (Ibenthal & Heitefuss 1979a, Springer & Heitefuss 1986). Isoproturon har været afprøvet i vårbyg i 1989, 1990 og i 1991. I 1991 i fem forskellige sorter og i tre doseringer (0, 1 og 2 gange anbefalet dosering). I 1989 og i 1990 var der ingen signifikante behandlingseffekter bortset fra den effekt på opformeringshastigheden i tørkeåret 1989 beskrevet ovenfor. I 1991 viste der sig imidlertid stærkt signifikant meldugfremmende effekt som det fremgår af tabel 2.2. Det ses, at der var stimulerende effekt på alle sorter, og især i 'Corgi', der også opnåede langt det kraftigste angreb. I de øvrige sorter var angrebet mere beskedent, og der var ikke signifikant forskel på de individuelle sorter. På det samlede materiale er behandlingseffekten imidlertid meget stærk (F= 12.2).

Vinterhvede

I vinterhvede blev der i markforsøg i to vækstsæsoner 1989/90 og 1990/91 målt betydelige stimuleringer af meldugangrebet efter behandling med isoproturon. Som det fremgår af figur 2.1 og tabel 2.9 blev der i vækstsæsonen 1989/90 i et dosis-respons forsøg opnået en meget stærk behandlingseffekt i vinterhvedesorten 'Citadel'. Det fremgår således, at selv en dosering på ¼ gang den anbefalede dosering på en enkelt af opgørelsesdagene viste signifikant udslag, mens den anbefalede dosering fremmede angrebsniveauet væsentligt. Den meldugfremmende effekt er i overensstemmelse med de resultater der er beskrevet i tyske undersøgelser (Ibenthal & Heitefuss 1979a, Springer & Heitefuss 1986). For at verificere resultatet blev der den følgende vækstsæson (1990/91) udlagt en gentagelse af forsøget i en forenklet udgave med færre doseringer men ligeledes i 'Citadel'. Resultatet var i fuld overensstemmelse med det foregående års resultat.

Isoproturon er anerkendt af Statens Planteavlsforsøg til benyttelse både om foråret og om efteråret. I nærværende undersøgelser er midlet udelukkende afprøvet ved forårsudbringning, og om de fundne effekter også gør sig gældende ved efterårsudbringning er ukendt, og bør undersøges nærmere.

Vekselvirkning mellem sorter og isoproturon

Samme vækstsæson (1990/91) var der udlagt et sortsforsøg med fem forskellige sorter af vinterhvede for at undersøge om der er sortsvariation i responsen på herbicidbehandlingen. Variansanalysen viste, at der var signifikant vekselvirkning mellem sorter og herbicidbehandling. Sorterne reagerede tilsyneladende ikke ens på herbicidbehandlingen. Som det fremgår af figur 2.3 ses, at angrebsniveauet i fire af sorterne var meget lavt. Usikkerheden indenfor de enkelte sorter er derfor relativ stor, og dette forhold kan måske forklare vekselvirkningen. Dog er en vekselvirkning ikke usandsynlig, idet Kuhlman & Heitefuss (1987) netop har fundet en sådan vekselvirkning mellem vinterhvedesorter og herbicidbehandling. På de to sorter, hvor angrebet har været højt ('Citadel' og 'Florida'), ses en praktisk taget identisk reaktion hvilket taler for at vekselvirkningen primært skyldes usikkerheder på grund af det lave angrebsniveau. Forsøget bør således gentages før endelige konklusioner kan drages.

Vekselvirkning mellem kvælstof og isoproturon

Det er velkendt, at kvælstof i sig selv fremmer meldugangrebet i korn (Daamen 1988). Vekselvirkningsforsøget mellem kvælstof og herbicidbehandling på meldugangrebet viste imidlertid at der var signifikant vekselvirkning mellem disse to hjælpestoffer, således at den meldugfremmende herbicideffekt var størst ved det høje kvælstofniveau. Resultatet er foreløbig kun på basis et enkelt års afprøvning, men det er i overensstemmelse med resultater fra Springer & Heitefuss (1988) der ligeledes viser positiv vekselvirkning mellem de to hjælpestoffer. Alle markforsøg i projektforløbet blev udført ved relativt lave kvælstofniveauer sammenlignet med praksis for at undgå lejesæd eller brug af vækstregulatorer, og det har dæmpet de meldugfremmende effekter i forhold til praksis.

Avenge

I 1989 blev der foretaget en opgørelse for meldugangreb i et svensk markforsøg, der var anlagt for at undersøge om herbicider skader vårbygs og vårhvedes udvikling. I forsøget indgik en behandling med flyvehavremidlet Avenge (a.i. difenzoquat-methylsulfat), og opgørelsen viste en tendens til lavere meldugangreb ved denne behandling end de øvrige behandlinger. For nærmere beskrivelse henvises til 2. års statusrapport (Kaysø og Munk 1990). Det er det eneste middel i projektundersøgelsen, der har vist hæmmende effekt på meldug.

Væksthusforsøg

I væksthuset arbejdede vi med at klarlægge forholdene omkring de ændringer i infektionsfrekvens (den andel af konidier, der resulterer i en meldugkoloni) der forekom efter behandling med isoproturon. Vi arbejdede med både vårbyg og vinterhvede, og for begge plantearter er det vist, at infektionsfrekvensen ændres, når planterne herbicidbehandles. Generelt blev herbicidet tilført planterne gennem rodsystemet, hvorved herbicidets direkte fungitoksiske effekt undgås. De observerede effekter var altså en indirekte effekt af herbicidet via planten.

Responsen er dosisafhængig

Det blev for både vårbyg og vinterhvede vist, at responsen var meget dosisafhængig. Ved lave doseringer sås en stimulering af infektionsfrekvensen, mens der skete en reduktion ved høje doseringer. Som der er redegjort for i 2.års statusrapport, ses disse effekter imidlertid kun når de behandlede planter eller blade er i en fremskreden alder, mens der ikke ses en fremmende effekt på unge planter. Dette resultat stemmer godt overens med resultater fra Tyskland (Ibenthal & Heitefuss 1979b), der tilskriver de fremmende effekter til at være en udsættelse af planternes naturlige senescens, og dermed en forsinkelse i udviklingen af planternes aldersresistens.

Sammenligning mellem mark- og væksthusforsøg

Det er generelt vanskeligt at sammenligne resultater fra væksthus med resultater fra markforsøg, idet klima- og vækstbetingelser er fundamentalt forskellige. Det var derfor et problem at fastlægge en realistisk herbiciddosering i væksthusafprøvninger, idet planter under disse forhold er meget mere følsomme for herbicidet. En dosering svarende til markdosering ville dræbe eller hæmme planterne væsentligt. Egne afprøvningerne i væksthuset er derfor generelt foretaget som doseringssgradienter, hvor den højeste dosering er fastlagt som den dosering, der giver en visuel hæmning af planterne, og derfra er fortynding foretaget. Dette er antaget at stemme godt overens med

vores markforsøg, idet en visuel hæmning her indtræffer ca. et sted mellem anbefalet og 1½ gange anbefalet dosering.

Shock- og recoveryfase

I de tyske undersøgelser opereres med begreberne shock- og recovery faser (Ibenthal & Heitefuss 1979a, 1979b). Shock-fasen beskrives som en periode efter herbicidbehandlingen, hvor planterne i en fysiologisk choktilstand, er mindre modtagelige overfor meldug. Denne fase afløses siden af recovery-fasen, der er karakteriseret ved at planterne er mere modtagelige overfor meldug (øget infektionsfrekvens).

Fungitoksisk effekt ses ikke i markforsøg

Resultaterne fra markforsøgene i vinterhvede viste, at vi ikke i lighed med tyske undersøgelser (Ibenthal & Heitefuss 1979a) har kunnet observere en periode efter udbringningen med reduceret angreb (en shock-fase) nogle af årene, trods den meget detaljerede opgørelsesmetode. Angrebsniveauet har først på vækstsæsonen været meget lavt, og usikkerhederne er derfor store i denne periode, hvilket kunne sløre eventuelle shock-fase effekter, hvilket også ses af, at der i vækstsæsonen 1990/91 ikke observeredes en reduktion i angrebet først på vækstsæsonen på trods af at herbicidudbringningen (isoproturon er fungitoksisk) faldt sammen med de første observationer af meldug i forsøget. I tyske undersøgelser er der observeret shock-fase i markforsøg i perioden efter udbringningen af isoproturon (Ibenthal & Heitefuss 1979a). Det er dog vanskeligt i deres forsøg at adskille en fysiologisk betinget shockfase fra den direkte fungitoksiske effekt af herbicidet idet der ofte er sammenfald mellem udbringningen af herbicidet og første observationer af meldug i området. Yderligere benyttes somme tider kunstig smitte, og hvor det er praktiseret, er smitten udbragt i samme periode som herbicidet.

Den fungitoksiske effekt af herbicidet er i lighed med undersøgelserne over infektionssfrekvensen i væksthuset foretaget med en doseringsgradient, og det ses, at der var en tydelig hæmning af meldugkonidiernes infektionsfrekvens, når herbicidet blev påsprøjtet bladene. Hæmningen er direkte afhængig af koncentrationen og udpræget ved anbefalet koncentration. Den fungitoksiske effekt er imidlertid tilsyneladende uden praktisk betydning under danske forhold, da der ikke observeres reduceret meldugangreb i de behandlede parceller først på vækstsæsonen.

Sporeproduktion

I markforsøget i vinterhvede blev der observeret et markant stigende angreb efter skridning og væksthusundersøgelserne viste ligeledes, at behandlingen med isoproturon medførte større infektionsfrekvens for meldugkonidierne. De etablerede meldugkoloniers sporeproduktion er en anden vigtig epidemiologisk faktor. Undersøgelserne viste, at med stigende dosering opnåedes en tydelig forøget infektionssfrekvens, og samtidig en reduktion i sporeproduktionen pr. meldugkoloni. I hvor høj grad herbicidbehandlingen er ansvarlig for denne reduktion i sporeproduktionen er det imidlertid ikke muligt at afgøre ud fra disse forsøg, idet at man ved øget kolonitæthed opnår en reduceret sporeproduktion pr. koloni (Rouse et. al. 1984). Disse to faktorer lader sig ikke adskille i forsøget.

2.5 **Konklusion**

Det kan ud fra projektets resultater konkluderes, at anvendelsen af isoproturon til bekæmpelse af græsser om foråret medfører et betydeligt forhøjet meldugangreb i vinterhvede i perioden efter skridning.

I vårbyg er de meldugfremmende effekter mindre udtalte og mere årsafhængige. Set over en årrække, er der sandsynligvis ikke meldugfremmede effekter af praktisk betydning i denne afgrøde.

Der er målt sortsvariation i både vårbygs og vinterhvedes reaktion overfor herbicidbehandling. Konklusionerne er derfor ikke nødvendigvis gældende for alle sorter, idet andre sorter kan reagere mere eller mindre kraftigt på behandlingen.

Årsagerne til de fremmende effekter, der er konstateret, kan på baggrund af egne resultater og litteraturstudier tilskrives en udsættelse af senescensen, og dermed en udsættelse af udviklingen af aldersresistensen i de behandlede planter. Det er fundet, at denne effekt er stærkt dosisafhængig. Stigende dosering medfører i vinterhvede stigende meldugangreb, og selv en reduceret dosering har en signifikant meldugfremmende effekt.

I væksthusforsøg er det påvist, at det overvejende er den epidemiologiske parameter "infektionsfrekvens", der påvirkes ved herbicidbehandling.

3 Bladlusundersøgelser

Indledning

Nærværende projektdel blev igangsat for at belyse om anvendelsen af herbicider og vækstregulatorer har utilsigtede effekter på bladlus i kornafgrøder. Markforsøg belyste om pesticidbehandlingen påvirkede bladluspopulationen, mens klimakammerforsøg supplerede markforsøgene ved at belyse om pesticidbehandlingen påvirkede bladlusindivider.

Bladlusundersøgelserne blev gennemført i årene 1989 - 1991. I den første del af projektperioden blev undersøgelserne primært udnyttet til metodeudvikling og -indkøring. Den indledende fase indbefattede desuden opbygningen af faciliteter til klimakammerforsøg, hvilket hovedsageligt omfattede installation og indkøring af to klimakamre. De egentlige forsøg på bladlusdelen af projektet blev således udført i den sidste del af projektperioden.

I det følgende redegøres for de væsentligste resultater fra bladlusundersøgelsernes mark- og klimakammerforsøg. For en nærmere beskrivelse af disse undersøgelser henvises til de enkelte års statusrapporter (Kjølholt 1989, Eilenberg et al 1990, Saxe og Kristiansen 1991).

3.1 **Markforsøg**

Formålet med markforsøgene er, at undersøge om herbicid- og vækstregulatorbehandling har indflydelse på populationsstørrelsen og -udviklingen af bladlus i kornafgrøder.

3.1.1 **Materialer og metoder**

Forsøgsplan

Markforsøgene, der blev udført på Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles forsøgsgårde i Tåstrup i 1990 og 1991, blev udlagt som randomiserede blokforsøg med 6 gentagelser.

Forsøgsparcellerne målte 1.3 m x 10.0 m og var udlagt med værneparceller af vårhvede i vårbygforsøgene og med værneparceller af vinterbyg i vinterhvedeforsøgene. I alle forsøgsparceller blev ukrudtsmængden ved håndlugning holdt på samme niveau for at eliminere forskelle mellem parcellerne forårsaget af ukrudt. Til bekæmpelse af svampesygdomme blev forsøgsparcellerne sprøjtet med Tilt turbo i 1990 og Tilt top i 1991. Svampebekæmpelse blev dog ikke foretaget i vinterhvedeforsøget i 1990, da det også indgik i meldugundersøgelserne.

Alle pesticidsprøjtninger blev foretaget med en efterhængt traktorsprøjte med læskærm. Sprøjten var monteret med Hardi dyser nr. 1553-14, som leverede væskemængden 300 l/ha ved et tryk på 3 bar.

Behandlinger i vårbyg

Vårbyg (*Hordeum vulgare*), 'Corgi', blev behandlet med herbicidet Arelon fl.E.(isoproturon) ved koncentrationerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (1 kg v.s./ha) og vækstregulatoren Regufon (ethephon) ved koncentrationerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (240 g v.s./ha).

Forsøget i 1990 blev udsået den 28. marts med såmængden 160 kg/ha. Arealet blev grundgødsket med 400 kg 0-8-20 NPK og fik yderligere tilført 100 kg N/ha i form af kalkammonsalpeter (kas) den 28. april. Gødningsniveauet var relativt lavt for at mindske risikoen for lejesæd. Herbicidet blev udsprøjtet ved 4. bladstadium den 10. maj og vækstregulatoren ved plantevækststadium Feekes 10.1 den 11. juni.

Forsøget i 1991 blev udsået den 10. april med såmængden 170 kg/ha. Den tilførte gødningsmængde var den samme som i 1990, mens tidspunktet for kvælstoftilførslen blev rykket frem til den 8. maj. Pesticidsprøjtning foregik ved samme plantestadium, men senere på vækstsæsonen i forhold til 1990. Herbicidet blev udsprøjtet den 6. juni og vækstregulatoren den 3. juli.

Behandlinger i vinterhvede

Vinterhvede (*Triticum aestivum*), 'Citadel', blev behandlet med herbicidet Arelon fl.E. (isoproturon) ved koncentrationerne 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering (1.25 kg v.s./ha i 1990 og 1.15 kg v.s./ha i 1991).

Forsøget i 1990 blev udsået den 21. september 1989 med såmængden 190 kg/ha. Arealet blev grundgødsket med 400 kg 0-8-20 NPK og fik yderligere tilført 120 kg N/ha (kas) den 6. april. Herbicidet blev udbragt ved 4. bladstadium den 2. april.

Forsøget i 1991 blev udsået den 3. oktober 1990 med såmængden 190 kg/ha. Arealet blev grundgødsket som i 1990 og fik tilført 150 kg N/ha (kas) den 27. marts. Herbicidet blev udbragt den 12. april ved samme plantestadium som i 1990.

Bladlusopgørelse

Populationsudviklingen af bladlus blev bedømt ved at optælle bladlus 1- 2 gange ugentligt gennem vækstsæsonen i stikprøver af 25 tilfældigt udvalgte kornstrå per parcel (5 steder á 5 strå). Opgørelsesperioden strakte sig fra starten af maj til slutningen af juli i hvert forsøgsår. I vinterhvedeforsøget 1990 blev bladlus kun optalt den 28. juni. På kornafgrøden i forsøgsparcellerne forekom tre bladlusarter: kornbladlus (*Sitobion avenae*), havrebladlus (*Rhopalosiphum padi*) og græsbladlus (*Metopolophium dirhodum*). Med henblik på at få et nuanceret billede af populationsudviklingen af bladlus, blev der under optællingen skelnet mellem arter og udviklingsstadier (uvingede/vingede voksne samt nymfer med/uden vingeanlæg). Bladlusoptællingen blev suppleret med skønsmæssige observationer af andre biologiske forhold, der kunne tænkes at have betydning for bladlus såsom bladlusenes naturlige fjender, afgrødens morfologiske tilstand og ukrudtsfloraen.

Høstudbytte

Kerneudbyttet (tørvægt) blev bestemt for vårbyg og vinterhvede i 1990 og 1991, for at få et mål for pesticidbehandlingens effekt på afgrøden.

Statistik

Data for bladlus blev analyseret som bladlusbelastning, hvilket udtrykker den samlede bladlusforekomst i hele måleperioden (1990-data for hvede undtaget). Bladlusbelastningen udregnedes som arealet under populationsudviklingskurven (Honek 1991). Starten af måleperioden for udregning af bladlusbelastningen blev sat til det tidspunkt, hvor de første bladlus blev registreret i markparcellerne, mens slutningen af måleperioden var den sidste opgørelsesdag.

Statistiske analyser blev gennemført ved hjælp af det statistiske program SAS. Effekten af pesticidbehandling på bladlusbelastning, -antal og kerneudbytte blev testet med variansanalyse efter følgende model:

$$Y = \mu + a + b + \varepsilon$$

hvor Y = variabel
μ = middelværdi
a = effekt af behandling
b = effekt af blok
ε = uforklarlig variation

Behandling- og blokeffekt indgår i modellen som kvalitative faktorer (klassevariable). Signifikante behandlingseffekter ($P < 5$ %) blev yderligere analyseret med Tukey-metoden (Sokal og Rohlf 1981). Datamaterialet blev testet for normalfordeling med Shapiro-Wilk metoden ved hjælp af SAS. Varianshomogenitet blev testet med Bartlett's test og visuelt vurderet udfra plots af modellens residualer mod dens estimerede værdier. I tilfælde af manglende varianshomogenitet blev data kvadratrodstransformeret.

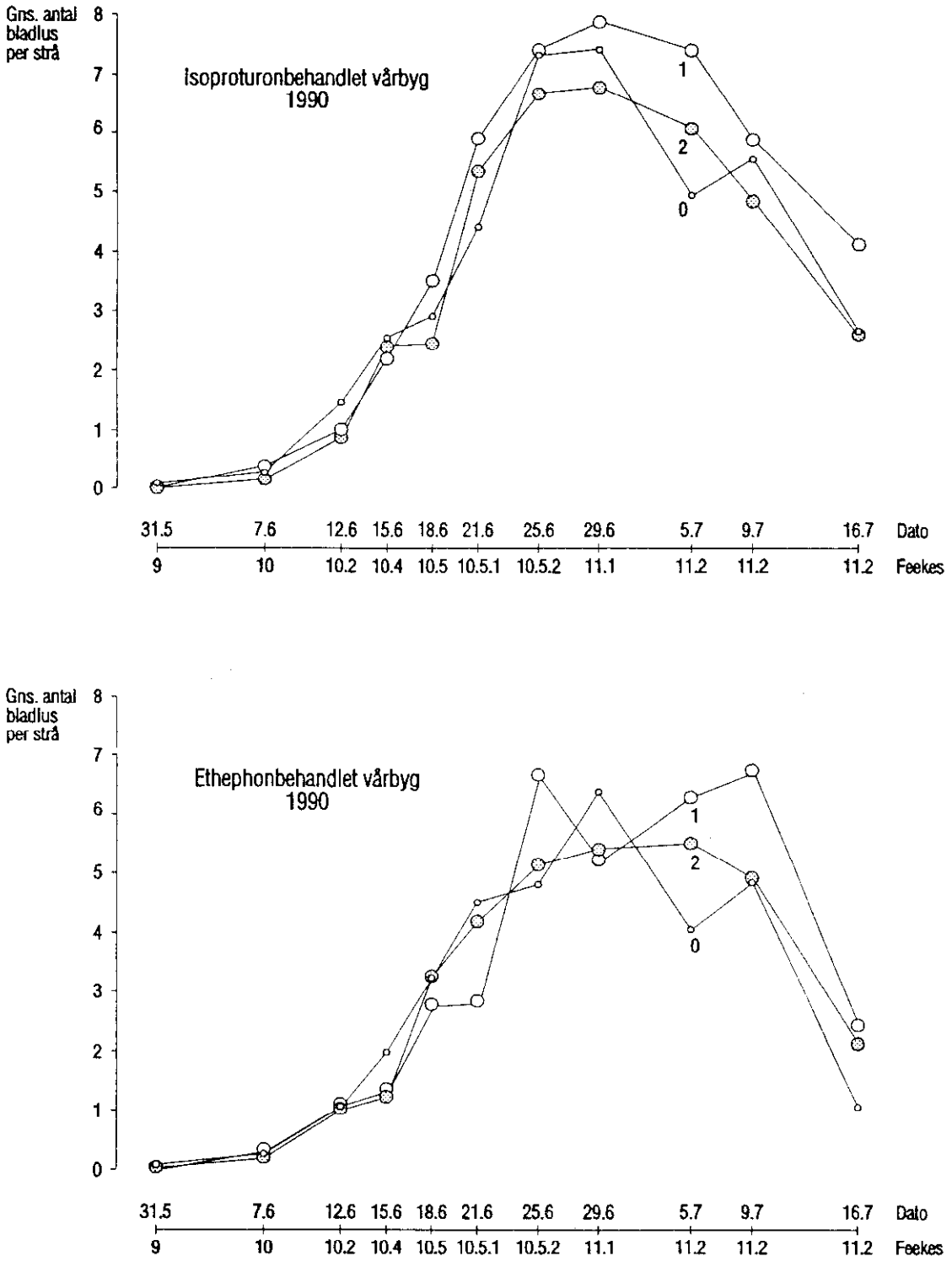
3.1.2 **Resultater**

Bladlusangreb i vårbyg

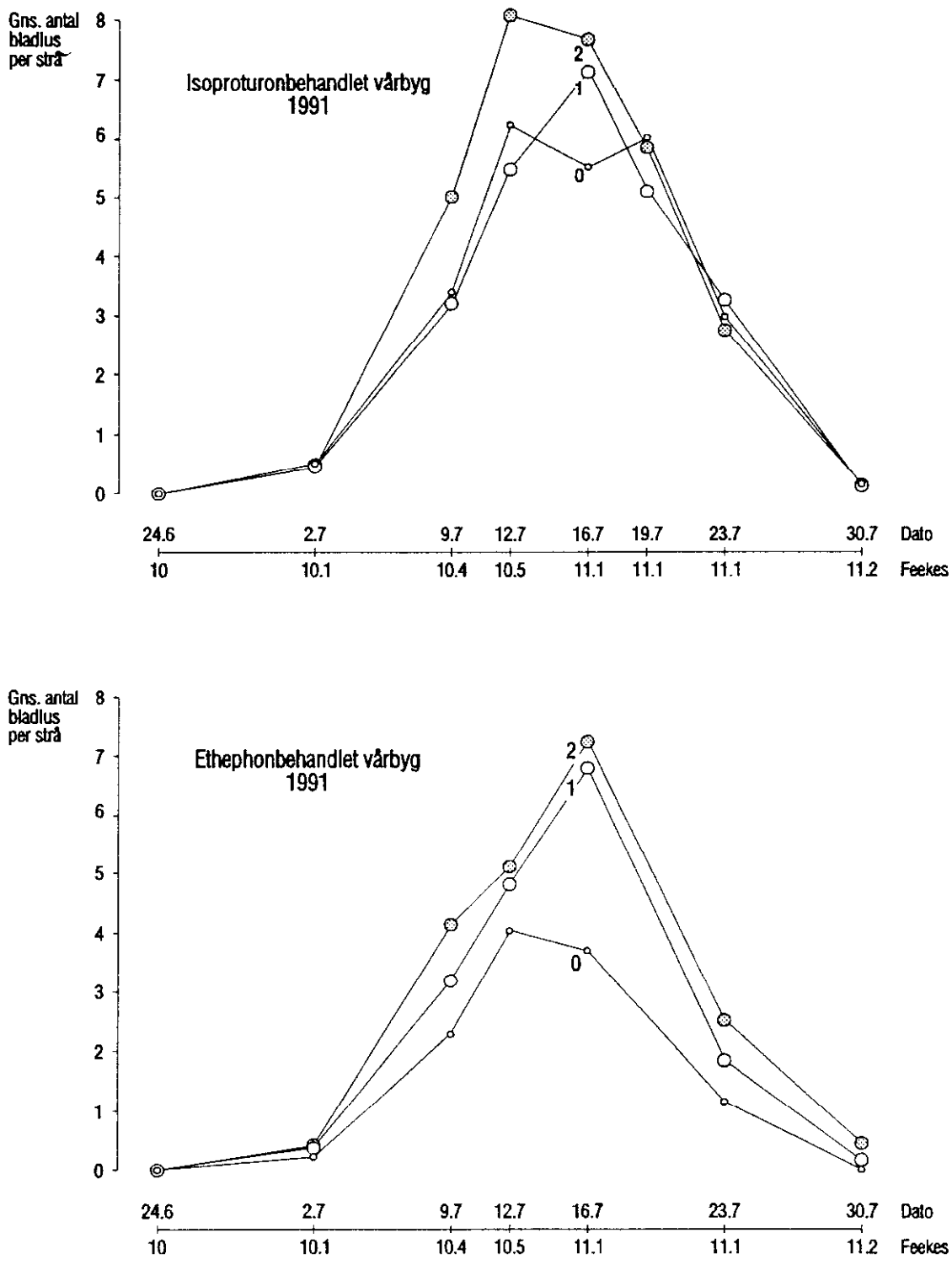
Populationsudviklingen for bladlus i de to forsøgsår med vårbyg fremgår af figur 3.1 og 3.2.

Total bladlusantal

Anvendelsen af isoproturon og ethephon i 1990 medførte ingen signifikant effekt på bladlusbelastningen (arealet under populationsudviklingskurven). I 1991 derimod var bladlusbelastningen signifikant påvirket af både isoproturon ($P = 0.0292$) og ethephon ($P = 0.0262$) (tabel 3.1). Bladlusbelastningen steg med stigende dosering af ethephon. Således steg bladlusbelastningen med 55% af den ubehandlede kontrol ved normaldosering (fra 1378 til 2130) og med 80% af den ubehandlede kontrol ved dobbeltdosering af ethephon (fra 1378 til 2481) (tabel 3.2). Forøgelsen i bladlusbelastningen var dog kun signifikant ved den højeste dosering af ethephon. Isoproturons virkning på bladlusbelastningen viste næsten samme mønster som ethephon (tabel 3.2). Bladlusbehandlingen var ligeledes kun signifikant højere ved dobbeltdosering af isoproturon i forhold til den ubehandlede kontrol omend med en mindre forøgelse på 20 % af den ubehandlede kontrol (fra 2449 til 2951). Ved normaldosering af isoproturon lå bladlusbelastningen derimod på samme niveau som ved den ubehandlede kontrol.



Figur 3.1
Populationsudviklingen af bladlus vist som den gennemsnitlige bladlusantal per strå gennem vækstsæsonen i markforsøg 1990 med vårbyg behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon (1 kg v.s./ha) (øverst) eller ethephon (240 g v.s./ha) (nederst). Vækststadierne for vårbyg (Feekes) ved opgørelsesdagene (Dato) er angivet. Isoproturon blev udsprøjtet den 10. maj og ethephon den 11.juni.
Development of the aphid population shown as the average number of aphids per tiller during the growing season in a field trial 1990 with spring barley treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of isoproturon (1 kg a.i./ha) (top) or ethephon (240 g a.i./ha) (bottom). Growth stages for spring barley (Feekes) on the registration dates (Dato) are shown. Treatments took place with isoproturon on the 10th of May and with ethephon on the 11th of June.



Figur 3.2

Populationsudviklingen af bladlus vist som den gennemsnitlige bladlusantal per strå gennem vækstsæsonen i markforsøg 1991 med vårbyg behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon (1 kg v.s./ha) (øverst) eller ethephon (240 g v.s./ha) (nederst). Vækststadierne for vårbyg (Feekes) ved opgørelsesdagene (Dato) er angivet. Isoproturon blev udsprøjtet den 6. juni og ethephon den 3. juli.

Development of the aphid population shown as the average number of aphids per tiller in a field trial 1991 with spring barley treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of isoproturon (1 kg a.i./ha) (top) or ethephon (240 g a.i./ha) (bottom). Growth stages for spring barley (Feekes) on the registration dates (Dato) are shown. Treatments took place with isoproturon on the 6th of June and with ethephon on the 3rd of July.

Tabel 3.1

Variansanalyse af pesticidbehandlingens effekt på bladlusbelastningen (arealet under populationsudviklingskurven) i markforsøg med vårbyg i 1991.(For ethephon angives blok ikke som variationskilde, idet der ikke var signifikant blokeffekt, P > 5 %.)

Analysis of variance for the effect of pesticide treatment (behandling) on aphid load (area under the population curve) in a field trial with spring barley 1991.(For ethephon block (blok) was left out as source of variation as there was no significant block effect, P > 5 %.)

Isoproturon					
Variation	dF	SS	MS	F	P
Blok	5	7117103	14234662	14.60	0.0003
Behandling	2	1001526	500763	5.13	0.0292
Residual	10	975227	97523		
Total	17	9094063			

Ethephon					
Variation	dF	SS	MS	F	P
Behandling	2	3808590	1904295	4.69	0.0262
Residual	15	6090059	406004		
Total	17	9898650			

Tabel 3.2

Bladlusbelastning (arealet under populationsudviklingskurven) i markforsøg 1990 og 1991 med vårbyg behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af henholdsvis isoproturon (1 kg v.s./ ha) og ethephon (240 g v.s./ha). Standard error angives med parentes. Behandlinger med samme bogstav for samme pesticid er ikke signifikant forskellige på 5 % niveauet.

Aphid load (area under the population curve) in a field trial 1990 and 1991 with spring barley treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage with isoproturon (1 kg a.i./ha) and ethephon (240 g a.i./ha) respectively. Standard error is shown in parentheses. Treatments with the same letter for the same pesticide are not significantly different at the 5 % level.

Behandling	Dosis	1990	1991
Isoproturon	0	3638 (830) a	2449 (342) a
	1	4058 (631) a	2452 (269) a
	2	3462 (477) a	2951 (284) b
Ethephon	0	2956 (281) a	1378 (155) a
	1	3071 (245) a	2130 (321) ab
	2	2978 (265) a	2481 (275) b

Bladlusart

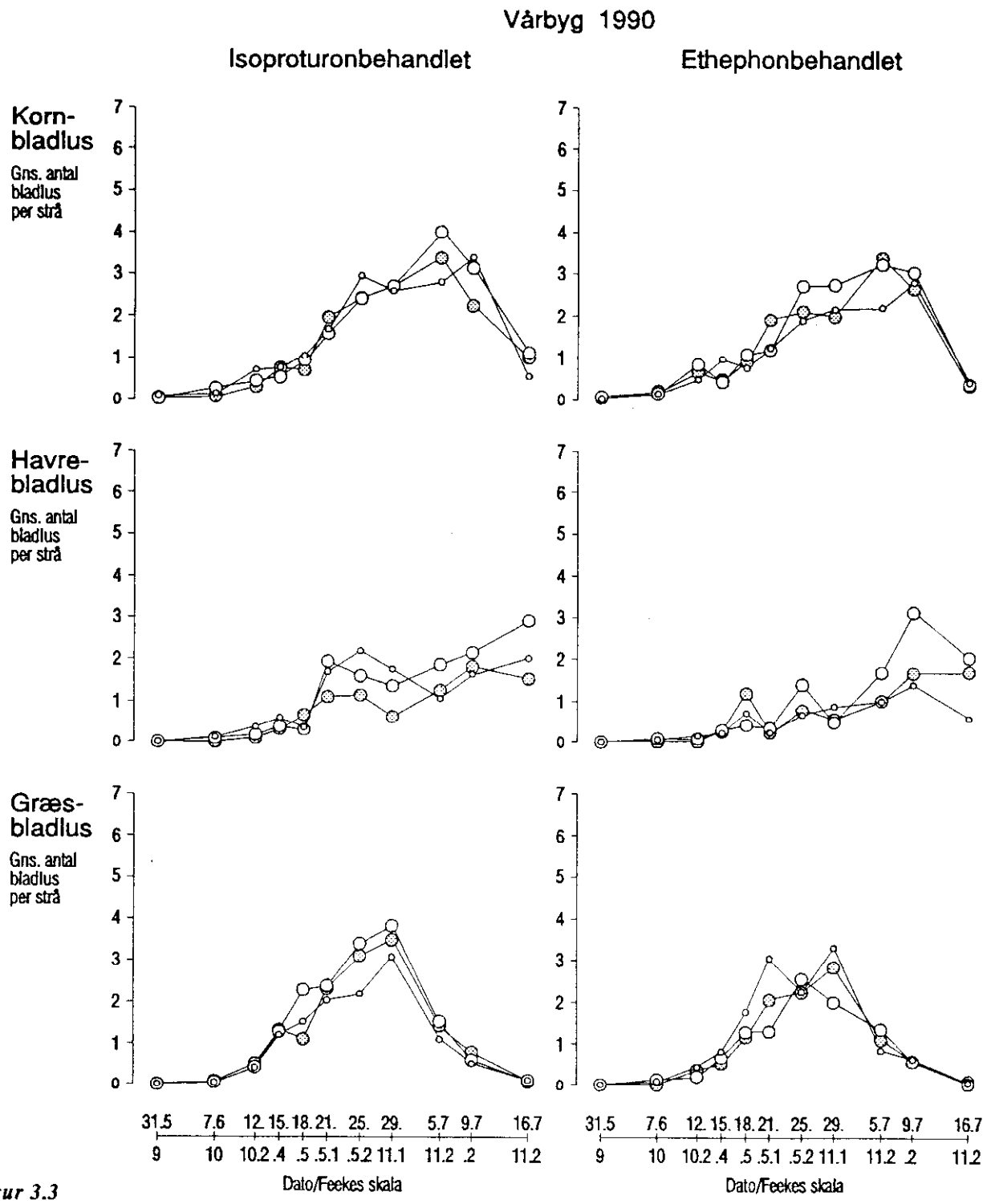
Populationsudviklingskurverne for hver bladlusart i de to forsøgsår med vårbyg fremgår af figur 3.3 og 3.4.

Pesticidbehandlingen i 1990 havde ingen effekt på de tre undersøgte bladlusarters bladlusbelastning, vurderet skønsmæssigt ud fra populationsudviklingskurverne (figur 3.3).

Populationsudviklingskurverne i 1991 afveg i visse tilfælde noget fra hinanden mellem behandlingerne (figur 3.4) og gav anledning til statistisk analyse af det samlede datamateriale. Analysen viste, at pesticidbehandlingen påvirkede bladlusbelastningen af enkelte bladlusarter. Ethephon havde signifikant effekt på bladlusbelastningen af græsbladlus (P=0.0238). Bladlusbelastningen for denne art steg med stigende pesticiddosering, men forøgelsen var kun signifikant ved dobbeltdosering af ethephon i forhold til de ubehandlede parceller (tabel 3.3). Bladlusbelastningen af henholdsvis kornbladlus og havrebladlus var upåvirket af behandlingen med ethephon. Behandlingen med isoproturon medførte en signifikant højere bladlusbelastning af havrebladlus (P=0.0091), dog kun ved dobbeltdosering (tabel 3.3). Bladlusbelastningen af henholdsvis kornbladlus og græsbladlus var upåvirket af behandlingen med isoproturon.

Tabel 3.3
Bladlusbelastning (arealet under populationsudviklingskurven) for kornbladlus, havrebladlus og græsbladlus i markforsøg i 1991 med vårbyg behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af henholdsvis isoproturon (1 kg v.s./ha) og ethephon (240 g v.s./ha). Standard error angives i parentes. Behandlinger med samme bogstav for samme pesticid er ikke signifikant forskellige på 5 % niveauet.
Aphid load (area under the population curve) for ***Sitobion avenae***, ***Rhopalosiphum padi*** *and* ***Metopolophium dirhodum*** *in a field trial 1991 with spring barley treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of respectively isoproturon (1 kg v.s./ha) and ethephon (240 g v.s./ha). Standard error is shown in parentheses. Treatments with the same letter for the same pesticide are not significantly different at the 5 % level.*

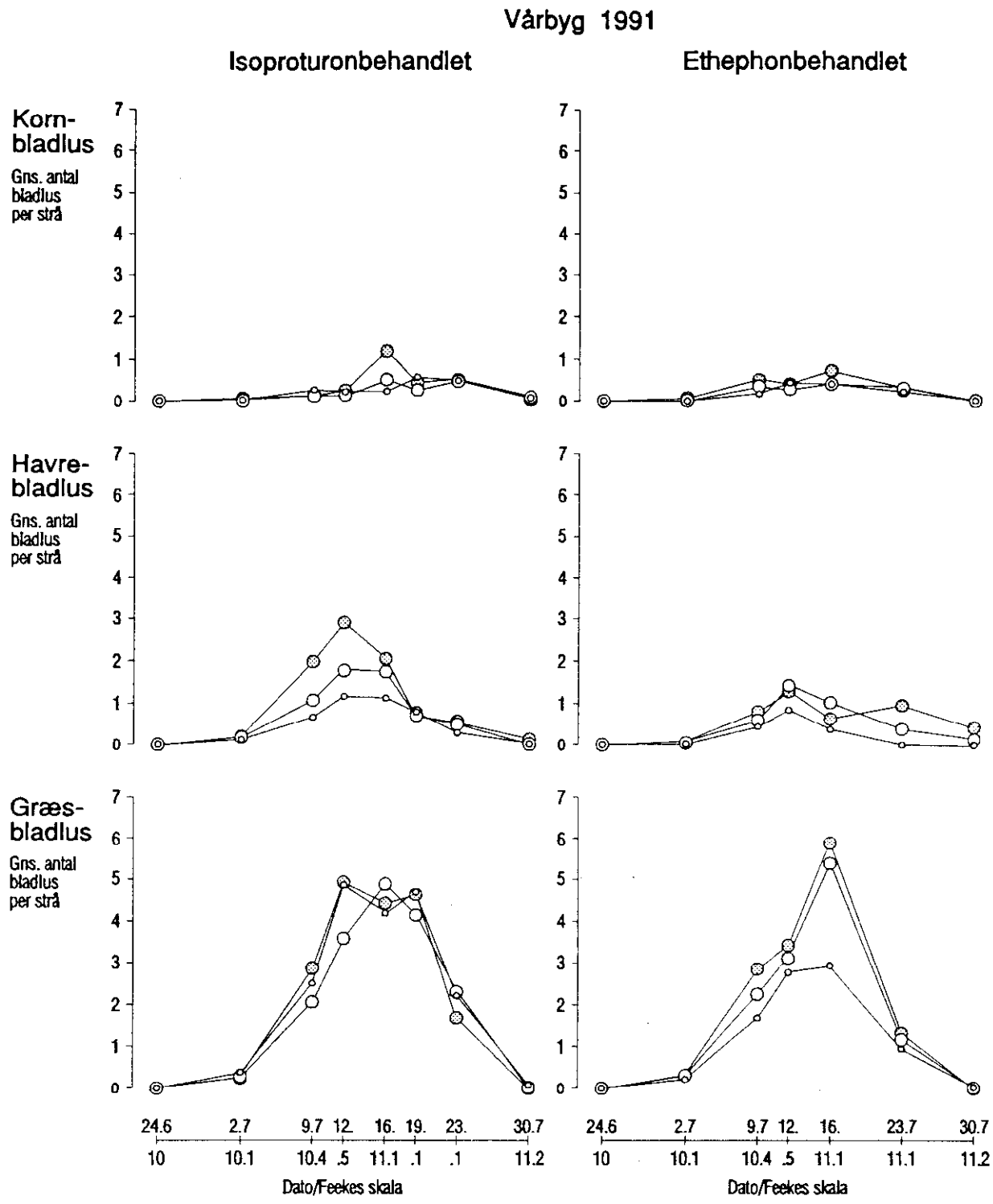
Behandling	Dosis	Kornbladlus *(S. avenea)*	Havrebladlus *(R.padi)*	Græsbladlus *(M.dirhodum)*
Isoproturon	0	191 (33) a	400 (111) a	1858 (284) a
	1	161 (27) a	584 (90) ab	1706 (177) a
	2	260 (68) a	855 (59) b	1837 (245) a
Ethephon	0	156 (31) a	181 (38) a	1042 (106) a
	1	179 (40) a	419 (139) a	1531 (172) ab
	2	252 (60) a	505 (108) a	1724 (206) b



Figur 3.3

Populationsudviklingen af hver bladlusart vist som den gennemsnitlige bladlusantal per strå gennem vækstsæsonen i markforsøg 1990 med vårbyg behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon (1 kg v.s./ha) (venstre) eller ethephon (240 g v.s./ha) (højre). Kornbladlus, havrebladlus og græsbladlus vises henholdsvis øverst, miderst og nederst. Vækststadierne for vårbyg (Feekes) ved opgørelsesdagene (Dato) er angivet. Signaturer for pesticiddoseringer som i figur 3.1.

The population development of each aphid species shown as the average number of aphids per tiller during the growing season in a field trial 1990 with spring barley treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of isoproturon (1 kg a.i./ha) (left) or ethephon (240 g a.i./ha) (right). ***Sitobion avenae, Rhopalosiphum padi and Metopolophium dirhodum*** *are shown respectively at the top, middle and bottom. Growth stages for spring barley (Feekes) on the registration dates (Dato) are shown. Symbols for pesticide dosages as in figure 3.1.*



Figur 3.4

Populationsudviklingen af hver bladlusart vist som den gennemsnitlige bladlusantal per strå gennem vækstsæsonen i markforsøg 1991 med vårbyg behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon (1 kg v.s./ha) (venstre) eller ethephon (240 g v.s./ha) (højre). Kornbladlus, havrebladlus og græsbladlus vises henholdsvis øverst, miderst og nederst. Vækststadierne for vårbyg (Feekes) ved opgørelsesdagene (Dato) er angivet. Signaturer for pesticiddoseringer som i figur 3.1.

The population development of each aphid species shown as the average number of aphids per tiller during the growing season in a field trial 1991 with spring barley treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of isoproturon (1 kg a.i./ha) (left) or ethephon (240 g a.i./ha) (right). ***Sitobion avenae***, ***Rhopalosiphum padi*** *and* ***Metopolophium dirhodum*** *are shown respectively at the top, middle and bottom. Growth stages for spring barley (Feekes) on the registration dates (Dato) are shown. Symbols for pesticide dosages as in figure 3.1.*

Kerneudbytte i vårbyg

Isoproturon reducerede kerneudbyttet signifikant i 1991 både ved normaldosering med 7 % af den ubehandlede kontrol (fra 54.1 til 50.5 hkg/ha) og ved dobbeltdosering med 16 % af den ubehandlede kontrol (fra 54.1 til 45.4 hkg/ha) (tabel 3.4). I 1990 medførte behandling med isoproturon ikke nogen signifikant effekt på kerneudbyttet (tabel 3.4).

Ethephon reducerede kerneudbyttet begge år (tabel 3.4). I 1990 var udbyttereduktionen signifikant ved både normaldosering med 6 % af den ubehandlede kontrol (fra 54.7 til 51,2 hkg/ha) og ved dobbeltdosering med 9 % af den ubehandlede kontrol (fra 54,7 til 50.0 hkg/ha), mens ethephon i 1991 kun reducerede kerneudbyttet signifikant ved dobbeltdosering med 7 % af den ubehandlede kontrol (fra 54.3 til 50.6 hkg/ha).

Tabel 3.4
Kerneudbytte (hkg/ha) i markforsøg 1990 og 1991 af vårbyg behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af henholdsvis isoproturon (1 kg v.s./ha) og ethephon (240 g v.s./ha) samt af vinterhvede behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon (1.15 kg v.s./ha). Behandlinger med samme bogstav for samme pesticid og år er ikke signifikant forskellige på 5 % niveauet.
Grain yield (hkg/ha) in field trials 1990 and 1991 of respectively spring barley (top) treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of either isoproturon (1 kg a.i./ha) or ethephon (240 g a.i./ha), and winter wheat (bottom) treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of isoproturon (1.15 kg a.i./ha). Treatments with the same letter for the same pesticide and year are not significantly different at the 5 % level.

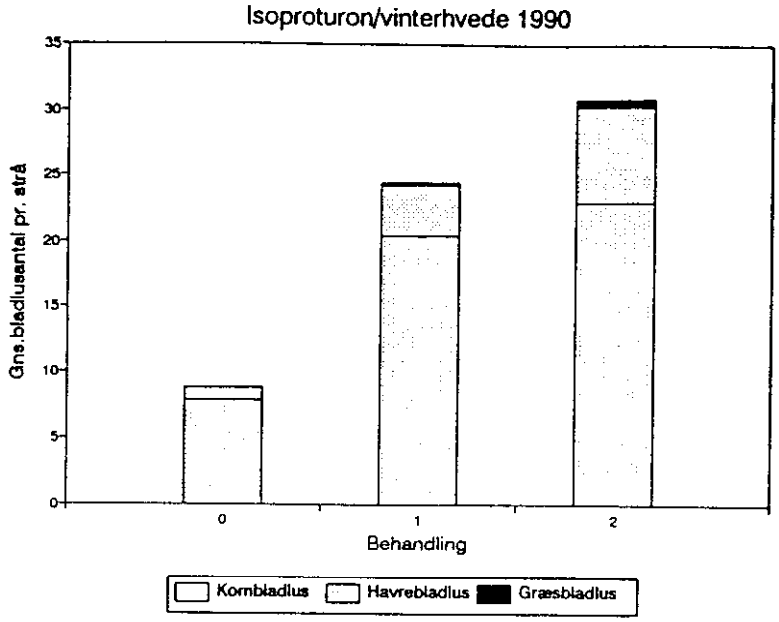
Vårbyg						
	1990			1991		
	0	1	2	0	1	2
Isoproturon	54.9 a	54.3 a	52.6 a	54.1 a	50.5 b	45.4 c
Ethephon	54.7 a	51.2 b	50.0 c	54.3 a	53.0 ab	50.6 b
Vinterhvede						
	1990			1991		
	0	1	2	0	1	2
Isoproturon	56.6 a	56.3 a	50.0 b	66.3 a	65.6 a	61.5 a

Bladlusangreb i vinterhvede

Bladlusopgørelsen den 28. juni i 1990 samt populationsudviklingen for bladlus i 1991 fremgår af figur 3.5 og 3.6.

Total bladlusantal

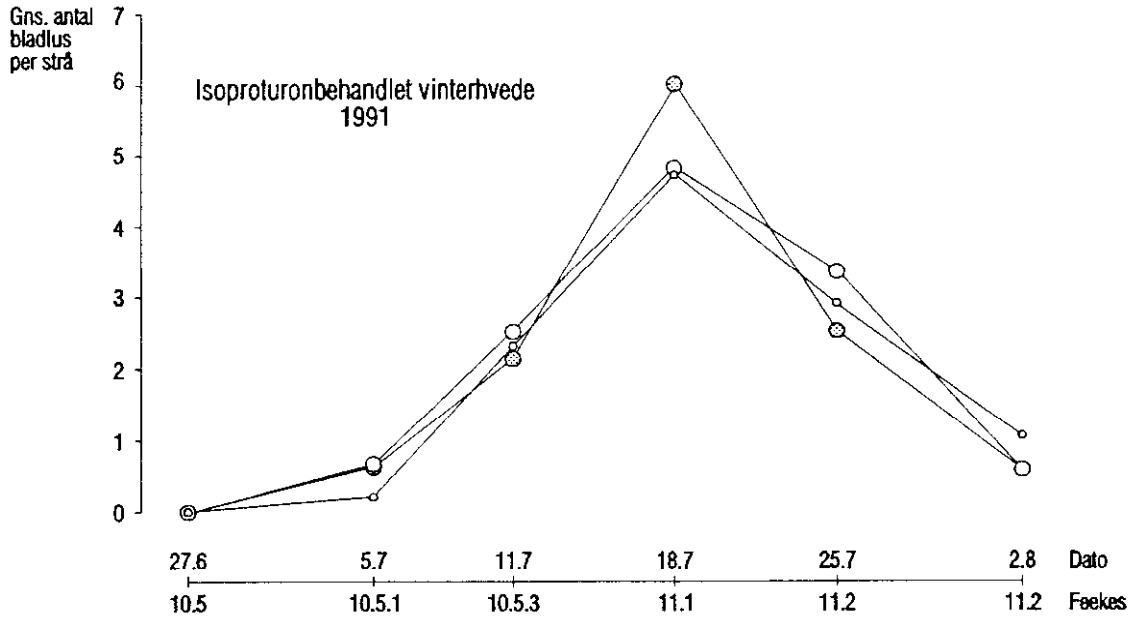
Behandlingen med isoproturon i 1990 havde signifikant effekt på antallet af bladlus på årets eneste opgørelsesdag (P = 0.0053). Bladlusantallet var mere end signifikant fordoblet ved begge doseringer af herbicidbehandlet vinterhvede i forhold til kontrollen (figur 3.5 samt tabel 3.5). I 1991 medførte herbicidbehandlingen ikke nogen signifikant effekt på bladlusbelastningen (figur 3.6 og tabel 3.5).



Figur 3.5

Gennemsnitlige bladlusantal per strå den 28. juni 1990 i markforsøg med vinterhvede behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon (1.25 kg v.s./ha) den 2. april.

*Average number of aphids per tiller June 28th 1990 in a field trial with winter wheat treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of isoproturon (1.25 kg a.i./ha) on April 2nd. Kornbladlus (**Sitobion avenae**), havrebladlus (**Rhopalosiphum padi**), græsbladlus (**Metopolophium dirhodum**)*



Figur 3.6

Populationsudviklingen af bladlus vist som den gennemsnitlige bladlusantal per strå gennem vækstsæsonen i markforsøg 1991 med vinterhvede behandlet med 0, 1 and 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon (1.15 kg v.s./ha) den 12. april. Vækststadierne for vinterhvede (Feekes) ved opgørelsesdagene (Dato) er angivet. Signaturer for pesticiddoseringer som i figur 3.1.

Development of the aphid population shown as the average number of aphids per tiller during the growing season in a field trial 1991 with winter wheat treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of isoproturon (1.15 kg a.i./ha) on April 12th. Growth stages for winter wheat (Feekes) on the registration dates (Dato) are shown. Symbols for pesticide dosages as in figure 3.1.

Tabel 3.5
Bladlusopgørelse for markforsøg med vinterhvede behandlet med 0, 1 og 2 gange den anbefalede dosering af isoproturon (1.25 kg v.s./ha) i 1990 og 1991. Data er henholdsvis bladlusantallet for 25 strå den pågældende opgørelsesdag i 1990 og bladlusbelastningen (arealet under populationsudviklingskurven) i 1991. Standard error angives i parentes. Behandlinger med samme bogstav indenfor et år er ikke signifikant forskellige på 5 % niveauet.
Aphid abundance in a field trial with winter wheat treated with 0, 1 and 2 times the recommended dosage of isoproturon (1.25 kg v.s./ha) in 1990 and 1991. Values are respectively aphid numbers per tiller in 1990 and aphid load (area under the population curve) in 1991. Standard error is shown in parentheses. Treatments with the same letter for the same year are not significantly different at the 5 % level.

Behandling	Dosis	1990	1991
Isoproturon	0	224 (85) a	1827 (141) a
	1	614 (149) b	1949 (170) a
	2	775 (158) b	1949 (111) a

Bladlusart

Isoproturon forøgede signifikant bladlusantallet af kornbladlus (P = 0.0036) i 1990 (figur 3.5). Bladlusantallet for denne art var signifikant højere ved begge doseringer af isoproturon i forhold til de ubehandlede parceller. Havrebladlus blev påvirket af isoproturonbehandlingen på grænsen af det signifikante (P = 0.0641), mens antallet af græsbladlus var for lavt til at vurdere behandlingseffekten. I 1991 var bladlusbelastningen af alle tre bladlusarter upåvirket af behandlingen med isoproturon.

Kerneudbytte i vinterhvede

I vinterhvede blev kerneudbyttet i 1990 signifikant reduceret ved dobbeltdosering af isoproturon, mens behandlingen med isoproturon i 1991 ikke medførte signifikant effekt på kerneudbyttet (tabel 3.4). Der gøres opmærksom på at forsøget i 1990 ikke blev fungicidbehandlet, hvorfor udbyttetallene er højere i 1991 end i 1990.

3.1.3 **Diskussion**

Bladlusbelastning

Pesticideffekten på bladlus er vurderet udfra den samlede bladlusforekomst i vækstsæsonen udtrykt som bladlusbelastning (bortset fra 1990-data for hvede). I den henseende er der taget højde for både styrken (antal bladlus/strå) og varigheden (tidslængde) af bladlusangrebet. Imidlertid er der ved denne metode ikke taget hensyn til, at virkningen af bladlusangrebet på afgrøden varierer, blandt andet afhængig af plantens vækststadium.

Pesticideffekt i det ene forsøgsår

De to års markforsøg med vårbyg og vinterhvede viste, at brugen af herbicidet isoproturon eller vækstregulatoren ethephon medførte en signifikant højere forekomst af bladlus i det ene forsøgsår, mens brugen af de samme pesticider i det andet forsøgsår ikke havde indflydelse på forekomsten af bladlus.

Samspil mellem mange faktorer i agerlandet

De forskellige resultater årene imellem afspejler således, at bladlusenes respons på pesticidbehandlingen er del af et økologisk samspil mellem mange forskellige faktorer i agerlandet. Klimaforhold, bladlusangrebsniveauet, bladlusartsfordelingen, afgrødens fysiologiske tilstand samt naturlige fjender af bladlus kan spille en rolle i dette samspil. Betydningen af nogle af de væsentlige faktorer for tolkningen af forsøgets resultater diskuteres i det følgende.

Klimaforhold

Klimaforholdene var forskellige de to forsøgsår (bilag 1). I 1990 gav en mild vinter, efterfulgt af et varmt, tørt forår og forsommer, gode opformeringsbetingelser for bladlus. På landsplan forekom bladlus ret udbredt, men af svag styrke i hele vækstperioden. Året 1991 bar præg af en usædvanlig lang og kold periode fra april til og med juni, samt megen nedbør i juni. Dette gav dårlige betingelser for bladlusopformering. På landsplan varierede angrebet en del, men angrebsstyrken blev betegnet som værende svag i hele vækstperioden (Skriver 1990, 1991).

Bladlusangrebsniveauet

I markforsøgene fra dette projekt forekom et moderat angreb af bladlus begge år. I vårbyg nåede angrebsstyrken omtrent det samme niveau begge år, mens angrebsvarigheden var nogle uger længere i 1990 i forhold til 1991. Det samlede angrebsniveau i vårbyg var derfor noget højere i 1990 end i 1991. I vinterhvede var der betydeligt flere bladlus på den eneste opgørelsesdag i 1990 ved plantevækststadium Feekes 11.1, end ved tilsvarende plantevækststadium i 1991.

Populationsudviklingen af bladlus

Det generelle forløb i populationsudviklingen af bladlus var ens mellem årene og stemmer godt overens med det forventede billede for populationsudviklingen for de fleste bladlusarter i enårige kornafgrøder (Robert 1988). I starten koloniseres kornet af tilflyvende vingede individer. Dernæst opformerer bladlusene sig eksponentielt til et maksimalt populationsniveau, som sidst på vækstsæsonen aftager på grund af naturlige fjender, fraflyvning af vingede individer og andre regulerende faktorer.

Afgrødens vækststadie

Denne populationsudvikling for bladlus fulgte afgrødens vækststadier på samme måde begge år. Men da afgrødens vækst var tidsmæssigt forskudt omtrent to uger mellem årene, så foregik bladluskolonisationen dermed på forskellige tidspunkter de to år. Det er uklart, i hvor høj grad dette har haft betydning for de forskellige forsøgsudfald de to år.

Pesticidets virkningstid

Tidsintervallet mellem pesticidsprøjtningen og bladluskolonisationen i forsøgsområderne med vårbyg var derimod ens begge år. For vårbyg blev isoproturon begge år udsprøjtet ca. fire uger inden bladluskolonisationen, mens ethephon blev udsprøjtet nogle dage efter bladluskolonisationen (ca. 1 bladlus/strå). Sprøjtemidlerne havde dermed hver for sig den samme tid i de to år til at blive omdannet og inducere eventuelle metaboliske forandringer i vårbyg, inden bladlusene indfandt sig. Det var ikke muligt at afklare, om det forholdt sig på samme

måde for isoproturon i vinterhvede, idet tidspunktet for bladluskolonisationen i vinterhvede ikke blev registreret i 1990.

Angrebsmønstret for bladlus i korn

Det generelle angrebsmønster for bladlus i korn er følgende: Angrebet starter med havrebladlus, der i begyndelsen sidder helt nede ved jordoverfladen ved skudbasis. Senere bevæger de sig højere op på planten og opholder sig mest ved bladskederne. I vårbyg er havrebladlusen den dominerende art. Græsbladlus, der fortrinsvis sidder på bladene, og kornbladlus, der foretrækker aksene, forekommer i mindre antal. I vinterhvede er angrebene normalt domineret af kornbladlus, og de to andre arter af bladlus forekommer i mindre udstrækning (Bromand 1990).

Bladlusartsfordelingen

I forsøgene var bladlusartsfordelingen generelt lidt atypisk begge år sammenlignet med det ovennævnte. For det første optrådte græsbladlus i relativt stort omfang i forhold til de to andre arter. I vårbyg var græsbladlus i 1991 langt overvejende den dominerende art, og i 1990 dominerede den sammen med kornbladlus. I vinterhvede forekom den næsten ikke på opgørelsesdagen i 1990, men var den dominerende art i 1991. Den høje forekomst af græsbladlus er formentlig et lokalt fænomen, for på landsbasis de samme år har man ikke konstateret en tilsvarende høj forekomst af græsbladlus (Lars M. Hansen og Bo Secher pers.komm.). Græsbladlus overvintrer på roser, og formodentlig har gartnerier med roser i nærheden af Højbakkegård givet græsbladlus gode overvintringsmuligheder. For det andet var forsøgene atypiske ved at havrebladlus ikke var den dominerende bladlusart i vårbyg. Dette kan til dels skyldes de milde vintre, hvorunder bladluspredatorer såsom mariehøns har haft mulighed for at reducere antallet af havrebladlus på overvintringsværten hæg (Lars M. Hansen pers.komm.). Indflyvningspopulationen af havrebladlus til kornafgrøden om foråret kan derfor have været lavere end normalt, hvilket kan have været med til at formindske den videre populationsudvikling.

Pesticidets virkning på de enkelte bladlusarter

Det er i denne sammenhæng interessant, om pesticidbehandlingens effekt på den totale bladlusforekomst også gør sig gældende på bladlusartsniveau. For vårbyg i 1990 var der ingen signifikant behandlingseffekt hverken på den totale bladlusforekomst eller på forekomsten af de tre bladlusarter. For vårbyg i 1991 derimod afspejlede den signifikante behandlingseffekt på den totale bladlusforekomst sig kun i nogle af de tre bladlusarter. Behandlingen med ethephon forøgede signifikant forekomsten af græsbladlus, mens behandlingen med isoproturon forøgede signifikant forekomsten af havrebladlus. Kornbladlus var upåvirket af begge pesticidbehandlinger. Tilsyneladende har bladlusarterne ikke samme følsomhed overfor pesticidbehandlingerne.

En medvirkende årsag til de forskellige forsøgsudfald i vårbyg for den totale bladlusforekomst mellem årene har muligvis været at fordelingen af bladlusarterne også var forskellig mellem årene. Forekomsten af kornbladlus var nemlig relativt høj i forhold til de to andre bladlusarter i 1990, mens det omvendte var tilfældet i 1991.

I vinterhvede havde behandling med isoproturon en fremmende effekt på den totale forekomst af bladlus i 1990, men ikke i 1991. Samme effekt gjorde sig gældende for kornbladlus og og i mindre grad for havrebladlus. Græsbladlus var upåvirket af isoproturon i 1991, mens forekomsten af græsbladlus i 1990 var for lav til at vurdere behandlingens effekt.

Naturlige fjender

I forsøgsområdet blev der observeret forskellige naturlige fjender af bladlus. De vigtigste fjender var predatorer såsom mariehøns (voksne/larver), svirrefluelarver, guldøjelarver, løbe- og rovbiller samt parasitoider såsom snyltehvepse, og endelig insektpatogene svampe. Forekomsten af disse naturlige fjender blev dog ikke kvantificeret, så det var ikke muligt at vurdere deres indvirkning på samspillet mellem pesticidanvendelse og bladlus.

Kornart

Det er muligt at virkningen af pesticidet på bladlus afhænger af kornarten. Dette aspekt demonstreres af forsøgsresultaterne ved, at samme år var virkningen af isoproturon på bladlus signifikant i vårbyg, men ikke i vinterhvede. I denne sammenhæng er det relevant at påpege at bladlusresponsen på pesticidbehandling også kunne være sortsafhængig, en formodning der støttes af projektets meldugundersøgelser, der har påvist sortsvariation i meldugs respons på herbicidbehandling.

Ændres bekæmpelsesbehovet?

Markforsøgene har vist, at bladlusforekomsten under visse forhold øges ved anvendelse af herbicider og vækstregulatorer. Men har dette resultat nogen betydning i praksis: forøges bekæmpelsesbehovet mod bladlus? For at besvare dette er det nødvendigt at undersøge, om bekæmpelsestærsklen for bladlus er blevet overskredet ved pesticidbehandlingen. Planteværnscentret har udviklet et PC-baseret vejledningssystem (PC-planteværn), som anvendes til at vejlede landmændene i bekæmpelse af sygdomme og skadedyr (Secher 1991, Secher og Murali 1992). PC-planteværn er baseret på modeller, der opererer med dynamiske vejledende bekæmpelsestærskler. Bekæmpelsestærsklerne angives som procent strå med bladlus. Undersøgelser har vist, at der er en sammenhæng mellem procent strå med bladlus og antal bladlus per strå i vårbyg og vinterhvede (Hansen 1991, Rabbinge og Mantel 1981). Dette gør det muligt at sammenstille bladlusopgørelsen i nærværende undersøgelse med de vejledende bekæmpelsestærskler (tabel 3.6), dog under hensyntagen til visse forbehold. For det første er forsøgsenheden betydelig mindre i denne undersøgelse (små markparceller) end i den refererede undersøgelse (almindelig markstørrelse). For det andet er den fundne refererede variation for antallet af bladlus per strå relativ høj (60% for vårbyg).

I det følgende diskuteres, hvorvidt pesticidbehandlingen har indflydelse på en overskridelse af bekæmpelsestærsklen. Ud fra figur 3.2 vælges den opgørelsesdag på populationsudviklingskurven for bladlus i vårbyg, hvor der er størst forskel mellem behandlede og ubehandlede parceller. Dette er tilfældet den 16. juli i ethephon forsøget, hvor afgrøden er i vækststadium Feekes 11.1. (Variansanalyse viste, at forskellen var statistisk sikker, P = 0.038). Bekæmpelsestærsklen ved

dette vækstadium under normale vejrforhold er udregnet til 6.6 bladlus per strå (Tabel 3.6). Overføres denne værdi til figuren, ses at bladlusantallet overskrider tærskelen i de dobbeltdoseret behandlede, men ikke i de ubehandlede parceller. Teoretisk betyder dette, at behandling med dobbeltdoseret ethephon har medført behov for bekæmpelse mod bladlus på denne opgørelsesdag. I praksis ville denne overskridelse af bekæmpelsestærsklen sandsynligvis ikke ændre på behandlingsmønstret (Lars M. Hansen og Bo Secher pers.komm.). Bekæmpelsestærsklen blev nemlig allerede overskredet i de ubehandlede parceller ca. to uger forinden (den 9. juli) omtalte opgørelsesdag og sprøjtning ville have fundet sted allerede på dette tidspunkt.

Tabel 3.6
Bekæmpelsestærskler for bladlus i vårbyg (Secher et al 1991) i relation til afgrødens vækststadier ved de pågældende opgørelsesdage i markforsøg med ethephon i 1991. Sammenhængen mellem procent strå med bladlus (Y) og antal bladlus per strå (X) er:
$Y = 36.7 \log_{10}X + 39.9$ (Hansen 1991)
Control threshold levels for aphids on spring barley (Secher et al 1991) in connection with the crops growth stages on the registration dates in the field trial with ethephon in 1991. The relationship between percent tillers with aphids (Y) and number of aphids per tiller (X) is:
$Y = 36.7 \log_{10}X + 39.9$ (Hansen 1991)

Dato	Plantestadium		% strå med bladlus (Y)	bladlus per strå (X)
	Feekes	Zadoks		
2.7	10.1	51	40	1
9.7	10.4	57	50	1.9
12.7	10.5	59	60	3.5
16.7	11.1	75	70	6.6
30.7	11.2	85	80	12.4

Realistiske pesticiddoseringer?

Effekten af pesticidbehandlingen på bladlusforekomsten viste sig at være afhængig af pesticiddoseringen. Bladlusforekomsten var kun signifikant højere ved dobbeltdosering af henholdsvis isoproturon og ethephon. Umiddelbart forekommer dette resultat ikke at have særlig betydning i praksis, idet pesticider udbringes enten ved normal eller reduceret dosering i den almindelig anvendte dyrkningspraksis idag. Men det er vanskeligt at overføre doseringsforhold fra små markparceller til markniveau. På grundlag af markforsøgene kan det derfor ikke udelukkes, at en utilsigtet pesticidinduceret forøget bladlusforekomst muligvis er endnu en medvirkende årsag til opformeringen af bladlus i agerlandet.

Pesticidets virkning på udbyttet

Kerneudbyttet blev i visse tilfælde reduceret ved pesticidbehandling. Isoproturon i vårbyg reducerede kerneudbyttet i 1991, men ikke i 1990. Udbytteredukticnen ved behandling med isoproturon var muligvis forbundet med forekomsten af bladlus. Behandling med isoproturon medførte en stigning i bladlusbelastningen i det år (1991), hvor der var udbytteredukticn, mens behandling med isoproturon ikke havde effekt på bladlusbelastningen i det år (1990), der ikke var nogen effekt på udbyttet.

Ethephon reducerede kerneudbyttet begge forsøgsår i vårbyg. Tilsyneladende var der dog ingen sammenhæng mellem udbytteredukticn og bladlusforekomst ved behandling med ethephon. Udbytteredukticnen optrådte også i det forsøgsår hvor behandling med ethephon ikke havde effekt på bladlusbelastningen. Udbytteredukticnen var muligvis forårsaget af ethephons direkte virkning på afgrøden.

I vinterhvede reducerede isoproturon kerneudbyttet kun i det ene forsøgsår (1990), hvilket var det samme år bladlusantallet steg ved behandling med isoproturon. Udbytteredukticnen i vinterhvede ved behandling med isoproturon kan muligvis forbindes med bladlusforekomsten ligesom i vårbyg.

Tilsyneladende er der ingen simpel forklaring på udbytteredukticnen ved anvendelsen af isoproturon og ethephon. Udbytteredukticnen er formentlig påvirket af en række forskellige vekselvirkende faktorer, herunder virkninger af pesticidet direkte (morfologiske/biokemiske ændringer af afgrøden) og indirekte (bladlusopformering) på afgrøden.

3.2 **Klimakammerforsøg**

I markforsøgene er det undersøgt om herbicid- og vækstregulatorbehandling påvirker bladluspopulationen. Som supplement er der udført forsøg under kontrollerede forhold i klimakamre for at belyse om pesticidbehandling påvirker bladlusindivider. To typer bladlusrespons blev undersøgt: reproduktionsevne og værtspræference.

3.2.1 **Materialer**

Forsøgsbetingelser

Alle forsøg samt opretholdelse af bladlusopdræt og fremspiring af plantemateriale blev udført under kontrollerede forhold i klimakammer. Bladlus og planter var herved tilpasset de egentlige forsøgsbetingelser. I klimakammeret simuleredes et forsommerdøgn svarende til de faktiske klimaforhold under bladluskolonisationen i marken. Døgnrytmen forløb i fire trin med temperaturer fra 10-20°C, RH fra 50-80% , 16:8 lys:mørke periode samt god ventilation. Lyset kom fra lysstofrør af OSRAM type L30W/76 (Natura de luxe) og L30W/77 (Fluora). Forsøgene blev opstillet på hylder 43 cm fra lyskilden og lysintensiteten i dette niveau var 300 $\mu molm^{-2}s^{-1}$.

Bladlusopdræt

Bladlusopdrættet blev etableret fra én enkelt bladlus (uvinget exul) af henholdsvis kornbladlus og havrebladlus indsamlet i felten forsommeren 1989. Bestande blev opretholdt på kimplanter af korn i seperate plastikbure i klimakammeret. Vedligeholdelsen af bladlusopdrættet var ikke særlig arbejdskrævende; det var relativt let at få tilstrækkelig forsøgsmateriale. Bladlus til forsøg blev taget fra opdrætsplanter af samme sort som forsøgsplanterne, så bladlusene var bedst muligt tilpasset forsøgsbetingelserne.

Plantemateriale og dyrkningsmedium

Klimakammerforsøgene blev udført med planter af samme sort som planterne til markforsøgene. Plantematerialet, vårbyg af sorten 'Corgi' og vinterhvede af sorten 'Citadel', blev dyrket i 800 ml dyrkningsmedium i plastikpotter af størrelse 12,5 cm x 14,0 cm x 5,5 cm. Dyrkningsmediet var enten en standard gødet spagnum/ler (4/1) jordblanding (Weibulls K-jord) eller vermiculite størrelse 2. Planter til bladlusopdræt blev sået i et jævnt lag (jordblanding), mens planter til forsøg blev sået i to rækker à 20 frø i hver potte (jordblanding eller vermiculite). Efter fremspiringen blev forsøgsplanterne tyndet ud til 16 planter/række. Potterne var anbragt i større bakker sat på et fælles vatex underlag og vandet regelmæssigt. Potter med spagnum/ler blandingen blev vandet med almindelig postevand, mens potter med vermiculite fik tilført vand gødet med en 0,11% komplet næringsopløsning (Hornum).

Pesticidbehandling

Forsøgsplanterne blev pesticidbehandlet med enten Regufon (ethephon) eller Arelon (isoproturon) 12 dage efter såning i vækststadium Feekes 1 (2. blad netop synligt). Ethephon blev udsprøjtet med håndsprøjte på forsøgsplanterne til afdrypning, "run-off" (ca. 40 ml/potte). Behandlingen med isproturon blev udført anderledes end med ethephon, idet herbicidopløsningen blev hældt jævnt ud over

dyrkningsmediet i potterne med forsøgsplanterne (100 ml/potte). De forskellige behandlingsteknikker blev anvendt for at optimere pesticidoptagelsen; ethephon optages bedst gennem blade, mens den vigtigste optagelse af isoproturon er gennem rødder. Behandlingerne var 0, 30 og 60 ppm Regufon samt 0, 1 ppm og 2 ppm Arelon. Kontrolplanterne (0 ppm) blev behandlet med rent vand. Arelon indeholder 500 g isoproturon/l og Regufon indeholder 480 g ethephon/l.

Pesticidkoncentrationerne er ikke fastlagt udfra den anbefalede markdosering. I stedet afprøvedes forskellige doseringer, og der udvalgtes doseringer, som ikke fremkaldte synlige skader på planterne. Regnes der på, hvad de anvendte pesticiddoseringer i klimakammerforsøgene svarer til under markforhold, er de væsentlige lavere end de praktiserede markdoseringer. Dette skyldes hovedsageligt, at planter dyrket under klimakammerforhold er mere skrøbelige og dermed mere følsomme overfor pesticidbehandling, end planter dyrket under markforhold.

Den grundlæggende hypotese for projeket er, at pesticidbehandling ændrer kornafgrødens næringsværdi for bladlus. Det er således projektes formål at undersøge om pesticidet påvirker bladlus *gennem* afgrøden, og *ikke* om der skulle være nogen *direkte* virkninger af pesticidet. Dette er der taget hensyn til ved at udsætte bladlus tre dage efter pesticidbehandling. I dette tidsrum formodes pesticidet at være tilstrækkelig absorberet til, at der kan ses bort fra en direkte virkning af pesticidet.

3.2.2 **Reproduktionsforsøg**

Hovedformålet med reproduktionsforsøgene er at undersøge, om bladlus ændrer deres reproduktionsevne på værtsplanter udsat for forskellige pesticidbehandlinger. Samtidig er det hensigten at udvikle en metode til at vurdere ændringer af reproduktionsevnen hos bladlus.

Metoder

Forsøgsopstilling

Alle forsøg blev udført med *kornbladlus* som forsøgsdyr. Ethephons effekter blev undersøgt for bladlus på vårbyg (forsøg 1-6), mens effekter af isoproturon blev undersøgt for bladlus på både vinterhvede (forsøg 7 og 8) og vårbyg (forsøg 9 og 10). Afhængig af forsøget bestod hver behandling af enten 35 eller 40 bladlus fordelt i 5 potter med enten 7 eller 8 bladlus. Som dyrkningsmedium blev jordblandningen kun anvendt i de første forsøg (1-3). I de efterfølgende forsøg anvendtes vermiculite, primært for bedre at kunne sammenligne forsøgsresultater med projektets meldugundersøgelser, hvor væksthusforsøg tilsvarende blev udført med vermiculite.

Forsøgsmetoder

I den foreliggende undersøgelse blev to metoder anvendt til at vurdere reproduktionsevnen hos bladlusindivider:

1. Den *relative vækstrate (RVR)* i nymfetiden

$$RVR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$$

hvor W_1 er begyndelsesvægten til tiden t_1 , og W_2 er slutvægten til tiden t_2.

2. Antallet af afkom født i den første del af reproduktionsperioden - *initial afkomsantal.*
(I teksten refereres dette mål som afkomsantal)

Forsøgsprocedure

I det følgende bekrives forsøgsproceduren for begge metoder.

Dag 0 (*1. bladstadium*) blev planterne behandlet.

Dag 3 (*1. bladstadium*) blev tre vingede kornbladlus udsat per klemmebur (egen konstruktion). Klemmeburene blev påsat enkeltvis på 1. blade af tilfældigt udvalgte planter.

Dag 5 (*2. bladstadium*)(t_1) blev de vingede individer fjernet fra hvert klemmebur. Samtidig blev ca. fire af de fremkomne nymfer efterladt på bladet, mens de resterende blev børstet ned i en petriskål til senere vægtbestemmelse. De efterladte nymfer på 1. bladet blev straks lukket inde i klemmeburet igen. De resterende nymfer fra alle klemmebure i en potte blev samlet i samme petriskål. Herfra blev ti tilfældigt udvalgte nymfer vejet samlet, og en gennemsnitlig begyndelsesvægt per nymfe (W_1) blev udregnet.

Dag 13 (*3. bladstadium*) (t_2) blev nymferne fra burene anbragt i petriskåle. Nymfer uden vingeanlæg blev tilfældigt udvalgt herfra, vejet enkeltvis (W_2) og udsat enkeltvis i nummererede klemmebure. Burene med lus blev anbragt enkeltvis på 2. bladet af en tilfældigt udvalgt plante. Førstebladet blev ikke anvendt som udsætningssted igen, da bladet på dette tidspunkt af plantens udvikling var for blegt og samtidig svagt mærket af klemmeburets påsætning. Hver nymfe fik herefter lov til uforstyrret på 2. bladet i et klemmebur at blive voksen og reproducere sig.

Dag 21 (*4.bladstadium*) blev bladene med bladlus udsat i klemmebur frosset ned, og antallet af afkom for hver bladlus blev senere optalt.

Måleperioden for RVR (t_2 - t_1) i nymfetiden var ifølge det ovennævnte 8 dage svarende til længden af den efterfølgende periode, indenfor hvilke afkomsantallet blev målt. Måleperiodens længde blev fastlagt således, at den var kortere end kornbladlusens udviklingstid. Ud fra pilotundersøgelser ved de givne klimakammerforhold blev kornbladlusens udviklingstid bestemt til ca. 10 dage.

RVR i nymfetiden og afkomsantal blev bestemt for de samme bladlusindivider.

Bladlusene blev håndteret forsigtigt med bløde mårhårspensler og vejet på en Cahn mikrobalance vægt med en nøjagtighed på ± 0,05 mg.

Statistik

Data fra undersøgelsen af ethephon med vårbyg stammer fra seks forsøg med enten 35 eller 40 bladlus per behandling afhængig af forsøg. Data fra undersøgelsen af isoproturon stammer fra to forsøg med vårbyg og to forsøg med vinterhvede; hvert forsøg med 40 bladlus per behandling. Forsøgene blev, med afbrud, udført successivt over en periode på 18 måneder.

Statistiske analyser blev gennemført ved hjælp af det statistiske program SAS. Effekten af hvert pesticid på bladlus blev testet med variansanalyse efter følgende model:

$$Y = \mu + a + b + c + b*c + d + \varepsilon$$

hvor Y = RVR eller afkomsantal
μ = middelværdi
a = effekt af dyrkningsmedium (kun for ethephon)
b = effekt af forsøg
c = effekt af behandling (isoproturon eller ethephon)
b*c = vekselvirkning mellem forsøg og behandling
d = effekt af potte
ε = uforklarlig variation

Faktorene a,b,c og d indgår i modellen som kvalitative faktorer (klassevariable). Dyrkningsmediet er koblet med blandt andet den tidslige variation mellem forsøgene. Dette blev der taget hensyn til i analysen ved at teste dyrkningsmedium med forsøg. Tilsvarende blev der taget hensyn til potte variationen ved at teste henholdvis behandling og forsøg * behandling med potte. Signifikansniveauet blev fastlagt til 5 %.

På data fra hvert forsøg blev der udført variansanalyse efter følgende model:

$$Y = \mu + e + f + \varepsilon$$

hvor Y = RVR eller afkomsantal
μ = middelværdi
e = effekt af behandling
f = effekt af potte
ε = uforklarlig variation

Effekt af såvel behandling som potte indgår i modellen som kvalitative faktorer (klassevariable). De herved fundne signifikante behandlingseffekter ($P < 5$ %) blev yderligere analyseret med Tukey-metoden (Sokal og Rohlf 1981).

Datamaterialet blev testet for normalfordeling med Shapiro-Wilk metoden ved hjælp af SAS. Variashomogenitet blev testet med Bartlett's test og visuelt vurderet udfra plots af modellens residualer mod dens estimerede værdier.

Resultater

Ethephon påvirkede signifikant *vækstraten, RVR*, hos kornbladlus på vårbyg ($P = 0.0015$) (tabel 3.7). Denne behandlingseffekt optrådte i fire ud af seks forsøg som signifikant højere RVR på ethephonbehandlede planter (figur 3.7). I tre af disse forsøg var RVR højst ved den høje dosering af ethephon (forsøg 1,4,5), mens RVR i et forsøg var højst ved den lave dosering (forsøg 2). Størrelsen af RVR stimuleringen i hvert af de fire forsøg var ca. 5 % af kontrollens RVR. Variansanalyse af det samlede datamateriale ved skiftevis at udelukke den ene pesticidbehandling viste, at der var signifikant forskel i RVR mellem kontrollen og henholdsvis lav og høj pesticiddosering.

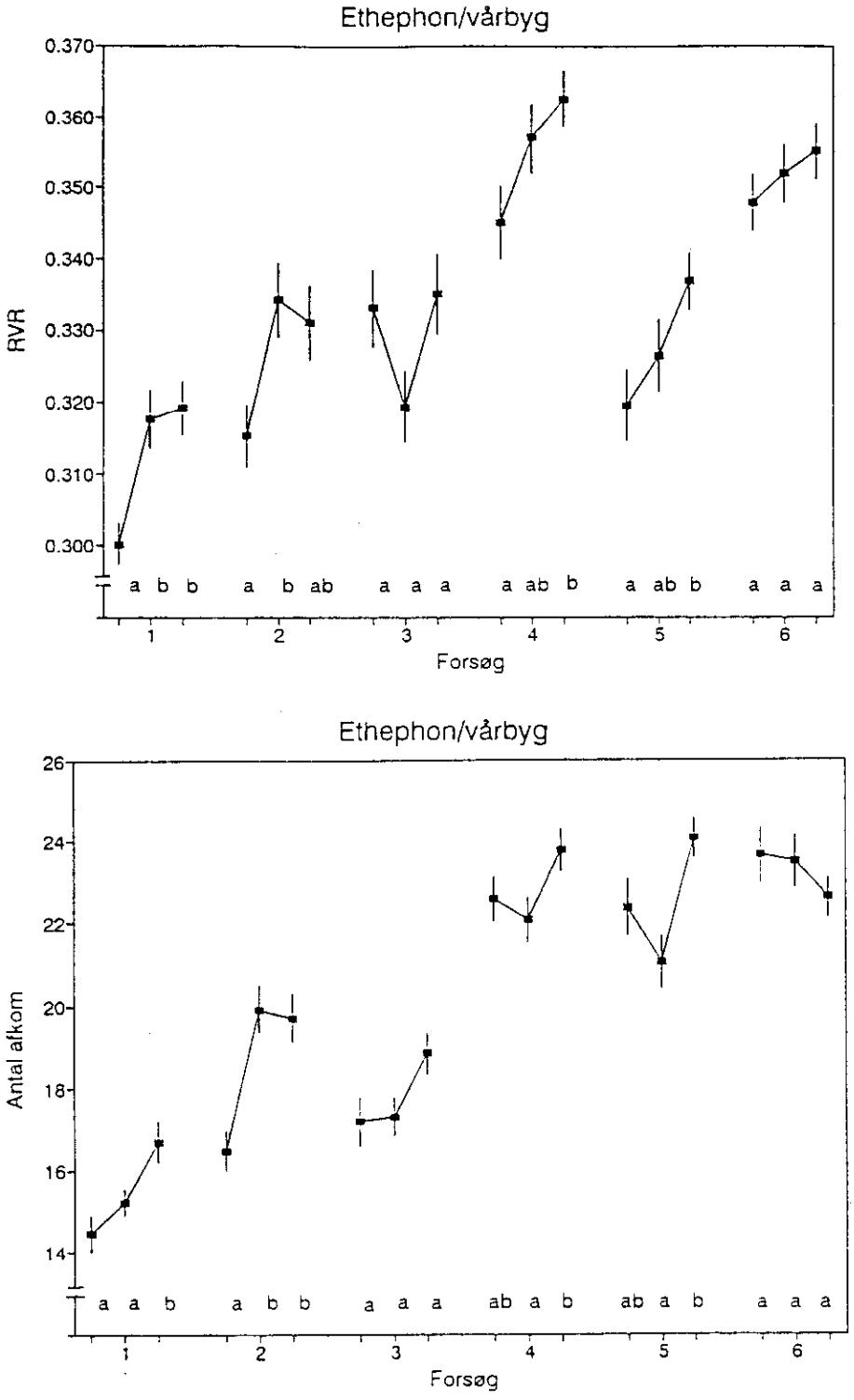
Ethephon påvirkede signifikant *afkomsantallet* hos kornbladlus på vårbyg ($P = 0.0065$) (tabel 3.7). Behandlingseffekten var dog ikke ligeså entydig som effekten overfor RVR (figur 3.7). I de fleste forsøg var afkomsantallet højst ved en af pesticidbehandlingerne. Men denne effekt var kun signifikant højere end kontrollen i to af seks forsøg (forsøg 1 og 2). Variansanalyse af det samlede datamateriale ved skiftevis at udelukke den ene pesticidbehandling, viste, at der var signifikant forskel mellem den høje dosering og kontrollen, mens der ikke var signifikant forskel mellem den lave dosering og kontrollen. Sammenfattende viser forsøgsresultaterne, at afkomsantallet øges signifikant ved den høje dosering af ethephon.

Variansanalysen viste yderligere, at både RVR og afkomsantallet påvirkes signifikant af forsøget. Denne forsøgseffekt udtrykker sandsynligvis den tidsmæssige variation mellem forsøgene, og skyldes formodentlig en kombination af flere forhold. Nogle tænkelige forhold kan være genetiske/fysiologiske ændringer af bladlusopdrættet og lettere ustabile klimakammerforhold, eksempelvis gradvist aftagende lysintensitet (samme lysstofrør i hele forsøgsperioden).

Tabel 3.7
Variansanalyse af ethephonbehandlings effekt på henholdsvis vækstraten (RVR) (øverst) og afkomsantal (nederst) af kornbladlus på vårbyg i klimakammerforsøg.
Analysis of variance for the effect of ethephon treatment on respectively the growth rate (RVR) (top) and number of offspring (afkomsantal) (bottom) for ***S. avenae*** *on spring barley in climate chamber experiments.*

Vækstrate (RVR)					
Variation	dF	SS	MS	F	P
Medium	1	0.0807	0.0807	4.57	0.0994
Forsøg (F)	4	0.0707	0.0176	24.19	0.0001
Behandling (B)	2	0.0198	0.0099	7.16	0.0015
F * B	10	0.0134	0.0013	0.97	0.4798
Potte	72	0.0998	0.0014	1.90	0.0001
Residual	580	0.4240	0.0007		
Total	669	0.7086			

Afkomsantal					
Variation	dF	SS	MS	F	P
Medium	1	4832	4832	33.68	0.0044
Forsøg (F)	4	574	143	14.43	0.0001
Behandling (B)	2	239	119	5.40	0.0065
F * B	10	418	41	1.88	0.0613
Potte	72	1595	22	2.23	0.0001
Residual	553	5498	10		
Total	642	13155			



Figur 3.7

Reproduktionsforsøg (1-6) under klimakammerforhold med kornbladlus på vårbyg behandlet med 0, 30 og 60 ppm Regufon (ethephon). Vækstraten (RVR) og antal afkom vises henholdsvis i den øverste og nederste figur. Værdierne for hvert forsøg vises som punkter fra venstre mod højre i den nævnte behandlingsrækkefølge. Standard error angives som vertikale streger gennem punkterne. Behandlinger for hvert forsøg med samme bogstav er ikke signifikant forskellige på 5 % niveauet.

Reproduction experiments (1-6) in climate chambers with ***S. avenae*** *on spring barley treated with 0, 30 and 60 ppm Regufon (ethephon). Growth rate (RVR) and number of offspring (antal afkom) are shown respectively in the top and bottom figure. Values for each experiment are shown as points from left to right in the mentioned order of treatments. Standard error is shown as vertical lines through the points. Treatments within each experiment with the same letter are not significantly different at the 5 % level.*

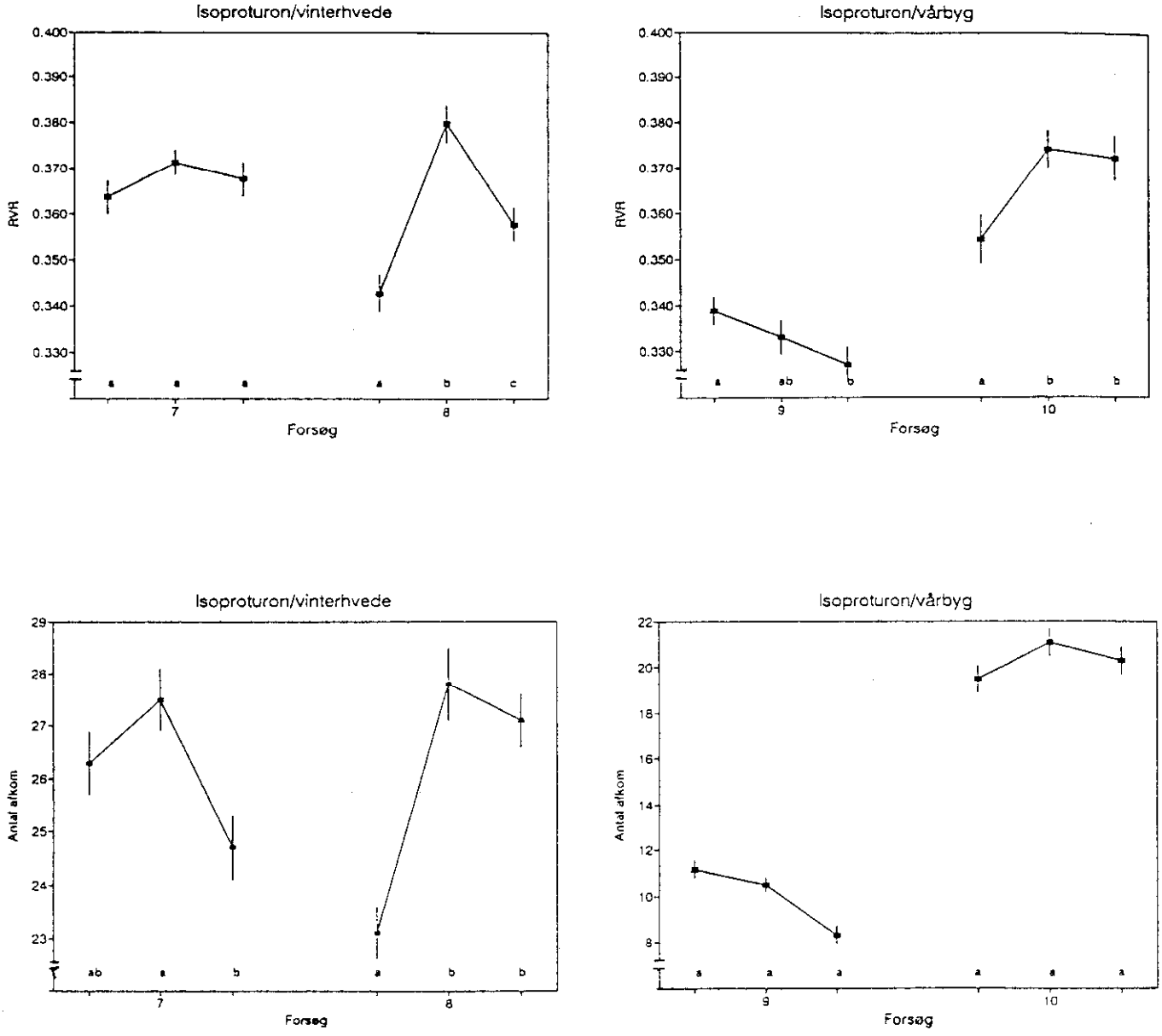
Isoproturon/ vinterhvede

Isoproturon påvirkede signifikant både RVR (P = 0.0003) og afkomsantal (P = 0.0216) hos kornbladlus på vinterhvede. Effekten af isoproturon viste sig ved at øge både RVR og afkomsantallet (figur 3.8). Forøgelsen var størst ved den lave dosering af isoproturon, men denne forøgelse var kun signifikant i det ene forsøg.

Isoproturon/vårbyg

I denne undersøgelse blev det nødvendigt at forkorte tidsforløbet i forsøgene, idet bladlusene af ukendte årsager udviklede sig hurtigere. Perioden mellem vejningerne af nymferne (t_2-t_1) var således 7 dage ligesom perioden mellem bestemmelse af slutvægten (W_2) og optælling af afkom.

Isoproturon påvirkede hverken afkomsantallet (P = 0.1182) eller RVR (P = 0.4928) signifikant hos kornbladlus på vårbyg (figur 3.8). Dette er interessant med hensyn til RVR, når der sammenlignes med resultaterne fra variansanalysen af de enkelte forsøg, da der for RVR var en signifikant behandlingseffekt i begge forsøg. Effekten var imidlertid en stimulation i det ene forsøg og en hæmning i det andet forsøg. Disse effekter opvejer således hinanden i variansanalysen af data fra begge forsøg.



Figur 3.8

Reproduktionsforsøg under klimakammerforhold med kornbladlus på henholdsvis vinterhvede (7,8) og vårbyg (9,10) behandlet med 0, 1 og 2 ppm Arelon (isoproturon). Vækstrate (RVR) og afkomsantal vises henholdsvis på de øverste og nederste figurer. Værdierne for hvert forsøg vises som punkter fra venstre mod højre i nævnte behandlingsrækkefølge. Standard error vises som vertikale streger gennem punkterne. Behandlinger for hvert forsøg med samme bogstav er ikke signifikant forskellige på 5 % niveauet.

Reproduction experiments in climate chambers with ***S. avenae*** *on respectively winter wheat (7,8) and spring barley (9,10) treated with 0,1 and 2 ppm Arelon (isoproturon). Growth rate (RVR) and number of offspring (antal afkom) are shown in figures respectively at the top and bottom. Values for each experiment are shown as points from the left to the right in the mentioned order of treatments. Standard error is shown as verticale lines through the points. Treatments within each experiment with the same letter are not significantly different at the 5 % level.*

Diskussion

Reproduktionsevne

Under de givne klimakammerforhold forøgede vækstregulatoren *ethephon* reproduktionsevnen, både udtrykt som vækstrate (RVR) og afkomsantal, hos kornbladlus på vårbyg. Effekten af ethephon viste sig tydeligst på RVR, som forøgedes med ca. 5% ved behandling med ethephon.

Herbicidet *isoproturon's* effekt på reproduktionsevnen hos kornbladlus afhang af afgrødearten. Under de givne klimakammerforhold medførte behandling med isoproturon på vinterhvede en signifikant forøget reproduktionsevne hos kornbladlus, mens behandling med isoproturon på vårbyg ikke signifikant påvirkede reproduktionsevnen hos kornbladlus. For vårbyg var det dog uklart om den manglende signifikans for RVR var reel eller skyldtes modsatrettede effekter i de to forsøg.

Metodeevaluering

De anvendte metoder til bestemmelse af reproduktionsevnen hos bladlus er velbeskrevne i litteraturen især for undersøgelser over screening af afgrøder for bladlusresistens. Vækstraten RVR er det mest anvendte *indirekte* mål for reproduktionsevnen (Acreman og Dixon 1989, Emden 1969, 1972, Leather og Dixon 1984). I forhold til andre indirekte mål såsom voksenvægten er den nymfale RVR bedst korreleret med reproduktionsevnen (Leather og Dixon 1984).

Initial afkomsantallet anvendes som et *direkte* mål for reproduktionsevne (Belvett et al. 1965, Kieckhefer og Gellner 1988, Leather og Dixon 1981 1984). Alternativt kunne man optælle afkom i hele reproduktionsperioden. Dette mål er egnet som udtryk for den potentielle reproduktionsevne, men mindre egnet som udtryk for den reelle reproduktionsevne. Populationsudviklingen for bladlus er nemlig påvist i langt højere grad at være bestemt af afkom født i den første del af reproduktionsperioden end af det totale antal afkom i hele reproduktionsperioden (Dixon 1987, Wyatt og White 1977).

Hensigten med at anvende begge metoder var som før nævnt at udvælge den mest velegnet metode. I denne vurdering indgår en bedømmelse af hver metodes reproducerbarhed, effektivitet, præcision og realisme. Metoderne blev vurderet udfra ethephonundersøgelsen, idet den omfatter de fleste forsøg.

Reproducerbarhed

Enhver metode bør kunne anvendes gentagne gange med konsistente resultater. Dette krav om reproducerbarhed syntes umiddelbart at være opfyldt for RVR-metoden, idet fire ud af seks forsøg viste en ca. 5% signifikant forøgelse af RVR ved pesticidbehandlingen. Statistisk udtrykkes reproducerbarheden af RVR-metoden ved at vekselvirkningen mellem forsøg og pesticid ikke var signifikant i variansanalysen ($P = 0.4800$). Med andre ord har forsøget ikke haft indflydelse på behandlingsforskellen indenfor det enkelte forsøg.

Reproducerbarheden af afkomsantal-metoden syntes umiddelbart at være mere tvivlsomt. Kun to ud af seks forsøg viste signifikante og overensstemmende behandlingsforskelle. Denne tilsyneladende tvivlsomme reproducerbarhed bekræftedes statistisk ved at vekselvirkningen mellem forsøg og behandling lå lige omkring 5 % signifikansniveauet i variansanalysen (P = 0.0613).

Effektivitet
Bestemmelse af RVR kræver nøjagtige og øjeblikkelige målinger ved hver bladlus vejning. Optælling af afkom til bestemmelse af initial afkomsantal er derimod mindre krævende. Bladlusprøverne kan nedfryses til et passende opgørelsestidspunkt, og selve optællingsarbejdet kræver mindre nøjagtighed end vægtbestemmelser. Til gengæld er forsøgsperioden længst for afkomsantal-metoden.

Præcision
Metodens præcision udtrykkes her som den relative variation,V, og beregnes som standardafvigelsen i procent af gennemsnittet for behandlingen. Generelt var RVR-metoden mere præcis (V = 8-9%) end afkomsantal metoden (V = 16-17%). Præcisionen af hver metode var rimelig konsistent mellem forsøgene.

Realisme
Fælles for begge metoder er, at bladlus udsættes i klemmebure på planten. Bladlusene har derved ikke mulighed for selv at vælge deres fødeoptagelsessted. Burene har desuden den effekt, at de virker som en slags mini-drivhuse. I kraft af en ringe luftudveksling vil temperatur og luftfugtighed være højere inde i buret end udenfor. Endnu en ulempe er, at planterne med tiden får mærker af klemmeburene med den konsekvens, at phloemet, som bladlusenes ernærer sig af, kan blokeres yderligere. I de aktuelle forsøg blev planterne dog kun svagt mærket af klemmeburene. Fordelen ved at anbringe bladlus i klemmebure er, at det er muligt at måle på et enkelt bladlusindivid.

I litteraturen er der indicier for at både RVR og initial afkomsantal kan relateres til populationstilvækstraten, r (Acreman og Dixon 1989, Dixon 1987, Leather og Dixon 1984, Wyatt og White 1977). Dette betyder, at begge metoder giver mulighed for, at resultater på individniveau kan ekstrapoleres til populationsniveau. De foreliggende resultater af bladlusindivider under klimakammerforhold kan derved lettere fortolkes med hensyn til deres praktiske betydning.

Den praktiske betydning af den fundne RVR forøgelse på 5% illustreres i det følgende.

For kornbladlus gælder det at

$$r = 0.86\ RVR \qquad \text{(Dixon 1987)}$$

hvor r er populationsvækstraten.

Populationsudviklingen for bladlus bestemmes udfra ligningen

$N_t = N_0 e^{rt}$ (Dixon 1987)

hvor N_t er antallet af bladlus til tiden t og N_0 er antallet af bladlus til tiden t=0.

Et eksempel udregnes på grundlag af data fra forsøg 4 med $N_0 = 1$ og t=14 dage, altså hvor mange afkom en enkelt bladlus får på 14 dage.

Behandling (ppm)	RVR	r	N_t for t=14 dage (bladlusantal)
0	0.3451	0.2968	64
60	0.3626	0.3118	79
60 - 0	≈ 5 %	≈ 5 %	≈ 23 %

Det ses af ovenstående skema, at teoretisk svarer en forøgelse på 5 % i RVR på individniveau, og dermed i r, til en forøgelse på populationsniveau på knap 25% over 14 dage. Hvilken betydning denne ændring af vækstraten får for den reelle populationsudviklingen må afgøres ved videre udregninger i populationsdynamiske modeller. Sådanne modeller tager hensyn til de mange faktorer der indgår i det økologiske samspil mellem bladlus, planter og omgivelserne. Således vil en stimulering på individniveau modvirkes på populationsniveau af en række forhold. Tæthedsafhængige reguleringer såsom predation, spredning og intraspecifik konkurrence er blot nogle af disse tænkelige faktorer.

Sammenfatning af metodeevalueringen

På grundlag af den ovenstående vurdering finder vi målinger af vækstraten RVR som den mest velegnede metode til at vurdere indirekte pesticideffekter på reproduktionsevnen af bladlus. Den kræver mere omhyggelige målinger, men dette opvejes af fordele som større reproducerbarhed og opnåelse af resultater indenfor et kortere tidsrum.

I fremtidige forsøg må metoden afpasses til det pesticid/plante/bladlus samspil man ønsker at undersøge. Nogle væsentlige forhold er tidsrummet mellem pesticidbehandling og bladlusudsætning samt udsætningstidsrummet og -stedet for bladlusene. Et andet relevant aspekt kan være plantens alder ved udsætningstidspunktet for bladlusene. Meldugundersøgelserne i væksthus har nemlig vist, at virkningen af herbicidbehandling på meldugs infektionsfrekvens er afhængig af plantens alder ved inokulationstidspunktet for meldug.

3.2.3 **Værtspræferenceforsøg**

Forsøgene blev iværksat på pilotskala for at belyse følgende problemstilling: Er større bladluspopulationer i enkelte markparceller (f.eks. behandlede) en følge af, at der var større indflyvning til netop disse markparceller ? Klimakammerforsøg kunne afklare, om dette aspekt var af så væsentlig betydning, at det umiddelbart måtte medtages i fortolkningen af feltdata.

Metode

Præferenceforsøg blev udført med grupper af bladlus (havre- eller kornbladlus), der kunne vælge mellem behandlede og ubehandlede blade. Forsøgsopstillingen var følgende: To blade fra behandlede planter blev bukket ind over en plastbakke uden at skades. Et plastikhonningglas med skumkanter forneden blev sat over. Gennem et hul i glasset foroven blev tilført 20 vingede individer.

Forsøgsplanterne (vårbyg) blev behandlet med 0, 30 eller 60 ppm Regufon (ethephon), idet 0 fungerede som ubehandlet kontrol. Bladlus tilførtes tre, seks og ti dage efter behandlingen. Førstebladet benyttedes ved første tilførsel af bladlus, mens andetbladet benyttedes ved de senere tilførsler.

Tre dage efter hver tilførsel af bladlus opgjortes:

- antallet af vingede bladlus, der sidder på henholdvis behandlede og kontrol blade

- antallet af nymfer på henholdsvis behandlede og kontrol blade

To forsøgsserier blev udført for henholdsvis korn- og havrebladlus. I hver forsøgsserie indgik data fra to honningglas per behandling. På grund af forsøgets design vil ordet "præference" i det følgende dække over egentlig præference samt social klumpning.

Statistik

Data er analyseret som binomialfordelte variable.

Resultater

Der viste sig at være linær sammenhæng mellem antal voksne bladlus på blade og antal producerede nymfer, både for havre- og kornbladlus. I det følgende er kun vist data for antal voksne, vingede bladlus.

Der er beregnet en "præferenceværdi", p, således:

p = antal på behandlede blade/n

hvor n = antal på behandlede blade plus antal på ubehandlede blade

På figur 3.9 er vist p for de enkelte forsøg (to gentagelser). Værdier af p omkring 0.5 tilkendegiver, at der blev fundet lige mange bladlus på behandlede og ubehandlede blade, det vil sige at der ikke var nogen klar "præference". I nogle forsøg var p dog forskellig fra 0.5. Der er

endvidere tale om, at gentagelserne i de fleste tilfælde gav resultater i samme retning, det vil sige at der var rimelig reproducerbarhed.

Analyse af sandsynlighed for disse afvigelser viste, at p i enkelte tilfælde var signifikant forskellig fra 0.5. På figurene er dette vist ved *, **, og *** for henholdvis signifikansniveauerne 5 %, 1 % og 0,1 %. Opsummeret var resultatet af analysen følgende:

"Præference" for behandlede blade:
Havrebladlus: Et forsøg, 30 ppm, dag 6.

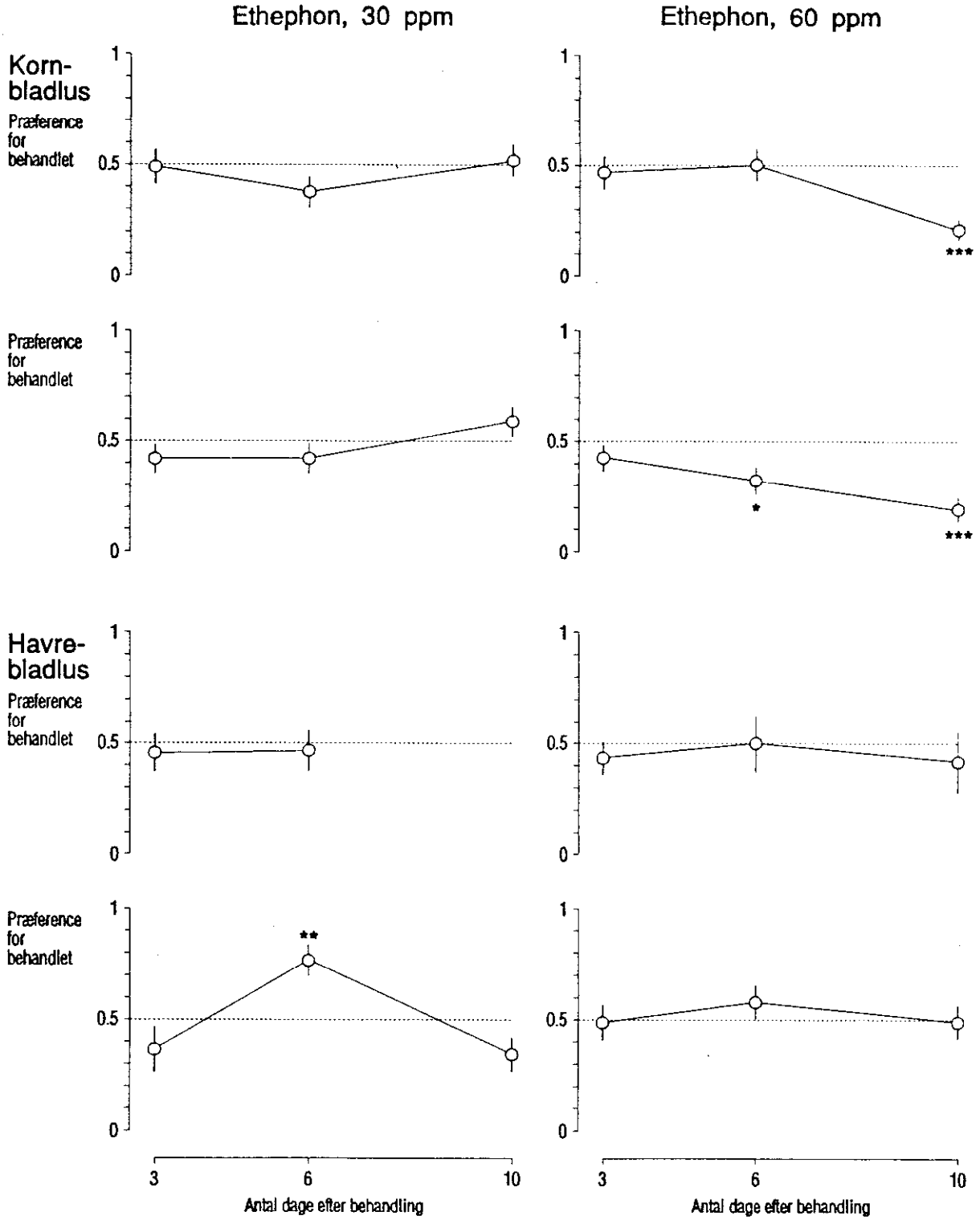
"Præference" for ubehandlede blade:
Kornbladlus: To forsøg, 60 ppm, dag 10.
Kornbladlus: Et forsøg, 60 ppm, dag 6.

Der er sandsynligvis tale om en vis repellent (frastødende) virkning af ethephon overfor bladlus.

Diskussion

Det umiddelbare mål var at afklare, om der i fortolkningen af feltdata skulle tillægges præference for visse parceller nogen betydning. På baggrund af de opnåede data må svaret stort set være et nej. Det vil sige at forskelle i populationstørrelse fra enkelte parceller i feltdata ikke kan afskrives som en simpel følge af øget indflyvning (præference) for parcellerne. Dog peger data for ethephon og kornbladlus på nødvendigheden af yderligere forsøg til belysning af eventuelle repellente virkninger af pesticidbehandlingen.

I et videre arbejde kan supplement til det anvendte forsøgsdesign overvejes. For det første medførte anvendelsen af en gruppe af bladlus, at begrebet "præference" også rummede eventuelle elementer af klumpningsadfærd. Til adskillelse af egentlig præference og klumpningsadfærd kan der udføres tests på enkeltindivider. For det andet var anvendelsen af enkelte blade måske for langt fra feltsituationen med større grupper af planter. Denne situation kan tilnærmes ved at anvende potter med behandlede eller ubehandlede planter og dernæst tilføre (evt endnu større) grupper af bladlus.



Figur 3.9

Værtspræferenceforsøg under klimakammerforhold med henholdvis kornbladlus og havrebladlus på vårbyg behandlet med 0, 30 0g 60 ppm Regufon (ethephon). Figurene angiver præference for behandlede blade (se tekst) 3, 6 og 10 dage efter behandling (to gentagelser). Standard error vises med vertikale linier. Signifikans af præference er vist ved *, ** og *** for henholdvis signifikansniveauerne 5 %, 1 % og 0.1 %.

Host preference experiments in climate chambers with ***S. avenae*** *(kornbladlus) and* ***R. padi*** *(havrebladlus) on spring barley treated with 0, 30 and 60 ppm Regufon (ethephon). Figures show preference for treated leaves (see text) 3, 6 and 10 days after treatment (two replicates). Standard error is shown as vertical lines. Significance of preference is shown as *, ** and *** indicating significance at the 5 %, 1 % and 0.1 % level respectively.*

3.3 **Konklusion**

På grundlag af den foreliggende undersøgelse kan det konkluderes, at under visse forhold kan en utilsigtet forøgelse af bladlusforekomsten optræde ved anvendelsen af herbicidet isoproturon eller vækstregulatoren ethephon i kornafgrøder.

De to års markforsøg viste, at anvendelsen af isoproturon eller ethephon ikke påvirkede bladlusforekomsten i det ene forsøgsår, mens anvendelsen af de samme pesticider i det andet forsøgsår medførte en signifikant forøgelse af bladlusforekomsten.

En mulig medvirkende årsag til en pesticidinduceret forøgelse i bladlusforekomsten kan være en forøget reproduktionsevne hos den enkelte bladlus. Under klimakammerforhold blev det således vist, at kornbladlus opnåede såvel højere relativ vækstrate som højere afkomsantal på vårbyg behandlet med ethephon. Det var dog ikke muligt at afklare om pesticidbehandlingen indvirkede på værtspræferencen hos bladlus.

De forskellige resultater mellem de to år i markundersøgelserne afspejler at bladlusenes respons på pesticidbehandlingen er en del af et økologisk samspil mellem mange forskellige faktorer i agerlandet. Det var dog ikke muligt at afklare hvilke faktorer, der forårsagede de forskellige forsøgsudfald mellem årene. Derfor er der stadig brug for yderligere undersøgelser, hvor samspillet mellem de betydende faktorer belyses for at opnå en bedre forståelse af pesticiders utilsigtede effekter på bladlus i agerlandet.

4 Aminosyreundersøgelser

Indledning

De foreliggende aminosyreundersøgelser har til formål at beskrive hvorvidt aminosyreindholdet i vårbyg- og vinterhvedeplanter påvirkes kvantitativt og kvalitativt af ethephon- eller isoproturonbehandlinger, og i bekræftende fald diskutere, hvorvidt der kan være tale om kausale sammenhænge med bladlus og meldug. Undersøgelserne er foretaget dels på unge planter behandlet i et kontrolleret klima, og dels på planter behandlet under markforhold i vækstsæsonen 1991.

I dette afsnit henvises primært til bladlusundersøgelserne, idet aminosyreundersøgelserne er foretaget under de samme forsøgsbetingelser som bladlusundersøgelserne.

4.1 Materialer og metoder

4.1.1 Markforsøg

De generelle dyrkningsbetingelser for planter i markforsøget er beskrevet i afsnittet om bladlusundersøgelserne. I denne sammenhæng fremhæves sprøjtetidspunkterne, som var henholdsvis den 12. april for vinterhvede og den 6. juni for vårbyg. Plantevækststadierne på sprøjtetidspunkterne var Feekes 1, 4. bladstadium for begge afgrøder.

Vårbyg

Fra seks *vårbyg*parceller behandlet med dobbelt dosering isoproturon samt fra seks referenceparceller indsamledes prøver til aminosyreanalyser ved at afklippe de to yngste blade fra 30 tilfældigt udvalgte planter fra hver parcel. Bladene blev afklippet 1 cm under skedehinden. Prøverne blev opbevaret i lukkede plasticposer på køleelementer (uden frysning), indtil de blev frysetørret umiddelbart efter indsamlingen. Der blev taget prøver seks gange i løbet af vækstsæsonen, men kun to (den 10. juni og den 18. juni) blev udnyttet til aminosyreanalyser. Plantevækststadierne på de to prøvedage var henholdsvis Feekes 2 og 5.

Vinterhvede

Fra seks *vinterhvede*parceller behandlet med dobbelt dosering isoproturon samt fra seks referenceparceller indsamlede vi på samme måde de to yngste blade fra 30 tilfældigt udvalgte planter fra hver parcel. Prøverne blev behandlet som ovenfor. Der blev taget prøver to gange i løbet af vækstsæsonen (den 24. maj og den 5. juli), hvor plantevækststadierne var henholdsvis Feekes 5 og 10.5.1.

To prøvetagningsdage, to plantearter, to behandlinger (reference + dobbelt dosering) og seks parceller af hver betød, at der i markforsøg i alt blev analyseret 2 x 2 x 2 x 6 = 48 planteprøver.

4.1.2 **Klimakammerforsøg**

Planter blev dyrket i klimakammer specielt med henblik på aminosyreanalyser, men dyrknings- og sprøjtebetingelser var identiske med betingelserne beskrevet for bladlusundersøgelserne under klimakammerforhold. Det er tilstrækkeligt hér at nævne, at planterne blev sprøjtet 12 dage efter de blev sået, og at denne dag i det efterfølgende kaldes for dag 0.

Planteprøver til aminosyreanalyser stammer fra tre successive forsøgsserier (gentagelser i tid), idet hver forsøgsserie bestod af seks behandlinger fordelt på to sprøjtemidler overfor vårbyg (0 og 2 ppm Arelon (isoproturon), samt 0 og 60 ppm Regufon (ethephon)), og ét sprøjtemiddel overfor vinterhvede (0 og 2 ppm Arelon (isoproturon)). Referenceplanterne blev behandlet med rent vand.

Fra hver behandling udtoges planteprøver på fire tidspunkter i forhold til sprøjtningen: dagene 0 (umiddelbart før sprøjtning), 3, 6 og 12. Hver planteprøve bestod af 25 stk. 1. blade, og blev altid udtaget på det samme tidspunkt i døgnet (3 timer efter lyset blev tændt), for at undgå samspil med planternes endogene rytmer. Planteprøverne blev øjeblikkeligt frysetørret og opbevaret i eksikator ved rumtemperatur til senere analyse.

Det samlede antal prøver fra klimakammerforsøgene bestod således af 6 (behandlinger) x 4 (tidspunkter) x 3 (forsøgsserier, gentagelser) = 72 planteprøver.

4.1.3 **Aminosyreanalyser**

Aminosyreanalyserne bestod i isolering af frie aminosyrer som blev bestemt med High Performance Liquid Chromatography (HPLC) som beskrevet af Eggum & Sørensen (1989). For aminosyrer anvendes de forkortelser, som er givet i bilag 2.

4.2 **Resultater og statistiske analyser**

4.2.1 **Markforsøg**

Bilag 3 giver resultatet af aminosyreanalyserne foretaget på de to udvalgte dage for vårbyg og to andre for vinterhvede i markforsøgene sommeren 1991. Værdierne er angivet for hver af de to prøvedage, seks parceller med dobbelt dosering isoproturon og seks parceller med kontrol, i absolutte tal (ppm). Relative størrelser blev udregnet som procentvist indhold af den enkelte aminosyre relativt til totalindholdet af aminosyrer i den undersøgte parcel.

Statistik

Til den statistiske behandling af datamaterialet fra markforsøgene er benyttet to metoder: variansanalyse og redundansanalyse. Generelt er fra analysen udelukket bestanddelene: X', Etham og Tyram, samt Met på grund af for mange nul-observationer, dvs. at der er blevet analyseret for ialt 16 aminosyrer.

Variansanalyse (SAS-proceduren GLM) blev udført for det *totale* aminosyreindhold, samt for det absolutte og det relative indhold af *hver enkelt* aminosyre. For det absolutte indhold blev data inden analysen kvadratrods- og for det relative indhold arcsin-transformerede. Varianshomogeniteten kontrolleredes i alle tilfælde ved et plot af modellens residualer mod dens estimerede værdier.

Variansanalysen udførtes for de fire prøvetagningsdage hver for sig efter

model 1: aminosyreindhold = behandling

dvs. aminosyreindholdet søges forklaret ved en effekt af behandlingen. Desuden analyseredes alle fire prøvetagningsdage under ét efter

model 2: aminosyreindhold = afgrøde dag(afgrøde) behandling

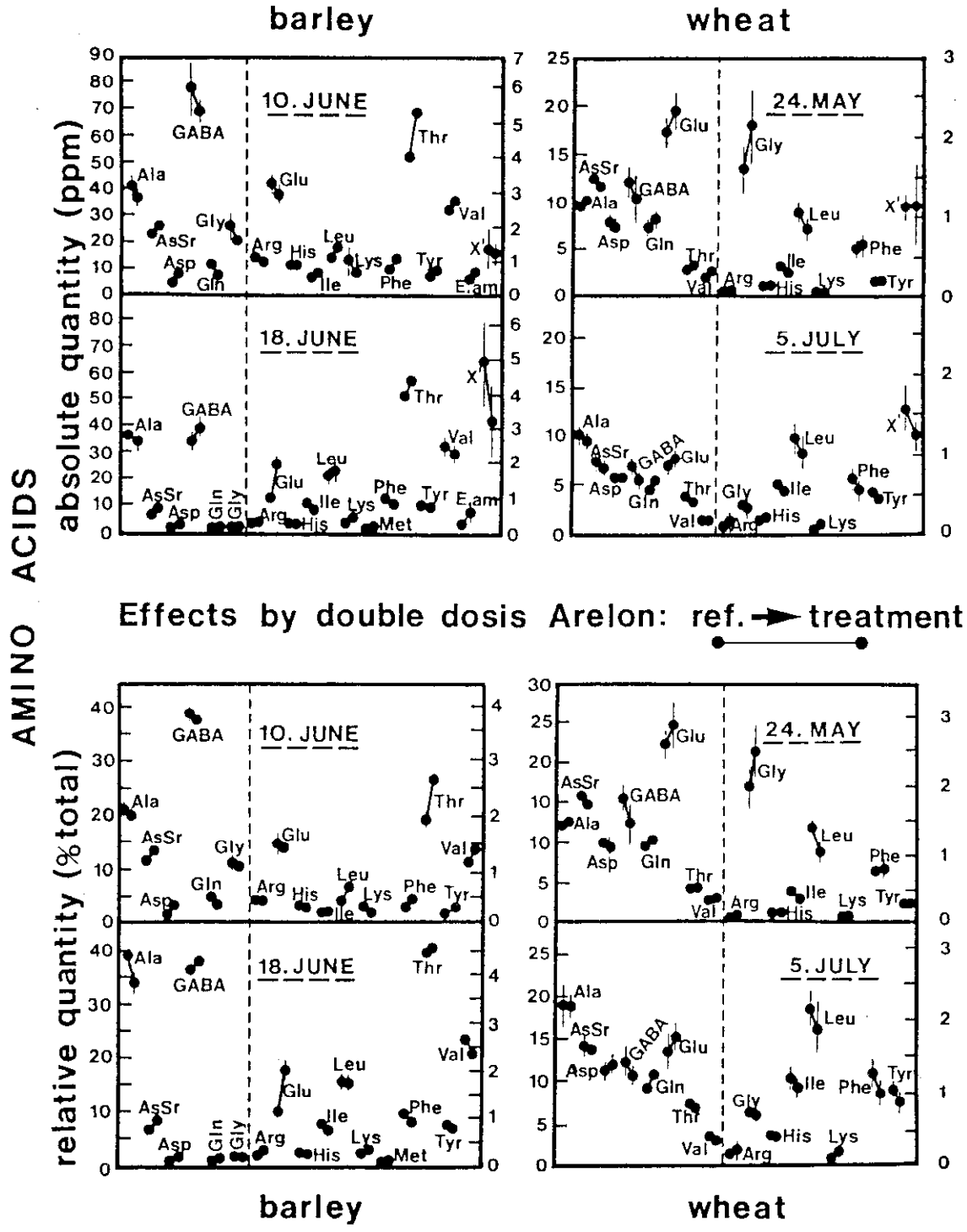
dvs. aminosyreindholdet søges forklaret ved effekter af afgrøde, prøvetagningsdag og behandling, hvor prøvetagningsdagen er underordnet afgrøden.

For totalindholdet anvendtes de sædvanlige signifikansniveauer (5%, 1%, 0.1%), mens signifikansniveauer for de enkelte aminosyrer blev skærpet pga. de mange tests (ialt 16), der udføres under ét (Bonferroni-korrektion, som beskrevet af Hochberg (1988). Angående berettigelsen af denne korrektion ved korrelerede data som her, se Simes (1986)).

For at analysere, hvorvidt det samlede aminosyrespektrum ændredes som følge af behandlingen, udførtes en redundansanalyse for hver af de fire prøvetagningsdage, både for det absolutte og det relative indhold. Redundansanalyse er passende, hvor antaller af prøver (her 12) er mindre end antallet af variable (her 16). Se Jongman et al. (1987, p. 144ff) for en generel beskrivelse af redundansanalyse. Til udførelse af analysen anvendtes programmet CANOCO (ter Braak, 1992).

Absolut aminosyreindhold

Det absolutte aminosyreindhold (ppm) på de udvalgte prøvetagningsdage for vårbyg og vinterhvede er afbildet i figur 4.1. I den øverste del af figuren vises for hver aminosyre gennemsnit af de 6 parceller (replikater) for henholdsvis kontrol og behandlet. Gennemsnit er angivet ved to punkter forbundet med en linie, idet det første punkt gælder referencen og det næste isoproturonbehandlede planter. En nedadgående linie angiver således en negativ effekt af behandlingen og en opadgående en positiv effekt. Vertikale linier gennem punkterne angiver standard error om gennemsnit (hvor denne er større end punktets udstrækning). Bemærk, at de enkelte delfigurer af en stiplet linie deles i en venstre og en højre del. For venstre figurdel gælder enhederne på venstre ordinatakse, for højre figurdel enhederne på højre ordinatakse.



Figur 4.1

Absolut (ppm, øverst) og relativt (%, nederst) aminosyreindhold i vårbyg og vinterhvede i markforsøg sommeren 1991. Første punkt for hver aminosyre er referencen, andet punkt giver effekten af behandling med dobbelt dosering isoproturon (Arelon). Bemærk de forskellige akser i venstre og højre side af hver enkelt delfigur.

Absolute (ppm, top) and relative (%, bottom) amino acid contents in spring barley and winter wheat grown in field trials during the summer 1991. The first point for each amino acid represents the reference, second point represents the effect by isoproturon (Arelon) treatment at double dosage. Note the different axis for right/left sub-figures.

Eksempelvis ses for vårbyg d. 10.juni, at indholdet af GABA (ppm) gennemsnitligt er større i ubehandlede end i behandlede parceller, omend med en stor usikkerhed på tallene. Omvendt synes Thr (ppm) samme dag at reagere positivt på behandlingen og det med betydeligt mindre usikkerhed.

For at teste om der er signifikante behandlingseffekter på nogle af disse fire dage, udførtes ialt 4x17 variansanalyser efter ovenstående model 1, én for hver dag for hver aminosyre samt totalen. Der fandtes blot signifikans i to tilfælde: Thr i vårbyg indsamlet den 10. juni (Bonferroni-korrigeret 1%-niveau) og Glu i vårbyg indsamlet den 18. juni (do. 5%-niveau). I begge tilfælde var effekten af behandlingen positiv.

En mindre effekt, på en given aminosyre eller på totalen, alle fire dage kunne alt i alt give et signifikant resultat, såfremt effekten alle dage gik i samme retning. Dette testedes med ialt 17 variansanalyser efter ovenstående model 2. Resultatet ses i tabel 4.1.

Tabel 4.1
Variansanalyseresultater for absolut aminosyreindhold under markforsøg 1991 med dobbelt dosering isoproturon. Pile op/ned viser tendens til positive/negative behandlingseffekter. P-værdier for behandling er bedømt ud fra Bonferroni-korrigerede signifikansniveauer. Se endvidere tekst.
Results of an analysis of variance for absolute contents of amino acids during the field trials 1991 with double dosage of isoproturon. Arrows up/down show positive/negative tendencies of treatment (behandling) effects . P values for treatment are evaluated from Bonferroni-adjusted significance levels.

Faktor	Afgrøde	Dag	Behandling	
Ala	***	ns	0.44	ns
Arg	***	***	0.53	ns
AsSr	***	***	0.16	ns
Asp	***	***	0.0063	ns↑
GABA	***	***	0.47	ns
Gln	***	**	0.90	ns
Glu	***	***	0.11	ns
Gly	***	***	0.60	ns
His	***	***	0.63	ns
Ile	**	***	0.24	ns
Leu	*	ns	1.0	ns
Lys	***	ns	0.92	ns
Phe	**	ns	1.0	ns
Thr	**	ns	0.030	ns↑
Tyr	***	***	0.82	ns
Val	ns	ns	0.97	ns
TOTAL	***	***	0.99	ns

For totalen samt for de fleste aminosyrer ses indholdet at adskille sig signifikant kornsorterne imellem og for hver kornsort, dagene imellem. Derimod fandtes ingen behandlingseffekter. To aminosyrer (Asp og Thr) havde dog nært signifikante behandlingseffekter i positiv retning (P-værdier angivet).

Aminosyrespektret

En behandlingseffekt kunne også tænkes at udtrykke sig i flere aminosyrer på én gang, dvs. ved et skift i aminosyrespektret. Mindre effekter i enkelte aminosyrer ville da tilsammen kunne give en signifikant effekt. Dette undersøgtes ved hjælp af ialt fire redundansanalyser, én for hver prøvetagningsdag. Disse gav dog alle fire et ikke-signifikant resultat (P-værdier på 0.45, 0.35, 0.64 og 0.81 for dagene: 10.juni, 18.juni, 24.maj og 5.juli).

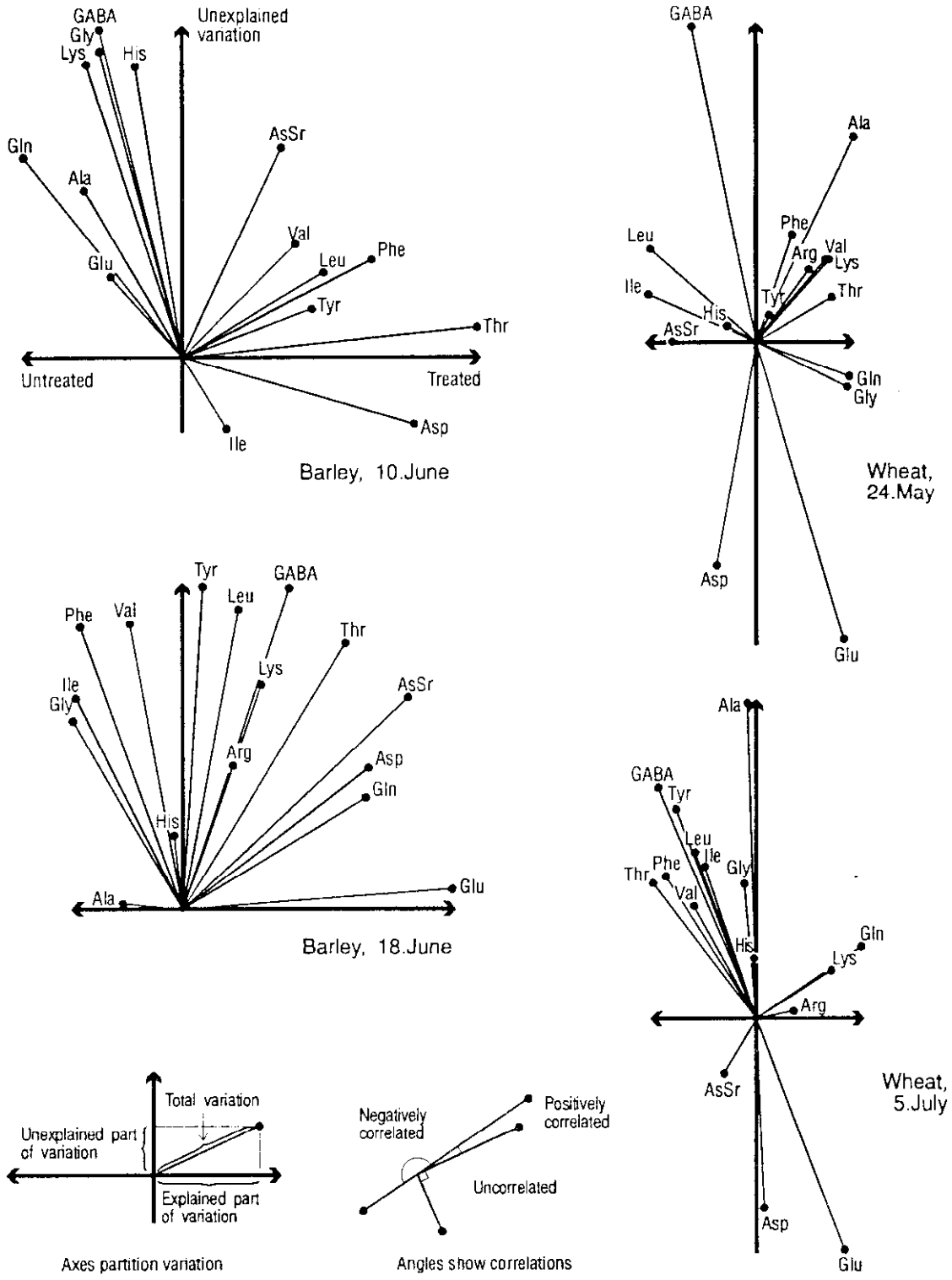
De biplots (figur 4.2), der fremkommer som resultat af analysen, bringer dog nye indblik i datamaterialet. Biplottet viser, som navnet siger, to ting: Effekten af behandlingen på hver aminosyre, samt korrelationen aminosyrerne indbyrdes.

Afstanden fra en aminosyre til origo, angivet ved en streg, svarer til, hvor variabel denne aminosyre er indenfor de 12 prøver. Dermed har de aminosyrer, som ligger længst fra origo, den største statistiske betydning. Projektionen på abscissen angiver, hvor stor en del af variationen, der skyldes forskellen mellem behandlede og ubehandlede parceller, mens projektionen på ordinaten angiver, hvor meget uforklaret variation der resterer.

Aminosyrer, der ligger parallelt med abscissen, udviser således den tydeligste behandlingseffekt. Se fx Thr den 10.juni og Glu den 18. juni, de to som før fandtes signifikante ved variansanalysen. Modsvarende er aminosyrer som ligger parallelt med ordinaten mest præget af støj. Se fx GABA den 10.juni, sammenholdt med den store usikkerhed, som også fremgår af figur 4.1. Der ses ydeligere en korrespondance med figur 4.1: Aminosyrer til højre i planen har det største gennemsnitlige indhold i behandlede parceller og modsat i venstre del af planen.

Korrelationer fremgår af biplottet ved vinklen mellem aminosyrerne. En spids vinkel angiver positiv korrelation (de stiger og falder sammen gennem de 12 prøver), en stump vinkel angiver negativ korrelation (de stiger og falder modsat) og en ret vinkel angiver ingen korrelation (de stiger og falder uafhængigt af hinanden).

For vinterhvede ses således på begge dage en tydelig negativ korrelation mellem GABA og Glu, og mellem Ala og Asp. Sammenhængen forekommer, hvadenten planterne er behandlede eller ej (ligger parallelt med ordinaten). Med et dybere kendskab til aminosyreomsætningen i planten vil sådanne sammenhænge muligvis give biologisk mening. Vi vil dog her afholde os fra sådanne fortolkninger.



Figur 4.2

Biplots som viser behandlingseffekter på og korrelationer mellem det *absolutte* aminosyreindhold i vårbyg og vinterhvede i markforsøg sommeren 1991. En position i venstre halvdel af planen indicerer en negativ behandlingseffekt på den pågældende aminosyre, mens en position i højre halvdel indicerer en positiv behandlingseffekt. Se endvidere den indsatte forklarende figur.

Biplots indicating treatment effects on and correlations between the absolute *amino acid content in spring barley and winter wheat grown in field trials during the summer 1991. Positions in the left side of the plane indicate negative effect of treatment, while positions in the right side indicate positive treatment effects, on the respective amino acids. Refer to explanatory subfigure for further details.*

Relativt aminosyreindhold

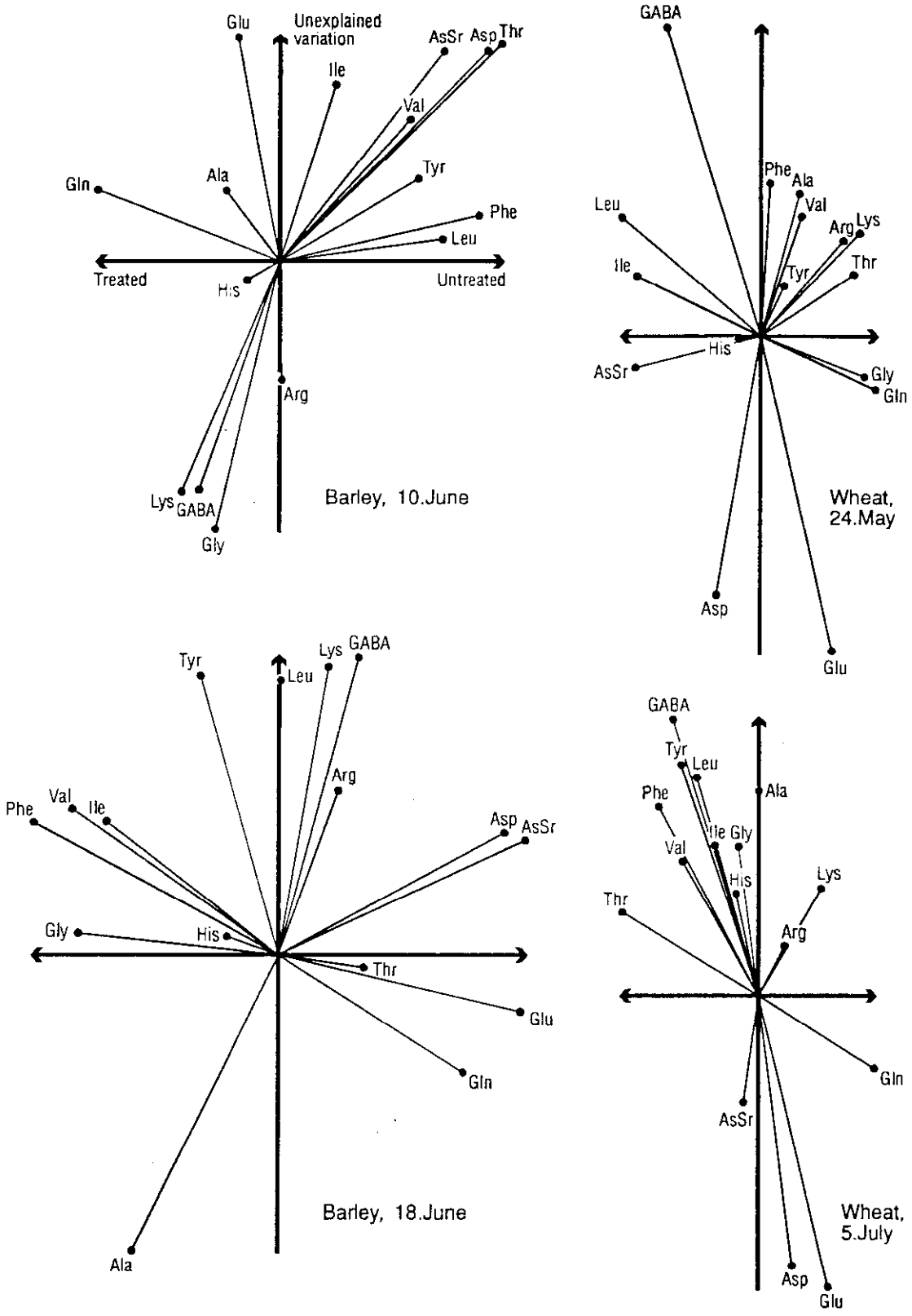
Det relative indhold af aminosyrerne ses afbildet i figur 4.1 på samme måde som for det absolutte indhold. Ved variansanalyse efter model 1 fandtes ingen signifikant behandlingseffekt nogen af dagene. Resultatet af variansanalysen for alle fire dage under ét (tabel 4.2), adskilte sig kun lidt fra resultatet for absolutte tal (sammenlign med tabel 4.1). Der fandtes for de fleste aminosyrer signifikante effekter af afgrøde og prøvetagningsdag, men ingen effekt af behandling. Der fandtes en nært signifikant positiv behandlingseffekt på Asp.

Tabel 4.2
Variansanalyseresultater for relativt aminosyreindhold under markforsøg 1991 med dobbelt dosering isoproturon. P-værdier og pile som i tabel 4.1.
Results of an analysis of variance for relative contents of amino acids during the field trials 1991 with double dosage of isoproturon. P values and arrows as in tabel 4.1.

Faktor	Afgrøde	Dag	Behandling	
Ala	***	***	0.30	ns
Arg	***	***	0.40	ns
AsSr	***	***	0.18	ns
Asp	***	**	0.018	ns↑
GABA	***	ns	0.27	ns
Gln	***	***	0.59	ns
Glu	***	***	0.15	ns
Gly	***	***	0.67	ns
His	ns	***	0.52	ns
Ile	**	***	0.16	ns
Leu	**	***	0.63	ns
Lys	***	*	0.62	ns
Phe	**	***	0.60	ns
Thr	***	***	0.19	ns
Tyr	ns	***	0.87	ns
Val	***	***	0.65	ns

Aminosyrespektret

Redundansanalysen af aminosyrespektrene de fire forsøgsdage gav P-værdier på 0.032, 0.068, 0.48 og 0.78 for dagene 10.juni, 18.juni, 24.maj og 5.juli. Der er altså i vårbyg den 10.juni en signifikant forskel i aminosyrespektret i ubehandlede og behandlede parceller. Dette antydes af biplottet (figur 4.3) den pågældende dag, hvor flere aminosyrer ligger langt ude ad abscissen. Afgørende er en positiv effekt på Asp, AsSr, Leu, Phe og Thr, samt en negativ effekt på Gln (udvalgt efter kriteriet P<10% ved variansanalysen efter model 1).



Figur 4.3

Biplots som viser behandlingseffekter på og korrelationer mellem det *relative* aminosyreindhold i vårbyg og vinterhvede i markforsøg sommeren 1991. Fortolkning som figur 4.2.

Biplots indicating treatment effects on and correlations between the relative *amino acid content in spring barley and winter wheat grown in field trials during the summer 1991. Interpretation as figure 4.2.*

Sammenfatning af markforsøg

Sammenfattende for markforsøg kan vi konkludere, at der ikke er nogen effekt af isoproturonbehandling af vårbyg eller vinterhvede på planternes totale aminosyreindhold (ppm). For enkelte aminosyrer, men kun på enkelte dage, er der dog en signifikant, positiv effekt på det absolutte indhold: Glu og Thr i vårbyg.

Ved betragtning af det relative aminosyreindhold fandtes en signifikant effekt på aminosyrespektret i vårbyg den 10.juni, fire dage efter sprøjtning. Spektret ændredes, idet behandlingen forøgede det relative indhold af Asp, AsSr, Leu, Phe og Thr, og formindskede det relative indhold af Gln.

4.2.2 **Klimakammerforsøg**

Bilag 4 og 5 giver fra klimakammerforsøgene 1991/92 det absolutte (ppm) indhold af aminosyrer i unge forsøgsplanter behandlet med enten isoproturon eller ethephon 12 dage efter såning (kaldet dag 0), samt for kontrol for hver af disse. Der er tre forsøgsserier: A, B og C udført successivt, og i forbindelse med hver serie er der fire prøvetagningsdage: dag 0, 3, 6 og 12. Prøverne dag 0 blev taget før behandling.

Statistik

Den statistiske behandling følger samme mønster som for markforsøget, og der redegøres her kun for forskellene i forhold dertil. Der udførtes blot variansanalyse og ingen redundansanalyse pga. det lille prøveantal (tre replikater). Bestanddelene X, Y, Z, Etham, Tyram og Met udelukkedes fra den statiske analyse, dvs. at der blev analyseret for ialt 17 aminosyrer.

Variansanalyse udførtes efter modellen

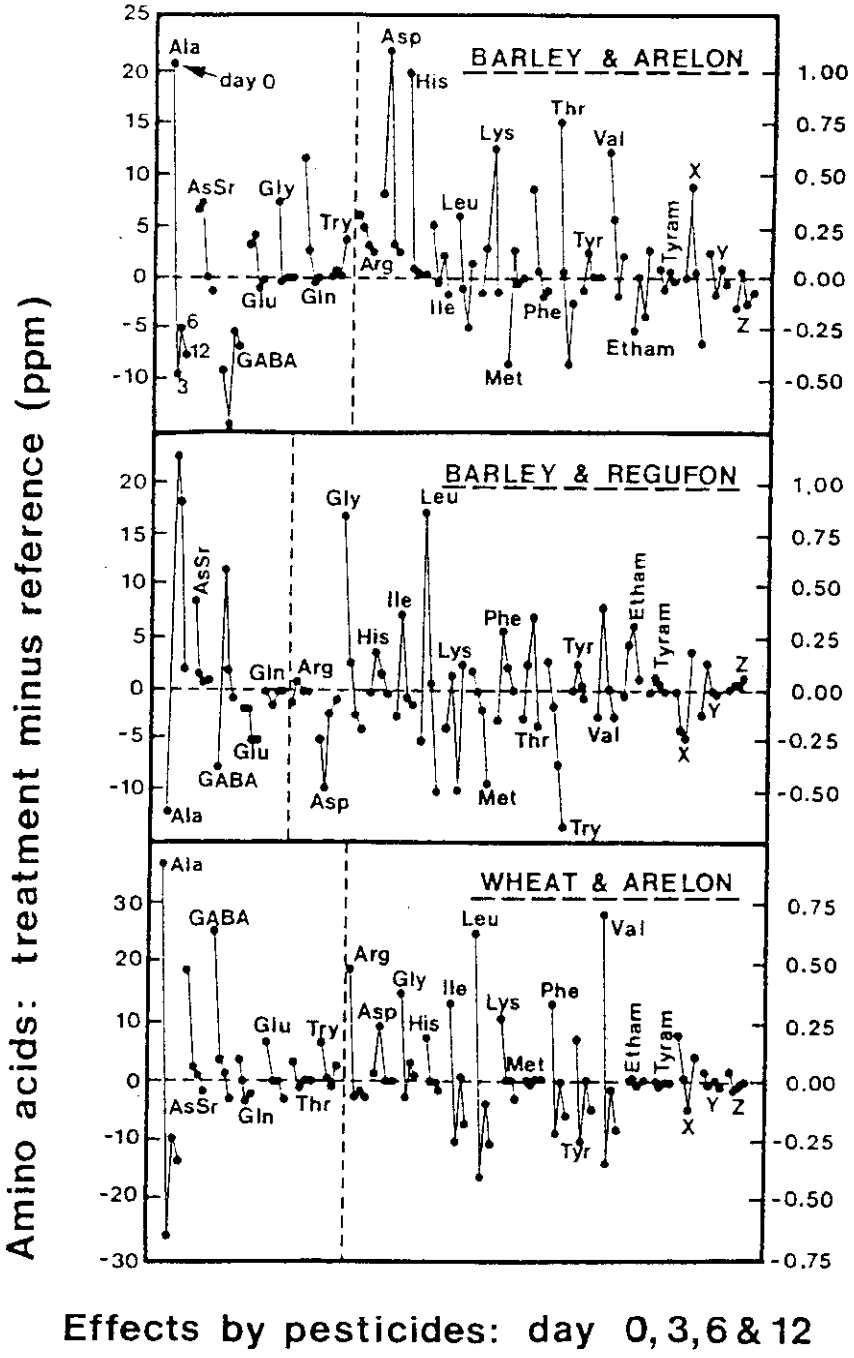
aminosyreindhold = tid afgrøde serie behandling

dvs. aminosyreindholdet søges forklaret som en funktion af tiden (en co-variabel), samt ved effekter af afgrøde, forsøgsserie og behandling. For det absolutte indhold blev data log(n+1)-transformeret for at linearisere det kurvilineære henfald med tiden.

Absolut aminosyreindhold

Figur 4.4 viser virkningen i klimakammerforsøg på de enkelte aminosyrer i vårbyg behandlet med isoproturon eller ethephon, samt vinterhvede behandlet med isoproturon. Punkterne angiver forskellen mellem ubehandlede og behandlede planter. Således angiver et punkt over nullinien en positiv behandlingseffekt for den pågældende aminosyre den pågældende dag, og et punkt under linien en negativ behandlingseffekt.

Man vil da for alle aminosyrer forvente, at første punkt (dag 0) ligger nær nul, da behandlingen endnu ikke er udført. Dette viser sig for mange aminosyrer ikke at være tilfældet. Fx for isoproturonbehandlet vårbyg, hvor Ala og His afviger tydeligt dag 0.



Figur 4.4

Virkningen på de enkelte aminosyrer i vårbyg behandlet med isoproturon (Arelon) eller ethephon (Regufon), samt vinterhvede behandlet med isoproturon (Arelon), på dag 0, 3, 6 og 12. De fire punkter er forbundet med linier. Effekten er for hver serie beregnet som indholdet (ppm) af aminosyren i behandling minus indholdet i kontrollen. Derefter er fundet og afbildet gennemsnittet over de 3 serier A-C. Spredningen er meget stor for de enkelte gennemsnit, hvorfor den ikke er indtegnet. Bemærk, forskellig skala i højre og venstre del af figuren.

The effect in climate chamber experiments on individual amino acids in spring barley treated with isoproturon (Arelon) or ethephon (Regufon), and winter wheat treated with isoproturon (Arelon), on day 0, 3, 6 and 12. The effect was calculated for each series as the amino acid content (ppm) in treatment minus reference, drawn as averages in the graphs. The very large standard deviations are not indicated. Note the different scales in the right and the left sides of the figure.

Denne store forskel mellem reference-planter og "behandlede" planter allerede inden behandlingen er uønsket og tyder på, at ukontrollerede faktorer har haft indvirkning på aminosyreindholdet.

Såfremt en behandlingseffekt gør sig gældende kunne dette vise sig ved et kraftigt udsving dag 3 med en aftagende effekt de to følgende dage (6 og 12). Kigger vi efter dette mønster, ser vi fx en mulig behandlingseffekt på Asp i isoproturonbehandlet vårbyg og vinterhvede; her synes et tydeligt udslag at vise sig dag 3.

Såfremt effekten går i samme retning for de to kornsorter vil dette kunne afsløres med variansanalysen efter den nævnte model. Resultatet ses i tabel 4.3, hvor der er udført en variansanalyse for hver linie i tabellen.

Tabel 4.3
Variansanalyseresultater for absolut aminosyreindhold i klimakammerforsøg. P-værdier og pile for behandling som i tabel 4.1. For tidsfaktoren angiver pil op/ned om indholdet af aminosyrerne er stigende/aftagende med tiden. For behandling gik tendensen i det angivne tilfælde i samme retning for begge behandlinger.
Results of an analysis of variance for absolute contents of amino acids in climate chambers. P values and arrows for treatment (behandling) as in tabel 4.1. For time (tid) arrows up/down show if the contents of amino acids increase/decrease with time. For treatment (behandling) the shown tendencies went in the same direction for both kinds of treatment.

Faktor	Afgrøde	Serie	Tid	Behandling	
Ala	*	*	*** ↓	0.034	ns ↓
Arg	ns	ns	ns	0.99	ns
AsSr	ns	ns	*** ↓	0.32	ns
Asp	ns	*	ns	0.36	ns
GABA	*	**	*** ↓	0.042	ns ↓
Gln	ns	ns	* ↓	0.99	ns
Glu	ns	**	* ↑	0.48	ns
Gly	*	ns	*** ↓	0.91	ns
His	ns	ns	*** ↓	0.16	ns
Ile	*	ns	*** ↓	0.76	ns
Leu	**	*	*** ↓	0.68	ns
Lys	**	*	** ↓	0.99	ns
Phe	*	*	*** ↓	0.40	ns
Thr	**	**	*** ↓	0.63	ns
Try	*	ns	*** ↑	0.31	ns
Tyr	*	ns	*** ↓	0.59	ns
Val	**	ns	*** ↓	0.61	ns
TOTAL	**	**	*** ↓	0.13	ns ↓

Der blev fundet signifikant effekt af afgrøde og forsøgsserie på totalaminosyreindholdet og på mange enkelte aminosyrer. Ligeledes fandtes for de fleste aminosyrer en signifikant faldende og for nogle få en signifikant stigende mængde med tiden.

Derimod kunne der ikke i et eneste tilfælde konstateres signifikante behandlingseffekter. Som tendenser ses *aftagende* indhold af aminosyrer totalt samt af Ala og GABA.

Relativt aminosyreindhold

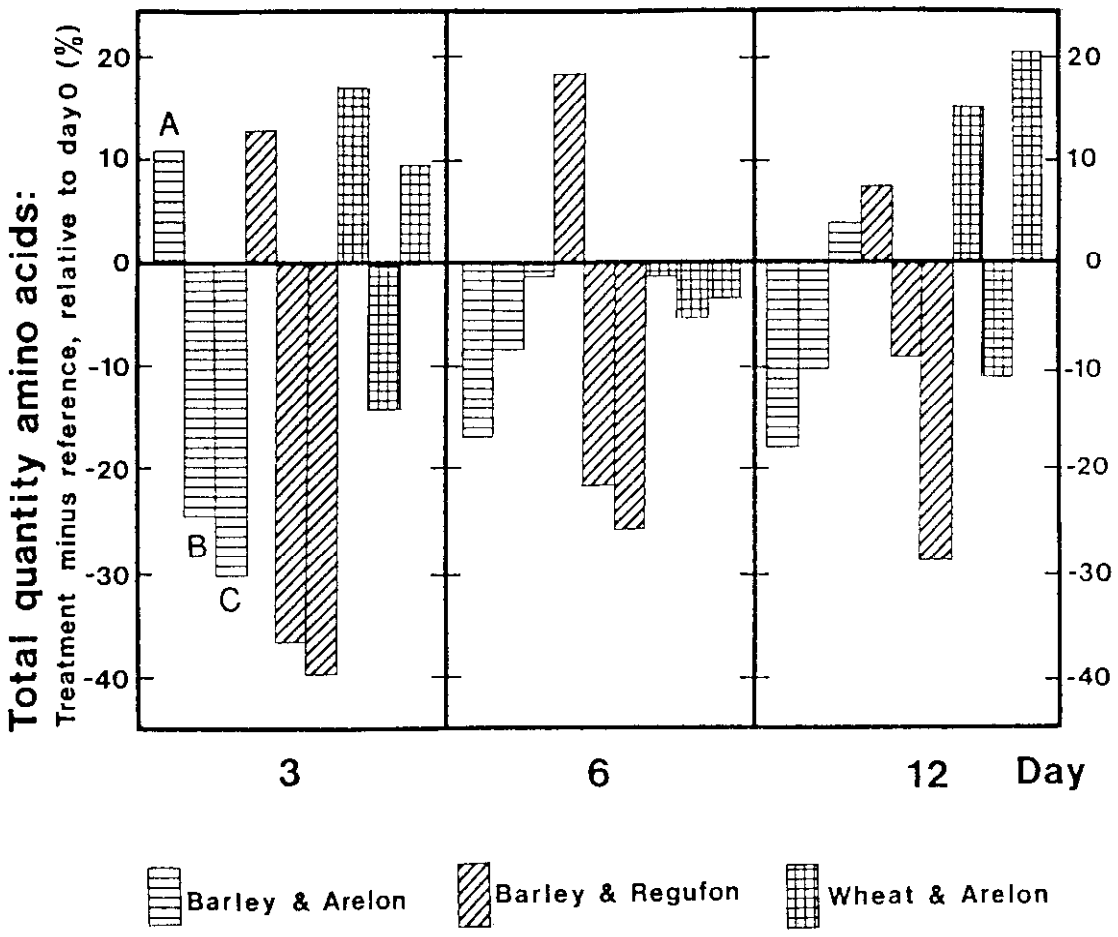
Resultatet af variansanalysen på det relative aminosyreindhold ses i tabel 4.4. Ved sammenligning med resultatet for absolutte tal (tabel 4.3) ses der generelt at være færre signifikante effekter, især for tiden. Der sker altså gennem tiden kun få forskydninger i de relative mængder af forskellige aminosyrer. Som behandlingstendenser ses en aftagen af Ala og en tiltagen af Asp.

Tabel 4.4
Variansanalyseresultater for relativt aminosyreindhold i klimakammerforsøg. P-værdier og pile som i tabel 4.4.
Results of an analysis of variance for relative contents of amino acids in climate chambers. P values and arrows as in tabel 4.4.

Faktor	Afgrøde	Serie	Tid	Behandling
Ala	ns	ns	* ↓	0.083 ns ↓
Arg	ns	ns	*** ↑	0.70 ns
AsSr	**	ns	ns	0.44 ns
Asp	***	ns	ns	0.097 ns ↑
GABA	ns	ns	ns	0.65 ns
Gln	ns	ns	ns	0.90 ns
Glu	ns	*	*** ↑	0.18 ns
Gly	***	ns	* ↓	0.64 ns
His	ns	ns	ns	0.17 ns
Ile	**	ns	ns	0.98 ns
Leu	***	ns	ns	0.94 ns
Lys	**	ns	ns	0.83 ns
Phe	ns	ns	ns	0.51 ns
Thr	ns	*	*** ↑	0.37 ns
Try	***	ns	*** ↑	0.46 ns
Tyr	ns	ns	ns	0.70 ns
Val	*	ns	ns	0.57 ns

Totalindholdet

For at korrigere for den store spredning mellem de tre forsøgsserier sattes totalaminosyreindholdet indenfor hver forsøgsserie relativt til dag 0. For hver forsøgsserie sattes indholdet dag 0 til 100%, og indholdet dag 3, 6, og 12 omsattes til procent derefter. Behandlingseffekten udregnedes da som forskellen i procentpoint mellem reference og behandling. Resultatet af denne analyse ses i figur 4.5. Det generelle indtryk er en negativ behandlingseffekt, men denne fandtes ikke signifikant (for hver dag tre t-tests mod forventet middelværdi på nul med 2 frihedsgrader).



Figur 4.5
Virkningen på det totale aminosyreindhold dag 3, 6 og 12 i vårbyg behandlet med isoproturon (Arelon) eller ethephon (Regufon), samt vinterhvede behandlet med isoproturon (Arelon), beregnet som behandling minus kontrol på det totale aminosyreindhold relativt til dag 0 (hvor 12 dage gamle frøplanter blev behandlet). Resultatet er vist for hver af de tre serier (A-C).
The effect on the total amino acid contents by double dosage isoproturon (Arelon) or ethephon (Regufon) on spring barley and winter wheat, measured as treatment minus reference relative to day 0 (when 12 day old seedlings were treated). Each of the three series (A-C) is shown.

Sammenfatning af klimakammerforsøg

Sammenfattende for klimakammerforsøgene kan konkluderes, at der ikke kunne påvises nogen signifikant effekt af hverken isoproturon- eller ethephonbehandling på aminosyreindholdet. Der var et generelt faldende aminosyreindhold gennem forsøgsperioden (12 til 24 dage efter såning), hvilket stemmer overens med den almindelige viden om stofomsætningen i unge planter.

Der viste sig stor variation mellem de tre forsøgsserier, hvilket tyder på, at ukontrollerede forhold har haft effekt på aminosyreindholdet.

4.3 Diskussion

I følge den oprindelige projekthypotese er én mulig sidevirkning af pesticidbehandlinger, at de øger planters indhold af frie aminosyrer, hvorved planterne bliver mere attraktive for skadegørere at leve og formere sig på.

4.3.1 Markforsøg

I markforsøgene eksemplificeres dette samspil af isoproturonbehandlet vårbyg og vinterhvede, hvor vi parallelt målte ændringer af bladlusangreb og planternes aminosyreindhold.

Vårbyg behandlet med dobbelt dosering isoproturon medførte i 1991 en ca. 20% signifikant højere bladlusbelastning. Isoproturonbehandlingen kan have haft andre fysiologiske, kemiske og biokemiske virkninger, så den observerede forøgelse af det relative indhold af Asp, AsSr, Leu, Phe og Thr udgør intet endegyldigt bevis for, at netop disse aminosyrers forøgelse var årsag til den øgede bladlusbelastning. Argumentet svækkes endvidere af uens resultater på de to prøvedage: Den ene dag fandtes signifikant effekt på Thr (ppm), den ene dag på Glu (ppm). Ligeledes fandtes den signifikante ændring i aminosyrespektret kun den ene dag.

Vinterhvede behandlet med dobbelt dosering isoproturon medførte i 1990 en signifikant fordobling af bladlusbelastning uden, at vi i tilsvarende isoproturonbehandlinger i 1991 fandt signifikante virkninger på planternes aminosyreindhold.

Prøvetagningsdagen for aminosyreanalyserne blev primært valgt under hensyntagen til tidspunktet for bladluskolonisationen af markparcellerne i slutningen af juni, men også i forhold til sprøjtedagen. Den manglende effekt af pesticidbehandlingen kan muligvis til dels forklares ved, at prøvetagningen foregik for lang tid efter sprøjtningen. I vårbyg var prøvedagene 4 og 12 dage efter sprøjtningen, mens i vinterhvede var prøvedagene 42 og 54 dage efter sprøjtningen. De fundne signifikante pesticideffekter blev netop konstateret på prøvedagen (10. juni i vårbyg), som var tættest på sprøjtedagen.

4.3.2 Klimakammerforsøg

I klimakammerforsøgene eksemplificeres samspillet af isoproturonbehandlet vårbyg og vinterhvede, samt af ethephonbehandlet vårbyg, idet vi, som i markforsøg, parallelt målte ændringer af bladlusenes reproduktionsevne og planternes aminosyreindhold.

Der blev konstateret en forøgelse af bladlusenes reproduktionsevne, men det er tvivlsomt, om denne effekt kan tilskrives et ændret aminosyreindhold. Hverken det absolutte eller det relative indhold ændredes signifikant som følge af behandling, og tendensen var snarere i retning af et mindre end i retning af et større indhold af aminosyrer.

4.3.3 **Sammenligning mellem mark- og klimakammerforsøg**

Når vi sammenholder de nært signifikante behandlingseffekter fra mark- og klimakammerforsøg, må vi konstatere, at aspartat stiger både i marken (absolut og relativt) og i klimakammeret (kun relativt). Det er ganske overbevisende at finde denne tendens i to uafhængige forsøg. Man bør derfor foretage en nærmere undersøgelse af aspartats mulige vækstfremmende effekter overfor bladlus.

Generelt må kemiske analyser af blade, hvilket er foretaget i denne undersøgelse, anses kun som en tilnærmelse til værtsplantens ernæringsværdi for bladlus (Montler 1991). Bladlus ernærer sig af phloemsaft, som kemisk er sammensat anderledes end frysetørret plantemateriale. Metoder til analyse af phloemsaft eksisterer, men er teknisk vanskelige (Weibull 1987).

4.4 **Konklusion**

På basis af de foreliggende aminosyreanalyser konkluderes det, at de undersøgte pesticiders virkning på bladlus i vårbyg og vinterhvede ikke har nogen betydende sammenhæng med de marginale behandlingsforårsagede ændringer af aminosyreindholdet i planterne.

Denne konklusion fremsættes i lyset af, at aminosyreindholdet under markforhold, såvel som under kontrollerede klimakammerforhold, viste sig meget labilt. Aminosyreindholdet synes derfor at være bestemt af faktorer, der langt overskygger eventuelle behandlingseffekter.

Hvis aspartat i senere forsøg vises at virke vækstfremmende på bladlus, så kan vi ikke afvise en sammenhæng mellem pesticidinducerede aminosyreændringer og øget bladlusforekomst.

Helt generelt er det endnu uklart hvilke fysiologiske, kemiske, biokemiske og/eller strukturelle responsmekanismer, der ligger til grund for de rapporterede biologiske bivirkninger af pesticiderne, såvel i forhold til bladlus, som i forhold til meldug.

Aminosyrehypotesen må på dette grundlag foreløbigt afvises.

5 Perspektiver

I de senere år er der fokuseret meget på landbrugets driftsformer og forbrug af hjælpestoffer. Forbruget af både pesticider og kvælstof er ud fra et miljømæssigt synspunkt for højt, og ønsket om at tilnærme landbruget en mere bæredygtig struktur er uforenelig med det høje forbrug af hjælpestoffer. Det er da også målsætningen for miljøministerens pesticidhandlingsplan at reducere forbruget af pesticider. Et bedre kendskab til pesticidernes effekter, både de tilsigtede og de utilsigtede, vil kunne pege på hvor det er muligt at nedbringe pesticidforbruget. De tilsigtede effekter er normalt ganske godt kendte og beskrevet, mens de utilsigtede effekter af pesticiderne især på skadegørere, de ikke er rettet imod (non-target), er mindre kendte.

Modeller

Det overordnede mål med nærværende undersøgelser har været at belyse, om et pesticid påvirker behovet for et andet pesticid ved at have indflydelse på opformeringen af non-target skadegørere. Det har i undersøgelserne vist sig, at dette kan være tilfældet. Det er således vist, at brugen af et herbicid upåagtet kan stimulere opformeringen af meldug og til en vis grad bladluspopulationen i en kornafgrøde. Erkendelsen af, at man ved at bruge bestemte herbicider får et forhøjet angreb af meldug og/eller bladlus senere på vækstsæsonen bør indbygges i de modeller, der ud fra angrebet på et givet tidspunkt fremskriver udviklingen af meldug og bladlus, således at der kan tages hensyn til den utilsigtede opformering af non-target skadegørere. De utilsigtede effekter kan medføre, at modellen anbefaler en højere dosis af fungicid/insekticid end der var blevet anbefalet for et alternativt herbicid, eller at skadetærsklen for herbicidet forrykkes til fordel for miljøet.

Pesticid godkendelse

Undersøgelser over pesticiders utilsigtede sideeffekter på non-target skadegørere kræves ikke til godkendelse af pesticider, og er således ukendte for praktisk taget alle pesticider i handelen.

Forskellige effekter

De nærværende undersøgelser har koncentreret sig om en enkelt herbicidgruppe - ureaherbiciderne - repræsenteret ved isoproturon, og vækstregulatoren ethephon. Isoproturon er blevet vist til at have en betydelig effekt på opformeringen af meldug, men en mere begrænset effekt på opformeringen af bladlus. Ethephon havde effekt på opformeringen af bladlus, men ingen effekt på opformeringen af meldug. Det er således ikke muligt at generalisere effekterne, idet forskellige pesticider kan have forskellig effekt på non-target skadegørere.

Sortsvariation

Det er i meldugundersøgelserne vist, at der er sortsvariation på de meldugfremmende effekter. De sorter af vinterhvede der har været afprøvet, har alle vist fremmende effekt på meldugangrebet efter herbicidbehandlingen. Tilsyneladende reagerer de mere meldugmodtagelige sorter imidlertid kraftigere på behandlingen end de mere resistente sorter.

Vekselvirkning med kvælstofgødskning

Et vigtigt aspekt er den fundne vekselvirkning med kvælstofgødskning. Det er almindeligt kendt, at kvælstofniveauet påvirker visse sygdomme og skadedyr kraftigt i afgrøder. Det er fundet, at de uheldige meldugfremmende effekter af ureaherbicider vekselvirker med kvælstofniveauet, således at højt kvælstofniveau fremmer herbicidernes sideeffekter. Størrelsesordenen af disse vekselvirkninger bør undersøges nærmere. Inddrages pesticidernes vekselvirkninger med kvælstof kan der foretages nærmere undersøgelser over ikke alene skadestærsklerne for pesticider, men også over den mest økonomisk fordelagtige kvælstofmængde.

Greening-effekt

Et interessant aspekt er, at i meldugundersøgelserne blev de fremmende effekter af isoproturonbehandlingen på meldug tilskrevet en greening-effekt målt som en forsinket senescens af de nederste blade. Under markforhold blev dette fænomen konstateret i vårbyg men ikke i vinterhvede. Tilsyneladende er greening-effekten afhængig af afgrødearten og ikke den eneste forklaring på isoproturons virkning på meldug. Samtidig blev der i bladlusundersøgelserne vist, at isoproturonbehandlingen havde en fremmende effekt på kun en af de tre bladlusarter - havrebladlus - i vårbyg. Havrebladlusene opholder sig i sammenligning med de to andre bladlusarter mest på bladskeder og de nederste blade. Det sidstnævnte er netop det sted på planten, hvor greening-effekten måles. Nærmere undersøgelser kunne klarlægge om der er kausale sammenhænge mellem forekomsten af havrebladlus og greening-effekt.

Afgrødevariation

Projektet lagde i starten af projektperioden megen vægt på at klarlægge de meldugfremmende effekter i vårbyg. Efterhånden som projektet skred frem blev det imidlertid klart, at effekterne på meldug i denne afgrøde i forhold til vinterhvede var af underordnet karakter. Vægten blev derfor gradvist lagt på undersøgelser i vinterhvede, hvor der var tydelige behandlingseffekter. Om forskellen mellem vårbyg og vinterhvede primært skyldes artsforskelle eller forskelle i deres vækstperioder vides ikke. Det ville derfor være ønskeligt med meldugundersøgelser i vinterbyg for at belyse, om effekterne observeret i vinterhvede gør sig gældende i denne afgrøde.

Udbringningstidspunkt

I nærværende undersøgelser blev der af hensyn til ønsket om at undersøge effekterne i vårbyg benyttet forårsudbringning af herbicidet i både vårbyg og vinterhvede. Bekæmpelse af græsukrudt med isoproturon er imidlertid anerkendt med både forårs- og efterårsudbringning i vintersæd, og undersøgelserne bør derfor suppleres med efterårsudbragt isoproturons betydning for meldug- og bladlusangrebet i vinterhvede.

Ukrudt

I bestræbelserne på at afklare om herbicidbehandlingen ændrer afgrødens fysiologiske tilstand er betydningen af ukrudt ikke inddraget i nærværende undersøgelse. Ukrudtsniveauet blev således holdt på et ensartet lavt niveau i samtlige forsøgsparceller i markundersøgelserne. Ukrudtsfjernelse kan dog tænkes at indvirke på herbicidbehandlingens effekt overfor meldug og bladlus dels ved at påvirke mikroklimaet og dels ved at fjerne føde- og levesteder for mange af bladlusenes

fjender. Endnu et væsentlige aspekt i fremtidige undersøgelser er hermed at belyse interaktionerne af herbicider og ukrudt med meldug og bladlus.

6 Afledte aktiviteter

6.1 **Møder og studierejser**

Erik Kaysø deltog i 8. Nordiske Forskerkursus i plantepatologi "Plant Disease and Crop Loss Assessment i Honne, Norge, 12.-19.10 1988 med indlægget "Methods for assessment of side-effects of herbicides on powdery mildew epidemics".

Erik Kaysø deltog i Nordiske Planteværnskonference i Malmø, 25.-27.10 1988.

Erik Kaysø deltog i Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases, UK, 21. - 24.11 1988. Der blev bl.a. etableret kontakt til Long Ashton Research Station, hvor der arbejdes med nærtbeslægtede problemstillinger.

Erik Kaysø holdt indlæg i Plantepatologisk Instituts forskningsseminarrække den 24.1 1989 om "Bivirkninger af herbicider på udvikling af meldug i byg".

Jesper Kjølholt og Ane Kjeldgaard besøgte 20.9 1989 Göran Bengtsson, Lunds Universitet, for blandt andet at drøfte detaljer vedrørende analyser af HFBA-derivatiserende aminosyreanalyser ved gaskromatografi.

Jørgen Eilenberg deltog 25.11 - 1.12 1989 i forskerkurset "Aphids", Sverige. Specifikt kan fremhæves at detailplaner for projektet blev drøftet med blandt andre Jens Weibull, Jan Petterson, Staffan Wiktelius og Barbro Ekbom.

Lisa Munk og Erik Kaysø var på studietur til Tyskland, 13.-16.5 1990, hvor universiteterne i Göttingen og Giessen blev besøgt. I Göttingen var der mulighed for at diskutere projektet med professor R. Heitefuss og hans kollega W.-D. Ibenthal.

Erik Kaysø og Lisa Munk deltog 11.-14. 2 1991 i NJF-seminar nr. 188 i Ås, Norge med indlægget "Side-effects of herbicides on the development of powdery mildew in cereals".

Erik Kaysø og Lisa Munk deltog 6.3 1991 i 8. Danske Planteværnskonference med indlægget "Ukrudtsmidlers utilsigtede effekter på korns modtagelighed overfor meldug".

Erik Kaysø deltog 17.-18.6 1991 i EWRS-møde (European Weed Research Society), Wageningen, Holland med indlægget "The impact of herbicides on the severity of powdery mildew in spring barley and winter wheat under Danish climatic conditions".

Lise M. Kristiansen deltog den 4.3 1992 i den 9. Danske Planteværnskonference 1992 med indlægget "Isoproturons og ethephons effekter på forekomsten af bladlus i korn".

Erik Kaysø og Lisa Munk organiserede og deltog 23.-25.-3 1992 i NJF-seminar nr. 207 i Slagelse med indlægget "Herbiciders utilsigtede effekter på meldug i korn".

I projektperioden har problemstillingen og specifikke metodemæssige aspekter desuden været drøftet med en række danske kolleger. Blandt andre er besøgt Lars Monrad Hansen, Bo J.M. Secher (Statens Planteværnscenter), Jens Kvist Nielsen (Kemisk Institut, KVL), Lise W. Kristiansen (DMU) og Birgit Jensen (Plantebiologisk Institut, KVL).

6.2 Opgaver udført i tilknytning til projektet

Lene Møller Hansen. 1989. Pesticiders og kvælstofs indflydelse på meldug i byg. Hovedopgave ved Plantepatologisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 100 sider.

Jette Ingeborg Jensen og Tommy Agermose Jensen. 1990. Bygmeldug epidemiologisk belyst, herunder plante- og bladalders betydning for angreb. Hovedopgave ved Sektion for Plantepatologi, Institut for Plantebiologi, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 112 sider.

Peter S. Boll. 1991. Opgørelsesmetoder af epidemidata for plantesygdomme - specielt med henblik på meldug i vårbyg. Hovedopgave ved Sektion for Plantepatologi, Institut for Plantebiologi, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 81 sider.

Jette Erichsen, Anders Hagemann, Birgit Lykke Hansen, Liselotte Folling og Marianne Folling. 1991. Meldugudvikling i vårbyg efter sprøjtning med Arelon. Opgave i Forsøgslære ved Institut for Kulturteknik og Planteavl, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 17 sider + bilag.

Kurt Rasmussen og Lars Søbæk Sørensen. 1991. Ureaherbiciders indflydelse på meldug. Årsager og betydning. Hovedopgave ved Sektion for Plantepatologi, Institut for Plantebiologi, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 78 sider.

Klaus S. Kristensen. 1992. Entomophthorasvampe til regulering af bladlus i korn - med særlig henblik på svampenes fungicid følsomhed. Hovedopgave ved Sektion for Zoologi, Institut for Økologi og Molekylærbiologi, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 72 sider

7 Litteraturliste

Acreman, S.J. & A.F G. Dixon (1989). The effects of temperature and host quality on the rate of increase of the grain aphid (*Sitobion avenae*) on wheat. Ann. appl. Biol., 115, 3-9.

Adams, J.B. & M. E Drew (1969). Grain aphids in New Bruunswick. IV. Effects og malathion and 2,4-D amine on aphid populations and on oats and barley. Canadian Journal of Zoology, 47, 423-426.

Altman, J. & C. L. Campbell (1977). Effect of herbicides on plant diseases. Ann. Rev. Phytopathol., 15, 361-385.

Beck, R. (1979). Untersuchungen zur nebenwirkung von herbiziden und CCC auf pilzkrankheiten von winterweizen. Diplomarb. Göttingen.

Belvett, V.B. et al. (1965). Observations on laboratory rearing of grain aphids (Homoptera: Aphididae). Canadian Journal of Zoology, 43, 619-622.

Boll, P.S. (1991). Opgørelsesmetoder af epidemidata for plantesygdomme - specielt med henblik på meldug i vårbyg. Hovedopgave ved Sektion for Plantepatologi, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 81 sider.

Brandes, W. & R. Heitefuss (1971a). Nebenwirkungen von herbiziden auf *Erysiphe graminis* und *Cercosporella herpotrichoides* an Weizen. I. Der Befall der Pflanze unter dem Einfluss der Herbizide. Phytopath.Z., 71, 357-71.

Brandes, W. & R. Heitefuss (1971b). Nebenwirkung von Herbiziden auf *Erysiphe graminis* und *Cercosporella herpotrichoides* an Weizen. II. Physiologische und biochemische Ursachen des veranderten Befalls der Pflanze. Phytopath. Z., 72, 34-52.

Bromand, B. (1990). Anvendelse af reducerede doseringer ved bekæmpelse af bladlus i korn. 7. Danske Planteværnskonference, Sygdomme og skadedyr, 231-247.

Campbell, B.C. (1988). The effects of plant growth regulators and herbicides on host plant quality to insects. In: Heinrichs, E.A. (ed). Plant stress - insect interactions. John Wiley & Sons, New York.

Daamen, R.A. (1988). Effects of nitrogen fertilization and cultivar on damage relation of powdery mildew (*Erysiphe graminis*) in winter wheat. Neth.J.Pl.Path. 94, 69-80.

Dixon, A.F.G. (1987). Parthenogenetic Reproduction and the Rate of Increase in Aphids. In: Minks, A.K. & P. Harrewijn (eds.). Aphids, their biology, natural enemies and control. 2A. Elsevier. ISBN 0-444--42630-2.

Eggum, B.O. & H. Sørensen (1989). Chemistry and analysis of amino acids. Mendel Friedman (Ed.). Absorption and Utilization of Amino Acids, Vol. III., CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, U.S.A.

Eilenberg, J., J. Kjølholt & A. Kjeldgaard (1990). Pesticiders utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus. Pesticiders indvirkning på plantefysiologi og bladlusangreb. 2. års statusrapport. Danmarks Miljøundersøgelser.

Emden, H.F.van. (1969). Plant resistance to *Myzus persicae* induced by a plant regulator and measured by aphid relative growth rate. Ent. exp. & appl., 12, 125-131.

Emden, H.F.van. (1972). Aphid Technology. Academic Press. ISBN 0-12-714150-2.

Emden, H.F.van (1973). Aphid host plant relationships. Some recent studies. In: H.J.B. Lowe (ed), Perspectives in aphid biology. Ent. Soc. N.Z. Bull. No. 2., 54-64.

Fedtke, C. et al (1977). Herbicide induced changes in wheat chloroplast ultrastructure and chlorophyll a/b ratio. Biochemie und Physiologie der Planzen, 171, 307-312.

Hansen, L.M. (1989). Pesticiders og kvælstofs indflydelse på meldug i byg. Hovedopgave ved: Plantepatologisk institut, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 100 sider.

Hansen, L.M. (1991). Bestemmelse af bladlustæthed i vårbyg. Tidsskr. Planteavl, 95, 93-95.

Harris, P.B. (1978). Methods of controlling mildew in spring wheat and the effect of chlormequat and different rates of nitrogen. Expl. Husb., 34, 71-82.

Hinz, B. & F. Daebeler (1980). Wirkung von Herbiziden auf Getreideblattlause an Winterweizen. Nachrichtenblatt fur den Pflanzenschütz in der DDR, 34(10), 214-215.

Hochberg, Y. (1988). A sharper Bomferroni procedure for multiple tests of significance. Biometrika 75, 800-802.

Honek, A. (1991). Environmental stress, plant quality and abundance of cereal aphids (Hom. Aphididae) on winter wheat. J. Appl. Ent., 112, 65-70.

Ibenthal, W.-D. & R. Heitefuss (1979a). Nebenwirkungen herbizider Harnstoff- und Triazinderivate auf den Befall von Weizen mit *Erysiphe graminis* f.sp.tritici. I. Herbizidbedingte Einflüss auf den Mehltaubefall und den Ertrag von Weizen. Phytopath. Z., 95, 111-127.

Ibenthal, W.-D. & R. Heitefuss (1979b). Nebenwirkungen herbizider Harnstoff- und Triazinderivate auf den Befall von Weizen mit *Erysiphe graminis* f.sp.tritici. II. Physiologische und biochemische Untersuchungen über die Ursachen der indirekten Nebenwirkungen der Herbizide auf den Mehltaubefall. Phytopath. Z., 95, 193-209.

Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren (1987). Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen. ISBN 90-220-0908-4.

Kaysø, E. & L. Munk (1989). Pesticiders utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i korn. I: Pesticiders indvirkning på meldug. 1. års statusrapport. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Plantepatologisk Institut, Tåstrup, 25 sider.

Kaysø, E. & L. Munk (1990). Pesticiders utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i korn. I: Pesticiders indvirkning på meldug. 2. års statusrapport. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Plantepatologisk Institut, Tåstrup, 51 sider.

Kaysø, E. & L. Munk (1991). Pesticiders utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i korn. I: Pesticiders indvirkning på meldug. 3. års statusrapport. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Plantebiologi, Sektion for Plantepatologi, Tåstrup, 30 sider.

Kaysø, E. & L. Munk (1992). Pesticiders utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i korn. I: Pesticiders indvirkning på meldug. 4. års statusrapport. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Plantebiologi, Sektion for Plantepatologi, Tåstrup.

Kieckhefer, R.W. & J.L. Gellner (1988). Influence of plant growth stage on cereal aphid reproduction. Crop Science, 28, 688-690.

Kjølholt, J. (1989). Pesticiders utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i korn. Pesticiders indvirkning på plantefysiologi og bladlusangreb. 1. års statusrapport. Danmarks Miljøundersøgelser.

Kuhlmann, J. & R. Heitefuss (1987). Höchste Intensität - höchster Deckungsbeitrag? Pflanzenschutz-Praxis 2/1987.

Larsen, I. (1977). Lysets og nitrogentilførslens indflydelse på aminosyrestofskiftet og stofproduktion i italiensk rajgræs (*Lolium multiflorum*) studeret i karforsøg. Doktordisputats. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 358 pp.

Leather, S.R. & A.F.G. Dixon (1981). The effect of cereal growth stage and feeding site on the reproductive activity of the bird-cherry aphid, *Rhopalosiphum padi*. Ann. appl. Biol., 97, 135-141.

Leather, S.R. & A.F.G. Dixon (1984). Aphid growth and reproductive rates. Entomol. exp. appl., 35, 137-140.

Maxwell, R.C. & R.F. Harwood (1960). Increased reproduction of pea aphids on broad beans treated with 2,4-D. Annals of the Entomological Society of America, 53, 199-205.

McNiell, S. & T.R.E. Southwood (1978). The role of nitrogen in the developement of insect/plant relationship. In: Harborne, J.B. (ed). Biochemical aspects of plant and animal coevolution.

Montllor, C.B. (1991). The influence of plant chemistry on aphid feeding behavior. In: Bernays, E.A. (ed.). Insect-plant relationships. 2. Insect pests. ISBN 0-8493-4122-1.

Oka, J.N. & D. Pimentel (1974). Corn susceptibility to corn leaf aphids and common corn smut after herbicide treatment. Environmental Entomology, 3(6), 911-915.

Rabbinge, R. & M.P. Mantel (1981). Monitoring for cereal aphids in winter wheat. Neth. J. Pl. Path., 87, 25-29.

Rautapää, J. (1972). Effects of herbicides and chlormequat chloride on host plant selection and population growth of *Macrosiphum avenae*. Annales Agriculturae Fenniae, 11, 135-140.

Robert, Y. et al. (1988). Sampling techniques. In:Minks, A.K. & P. Harrewijn (eds.). Aphids, their biology, natural enemies and control. 2B. Elsevier. ISBN 0-444-42798-8.

Rouse, D.I., D.R. MacKenzie & R.R. Nelson (1984). Density Dependent Sporulation of *Erysiphe graminis* f.sp. tritici. Phytopathology, 74, 1176-1180.

Saxe, H. & L.M. Kristiansen (1991). Pesticiders utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i korn. Pesticiders indvirkning på plantefysiologi og bladlus. 3. års statusrapport. Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Terrestrisk Økologi.

Secher, Bo J.M. (1991). The Danish Plant Protection Recommendation Models for Cereals. Danish J. Plant and Soil Sci. 85 (S-2161), 127-133.

Secher, Bo J.M. & modelgruppen (1991). Vejledningsmodeller 1991. Sygdomme og skadedyr i korn. Intern rapport. Statens Planteavlsforsøg, Planteværnscentret, Lyngby.

Secher, Bo. J.M. & N.S. Murali (1992). PC-planteværn. Grøn Viden 109.

Shaner, G. og R.E. Finney (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistence in Knox wheat. Phytopath. 67, 1051-1056.

Simes, R.J. (1986). An improved Bonferroni procedure for multiple tests of significance. Biometrika, 73, 751-754.

Skriver, K. (1990). Oversigt over Landsforsøgene. Landsudvalget for Planteavl.

Skriver, K. (1991). Oversigt over Landsforsøgene. Landsudvalget for Planteavl.

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf (1981). Biometry. Freeman. ISBN 0-7167--1254-7.

Springer, B. & R. Heitefuss (1986). Einfluss von Herbiziden und Stickstoffdüngung auf ertrag und Mehltaubefall von Winterweizen. Proc. EWRS symposium 1986, Economic Weed Control: 233-41.

Springer, B. & R. Heitefuss (1988). Einfluss des Einsatzes von Herbiziden unterhalb und oberhalb der wirtschaftlichen Schadensschwellen auf den Ertrag von Winterweizen in Abhängigheit von Stickstoffdüngung und Fungiziden. Wechselwirkungen. Z. PflKrankh. PflSchutz. 95, 468-475.

Strong, D.R. et al (1984). Insects on plants, community patterns and mechanisms. Blackwell Scientific Publications Oxford. London.

ter Braak, C.J.F. (1992). CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination. Microcomputer Power, New York.

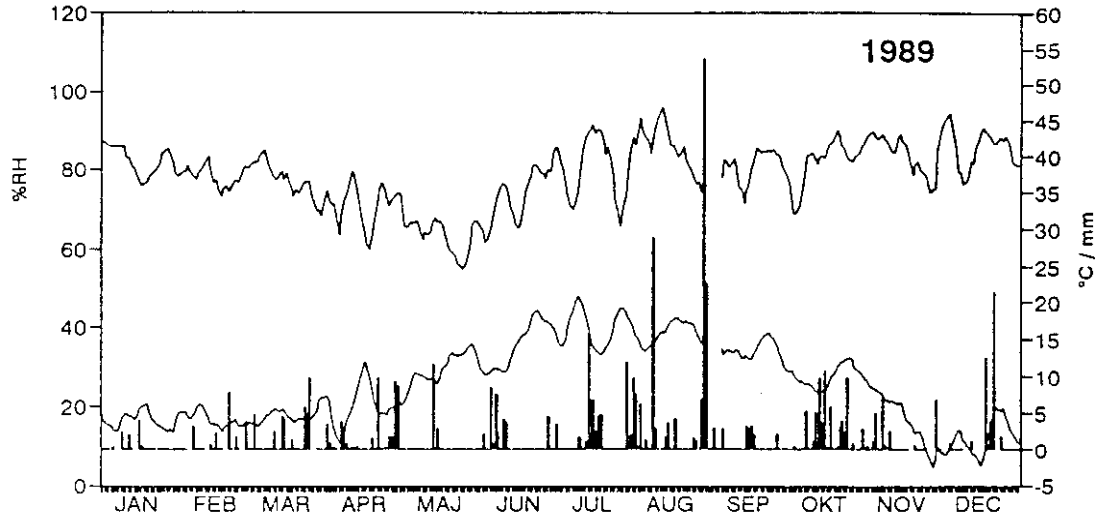
Weibull, J. (1987). Seasonal changes in the free amino acids of oat and barley phloem sap in relation to plant growth stage and growth of *Rhopalosiphum padi*. Ann. appl. Biol., 111, 729-737.

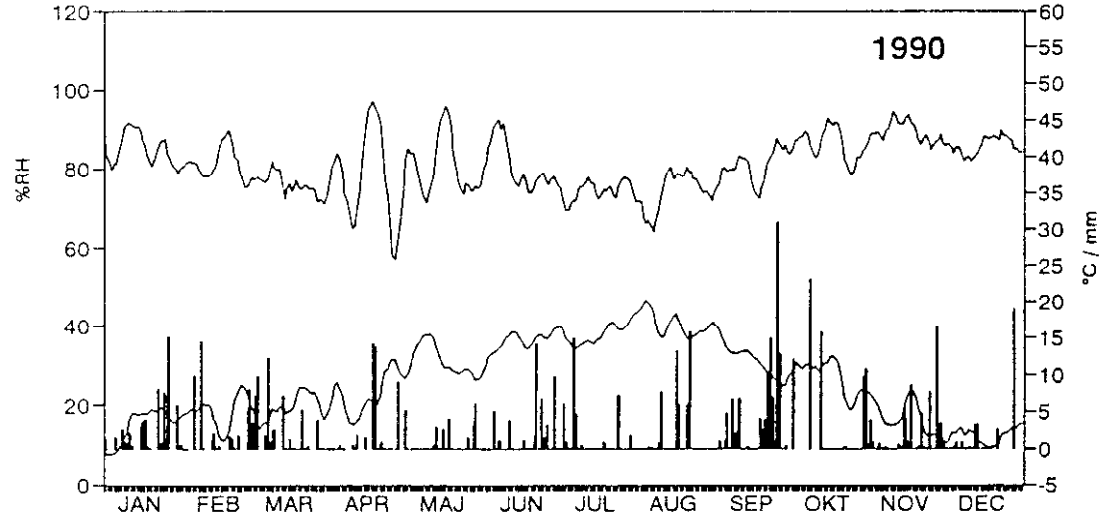
Weibull, J. (1988). Free amino acids in the phloem sap from oats and barley resistent to *Rhopalosiphum padi*. Phytochemistry, 27, 2069-2072.

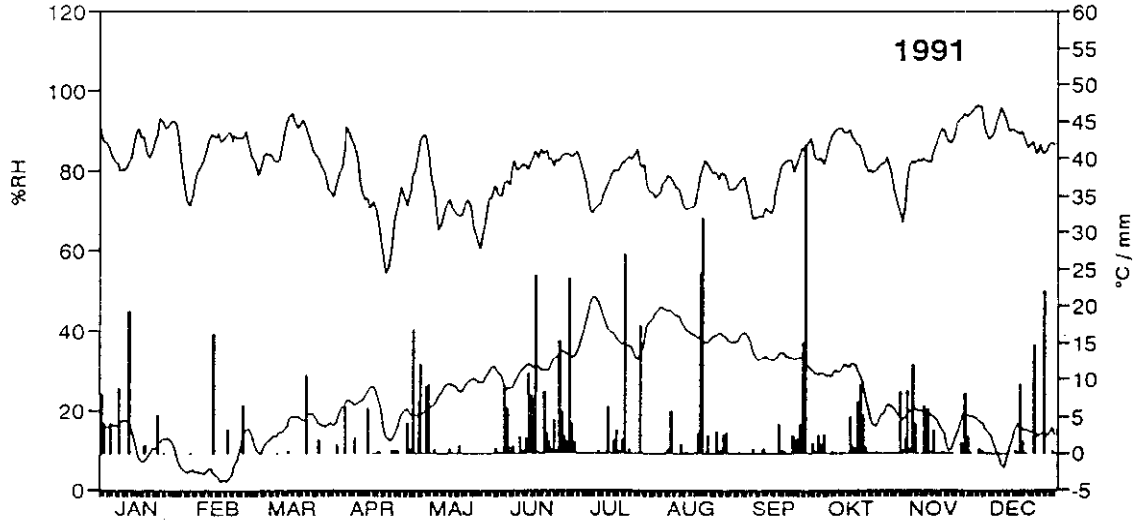
Wyatt, I.J. & White, P.F. (1977). Simple estimation of intrinsic increase rates for aphids and tetranychid mites. J. appl. Ecol., 14, 757-766.

Bilag 1

Klimadata på Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles (KVL) forsøgsgårde i Tåstrup for 1989, 1990 og 1991. Temperatur (^{0}C) og nedbør (mm) angives på højreakse og relativ luftfugtighed (% RH) angives på venstreakse. Kurver er aftegnet som løbende gennemsnit over 5 døgn.
Datakilde: Institut for Jordbrugsvidenskab, Sektion for Kulturteknik og Planteernæring, KVL.







Bilag 2

Oversigt over forkortelser for aminosyrer.

Ala	Alanin
Arg	Arginin
AsSr	Asparargin + Serin
Asp	Aspartat
Etham	Ethanolamin (dekarboxyleret serin)
GABA	Gamma-amino-smørsyre (dekarboxyleret glutamat)
Gln	Glutamin
Glu	Glutamat
Gly	Glycin
His	Histidin
Ile	Isoleucin
Leu	Leucin
Lys	Lysin
Met	Methionin
Phe	Phenylalanin
Thr	Threonin
Try	Tryptophan
Tyr	Tyrosin
Tyram	Tyramin (dekarboxyleret tyrosin)
Val	Valin
X,Y,Z,X'	Ukendte bestanddele

Bilag 3

Dette bilag giver fra markforsøgene 1991 det absolutte (ppm) indhold af aminosyrer i vårbyg den 10. juni og den 18. juni, og det absolutte indhold af aminosyrer i vinterhvede den 24. maj og den 5. juli. I analyserne indgår 6 blokke (behandlingsgentagelser) med behandling med dobbeltdosis isoproturon (Arelon) og 6 blokke med kontrolplanter.

Vårbyg, den 10. juni, 1991

Behandling ->	Arelon						Kontrol					
Blok nr. ->	**1**	2	3	4	5	6	**1**	2	3	4	5	6
Ala	41.36	40.55	29.63	43.81	28.17	28.64	24.93	40.83	38.35	40.48	42.45	51.26
Arg	0.91	1.32	1.07	0.85	0.55	0.71	0.69	0.76	0.82	0.49	1.90	1.39
AsSr	27.05	31.65	23.48	22.14	18.37	20.91	22.26	17.00	21.50	19.48	29.79	17.81
Asp	6.12	6.84	10.40	5.94	7.75	4.06	7.03	1.21	2.23	4.18	2.70	1.40
GABA	77.87	66.50	77.58	70.08	45.67	61.35	48.60	59.42	80.55	59.62	118.48	86.20
Gln	7.78	10.30	5.90	6.89	2.87	4.95	9.77	8.29	7.24	9.43	17.64	6.01
Glu	3.11	2.97	3.91	3.06	2.02	1.83	3.58	2.83	2.85	3.87	3.83	1.82
Gly	26.21	20.56	21.74	16.59	11.82	16.50	10.66	21.80	25.66	15.36	53.80	17.30
His	1.08	1.06	1.26	0.95	0.34	0.04	0.60	0.65	1.05	0.44	1.10	1.03
Ile	0.48	0.44	0.66	0.55	0.48	0.80	0.62	0.45	0.49	0.49	0.40	0.76
Leu	1.12	1.03	1.51	1.27	1.05	2.08	0.83	0.71	0.98	0.74	1.12	1.71
Lys	0.70	0.25	1.15	0.84	0.17	0.40	0.32	0.64	0.68	0.44	3.05	0.83
Met	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phe	0.90	0.82	1.00	0.91	0.74	1.26	0.60	0.49	0.82	0.52	0.72	1.03
Thr	5.29	5.75	5.47	5.18	4.71	5.10	4.04	3.25	3.80	4.42	3.88	4.41
Tyr	0.52	0.49	0.71	0.66	0.57	0.87	0.45	0.43	0.56	0.45	0.51	0.78
Val	2.54	2.34	2.96	2.58	2.37	3.33	2.31	1.58	2.56	2.16	2.60	3.11
TOTAL	**203.04**	**192.87**	**188.43**	**182.30**	**127.65**	**152.83**	**137.29**	**160.34**	**190.14**	**162.57**	**283.97**	**196.85**
Etham	.	0.66	0.73	0.24	1.32	0.45	0.18	0.21	0.68	0.17	0.29	0.80
X'	0.76	0.48	1.55	1.10	1.98	1.17	3.91	0.29	0.75	1.03	0.61	0.96

Vårbyg, 18. juni, 1991

Behanding ->	Arelon						Kontrol					
Blok nr. ->	**1**	2	3	4	5	6	**1**	2	3	4	5	6
Ala	31.93	34.99	30.10	43.76	25.10	37.48	38.71	38.23	31.08	31.10	33.50	42.32
Arg	0.11	0.20	0.10	0.39	0.95	0.33	0.12	0.24	0.08	0.11	0.91	0.09
AsSr	7.33	7.53	11.34	8.26	8.38	7.07	6.22	5.78	5.46	3.84	7.82	6.63
Asp	1.23	1.53	4.62	0.62	1.36	0.76	0.35	0.62	0.29	0.25	0.44	0.55
GABA	30.80	31.73	50.21	42.40	42.96	33.21	42.18	34.66	25.41	26.47	43.38	30.77
Gln	1.17	1.24	1.15	1.65	0.88	0.97	1.29	0.80	0.53	0.45	0.81	1.09
Glu	2.43	2.21	2.48	1.65	1.73	1.39	1.21	0.99	0.72	1.03	0.88	1.54
Gly	1.11	1.40	1.70	1.73	1.81	1.15	2.11	1.81	1.28	1.16	1.64	2.42
His	0.20	0.24	0.17	0.36	0.39	0.32	0.19	0.35	0.28	0.22	0.45	0.22
Ile	0.70	0.72	0.93	0.73	0.65	0.53	0.76	0.91	0.62	0.61	1.53	0.76
Leu	1.15	1.17	2.72	2.25	2.36	1.27	1.57	1.95	1.33	0.98	2.48	1.52
Lys	0.09	0.17	0.81	0.30	1.08	0.18	0.13	0.38	0.23	0.16	0.75	0.11
Met	0.00	0.00	0.31	0.20	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phe	0.68	0.75	1.11	1.05	1.02	0.80	1.12	1.06	0.78	0.69	1.29	1.20
Thr	4.23	3.88	5.00	4.89	4.69	4.21	4.53	4.44	3.48	3.23	4.32	3.95
Tyr	0.61	0.58	1.08	0.95	0.95	0.65	0.86	0.89	0.59	0.55	1.04	0.76
Val	1.91	1.99	2.85	2.53	2.76	1.86	2.41	2.74	2.09	1.96	2.81	2.59
TOTAL	**85.68**	**90.33**	**116.68**	**113.72**	**97.44**	**92.18**	**103.76**	**95.85**	**74.25**	**72.81**	**104.05**	**96.52**
Etham	.	1.25	0.06	0.30	1.19	0.99	0.22	0.27	0.22	0.16	0.72	.
X'	7.74	4.73	1.74	1.58	2.96	0.87	3.58	10.00	7.34	4.55	1.13	3.47

Bilag 3

Vinterhvede, 24. maj, 1991

Behanding ->				Arelon						Kontrol		
Blok nr. ->	**1**	2	3	4	5	6	**1**	2	3	4	5	6
Ala	9.99	9.10	10.70	11.90	7.85	10.57	9.85	10.11	8.02	9.47	9.57	9.41
Arg	0.06	0.00	0.04	0.04	0.00	0.06	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.05
AsSr	10.51	11.19	11.60	12.31	11.56	12.46	12.32	12.92	14.36	12.83	10.05	10.73
Asp	8.46	8.20	9.69	4.21	7.84	6.33	8.25	8.13	9.77	9.49	4.52	6.99
GABA	7.70	6.53	7.53	24.25	7.52	8.21	8.69	18.25	8.07	15.29	10.21	13.05
Gln	8.23	6.77	8.54	7.63	7.84	10.67	9.10	10.12	6.71	6.74	6.02	6.03
Glu	25.20	19.19	20.69	9.29	20.58	22.05	20.94	16.57	21.90	15.45	10.46	17.59
Gly	2.58	1.36	1.45	1.47	1.48	4.32	1.82	3.08	1.30	1.10	1.03	1.16
His	0.19	0.14	0.14	0.14	0.10	0.16	0.14	0.29	0.14	0.10	0.08	0.18
Ile	0.30	0.23	0.24	0.35	0.26	0.39	0.59	0.67	0.24	0.28	0.23	0.30
Leu	1.12	0.74	0.35	1.11	0.47	1.34	1.19	1.41	0.75	1.12	0.76	1.12
Lys	0.04	0.00	0.03	0.03	0.01	0.04	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.04
Met	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phe	0.82	0.32	0.38	0.87	0.36	1.22	0.66	0.75	0.34	0.87	0.60	0.38
Thr	3.81	3.12	3.18	3.87	3.50	3.96	3.71	3.74	3.41	3.83	2.64	3.01
Tyr	0.20	0.14	0.16	0.21	0.14	0.38	0.31	0.38	0.08	0.09	0.14	0.18
Val	2.81	2.03	2.13	2.84	2.34	3.61	2.35	2.62	2.17	2.96	2.36	2.18
TOTAL	**82.02**	**69.06**	**76.85**	**80.52**	**71.85**	**85.77**	**79.92**	**89.18**	**77.26**	**79.63**	**58.67**	**72.40**
Etham	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X'	0.44	0.53	0.66	3.46	0.88	0.69	0.67	1.49	0.80	1.48	1.02	1.17

Vinterhvede, 5. juli, 1991

Behanding ->				Arelon						Kontrol		
Blok nr. ->	**1**	2	3	4	5	6	**1**	2	3	4	5	6
Ala	10.04	12.67	10.48	5.53	12.47	10.94	8.32	16.12	8.56	12.78	5.60	11.56
Arg	0.04	0.20	0.08	0.05	0.03	0.81	0.49	0.04	0.14	0.12	0.05	0.04
AsSr	6.76	8.49	8.44	6.41	5.79	9.05	13.43	5.71	8.76	7.00	7.68	4.93
Asp	7.08	4.58	6.34	6.45	6.05	7.94	9.87	3.68	6.79	6.47	6.54	4.66
GABA	3.17	8.25	7.57	4.81	5.17	5.91	9.58	9.43	8.55	7.59	2.68	4.91
Gln	8.67	6.52	4.34	3.50	5.64	6.89	6.30	5.70	3.56	5.24	4.39	4.86
Glu	11.45	4.87	8.57	7.43	9.69	8.16	6.51	4.05	6.61	8.37	10.08	8.12
Gly	0.27	0.83	0.38	0.28	0.32	0.38	0.67	0.44	0.44	0.36	0.35	0.27
His	0.11	0.26	0.20	0.13	0.17	0.59	0.39	0.18	0.26	0.31	0.13	0.20
Ile	0.26	0.77	0.85	0.71	0.47	0.56	0.74	0.69	0.45	0.98	0.41	0.72
Leu	0.31	1.60	1.27	1.13	0.55	1.58	1.60	1.29	1.11	1.96	0.50	1.04
Lys	0.03	0.28	0.05	0.03	0.02	0.60	0.31	0.04	0.07	0.07	0.02	0.03
Met	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phe	0.20	0.96	0.62	0.47	0.43	0.81	1.15	0.73	0.52	1.20	0.44	0.43
Thr	2.76	4.55	4.29	3.23	3.46	4.51	4.85	3.98	4.46	4.49	3.57	3.75
Tyr	0.18	0.79	0.65	0.51	0.36	0.42	0.65	0.64	0.51	0.85	0.26	0.56
Val	0.57	2.32	2.19	1.70	1.59	2.78	2.51	1.88	1.97	2.83	1.63	1.66
TOTAL	**51.90**	**57.94**	**56.32**	**42.37**	**52.21**	**61.93**	**67.37**	**54.60**	**52.76**	**60.62**	**44.33**	**47.74**
Etham	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
X'	0.86	2.13	1.56	1.05	0.85	1.25	2.20	2.29	2.27	1.71	0.57	0.76

Bilag 4

Dette appendix giver fra klimakammerforsøgene det absolutte (ppm) indhold af aminosyrer i unge vårbygplanter behandlet med enten Arelon (isoproturon) eller med Regufon (ethephon)14 dage efter såning (kaldet dag 0), samt for kontrol for hver af disse. Der er 3 forsøgsserier: A, B og C udført successivt, og i hver serie er der 4 prøvetagningsdage: dag 0, 3, 6 og 12. Prøverne dag 0 blev taget før sprøjtning.

Forsøgsserie A

Behand. ->	Arelon				Arelon Kontrol				Regufon				Regufon Kontrol			
Dag ->	0	3	6	12	0	3	6	12	0	3	6	12	0	3	6	12
Ala	148.88	104.51	57.51	34.98	79.93	65.41	75.30	54.91	78.83	69.03	58.13	55.12	81.51	66.72	47.87	49.61
Arg	0.18	2.17	1.71	2.03	0.13	1.32	1.40	2.00	2.60	1.18	3.82	2.62	3.38	1.92	2.87	3.38
AsSr	84.91	50.46	19.25	8.52	67.50	19.87	10.20	11.53	57.37	37.61	19.92	5.74	62.04	25.62	12.04	5.27
Asp	3.30	0.77	1.33	0.83	1.27	0.19	0.18	0.58	3.62	0.68	0.87	0.39	2.10	1.02	1.35	0.32
GABA	103.31	84.21	40.63	26.30	116.92	48.95	52.27	32.44	109.66	88.97	83.50	47.68	108.70	55.49	44.71	33.86
Gln	48.83	10.48	2.70	1.63	12.74	2.40	1.49	2.34	14.30	7.63	2.27	1.59	9.28	4.39	1.95	1.49
Glu	18.91	4.26	7.27	5.07	7.81	4.10	4.00	3.44	14.49	4.87	3.49	3.00	8.04	5.64	4.53	2.38
Gly	41.06	3.49	2.70	1.88	17.07	1.72	1.93	2.59	15.64	4.42	5.14	3.78	16.67	2.68	2.87	2.76
His	2.64	1.21	0.54	0.51	1.34	0.53	0.50	0.43	0.89	0.53	0.72	0.57	1.87	0.72	0.45	0.75
Ile	2.38	2.14	2.29	2.21	2.32	1.59	1.97	1.97	3.04	1.35	3.29	2.44	2.41	2.29	2.61	1.38
Leu	5.04	5.63	4.79	4.42	5.41	3.64	4.02	4.18	6.90	3.03	7.81	7.29	7.16	4.77	5.59	5.12
Lys	5.10	3.83	5.14	1.77	6.16	3.03	3.03	2.14	6.77	2.33	6.98	1.08	4.72	5.01	7.44	1.74
Met	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.74	0.71	0.91	0.00	0.84	0.00
Phe	2.20	2.45	1.96	1.43	2.09	1.61	1.58	1.34	2.83	1.23	2.16	1.81	2.67	1.91	1.61	1.39
Thr	7.90	7.03	5.36	3.65	7.09	4.85	4.82	4.32	7.39	6.32	5.65	5.37	7.94	4.98	4.67	4.83
Try	0.00	0.00	0.60	0.92	0.00	0.55	0.61	0.57	0.00	0.49	0.67	0.50	0.00	0.42	0.61	0.91
Tyr	1.79	1.52	1.48	1.45	1.69	1.10	1.20	1.37	2.05	0.99	2.18	2.02	1.96	1.38	1.72	1.57
Val	6.45	5.39	4.23	3.46	5.88	3.52	3.39	3.31	6.68	3.64	5.12	4.41	6.93	4.08	3.96	3.53
TOTAL	**482.88**	**289.55**	**159.49**	**101.06**	**335.89**	**164.38**	**167.89**	**129.46**	**333.78**	**234.30**	**212.46**	**146.12**	**328.29**	**189.04**	**147.69**	**120.29**
Etham	0.31	0.34	0.22	0.13	0.49	0.15	0.45	0.33	0.87	0.14	0.22	0.30	0.00	0.24	0.36	0.24
Tyram	0.10	0.08	0.00	0.09	0.08	0.00	0.00	0.12	0.09	0.00	0.11	0.00	0.08	0.00	0.11	0.05
X	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.46	0.59
Y	0.00	0.00	0.14	0.13	0.00	0.00	0.00	0.21	0.34	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.24
Z	0.00	0.62	0.35	0.39	0.42	0.47	0.32	0.36	0.55	0.48	0.36	0.28	0.38	0.40	0.31	0.29

Forsøgsserie B

Behand. ->	Arelon				Arelon Kontrol				Regufon				Regufon Kontrol			
Dag ->	0	3	6	12	0	3	6	12	0	3	6	12	0	3	6	12
Ala	118.89	60.55	67.38	30.95	99.23	68.91	51.85	34.60	125.20	42.08	43.90	29.14	137.64	84.34	84.18	56.87
Arg	1.76	2.03	1.52	1.23	1.21	2.29	2.12	1.19	1.63	1.57	1.41	1.29	1.94	1.17	1.71	1.43
AsSr	21.23	17.73	15.04	10.79	13.04	20.28	20.00	12.27	9.13	9.63	14.21	12.54	12.84	40.24	21.50	11.08
Asp	1.22	1.42	0.26	1.94	2.23	1.05	1.51	1.66	1.80	1.24	0.66	1.85	1.30	1.42	1.11	0.95
GABA	62.77	33.50	52.77	16.51	59.76	59.37	46.25	30.12	73.12	42.32	43.24	21.28	76.40	73.96	61.46	42.42
Gln	1.33	2.99	3.27	3.06	2.09	3.09	5.83	2.30	2.19	2.32	3.42	2.48	1.86	5.65	4.72	2.28
Glu	1.71	9.73	5.90	11.37	5.17	6.97	13.14	12.98	4.28	8.34	13.74	14.87	2.34	7.44	7.07	7.32
Gly	6.95	1.84	1.82	1.90	7.20	2.63	2.53	1.90	5.20	2.82	1.41	1.75	3.74	9.33	2.61	2.17
His	2.17	0.96	0.42	0.27	0.33	1.14	0.65	0.34	0.95	0.90	0.42	0.42	1.44	0.92	0.71	0.39
Ile	3.58	1.49	1.81	1.13	3.28	2.50	1.38	1.64	2.76	1.91	0.99	1.53	3.33	1.31	2.20	1.76
Leu	7.96	5.44	3.73	2.85	7.94	5.80	4.84	3.28	7.07	5.00	3.03	3.16	7.77	3.78	5.45	3.35
Lys	2.07	1.26	0.93	1.23	1.49	1.35	1.36	1.21	1.62	2.22	1.10	1.71	2.92	0.84	1.87	1.49
Met	0.00	0.00	0.23	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00
Phe	3.89	2.17	1.38	0.90	3.28	2.44	1.70	1.17	3.13	2.18	1.29	1.17	3.73	1.60	2.12	1.16
Thr	6.36	3.30	4.79	4.86	5.57	4.26	5.75	4.47	5.79	4.90	4.61	4.62	5.94	5.90	6.67	5.30
Try	0.00	3.55	0.29	12.15	0.00	1.34	0.00	0.71	0.00	0.23	0.39	7.28	0.00	0.99	0.00	1.17
Tyr	2.42	1.34	1.01	0.92	2.39	1.54	1.17	1.03	2.08	1.40	0.85	1.01	2.51	1.18	1.48	1.15
Val	7.66	4.93	3.07	2.89	6.89	5.08	3.64	2.79	6.31	4.26	2.87	2.68	7.80	4.65	4.23	2.98
TOTAL	251.97	154.23	165.62	104.95	221.83	190.04	163.72	113.66	252.26	133.32	137.74	109.77	273.52	44.72	209.09	143.27
Etham	1.70	0.75	0.92	0.58	2.32	1.05	0.97	0.34	1.25	0.49	1.03	0.18	2.00	0.34	0.12	0.72
Tyram	0.09	0.19	0.11	0.07	0.00	0.42	0.10	0.06	0.07	0.10	0.08	0.23	0.07	0.11	0.10	0.17
X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	1.22	0.00	1.19	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Y	0.40	0.53	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.46	0.63	0.00	0.00
Z	0.42	0.00	0.19	0.00	0.61	0.00	0.31	0.23	0.37	0.31	0.42	0.00	0.41	0.00	0.32	0.29

Bilag 4

Forsøgsserie C

Behand. ->	Arelon				Arelon Kontrol				Regufon				Regufon Kontrol			
Dag ->	0	3	6	12	0	3	6	12	0	3	6	12	0	3	6	12
Ala	98.70	28.94	29.22	15.25	125.01	88.15	41.89	14.79	136.63	43.72	12.51	14.11	116.97	87.25	40.44	42.15
Arg	1.38	3.27	3.63	1.56	1.05	3.12	2.84	1.26	1.58	1.01	1.65	0.94	0.00	2.48	1.84	2.19
AsSr	20.18	15.00	16.58	9.10	25.71	21.12	20.86	8.98	14.63	9.39	15.88	12.48	17.22	14.09	21.09	16.17
Asp	1.04	2.91	1.81	1.41	0.84	0.57	1.21	1.58	0.41	2.78	2.03	1.89	0.45	1.27	1.76	1.48
GABA	69.39	30.58	33.06	7.07	86.02	82.88	44.00	8.07	103.08	26.07	9.86	4.28	77.73	52.09	34.26	34.59
Gln	3.22	2.37	2.85	3.19	4.36	2.37	3.00	3.23	3.37	2.44	4.92	4.25	1.68	2.86	5.65	3.82
Glu	6.48	14.18	14.42	17.09	4.38	4.65	14.39	17.73	4.40	7.95	29.63	31.40	3.27	7.37	18.38	16.15
Gly	5.60	3.63	3.05	0.78	7.58	6.02	3.05	0.68	5.93	2.35	1.70	0.84	4.63	3.07	2.40	1.44
His	1.35	1.17	1.07	0.33	1.50	1.55	0.82	0.29	1.40	0.74	0.36	0.18	0.00	1.15	0.53	0.51
Ile	2.24	2.47	1.92	0.50	1.84	2.08	2.31	0.47	2.46	0.73	1.57	0.54	2.47	1.32	1.68	0.93
Leu	6.67	5.74	5.12	1.86	5.41	7.51	5.50	1.44	6.33	3.77	3.31	1.47	6.55	5.12	3.93	3.91
Lys	2.66	2.25	2.16	0.81	2.39	2.49	1.97	0.67	2.80	1.87	1.23	0.59	0.00	2.05	1.56	0.89
Met	0.00	0.41	0.75	0.61	0.00	0.00	1.08	0.62	0.00	0.00	0.73	1.72	0.00	0.38	0.76	0.00
Phe	3.15	2.21	1.59	0.49	2.60	2.67	1.94	0.46	2.91	1.61	1.13	0.00	3.20	1.98	1.33	1.12
Thr	6.29	5.03	4.19	1.52	5.63	6.16	5.03	1.61	6.01	3.31	3.29	1.48	5.92	4.46	3.65	2.69
Try	1.04	0.84	0.00	1.87	0.78	0.00	0.00	2.51	0.00	1.65	1.75	0.00	0.00	0.60	0.80	4.15
Tyr	1.66	1.79	1.41	0.41	1.97	1.64	1.54	0.39	1.90	1.15	1.07	0.00	2.27	1.46	1.02	0.80
Val	6.92	4.67	3.49	1.48	6.42	5.51	4.02	1.40	7.01	3.81	3.01	1.27	7.22	4.52	3.28	3.11
TOTAL	237.97	127.46	126.32	65.33	283.49	238.49	155.45	66.18	300.85	114.35	95.63	77.44	249.58	193.52	144.36	136.10
Etham	0.17	2.12	1.72	1.15	0.12	1.98	2.00	0.78	0.90	1.22	0.34	0.59	0.00	1.49	0.63	0.81
Tyram	0.14	0.11	0.35	0.08	0.11	0.12	0.26	0.11	0.10	0.08	0.03	0.06	0.00	0.10	0.18	0.03
X	0.00	1.33	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Z	0.56	0.43	0.00	0.00	0.38	0.49	0.29	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00

Bilag 5

Dette appendix giver fra klimakammerforsøgene det absolutte (ppm) indhold af aminosyrer i unge vinterhvedeplanter behandlet med Arelon (isoproturon) 14 dage efter såning (kaldet dag 0), samt for kontrol. Der er 3 forsøgsserier: A, B og C udført successivt, og i hver serie er der 4 prøvetagningsdage: dag 0, 3, 6 og 12. Prøverne dag 0 blev taget før sprøjtning.

Forsøgsserie A

Behand. ->	Arelon				Kontrol			
Dag ->	0	3	6	12	0	3	6	12
Ala	47.00	35.67	31.65	53.80	99.41	33.25	58.54	39.81
Arg	0.78	1.02	0.84	1.18	2.12	0.78	1.22	0.96
AsSr	53.82	29.36	17.94	10.17	34.48	21.13	14.32	10.29
Asp	1.07	0.16	0.38	0.00	0.24	0.98	0.00	0.00
GABA	56.64	43.36	25.45	22.37	42.94	39.11	30.76	25.39
Gln	5.82	2.59	2.86	1.56	13.49	3.69	3.64	0.97
Glu	3.37	2.99	6.63	3.14	10.44	5.72	4.23	2.09
Gly	2.17	1.41	0.87	0.90	1.83	1.12	1.18	0.99
His	0.52	0.39	0.29	0.45	0.79	0.27	0.47	0.35
Ile	1.08	0.67	0.65	0.47	2.13	0.12	1.12	1.33
Leu	1.49	1.41	1.14	1.65	2.94	0.98	2.39	1.81
Lys	0.74	0.84	0.46	0.58	1.44	0.62	0.80	0.70
Met	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phe	1.08	0.94	0.67	1.03	1.79	0.66	1.45	0.98
Thr	3.17	3.67	3.08	3.22	4.35	3.38	3.83	3.04
Try	0.92	4.44	10.19	7.56	0.50	9.52	3.78	12.15
Tyr	0.90	0.69	0.53	0.70	1.93	0.52	1.05	0.82
Val	2.34	2.37	1.61	1.95	3.75	1.90	2.69	1.93
TOTAL	182.91	132.08	105.24	110.73	224.57	123.75	131.47	103.61
Etham	0.41	0.11	0.00	0.13	0.25	0.15	0.00	0.00
Tyram	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X	0.00	0.23	0.17	0.17	0.14	0.00	0.17	0.17
Y	0.00	0.27	0.10	0.19	0.00	0.20	0.12	0.00
Z	0.13	0.22	0.23	0.22	0.24	0.23	0.20	0.13

Forsøgsserie B

Behand. ->	Arelon				Kontrol			
Dag ->	0	3	6	12	0	3	6	12
Ala	75.80	46.32	32.18	25.56	76.63	61.69	32.37	39.59
Arg	1.77	1.66	2.07	0.85	2.60	1.96	2.25	2.29
AsSr	16.43	22.71	17.83	22.12	14.07	25.09	23.39	18.48
Asp	0.00	0.25	0.00	0.40	0.00	0.22	0.40	0.00
GABA	22.85	24.84	23.43	21.84	24.28	27.24	19.94	27.32
Gln	5.30	6.52	5.06	5.84	5.05	8.17	5.98	3.05
Glu	6.12	20.98	8.83	1.87	0.13	19.20	11.85	7.25
Gly	1.08	1.19	1.37	1.63	1.17	1.06	0.80	0.97
His	0.86	0.80	1.01	0.34	1.24	0.90	1.07	0.87
Ile	1.12	1.73	0.82	0.63	1.57	1.93	1.49	1.03
Leu	3.07	3.17	2.71	1.73	4.61	3.80	3.23	1.67
Lys	1.09	1.12	1.27	0.43	1.62	1.20	1.42	1.21
Met	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phe	1.84	1.91	1.52	1.19	2.65	2.15	1.71	0.94
Thr	3.16	5.01	3.81	4.10	4.22	4.62	3.60	3.26
Try	2.87	2.25	0.92	3.83	1.01	1.51	1.14	3.83
Tyr	1.23	1.34	0.83	0.70	1.94	1.49	1.12	0.62
Val	4.12	3.44	2.65	2.60	4.78	3.93	2.93	1.90
TOTAL	148.71	145.24	106.31	95.66	147.57	166.16	114.69	114.28
Etham	0.57	0.24	0.00	0.00	0.42	0.43	0.00	0.00
Tyram	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
X	0.00	0.00	1.28	3.61	0.00	0.28	0.58	0.88
Y	0.28	0.19	0.00	0.26	0.16	0.31	0.14	0.19
Z	0.12	0.34	0.19	0.36	0.23	0.31	0.17	0.29

Bilag 5

Forsøgsserie C

Behand. ->	Arcfon				Kontrol			
Dag ->	0	3	6	12	0	3	6	12
Ala	69.49	52.54	37.98	39.44	93.71	68.67	50.77	30.10
Arg	2.38	1.41	1.17	0.90	0.85	1.68	1.24	0.96
AsSr	12.94	17.85	20.58	19.54	27.49	20.51	23.94	26.84
Asp	1.31	0.74	0.33	0.00	0.00	0.00	0.39	0.32
GABA	37.13	42.87	21.01	31.68	38.38	40.38	27.62	22.43
Gln	4.07	1.68	0.11	3.93	6.84	5.15	4.75	6.73
Glu	2.99	0.13	5.85	10.12	2.34	0.00	13.58	9.74
Gly	1.54	1.86	0.70	1.21	2.43	1.56	0.81	1.25
His	1.07	0.67	0.53	0.58	0.44	0.76	0.64	0.44
Ile	1.12	1.00	0.55	0.52	1.88	1.19	0.99	0.53
Leu	2.58	2.05	2.07	2.13	3.25	2.68	2.67	1.96
Lys	1.78	1.00	0.52	0.53	0.51	1.18	0.72	0.43
Met	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
Phe	1.45	1.49	1.01	1.13	1.88	1.59	1.32	1.12
Thr	2.89	3.91	2.19	3.02	3.45	4.42	2.50	2.67
Try	0.66	1.55	3.64	1.96	1.17	0.99	2.65	3.13
Tyr	1.20	0.99	0.71	0.63	1.70	0.91	0.89	0.15
Val	3.06	3.15	2.10	2.39	4.13	3.38	2.53	2.39
TOTAL	147.66	134.89	101.05	119.71	190.62	155.05	138.01	111.19
Etham	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00
Tyram	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X	1.46	2.20	0.29	2.44	1.11	3.10	0.00	0.79
Y	0.00	0.21	0.00	0.15	0.21	0.00	0.00	0.25
Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00

REGISTRERINGSBLAD

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K

Serietitel, nr.:
Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen, 2

Udgivelsesår: 1993

Titel:
Pesticiders utilsigtede effekter på meldug og bladlus

Undertitel:

Forfatter(e):
Kaysø, Erik; Kristiansen, Lise M.; Munk, Lisa; Saxe, Henrik; Eilenberg, Jørgen; Kjølholt, Jesper; Holst, Niels

Udførende institution(er):
Danmarks Miljøundersøgelser. Afdeling for Terrestrisk Økologi; Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole. Institut for Plantebiologi

Resumé:
Projektet belyser, om anvendelsen af herbicider og vækstregulatorer har utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i kornafgrøder. Herbicidet isoproturon forøgede opformeringen af meldug betydeligt, men forøgede opformeringen af bladlus i mindre omfang. Vækstregulatoren ethephon forøgede opformeringen af bladlus, men påvirkede ikke meldug. De fundne utilsigtede pesticideffekter er således ikke entydige og afhænger af både pesticid og skadegører.

Emneord:
pesticider; afgrøder; effektivitet; svampe; insekter; dyrkningsforsøg; samspilsvirkninger; isoproturon CAS 34123-59-6; ethephon CAS 16672-87-0

ISBN: 87-7810-062-3

ISSN:

Pris (inkl. moms): 100 kr.

Format: A4

Sideantal: 120

Md./år for redaktionens afslutning: januar 1993

Oplag: 400

Andre oplysninger:

Tryk: NOTEX . Tryk & Design a-s, Søborg

Trykt på 100% genbrugspapir **Cyclus**

Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 1: Pesticiders indflydelse på gulspurvens levevilkår
Nr. 2: Pesticiders utilsigtede effekter på meldug og bladlus

Pesticiders utilsigtede effekter på meldug og bladlus

Projektet belyser, om anvendelsen af herbicider og vækstregulatorer har utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i kornafgrøder. Herbicidet isoproturon forøgede opformeringen af meldug betydeligt, men forøgede opformeringen af bladlus i mindre omfang. Vækstregulatoren ethephon forøgede opformeringen af bladlus, men påvirkede ikke meldug. De fundne utilsigtede pesticideffekter er således ikke entydige og afhænger af både pesticid og skadegører.

Pris kr. 100,- (inkl. 25% moms)

ISBN nr. 87-7810-062-3

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 32 66 01 00