

Effekt af sprøjtning med fungicider på jordens svampeflora under markforhold

Susanne Elmholt
Analyselaboratoriet for Pesticider
Flakkebjerg

Statens Planteværnscenter
Sekretariatet
Løttenborgvej 2
2800 Lyngby

Tidsskrift for Planteavl's Specialserie



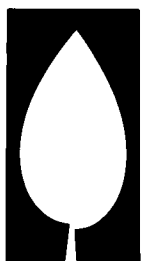
Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1935, 1988

Effekt af sprøjtning med fungicider på jordens svampeflora under markforhold

Susanne Elmholt
Analyselaboratoriet for Pesticider
Flakkebjerg

Tidsskrift for Planteavl's Specialserie



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1935, 1988

INDHOLDSFORTEGNELSE	Side
FORORD	5
1. INDLEDNING	6
1.1 METODER TIL UNDERSØGELSE AF PESTICIDEFFEKTER PÅ JORDENS MIKROORGANISMER	6
1.2 TIDLIGERE UNDERSØGELSER	9
1.3 FORMAL	12
2. METODIK	15
2.1 MARKFORSØG I VARBYG	15
2.2 MARKFORSØG I VINTERHVEDE	16
2.3 METEOROLOGISKE OBSERVATIONER OG JORDBUNDSANALYSER	17
2.4 AFSÆTNING AF SPRØJTEVÆSKE	18
2.5 UDTAGNING AF JORDPRØVER	18
2.6 ISOLERING AF JORDSVAMPE (jordvask)	21
2.6.1 Generel metodebeskrivelse	21
2.6.2 Metodeforsøg	21
2.6.2.1 Svampeflora i parallelt udtagede jordprøver	21
2.6.2.2 Svampeflora i jordprøver, udtaget i forskellig dybde .	22
2.6.2.3 Svampeflora på organiske og mineralske partikler	22
2.6.2.4 Svampeflora på partikler af forskellig størrelse	24
2.6.3 Effekt af behandling med TILT 250EC på isolering af jordsvampe (markforsøg i vårbyg)	24
2.6.4 Effekt af behandling med TILT 250EC på isolering af jordsvampe (markforsøg i vinterhvede)	24
2.7 ISOLERING AF JORDSVAMPE (pladespredning)	24
2.7.1 Effekt af behandling med TILT 250EC på isolering af jordsvampe (markforsøg i vinterhvede)	24
2.8 IDENTIFIKATION AF JORDSVAMPE	25
2.8.1 Jordvask	25
2.8.2 Pladespredning	26
2.9 EFFEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC PÅ DEN MIKROBIELLE RESPIRATION I JORDPRØVER, UDTAGET FRA MARKFORSØG I VINTERHVEDE	26
2.10 STATISTISK RESULTATBEHANDLING	27

3.	RESULTATER	28
3.1	MARKFORSØG I VARBYG	28
3.2	MARKFORSØG I VINTERHVEDE	29
3.3	AFSÆTNING AF SPRØJTEVÆSKE	31
3.4	ISOLERING AF JORDSVAMPE	31
3.4.1	Metodeforsøg (jordvask)	31
3.4.1.1	Svampeflora i parallelt udtagede jordprøver	31
3.4.1.2	Svampeflora i jordprøver, udtaget i forskellig dybde .	33
3.4.1.3	Svampeflora på organiske og mineralske partikler	33
3.4.1.4	Svampeflora på partikler af forskellig størrelse	36
3.5	EFFEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC I VARBYG PÅ JORD- SVAMPE	36
3.6	EFFEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC I VINTERHVEDE PÅ JORDSVAMPE	37
3.6.1	Jordvask	37
3.6.2	Pladespredning	46
3.6.3	Mikrobiel respiration	57
4.	DISKUSSION	67
4.1	METODEVALG	67
4.1.1	Mikrobiel respiration	67
4.1.2	Isolering af jordsvampe	68
4.1.2.1	Pladespredning	70
4.1.2.2	Jordvask	71
4.2	RISIKO FOR DIREKTE EFFEKTER PÅ JORDENS SVAMPEFLORA VED SPRØJTNING UNDER MARKFORHOLD	76
4.3	RISIKO FOR INDIREKTE EFFEKTER PÅ JORDENS SVAMPEFLORA VED SPRØJTNING UNDER MARKFORHOLD	77
4.3.1	Effekt på planternes overjordiske dele	77
4.3.2	Naturlige stresseffekter	81
4.4	EFFEKT PÅ JORDENS SVAMPEFLORA VED BEHANDLING MED TILT 250EC UNDER MARKFORHOLD	82
	KONKLUSION	85
	ERKENDTLIGHED	87
	SAMMENDRAG	88
	SUMMARY	89
	REFERENCELISTE	91

Appendix 1	Meteorologiske observationer m.v.
Appendix 2	Substrater m.v.
Appendix 3	Autornavne for identificerede svampe
Appendix 4	Metodeforsøg m.v. (jordvask)
Appendix 5	Statistisk behandling af resultater af jordvask
Appendix 6	Gennemsnitsresultater samt statistisk behandling af resultater af pladespredning

FORORD

I perioden fra 1981 til 1985 steg det årlige fungicidforbrug i landbruget i Danmark fra 1094 tons til 2199 tons virkestof. I samme tidsrum steg behandlingshyppigheden fra 0,3 til 1,0 fungicidbehandlinger/ha (Kjølholt, 1986). Blandt årsagerne er en stigning i arealet med vintersæd (hvede og rug), som i 1984-1985 var 454.000 ha mod 191.000 ha i 1980-1981 (Landbrugsstatistikken, 1981 & 1985). Desuden er der markedsført et antal meget effektive, systemiske fungicider (ergosterolhæmmere), som kan medføre en udbyttestigning, selv ved profylaktisk sprøjtning hvor der ikke er synlige sygdomsangreb på planten.

Det store forbrug af fungicider kan ses som et led i den generelle stigning i pesticidforbruget, som har fundet sted siden midten af dette århundrede. Fungicider fremstilles for at nedsætte svampeangreb, men det ideelle kriterium "at et fungicid selektivt bør destruere eller hæmme patogene svampe, når det anvendes i koncentrationer, som ikke påvirker andre mikroorganismer i jorden" er et uopnåeligt mål, fordi de cellulære processer, fungicidet rammer, er fælles for de fleste svampe. I denne sammenhæng er det vigtigt at fastslå, at plantepatogene svampe kun repræsenterer en meget lille del af det totale antal arter af svampe, som skønnes at ligge mellem 100.000 og 250.000. Blandt disse er kun 100 arter almindelige og alvorlige plantepatogener (Smith & Pugh, 1984). Dvs. at mere end 99,9% af alle kendte arter af svampe ikke gør skade på planter. Mange svampe er derimod vigtige i forbindelse med omsætning af organisk materiale, oprettholdelse af en god jordstruktur og som konkurrenter over for skadevoldende organismer (Elmholt, 1986a).

I den forliggende Specialberetning (S 1935) beskrives resultater af et 2-årigt projekt til belysning af fungiciders effekt på jordens svampeflora under markforhold. Projektet er finansieret af SJVF og Statens Planteavlsvforsøg og udført ved Analyaselaboratoriet for Pesticider i Flakkebjerg.

1. INDLEDNING

1.1 METODER TIL UNDERSØGELSE AF PESTICIDEFFEKTER PÅ JORDENS MIKROORGANISMER

Den enkleste fremgangsmåde til måling af pesticideffekter på jordens mikroorganismer er at måle væksthastighed af renkulturer (bakterier eller svampe) på faste næringssubstrater, tilsat forskellige doser af det undersøgte pesticid. Sådanne tests er billige, hurtige og har en god reproducerbarhed (dvs. de kan gentages i samme eller andre laboratorier med tilsvarende resultat). Forsøg med renkulturer viser, at fx. et fungicid som benomyl virker meget forskelligt på forskellige arter af svampe (Edgington et al., 1971). På grundlag af resultater med renkulturer er det dog vanskeligt at udlede noget om en eventuel effekt på de samme mikroorganismer i jord, idet mikroorganismer i jord påvirkes af såvel samspillet mellem forskellige arter som mellem individerne indbyrdes. Desuden er pesticidets tilgængelighed i jord ofte langt mindre end i renkulturer pga. nedbrydning og/eller binding til jordpartikler.

Undersøgelser af effekter på mikroorganismer i jord kan foretages som markforsøg eller laboratorieforsøg. I laboratorieforsøg hjemtages og sigtes jordprøverne, og pesticidet tilføres under kontrollerede temperatur-, beluftnings- og fugtighedsforhold. Forsøgene udføres uden plantedække. Laboratorieforsøg er generelt enkle at udføre og har en god reproducerbarhed. I markforsøg pesticidbehandles jorden under naturlige forhold. Markforsøg er meget vanskelige at standardisere, bl.a. fordi forhold som klima og plantedække har stor indflydelse på resultaterne (Cook & Greaves, 1987).

Både ved markforsøg og ved laboratorieforsøg fås en jordprøve, hvori det skal undersøges, om mikroorganismene er blevet påvirket af pesticidbehandlingen. I litteraturen foreligger et stort antal sammenlignende forsøg samt vurderinger af, hvilke parametre

og analysemetoder, der egner sig bedst til at undersøge pesticideffekter på mikroorganismer (Grossbard, 1970; Atlas et al., 1978; Greaves et al., 1978; Malkomes & Wöhler, 1983; Zelles et al., 1986; Somerville & Greaves, 1987). Oversigtsartikler på dansk findes i Elmholt (1986a) og Elmholt & Helweg (1987).

De parametre, som undersøges, kan inddeles i "funktionelle" og "strukturelle". Funktionelle parametre beskriver mikrobiel aktivitet (respiration, omsætning af organiske materialer, enzymaktivitet m.m.). Strukturelle parametre beskriver mikroorganisernes sammensætning (populationsundersøgelser).

Det har siden starten af 70'erne været diskuteret, hvordan man i forbindelse med markedsføring af pesticider kan sikre sig mod skader på jordens mikroorganismer og dermed på den aktivitet, som skal foregå i jorden. I perioden 1973 til 1985 er der afholdt en række europæiske konferencer om måling og evaluering af pesticiders effekter på ikke-skadelige mikroorganismer i jord med deltagelse af folk fra forskningsinstitutioner, kemikaliefirmaer og miljømyndigheder. På grundlag heraf er der udarbejdet rapporter over de mest velegnede parametre til rutinemæssige undersøgelser (Greaves et al., 1980; Somerville et al., 1985). Med Lovbekendtgørelse nr. 574 om Lov nr. 212 om kemiske stoffer og produkter (1987) og Bekendtgørelse nr. 791 om kemiske bekæmpelsesmidler (1987) følger de danske miljømyndigheder disse anbefalinger, idet der stilles krav til producenter eller importører af bekæmpelsesmidler om at undersøge utilsigtede mikrobielle miljøeffekter, inden et middel godkendes i Danmark. Undersøgelserne skal foretages i laboratorieforsøg og skal omfatte effekter på mikrobiel aktivitet i jorden (respiration og kvælstofomsætning, eventuelt kvælstofbinding og nedbrydning af halm).

Ved vurdering af målte pesticideffekters betydning bør man tage hensyn til, at mikroorganismer i naturen er udsat for en lang række hæmmende og stimulerende effekter (Domsch et al., 1983). Disse påvirkninger kan for eksempel skyldes ændringer i tempe-

ratur, vandindhold, pH, CO₂, O₂ og næringsstoffer eller forekomst af prædatorer, antagonister o.l. Med udgangspunkt i den gennemsnitlige størrelsesorden og varighed af effekter, som skyldes disse såkaldte "naturlige stresspåvirkninger" foreslår Domsch et al. (1983), at pesticideffekter opdeles i "ubetydelige" (varighed <30 dage), "tolerable" (varighed >30 dage, men <60 dage) og "kritiske" (varighed >60 dage). En målestok som denne er meget forenklet, men understreger tidsfaktorens helt afgørende betydning ved vurdering af målte pesticideffekter.

Der er blandt jordbundsmikrobiologer, især i USA (se Levin & Kimball, 1984), en udtalt skepsis over for de metoder, som anvendes (hvilket også fremgår af de mange metodestudier, som beskrives i litteraturen, jvf. ovenfor). Man nærer frygt for, at pesticidanvendelsen kan vise sig at påvirke jordens dyrkningsværdi på længere sigt, til trods for at de krav, som stilles ved godkendelse af midlerne, efterkommes. Det skyldes for det første, at målemetoderne er behæftet med en ganske stor usikkerhed, og for det andet et meget væsentligt faktum, nemlig at vores viden om mikrobiel økologi endnu er så mangelfuld, at det er vanskeligt at vurdere målte effekters betydning. Somerville et al. (1985) udtrykker det på følgende måde: "Forskningen bør rettes mod en forbedret evne til at identificere, kvantificere og evaluere potentielt skadelige effekter ved brug af pesticider på den mikrobielle aktivitet. Basisforskning er den eneste måde, hvorpå vi kan erhverve den viden, som er nødvendig for den anvendte forskning. Især er det påkrævet, at der iværksættes en mere intensiv forskning mhp. at klarlægge interaktioner mellem pesticid, jord, afgrøde og mikroorganismer." En del forskere mener, at pesticideffekter - trods de vanskeligheder, der er forbundet hermed - så vidt muligt bør undersøges i det økosystem, hvor midlet tænkes anvendt, nemlig i marken, eller i simulerede økosystemer, hvori der indgår planter (mikrokosmosforsøg) (Levin & Kimball, 1984).

1.2 TIDLIGERE UNDERSØGELSER

Blandt de første, som blev opmærksomme på, at pesticider kan have uønskede virkninger på jordens mikroorganismer, var danskeren H.L. Jensen. Han iværksatte undersøgelser af flere herbicider (Jensen, 1962; Jensen, 1963; Jensen, 1964; Jensen, 1969). Dette arbejde er senere videreført på Planteavlslaboratoriet og på Analyselaboratoriet for Pesticider i Flakkebjerg, og har foruden herbicider (Helweg, 1972a; Helweg, 1983a) omfattet insekticider (Helweg, 1972b; Eisenhardt, 1975), fungicider (benomyl, carbendazim og iprodion) (Helweg, 1973; Wessén et al., 1978; Helweg, 1983b) og pesticidkombinationer (Helweg, 1986). I udlandet er der udført et meget stort antal forsøg med pesticideffekter på jordens mikroorganismer. De er nærmere beskrevet og kommenteret i en række oversigtsartikler (Audus, 1970; Anderson, 1978; Torstensson, 1979; Domsch et al., 1983; Jagnow, 1984; Ingham, 1985; Malkomes & Wöhler, 1983).

Langt de fleste undersøgelser af pesticideffekter på mikroorganismer i jord er foretaget i laboratorieforsøg som undersøgelser af mikrobiel aktivitet. Disse undersøgelser viser generelt, at funktioner som respiration, kvælstofomsætning, enzymaktivitet og omsætning af organisk materiale kun er udsat for svage og forbigående påvirkninger, når pesticider anvendes i realistiske doser (Domsch et al., 1983; Elmholt & Helweg, 1987). Som undtagelser fremhæves enkelte jordsteriliseringsmidler og fungicider, som - ikke uventet - kan have en forholdsvis kraftig effekt selv i små doseringer, og specielt i populationsundersøgelser af fx. svampe, alger eller protozoer (Domsch et al., 1983).

Oversigtsartikler vedrørende effekter af fungicider findes i Wainwright (1977). Der foreligger kun meget få, tilgængelige undersøgelser, hvor effekter af ergosterolhæmmende fungicider på jordens mikroorganismer er belyst (Smiley & Craven, 1979; Ingham, 1985; Malkomes, 1985; Wendler & Gadkari, 1986; Elmholt & Smedegaard-Petersen, 1988).

Grundlaget for den foreliggende Specialberetning er et forsøg, hvori undersøgte, om propiconazol og captafol under markforhold (vårbyg) medførte målelige effekter på sammensætningen af den svampeflora, som kunne isoleres fra jorden (Elmholt, 1985; Elmholt & Smedegaard-Petersen, 1988). Propiconazol blev udsprøjtet som 2x 0,5 l Tilt 250EC/ha, captafol som 5x 2,0 l Ortho-Difolatan FW/ha. Desuden indgik et ubehandlet kontrolled. Resultaterne viste en stor årstidsvariation i antal af svampe og i sammensætningen af svampefloraen, hvilket bl.a. skyldtes en forøget forekomst af primære, saprotrofe svampe i den sene vækstsæson. Blandt de primære saprotrofe svampe (svampe, som ernærer sig af dødt, organisk materiale) findes de arter, som oprindeligt har befundet sig på bla. blade og stængler. Efter nedvisning af planten og en eventuel opformering på de friske planterester bliver de gradvist erstattet af sekundære saprotrofe svampe, efterhånden som plante-materialet nedbrydes (Swift, 1976). Blandt primære saprotrofe svampe regnes f.eks. Cladosporium herbarum og Epicoccum purpurascens, mens slægter som Penicillium og Trichoderma regnes til de sekundære saprotrofe svampe (Swift, 1976). Inden fungicidbehandling var der ikke signifikant forskel mellem antallet af svampe i de 3 forsøgsled (Elmholt & Smedegaard-Petersen, 1988). I juli blev der totalt isoleret signifikant færre svampe fra de behandlede forsøgsled end fra kontrolforsøget. Forskellene var ikke længere statistisk signifikante 1 måned efter behandling. I følge definition af Domsch et al. (1983) er en effekt af denne størrelse og varighed "ubetydelig". Men de isolerede svampe var forskelligt følsomme over for fungicidbehandling: Ingen af svampene blev påvirket længere end en måned ved behandling med Tilt 250EC, mens både antallet af primære saprotrofe svampe og antallet af Sphaeropsidales forblev signifikant reduceret i mere end en måned ved behandling med Ortho-Difolatan FW.

Forsøget gav mulighed for at sammenligne svampefloraen i jorden med svampefloraen på de grønne bygblade, som blev undersøgt i samme forsøg. Formålet med at undersøge svampefloraen på bladene var at klarlægge, hvorledes svampenes kvantitative og kvalitative

sammensætning på blade af vårbyg ændredes i løbet af vækstsæsonen og hvorledes forskellige fungicider påvirkede den saprofytiske svampeflora, planternes vækst og udbytte (Tolstrup, 1984). Den saprotrofe svampeflora på blade har været genstand for stigende interesse. Fokkema (1981) beskriver, hvorledes disse svampe (Sporobolomyces spp. (rød gær), Cryptococcus spp. (hvid gær), Aureobasidium pullulans, Cladosporium spp., Alternaria spp., Epicoccum purpurascens m.fl.) har både positiv og negativ betydning for plantens vækst. Den positive indflydelse skyldes antagonisme (primært næringsstofkonkurrence) og hyperparasitisme over for patogene svampe. Blandt de negative effekter er skygning for fotosyntese ved kraftige belægninger af mørke svampe, som Cladosporium og Alternaria, samt nedbrydning af voks og kutin, hvilket kan medføre udsivning af næringsstoffer fra planten. Desuden kan saprotrofe svampe fremskynde nedvisning af bladene ved at forsøge indtrængning. Dette udløser aktive forsvarsmekanismer hos planterne og er korreleret til en øget respiration og et nedsat udbytte (Smedegaard-Petersen, 1982).

Resultaterne af jordbundsundersøgelserne pegede i retning af, at en stor del af den målte effekt var indirekte (afspejling af behandlingseffekten på de overjordiske plantedele), sandsynligvis forstærket ved, at jordprøverne blev udtaget i det øverste jordlag (0-3 cm): Det skyldtes den store forekomst af primære saprotrofe svampe, hvoraf de fleste ikke normalt isoleres så hyppigt fra jord (Domsch, 1960). Det skyldtes endvidere, at resultaterne af de jordbundsmikrobiologiske undersøgelser stemte helt overens med de resultater, som blev opnået ved undersøgelse af de grønne blades flora, idet den samme kraftige effekt på de primære saprotrofe svampe blev fundet på grønne blade, især ved behandling ved Ortho-Difolatan FW (Tolstrup, 1984). Disse svampe er derfor muligvis tilført jorden sammen med planterester eller som konidier med regn eller ved nedfald. Hvis man skal isolere et repræsentativt udsnit af jordens svampeflora, anbefales en prøvedybde på 10-12 cm i agerjord (Gams & Domsch, 1967), men da udsprøjtede fungicider sjældent trænger mere end et par cm ned i jorden

(Anderson, 1978), vil udtagning til denne dybde medføre en kraftig "fortyndning" af en eventuel direkte effekt.

1.3 FORMAL

Formålet med projektet har været at udbygge den forhåndenværende viden om fungiciders effekt på jordens svampeflora under markforhold.

Når mikroorganismer i jorden ved kontakt med sprøjtemiddelrester dræbes eller hæmmes i deres vækst tales om en direkte effekt. For at vurdere omfanget af en eventuel direkte effekt var et af projektets formål at undersøge, hvor stor en del af sprøjtevæsken der når ned på jorden under markforhold. Foruden kemiske afsætningsmålinger valgtes som biologisk mål for en eventuel direkte effekt at bestemme den mikrobielle respiration i jordprøver, som var udtaget i marken efter behandling. Mikrobiel respiration defineres som "optagelse af O_2 eller udskillelse af CO_2 fra bakterier, svampe, alger og protozoer i jord" (Anderson, 1982). Mikrobiel respiration anbefales til rutinemæssige laboratorieforsøg ved godkendelse af pesticider netop med den begrundelse, at denne test giver et mål for en eventuel direkte effekt på den mikrobielle aktivitet i jorden (Somerville et al., 1985).

For at få et mål for en eventuel indirekte fungicideffekt ved sammenligning af fungicideffekt på afgrødens overjordiske dele med de jordbundsmikrobiologiske resultater undersøgtes svampefloraen på friske og nekrotiske blade.

Til at belyse effekten på jordens svampeflora valgtes at undersøge "det totale antal svampe", der som testparameter karakteriseres som middelfølsom over for pesticidpåvirkning (Domsch et al., 1983). Formålet var at belyse følgende:

- Kunne det lade sig gøre at påvise en dosisafhængig effekt inden for et realistisk koncentrationsområde?

- Hvor store var pesticideffekterne i sammenligning med de "naturlige" svingninger i svampefloraens sammensætning (naturlige stresseffekter)?

Der blev udlagt markforsøg med forskellige fungiciddoseringer og foretaget en så hyppig prøveudtagning som praktisk muligt for at kunne beskrive naturlige stresseffekter. I markforsøgene blev anvendt 1/2x til 10x anbefalet dosering.

I praksis kan man ved sprøjteoverlap ofte se en fordobling af doseringen, mens en 10-dobling af den anbefalede dosering er utænkelig, når undtages sprøjteuheld. Den for praksis høje dosis er for det første medtaget for at muliggøre en dosis-respons kurve for de jordbundsmikrobiologiske effekter og for det andet, fordi man i retningslinier for undersøgelse af pesticiders miljøeffekter opererer med "anbefalet dosis" og "10x anbefalet dosis" (Somerville et al., 1985).

Svampene blev, som i foregående forsøg (Elmholt, 1985), isoleret ved pladespredning og jordvask og i muligt omfang identificeret. Gennem mange år har der været rejst kritik af pladespredning som metode til brug ved undersøgelser af svampe (Chesters, 1949; Harley, 1971; Pugh, 1980). Kritikken begrundes primært med, at de fleste kolonier, som vokser frem ved pladespredning, stammer fra konidier. En svamps metabolisk aktive stadium er ikke dens konidier, men dens mycelium. Bestemmelse af antal svampe i jorden ved pladespredning (soil dilution plate-counting technique) bygger på en metode, der oprindeligt blev udviklet til tælling af bakteriekolonier. Siden er metoden også i vid udstrækning anvendt til tælling af svampekolonier, bla. i forbindelse med undersøgelser af fungicideffekter på jordens svampeflora (Hofer et al., 1971; Foster & McQueen, 1977; Smiley & Craven, 1979; Smith & Pugh, 1984; Atlas et al., 1978; Domsch et al., 1983).

For at kunne undersøge, hvilke svampe der er metabolisk aktive på et givent tidspunkt, har man forsøgt at udvikle metoder, hvor

svampene isoleres fra hyfer i stedet for konidier. En forholdsvis enkel metode, foreslået af Chesters (1949), anbefaler, at man "vasker" jorden grundigt for at fjerne konidier og derefter lægger jordpartikler direkte på agar. Denne metode er videreudviklet og kaldes idag jordvask (soil washing technique) (Williams et al., 1965; Gams & Domsch, 1967). Jordvask er en meget mere arbejdskrævende metode end pladespredning og er bla. derfor kun sjældent anvendt i forbindelse med pesticidundersøgelser (Elmholt, 1985). Det var derfor nødvendigt af foretage enkelte metodeundersøgelser til forbedring af forsøgsteknikken.

2. METODIK

Samtlige undersøgelser er foretaget på grundlag af 2 markforsøg, et i vårbyg og et i vinterhvede. Markforsøgene har været placeret på Planteværnscentret i Flakkebjerg.

I begge forsøg valgtes som fungicid Tilt 250EC, hvis aktive ingredient er propiconazol (1- (2-(2,4-dichlorophenyl)-4-propyl-1,3-dioxolan-2-yl-methyl)-1H-1,2,4-triazol)). Det sælges som Tilt 250EC, men forhandles idag primært i blanding med andre aktivstoffer. Propiconazol er et systemisk fungicid, dvs. at det kan translokere i planten. Dets hovedvirkning er en hæmning af ergosterolbiosyntesen i svampe (Schwinn, 1983). Ergosterol, som ikke dannes af planter, anses for at være den vigtigste sterol i de fleste svampe (ikke Oomycetes og Zygomycetes) og en forudsætning for dannelse af svampenes cellemembran. Propiconazol er et bredspektret fungicid. I den anbefalede dosering på 125 g a.i./ha har det en meget god virkning over for obligat patogene svampe (Erysiphe graminis og Puccinia spp.) samt en række fakultativt patogene svampe (Septoria spp., Rhynchosporium secalis, Drechslera teres og Helminthosporium sativum). Over for Fusarium spp. er effekten variabel. Propiconazol har desuden god virkning over for Cladosporium spp. (Schwinn, 1983; Latham & Hammond, 1983).

2.1 MARKFORSØG I VÅRBYG

Markforsøget blev udlagt som blokforsøg med 4 behandlinger, 7 fællesparceller og tilfældig parcellfordeling. Sædskifte: 1981 Vårbyg. 1982 Vinterhvede. 1983 Vårbyg. 1984 Vårrebs. Forsøgsarealet var aldrig tidligere behandlet med Tilt. Jorden blev pløjet om efteråret og inden såning fældet og harvet. Arealet blev tilsået den 26/4 1985 med 190 kg (Harry-byg)/ha og gødsket med 435 kg NPK (21:4:10)/ha (nedharvet). Der blev ikke foretaget insekticid- eller herbicidbehandling af arealet. Parcellerne blev håndluget.

Fungicidbehandling med Tilt 250EC blev foretaget den 18/6 på Feekes stadium 8 med en håndbåret sprøjte (Dyse: 4110-16. Ydelse: 1,09 l/min. Tryk: 3 bar. Hastighed: 4,0 km/t).

Forsøgsled 1. Ubehandlet

Forsøgsled 2. 0,20 l/ha

Forsøgsled 3. 1,00 l/ha

Forsøgsled 4. 5,00 l/ha

Forsøget blev høstet den 30/8. Kerneudbyttet blev målt i samtlige parceller, og det gennemsnitlige resultat udregnet.

Til tælling af kolonier af Cladosporium spp. på de 3 øverste blade blev repræsentativt udtaget 30 kraftige, ensartede, aksbærende skud fra hvert forsøgsled den 22/7. Antallet af Cladosporium kolonier blev talt på 0,1% maltekstraktagar (Appendix 2) ved hjælp af bladaftryk ("Leaf Print"-metoden) (Tolstrup, 1984). Antallet af Cladosporium kolonier blev talt under mikroskop på et areal $\approx 0,38\text{cm}^2$. Ved stor forekomst var det vanskeligt at foretage en optælling. Det skønnedes, at flere end 25 kolonier pr. bladstykke ikke lod sig tælle, og disse resultater er registreret som 25. Resultaterne blev beregnet som antal kolonier/ cm^2 bladoverflade. På de 3 øverste blade undersøgtes foruden antallet af Cladosporium kolonier også forekomst af øvrige svampe. Til undersøgelse af bladsvampe på de nedre, nekrotiske blade anvendtes ligeledes bladaftryk (bladstykker ca. 2 cm). Desuden udlagdes 6 cm lange bladprøver, udtaget som ovenfor den 5/8, på fugtet filterpapir. Bladstykkerne blev undersøgt under mikroskop.

2.2 MARKFORSØG I VINTERHVEDE

Markforsøget blev udlagt som blokforsøg med 3 behandlinger, 6 fællesparceller og systematisk parcellfordeling. Sædskifte: 1982 Vårbyg. 1983 Raps. 1984 Vårbyg. 1985 Ærter. Forsøgsarealet blev i 1984 behandlet med 0,3 l Tilt 250EC/ha. Jorden blev pløjet og harvet inden såning. Arealet blev tilsået den 26/9 1985 med 210 kg (Kraka-hvede)/ha og gødsket den 21/4 1986 med 714 kg NPK (21:4:10)/ha (nedharvet). Der blev foretaget herbicidbehandling

den 17/5 med 3,5 l Herbalon 620 (MCPA+mechlochlorprop+clopyralid)/ha og vækstregulering den 13/5 med 1,6 l Cycocel extra (chlormequat-chlorid+cholinchlorid)/ha. Ingen insekticidbehandling.

Fungicidbehandling med Tilt 250EC blev foretaget første gang den 27/5 på Feekes stadium 6 med traktorbåret sprøjte (Dyse: 4110-16. Ydelse: 1,09 l/min. Væskemængde: 300 l/ha. Tryk: 3 bar. Hastighed: 4,0 km/t. Sprøjtedouche: Lodret). En tilsvarende sprøjtning blev udført anden gang den 17/6 på Feekes stadium 9. Doseringerne var følgende:

Forsøgsled 1. Ubehandlet + ubehandlet

Forsøgsled 2. 0,25 l/ha + 0,25 l/ha

Forsøgsled 3. 2,50 l/ha + 2,50 l/ha

Forsøget blev høstet den 4/9. Kerneudbyttet blev målt i 5 af 6 fællesparceller, og det gennemsnitlige resultat udregnet.

Til tælling af kolonier af Cladosporium spp. på de 3 øverste blade blev repræsentativt udtaget 10 aksbærende skud 5 gange i perioden 24/6-11/8 i een af fællesparcellerne. Antallet af Cladosporium kolonier på bladene blev opgjort, som beskrevet i afsnit 2.1.

2.3. METEOROLOGISKE OBSERVATIONER OG JORDBUNDSANALYSER

Samtlige meteorologiske observationer er foretaget ved klimastation 'Flakkebjerg', 100-500 m fra forsøgsarealerne. Vandbalancen er udregnet som nedbør (mm) minus fordampning (mm) fra fri vandoverflade (evaporimeter HL 315). Den gennemsnitlige lufttemperatur ses i Appendix 1a og d. Nedbøren ses i Appendix 1b og e. Den gennemsnitlige, ugentlige vandbalance ses i Appendix 1c og f.

Jordbundsanalyser er foretaget på Centrallaboratoriet i Foulum i henhold til metodeforskrifter, udarbejdet af Landbrugsministeriet (1972). En beskrivelse af jordtypen fra markforsøg i vårbyg og vinterhvede ses i Appendix 1g og h. I begge tilfælde drejer det sig om lerjorder med humusindhold på mellem 2 og 3% og et C/N

forhold på omkring 10.

2.4 AFSETNING AF SPRØJTEVÆSKE

For at måle afsætning af Tilt 250EC på jorden blev sprøjtevæsken tilsat et fluorescerende sporstof (UVITEX) i mængden 2g/100 ml Tilt 250EC. Ved hjælp af fotofluorometer kan man måle UVITEX-indholdet i sprøjtevæsken og på fx. plantedele og filtrerpapir og omregne resultaterne til ml afsat propiconazol. Som "opsamlere" er i de foreliggende forsøg anvendt filtrerpapir, fastgjort på petriskåle, som var anbragt på pinde lige over planterne samt på jorden mellem rækkerne. Ved markforsøget i vårbyg blev UVITEX tilsat sprøjtevæsken til et af forsøgsleddene, ved markforsøget i vinterhvede til samtlige forsøgsled ved begge sprøjtninger. Analysemetoden, som er udarbejdet på grundlag af Fischer (1981), er beskrevet i Elmholt (1986b).

2.5 UDTAGNING AF JORDPRØVER

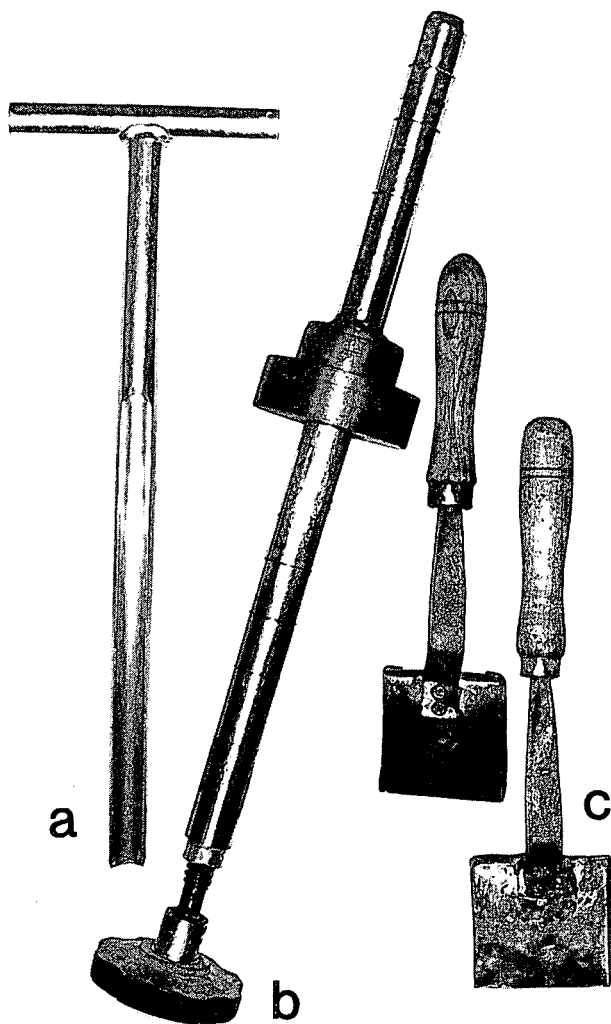
I Figur 2.1 ses det udstyr, som er anvendt til udtagning af jordprøver. a viser den type bor, som normalt anvendes til prøveudtagning ved bestemmelse af fysisk/kemiske parametre (Landbrugsministeriet, 1972). Boret er 'slidset op' i ca. 1/3 af omkredsen, hvilket umuliggør udtagning af uforstyrrede jordprøver. Derfor

Figur 2.1.

Udstyr til udtagning af jordprøver til kemiske og mikrobiologiske undersøgelser. a. Åben jordbor (ikke fraktionerede prøver). b. Lukket jordbor (fraktionerede prøver). c. Skovle (fraktionerede prøver).

Figure 2.1.

Sampling tools for the collection of soil samples for mycological and chemical analyses. a. Open soil sampler (non-fractionated samples). b. Closed soil sampler (fractionated samples). c. Shovels (fractionated samples).



fremstilledes på Analyaselaboratoriet et jordbor, hvormed man kan udtage uforstyrrede, fraktionerede prøver til en dybde af 15 cm (b). Prøven kan drejes ud ved hjælp af et gevind og derefter "skæres op" i mindre prøver af ønsket længde. Håndvægten giver mulighed for at "stampe" boret ned i jorden om sommeren, hvor agerjorden i tørre perioder er meget hård. Ulempen er, at der sker en sammenpresning af jorden i boret, og at der skal udtages et meget stort antal prøver, hvis der skal være jord til både mikrobiologiske og kemiske analyser. I markforsøget i vinterhvede anvendtes derfor i stedet et system af 2 skovle, hvormed det var muligt med en rimelig arbejdsindsats at udtage forholdsvis store, uforstyrrede jordprøver fra de øverste 2 cm (c).

Udtagning af jordprøver i vårbyg blev foretaget inden fungicidbehandling (17/6) og derefter den 21/6, 5/7 og 16/8. Jordprøver blev blandet omhyggeligt og derefter sigtet (maskevidde 2 mm). Den 17/6 blev der udtaget 40 parallelle jordprøver repræsentativt i forsøgsarealet. Den 21/6 blev 4 prøver fra samtlige parceller sammenblandet til 28 prøver. Den 5/7 og 16/8 blev de 7 prøver fra hvert forsøgsled derpå sammenblandet og delprøver heraf udtaget til jordbundsmikrobiologiske undersøgelser. Prøverne blev udtaget i 0-3 cm, den 5/7 desuden i dybderne 3-5 cm og 5-10 cm, med almindeligt jordbor (Figur 2.1a). Jordprøver til restkoncentrationsbestemmelse af propiconazol blev udtaget 1/8 i 0-1, 1-2, 2-3, 3-4 og 4-5 cm's dybde med det bor, som er afbildet i Figur 2.1b.

Udtagning af jordprøver i vinterhvede blev foretaget 10 gange i perioden fra den 22/5 til den 11/8. Der blev udtaget 6 prøver i hver parcel i 5 af fællesparcellerne i dybderne 0-1 cm og 1-2 cm med små skovle (Figur 2.1c). Jordprøverne blev blandet grundigt og sigtet (2 mm). Af de sammensatte jordprøver blev udtaget delprøver til mikrobiologiske undersøgelser.

Vandindholdet i jordprøverne blev bestemt for at kunne udregne resultater på basis af tør jord. Dobbeltprøver à ca. 10 g blev

afvejet på grovvægt og tørret 1 døgn ved 105°C. Vægttabet blev udregnet i pct. af vådvægt. I Figur 2.2 ses hvorledes jordens vandindhold, bestemt gravimetrisk, varierede i løbet af perioden 22/5 - 11/8 1986. I perioden fra 22/5 til 2/7 var vandprocenten i 1-2 cm ca. 2% højere end i 0-1 cm, dog var de næsten ens den 11/6, hvor vandprocenten var steget med 5% i forhold til foregående prøveudtagning. Bortses fra denne stigning lå vandprocenten i perioden fra 2/6 til 2/7 under 10%, den 2/7 var vandprocenten i øverste cm under 5%. Når undtages den 16/7, hvor vandprocenten lå mellem 8 og 10%, var der i perioden fra den 9/7 til den 11/8 et forholdsvis ensartet vandindhold i jorden på 13-14% i 0-2 cm's dybde.

2.6 ISOLERING AF JORDSVAMPE (jordvask)

2.6.1 Generel metodebeskrivelse

Jordprøver à 35g blev homogeniseret med 350 ml postevand i 3 minutter på Waring blender ved lav hastighed (8000 omdrejninger/minut). I forsøgene blev anvendt sigter med følgende, opgivne maskevidder: 2,0 mm, 0,9 mm, 0,55 mm, 0,25 mm og 0,125 mm. Jord-suspensionen blev hældt igennem dette sigtesystem. Tilbageholdte partikler af den ønskede størrelse blev vasket på sigten 5 minutter med bruser, og enkeltpartikler overført til fast næringssubstrat, tilsat antibiotika (100 ppm penicillin og 150 ppm streptomycin jvf. Appendix 2). Petriskålene blev inkuberet i mørke i 2 dage ved 24°C og derpå i inkubationsrum i skiftevis UV-lys/mørke (12t/12t) ved 24°C i 8 dage.

2.6.2 Metodeforsøg

2.6.2.1 Svampeflora i parallelt udtagede jordprøver

40 parallelle jordprøver blev udtaget repræsentativt den 17/6 i vårbyg i 0-3 cm's dybde. Fra hver prøve blev udlagt 5 organiske og 5 mineralske partikler (0,55-0,9 mm) på V8-agar (Appendix 2).

2.6.2.2 Svampeflora i jordprøver, udtaget i forskellig dybde

Fire jordprøver blev udtaget den 21/6 i vårbyg i 0-3 cm, 3-5 cm og 5-10 cm's dybde i samtlige parceller. Prøverne blev blandet til en sammensat prøve, hvorfra der blev udtaget 1 delprøve. Fra 26 af disse delprøver fra hver dybde blev udlagt 10 organiske partikler (0,55-0,9 mm) på V8-agar.

2.6.2.3 Svampeflora på organiske og mineralske partikler

Til undersøgelse af svampefloraen på organiske og mineralske partikler blev kun anvendt jordprøver fra det ubehandlede forsøgsled i 0-3 cm (vårbyg). Den 17/6 blev fra 40 prøver udlagt hhv. 120 organiske og 120 mineralske partikler. Den 5/7 og 16/8 blev fra 3 delprøver udlagt hhv. 60 organiske og 90 mineralske partikler, alle på V8-agar. Samtlige partikler var i størrelsesordenen 0,55-0,9 mm. Der lægges højst 2 organiske partikler/petriskål og højst 4 mineralske partikler/petriskål.

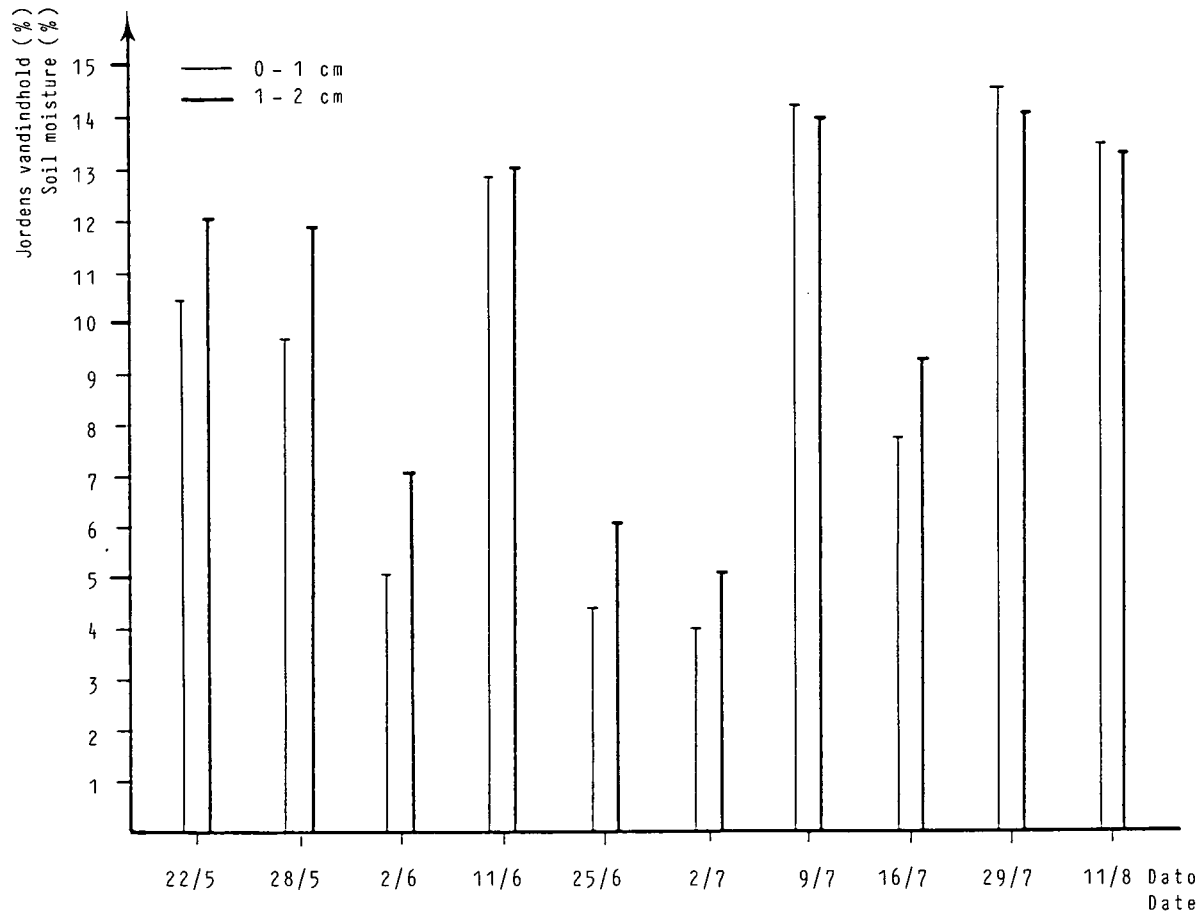
Ved overførsel af organiske partikler neddyppes sigten i en krySTALLISATIONSSKÅL med 400 ml sterilt fortyndingsmedium (Winogradsky 1:20). Organiske partikler svømmer pgra. deres lave vægtfylde ovenpå og kan derefter overføres med en pasteurpipette til agar. På den måde kan man håndtere meget små partikler. Ved overførsel af mineralske partikler er denne metode uanvendelig. Her anvendes

Figur 2.2.

Sæsonsvingninger i jordens vandindhold (%) i dybderne 0-1 cm og 1-2 cm. Prøverne er udtaget i vinterhvede i perioden 22/5 til 11/8 1986.

Figure 2.2.

Moisture content (%) in soil samples, taken in winter wheat in the period from May 22nd to August 11th 1986 in depths of 0-1 cm and 1-2 cm.



en pincet, og det er derfor umuligt at arbejde med partikler, som er opfanget på sigter med meget små maskevidder (<0.55 mm).

2.6.2.4 Svampeflora på partikler af forskellig størrelse

40 jordprøver blev udtaget den 3/1 1986 under vedvarende græs i 0-10 cm's dybde og sammenblandet. Heraf blev udtaget 4 delprøver, som blev vasket gennem sigtesystemet. Fra hver delprøve blev udlagt 10 organiske partikler af størrelserne 0,9-2 mm, 0,55-0,9 mm, 0,25-0,55 mm og 0,125-0,25 mm på V8-agar.

2.6.3 EFFEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC PÅ ISOLERING AF JORD-SVAMPE (MARKFORSØG I VARBYG)

I 1985 blev effekten af Tilt 250EC blev undersøgt den 21/6 og 5/7 i prøver fra 0-3 cm's dybde. Den 21/6 blev fra 3 delprøver udlagt ialt 60 eller 70 organiske partikler fra hvert led, den 5/7 blev, ligeledes fra 3 delprøver, udlagt 60 organiske partikler fra hvert led på V8-agar. Samtlige partikler var af størrelsen 0,55-0,9 mm.

2.6.4 EFFEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC PÅ ISOLERING AF JORD-SVAMPE (MARKFORSØG I VINTERHVEDE)

Fra hver af 5 delprøver (een fra hver parcel) blev 10 organiske partikler af størrelsen 0,25-0,55 mm udlagt på jordekstraktagar (JEA) (Appendix 2). Udlægning af partikler blev foretaget 10 gange i løbet af forår og sommer 1986 (22/5, 28/5, 2/6, 11/6, 25/6, 2/7, 9/7, 16/7, 29/7, 11/8) fra hver af de øverste 2 cm.

2.7 ISOLERING AF JORDSVAMPE (pladespredning)

2.7.1 EFFEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC PÅ ISOLERING AF JORD-SVAMPE (MARKFORSØG I VINTERHVEDE)

Fra hver af 5 prøver (een fra hver parcel) blev afvejet delprøver

6 g jord med 3 decimalers nøjagtighed. Prøverne blev blendet med 500 ml fortyndingsmedium (Winogradsky 1:20) ved laveste hastighed i 2 minutter (Appendix 2). 1 ml af den omrystede jordsuspension blev overført til 9 ml sterilt fortyndingsmedium (fortynding 10^{-3}) og 1 ml heraf overført til 9 ml sterilt fortyndingsmedium (fortynding 10^{-4}). Fra hver fortynding blev på V8-agar udpladet 0,1 ml på 3 petriskåle, ialt 30 skåle/forsøgsled for hver dybde. Petriskålene blev inkuberet ved 24°C i mørke, og optælling af totalt antal gær- og skimmelsvampe foretaget efter 3 dage. Cladosporium spp. og Penicillium spp. blev optalt efter yderligere 7 dages inkubation.

2.8 IDENTIFIKATION AF JORDSVAMPE

2.8.1 Jordvask

Svampe, isoleret ved jordvask, er undersøgt ved hjælp af tapepræparater (Flegel, 1980) og bestemt i henhold til Barron (1968) og Domsch et al. (1980). For isolater af Fusarium er der i en vis udstrækning foretaget artsbestemmelse ved rendyrkning på PSA og SNA agar (Appendix 2) og bestemmelse i henhold til Booth (1977) og Burgess & Liddell (1983). Artsbestemmelserne af Fusarium er udført i samarbejde med lic. tech. U. Thrane, DTH.

Følgende kommentarer skal knyttes til jordvaskundersøgelserne:

- Begrebet "kolonisationskvotient" defineres som antal fremvoksede svampe/antal undersøgte jordpartikler (Gams & Domsch, 1967).
- Det forekommer ikke sjældent, at langsomtvoksende svampe overvokses af hurtigere voksende. I tilfælde hvor dette har umuliggjort identifikation, er anvendt benævnelsen "overvoksede isolater".
- "Sterile isolater" omfatter isolater med septerede hyfer, som ikke er sporuleret under de givne inkubationsbetingelser.
- Til Phycomycetes er henregnet sterile isolater med usepterede hyfer.

- Til formorden Sphaeropsidales er henregnet isolater, hvis konidier dannes i pyknider. Langt de fleste isolater har 1-celledede ellipsoide, mørke konidier og tilhører sandsynligvis slægten Phoma Sacc.
- Cephalosporium-lignende isolater er defineret i henhold til Gams (1971).
- Til primære saprotrofe svampe er medregnet følgende: Alternaria, Botrytis cinerea, Cladosporium spp., Epicoccum purpurascens (= E. nigrum Link ex Link), Stemphylium botryosum og Ulocladium.
- Kun få isolater er bestemt til artsniveau. Autornavne på slægter og arter findes i Appendix 3, men er for overskuelighedens skyld ikke medtaget i resten af teksten.
- Inden for slægterne Fusarium og Penicillium er der foretaget flere artsbestemmelser end det fremgår af efterfølgende. Disse resultater vil blive publiceret andetsteds, når de er færdigtbearbejdede.

2.8.2 Pladespredning

I forbindelse med pladespredningsforsøgene er opgjort antal skimmelsvampe og antal gærsvampe. Blandt skimmelsvampene er foretaget optælling af Cladosporium spp. og Penicillium spp. Enkelte repræsentative gærsvampe er identificeret af professor A. Stenderup, Afd. for Medicinsk Mykologi, Aarhus Universitet.

2.9 EFPEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC PÅ DEN MIKROBIELLE RESPIRATION I JORDPRØVER, UDTAGET FRA MARKFORSØG I VINTERHVEDE

I jordprøver, udtaget den 22/5, 3/6, 9/7 og 11/8 1986 blev der foretaget bestemmelse af respiration (CO₂-udvikling) i laboratorieforsøg efter en metode, modificeret efter Petersen (1926). Forsøgene blev udført med jord, tilsat 0,5% lucernemel. På grundlag af vandbestemmelsen blev udregnet hvor meget jord (vådvægt), der skulle tages i anvendelse for at svare til 50 g tør jord. Jord og lucernemel blev blandet grundigt, og en mængde

svarende til 50,3 g tør jord + lucernemel blev afvejet i 1 liter flasker. Hver flaske blev vandet op til en vandprocent (vådvægtsbasis) på 17, svarende til mellem 80 og 90% af jordens markkapacitet. Flaskerne blev inkuberet ved 25°C. CO₂-udviklingen blev målt efter 1, 2, 3, 4, 7, 10, 14, 18, 23 og 29 dage på gaschromatograf (GC) med varmetrådsdetektor og Porapak R kolonne (Bridge current: 150 mA; Detektortemperatur: 250 grader; He-Flow: 2 ml/min; Injektion: 1.0 ml). På grundlag af en standardkurve (1, 2 og 3 % CO₂ V/V) blev den udviklede CO₂/50 g tør jord bestemt efter først at være korrigeret for blindværdi ved måling af CO₂ i tom flaske. Flaskerne blev efter måling beluftet, og når CO₂-indholdet i flaskerne var som i atmosfæren, blev jorden vandet op til begyndelsesvægten, og flaskerne inkuberet til næste måling.

2.10 STATISTISK RESULTATBEHANDLING

Resultater af mikrobiologiske populationsundersøgelser, som pladespredning og jordvask, er ikke normalfordelte (Parkinson et al., 1971; Atlas & Bartha, 1981). I sådanne tilfælde kan man anvende fordelingsfri statistik. Til jordvaskforsøgene er således brugt χ^2 -test (chi square) (2 x 2 contingency tables med Yates' korrektion) (Campbell, 1974). Gennemsnitsresultaterne af pladespredningsforsøgene er testet med en t-test (forudsætter normalfordelt talmateriale), efter at det først blev eftervist, at variationen mellem antallene af svampe/g tør jord fra de 5 fællesparceller ikke var statistisk signifikant, så hele materialet (n=15) kunne samles. Til at teste dette kan der foretages en variansanalyse på logaritmen til tallenes standardafvigelse. Når antallet af observationer i det enkelte forsøgsled er så højt som 15, er det rimeligt at antage, at gennemsnitsværdierne er normalfordelte (Kendall & Stuart, 1977 p.206).

3. RESULTATER

3.1 MARKFORSØG I VÅRBYG

Byggen var kun meget svagt angrebet af patogene bladsvampe. Det gennemsnitlige kerneudbytte ses i Tabel 3.1. Ved behandling viser resultaterne en udbyttetigning, som dog ikke er statistisk signifikant. LSD værdien er forholdsvis stor, hvilket skyldes en signifikant blokeffekt, som ikke kunne forklares. Ved den høje dosering (5,0 l/ha) sås nogen svidningsskade og et fald i udbytte.

Tabel 3.1.

Kerneudbytte ved sprøjtning med Tilt 250EC i vårbyg 1985 og vinterhvede 1986 (hkg/ha). LSD: mindste, signifikante forskel ($p < 0,05$) (ANOVA).

Table 3.1.

The yield in spring barley 1985 and winter wheat 1986 (hkg/ha) by application of Tilt 250EC. LSD: Least significant difference ($p < 0,05$) (ANOVA).

Dosering	Vårbyg	Vinterhvede
Ubehandlet	67,2 ^a	78,9 ^b
0,2 l/ha	69,8 ^a	
0,5 l/ha		83,5 ^a
1,0 l/ha	72,3 ^a	
5,0 l/ha	71,1 ^a	84,6 ^a
LSD	5,5	3,9

tet i forhold til det led, som blev behandlet med 1,0 l Tilt 250EC/ha. I Figur 3.1 ses forekomsten af Cladosporium spp. på de 3 øverste blade. På blad 2 og 3, som var fuldt udviklede ved sprøjtning, ses en meget kraftig effekt i form af et mindre antal/cm² efter behandling. Der ses ingen tydelig effekt på

Cladosporium på fanebladet, som kun akkurat var synligt og sammenrullet på sprøjtetidspunktet. Resultater af øvrige undersøgelser vedrørende forekomst af bladsvampe er omtalt i Elmholt (1986b). Følgende konklusioner medtages her:

- Cladosporium spp. var meget hyppigere forekommende i led 1 (ubehandlet) og 2 (0,2 l/ha) end i led 3 (1,0 l/ha) og 4 (5,0 l/ha), også på de nedre, nekrotiske blade.
- Ved behandling sås en stigende forekomst af Mucor både på grønne og - især - på nekrotiske blade.
- I led 3 og 4 sås en forøget forekomst af Sporobolomyces, Epicoccum purpurascens og Aureobasidium på de grønne blade samt af Epicoccum purpurascens på de nekrotiske blade.
- Fusarium spp. blev fundet hyppigst på nekrotiske blade i led 2 og 3.
- Alternaria blev isoleret hyppigt, især fra nekrotiske blade, undtagen i led 4.
- Helminthosporium blev kun fundet i led 1.

3.2 MARKFORSØG I VINTERHVEDE

Hveden blev i nogen grad angrebet af meldug og bladlus i løbet af sommeren. Da det faldt uden for forsøgets formål, er der ikke foretaget vurdering af angreb. Det gennemsnitlige kerneudbytte ses i Tabel 3.1. Resultaterne viser en statistisk signifikant forskel mellem det ubehandlede og de behandlede forsøgsled, men ikke mellem de behandlede indbyrdes. I Figur 3.2 ses forekomst af Cladosporium spp. på hvedens 3 øverste blade. I modsætning til byggen blev hveden sprøjtet 2 gange, sidste gang ved begyndende skridning, hvor fanebladets overside var fuldt eksponeret. Effekten på forekomst af Cladosporium spp. på fanebladet i hvede er større end i vårbyg. På blad 2 og - især - på blad 3 er der en meget stor effekt; således blev der i de fleste tilfælde talt 3-5 gange så mange Cladosporium spp./cm² i led 1 (ubehandlet) som i led 3 (5,0 l Tilt 250EC/ha).

Tabel 3.2.

Afsætning af Tilt 250EC ($\mu\text{g a.i./cm}^2$) på jord og over plantedække ved 1. sprøjtning 27/5 og 2. sprøjtning 17/6 1986 (gennemsnit med s.d., s.e.m. og c.v.). 1=ubehandlet. 2=0,5 l/ha. 3=5,0 l/ha.

Table 3.2.

Deposition of Tilt 250EC ($\mu\text{g a.i./cm}^2$) above the crop (winter wheat) and on the soil at the first application on May 27th and the second application on June 6th 1986 (means with s.d., s.e.m., and c.v.). 1=control. 2=0.5 l/ha. 3=5.0 l/ha.

		Led	n	Gennemsnitlig afsætning µg a.i./cm ² Deposition	s.d.	s.e.m.	c.v.
Treatment							
1. sprøjtning (27/5)							
Over plantedække above crop	1	36	0,00	0,00	0,00	-	
	2	36	0,47	0,12	0,02	0,26	
	3	36	5,49	0,88	0,15	0,16	
På jord on soil	1	36	0,00	0,01	0,00	-	
	2	36	0,23	0,07	0,01	0,30	
	3	36	2,06	0,67	0,11	0,33	
2. sprøjtning (17/6)							
Over plantedække above crop	1	36	0,00	0,01	0,00	-	
	2	36	0,44	0,09	0,02	0,20	
	3	34	4,28	0,65	0,11	0,15	
På jord on soil	1	34	0,00	0,00	0,00	-	
	2	36	0,07	0,03	0,01	0,43	
	3	36	0,57	0,25	0,04	0,44	

3.3 AFSÆTNING AF SPRØJTEVÆSKE

I afsætningsforsøget i vårbyg blev i gennemsnit på jorden afsat 22% af den mængde, som blev opsamlet over plantedækket. Resultaterne er mere udførligt beskrevet i Elmholt (1986b). I forsøget i vinterhvede blev målt afsætning i samtlige forsøgsled ved begge sprøjtninger hhv. over plantedækket og på jorden (Tabel 3.2). Ved begge disse sprøjtninger lå vindhastigheden mellem 3,4 og 5,4 m/sek. Udsprøjtning af 0,25 l Tilt 250EC/ha giver en teoretisk afsætning af 0,62 µg a.i./cm² over plantedækket i led 2. Ved 1. sprøjtning blev der i gennemsnit i led 2 fundet 0,47 µg a.i./cm² over plantedækket og 0,23 µg a.i./cm² på jorden, hvilket vil sige, at 49% blev afsat på jorden. I led 3 blev der afsat 5,49 µg a.i./cm² over plantedækket mod 2,06 µg a.i./cm² på jorden (afsætning på jord 38%). Ved 2. sprøjtning blev der i led 2 fundet 0,44 µg a.i./cm² over plantedækket og 0,07 µg a.i./cm² på jorden (afsætning 16% på jord), mens der i led 3 blev fundet 4,28 µg a.i./cm² over plantedækket mod 0,57 µg a.i./cm² på jorden (afsætning 13% på jord). Over plantedækket blev således genfundet mellem 70 og 90% af den teoretisk udregnede, udsprøjtede mængde propiconazol. Den laveste genfindelse blev fundet i led 3 ved 2. sprøjtning.

3.4 ISOLERING AF JORDSVAMPE

3.4.1 Metodeforsøg (jordvask)

Resultater af metodeforsøg er samlet i Appendix 4.

3.4.1.1 Svampeflora i parallelt udtagede jordprøver

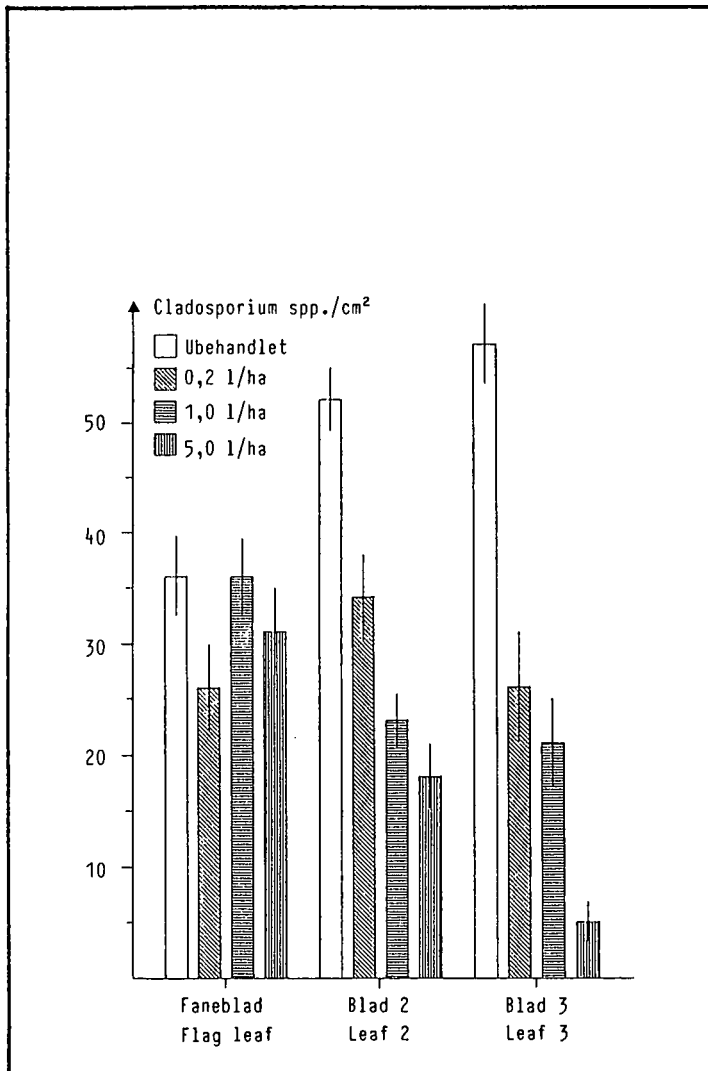
Ialt blev undersøgt 400 partikler fra 40 prøver (Appendix 4a). Den gennemsnitlige kolonisationskvotient var $0,79 \pm 0,3$ (variationsbredde 0,0-1,4). Isolater tilhørende slægten Fusarium blev fundet i 80% af prøverne, F. culmorum i 43%. Isolater af slægten Penicillium blev fundet i 50% af prøverne, Acremonium i 30%,

Figur 3.1.

Forekomst af Cladosporium spp./cm² på byggens 3 øverste blade (gennemsnit med s.e.m., n=30). Prøver udtaget 22/7 1985.

Figure 3.1.

Occurrence of Cladosporium spp./cm² on the upper 3 leaves of barley (means with s.e.m., n=30). Samples were taken on July 22nd 1985.



Cylindrocarpon i 25%, Microdochium i 33%, Mortierella i 43%. Sterile isolater (incl. Phycomycetes) blev fundet i 78% af prøverne.

3.4.1.2 Svampeflora i jordprøver, udtaget i forskellig dybde

Fra hver af de 3 dybder blev undersøgt 260 organiske partikler (Appendix 4b). Kolonisationskvotienten var ca. 1 for de øverste 3 cm, mens den var en smule lavere for de underliggende dybder. Det større antal svampe i det øverste jordlag skyldes en større forekomst af phycomyceter (Absidia, Mucor, Mortierella samt sterile Phycomycetes), som udgjorde 30% i 0-3 cm's dybde og 24% i 3-10 cm. Isolater af Fusarium udgjorde 9% i 0-3 cm og <5% i de 2 andre dybder. Penicillium udgjorde 10-12% af isolaterne i alle dybder. Sterile, septerede isolater udgjorde 18% i prøverne indtil 5 cm's dybde og 22% i 5-10 cm's dybde. De øvrige svampe (herunder primære saprotrofe svampe) blev fundet med meget lave frekvenser.

3.4.1.3 Svampeflora på organiske og mineralske partikler

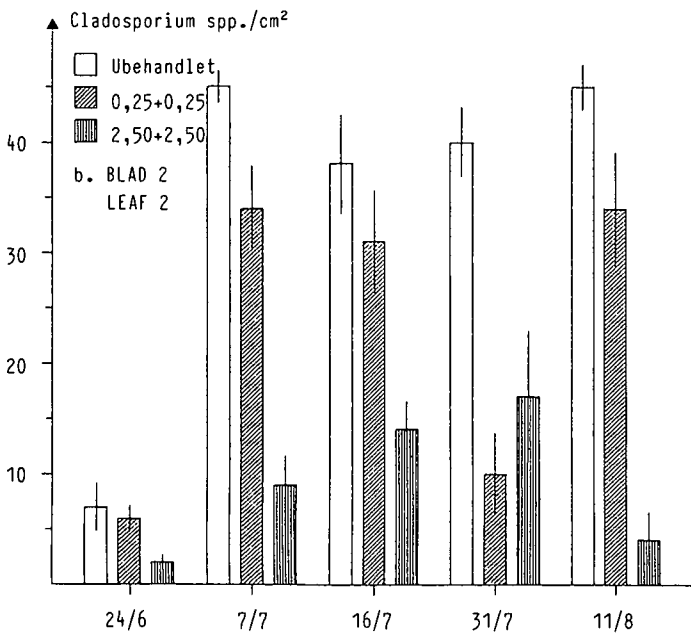
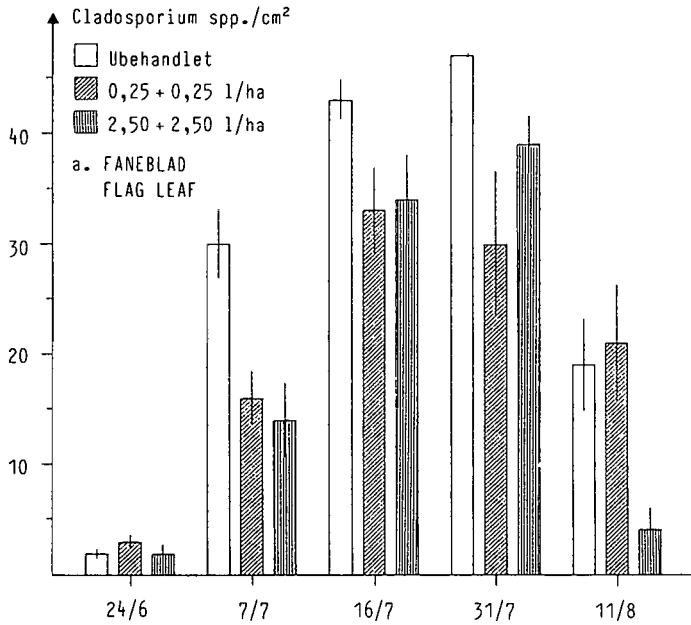
Til belysning af svampevækst fra forskellige slags partikler blev undersøgt 240 organiske og 300 mineralske partikler (Appendix 4c). Der er meget stor forskel på kolonisationskvotienten, som for organiske var 1,31 og for mineralske 0,70. Desuden er der store forskelle i svampefloraens sammensætning. Således udgjorde Fusarium 31% af isolaterne fra organiske partikler mod 4% for

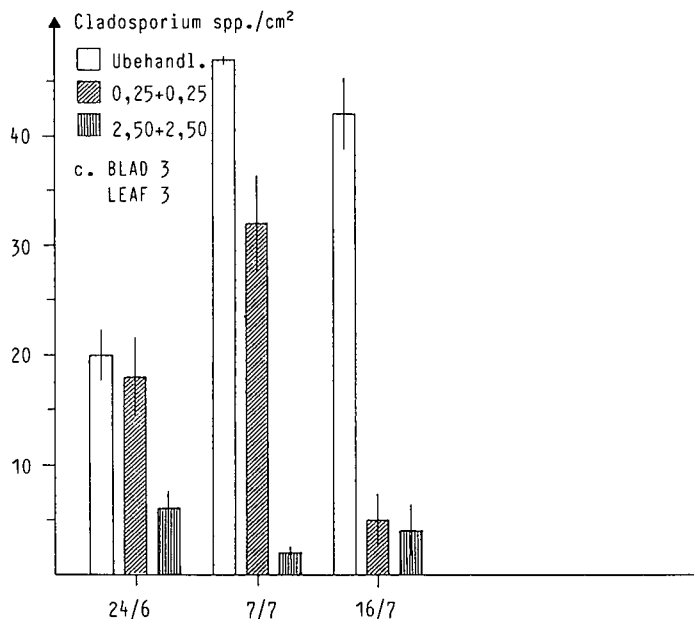
Figur 3.2.

Forekomst af Cladosporium spp./cm² på hvedens 3 øverste blade efter behandling med Tilt 250EC (gennemsnit med s.e.m., n=10). Prøver udtaget i perioden 27/6 til 11/8 1986.

Figure 3.2.

Occurrence of Cladosporium spp./cm² on the upper 3 leaves of wheat (means with s.e.m., n=10). Samples were taken during the period of June 24th to August 11th 1986.





mineralske. Gærsvampe blev ikke fundet på de organiske partikler, mens de udgjorde 8% af isolaterne fra mineralske partikler. Phycomycetes udgjorde 20% af isolaterne fra organiske partikler mod 3% fra mineralske. Primære saprotrofe svampe udgjorde 10% af isolaterne fra organiske partikler mod 3% fra mineralske partikler. Fra mineralske partikler blev isoleret en række langsomtvoksende svampe, fx. Exophiala jeanselmei, Fusarium merismoides, Ramichloridium schulzeri, Tetracladium setigerum, Verticillium tenerum og Volutella ciliata.

3.4.1.4 Svampeflora på partikler af forskellig størrelse

Til undersøgelse af den isolerede svampefloras sammensætning som funktion af partikelstørrelse blev undersøgt 40 organiske partikler af 4 størrelsesordener (Appendix 4d). Der ses en tydelig stigning i kolonisationskvotient med 0,95 for partikler på 0,125-0,25 mm, 1,08 for partikler på 0,25-0,55 mm, 1,48 for partikler på 0,55-0,9 mm og 1,68 på partikler på 0,9-2 mm. Ligeledes steg andelen af overvoksede isolater fra <5% for de 2 mindste maskevidder til 25-30% for de største. Langsomtvoksende svampe som Ramichloridium schulzeri, Beauveria bassiana, gærsvampe, og Phialophora blev kun isoleret fra partikler <0,55 mm, mens phycomyceter kun udgjorde 3% af svampene på disse partikler mod 70% på partikler >0,55 mm. Fusarium udgjorde 5% af isolater fra partikler <0,55 mm, 20% af isolater på partikler af størrelse 0,55-0,9 mm og 25% af isolater på partikler af størrelse 0,9-2 mm. Sterile isolater udgjorde 36% af isolater på partikler <0,55 mm mod 21% af isolater på partikler >0,55 mm. Penicillium udgjorde 3% af isolater på partikler <0,55 mm mod 10% af isolater på partikler >0,55 mm.

3.5 EFFEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC I VARBYG PÅ JORDSVAMPE

Effekten af Tilt 250EC blev undersøgt 3 dage efter sprøjtning (21/6) og 17 dage efter sprøjtning (5/7). Den 21/6 lå kolonisationskvotienten mellem 0,93 i led 1 (ubehandlet) og 1,30 i led 2 (0,2 l/ha) (Appendix 4e). En χ^2 -test viser, at kun forskellen i antal partikler med svampevækst mellem led 1 og 2 er statistisk signifikant ($p < 0,05$), jvf. Appendix 5. Hvad angår svampefloraens sammensætning er der ingen iøjnefaldende forskelle. Den 5/7 var kolonisationskvotienten generelt højere, varierende fra 1,38 i led 2 til 1,85 i led 3 (1,0 l/ha) (Appendix 4f). I ingen tilfælde var forskellene mellem leddene mht. antal partikler med vækst signifikant (Appendix 5). Antallet af phycomyceter synes korreleret til behandlingseffekt, således udgjorde de 25% af isolaterne i led 1, 28% i led 2, 38% i led 3 og 47% i led 4 (5,0

l/ha).

3.6 EFFEKT AF BEHANDLING MED TILT 250EC I VINTERHVEDE PÅ JORDSVAMPE

3.6.1 Jordvask

Jordvask blev brugt til at isolere jordsvampe fra alle 3 forsøgsled i 0-1 cm og 1-2 cm's dybde i perioden 22/5 (inden sprøjtning) til 11/8 1986. Resultaterne ses i Tabel 3.3 og 3.4. Gærsvampe forekom hyppigst i juni og første halvdel af juli. Gærsvampe udgjorde 14% af isolaterne i 0-1 cm mod 10% i 1-2 cm. I det ubehandlede forsøgsled kan effekt af udtagningsstidspunkt og dybde vurderes. Der ses ingen tydelig sammenhæng mellem udtagningsstidspunkt og kolonisationskvotient, hverken i øverste eller næstøverste cm. Der var vækst fra 87% af partiklerne i 0-1 cm, fra 81% i 1-2 cm. Denne forskel er signifikant ($p < 0,01$) ved χ^2 -test. De primære saprotrofe svampe udgjorde 5% af isolaterne i øverste cm mod 3% i næstøverste, og de forekom fortrinsvis i

Tabel 3.3.

Effekt af sprøjtning med Tilt 250EC i vinterhvede på forekomst af svampe, isoleret ved jordvask. Prøverne er udtaget i perioden 22/5 til 11/8 1986 i 0-1 cm og 1-2 cm. a Antal undersøgte jordpartikler. b Antal partikler m/ vækst af svampe. c Partikler m/ vækst af svampe (%). d Antal isolerede svampe. e Kolonisationskvotient.

Table 3.3.

Effect of application of Tilt 250EC in winter wheat on the occurrence of fungi, isolated by soil washing. The soil samples were taken during a period from May 22nd to August 11th 1986 in depths of 0-1 cm and 1-2 cm. a Number of examined soil particles. b Number of particles with fungal growth. c Particles with fungal growth (%). d Numbers of isolated fungi. e Quotient of colonization.

Udtagning		22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
Forsøgsled 1 0-1 cm	a	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
	b	43	42	45	44	46	43	46	40	43	45	437
	c	86	84	90	88	92	86	92	80	86	90	87
	d	50	42	57	56	57	53	64	47	54	59	539
	e	1.00	0.84	1.14	1.12	1.14	1.06	1.28	0.94	1.08	1.18	1.08
Forsøgsled 1 1-2 cm	a	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
	b	45	44	48	42	45	39	40	32	32	37	404
	c	90	88	96	84	90	78	84	64	64	74	81
	d	54	51	62	47	60	49	50	38	39	45	495
	e	1.08	1.02	1.24	0.94	1.20	0.98	1.00	0.76	0.78	0.90	0.99

Udtagning		22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
Forsøgsled 2 0-1 cm	a	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
	b	46	44	44	44	47	45	41	48	36	43	438
	c	92	88	88	88	94	90	82	96	72	86	88
	d	57	57	56	58	60	50	57	59	42	56	552
	e	1.14	1.14	1.12	1.16	1.20	1.00	1.14	1.18	0.84	1.12	1.10
Forsøgsled 2 1-2 cm	a	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
	b	45	45	45	42	45	43	46	38	33	30	412
	c	90	90	90	84	90	86	92	76	66	60	82
	d	57	53	55	44	55	49	65	49	37	39	503
	e	1.14	1.06	1.10	0.88	1.10	0.98	1.30	0.98	0.74	0.78	1.01

Udtagning		22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
Forsøgsled 3 0-1 cm	a	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
	b	41	47	44	40	43	43	34	42	40	45	419
	c	82	94	88	80	86	86	68	84	80	90	84
	d	48	56	58	51	64	53	44	58	46	67	545
	e	0.96	1.12	1.16	1.02	1.28	1.06	0.88	1.16	0.92	1.34	1.09
Forsøgsled 3 1-2 cm	a	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
	b	36	43	46	42	42	44	36	44	40	46	419
	c	72	86	92	84	84	88	72	88	80	92	84
	d	43	54	61	52	52	51	42	61	46	62	524
	e	0.86	1.08	1.22	1.04	1.04	1.02	0.84	1.22	0.92	1.24	1.05

sidste halvdel af vækstsæsonen. Aureobasidium udgjorde 7-8% af isolaterne i begge dybder og udviser ingen sæsonvariation. Det gjorde heller ikke fx. Penicillium, Acremonium, Fusarium,

Cylindrocarpon, Mucor, Mortierella og Sphaeropsidales. Fusarium (excl. F. tabacinum) udgjorde 11% af isolaterne i 0-1 cm, 10% i 1-2 cm.

Sammenlignes for hvert udtagnings tidspunkt de 3 forsøgsled indbyrdes ved hjælp af en χ^2 -test ses, at der kun i ganske få tilfælde er statistisk signifikante forskelle i antallet af partikler m/ vækst (Appendix 5). Den 22/5 blev i 1-2 cm isoleret signifikant færre svampe i led 3 (5,0 l/ha) end i led 1 (ubehandlet) og led 2 (0,5 l/ha) ($p < 0,05$). Denne prøveudtagning blev foretaget inden behandling, hvor man ikke forventer en forskel. I den efterfølgende periode indtil 9/7 blev der ikke registreret signifikante effekter. Den 9/7 ses i øverste cm en dosisafhængig effekt, idet der var vækst fra 92% af partiklerne i led 1, fra 82% i led 2 og fra 68% i led 3. Forskellen mellem led 1 og 3 er statistisk signifikant ($p < 0,01$). I næstøverste cm blev der

Tabel 3.4.

Effekt af sprøjtning med Tilt 250EC i vinterhvede på sammensætning af svampe, isoleret ved jordvask.

- a. Ubehandlet (dybde 0-1 cm).
- b. Ubehandlet (dybde 1-2 cm).
- c. 0,25 + 0,25 l/ha (dybde 0-1 cm).
- d. 0,25 + 0,25 l/ha (dybde 1-2 cm).
- e. 2,50 + 2,50 l/ha (dybde 0-1 cm).
- f. 2,50 + 2,50 l/ha (dybde 1-2 cm).

Table 3.4.

Effect of application of Tilt 250EC in winter wheat on the composition of soil fungi, isolated by soil washing.

- a. Control (depth 0-1 cm)
- b. Control (depth 1-2 cm)
- c. 0.25 + 0.25 l/ha (depth 0-1 cm)
- d. 0.25 + 0.25 l/ha (depth 1-2 cm)
- e. 2.50 + 2.50 l/ha (depth 0-1 cm)
- f. 2.50 + 2.50 l/ha (depth 1-2 cm)

a.

FORSØGSLED 1, 0-1 cm

Udtagningstidspunkt	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
<i>Absidia glauca</i>											
<i>Acremonium</i>	4		2		4	2	2		1		15
<i>Alternaria</i>						3		1		2	6
<i>Arthrrium</i>											
<i>Aureobasidium</i>	8	1	3	2	5	3	7	6	1	2	38
<i>Beauveria bassiana</i>		1			1		1				3
<i>Botrytis cinerea</i>											
<i>Chrysosporium</i>	1					1					2
<i>C. merdarium</i>											
<i>C. pannorum</i>											
<i>Cladosporium</i>			1					1	1		3
<i>C. cladosporioides</i>			1		1	2	1				5
<i>C. herbarum</i>		1			1	4	1	2	2	1	12
<i>Cochliobolus</i>		1									1
<i>Cylindrocarpum</i>		2	2		2	3	1		2	2	14
<i>Dendryphion nanum</i>						1					1
<i>Epicoecum purpurascens</i>									1	1	2
<i>Exophiala jeanselmei</i>											
<i>Fusarium</i>	8	3	7	8	5	5	5	7	7	6	61
<i>F. tabacinum</i>	2			1		1	1		1	3	9
<i>Gliocladium roseum</i>	1	2	1	1	1	1			3	1	11
Gær, hvid	5	8	8	16	7	9	13	6			72
Gær, rød			1								1
<i>Hormiactis candida</i>											
<i>Humicola</i>											
<i>Microdochium bolleyi</i>				2							2
<i>Mortierella</i>	1	1	3	1	1			1	6	3	17
<i>Mucor</i>			1		2				3		6
<i>Myrothecium verrucaria</i>											
<i>Paecilomyces</i>	1	1	1		2	3	1	2	2		13
<i>P. marquandii</i>											
<i>Penicillium spp.</i>	1	1	2	1	3	3	3	1		1	16
<i>Periconia macrospina</i>											
<i>Phialophora</i>	3	3	5		3		1	3	1	3	22
<i>Phycomycetes</i>	1				2		1	1			5
<i>Ramichloridium schulzeri</i>		1					2				3
<i>Scolecobasidium constrictum</i>											
<i>Scopulariopsis</i>											
<i>Sphaeropsidales</i>	4	6	4	5		1	1		2	3	26
<i>Stemphylium botryosum</i>											
Sterile isolater	5	6	3	12	12	7	12	11	11	15	94
<i>Trichocladium opacum</i>											
<i>Trichoderma</i>		1				2	1				4
<i>Ulocladium</i>							2	1	2	2	7
<i>Verticillium</i>		1									1
<i>Volutella ciliata</i>									1		1
Uidentificerede isolater	4	1	6	2	2	1	3	2	3	7	31
Overvoksede isolater	1	1	6	5	3	1	5	2	4	7	35
IALT	50	42	57	56	57	53	64	47	54	59	539

b.											
FORSØGSLED 1, 1-2 cm											
Udtagningsstidspunkt	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
Absidia glauca											
Acremonium	4	2	2	2	5	1	2	2	1		21
Alternaria				1		1					2
Arthrrium		1									1
Aureobasidium	9		8	1		3	5	5	4	3	38
Beauveria bassiana	1										1
Botrytis cinerea					2						2
Chrysosporium						3	2				5
C. merdarium											
C. pannorum		1									1
Cladosporium					1		2		1		4
C. cladosporioides		2	1		1						4
C. herbarum				1	1		1			1	4
Cochliobolus											
Cylindrocarpon		1	1	1			2	1	4	1	11
Dendryphion nanum											
Epicoccum purpurascens											
Exophiala jeanselmei			1								1
Fusarium	8	6	9	8	3	5	5			5	49
F. tabacinum			3	1	1	2	3	2		3	15
Gliocladium roseum			2			1				1	4
Gær, hvid	5	4	7	6	11	4	4	2	1	1	45
Gær, rød			1	2				1			4
Hormiactis candida											
Humicola											
Microdochium bolleyi			1	1							2
Mortierella	1	2	1	2	2	3	3	3	4	2	23
Mucor		1	1			3					5
Myrothecium verrucaria											
Paecilomyces	1	5	1		3	1	1			1	13
P. marquandii										1	1
Penicillium spp.	3	2	1	1	2	2	1	1	3	1	17
Periconia macrospinos		1									1
Phialophora	2	2			2	3	3	6		5	23
Phycomycetes									1		1
Ramichloridium schulzeri						1	1				2
Scolecobasidium constrictum											
Scopulariopsis											
Sphaeropsidales	1	3	2	2	1	3	2		3	5	22
Stemphylium botryosum											
Sterile isolater	10	8	10	13	17	7	6	8	11	1	91
Trichocladium opacum											
Trichoderma	1	2						1		2	6
Ulocladium			3			1					4
Verticillium	1										1
Volutella ciliata											
Uidentificerede isolater	5	5	4	4	3	2	2	2	2	9	38
Overvoksede isolater	2	3	3	1	5	3	5	4	4	3	33
IALT	54	51	62	47	60	49	50	38	39	45	495

C.

FORSØGSLED 2, 0-1 cm

Udtagningsstidspunkt	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
Absidia glauca											
Acremonium	1	5	7	1	6	3	8			2	33
Alternaria			3	3	1	1	3		1		12
Arthrinium											
Aureobasidium	8	1	3	9	7	7	5	2		4	46
Beauveria bassiana			1								1
Botrytis cinerea									1		1
Chrysosporium					1						1
C. merdarium											
C. pannorum											
Cladosporium											
C. cladosporioides			1	1	2						4
C. herbarum		1						1	3	2	7
Cochliobolus											
Cylindrocarpum		2	2		2	1	2				9
Dendryphon nanum										1	1
Epicoccum purpurascens											
Exophiala jeanselmei											
Fusarium	1		2	4	4		2	5	6	3	27
F. tabacinum		2	1	2		1	2	1		1	10
Gliocladium roseum	3					2	1			2	8
Gær, hvid	13	10	6	4	6	9	4	9	2	2	65
Gær, rød				1					1		2
Hormiactis candida											
Humicola			2								2
Microdochium bolleyi											
Mortierella	5	2	1	4			1	2	2	3	20
Mucor	1	1						1	4	1	8
Myrothecium verrucaria											
Paecilomyces	1			2	3	1	1	2	1	1	12
P. marquandii							1				1
Penicillium spp.	1	4	2	3	1	2	1	4	3	2	23
Periconia macrospinos											
Phialophora		1	3		2	2	1	3	2	2	16
Phycomycetes			1	1						1	3
Ramichloridium schulzeri					1				2	1	4
Scolecobasidium constrictum											
Scopulariopsis											
Sphaeropsidales	1	4	5		2	1	3		3	5	24
Stemphylium botryosum											
Sterile isolater	14	17	16	12	14	14	9	16	3	10	125
Trichocladium opacum											
Trichoderma		1		1		1				4	7
Ulocladium	1					1	1	1	1		5
Verticillium											
Volutella ciliata					1	1					2
Uidentificerede isolater	1	3	2	3	4	1	6	5	5	3	33
Overvoksede isolater	4	3	2	5	2	1	8	7	2	6	40
IALT	57	57	56	58	60	50	57	59	42	56	552

d.

FORSØGSLED 2, 1-2 cm

Udtagningsstidspunkt	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
<i>Absidia glauca</i>											
<i>Acremonium</i>	2	3	3	2	6	2	1	4	1	2	26
<i>Alternaria</i>			1		1		1	1	1	4	9
<i>Arthrrium</i>											
<i>Aureobasidium</i>	6	5	1	6		6	9	7	3	3	46
<i>Beauveria bassiana</i>											
<i>Botrytis cinerea</i>		1								1	2
<i>Chrysosporium</i>	1	1	1	2	1						6
<i>C. merdarium</i>											
<i>C. pannorum</i>											
<i>Cladosporium</i>							1		1		2
<i>C. cladosporioides</i>			1			1				1	3
<i>C. herbarum</i>		1						1			2
<i>Cochliobolus</i>		1									1
<i>Cylindrocarpon</i>	1			1	2		2	3			9
<i>Dendryphon nanum</i>	1										1
<i>Epicoccum purpurascens</i>										1	1
<i>Exophiala jeanselmei</i>					1						1
<i>Fusarium</i>	3	5	4	1	5		6	3		8	35
<i>F. tabacinum</i>	1	1	8		3		2	3	3	1	22
<i>Gliocladium roseum</i>	1	1			2	1			1	1	7
Gær, hvid	3	2	1	3	5	6	6	1			27
Gær, rød											
<i>Hormiactis candida</i>						1					1
<i>Humicola</i>											
<i>Microdochium bolleyi</i>				2							2
<i>Mortierella</i>	5	3	2		3	2	5	5	2		27
<i>Mucor</i>			1					1	1		3
<i>Myrothecium verrucaria</i>			1								1
<i>Paecilomyces</i>		4		1	2	1	1	1		1	11
<i>P. marquandii</i>	1				1	1					3
<i>Penicillium spp.</i>	5	1	6	3	4		2	1	8		30
<i>Periconia macrospinoso</i>											
<i>Phialophora</i>		1	3		3		4	2		2	15
<i>Phycomycetes</i>		2		1	2		1	1		1	8
<i>Ramichloridium schulzeri</i>				1							1
<i>Scolecobasidium constrictum</i>											
<i>Scopulariopsis</i>		1									
<i>Sphaeropsidales</i>	4	1	2	2	5	6	5		2	2	29
<i>Stemphylium botryosum</i>				1							1
<i>Sterile isolater</i>	14	12	15	14	5	10	7	6	10	4	97
<i>Trichocladium opacum</i>											
<i>Trichoderma</i>		1	1			1	1		1	1	6
<i>Ulocladium</i>			1								1
<i>Verticillium</i>								1			1
<i>Volutella ciliata</i>											
Uidentificerede isolater	5	4	2	4	4	8	2	5	1	2	37
Overvoksede isolater	4	2	1		1	3	8	3	2	4	28
IALT	57	53	55	44	55	49	65	49	37	39	503

e.

FORSØGSLED 3, 0-1 cm

udtagningstidspunkt	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
Absidia glauca								2			2
Acremonium	5	2	1	2	2		3	5	3	3	26
Alternaria		1	2		1	2	1				7
Arthrrium											
Aureobasidium	5		9	2	3	5	4	1	4	6	39
Beauveria bassiana									2		2
Botrytis cinerea											
Chrysosporium	1		1		1	1		1			5
C. merdarium						2					2
C. pannorum											
Cladosporium					1					1	2
C. cladosporioides		1	1		1						3
C. herbarum		1		1			1			1	4
Cochliobolus											
Cylindrocarpon		1		1	1	1		2	4	1	11
Dendryphion nanum											
Epicoecum purpurascens				1						1	2
Exophiala jeanselmei											
Fusarium	4	6	5	2	2	6	4	2	4	4	39
F. tabacinum	1		1	1	2	1	2	1	1	1	11
Gliocladium roseum			2	2	3			1	1	2	11
Gær, hvid	7	6	10	7	10	4	6	11		5	66
Gær, rød				1							1
Hormiactis candida											
Humicola											
Microdochium bolleyi		3	3								6
Mortierella	2	2		1		2		3	1	6	17
Mucor		2				2		4	4		12
Myrothecium verrucaria											
Paecilomyces		3	2	1	2	2		1	1	1	13
P. marquandii			1								1
Penicillium spp.	2	6	1	4	2	3	1				19
Periconia macrospinoso											
Phialophora	1	1	3		1		2	1	1	2	12
Phycomycetes	1	1			1				1	2	6
Ramichloridium schulzeri					1						1
Scolecobasidium constrictum				1							1
Scopulariopsis											
Sphaeropsidales		5	1	3	1	2	3		4	4	23
Stemphylium betryosum							1				1
Sterile isolater	10	10	5	14	17	12	8	6	6	16	104
Trichocladium opacum									1		1
Trichoderma	2		1		2	1		2			8
Ulocladium					1			1	1		3
Verticillium		1			1	1					3
Volutella ciliata				1	1					1	3
Uidentificerede isolater	4	3	5	4	5	1	5	6	2	3	38
Overvoksede isolater	3	1	4	2	2	5	3	8	5	7	40
IALT	48	56	58	51	64	53	44	58	46	67	545

f.

FORSØGSLED 3, 1-2 cm

Udtagningsstidspunkt	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8	Ialt
Absidia glauca				1			1		1		3
Acremonium	1	6	2	3	3	1	1	5	2	1	25
Alternaria		3		1				2	2	1	9
Arthrinium											
Aureobasidium	3	2	4	2	5	3	2	5	2	5	33
Beauveria bassiana	2				1	1					4
Botrytis cinerea											
Chrysosporium			2	1			1	2			6
C. merdarium											
C. pannorum											
Cladosporium					1						1
C. cladosporioides		2		1			1		1		5
C. herbarum								1		2	3
Cochliobolus											
Cylindrocarpum		2	1			1	1	1			6
Dendryphion nanum											
Epicoccum purpurascens							1				1
Exophiala jeanselmei											
Fusarium	4	5	5	6	2	5	9	6	6	6	54
F. tabacinum		1	2	3	2	4	2			4	18
Gliocladium roseum			1	1	1	2			1		6
Gær, hvid	5	6	4	4	5	5	2	6	1	2	40
Gær, rød				1						1	2
Hormiactis candida											
Humicola					2						2
Microdochium bolleyi											
Mortierella	3	4	1			1	4	1	3	6	23
Mucor		1				1			2	1	5
Myrothecium verrucaria											
Paecilomyces	1		1	1	3	2		1	3	1	11
P. marquandii											
Penicillium spp.		6	7	3		1	1	1		2	21
Periconia macrospinoso											
Phialophora	3	1	4		3	3	2	7	4	3	30
Phycomycetes		1				1	1		1	1	5
Ramichloridium schulzeri						2		1			3
Scolecobasidium constrictum											
Scopulariopsis											
Sphaeropsidales		4	5	4				2		4	19
Stemphylium botryosum											
Sterile isolater	17	7	10	12	13	15	3	8	9	9	103
Trichocladium opacum									1		1
Trichoderma		1	1	2							4
Ulocladium					1						1
Verticillium					1						1
Volutella ciliata					1	1					2
Uidentificerede isolater	2	1	9	4	5	4	7	7	4	6	49
Overvoksede isolater	2		2	2	2	2	3	5	4	7	29
IALT	43	54	61	52	52	51	42	61	46	62	524

ligeledes isoleret signifikant færre svampe fra led 3 end led 1. På de efterfølgende udtagningstidspunkter var der i nogle tilfælde vækst fra flere partikler i de behandlede forsøgsled end i det ubehandlede, forskelle der i enkelte tilfælde også var statistisk signifikante ($p < 0,05$).

For ingen af de identificerede svampe ses totalt en dosisafhængig effekt. Der er dog enkelte, som blev isoleret lidt hyppigere fra led 1 end fra de behandlede led: Det drejer sig om Cladosporium, som i 0-1 cm udgjorde 4% af isolaterne mod 2% i led 2 og 3. I 1-2 cm udgjorde den 2% i led 1 mod 1-2% i led 2 og 3. Fusarium (excl. F. tabacinum) udgjorde i 0-1 cm 11% af isolaterne i led 1, 5% i led 2 og 7% i led 3. I 1-2 cm udgjorde Fusarium 10% i led 1, 7% i led 2 og 10% i led 3. Gærsvampe udgjorde i 0-1 cm 14% i led 1 mod 12% i led 2 og 3. I 1-2 cm udgjorde gærsvampe 10% i led 1 og 5-8% i led 2 og 3. Blandt de svampe, som helt sikkert ikke synes påvirket af behandling er Sphaeropsidales, Mucor, Mortierella, Acremonium, Paecilomyces, Penicillium og Fusarium tabacinum. En del arter blev isoleret i så ringe antal, at det ikke kan vurderes, om de var påvirket eller ej (Absidia glauca, Beauveria bassiana, Cochliobolus, Dendryphion nanum, Epicoccum purpurascens, Hormiactis candida, Myrothecium verrucaria, Periconia macrospinosa og Ramichloridium schulzeri).

3.6.2 Pladespredning

Pladespredning blev brugt til at isolere jordsvampe fra alle 3 forsøgsled i 0-1 cm og 1-2 cm's dybde i perioden fra 22/5 (inden sprøjtning) til 11/8 1986. Resultaterne i Figur 3.3 og 3.4 er udregnet som antal kolonidannende enheder (colony-forming units, CFU)/g ovntør jord. Resultater for 2 forskellige fortyndinger 10^{-3} og 10^{-4} er vist. Gennemsnitsresultater ses i Appendix 6 med angivelse af s.e.m. og resultater af en 1-sidet variansanalyse for effekt af fungicidbehandling. Det antal svampe, som beregnes pr. g jord ved fortynding 10^{-3} , er generelt lavere end det tal, som beregnes på grundlag af samme prøve ved fortynding 10^{-4} .

Figur 3.3.

Sæsonsvingninger og effekt af fungicidbehandling på skimmelsvampe, isoleret ved pladespredning (CFU x 10⁵/g tør jord) (gennemsnitsværdier med s.e.m., n=15).

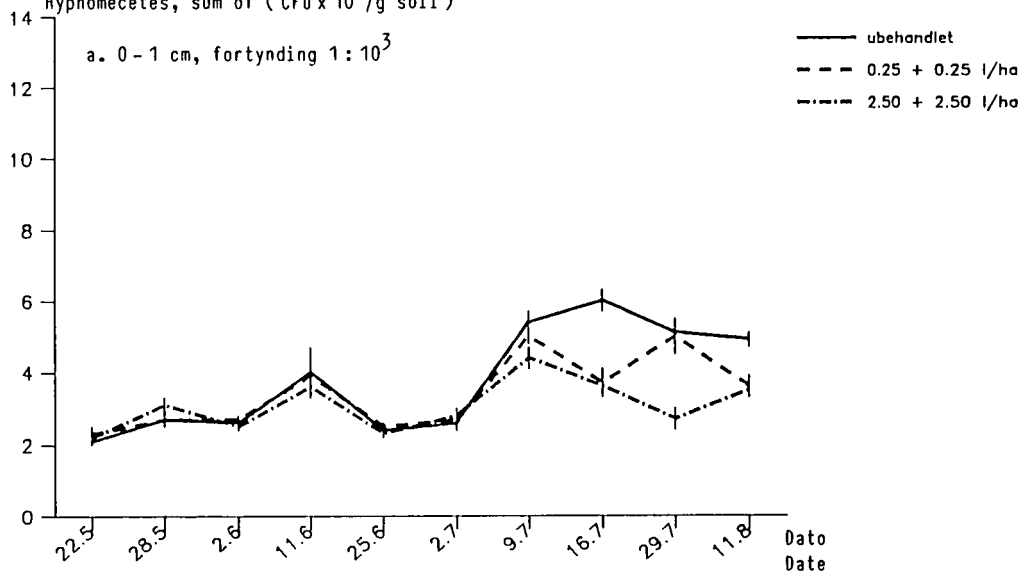
a	Skimmelsvampe	Fortynding 1:10 ³	Dybde 0-1 cm.
b	"	1:10 ³	" 1-2 "
c	"	1:10 ⁴	" 0-1 "
d	"	1:10 ⁴	" 1-2 "
e	<u>Cladosporium</u> spp.	1:10 ³	" 0-1 "
f	"	1:10 ³	" 1-2 "
g	"	1:10 ⁴	" 0-1 "
h	"	1:10 ⁴	" 1-2 "
i	<u>Penicillium</u> spp.	1:10 ³	" 0-1 "
j	"	1:10 ³	" 1-2 "
k	"	1:10 ⁴	" 0-1 "
l	"	1:10 ⁴	" 1-2 "

Figure 3.3.

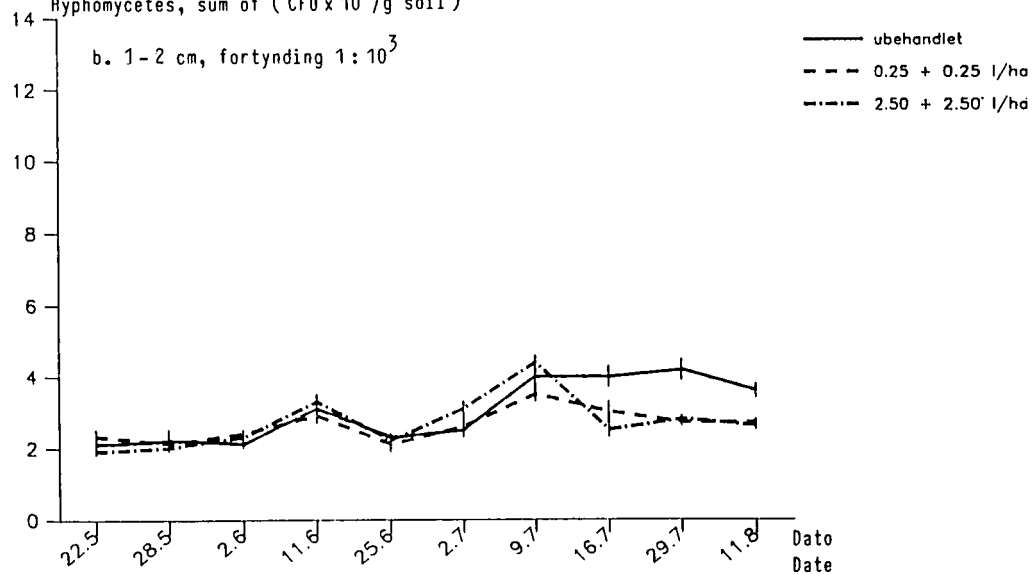
Seasonal fluctuations and effect of application of Tilt 250EC on the number of mycelial fungi, isolated by plate dilution (CFU x 10⁵/g dry soil) (means with s.e.m., n=15).

a	Hyphomycetes	Dilution 1:10 ³	Depth 0-1 cm.
b	"	1:10 ³	" 1-2 "
c	"	1:10 ⁴	" 0-1 "
d	"	1:10 ⁴	" 1-2 "
e	<u>Cladosporium</u> spp.	1:10 ³	" 0-1 "
f	"	1:10 ³	" 1-2 "
g	"	1:10 ⁴	" 0-1 "
h	"	1:10 ⁴	" 1-2 "
i	<u>Penicillium</u> spp.	1:10 ³	" 0-1 "
j	"	1:10 ³	" 1-2 "
k	"	1:10 ⁴	" 0-1 "
l	"	1:10 ⁴	" 1-2 "

Skimmelsvampe, ialt ($\text{CFU} \times 10^5/\text{g jord}$)
 Hyphomycetes, sum of ($\text{CFU} \times 10^5/\text{g soil}$)

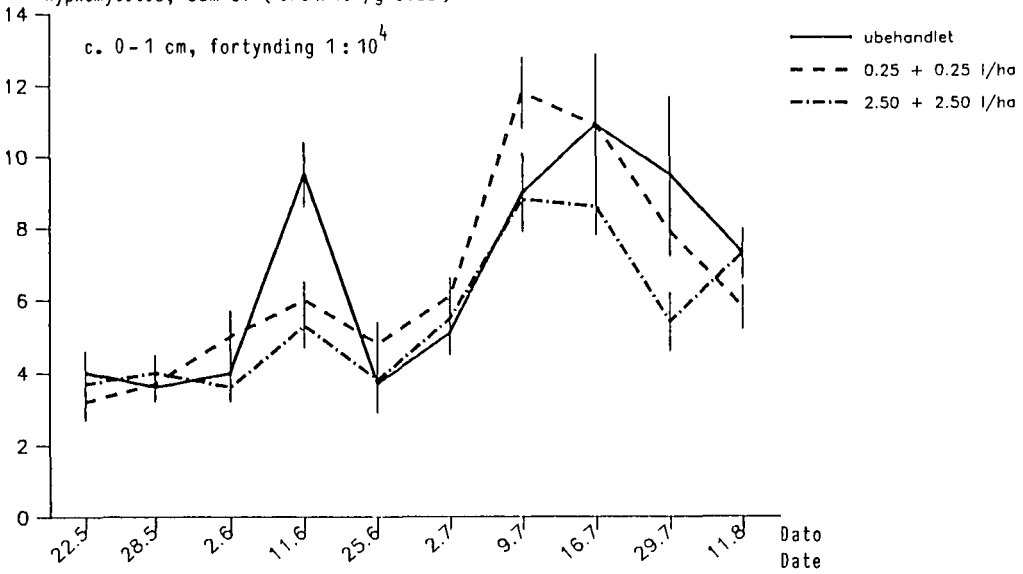


Skimmelsvampe, ialt ($\text{CFU} \times 10^5/\text{g jord}$)
 Hyphomycetes, sum of ($\text{CFU} \times 10^5/\text{g soil}$)



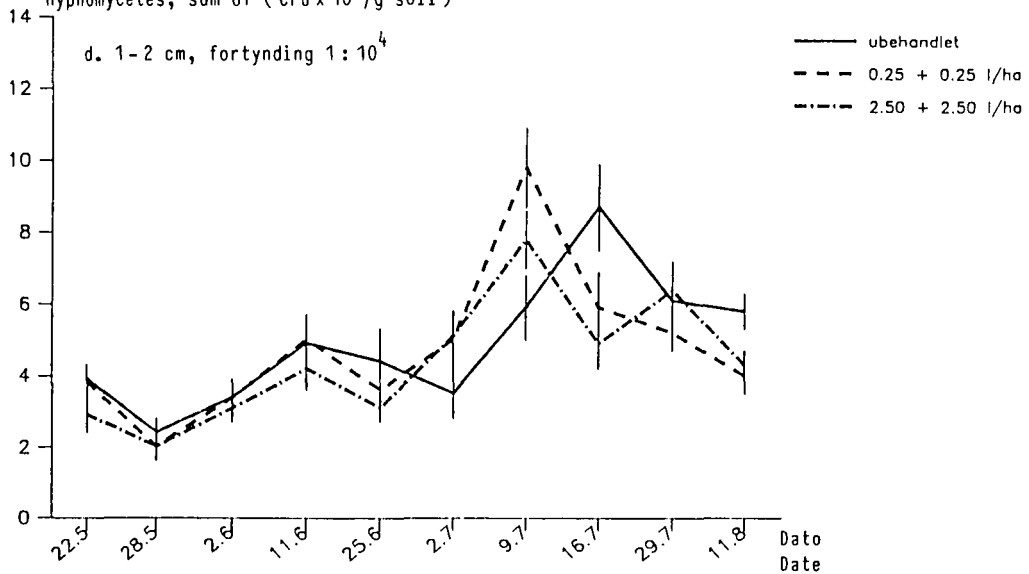
Skimmelsvampe, ialt. ($\text{CFU} \times 10^5/\text{g jord}$)
Hyphomycetes, sum of ($\text{CFU} \times 10^5/\text{g soil}$)

c. 0-1 cm, fortynding 1:10⁴

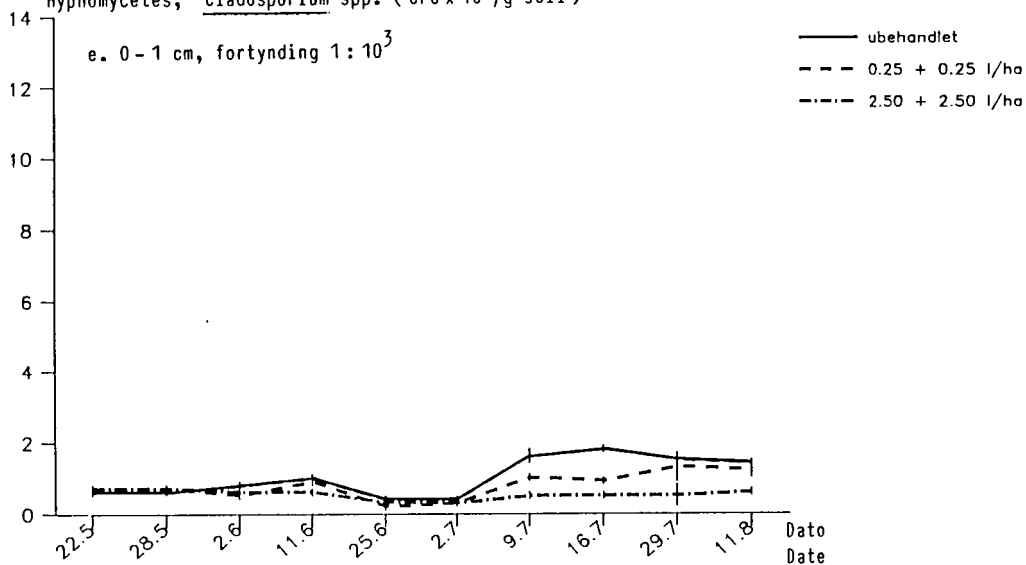


Skimmelsvampe, ialt ($\text{CFU} \times 10^5/\text{g jord}$)
Hyphomycetes, sum of ($\text{CFU} \times 10^5/\text{g soil}$)

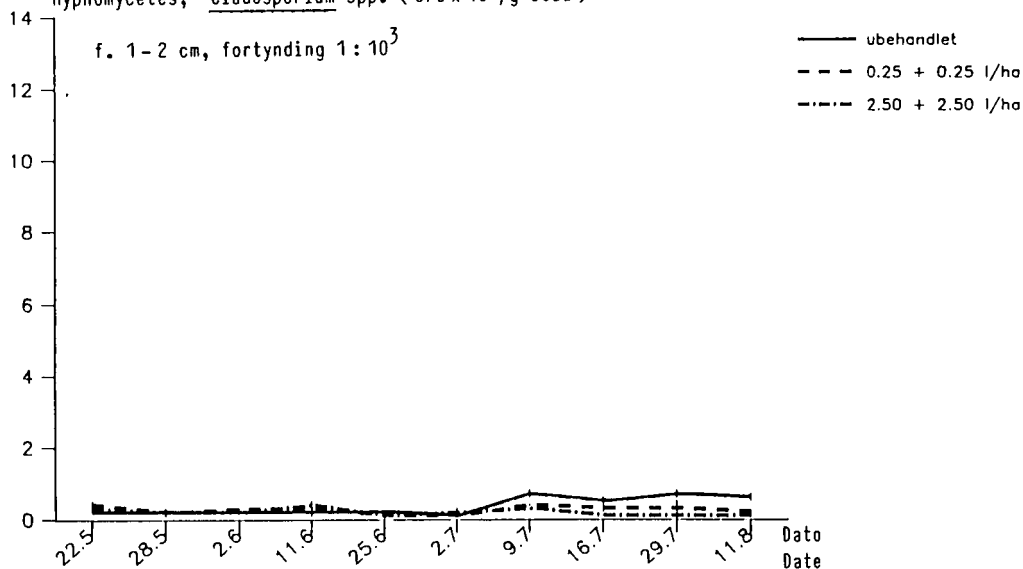
d. 1-2 cm, fortynding 1:10⁴

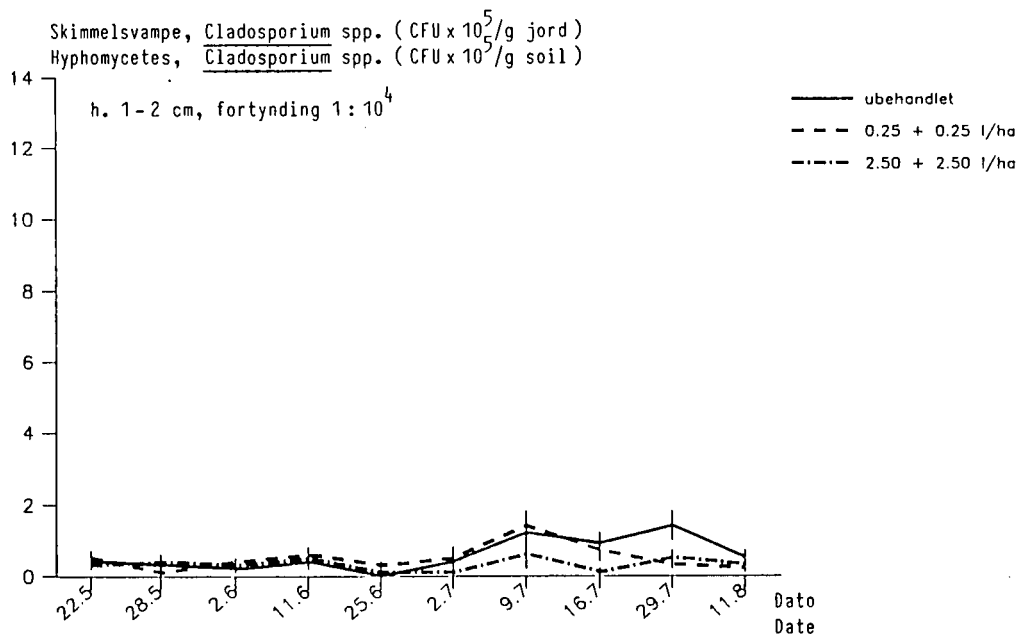
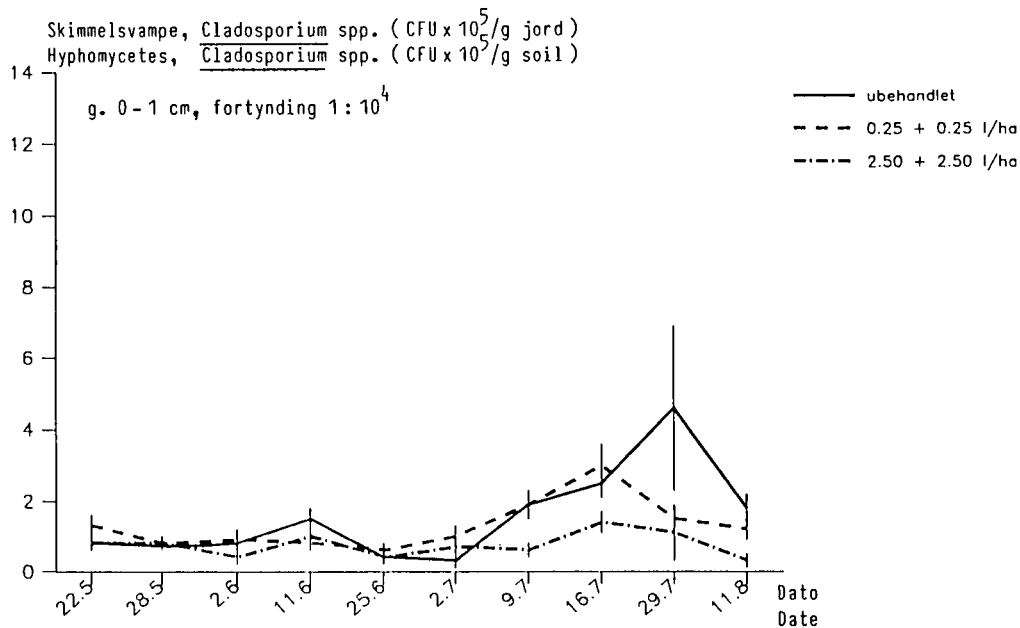


Skimmelsvampe, Cladosporium spp. (CFU x 10⁵/g jord)
 Hyphomycetes, Cladosporium spp. (CFU x 10⁵/g soil)

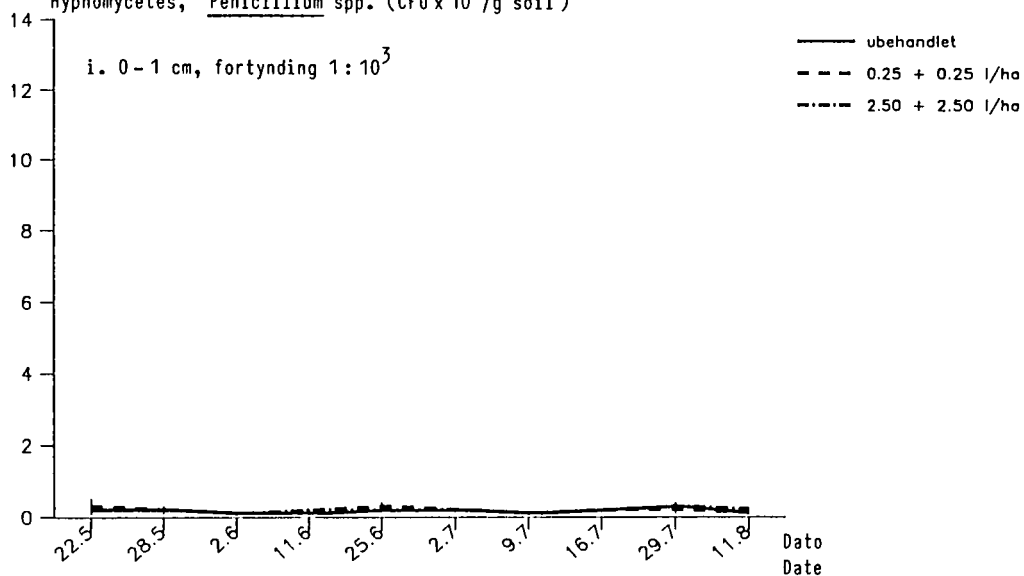


Skimmelsvampe, Cladosporium spp. (CFU x 10⁵/g jord)
 Hyphomycetes, Cladosporium spp. (CFU x 10⁵/g soil)

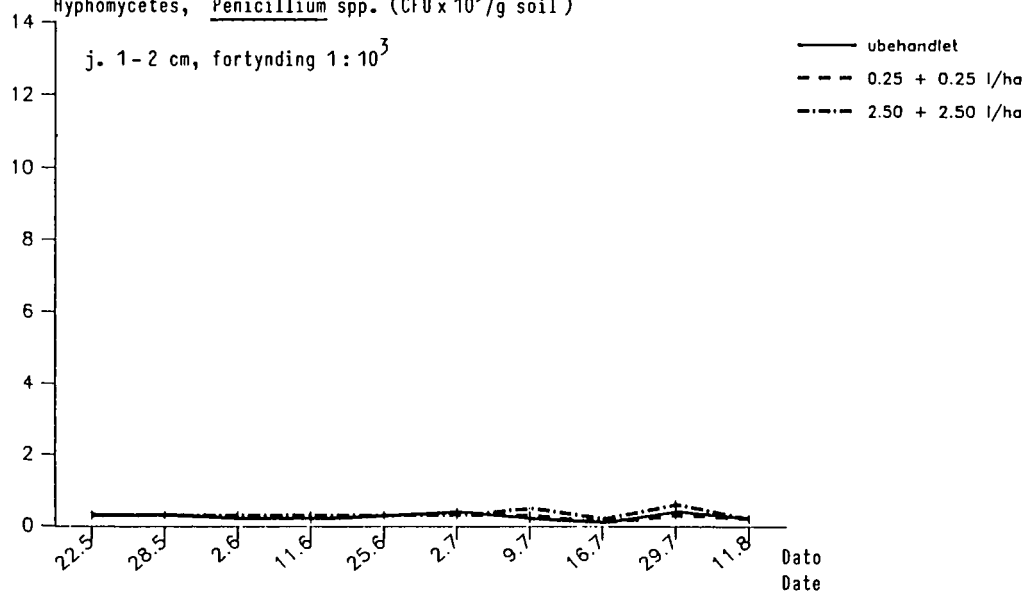


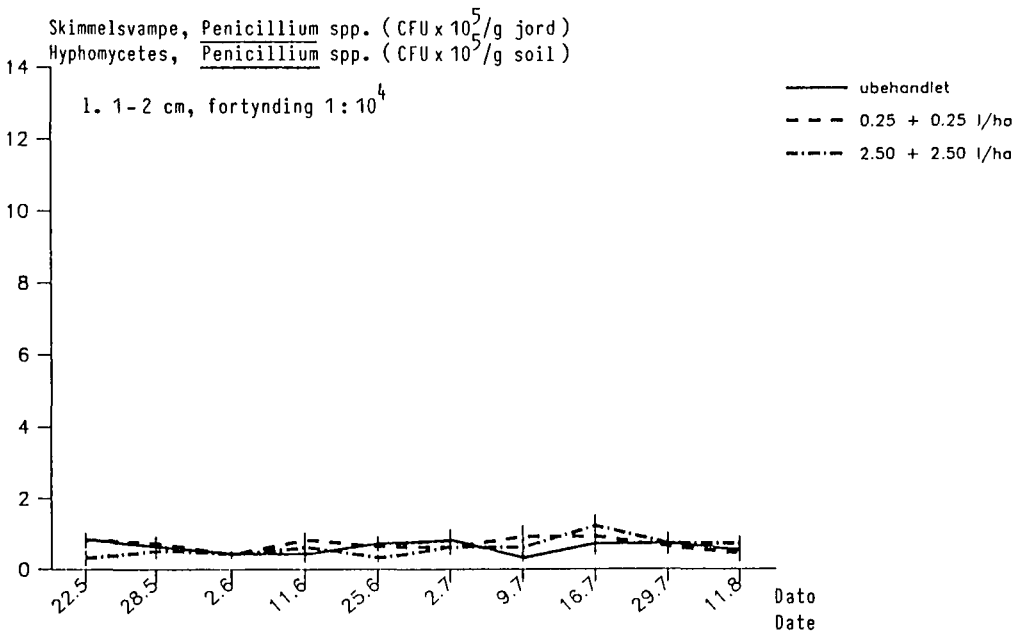
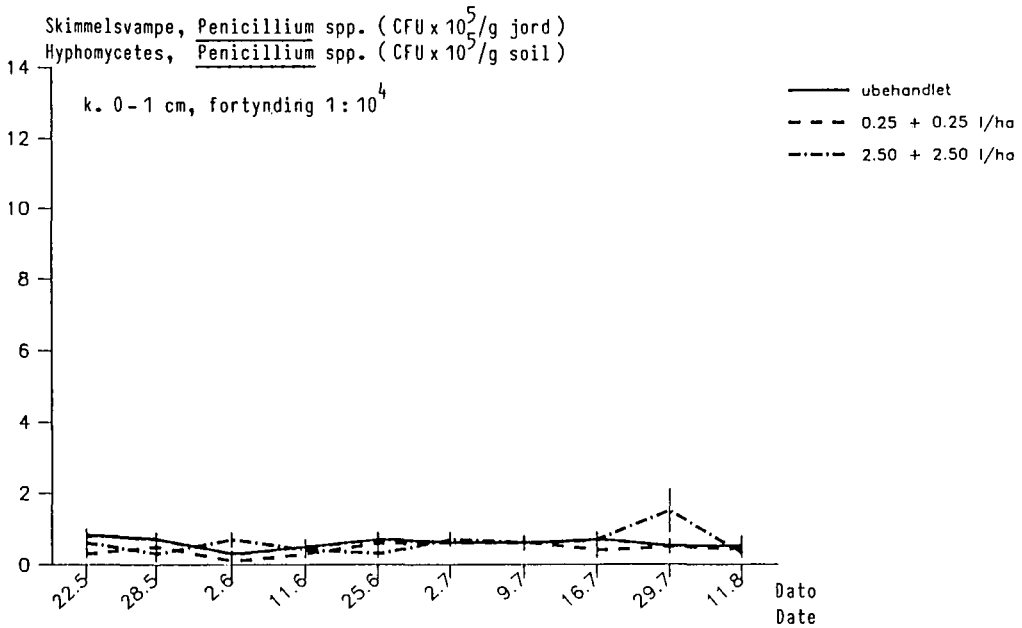


Skimmelsvampe, Penicillium spp. (CFU x 10⁵/g jord)
Hyphomycetes, Penicillium spp. (CFU x 10⁵/g soil)



Skimmelsvampe, Penicillium spp. (CFU x 10⁵/g jord)
Hyphomycetes, Penicillium spp. (CFU x 10⁵/g soil)





Omvendt ses, at usikkerheden, udtrykt som standardfejlen på middeltallet (s.e.m.) er større ved 10^{-4} end ved 10^{-3} .

Der blev foretaget optælling af skimmelsvampe, ialt (incl. Cladosporium spp. og Penicillium spp.) (Figur 3.3a-d), Cladosporium spp. (Figur 3.3e-h), Penicillium spp. (Figur 3.3i-l) samt af gærsvampe (Figur 3.4). Antallet af skimmelsvampe lå mellem 200.000 og 1.200.000 i 0-1 cm og mellem 200.000 og 900.000 pr. gram jord i 1-2 cm. Antallet af gærsvampe var en del højere: mellem 500.000 og 3.500.000 i 0-1 cm og mellem 100.000 og 1.000.000 i 1-2 cm. Der blev således for både gær- og skimmelsvampe isoleret flere i 0-1 cm end i 1-2 cm, et resultat som kunne reproduceres gennem hele sæsonen. Der er forskelle mellem skimmelsvampene, idet Cladosporium spp. blev fundet i størst antal i 0-1 cm, hvorimod Penicillium blev fundet i størst tal i 1-2 cm (se også Appendix 6). Resultaterne viser meget store sæsonvariationer. For skimmelsvampe er disse variationer i perioden 11/6 til 9/7 tydeligt korreleret til svingningerne i jordens vandindhold (Figur 2.2). Den 11/6 og 9/7 ses således stigninger i antallet af isolerede svampe på næsten 100%, mens antallene i perioden med meget tørt vejr (25/6 og 2/7) faldt til omtrent samme niveau som i perioden 22/5 til 2/6. Fra den 9/7 til

Figur 3.4.

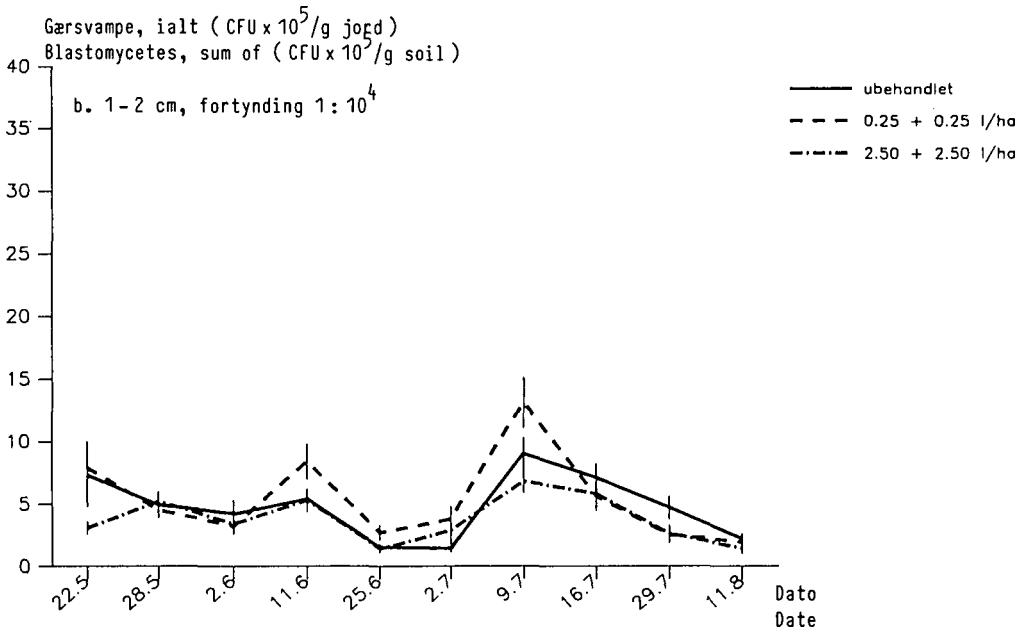
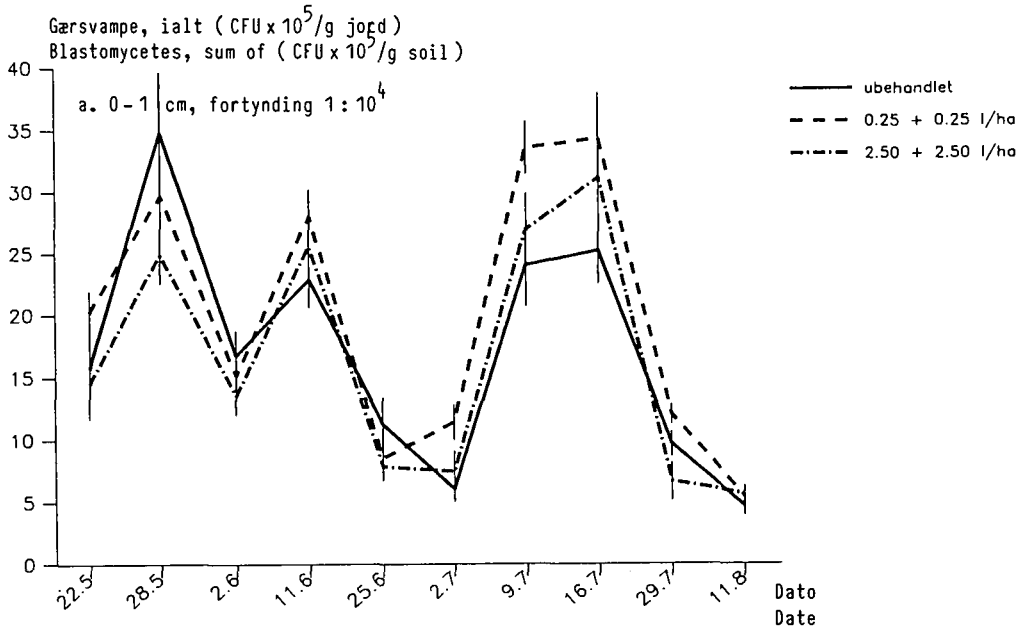
Sæsonsvingninger og effekt af fungicidbehandling på gærsvampe, isoleret ved pladespredning (CFU x 10^5 /g tør jord) (gennemsnitsværdier med s.e.m., n=15).

a	Gærsvampe	Fortynding	1:10 ⁴	"	0-1 cm.
b	"	"	1:10 ⁴	"	1-2 "

Figure 3.4.

Seasonal fluctuations and effect of application of Tilt 250EC on the number of yeast fungi, isolated by plate dilution (CFU x 10^5 /g dry soil) (means with s.e.m., n=15).

a	Yeast fungi	Dilution	1:10 ⁴	"	0-1 cm.
b	"	"	1:10 ⁴	"	1-2 "



den 11/8 lå antallet af skimmelsvampe generelt 100-200% højere end i første del af perioden. I perioden 11/6-9/7 viser antallet af gærsvampe samme korrelation til jordens vandindhold i både 0-1 cm og 1-2 cm. Derudover ses en markant stigning i antallet af gærsvampe i 0-1 cm den 28/5. Der ses ikke for gærsvampene en stigning i antallet mod slutningen af perioden, tværtimod. Både i 0-1 cm og i 1-2 cm ses et drastisk fald i antallet, til et niveau som ligger lavere end ved periodens begyndelse. 21 repræsentativt udvalgte isolater af gær fra pladespredningsforsøg blev artsbestemt. Heraf udgjorde Cryptococcus laurentii 10, C. albidus 8, Rhodotorula flayus 1 og R. glutinis 1. Derudover blev der i jorden fundet isolater, tilhørende den ballistosporedannende slægt Sporobolomyces. Sæsonsvingning i antallet af Cladosporium spp. svarer nøje til svingningerne i det totale antal svampe, hvorimod antallet af Penicillium spp. hverken 0-1 cm eller 1-2 cm viser nogen sæsonsvingninger overhovedet.

Variationer i antallet af isolerede svampe som følge af behandling fremgår af figurmaterialiet, og kun de vigtigste forskelle skal trækkes frem: I perioden fra den 22/5 til den 2/6 registreredes ingen behandlingseffekt på det totale antal skimmelsvampe. Den 11/6 blev der isoleret dobbelt så mange svampe i led 1 som i led 2 og 3, en statistisk sikker behandlingseffekt (Figur 3.3c). I perioden fra 9/7 til 11/8 blev der ligeledes fundet en statistisk sikker behandlingseffekt i led 3 (Figur 3.3a). Effekten var størst i 0-1 cm. For Cladosporium spp. er der en tydelig dosisafhængig effekt, selv om tallene er små. I 0-1 cm ses effekten i hele perioden fra 2/6 til 11/8. I 1-2 cm ses effekten fra den 9/7 (Figur 3.3e-f). For Penicillium spp. var der ingen behandlingseffekt. Gærsvampene kunne ikke tælles ved 10^{-3} (for mange kolonier!). Bortset fra den 28/5, hvor der i 0-1 cm ses en tydelig dosisafhængig behandlingseffekt, synes der at være en svag tendens til en forøgelse i antallet af gærsvampe i led 2 i både 0-1 cm og 1-2 cm's dybde. Det generelle billede af pladespredningerne er, at behandlingseffekterne - især i første halvdel af den undersøgte periode - er relativt små i forhold til sæsonsving-

ningerne.

3.6.3 Mikrobiel respiration

Til undersøgelse af mikrobiel aktivitet i jordprøver, udtaget i vinterhvede, blev der foretaget måling af respiration i form af CO_2 -udvikling. Målinger blev foretaget i 0-1 cm og 1-2 cm den 22/5 (Figur 3.5a-b), den 3/6 (Figur 3.5c-d), den 9/7 (Figur 3.5e-

Figur 3.5.

Effekt af Tilt 250EC på respiration i jordprøver, udtaget i vinterhvede 1986. Resultaterne er angivet som daglig udskillelse af CO_2 (mg) (gennemsnitsværdier med s.e.m., $n=4$) samt total udskillelse af CO_2 (mg) i 30 dage.

a Jordprøver udtaget 22/5 i 0-1 cm's dybde.

b Jordprøver udtaget 22/5 i 1-2 cm's dybde.

c Jordprøver udtaget 3/6 i 0-1 cm's dybde.

d Jordprøver udtaget 3/6 i 1-2 cm's dybde.

e Jordprøver udtaget 9/7 i 0-1 cm's dybde.

f Jordprøver udtaget 9/7 i 1-2 cm's dybde.

g Jordprøver udtaget 11/8 i 0-1 cm's dybde.

h Jordprøver udtaget 11/8 i 1-2 cm's dybde.

Figure 3.5.

Effect of Tilt 250EC on soil respiration in samples from winter wheat 1986. The results are shown as daily evolution of CO_2 (mg) (means with s.e.m., $n=4$) and total evolution of CO_2 (mg) during a period of 30 days.

a Sampling at 22/5 in 0-1 cm's depth.

b Sampling at 22/5 in 1-2 cm's depth.

c Sampling at 3/6 in 0-1 cm's depth.

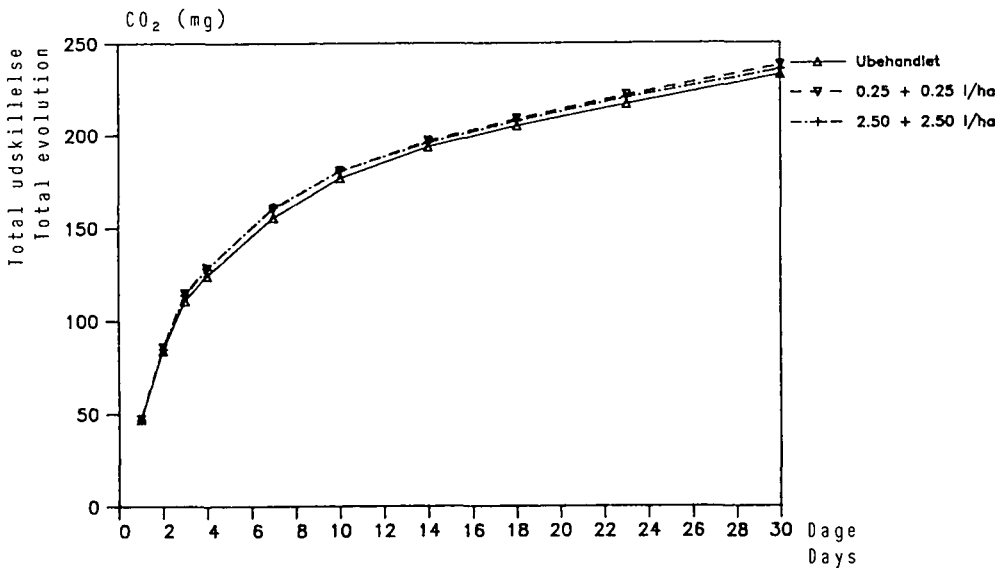
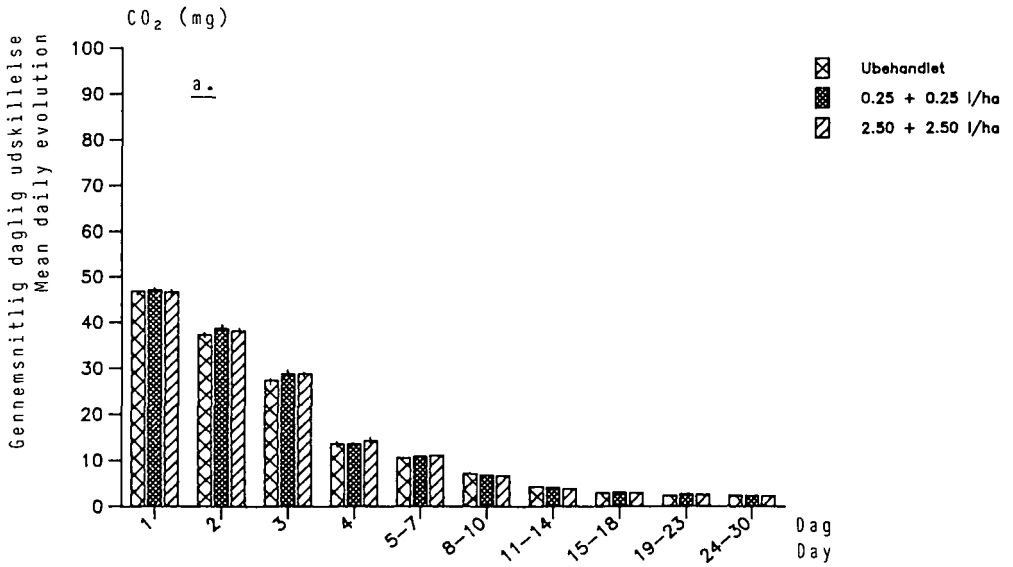
d Sampling at 3/6 in 1-2 cm's depth.

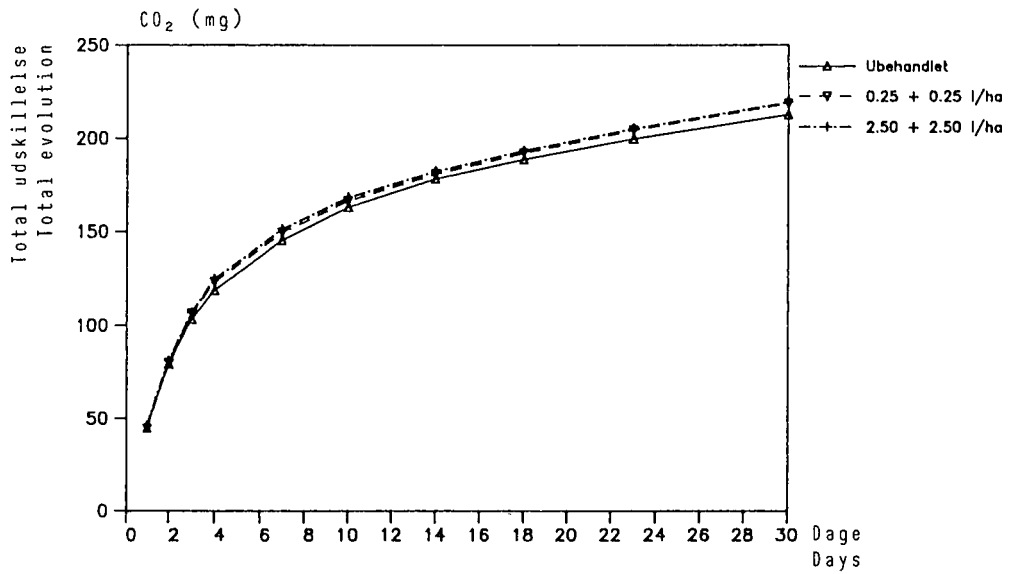
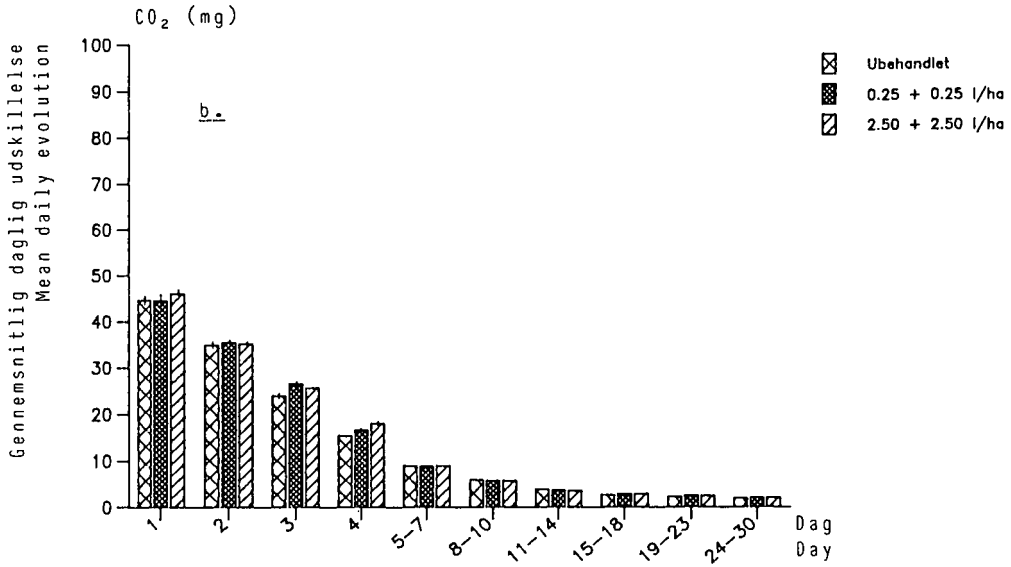
e Sampling at 9/7 in 0-1 cm's depth.

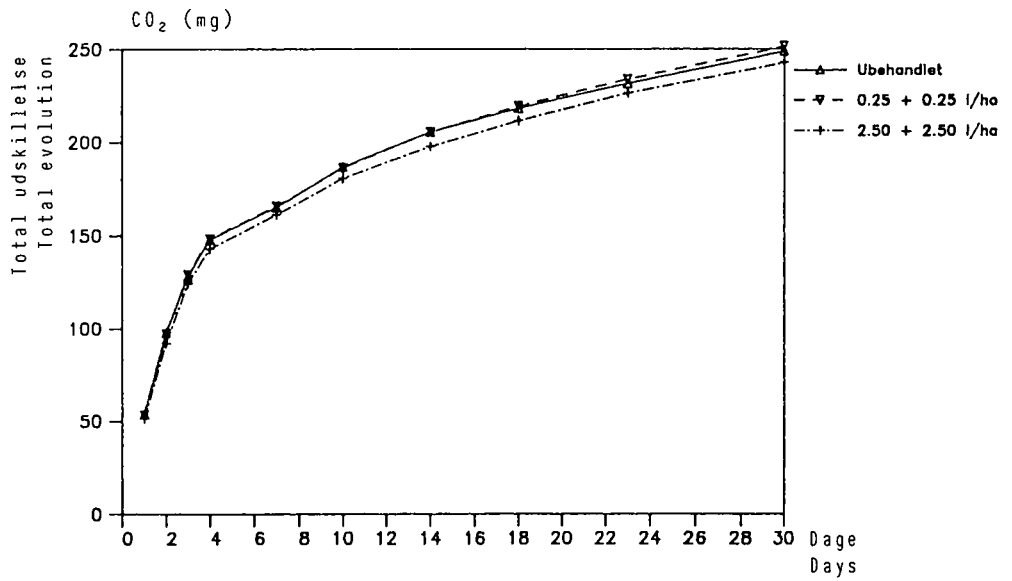
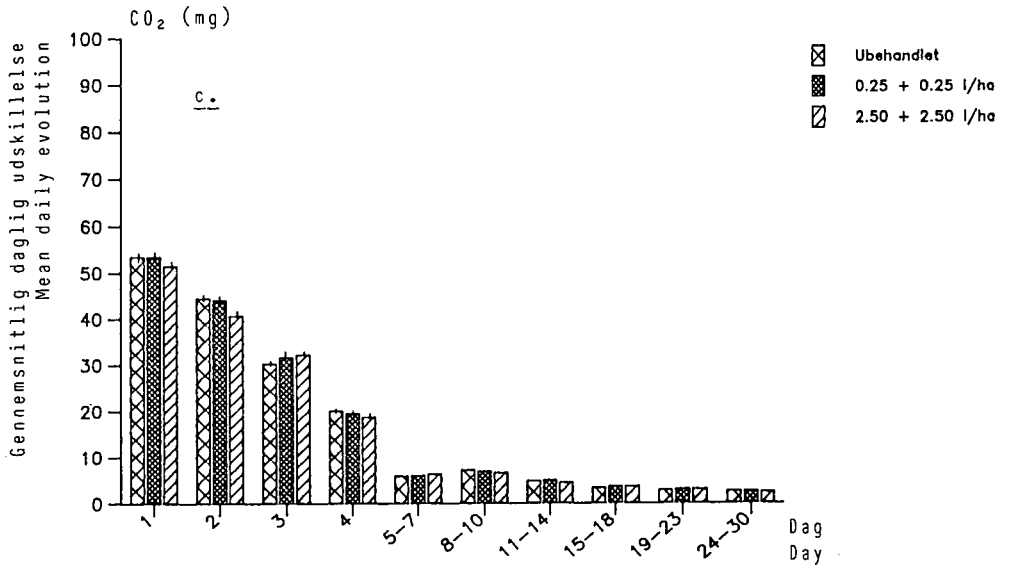
f Sampling at 9/7 in 1-2 cm's depth.

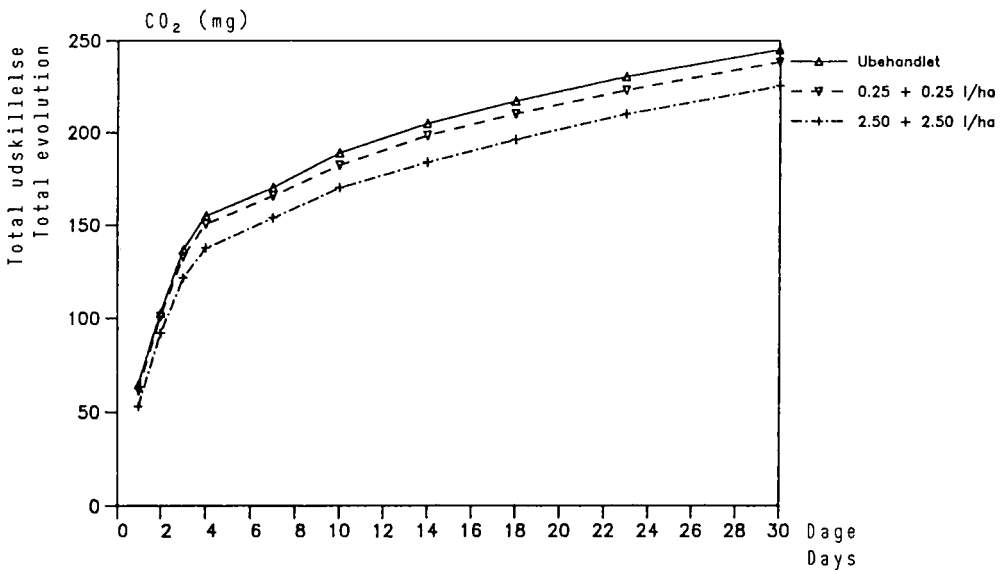
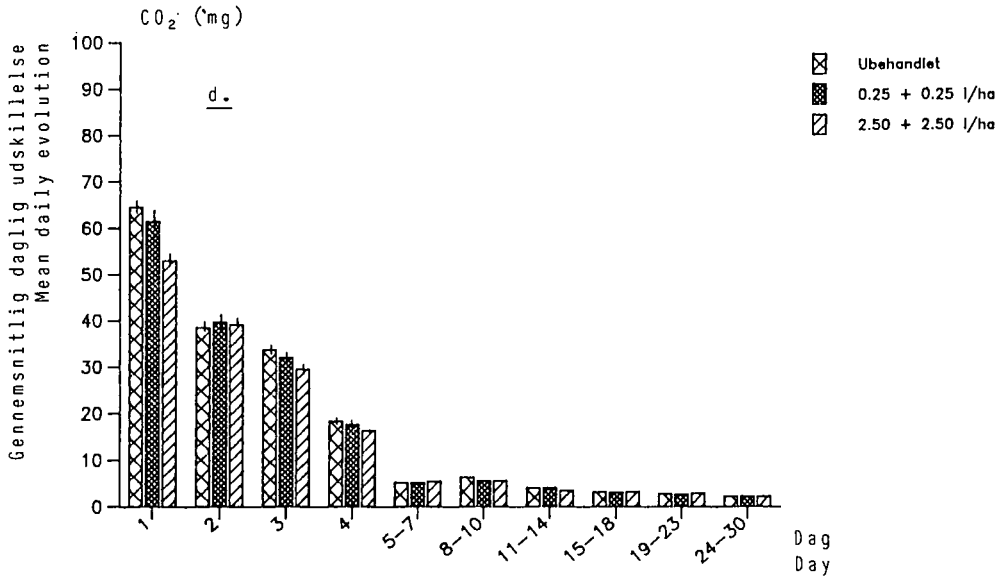
g Sampling at 11/8 in 0-1 cm's depth.

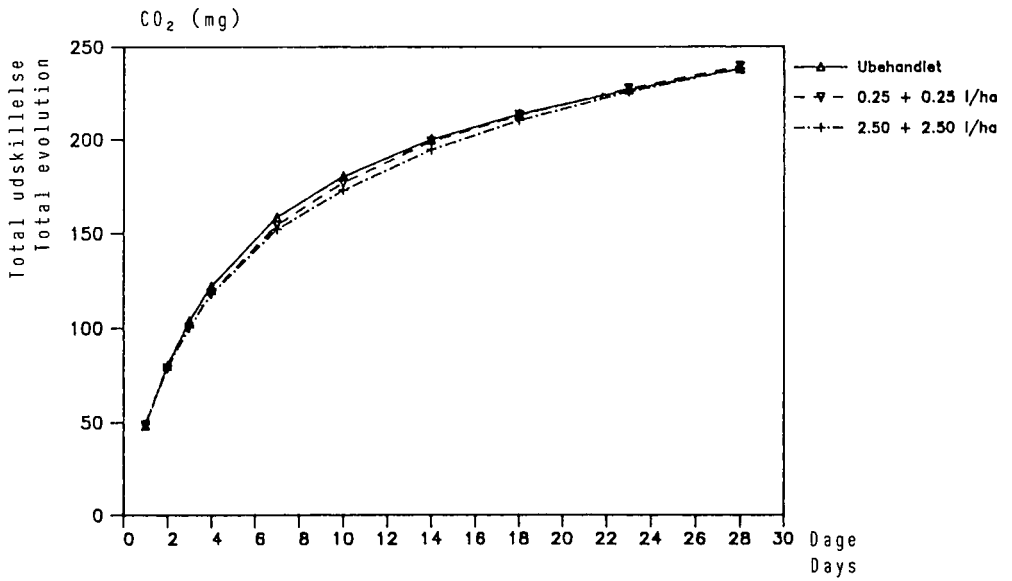
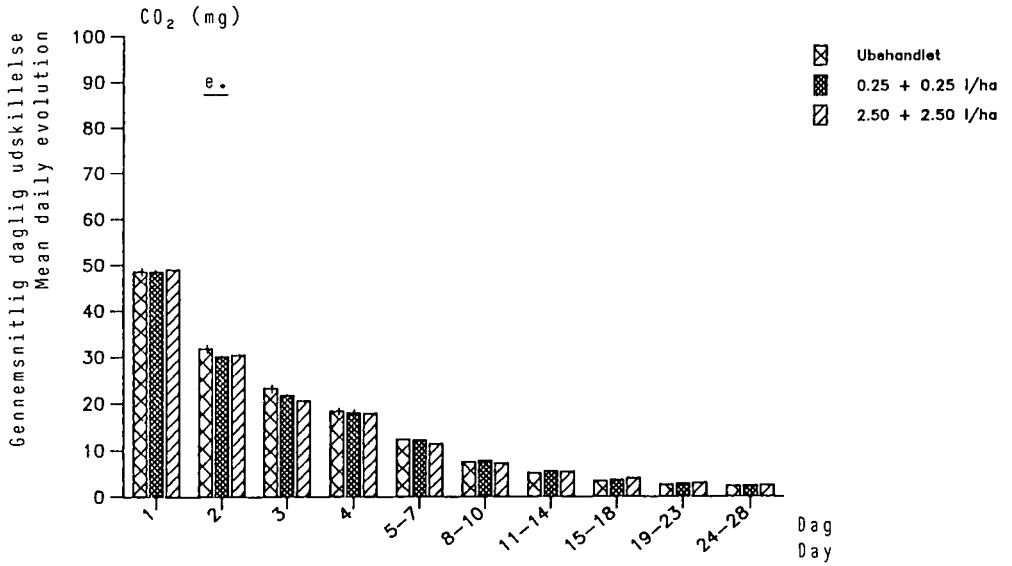
h Sampling at 11/8 in 1-2 cm's depth.

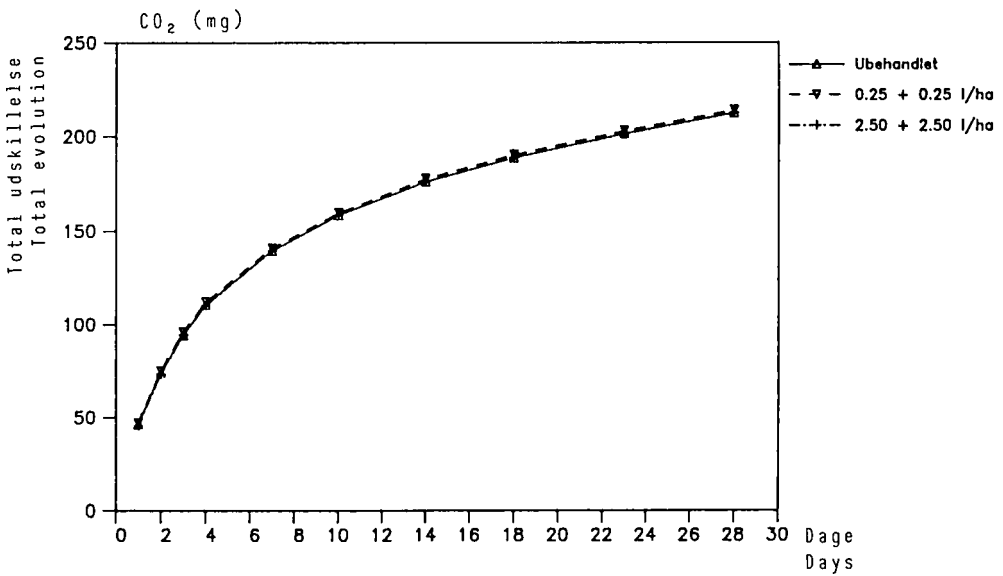
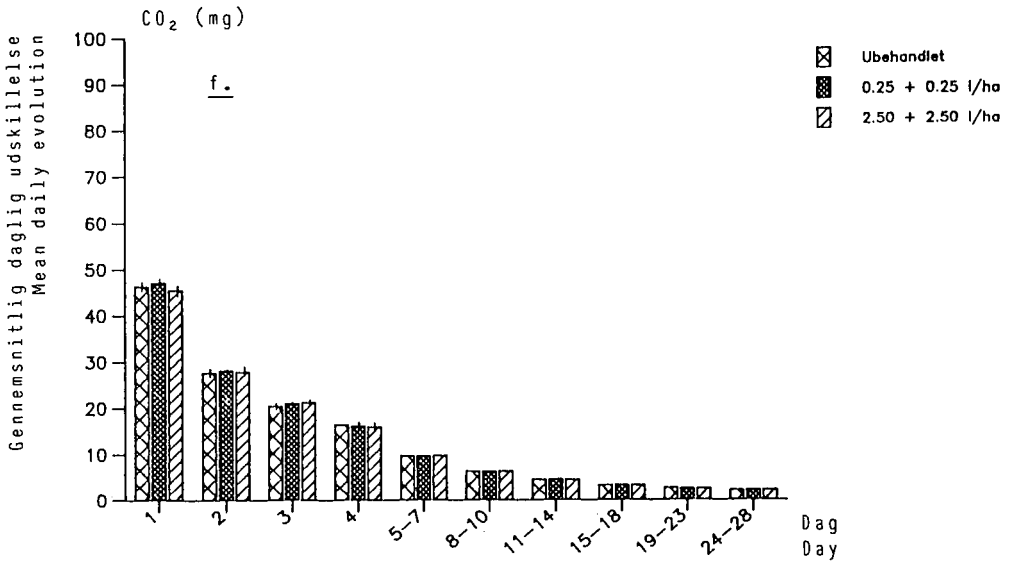


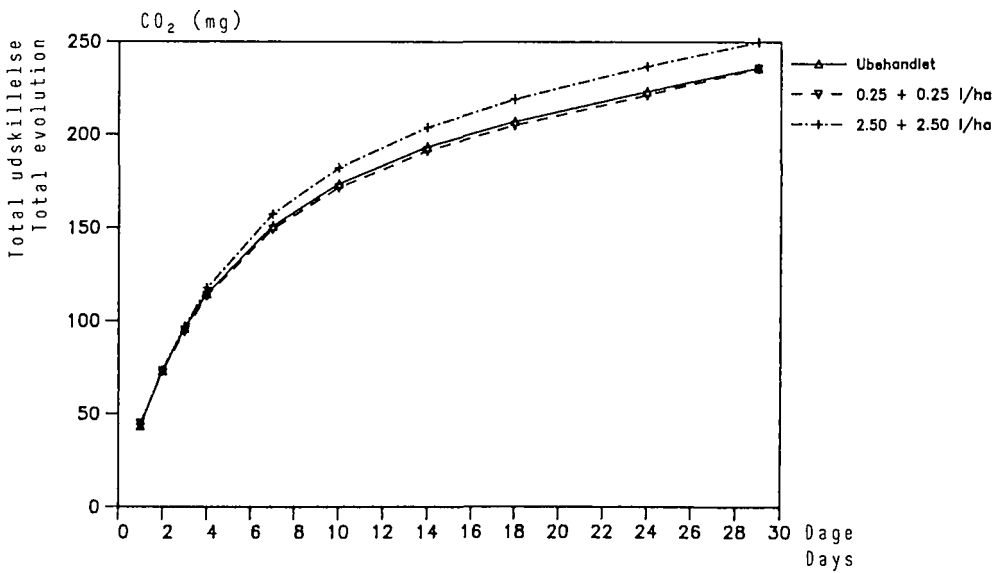
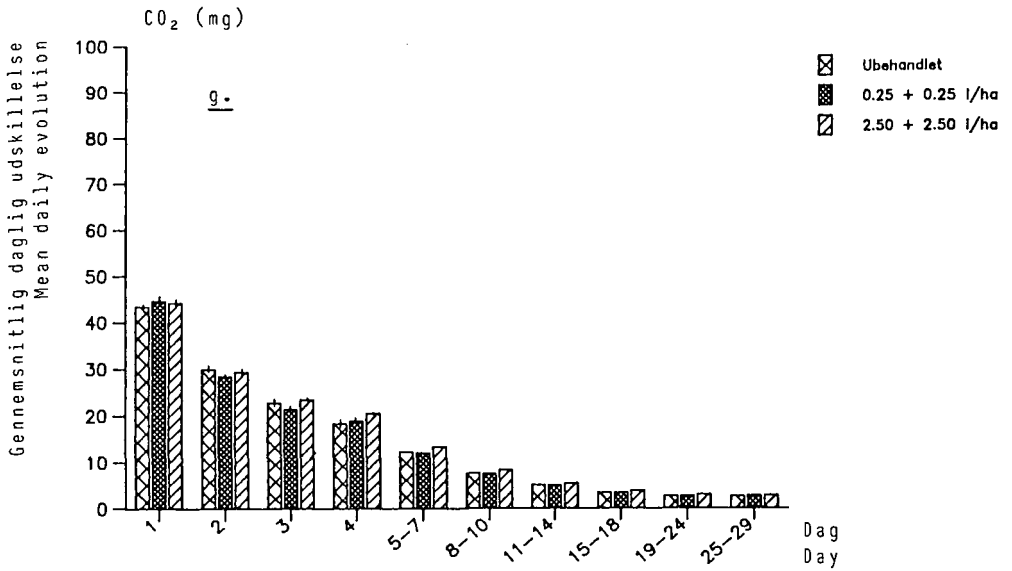


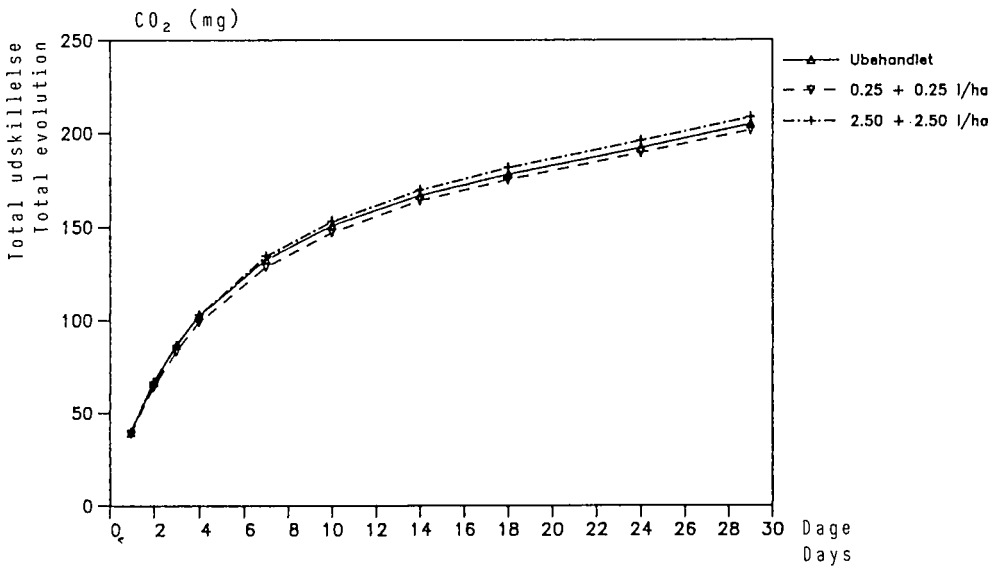
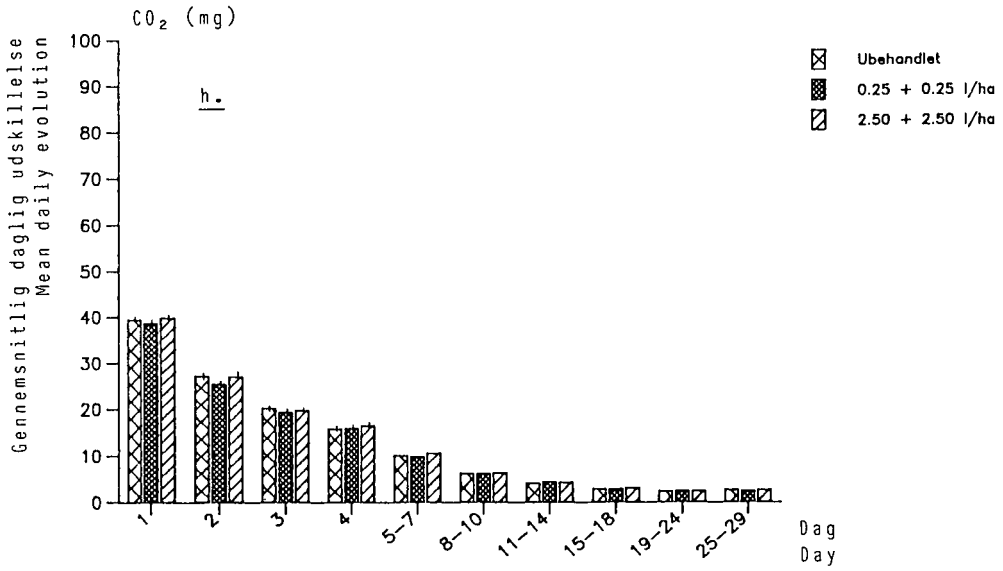












f) og 11/8 (Figur 3.5g-h). I Figur 3.5 er vist såvel den gennemsnitlige, daglige respiration som den totale, kumulerede udskillelse af CO_2 i løbet af måleperiodens 30 dage. Resultaterne er beregnet som mg CO_2 /50 g ovntør jord. I 0-1 cm lå den totale udskillelse mellem 225 og 250 mg CO_2 , mens den for 1-2 cm i det meste af perioden lå lidt lavere, mellem 200 og 250 mg. Efter tilsætning af lucernemel måltes i de første 4 dage udskillelser på mellem 10 og 70 mg CO_2 , mens den gennemsnitlige daglige udskillelse i resten af perioden var meget lav (2-10 mg). Den 22/5 (inden behandling) var der ingen forskelle i mikrobiel aktivitet mellem forsøgsleddene. Den 3/6 var der i 0-1 cm og lidt tydeligere i 1-2 cm en svagt nedsat mikrobiel aktivitet i led 3. Forskellene var dog meget små og ikke målelige efter 1 uge. Den 9/7 var der ingen forskelle at måle. Den 11/8 blev målt en svagt, forhøjet aktivitet i led 3, tydeligst i 0-1 cm.

4. DISKUSSION

4.1 METODEVALG

4.1.1 Mikrobiel respiration

Målinger af mikrobiel respiration blev foretaget i laboratoriet, efter at prøver af jord var hjemtaget fra markforsøget i vinterhvede før og efter sprøjtning. I laboratoriet kunne jordprøverne sigtes og blandes, og temperatur og vandindhold kontrolleres, så risikoen for indirekte effekter, forårsaget af plantevækst, klimatiske forhold og jordens heterogenitet, kunne minimeres.

Respiration er målt som CO_2 -udskillelse efter en metode, som er beskrevet af Petersen (1926): Efter tilsætning af vand og en passende kulstofkilde til lufttørret jord, afvejes 50-100 g jord i metaltrådnæt, som ophænges i gummipropper i lufttætte kolber. Den udviklede CO_2 opsamles i Ba(OH)_2 , hvorved der dannes BaCO_3 . Den udviklede mængde CO_2 bestemmes ved at titrere den tilbageværende Ba(OH)_2 med 0,045 N HCl. I forbindelse med de foreliggende undersøgelser blev metoden modificeret på følgende punkter: jorden blev ikke lufttørret, da dette medfører en delvis sterilisation og dermed en ændring af mikrofloraens sammensætning. CO_2 blev målt gaschromatografisk i stedet for titrimetrisk, idet GC er en simpel, følsom og nøjagtig metode til bestemmelse af CO_2 (Anderson, 1982). Metoden er desuden hurtig, da retentionstiden for CO_2 er mindre end 2 minutter. Da toppene ved brug af anbefalede kolonner er symmetriske, kan tophøjden benyttes til en kvantitativ bestemmelse (Anderson, 1982). Som yderligere arbejdsbesparelse blev jorden placeret i bunden af flaskerne, hvilket er vist at give samme resultat som ophængt i metaltrådnæt (Pedersen, 1926). Jorden blev vandet op til omtrent 90% af markkapacitet. Ved så højt vandindhold kan det ikke undgås, at jorden "klumper". Det har dog ingen indflydelse på resultaterne, idet Petersen (1926) har vist, at selv ved stærk sammenpresning af en svær

lerjord, sker der en tilfredsstillende frigivelse af CO_2 til den omgivende atmosfære. For at stimulere den mikrobielle aktivitet valgtes at tilsætte lucernemel til jordprøverne (substratinduceret respiration), som anbefalet i Somerville et al. (1985). Forsøg har vist, at lucernemel omsættes med meget stor hastighed, hvilket formodentlig skyldes dets høje indhold af kvælstof (Petersen, 1926).

Flaskerne blev inkuberet ved 25°C . Forsøg i havejord med tilsætning af 1% glucose har vist, at ved temperaturer under 17°C er CO_2 -produktionen ringe. I intervallet fra 22° til 32° steg CO_2 -produktionen på forsøgets første dag fra 70 til 153 mg CO_2 (Petersen, 1926). Jo højere temperaturer, man anvender, desto større del af den mikrobielle aktivitet kan tilskrives bakterier, idet temperaturoptimum for de fleste almindelige jordsvampe ligger omkring 25°C . Da det i det foreliggende forsøg var formålet at undersøge effekt på svampefloraen, valgtes at inkubere ved 25°C , selv om metodens følsomhed derved nedsættes.

4.1.2 Isolering af jordsvampe

Den afgørende faktor i forbindelse med forekomst og livsform hos svampe er deres heterotrofi, dvs. deres krav om adgang til organisk materiale fra deres umiddelbare omgivelser. Dette organiske materiale, som danner grundlag for svampenes energi- og næringsstofskifte findes enten i levende eller døde substrater, hvilket har muliggjort en opdeling af svampene i 3 grupper: 1) Saprotrofe svampe, som udnytter dødt, organisk materiale, som ikke er dræbt af svampen selv. 2) Nekrotrofe svampe, som er meget tæt relaterede til foregående gruppe, men som udnytter dødt, organisk materiale, som svampene selv har dræbt. De nekrotrofe svampe kan opdeles i a) obligat nekrotrofe svampe, hvis saprotrofe levevis hovedsageligt indskrænker sig til "overlevelse" i dødt, inficeret plantevæv, og b) fakultativt nekrotrofe svampe, som ernærer sig nekrotroft i det parasitiske stadium, men ellers saprotroft. 3) Biotrofe svampe, hvor organisk materiale, primært i form af

sukker og aminosyrer, udvindes af levende værtsceller (Cooke & Rayner 1984; Webster, 1984). Det er sandsynligt, at de fleste nekrotrofe svampe er i stand til at ernære sig saprotroft; derfor vil der ikke i denne tekst blive skelnet mellem disse grupper.

Som omtalt i indledningen blev der i tidligere undersøgelser rejst spørgsmål ved, om de isolerede svampe var repræsentative for jordens levende, saprotrofe svampeflora (Elmholt, 1985). Jordens saprotrofe svampe kan meget generelt - og analogt med højere planter og dyr - inddeles efter deres livsform ("life strategy"): enten udnytter organismen sin energi i en kort, hurtig vækst, ledsaget af en kraftig konidieproduktion, eller den har en langvarig, langsom vækst og en lav reproduktiv evne (Pugh, 1980). Om et miljø favoriserer den ene eller den anden livsform bestemmes af en række faktorer, som kan opdeles i "stress" og "forstyrrelse" ('disturbance'). Stress defineres som ydre begrænsninger, der hæmmer vækst (fx. næringsmangel, vandmangel, suboptimal temperatur). Forstyrrelse defineres som mekanismer, der hæmmer eller stimulerer svampen ved at forårsage hel eller delvis destruktion eller pludselig opblomstring, som fx. angreb af prædatorer og parasiter, pludselige ændringer i næringsindhold (gødskning, halmnedmuldning) eller sprøjtning med pesticider (Swift, 1984).

En svamps metabolisk aktive stadium er dens mycelium; derfor kan man stille spørgsmål ved, om tællinger af svampe har mening. Pugh (1980) pointerer, "at det er på tide, man ser myceliet for bare konidier", primært fordi der er en stor risiko for, at man overser de svampe, som er aktive i jorden som mycelium. For at få et billede af, hvilke svampe der er metabolisk aktive på et givent tidspunkt, har man forsøgt at udvikle metoder, hvor svampene isoleres fra hyfer i stedet for konidier. En meget arbejdskrævende metode er beskrevet af Warcup (1957), som overførte hyfestykker direkte fra jord til agarsubstrat. En forholdsvis enkel metode er, som nævnt i indledningen, foreslået af Chesters (1949). Han anbefalede, at man "vasker" jorden grundigt for at fjerne konidier og derefter lægger jordpartikler direkte på agar.

Denne metode blev videreudviklet og kaldes idag jordvask (soil washing technique) (Williams *et al.*, 1965; Gams & Domsch, 1967). Kvarts- og feldspatkorn, leraggregater og små, organiske partikler i form af mere eller mindre nedbrudte planterester er eksempler på sådanne partikler. Jordvask giver et mere konstant billede af svampefloraen end pladespredning (Gams & Domsch, 1969), hvorved metoden også bliver mindre følsom over for både naturlige stresseffekter og fungicideffekter.

Både ved pladespredning og jordvask vil svampene primært dække deres behov for energi og næring via dyrkningssubstratet, eventuelt suppleret med det døde organiske materiale, som ved udlægning af organiske partikler så at sige "følger svampen". Der er således tale om en udpræget saprotrof levevis, og ydermere om, at kun de svampe, som er i stand til at vokse og konkurrere med andre svampe, vil blive talt. Begge metoder er således både indirekte, fordi kun svampe som er i stand til at danne en synlig koloni registreres, og selektive, fordi de favoriserer svampe med saprotrof og fakultativ nekrotrof levevis.

4.1.2.1 Pladespredning

Pladespredning er en meget kontroversiel metode, fordi den favoriserer svampe, som har en hurtig vækst og stor konidieproduktion. Dette er i og for sig ikke overraskende, fordi svampene forsynes med en pludselig og ofte rig næringskilde i form af agarsubstratet. Disse svampes normale rolle i jord er i følge Pugh (1980) at overleve som konidier i jord, spire og vokse hurtigt for derved at udnytte nye substrater effektivt - de er "flygtige kolonisatorer" af "flygtige substrater", som er tilpasset forhold med lav stress og høj forstyrrelse. I marken ved man, at sådanne forhold kan forekomme i rhizosphæren og i den omgivende jord efter gødskning og nedmuldning af halm, hvor der sker en pludselig opblomstring af mikrofloraen. Nyere undersøgelser tyder på, at disse svampe er vigtigere for jordens aktive biomasse end hidtil antaget, idet Söderström og Erland (1986) i

undersøgelser af skovjord fandt, at sådanne svampe (Deuteromycetes og Zygomycetes) blev isoleret meget hyppigere end forventet, både ved hyfeisolering (levende hyfer) og jordvask. Forfatterne konkluderer derfor, at i den jord udgjorde de faktisk en vigtig del af den levende svampebiomasse. En sådan undersøgelse er ikke foretaget for landbrugsjord, men muligvis betyder de svampe, man isolerer med gængse teknikker, som fx. pladespredning, mere end man hidtil har regnet med. Dels derfor og dels fordi metoden er så enkel, er den anvendt sideløbende med jordvask. For yderligere at favorisere de hurtigtvoksende svampe, blev pladespredningerne foretaget på et nærings- og energirigt, naturligt substrat, V8-juice agar. Som fortyndingsmedium blev valgt Winogradsky's saltopløsning. Den har vist sig, på linie med andre fortyndingsmedier, at give CFU-tal (bakterier), som var omkring 15% større end ved fortynding i destilleret vand (Olsen & Bakken, 1986). Det er normalt passende ved totaltællinger af svampe i jord at vælge fortyndingerne 10^{-3} og 10^{-4} . Ved 10^{-3} bliver tællingerne mindre end ved 10^{-4} , fordi en del svampe skjules ved overvoksning. Derfor kunne gærsvampe ikke tælles ved denne fortynding. På den anden side medfører det større antal svampe ved 10^{-3} en større statistisk sikkerhed, hvilket ses af en lavere s.e.m. (Figur 3.3; Appendix 6). Ved pladespredning blev kun de hurtigtvoksende svampe talt med, idet alle optællinger blev foretaget efter 4 dage.

4.1.2.2 Jordvask

Jordbundsmiljøer, herunder også landbrugsjord, udviser betingelser, som svinger mellem høj stress/lav stress og høj forstyrrelse/lav forstyrrelse. Efterhånden som eventuelle substrater udtømmes, vil organismer, der kan tåle stress i form af næringsknaphed favoriseres. Disse svampe forventes at nedbryde sværttilgængelige materialer, som cellulose, lignin og huminsyre, samt substrater af dyrisk oprindelse, som kitin og keratin (Pugh, 1980). De har i følge Pugh (1980) en lav reproduktiv evne og vil primært forefindes i jorden som mycelium, hvorfor jordvask burde

være en mere hensigtsmæssig måde til at isolere dem. Da disse svampe ydermere konkurrerer bedst under forhold med næringsbegrænsning valgtes det forholdsvis næringsfattige jordekstrakt-agar som substrat.

Det betyder ikke meget for det talte antal organismer, hvilken jord der anvendes til ekstraktet (Smith & Worden, 1925). Derimod har en ny undersøgelse vist, at koldekstraktion giver 3-5 gange så høje bakterietal som autoklaveret jordekstrakt, der blev anvendt i det foreliggende forsøg (Olsen & Bakken, 1986). Det vides dog ikke, hvor stor en rolle dette spiller ved svampeundersøgelser. Der blev også isoleret flere bakterier fra koldekstraheret JEA end fra medier, som kan sammenlignes med V8-agar. Dette er fundet før, og man har ment, det kan tilskrives stoffer i jordekstrakter, som er essentielle for nogle jordboende mikroorganismer, fx. forskellige vitaminer (Smith & Worden, 1925). Mange af disse stoffer må dog forventes at blive nedbrudt ved autoklaving, hvilket kan være en af forklaringerne på, at koldekstraheret JEA giver højere kimtal end autoklaveret JEA.

Olsen & Bakken (1986) mener, at rige substrater har et stort næringsoverskud, der kan give nogle mikroorganismer et fysiologisk "chok", som kan hæmme deres fremspiring og dermed deres isolering. Det har nemlig vist sig, at mange mikroorganismer, som er vanskelige af isolere på rige medier, vokser villigt på det samme medium efter ompodning fra et næringsfattigt substrat (Olsen & Bakken, 1986). I de foreliggende forsøg er brugt en substratopskrift fra Kjöllner & Struwe (1979), hvor der foruden jordekstrakt og K_2HPO_4 er tilsat 1 g pepton, 1 g gærekstrakt og 1 g glucose/l substrat. Der findes beskrevet mange typer af JEA (Smith & Worden, 1925; Olsen & Bakken, 1986). I følge Olsen & Bakken (1986) kan JEA med et så højt indhold af organisk materiale som 1g glucose/l rubriceres blandt næringsrige substrater, og det kan derfor ikke forventes, at der pga. substratvalg isoleres andre fysiologiske typer af svampe fra JEA end fra V8.

Mange af de svampe, som kun stiller små næringskrav (stresstolerante) forventes at være sterile i kultur. Williams et al. (1965) fandt, at ved udlægning af uvaskede jordpartikler stammede 68-87% af kolonierne fra konidier, ved udlægning af vaskede partikler stammede 52-65% fra konidier. Kun 0-2% stammede fra hyfer. I de foreliggende forsøg blev det ikke undersøgt, hvor mange svampe, der voksede frem fra hhv. hyfer og konidier, men det blev kontrolleret, at vaskeproceduren var effektiv, idet kun meget få konidier blev fundet i det "sidste" vaskevand. Når så mange svampe sandsynligvis spirer fra konidier, selv om partiklerne er vaskede, skyldes det, at mange sporer skjules i organiske partikler, fx. klamydosporer af Fusarium (Gams & Domsch, 1969).

Ved en isoleringsmetode, som ikke favoriserer kraftigt sporulerende svampe, kan man forvente et større antal sterile svampe. Således fandt Warcup (1957) ved udlægning af hyfer fra landbrugsjord, at 70% af svampene var sterile. Blandt disse vil man forvente at finde de stresstolerante svampe. Det har generelt vist sig vanskeligt at reproducere Warcups resultater. Söderström & Erland (1986) fandt ved isolering af levende, FDA-aktive hyfer, at 5% var sterile, mens 3% var sterile ved jordvask (partikler af størrelsen 0,2-0,5 mm). Williams et al. (1965) fandt i forskellige jorder mellem 5 og 30% sterile isolater. Mere end 80% af de isolerede svampe sporulerede villigt i de foreliggende forsøg, hvilket heller ikke tyder på, at metoden har favoriseret stress-tolerante arter. Resultaterne tyder altså på, at hverken substratvalg eller isoleringsteknik har været optimal for stress-tolerante svampe. Man mangler derfor stadig et svar på, hvor stor en rolle svampe med lave næringskrav, som beskrevet i Pugh (1980), spiller i agerjord, og hvor følsomme disse er over for pesticider.

I forbindelse med mikrobiologiske jordbundsundersøgelser er det almindeligt at udtage en række jordprøver repræsentativt eller systematisk, sammenblande jorden grundigt og undersøge delprøver af disse sammensatte jordprøver. Ved en sådan fremgangsmåde mind-

skes de forskelle, der er mellem jordprøver, udtaget forskellige steder i marken (Parkinson et al., 1971). For at få et indtryk af denne naturlige heterogenitet i svampefloraens sammensætning blev svampe isoleret fra 40 parallelle, små jordprøver. Der blev kun undersøgt 10 partikler pr. prøve. De små prøver bestod af halvt organiske og halvt mineralske partikler. Variabiliteten var størst for de mineralske partikler (resultater ikke medtaget). Et så lille prøvemateriale medfører en stor statistisk variabilitet. Men da der i effektundersøgelserne skulle isoleres svampe fra flere forsøgsled, fra flere dybder og helst så mange gange i løbet af sæsonen som muligt, krævede praktiske hensyn, at den enkelte prøve skulle være lille. Ved undersøgelse af homogenitet viste det sig, at nogle prøver var domineret helt af en enkelt art. Derfor valgtes i markforsøget i hvede i 1986 at blande en sammensat jordprøve for hver parcel og for hver dybde og undersøge een delprøve à 10 partikler herfra, dvs. 50 partikler/forsøgsled. Selv om dette materiale er lille, sammenlignet med andre undersøgelser (Williams et al., 1965; Gams & Domsch, 1967, 1969; Elmholt, 1985), skønnedes det, at virkelige ændringer i svampefloraens sammensætning ville afsløres ved de hyppige prøveudtagninger. Ialt blev fra hver behandling undersøgt 1000 partikler fordelt på 100 prøver.

Gams & Domsch (1969) fandt, at nogle af de arter, som isoleres hyppigt fra organiske partikler, optrådte med større regelmæssighed på mineralske partikler. Desuden fandt de, at svampefloraen på mineralske partikler tilsyneladende er mere divers med mange karakteristiske, langsomtvoksende jordsvampe og færre hurtigtvoksende, primære saprotrofe svampe, muligvis fordi de langsomtvoksende svampe udkonkurreres på organiske partikler. De undersøgte 200 partikler/prøve. Kolonisationskvotient for organiske partikler er ofte 2-4 gange højere end for mineralske partikler (Williams et al., 1965), jvf. Appendix 4c. Jo større partikler, man undersøger, desto større er kolonisationskvotienten (Williams et al., 1965), og desto større bliver også frekvensen af hurtigtvoksende svampe (mange arter af Fusarium og phycomyceter), mens

frekvensen af langsomvoksende svampe, heriblandt flere karakteristiske jordsvampe, stiger ved valg af mindre partikler. I stedet for at vælge mineralske partikler, valgtes at undersøge organiske partikler med en diameter på 0,25-0,55 mm. Mindre partikler var for vanskelige at håndtere i praksis.

Selv for de forholdsvis små organiske partikler, der er anvendt ved jordvask, ligger kolonisationskoefficienten over 1, hvilket er så højt, at mange langsomtvoksende svampe udkonkurreres. Eventuelle forskelle mellem pladespredning og jordvask kan derfor udelukkende tilskrives en forskydning af balancen mellem kraftigt og mindre kraftigt sporulerende arter. Gærsvampe samt skimmelsvampe, der danner deres konidier i store mængder i et luftmycelium, som Cladosporium og Penicillium, vil blive kraftigt repræsenteret ved pladespredning. Isolater, der danner klamydosporer, som F. culmorum, A. bolleyi og isolater af Cylindrocarpum, eller arter hvis sporer fx. findes i pyknider, favoriseres ved jordvask, fordi sådanne sporer ikke så let vaskes af partiklerne (Gams & Domsch, 1969). Denne hypotese støttes af de foreliggende resultater. Således udgør Cladosporium i 0-1 cm den 16/7 i det ubehandlede led 30% af skimmelsvampene ved pladespredning, mod 7% ved jordvask. Den samme tendens ses for Penicillium, dog med meget store variationer. Gærsvampe forekommer totalt ved pladespredning med betydeligt større hyppighed end skimmelsvampe totalt, mens de ved jordvask udgør mindre end 15% af det totale antal svampe. Jordvask har således været en meget effektiv metode til fjernelse af Cladosporium spp. og gærsvampe, sandsynligvis fordi disse svampe kun har været meget løst bundet til jordpartiklerne eller har befundet sig i jordvæsk.

Hvad angår udtagningsdybde var der ingen iøjnefaldende forskelle. De primære saprotrofe svampe blev fundet i meget lave tal, fordi prøverne blev udtaget så tidligt i sæsonen. Den lidt større forekomst af hurtigtvoksende svampe (phycomyceter, fusarier) i 0-3 cm's dybde kan muligvis tilskrives et eventuelt forøget indhold af letomsætteligt organisk materiale i dette jordlag, idet mange

af disse svampe måske bør henregnes til de primære saprotrofe svampe. Karakteristiske sekundære jordsvampe, som Penicillium spp., forekommer lige hyppigt i de 3 dybder.

4.2 RISIKO FOR DIREKTE EFFEKTER PÅ JORDENS SVAMPEFLORA VED SPRØJTNING UNDER MARKFORHOLD

Som forventet er den mængde sprøjtevæske, der afsættes på jorden, meget afhængig af plantens udviklingstrin, dvs. af afgrødens tæthed. Ved tidlig sprøjtning (hvede stadium 6) blev afsat 40-50%, mens der ved sen sprøjtning (vårbyg stadium 8; hvede stadium 9) kun blev afsat 15-25% på jorden. I 1985 sås et markant fald i restindholdet af propiconazol med stigende dybde (Elmholt, 1986b). 6 uger efter sprøjtning blev der i 1-2 cm fundet 13% og i 2-3 cm's dybde 5% af den mængde, som blev fundet i 0-1 cm. Værdierne for 3-4 og 4-5 cm var under detektionsgrænsen. Der er sandsynligvis flere årsager til dette: For det første adsorberes propiconazol kraftigt til jordpartikler. For det andet fremgår det af Appendix 1a, at vandbevægelsen i det pågældende tidsrum helt overvejende var opadgående. Resultaterne af disse undersøgelser giver således ikke grund til frygt for direkte effekter på jordens mikroorganismer som følge af høje restindhold af propiconazol i jorden.

Til at underbygge disse resultater gennemførtes målinger af mikroorganismernes aktivitet (mikrobiel respiration). Figur 3.5 viser, at ved tilsætning af en letomsættelig kulstofforbindelse (lucernemel) sker der en kraftig udskillelse af CO_2 i de første 1-3 døgn. Efter yderligere 2-3 døgn antager kurverne en fladere karakter. Dette er dog ikke ensbetydende med, at de tilsatte kulstofforbindelser er fuldstændigt omdannet til CO_2 og H_2O . En del af de organiske stoffer nedbrydes kun delvist under dannelse af organiske syrer eller andre forbindelser, som danner grundlag for en yderligere omsætning, muligvis iværksat af en helt anden mikroflora end den, der oprindeligt dominerede i den pågældende jord (Petersen, 1926). De behandlingsforskelle, der er målt ved

CO₂-udvikling er så små, at de med stor sikkerhed kan tilskrives naturlig variation.

4.3 RISIKO FOR INDIREKTE EFFEKTER PÅ JORDENS SVAMPEFLORA VED SPRØJTNING UNDER MARKFORHOLD

4.3.1 Effekt på planternes overjordiske dele

Et af de bedste indicier for betydningen af indirekte effekter var korrelationen i tidligere forsøg mellem den saprotrofe svampeflora på kornets grønne blade og i jorden (Elmholt & Smedegaard-Petersen, 1988). For at undersøge, om denne sammenhæng kunne reproducere, blev der i 1985 og 1986 foretaget enkelte undersøgelser af svampefloraen på bladene. Resultaterne i Figur 3.1 og 3.2 blev opnået med bladaftryksmetoden, som ifølge Parbery et al. (1981) er en hurtig og simpel metode til isolering af bladsvampe. Metoden er dog indirekte og forbundet med en ret stor usikkerhed, bla. fordi den forudsætter, at mikroorganismen (hyfe eller konidie) "slipper" bladet og trykkes af på ageren, at den kan vokse på substratet, og at svampene er ensartet fordelt på bladene. Dette sidste er ikke tilfældet, da mange svampe er samlet i mikrokolonier (Tolstrup, 1984). Denne usikkerhed giver sig udtryk i en stor variabilitet, som ses tydeligst i hveden, hvor prøver blev udtaget flere gange i løbet af sæsonen. Fanebladet blev ikke ramt ved sprøjtning i vårbyg. En eventuel effekt på fanebladens svampeflora må derfor tilskrives translokation af sprøjtevæsken fra de behandlede dele af planten, men en sådan effekt sås ikke. Dette er i overensstemmelse med Latham & Hammond (1983) og Gisi et al. (1986), som heller ikke kunne registrere nogen translokation af betydning fra behandlede til ubehandlede blade. I hveden var fanebladet synligt ved 2. sprøjtning, og der sås en tydeligere effekt end på fanebladet i vårbyg. Effekten på fanebladet er dog lille sammenlignet med effekten på blad 2 og 3 både i byg og hvede. Engelske undersøgelser i vinterhvede har vist, at ved sprøjtning lige efter fanebladets frembrud, er effekten på aksenes svampeflora ikke stor, hvilket heller ikke

tyder på nogen stor translokation (Magan & Lacey, 1986).

I de forsøg, som tidligere er udført under danske forhold til undersøgelse af saprotrofe bladsvampes effekt på plantevækst og udbytte indgik foruden et ubehandlet forsøgsled også et led, som blev behandlet 2x med 0,5 l Tilt 250EC/ha hhv. på byggens stadium 7 og 10.5.4 (Tolstrup, 1984). Denne behandling modsvares af led 3 i vårbyg (1985), som blev sprøjtet med 1,0 l/ha, dog i een behandling. Antallet af Cladosporium spp./cm² var omkring 70/cm² i de af Tolstrup beskrevne forsøg sammenlignet med <20/cm² i de foreliggende undersøgelser (Figur 3.2). Forskellen kan muligvis forklares ved vejrforholdene, idet en tør, varm sommer er korreleret til en høj forekomst af Cladosporium, mens en kold, våd sommer uden megen sol er korreleret til en lav forekomst af Cladosporium (Fokkema, 1981). I juli 1983 faldt der således <10 mm regn på Højbakkegård (Tolstrup, 1984), mens der i juli 1985 faldt omkring 70 mm i Flakkebjerg (Appendix 1c).

Der sås en tydelig effekt som følge af fungicidbehandling på antallet af Cladosporium kolonier på bladene. Forskellene mellem det ubehandlede og de behandlede forsøgsled er større end det fremgår af Figur 3.1 og 3.2. Det skyldes, at der blev fastsat en øvre grænse for, hvor mange kolonier, der lod sig tælle, og at det antal ofte blev overskredet i det ubehandlede forsøgsled. Der skal ikke her gøres forsøg på at forklare enkeltresultater, da det falder uden for forsøgets formål.

Med udgangspunkt i hypotesen om den store betydning af indirekte effekter, kan det på grundlag af disse resultater forudses, at antallet af Cladosporium i det øverste jordlag vil være mindre i de behandlede end i det ubehandlede forsøgsled.

Gærsvampefloraen på vinterhvede blev i skotske undersøgelser foruden Sporobolomyces roseus fundet at bestå primært af Torulopsis ingeniosa, Cryptococcus laurentii, C. albidus, Rhodotorula glutinis og Trichosporon cutaneum (Flannigan & Campbell, 1977).

Fokkema (1981) har iagttaget, at gærsvampe restitueres hurtigere efter fungicidbehandling end hyfesvampe. Dette er i fuld overensstemmelse med de foreliggende resultater, hvor der på blade af vårbyg blev iagttaget en forøget forekomst af gærsvampe ca. en måned efter behandling med 1,0 l Tilt. Effekten var endnu tydeligere efter behandling med 5,0 l Tilt. Tolstrup (1984) fandt ligeledes, at skimmelsvampe (udtrykt som hyfelængde/arealenhed) påvirkes kraftigere og især af længere varighed af fungicidbehandling end gærsvampe (udtrykt som gærceller/arealenhed). Blandt gærsvampene fremgik det af hans undersøgelser, at Sporobolomyces blev udsat for en kortvarig hæmning, men at der 3 uger efter sprøjtning findes flere af denne art i det behandlede forsøgsled end i det ubehandlede forsøgsled.

Resultaterne for Epicoccum purpurascens og Aureobasidium, som syntes at blive kraftigt opformeret ved behandling med 1,0 og 5,0 l Tilt, stemmer ligeledes overens med tidligere erfaringer (Tolstrup, 1984). Disse svampe synes ikke at blive hæmmet af Tilt. Tolstrup fandt desuden, at Alternaria alternata ikke var så følsom over for Tilt, som fx. Cladosporium spp. Det samme blev fundet i det foreliggende forsøg ved behandling med op til 1,0 l Tilt. Ved behandling med 5,0 l Tilt var forekomsten af Alternaria spp. dog klart mindre. Alternaria arter synes generelt tolerante over for en lang række fungicider, dog fandt Magan & Lacey (1986) en effekt på A. alternata på fanebladet efter behandling med prochloraz, et andet af de ergosterolhæmmende fungicider. I de forsøg, som er beskrevet i Tolstrup (1984) er kun medtaget svampefloraen på de grønne blade, og da der kun indgik een behandling med Tilt, var der ikke muligt at undersøge dosisrespons af dette middel.

I de foreliggende forsøg blev svampefloraen også undersøgt på de nedre, nekrotiske blade bla. for at klarlægge, om isolater af Sphaeropsidales var hyppigt forekommende. Dette var ikke tilfældet. Det må derfor antages, at denne gruppe svampe, som blev fundet i stort tal i en tidligere undersøgelse (Elmholt &

Smedegaard-Petersen, 1988), og som var udsat en kraftig behandlingseffekt, har været jordsvampe, som sandsynligvis er blevet direkte påvirket i jorden af den intensive behandling med Ortho-Difolatan. Der kan dog også være tale om en års- eller lokalitetsbestemt variation, idet Sphaeropsidales heller ikke i det ubehandlede forsøgsled blev fundet med så store frekvenser i jorden på Flakkebjerg som i jorden på Højbakkegård. På de nekrotiske blade var effekten af Tilt over for Fusarium spp. variabel, som også beskrevet af Schwinn (1983). I de foreliggende undersøgelser tyder resultaterne på, at doser mindre end 5,0 l/ha kan medføre en opformering af Fusarium spp. på de nekrotiske blade, mens 5,0 l/ha virker hæmmende. Desuden fandtes en meget kraftig opformering af Mucor spp. efter behandling, hvilket ikke er overraskende, da mange lavere svampe er ufølsomme over for ergosterolhæmmende fungicider (Sancholle et al., 1984).

Når svampe som Epicoccum, Aureobasidium, Fusarium og Mucor opformeres på bladene efter behandling med Tilt, skyldes det enten, som for Mucors vedkommende, at svampen er ufølsom selv over for store mængder Tilt, eller at svampen er mindre følsom end dens konkurrenter, primært Cladosporium spp., som i det meste af vækstsæsonen udgør den helt dominerende del af skimmelsvampefloraen på blade (Fokkema, 1981; Tolstrup, 1984). De 3 hyppigst forekommende arter af Cladosporium på bygblade (C. cladosporioides, C. herbarum og C. macrocarpum) er alle meget følsomme over for propiconazol, selv i ganske små mængder. Der er dog ikke nødvendigvis tale om en opformering på bladene af fx. Epicoccum og Aureobasidium: Hvis en organisme forekommer i lavt antal (<0,5-1,0% af den/de dominerende organismer) vil den ofte slet ikke blive registreret i fx. pladespredning og leaf print (Flannigan & Campbell, 1977). Derfor kan fx. Epicoccum purpurascens have været på bladene i det ubehandlede led i lige så stort antal som i de behandlede forsøgsled, men være udkonkurreret på petriskålene af Cladosporium spp.

4.3.2 Naturlige stresseffekter

Variation i svampefloraens sammensætning som følge af sæsonsvingninger blev fulgt meget nøje i 1986, idet der blev udtaget jordprøver 10 gange i vinterhvede i løbet af de knapt 3 måneder, forsøget varede. En del af variationen kan skyldes svingninger i lokale forhold (mikroklima).

Gærsvampe blev isoleret i størst antal både ved pladespredning og jordvask i forsøgets første halvdel, altså i forsommeren. Dette er i overensstemmelse med tidlige danske undersøgelser, refereret af Lund (1954). Heri fandt man, at de største sæsonsvingninger forekom i overfladejorden, hvor man fandt et større antal gærsvampe i forårs månederne end i de efterfølgende sensommermåneder. Dette tilskrives effekt af solskin og tørke, idet man fandt, at mange gærceller dør ved forholdsvis lave temperaturer (35-45°C), og at sollys ofte skader cellerne. Desuden fandt man, at mange gærceller dør ved vandindhold under 7%. På den måde kan faldet i antallet af gærceller med omkring 100% den 2/6 og 25/6 (Figur 3.4) forklares ved udtørring af de øverste jordlag (vandindhold 5-7%), mens nedgangen i antal fra den 29/7 til den 11/8 snarere skyldes et faldende antal gærsvampe i jorden i sensommermånederne. Blandt de arter af gærsvampe, som blev isoleret fra jorden, dominerede Cryptococcus laurentii og C. albidus. Disse 2 arter findes som nævnt også i stort antal på blade af hvede (Flannigan & Campbell, 1977). Gærsvampenes pludselige forøgelse i jorden den 11/6 og 2/7 kan derfor skyldes tilførsel med regnvand. Herfor taler, at antallet er meget større i 0-1 cm end i 1-2 cm, samt at der blev isoleret flere gærsvampe fra de behandlede end fra det ubehandlede forsøgsled, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne fra bladundersøgelserne. Den 29/7 ses ikke nogen stigning i antallet til trods for, at der i perioden inden var faldet mere end 30 mm regn. Det skyldes næppe, at gærsvampene er udkonkurreret af skimmelsvampe eller andre mikroorganismer i jorden. Så burde de nemlig heller ikke være fundet i så stort antal den 11/6 og 9/7, hvor skimmelsvampe fandtes i lige så stort

antal som den 29/7 og 11/8. En del af forklaringen kan være, at bladene er vasket rene for gærceller. Det er dog mere sandsynligt, at temperaturforholdene i det øverste jordlag har været ugunstige i sensommeren, eller at der er sket betydende ændringer i vand-og/eller næringsforhold i jorden. Gunstige vand- eller næringsforhold i forsommeren er måske årsagen til en opblomstring af gærsvampene i både 0-1 og 1-2 cm. Resultaterne tyder på det, da den procentuelle forøgelse den 11/6 og 9/7 er omtrent den samme i begge dybder.

Resultaterne for skimmelsvampene følger i alt væsentligt resultaterne for gærsvampene, dog stiger antallet i løbet af vækstsæsonen, mens det falder for gærsvampene. Resultaterne er ved pladespredning også for skimmelsvampenes vedkommende tæt korreleret til jordens vandindhold, idet der den 11/6 og 9/7 ses en forøget forekomst, mens der isoleres færre svampe i den tørre periode herimellem.

4.4 EFFEKT PÅ JORDENS SVAMPEFLORA VED BEHANDLING MED TILT 250EC UNDER MARKFORHOLD

Retningslinierne for rutinemæssige undersøgelser af pesticiders effekter på jordens mikroorganismer foreskriver brug af anbefalet dosering og 10x anbefalet dosering (Somerville *et al.*, 1985). Disse retningslinier er dog lavet m.h.p. laboratorieforsøg, hvor man uden vanskeligheder kan forøge dosis. I et markforsøg vil en så kraftig forøgelse af doseringen ofte medføre bivirkninger for plantevæksten. Det fald i udbyttet, som i 1985 blev registreret ved behandling med 5,0 l/ha i forhold til 1,0 l/ha, kan sandsynligvis tilskrives svidningsskader. Lignende svidningsskader sås ikke i hveden i 1986, hvor den samme dosis (5,0 l/ha) blev delt over 2 sprøjtninger.

I 1985 viste effektundersøgelserne kun meget små forskelle mellem forsøgsleddene. Kun for antallet af phycomyceter ses en dosisafhængig effekt, idet disse isoleredes i højere tal, jo kraf-

tigere behandlingen med Tilt 250EC havde været. Dette er ikke overraskende, da man ved, at phycomyceter generelt er ufølsomme for propiconazol (Sancholle et al., 1984). Der ses endvidere en stigning i kolonisationskvotienten fra den første til den anden udtagning, sandsynligvis på grund af et stigende næringsindhold i jorden.

I vinterhvede sås ved jordvask en forøgelse i forekomsten af gærsvampe den 28/5, og samtidigt en statistisk signifikant dosisafhængig effekt. Afgrøden blev sprøjtet den 27/5. Muligvis er der her tale om en direkte effekt på gærceller på jordoverfladen. Den 25/6 efter 2. sprøjtning sås en tilsvarende, dog meget mindre og ikke signifikant dosisafhængig effekt. I 1-2 cm sås ingen dosisafhængig effekt. Ved jordvask sås kun ganske små effekter på gærsvampe, som blev isoleret i ringe antal. Det viser, at gærcellerne har været løst bundet til jordpartiklerne, måske har de befundet sig på overfladen af partiklerne og/eller i jordvæsken, hvilket støtter hypotesen om, at de er tilført jorden i stort antal fra de overjordiske plantedele, sandsynligvis med regnvand.

Den forøgede forekomst af skimmelsvampe sås kun ved pladespredning, ikke i samme grad ved jordvask. Den kan tilskrives en forøget forekomst af konidier, enten fordi kraftigt sporulerende svampe er opformeret, eller fordi konidier er tilført jorden. For en tilførsel udefra taler, at langt de fleste svampe er isoleret i 0-1 cm. Desuden ses, at Cladosporium spp. udviser en helt klar dosisafhængig effekt, samt at denne slægts forekomst er tydeligt korreleret til jordens vandindhold. Det vides, at Cladosporium spp. spredes lettere med vanddråber end med "tør" luft, at konidier ofte frigøres i klumper fra plantemateriale, og at der god korrelation mellem regnmængde og indhold af Cladosporium konidier i luft (Harvey, 1967). Det er dog sandsynligt, at Cladosporium spp., som sikkert andre af skimmelsvampene, desuden opformerer i jorden, sandsynligvis som følge af et forøget indhold af næringsstoffer i jorden (Swift, 1976). Måske er en del lettilgængelige næringsstoffer skyllet af bladene med de intensive regnbyger.

Blandt de svampe, som ikke kan være tilført fra overjordiske plantedele er Penicillium spp., som er karakteristiske sekundære saprotrofe svampe. Det er interessant at iagttage, at disse svampe overhovedet ikke synes påvirket af behandlingen, hverken direkte eller indirekte. Hvis en del af den indirekte effekt på det totale antal skimmelsvampe skyldes forskelle i jordens indhold af næringsstoffer mellem det behandlede og det ubehandlede forsøgsled, kunne man også forvente en effekt på Penicillium spp. - dog med det "men", at disse svampe først går ind i nedbrydningsforløbet på et senere tidspunkt, hvor det organiske materiale er mere omsat og hvor konkurrencen fra primære saprotrofe svampe er mindsket. Andre karakteristiske jordsvampe, som er isoleret ved jordvask, fx. F. tabacinum, blev heller ikke påvirket. Det tyder på, at disse svampe har befundet sig i inaktive stadier i udtagningsperioden. Det er dog ikke nødvendigvis ensbetydende med, at de ikke spiller en vigtig rolle i det videre nedbrydningsforløb af jordens organiske materiale, som vist i nye undersøgelser (Søderstrøm & Erland, 1986), men snarere med, at deres betydning er større i efterårs- og vintermånederne. For Fusarium spp. (excl. F. tabacinum) sås ved jordvask en svag dosisafhængig effekt. For at vurdere, om det skyldes tilfældig variation eller om det kan tilskrives direkte eller indirekte effekter, er det nødvendigt med artsbestemmelser af hvilke arter, der dominerer på bladene, og at sammenholde disse resultater med artssammensætningen i jorden. Disse undersøgelser er for nærværende igang med den motivering, at flere arter af Fusarium kan optræde som 'minor pathogens' på rødder af korn. En ændring i artssammensætning af Fusarium på halmen som følge af fungicidbehandling kan derfor få konsekvenser for etablering af en efterfølgende afgrøde.

KONKLUSION

Selv om nogle svampe er meget følsomme over for selv ganske små mængder af Tilt 250EC, der blev anvendt som repræsentant for de ergosterolhæmmende fungicider, viste resultater af afsætningsforsøg og målinger af mikrobiel aktivitet i jordprøver, udtaget i marken, at risikoen for eventuelle direkte effekter på jordens mikroorganismer som helhed som følge af kontakt med det udsprøjtede fungicid er meget lille og højest findes i de allerøverste cm. Dette er i overensstemmelse med undersøgelser af fx. herbiciders effekter på jordens mikroorganismer. Det støtter antagelsen om, at indirekte effekter har større betydning under markforhold.

En af de indirekte effekter fungicidsprøjtningen kan få, er at der tilføres varierende mængder af svampe "udefra", i dette tilfælde fra det overjordiske plantemateriale (med regn, ved nedfald af konidier eller ved tilførsel af planterester). Undersøgelser af bladsvampefloraen viste, at Cladosporium spp. blev kraftigt hæmmet ved brug af Tilt 250EC, mens antallet af Epicoccum purpurascens, Aureobasidium, Mucor og specielt gærsvampe var meget større i de behandlede end i det ubehandlede led. Cladosporium konidier kan transporteres med regndråber, og det sås, hvordan stigninger i jordens vandprocent faldt sammen med stigninger i antallet af Cladosporium spp. i jorden. Da der samtidigt sås en kraftig behandlingseffekt samt langt flere konidier af Cladosporium i den øverste end i den næstøverste cm, er det sandsynligt, at disse svampe var blevet tilført ovenfra. Cladosporium forekommer normalt heller ikke i så stort tal i jorden. Effekten i jorden har derfor været indirekte i form af en afspejling af behandlingseffekten på de overjordiske plantedele. Det samme gælder for gærsvampene, idet de arter, som blev fundet i jorden, også forekommer på bladene. Gærsvampene blev også fundet i langt det største antal i øverste cm, og efter de kraftige regnskyl blev der isoleret flere gærsvampe fra de behandlede end fra det ubehandlede forsøgsled.

Disse resultater stammer fra pladespredning. Ved jordvask, hvor mange af de konidier, som befinder sig i jordvasken eller er løst bundet til jordpartiklerne, bliver vasket af, var forskellene mellem forsøgsleddene i næsten alle tilfælde så små, at de i vidt omfang skyldes naturlig variation. Tendenserne svarede dog i næsten alle tilfælde til resultaterne fra pladespredningsforsøgene.

Sandsynligvis skyldes det bla. en forøgelse i næringsindholdet i jorden, at der blev isoleret flere skimmelsvampe i sensommer end i forår og forsommer. Dette kunne kun vises ved pladespredning i det foreliggende forsøg, men er også tidligere vist ved jordvask.

Et af de væsentligste argumenter for, at de målte effekter på netop nogle af de primære saprotrofe svampe var indirekte, er at karakteristiske jordsvampe som Penicillium spp. og Fusarium tabacinum ikke på samme måde blev fundet i størst tal i øverste cm, for Penicilliums vedkommende blev der endog fundet flest i næstøverste cm. Disse svampe fandtes desuden med lige stor frekvens hele sæsonen, og de blev overhovedet ikke påvirket af fungicidbehandlingen. Andre karakteristiske jordsvampe blev fundet i for lille antal til at vurdere en eventuel effekt.

Sammenfattende kan det konkluderes, at det kunne lade sig gøre at måle ganske store dosisafhængige effekter på bla. Cladosporium og gærsvampe, isoleret fra jordprøver, men at disse resultater afspejlede behandlingen af de overjordiske plantedele. De øvrige behandlingseffekter er små og kan sandsynligvis i stor udstrækning tilskrives naturlig variation. Fungicideffekterne var under alle omstændigheder meget små i forhold til de effekter, svampefloraen er udsat for som følge af naturlige stresseffekter, i det foreliggende forsøg primært forårsaget ved svingninger i jordens vandindhold.

ERKENDTLIGHED

Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd takkes for økonomisk støtte i perioden 1/6 1985 til 1/6 1987 til gennemførelse af projektet (j.nr. 13-3618). Planteværnscentret i Flakkebjerg og dets medarbejdere takkes for de fine arbejdsbetingelser, der blev etableret i forbindelse med projektet. Carlsbergs Mindelegat takkes for 25.000 til anskaffelse af en sterilbænk i forbindelse med projektets igangsættelse.

En særlig varm tak til projektets tekniske medarbejdere, laborant Alice Binder og miljøtekniker Kresten Andersen for et meget stort, ansvarsfuldt og selvstændigt arbejde i forbindelse med prøveudtagning, isolering og rendyrkning af svampe.

Tak til lich. tech. Jens Frisvad og lic. tech. Ulf Thrane, Institut for Bioteknologi, DTH, for hjælp ved artsbestemmelser af *Penicillium* og *Fusarium* samt til professor A. Stenderup, Aarhus Universitet, for bestemmelser af gærsvampe. Vid. ass. O. Permin og landbrugstekniker Uffe Larsen takkes for praktisk hjælp og vejledning i forbindelse med markforsøg.

Tak også til projektets faglige støttegruppe, Professor V. Smedegaard-Petersen, KVL, Afdelingsbestyrer F. Eiland, SPL, Vid.ass. B. Nielsen, PVC, Vid.ass. A. Helweg, PVC, C. Hansen, Miljøstyrelsen og A.B. Hald, Center for Jordøkologi, for mange gode og inspirerende diskussioner. For kritisk gennemlæsning af manuskriptet takkes A. Helweg, B. Nielsen og Forstander K. Tolstrup, Forædlingsstationen i Vandel.

SAMMENDRAG

Med baggrund i det store forbrug af ergosterolhæmmende fungicider er der gennemført forsøg til belysning af disses effekt på jordens svampeflora under markforhold. Forsøgene blev for hovedpartens vedkommende udført i et markforsøg i vinterhvede (Flakkebjerg, lerjord) med Tilt 250EC. Foruden et ubehandlet kontrolled indgik et forsøgsled med anbefalet dosering (0,5 l/ha) og et led med 10 x anbefalet dosering. Sprøjtningerne blev delt med halv dosis den 27. maj og halv dosis den 17. juni. Jordprøver blev udtaget 10 gange i perioden 22. maj til 11. august i dybderne 0-1 cm og 1-2 cm.

Effekter på mikroorganismer kan være direkte (kontakt mellem midlet og organismen) eller indirekte (fx. ændringer i mikroorganismens levevilkår som følge af pesticidanvendelsen). Specielt under markforhold kan inddirekte effekter spille en stor rolle. Resultater af afsætningsforsøg og målinger af mikrobiel aktivitet viste, at risikoen for en direkte effekt på pløjelagets svampeflora som følge af fungicidrester i jorden efter sprøjtning under almindelige forhold er meget lille.

Både for gær- og skimmelsvampe sås meget store svingninger i antallet i løbet af prøveudtagningsperioden. I en vis udstrækning for gærsvampene, men især for skimmelsvampene, var disse svingninger nøje korreleret til svingninger i jordens vandindhold. Gærsvampe forekom hyppigst i forsommeren, mens antallet af skimmelsvampe steg kraftigt mod høst. Også udtagningsdybden havde stor betydning, idet der blev isoleret langt flere svampe i jord fra 0-1 cm end fra 1-2 cm. Cladosporium, som er en dominerende svamp på plantemateriale, men mindre hyppig i jord, blev isoleret i størst tal i 0-1 cm og var tydeligt dosisafhængigt påvirket af fungicidbehandlingen. Det samme var gærsvampe omend i mindre udstrækning. Forekomsten af karakteristiske jordsvampe som Penicillium spp. og Fusarium tabacinum blev til gengæld ikke påvirket af fungicidet. Da både Cladosporium og et stort antal gærsvampe

kan være tilført jorden, sandsynligvis med regnvand, er der grund til at tro, at de fleste af de målte effekter er indirekte og ikke forårsaget ved direkte kontakt mellem jordsvampe og fungicid i det øverste jordlag. Sammenfattende kan det konkluderes, at effekter som følge af fungicidbehandling gennemgående har været små sammenlignet med de svingninger, som kan tilskrives variation forårsaget af udtagningstidspunkt og dybde.

SUMMARY

The purpose of the present study was to elucidate the effect of an EBI fungicide (Tilt 250EC) on non-target soil fungi under field conditions. The fungi were isolated from a field trial in winter wheat (Flakkebjerg, clay), to which Tilt had been applied in recommended (0.5 l/ha) and 10x recommended doses. The fungicide was applied on May 27th and June 17th (half dose each time). Soil samples were taken in depths of 0-1 and 1-2 cm 10 times during the period from May 22nd to August 11th 1986.

Side-effects on microorganisms may be either direct (contact between pesticide and organism) or indirect (e.g. habitational changes due to the use of a pesticide). Indirect effects may be very important especially under field conditions. Measurements of spray deposits and microbial activity in soil, taken from the field, showed that the risk of direct effects of fungicide application is very small under normal conditions.

The seasonal fluctuations in the number of yeasts and Hyphomycetes were big compared to effects due to fungicide application, and the seasonal fluctuations were mostly correlated to the soil moisture content. Yeast fungi were isolated with great frequency in the early summer, while the Hyphomycetes dominated in the late summer. Fungi were isolated with much greater frequency from 0-1 cm than from 1-2 cm. A dose-response effect was seen on the number of Cladosporium spp. and yeast fungi, while the number of

characteristic soil fungi such as Penicillium spp. and Fusarium tabacinum was not affected at all.

REFERENCIELISTE

Anderson, J.P.E. (1982) Soil respiration. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, pp. 831-871. Madison, USA.

Anderson J. R. (1978) Some Methods for Assessing Pesticide Effects on Non-Target Soil Microorganisms and Their Activities, pp. 247-533. In: Hill I. R. and S. J. L. Wright (eds). Pesticide Microbiology. Academic Press, London.

Atlas, R.M. & R. Bartha (1981) Microbial Ecology. Fundamentals and Applications, pp. 483-510. Addison Wesley, Redding Mass.

Atlas, R.M., D. Pramer, and R. Bartha (1978) Assessment of pesticide effects on non-target soil microorganisms. Soil Biol. Biochem., 10, 231-239.

Audus, L.J. (1970) The action of herbicides and pesticides on the microflora. Meded. Rijksfak. Landbouw. Gent 35, 465-492.

Barron, G.L. (1968) The Genera of Hyphomycetes in Soil. The Williams and Wilkins Co., Baltimore.

Booth, C. (1977) Fusarium. Laboratory guide to identification of the major species. CMI, Kew. Surrey, England.

Burgess, L.W. & C.H. Liddell (1983) Laboratory Manual for Fusarium Research. Fusarium Research Laboratory, Dept. of Plant Pathology and Agricultural Entomology, University of Sidney.

Campbell, R.C. (1974) Statistics for biologists. Cambridge University Press, Cambridge.

Chesters, C.G.C. (1949) Concerning fungi inhabiting soil. Presidential Address. Trans. Br. Myc. Soc. 32, 197-216.

Cook, K.A. & M.P. Greaves (1987) Natural Variability in Microbial Activities, pp. 15-45. In: Somerville, L. & M.P. Greaves. Pesticide Effects on Soil Microflora. Taylor & Francis, London.

Cooke, R.C. & A.D.M. Rayner (1984) Ecology of Saprotrophic Fungi. Longman Inc., New York.

Domsch, K. H. (1960) Das Pilzspektrum einer Bodenprobe. Arch. Mikrobiol. 35, 181-195.

Domsch, K.H., W.Gams & T.-H. Anderson (1980) Compendium of Soil Fungi, Vol 1-2. Academic Press, London.

Domsch, K.H., G. Jagnow & T.-H. Anderson (1983) An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. Residue Rev. 86, 65-105.

Edgington, L.V., K.L. Khew & G.L. Barron (1971) Fungitoxic Spectrum of Benzimidazole Compounds. Phytopathology 61, 42-44.

Eisenhardt, A. R. (1975) Influence of the insecticide Phoxim on symbiotic and non-symbiotic nitrogen fixation determined by the acetylene reduction method. Tidsskr. Planteavl 79, 254-258.

Elmholt S. (1985) Undersøgelse af svampefloraens sammensætning i jord ved behandling med Ortho-Difolatan FW og Tilt 250EC. Hovedopgaverapport ved Plantepatologisk Afdeling, KVL.

Elmholt S. (1986a) Problemer ved pesticidanvendelsen. Mikroflora, pp. 177-189. I: Pesticider. En statusrapport. Beretning nr. Sl820. Statens Planteavlfsforsøg, København.

Elmholt S. (1986b) Utilsigtede effekter på jordens svampeflora ved brug af Tilt 250EC i korn. Statens Planteavlfsforsøg, Planteværnscentret. 3. Danske Planteværnskonference, I, 323-342.

Elmholt S. & A. Helweg (1987) Måling af pesticiders indflydelse på jordens mikroorganismer. Statens Planteavlfsforsøg, Planteværnscentret. 4. Danske Planteværnskonference, I, 15-34.

Elmholt, S. & V. Smedegaard-Petersen (1988) Side-effects of Field Applications of 'Propiconazol' and 'Captafol' on the Composition of Non-target Soil Fungi in Spring Barley. J. Phytopath. In Press

Fischer, J. (1981) Fluorescent Tracer Method for Analysis of Spray Deposits in the Field. CIBA-GEIGY Ltd., Report 21/81, Les Barges, Switzerland, 12 pp.

Flannigan, B. and I. Campbell (1977) Pre-harvest mould and yeast florae on the flag leaf, bracts and caryopsis of wheat. Trans. Br. mycol. Soc. 69, 485-494.

Flegel, T.W. (1980) Semipermanent microscope slides of microfungi using a sticky tape technique. Can. J. Microbiol. 26, 551-553.

Fokkema, N.J. (1981) Fungal leaf saprophytes, beneficial or detrimental? In: Blakeman, J.P. (ed.). Microbial Ecology of the Phylloplane, pp. 433-454. Acad. Press, London.

Foster, M.G. & D.J. McQueen (1977) Multiple Applications of Benomyl. Effects on Non-Target Soil Fungi. Bull. Env. Cont. Tox. 17, 468-476.

Gams, W. (1971) Cephalosporium-artige Schimmelpilze (Hyphomycetes). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Gams, W. & K.H. Domsch (1967) Beiträge zur Anwendung der Bodenwaschtechnik für Isolierung von Bodenpilze. Arch. Mikrobiol. 58, 134-144.

Gams, W. & Domsch, K.H. (1969) The Spatial and Seasonal Distribution of Microscopic Fungi in Arable Soils. Trans. Br.

Myc. Soc. 52, 301-308.

Gisi, U., E. Rimbach, H. Binder, P. Altwegg, and U. Hugelshofer (1986) Biological Profile of SAN619F and Related EBI-Fungicides, pp. 857-864. In: British Crop Protection Conference, Vol. II.

Greaves, M.P., S.A. Cooper, H.A. Davies, J.A.P. Marsh & G.I. Wingfield (1978) Methods of analysis for determining the effects of herbicides on soil microorganisms and their activity. Weed Research Organisation, Technical Report no. 45, Oxford.

Greaves, M.P., N.J. Poole, K.H. Domsch, G. Jagnow & W. Verstraete (1980) Recommended tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora. Weed Research Organization. Technical Report no.59, Oxford.

Grossbard, E. (1970) An appraisal of the criteria by which to measure the effect of herbicides on the soil microflora. Meded. Rijksfak. Landbouw. Gent 35, 515-530.

Harley, J.L. (1971) Fungi in Ecosystems. Presidential Address. Trans. Br. Myc. Soc. 59, 653-668.

Harvey, R. (1967) Air-spora studies at Cardiff. I. Cladosporium. Trans. Br. mycol. Soc. 50, 479-495.

Helweg, A. (1972a) Chlorfenvinphos; bestandighed og indflydelse på nitrogenomsætningen i jord. Tidsskr. Planteavl 76, 519-527.

Helweg, A. (1972b) I Chlorthiamids bestandighed i jord. II Chlorthiamid og dichlobenils indflydelse på CO₂-udskillelse, ammonifikation og nitrifikation i jord. Tidsskr. Planteavl 76, 145-155.

Helweg, A. (1973) Undersøgelser over fungicidet benomyl i jord. II. Benomyls indflydelse på jordbundens mikroflora. Tidsskr. Planteavl 77, 375-384.

Helweg, A. (1983a) Mikrobiologisk nedbrydning og effekt af maleinhydrazid, carbendazim og 2-aminobenzimidazol i jord. Statens Planteavlsforsøg, Planteværnscentret, Flakkebjerg.

Helweg, A. (1983b) Influence of the fungicide iprodione on respiration, ammonification and nitrification in soil. *Pedobiologia* 25, 87-92.

Helweg, A. (1986) Side-effects caused by pesticide combinations, pp. 385-393. In Jensen, V., A. Kjøller, and L.H. Sørensen (eds). *Microbial Communities in Soil*. FEMS Symposium no.33. Elsevier, London.

Hofer, I., T. Beck & P. Wallnöfer (1971) Der Einfluss des Fungizids Benomyl auf der Bodenmikroflora. *Pfl. Krankh.* 7, 398-405.

Ingham, E.R. (1985) Review of the effects of 12 selected biocides on target and non-target soil organisms. *Crop Prot.* 4, 3-32.

Jagnow, G. (1984) Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Mikroorganismen und mikrobielle Umsetzungen im Boden. *Angew. Bot.* 58, 61-66.

Jensen, H.L. (1962) The Influence of Herbicidal Chemicals on Soil Metabolism and the Zymogenic Soil Microflora. *Recent Progress in Microbiology*. Univ. of Toronto Press 8, 249-256.

Jensen, H.L. (1963) Carbon Nutrition of Some Microorganisms Decomposing Halogensubstituted Aliphatic Acids. *Acta Agric. Scand.* 13, 404-412.

Jensen, H.L. (1964) Om indvirkningen af dinitro-orthocresol, dinitrobutylphenol og 2,4-dinitrophenol på jordrespirationen. *Tidsskr. Planteavl* 68, 185-195.

Kendall, M. and A. Stuart (1977) The Advanced Theory of Statistics, Vol. 1. Griffin & Comp. Ltd., London.

Kjølholt J. (1986) Udviklingstendenser i landbrugets anvendelse af pesticider. 23pp. Miljøstyrelsens Center for Jordøkologi, Søborg.

Kjøller, A. & S. Struwe (1979) Øvelsesvejledning i mikrobiel økologi. Afdeling for mikrobiel økologi, Københavns Universitet.

Landbrugsministeriet (1972) Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser. Landbrugsministeriet, København.

Landbrugsstatistikken (1981) Danmarks Statistik, København.

Landbrugsstatistikken (1985) Danmarks Statistik, København.

Latham, A.J. & J.M. Hammond (1983) Control of *Cladosporium caryogenum* on Pecan Leaves and Nut Shucks with Propiconazole (CGA-64250). Plant Dis. 67, 1136-1139.

Levin, S.A. & K.D. Kimball (1984) New Perspectives in Ecotoxicology. Environmental Management 8, 375-442.

Lund, A. (1954) Studies on the Ecology of Yeasts. Munksgård, Copenhagen. 132 pp.

Magan, N. and J. Lacey (1986) The phylloplane microflora of ripening wheat and effect of late fungicide applications. Ann. appl. Biol. 109, 117-128.

Malkomes, H.P. (1985) Einfluss eines Fungicids und dessen Kombinationen mit einem Phospholipid auf Bodenbiologische Aktivitäten unter Labor- und Gewächshausbedingungen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. 37, 59-63.

Malkomes, H.-P. & B. Wöhler (1983) Testing and Evaluating Some Methods to Investigate Side Effects of Environmental Chemicals on Soil Microorganisms. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 7, 284-294.

Olsen, R.A. & L.R. Bakken (1987) Viability of Soil Bacteria: Optimization of Plate-Counting Technique and Comparison Between Total Counts and Plate Counts Within Different Size Groups. *Microb. Ecol.* 13, 59-74.

Parkinson D., T.R.G. Gray & S.T. Williams (1971) Methods for Studying the Ecology of Soil Microorganisms. IBP Handbook No. 19. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Parbery, I.H., J.F. Brown, and V.J. Bofinger (1981) Statistical methods in the analysis of phylloplane populations. In: Blakeman, J.P. (ed.). *Microbial Ecology of the Phylloplane*, pp. 433-454. Acad. Press, London.

Petersen, E.J. (1926) Forholdet mellem jordens kulsyreproduktion, kemiske tilstandsform og mikrobiologiske aktivitet. *Tidsskrift for Planteavl* 32, 625-675.

Pugh, G.J.F. (1980) Strategies in fungal ecology. *Trans. Br. Myc. Soc.* 75, 1-14.

Sancholle, M., J.D. Weete & C. Montant (1984) Effect of Triazoles on Fungi: 1. Growth and Cellular Permeability. *Pestic. Bioch. Physiol.* 21, 31-44.

Schwinn, F.J. (1983) Ergosterol Biosynthesis Inhibitors. An Overview of Their History and Contribution to Medicine and Agriculture. *Pestic. Sci.* 15, 40-47.

Smedegaard-Petersen, V. (1982) The Effect of Defence Reactions on the Energy Balance and Yield of Resistant Plants. In: Wood,

R.K.S. (ed.). Active Defence Mechanisms in Plants. Plenum Press, New York.

Smiley, R.W. & M.M. Craven (1979) Fusarium Species in Soil, Thatch and Crowns of Poa Pratensis Turfgrass Treated with Fungicides. Soil Biol. Biochem. 11, 355-363.

Smith, S.N. & G.J.F. Pugh (1984) Pertubations in soil activity caused by agrochemicals, pp. 63-91. In: Woodbine, (ed.). Antimicrobials and Agriculture.

Smith, N.R. & S. Worden (1925) Plate Counts of Soil Microorganisms. J. Agric. Res. 31, 501-517.

Somerville, L. & M.P. Greaves (1987) Pesticide Effects on Soil Microflora. Taylor & Francis, London.

Somerville L. M.P. Greaves, K.H. Domsch, W. Verstraete, N.J. Poole, H. van Dijk, and J.P.E. Anderson (1985) Recommended laboratory tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora, 29pp. Proceedings of the 3rd International Workshop, Cambridge.

Swift, M.J., (1976) Species diversity and the structure of microbial communities in terrestrial habitats, pp. 185-222. In: Anderson, J.M. and A. Macfadyan (eds), 1976. The role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Swift, M.J. (1984) Microbial Diversity and Decomposer Niches, pp. 8-15. In: Klug, N.J. & N.J. Reddy (eds). Current Perspectives in Microbial Ecology. A.S.M. Washington.

Söderström B. E. & S. Erland (1986) Isolation of Fluorescein Diacetate Stained Hyphae From Soil by Micromanipulation. Trans. Br. Myc. Soc. 86, 465-468.

Tolstrup, K. (1984) Saprophytic fungi in the phyllosphere of barley and their effects on the plants' growth and grain yield. Thesis for the degree of licentiate. Royal Vet. and Agric. Univ., Copenhagen.

Torstensson, N.T.L. (1979) Effects of pesticides on soil organisms. 2. Microorganisms. Naturvårdsverket, rapport snv pm 1208, 152 pp.

Wainwright, M. (1977) Effects of fungicides on the microbiology and biochemistry of soils - a review. Z. Pflanzenernaehr. Bodenk. **140**, 587-603.

Warcup, J.H. (1957). Studies on the Occurrence and Activity of Fungi in a Wheatfield Soil. Trans. Br. Myc. Soc., **40** 237-262.

Webster, J. (1980) Introduction to Fungi. Cambridge University Press, Cambridge.

Wendler, R. & D. Gadkari (1986) Influence of the Fungicides Bayleton, Desmel, Sportak, and Corbel on Nitrification. Zentralbl. Mikrobiol. **141**, 141-149.

Wessén B., A. Helweg & L. Torstensson (1978) Sidoeffekter av carbendazim. Växtskyddsnotiser **4**, 193-200.

Williams, S.T., D. Parkinson & N.A. Burgess (1965) An examination of the soil washing technique by its application to several soils. Plant and Soil **22**, 167-186.

Zelles, L., I. Scheunert, and F. Korte (1986) Comparison of Methods to Test Chemicals for Side Effects on Soil Microorganisms. Ecotoxicology and Environmental Safety **12**, 53-69.

APPENDIX 1.

Meteorologiske data for perioden 1/6-31/8 1985, målt ved klimastation 'Flakkebjerg'.

a. Vandbalance (nedbør-korrigeret vandfordampning)

b. Temperatur (2m), målt kl. 8

c. Nedbør

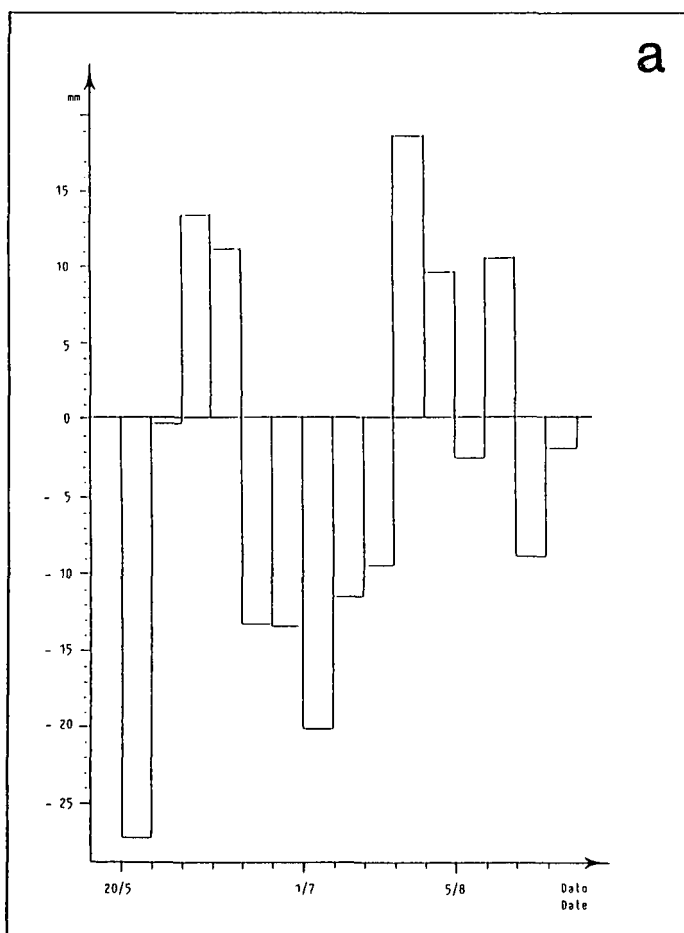
APPENDIX 1.

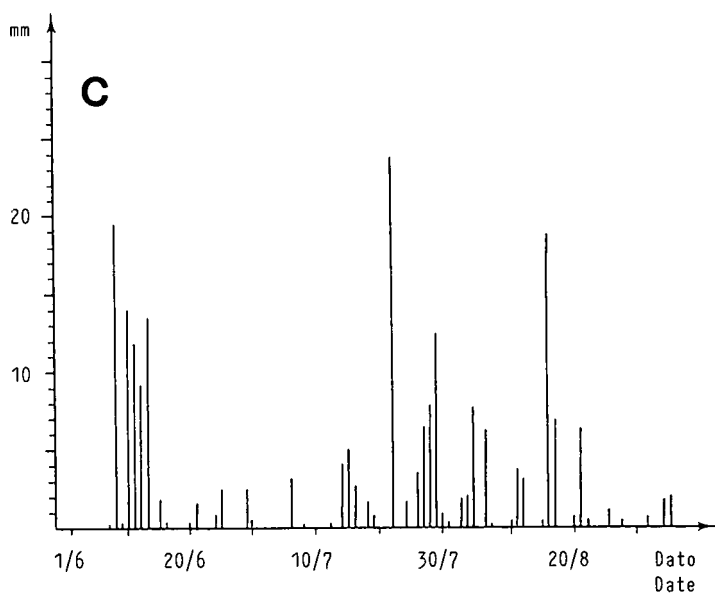
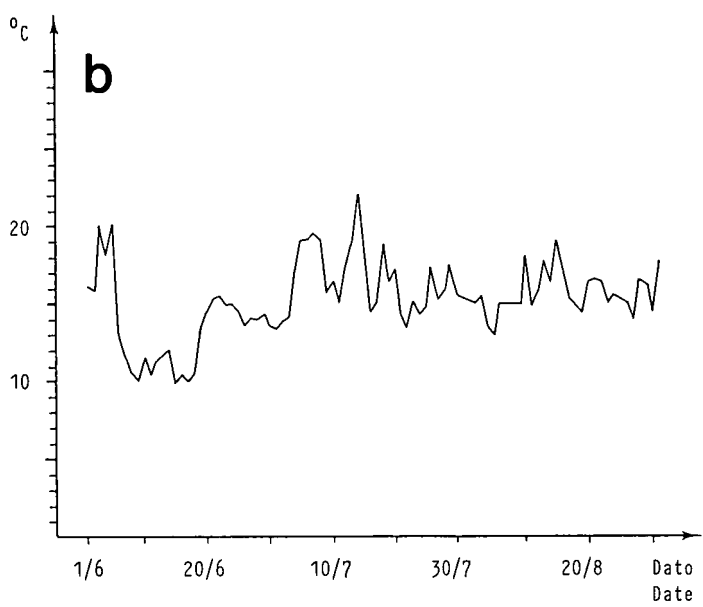
Meteorological data for the period of June 1st to August 31st 1985, measured at the meteorological station 'Flakkebjerg'.

a. Water balance (precipitation-evaporation)

b. Temperature (2m), measured at 8 a.m.

c. Precipitation





Meteorologiske data for perioden 1/5-31/8 1986, målt ved klima-station 'Flakkebjerg'.

d. Vandbalance (nedbør-korrigeret vandfordampning)

e. Temperatur (2m), målt kl. 8

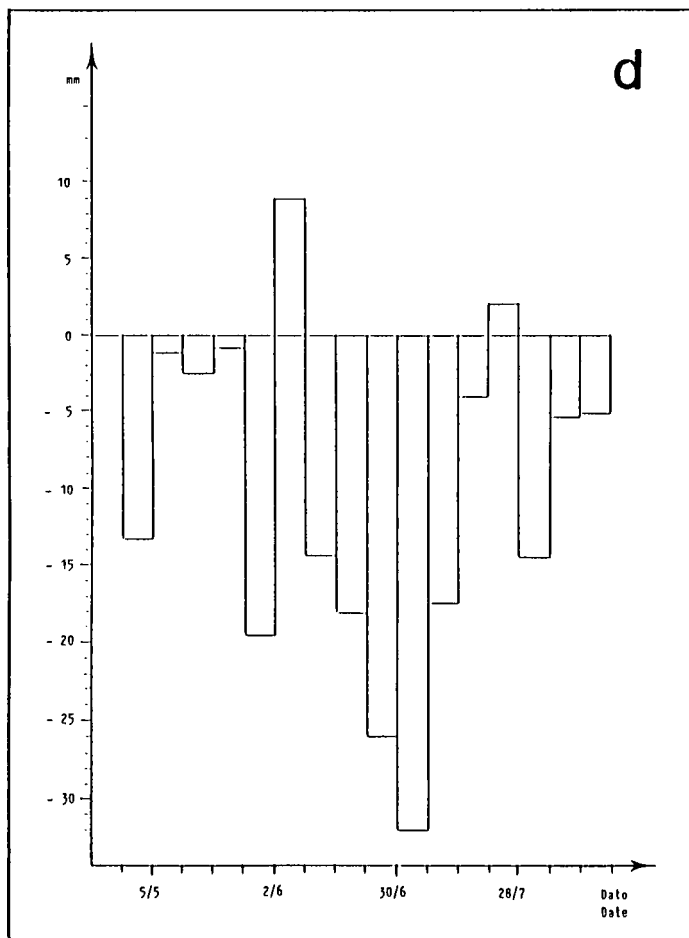
f. Nedbør

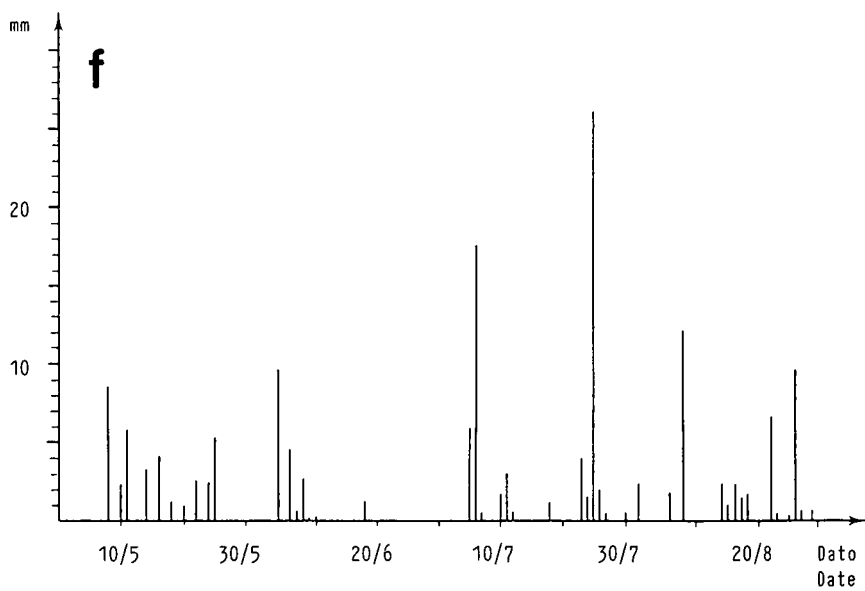
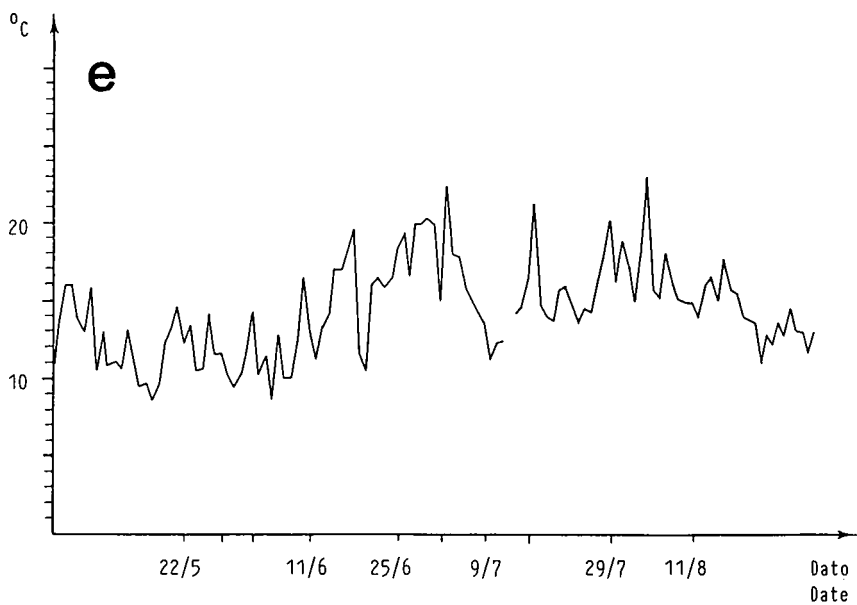
Meteorological data for the period of May 1st to August 31st 1986, measured at the meteorological station 'Flakkebjerg'.

a. Water balance (precipitation-evaporation)

b. Temperature (2m), measured at 8 a.m.

c. Precipitation





Beskrivelse af jordtype fra markforsøg (gennemsnitsværdier, n=3).

g Vårbyg

h Vinterhvede

Some characteristics of the soil type from the field trials (means, n=3).

g Spring barley

h Winter wheat

g		Enhed, unit
Dybde, depth	0-3	cm
pH _{CaCl}	6,4	
Tekstur, texture		%
Grovsand	24,0	0,2-2 mm
Finsand	41,4	0,02-0,2 mm
Silt	14,4	0,002-0,02 mm
Ler	17,5	< 0,002 mm
Humus	2,7	
Total N	0,159	%
C/N	10	
Ft	8,1	
Pt	3,8	
CEC	17,86	mækv./100 g jord
Partikelmassefylde (Particle density)	2,608	g/cm ³

h	I	II	Enhed, unit
Dybde, depth	0-1	1-2	cm
pH _{CaCl}	5,4	5,4	
Tekstur, texture			%
Grovsand	9,0	8,7	0,2-2 mm
Finsand	40,0	41,0	0,02-0,2 mm
Silt	25,3	24,7	0,002-0,02 mm
Ler	23,3	23,2	< 0,002 mm
Humus	2,4	2,4	
Total N	0,175	0,167	%
C/N	8	8	
Ft	9,9	9,3	
Pt	5,8	4,4	
CEC	18,85	19,60	mækv./100 g jord
Partikelmassefylde (Particle density)	2,628	2,628	g/cm ³
Volumenvægt (0-15 cm) (n=6) (bulk density)	1,46		g/cm ³

APPENDIX 2.

Substrater, anvendt ved isolering og rendyrkning af jordsvampe.

V8-juice agar (V8-agar)

V8-juice 200 ml (Campbell's V8-grøntsagsjuice); CaCO_3 3,0 g ("let fældet"); Destilleret vand 800 ml; Ingredienserne blandes og gives et kort opkog, hvorefter suspensionen filtreres gennem et osteklæde ned i en 1 liter flaske. Herefter tilsættes: Agar 15 g (Difco 0140-01); Destilleret vand ad 1000 ml; Autoklavering 20 min. ved 121°C.

Jordekstraktagar (JEA)

Glucose 1,0 g (Merck 8342); Pepton 1,0 g Gærekstrakt 1,0 g (Difco 0127-01); $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ 1,3 g (Merck 5099); Agar 15,0 g (Difco 0140-01); Jordekstrakt 400 ml*) Destilleret vand ad 1000 ml. Ingredienserne blandes, pH indstilles på 6,5-6,7 og agaren tilsættes. Autoklaveres 20 min. ved 121°C.

*) Jordekstrakt: 1 kg jord (skal stamme fra ikke-pesticidbehandlede områder) + 1000 ml postevand autoklaveres i 45 min. ved 121°. Henstand, helst til næste dag, for at jorden kan bundfældes. Filtreres gennem store filtre (30 cm ø) til filtratet er klart.

Antibiotika

Som antibiotika til hæmning af bakterievækst anvendes pr. liter substrat: 100 mg penicillin-G (benzylpenicillin) Sigma pen-na (1670 units/mg) og 150 mg streptomycinsulfat Sigma S-6501 (750 units/mg).

Winogradsky's fortyndingsmedium

$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ 6,5 g (Merck 5099); $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 2,5 g (Merck 5886) NaCl 2,50 g (Merck 6404); $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0,05 g (Merck 3965); $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,03 g (Merck 5963); destilleret vand ad 1000 ml. Ingredienserne afvejes, og vandet tilsættes. Omrystes til det hele er opløst. pH indstilles på 7,2, og opløsningen stilles i køleskab. Til fremstilling af Fortynding 1:20 tilsættes 50 ml stamopløsning til 950 ml destilleret vand.

Potato Sucrose Agar (PSA)

Kartoffelekstrakt 500 ml *); Sucrose 20 g; Agar 15 g; Destilleret vand ad 1000 ml; Ingredienserne blandes, og pH indstilles på 6,5-7,0.

*) Kartoffelekstrakt er kogevand fra 1800 g skiveskårne, skrællede kartofler, son er indpakket i osteklæde og kogt 10 min. i 4,5 l vand. Ekstraktet kan efter autoklavering 20 min. ved 121°C opbevares i kølerum.

Special Nutrient-low Agar (SNA)

KNO_3 1,0 g (Merck 5063); Glucose 0,2 g (Merck 8342); Sucrose 0,2 g (Merck 7651); KH_2PO_4 1,0 g (Merck 4873); $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0,5 g (Merck 5886); KCl 0,5 g (Merck 4936); Agar 15 g (Difco 0140-01); Destilleret vand ad 1000 ml; Blandes og autoklaveres 20 min. ved 121°C.

0,1 % Maltekstraktagar (0,1 % MEA)

Maltekstrakt 1,0 g (Difco 0186-01-5); Agar 15 g (Difco 0140-01); Destilleret vand ad 1000 ml; Ingredienserne blandes og autoklaveres 20 min. ved 121°C. Efter afkøling tilsættes antibiotika.

APPENDIX 3.

Autornavne på slægter og arter af svampe, beskrevne i Tabel 3.4 og Appendix 4.

<i>Absidia glauca</i> Hagem 1908	<i>F. culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc. 1895	<i>Periconia macrospinos</i> Lefebvre & A.G. Johnson 1949
<i>Acremonium</i> Link ex Fr. 1821	<i>F. dimerum</i> Penzig 1882	<i>Phialophora</i> Medlar 1915
<i>Alternaria</i> Nees ex Fr. 1821	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Ramichloridium schulzeri</i> (Sacc.) de Hoog 1977
<i>Arthrinium</i> Kunze ex Fr. 1821	<i>F. flocciferum</i> Corda 1828	<i>Scolecobasidium constrictum</i> Abbott 1927
<i>Aureobasidium</i> Viala & Boyer 1891	<i>F. merismoides</i> Corda 1838	<i>Scopulariopsis</i> Bain. 1907
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill. 1912	<i>F. oxysporum</i> Schlecht. 1824 emend. Snyd. & Hans. 1940	<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr. 1833
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Nocca & Balb. 1821	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 1881	<i>Tetracladium setigerum</i> (Grove) Ingold 1942
<i>Chrysosporium</i> Corda 1833	<i>F. tabacinum</i> (Van Beyma) W. Gams 1968	<i>Trichocladium opacum</i> (Corda) Hughes 1952
<i>C. merdarium</i> (Link ex Grev.) Carm. 1962	<i>F. tricinatum</i> (Corda) Sacc. 1886	<i>Trichoderma</i> Pers. ex Fr. 1821
<i>C. pannorum</i> (Link) Hughes 1958	<i>Geotrichum candidum</i> Link ex Leman 1821	<i>Trichosporiella cerebriiformis</i> (de Vries & Kleine-Natrop) W. Gams 1971
<i>Cladosporium</i> Link ex Fr. 1821	<i>Gliocladium roseum</i> Bain. 1907	<i>Ulocladium</i> Preuss 1851
<i>C. cladosporioides</i> (Fres.) de Vries 1952	<i>Hormiactis candida</i> Hohn. 1924	<i>Verticillium</i> Nees ex Link 1824
<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray 1821	<i>Hymicola</i> Traaen 1914	<i>V. tenerum</i> (Nees ex Pers.) Link 1824: Fr. 1832
<i>Cochliobolus</i> Drechsler 1934	<i>H. grisea</i> Traaen 1914	<i>Volutella ciliata</i> Alb. & Schw. ex Fr. 1832
<i>Cylindrocarpon</i> Wollenw. 1913	<i>Microdochium bolleyi</i> (Sprague) de Hoog & Hermanides-Nijhof 1977	
<i>Dendryphon nanum</i> (Nees ex Gray) Hughes 1958	<i>Mortierella</i> Coemans 1863	
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. ex Schlecht. 1824	<i>Mucor</i> Mich. ex St.-Am. 1821	
<i>Exophiala jeanselmei</i> (Langeron) McGinnis & Padhye 1977	<i>Myrothecium verrucaria</i> (Alb. & Schw.) Ditm. ex Steudel 1824	
<i>Fusarium</i> Link ex Fr. 1821	<i>Paecilomyces</i> Bain. 1907	
<i>F. avenaceum</i> (Fr.) Sacc. 1886	<i>P. marquandii</i> (Massee) Hughes 1951	
	<i>Penicillium</i> Link ex Fr. 1821	

APPENDIX 4. Metodeforsøg (jordvask).

a.

Svampefloraen i parallelt udtagede jordprøver. Prøverne er udtaget i vårbyg (17/6) i 0-3 cm's dybde.

a.

The composition of soil fungi in replicate soil samples. Samples were taken in spring barley on June 17th from a depth of 0-3 cm.

JORDPRØVE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Absidia glauca</i>												1			1					
<i>Acremonium</i>							1					1					1		1	1
<i>Alternaria</i>																				
<i>Aureobasidium</i>																				
<i>Botrytis cinerea</i>											1									
<i>Cephalosporium-lignende</i>					1							2								
<i>Cladosporium</i>				1																
<i>C. cladosporioides</i>																				
<i>C. herbatum</i>																	1			
<i>Cochliobolus</i>																				
<i>Cylindrocarpum</i>		1				2											1		1	1
<i>Exophiala jeanselmei</i>																				
<i>Fusarium</i>		1		1		1	1	2		2		2						1	1	1
<i>F. avenaceum</i>																				
<i>F. culmorum</i>								2	1						1	2	2	1		
<i>F. dimetum</i>						1														
<i>F. flocciferum</i>			1	1																
<i>F. merismoides</i>										1										
<i>F. oxysporum</i>																				
<i>F. tabacinum</i>			1																	
<i>F. tricinctum</i>										1										
<i>Gliocladium roseum</i>																		1		
Gær										1										
<i>Humicola</i>																	1		1	
<i>H. grisea</i>																		1		
<i>Microdochium bolleyi</i>			1	1	3	2			1			1								
<i>Mortierella</i>		1	2		1		1	1		1	1				2					
<i>Mucor</i>																				
<i>Myrothecium verrucaria</i>						1														
<i>Paecilomyces</i>				1																
<i>P. marquandii</i>						1														
<i>Penicillium spp.</i>		1	1			1			1	2	1	1						1	2	1
<i>Phialophora</i>																				
<i>Phycomyces</i>			1	1			2	1			1	2	1		1			1		1
<i>Ramichloridium schulzeri</i>																		1		
<i>Sphaeropsidales</i>					1			1												
<i>Stemphylium botrynum</i>				1																
Sterile isolater			1	1		1	1		3	2		2	1			2		1	2	
<i>Trichoderma</i>		1		1													1	1	1	
<i>Trichosporiella cerebriiformis</i>												1	1							
Uidentificerede isolater																				1
Overvoksede isolater		1			2	2		1	1	1						2	1	1	1	2
IALT		6	7	5	10	7	7	8	7	8	7	12	3	0	7	5	8	10	10	8
Partikler undersøgt		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Kolonisationskvotient		0.6	0.7	0.5	1.0	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	1.2	0.3	0.0	0.7	0.5	0.8	1.0	0.8

JORDPRØVE	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Ialt	
Absidia glauca																					2	
Acremonium				1	1					2	3		1	1						1	15	
Alternaria							1														1	
Aureobasidium																1					1	
Botrytis cinerea																					1	
Cephalosporium-lignende																					3	
Cladosporium					2												1				4	
C. cladosporioides				1																	1	
C. herbarum																					1	
Cochliobolus																1					1	
Cylindrocarpon		1	1							1	2							1			12	
Exophiala jeanselmei								1			1										2	
Fusarium				1	1			1						2		1	1				20	
F. avenaceum																2					2	
F. culmorum		1	1		1	4	1	3	2	1	2	2					1				28	
F. dimerum																					1	
F. flocciferum						1															3	
F. merismoides																					1	
F. oxysporum						1			1	2								1			5	
F. tabacinum																					1	
F. tricinctum							1														2	
Gliocladium roseum																					1	
Gea				1			1									1		1			5	
Humicola																1					3	
H. grisea									1												2	
Microdochium bolleyi		1			1			1		1		1		1		1					16	
Mortierella		1		2	2			1		1			1	2	2				2		24	
Mucor								1	1			1		1							4	
Myrothecium verrucaria																					1	
Paecilomyces						1					1	1									4	
P. marquandii																					1	
Penicillium spp.				1	1	1		1	1		1		2				1	2		1	24	
Phialophora												1									1	
Phycomycetes				1					1				2				1	1		1	19	
Ramichloridium schulzeri																					1	
Sphaeropsidales				1										1		1					5	
Stemphylium botryosum		1				1									1						4	
Sterile isolater		1	2		2		2	2		1	1	2		3	3	2	1	3		1	43	
Trichoderma														1	1						7	
Trichosporiella cerebriformis																1					3	
Uidentificerede isolater				1				1			2										5	
Overvoksede isolater		3	4			1		1	1	1		1	2	2	1	1					34	
IALT		10	10	5	12	7	7	10	9	7	10	9	10	14	12	10	11	10	4	2	2	314
Partikler undersøgt		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	400	
Kolonisationskvotient		1,0	1,0	0,5	1,2	0,7	0,7	1,0	0,9	0,7	1,0	0,9	1,0	1,4	1,2	1,0	1,1	1,0	0,4	0,2	0,79	

b.

Svampefloraen i jordprøver, udtaget den 21/6-85 i dybde 0-3 cm, 3-5 cm og 5-10 cm.

b.

The composition of soil fungi, isolated from depths of 0-3 cm, 3-5 cm, and 5-10 cm. Samples were taken on June 21st.

DYBDE (cm)	0 - 3	3 - 5	5 - 10	Ialt
<i>Absidia glauca</i>	1		1	2
<i>Acremonium</i>	5	3	5	13
<i>Alternaria</i>	2		5	7
<i>Aureobasidium</i>	9	8	5	22
<i>Chrysosporium</i>	1		1	2
<i>C. pannorum</i>		1		1
<i>Cladosporium</i>	3	1	4	8
<i>C. herbarum</i>	1		1	2
<i>Cylindrocarpon</i>	5	7	8	20
<i>Exophiala jeanselmei</i>			1	1
<i>Fusarium</i>	23	10	13	46
<i>F. avenaceum</i>	1		1	2
<i>F. culmorum</i>	7	8	8	23
<i>F. dimerum</i>	1			1
<i>F. equiseti</i>		1	2	3
<i>F. flocciferum</i>	2		1	3
<i>F. merismoides</i>	1	2		3
<i>F. oxysporum</i>	1	2	1	4
<i>F. solani</i>			1	1
<i>F. tabacinum</i>	7	5	5	17
<i>Gliocladium roseum</i>	1	1	2	4
Gær	2	1	4	7
<i>Humicola</i>	3	6	5	14
<i>H. grisea</i>			1	1
<i>Microdochium bolleyi</i>	1	2	2	5
<i>Mortierella</i>	33	35	31	99
<i>Mucor</i>	14	8	12	34
<i>Paecilomyces</i>	1			1
<i>P. marquandii</i>		1		1
<i>Penicillium spp.</i>	25	22	30	77
<i>Phycomycetes</i>	31	19	18	68
<i>Ramichloridium schulzeri</i>		1		1
<i>Sphaeropsidales</i>	1		1	2
Sterile isolater	46	48	55	149
<i>Trichoderma</i>		1		1
<i>Ulocladium</i>	1			1
<i>Verticillium</i>	2	2	1	5
Uidentificerede isolater	5	6	1	12
Overvoksede isolater	26	18	19	63
IALT	262	219	244	725
Partikler undersøgt	260	260	260	780
Kolonisationskvotient	1.01	0.84	0.94	0.93

C.

Svampeflora på organiske og mineralske partikler. Jordprøver udtaget 17/6, 5/7 og 16/8.

C.

The composition of soil fungi, isolated from organic and mineral soil particles. Samples were taken on June 17th, July 5th, and August 16th.

PARTIKELTYPE	Organisk	Mineralsk	Ialt
Absidia glauca	1	1	2
Acremonium	8	9	17
Alternaria	8	3	11
Aureobasidium	1		1
Botrytis cinerea	1		1
Cephalosporium-lignende	5		5
Chrysosporium	1		1
C. pannorum		1	1
Cladosporium	4		4
C. cladosporioides	1	2	3
C. herbarum	2	3	5
Cylindrocarpum	10	6	16
Epicoccum purpurascens	2		2
Exophiala jeanselmei		3	3
Fusarium	41	6	47
F. avenaceum	1		1
F. culmorum	20	2	22
F. dimerum	1		1
F. flocciferum	2		2
F. merismoides		1	1
F. solani	1		1
F. tabacinum	8	3	11
F. tricinctum	1		1
Gliocladium roseum	1	1	2
Gær		25	25
Hormiactis candida		1	1
Humicola	4		4
H. grisea	2	1	3
Microdochium bolleyi	11	3	14
Mortierella	20	5	25
Mucor	7	1	8
Myrothecium verrucaria	3	2	5
Paecilomyces	1	2	3
P. marquandii		1	1
Penicillium spp.	19	15	34
Phialophora	1		1
Phycomycetes	19	3	22
Ramichloridium schulzeri	2	4	6
Sphaeropsidales	7	7	14
Stemphylium botryosum	1		1
Sterile isolater	25	17	42
Tetracladium setigerum		1	1
Trichoderma	5	2	7
Trichosporiella cerebriiformis		4	4
Ulocladium	4		4
Verticillium tenerum		1	1
Volutella ciliata	2	1	3
Uidentificerede isolater	14	6	20
Overvoksede isolater	48	10	58
IALT	315	153	468
Partikler undersøgt	240	300	540
Kolonisationskvotient	1.31	0.70	0.87

d.

Svampeflora på partikler af forskellig størrelse. Jordprøver udtaget 3/1 1986.

d.

The composition of soil fungi on soil particles of different size. Samples were taken on January 1st 1986.

MÅSKEVIDDE (mm)	0,125	0,25	0,55	0,9	Ialt
Absidia glauca			5	4	9
Acremonium		2	1	1	4
Arthrinium	1				1
Beauveria bassiana	2	1			3
Cephalosporium-lignende		1		2	3
Chrysosporium		1	1		2
Cladosporium herbarum				1	1
Cylindrocarpon		1		2	3
Epicoccum purpurascens			1		1
Exophiala jeanselmei	1	1			2
Fusarium	3		2	5	10
F. avenaceum			3	1	4
F. culmorum	1		3	4	8
Gær	2	1			3
Humicola		1			1
Microdochium bolleyi	1			1	2
Mortierella				3	3
Mucor	1	1	2	2	6
Paecilomyces	7	3	6	4	20
P. marquandii	1	1	3		5
Penicillium spp.	1	1	4	4	10
Phialophora		1			1
Phycomycetes			3	9	12
Sphaeropsidales	1				1
Sterile isolater	11	18	9	8	46
Trichoderma		2	1		3
Verticillium		1			1
Uidentificerede isolater	4	6	5	4	19
Overvoksede isolater	1		10	12	23
IALT	38	43	59	67	207
Partikler undersøgt	40	40	40	40	160
Kolonisationskvotient	0.95	1.08	1.48	1.68	1.29

e.

Effekt af sprøjtning med Tilt 250EC i vårbyg på sammensætning af svampeflora, isoleret ved jordvask. Jordprøver udtaget den 21/6 1985 i dybde 0-3 cm.

e.

Effect of application of Tilt 250EC in spring barley on the composition of fungi, isolated by soil washing. The soil samples were taken on June 21st 1985 in 0-3 cm.

FORSØGSLED (Tilt250EC 1/ha)	Ubeh.	0,2	1,0	5,0	Ialt
Absidia glauca	1				1
Acremonium		3	3		6
Alternaria	1	1			2
Aureobasidium	1	3	2	2	8
Chrysosporium pannorum		1			1
Cladosporium		1		2	3
C. herbarum	1				1
Cylindrocarpon	1	1		3	5
Fusarium	7	5	4	7	23
F. avenaceum				1	1
F. culmorum	2	2	1	2	7
F. dimerum		1			1
F. flocciferum	1			1	2
F. merismoides				1	1
F. oxysporum			1		1
F. tabacinum	4	1	2		7
Gliocladium roseum		1			1
Gær			1	1	2
Humicola		2	1		3
Microdochium bolleyi			1		1
Mortierella	7	9	9	7	32
Mucor	6	1	4	3	14
Paecilomyces			1		1
P. marquandii				1	1
Penicillium spp.	6	5	8	6	25
Phycomycetes	6	13	7	6	32
Sphaeropsidales			1		1
Sterile isolater	4	21	8	13	46
Ulocladium				1	1
Verticillium		1	1		2
Uidentificerede isolater	1		2	2	5
Overvoksede isolater	7	6	4	8	25
IALT	56	78	61	67	262
Partikler undersøgt	60	70	70	60	240
Kolonisationskvotient	0.93	1.11	0.87	1.12	1.09
Partikler m/ vækst	41	59	50	47	197

f.

Effekt af sprøjtning med Tilt 250EC i vårbyg på sammensætning af svampeflora, isoleret ved jordvask. Jordprøver udtaget den 5/7 1985 i dybde 0-3 cm.

f.

Effect of application of Tilt 250EC in spring barley on the composition of fungi, isolated by soil washing. The soil samples were taken on July 5th 1985 in 0-3 cm.

FORSØGSLED (Tilt250EC 1/ha)	Ubeh.	0,2	1,0	5,0	Ialt
Absidia glauca			3		3
Acremonium	3			3	6
Alternaria	1	2	3	1	7
Aureobasidium	1	2	1	1	5
Botrytis cinerea		1		1	2
Cephalosporium-lignende				2	2
Chrysosporium	1			5	6
Cladosporium	1		1		2
C. cladosporioides		1	1		2
C. herbarum	1		2		3
Cochliobolus			2		2
Cylindrocarpon	4	3	4	3	14
Fusarium	13	6	16	13	48
F. culmorum	5	5	4	6	20
F. tabacinum	2	1	5	2	10
Geotrichum candidum			2		2
Gliocladium roseum		1		1	2
Gær		1			1
Humicola	1		4	1	6
Microdochium bolleyi	2	5	4	2	13
Mortierella	5	1	7	3	16
Mucor	4	5	4	5	18
Myrothecium verrucaria		1			1
Paecilomyces	1				1
Penicillium spp.	5	2	4	4	15
Phycomycetes	6	12	9	10	37
Sphaeropsidales	2		3	3	8
Sterile isolater	6	8	3	6	23
Trichoderma	1	1			2
Ulocladium	3	1			4
Volutella ciliata	1	1	4	6	12
Uidentificerede isolater	5	3	4	3	15
Overvoksede isolater	18	20	21	20	79
IALT	92	83	111	101	387
Partikler undersøgt	60	60	60	60	240
Kolonisationskvotient	1.53	1.38	1.85	1.68	1.61

APPENDIX 5 Statistisk behandling af resultater af jordvask.

a.

χ^2 -tests til sammenligning af antal partikler med svampevækst mellem forsøgsleddene indbyrdes i markforsøg i vårbyg (se afsnit 3.6.7.). I skemaet er anført χ^2 -værdier med signifikansniveauer: * $p < 0,05$. ** $p < 0,01$. *** $p < 0,001$.

Led	1	2	3
2	5,57*		
3	0,04	2,65	
4	2,08	0,42	0,49

Led	1	2	3
2	---		
3	2,32	2,32	
4	0,03	0,03	0

b.

χ^2 -tests til sammenligning af antal partikler med svampevækst mellem forsøgsleddene indbyrdes i markforsøg i vinterhvede (se afsnit 3.6.7.). I skemaet er anført χ^2 -værdier med signifikansniveauer: * $p < 0,05$. ** $p < 0,01$. *** $p < 0,001$.

22/5	Led	1	2
0-1	2	0,41	
	3	0,07	1,41

11/6	Led	1	2
1-2	2	0,07	
	3	0,07	0,07

16/7	Led	1	2
0-1	2	4,64*	
	3	0,07	2,78

22/5	Led	1	2
1-2	2	0,11	
	3	4,16*	4,16*

25/6	Led	1	2
0-1	2	0	
	3	0,41	1,00

16/7	Led	1	2
1-2	2	1,19	
	3	6,63**	1,69

28/5	Led	1	2
0-1	2	0,04	
	3	1,63	0,49

25/6	Led	1	2
1-2	2	0,11	
	3	0,35	0,35

29/7	Led	1	2
0-1	2	2,17	
	3	0,28	0,49

28/5	Led	1	2
1-2	2	0	
	3	0	0,09

2/7	Led	1	2
0-1	2	0,09	
	3	0,08	0,09

29/7	Led	1	2
1-2	2	0	
	3	2,43	1,03

2/6	Led	1	2
0-1	2	0	
	3	0	0,09

2/7	Led	1	2
1-2	2	0,61	
	3	1,13	0

11/8	Led	1	2
0-1	2	0,09	
	3	0,11	0,09

2/6	Led	1	2
1-2	2	0,61	
	3	0,18	0

9/7	Led	1	2
	2	1,41	
	3	7,56**	1,92

11/8	Led	1	2
1-2	2	1,63	
	3	4,54*	12,34***

11/6	Led	1	2
0-1	2	0,09	
	3	0,67	0,67

9/7	Led	1	2
1-2	2	2,08	
	3	0,49	5,49*

APPENDIX 6.

Statistisk behandling af resultater af pladespredning. For de 3 forsøgsled er vist gennemsnitsresultater (CFU x 10⁵/g tør jord) med s.e.m. (n=15). For hvert udtagningstidspunkt er resultaterne sammenlignet indbyrdes med t-test, og for resultater efterfulgt af forskellige bogstaver, er forskellen statistisk sikker (p<0,05).

SKIMMELSVAMPE, ialt 0-1 cm 10⁻³

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	2,1±0,1 ^a	2,7±0,2 ^a	2,6±0,2 ^a	4,0±0,7 ^a	2,4±0,1 ^a	2,6±0,2 ^a	5,4±0,3 ^a	6,0±0,3 ^a	5,1±0,3 ^a	4,9±0,2 ^b
Led 2	2,3±0,2 ^a	2,7±0,2 ^a	2,7±0,1 ^a	3,9±0,3 ^a	2,5±0,1 ^a	2,7±0,1 ^a	5,0±0,2 ^a	3,7±0,4 ^b	5,0±0,5 ^a	3,6±0,3 ^a
Led 3	2,2±0,1 ^a	3,1±0,2 ^a	2,5±0,1 ^a	3,6±0,2 ^a	2,3±0,1 ^a	2,8±0,2 ^a	4,4±0,3 ^b	3,6±0,3 ^b	2,7±0,3 ^b	3,5±0,2 ^a

SKIMMELSVAMPE, ialt 0-1 cm 10⁻⁴

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	4,0±0,6 ^a	3,6±0,4 ^a	4,0±0,6 ^a	9,5±0,9 ^a	3,7±0,8 ^a	5,1±0,6 ^a	9,0±1,1 ^b	10,9±1,1 ^a	9,5±2,2 ^a	7,3±0,7 ^a
Led 2	3,2±0,5 ^a	3,7±0,4 ^a	5,0±0,7 ^a	6,0±0,5 ^b	4,8±0,6 ^a	6,1±0,5 ^a	11,8±1,0 ^a	10,9±2,0 ^a	7,9±0,7 ^a	5,8±0,6 ^a
Led 3	3,7±0,6 ^a	4,0±0,5 ^a	3,6±0,4 ^a	5,3±0,6 ^b	3,8±0,5 ^a	5,5±0,6 ^a	8,8±0,7 ^b	8,6±0,8 ^a	5,4±0,8 ^a	7,3±0,7 ^a

SKIMMELSVAMPE, ialt 1-2 cm 10⁻³

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	2,1±0,2 ^a	2,2±0,3 ^a	2,1±0,1 ^a	3,1±0,1 ^a	2,3±0,1 ^a	2,5±0,1 ^a	4,0±0,3 ^{ab}	4,0±0,3 ^a	4,2±0,3 ^a	3,6±0,2 ^a
Led 2	2,3±0,2 ^a	2,1±0,1 ^a	2,4±0,1 ^a	2,9±0,2 ^a	2,1±0,2 ^a	2,6±0,3 ^a	3,5±0,2 ^b	3,0±0,3 ^b	2,7±0,1 ^b	2,7±0,1 ^b
Led 3	1,9±0,1 ^a	2,0±0,1 ^a	2,3±0,1 ^a	3,3±0,2 ^a	2,2±0,1 ^a	3,1±0,2 ^b	4,4±0,2 ^a	2,5±0,2 ^b	2,8±0,1 ^b	2,6±0,1 ^b

SKIMMELSVAMPE, ialt 1-2 cm 10⁻⁴

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	3,9±0,4 ^a	2,4±0,4 ^a	3,4±0,4 ^a	4,9±0,5 ^a	4,4±0,9 ^a	3,5±0,7 ^a	5,9±0,2 ^b	8,7±1,2 ^a	6,1±0,8 ^a	5,8±0,5 ^a
Led 2	3,8±0,5 ^a	2,0±0,4 ^a	3,4±0,5 ^a	5,0±0,7 ^a	3,6±0,5 ^a	5,0±0,8 ^a	9,8±1,1 ^a	5,9±1,0 ^b	5,2±0,5 ^a	4,0±0,5 ^b
Led 3	2,9±0,5 ^a	2,0±0,4 ^a	3,1±0,4 ^a	4,2±0,6 ^a	3,1±0,4 ^a	5,1±0,7 ^a	7,8±0,8 ^{ab}	4,9±0,7 ^b	6,4±0,8 ^a	4,3±0,4 ^b

CLADOSPORIUM 0-1 cm 10⁻³

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	0,6±0,1	0,6±0,1	0,8±0,1	1,0±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	1,6±0,2	1,8±0,1	1,5±0,2	1,4±0,1
Led 2	0,7±0,1	0,7±0,1	0,5±0,1	0,9±0,1	0,2±0,1	0,3±0,0	1,0±0,1	0,9±0,1	1,3±0,4	1,2±0,2
Led 3	0,7±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1	0,6±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,3	0,6±0,1

CLADOSPORIUM 0-1 cm 10⁻⁴

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	0,8±0,2	0,7±0,1	0,8±0,2	1,5±0,3	0,4±0,2	0,3±0,2	1,9±0,4	2,5±0,4	4,6±2,3	1,8±0,4
Led 2	1,3±0,3	0,8±0,2	0,9±0,3	0,8±0,2	0,6±0,2	1,0±0,3	1,9±0,4	3,0±0,6	1,5±0,3	1,2±0,3
Led 3	0,8±0,2	0,8±0,2	0,4±0,2	1,0±0,2	0,4±0,2	0,7±0,2	0,6±0,2	1,4±0,3	1,1±0,8	0,3±0,2

CLADOSPORIUM 1-2 cm 10⁻³

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	0,20±0,0	0,2±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	0,2±0,0	0,1±0,0	0,7±0,1	0,5±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1
Led 2	0,4±0,1	0,2±0,0	0,3±0,0	0,3±0,1	0,1±0,1	0,1±0,0	0,4±0,0	0,3±0,1	0,3±0,0	0,2±0,0
Led 3	0,3±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,4±0,1	0,1±0,0	0,2±0,1	0,3±0,0	0,1±0,0	0,1±0,4	0,1±0,0

CLADOSPORIUM 1-2 cm 10⁻⁴

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	0,4±0,2	0,3±0,1	0,2±0,1	0,4±0,2	0	0,4±0,1	1,2±0,4	0,9±0,3	1,4±0,4	0,5±0,2
Led 2	0,5±0,2	0,1±0,1	0,4±0,1	0,6±0,2	0,3±0,1	0,5±0,3	1,4±0,4	0,7±0,3	0,3±0,1	0,2±0,1
Led 3	0,3±0,1	0,4±0,2	0,3±0,1	0,5±0,2	0,1±0,1	0,1±0,1	0,6±0,4	0,1±0,1	0,5±0,2	0,3±0,1

PENICILLIUM 0-1 cm 10⁻³

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,3±0,1	0,1±0,0
Led 2	0,3±0,2	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,3±0,1	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,2±0,1	0,1±0,0
Led 3	0,2±0,1	0,2±0,1	0,1±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,3±0,1	0,2±0,0

PENICILLIUM 0-1 cm 10⁻⁴

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	0,8±0,2	0,7±0,2	0,3±0,1	0,5±0,2	0,7±0,2	0,6±0,1	0,6±0,2	0,7±0,2	0,5±0,2	0,5±0,3
Led 2	0,3±0,1	0,5±0,2	0,1±0,1	0,3±0,1	0,6±0,2	0,6±0,1	0,6±0,2	0,4±0,2	0,5±0,2	0,4±0,2
Led 3	0,6±0,2	0,3±0,2	0,7±0,2	0,4±0,1	0,3±0,1	0,7±0,2	0,6±0,2	0,7±0,2	1,5±0,6	0,3±0,1

PENICILLIUM 1-2 cm 10⁻³

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	0,3±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	0,2±0,1	0,3±0,1	0,4±0,1	0,2±0,1	0,1±0,0	0,4±0,1	0,2±0,0
Led 2	0,3±0,1	0,3±0,0	0,3±0,0	0,2±0,1	0,3±0,0	0,3±0,1	0,3±0,1	0,1±0,0	0,3±0,1	0,2±0,0
Led 3	0,3±0,0	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,0	0,5±0,0	0,2±0,0	0,6±0,1	0,2±0,1

PENICILLIUM 1-2 cm 10⁻⁴

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	0,8±0,2	0,6±0,2	0,4±0,1	0,4±0,2	0,7±0,2	0,8±0,3	0,3±0,1	0,7±0,3	0,7±0,2	0,5±0,2
Led 2	0,8±0,2	0,7±0,2	0,4±0,1	0,8±0,2	0,6±0,1	0,6±0,2	0,9±0,3	0,9±0,2	0,6±0,2	0,4±0,2
Led 3	0,3±0,2	0,5±0,2	0,4±0,1	0,6±0,2	0,3±0,1	0,6±0,2	0,6±0,2	1,2±0,3	0,7±0,3	0,7±0,2

G&R 0-1 cm 10⁻⁴

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	15,7±3,0 ^a	34,7±4,9 ^a	16,7±2,0 ^a	22,8±2,2 ^a	11,2±2,2 ^a	6,0±1,0 ^b	24,0±3,3 ^c	25,2±2,7 ^a	9,6±1,0 ^a	4,6±0,7 ^a
Led 2	20,2±1,7 ^a	29,6±3,2 ^{ab}	15,1±2,2 ^a	27,9±2,2 ^a	8,5±1,2 ^a	11,4±1,4 ^a	33,5±2,1 ^a	34,3±3,6 ^a	12,0±0,8 ^a	5,4±0,8 ^a
Led 3	14,5±2,8 ^a	24,8±2,3 ^b	13,5±1,5 ^a	25,5±3,0 ^a	7,8±1,1 ^a	7,4±1,7 ^b	26,9±2,9 ^{ab}	31,1±3,6 ^a	6,6±1,5 ^b	5,6±0,7 ^a

G&R 1-2 cm 10⁻⁴

Dato	22/5	28/5	2/6	11/6	25/6	2/7	9/7	16/7	29/7	11/8
Led 1	7,3±2,5 ^a	4,9±1,0 ^a	4,2±1,1 ^a	5,4±0,8 ^b	1,5±0,3 ^{ab}	1,4±0,3 ^{ab}	9,0±1,3 ^{ab}	7,1±1,1 ^a	4,7±0,9 ^a	2,2±0,4 ^a
Led 2	7,9±2,1 ^a	4,5±0,6 ^a	3,2±0,6 ^a	8,4±1,4 ^a	2,7±0,6 ^a	3,8±1,0 ^b	13,1±2,0 ^a	5,6±0,9 ^a	2,5±0,5 ^b	1,9±0,3 ^a
Led 3	3,1±0,5 ^b	5,2±0,8 ^a	3,4±0,4 ^a	5,3±0,9 ^b	1,4±0,3 ^b	2,9±1,1 ^{ab}	6,8±0,9 ^b	5,8±1,3 ^a	2,6±0,7 ^b	1,4±0,4 ^a

Institutter m.v. under Statens Planteavlsforsøg

Administrationscentret

Statens Planteavlskontor, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Informationstjenesten, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Afdeling for Biometri og Informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	02 87 06 31
Afdeling for Bisygdomme, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng	06 65 25 00

Landbrugscentret

Statens Forsøgsstation, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	02 36 18 11
Statens Forsøgsareal, Bornholm, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	03 97 53 10
Statens Biavlsforsøg, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	02 36 18 11
Statens Forsøgsstation, Rønhave, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	04 42 38 97
Statens Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	08 26 13 99
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglværksvej 10, 4230 Skælskør	03 59 61 41
Afdeling for Grovfoder, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng	06 65 25 00
Statens Forsøgsstation, Vestergade 46, Borris, 6900 Skjern	07 36 62 33
Statens Forsøgsstation, Oddeundvej 65, Silstrup, 7700 Thisted	07 92 15 88
Statens Forsøgsstation, Vejenvej 55, Askov, 6600 Vejen	05 36 02 77
Statens Forsøgsstation, Kongeåvej 90, Lundgård, 6600 Vejen	05 36 01 33
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, St. Jyndeved, 6360 Tinglev	04 64 83 16
Statens Forsøgsstation, Amdrupvej 22, Ødum, 8370 Hadsten	06 98 92 44
Statens Planteavls-Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	02 87 06 31
Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng	06 65 25 00

Havebrugscentret

Institut for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årsløv	09 99 17 66
Institut for Væksthuskulturer, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årsløv	09 99 17 66
Institut for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årsløv	09 99 17 66
Institut for Landskabsplanter, Granlidevej 22, Hornum, 9600 Års	08 66 13 33

Planteværnscentret

Institut for Pesticider, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	02 87 25 10
Botanisk, Virologisk, Zool. Afd. og Oplysningstjen., Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby . .	02 87 25 10
Planteværnsafdelingen i Skejby, Udkærsvvej 15, Skejby, 8200 Århus N	06 10 30 88
Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	03 58 63 00
Analyselaboratoriet for Pesticider, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	03 58 63 00