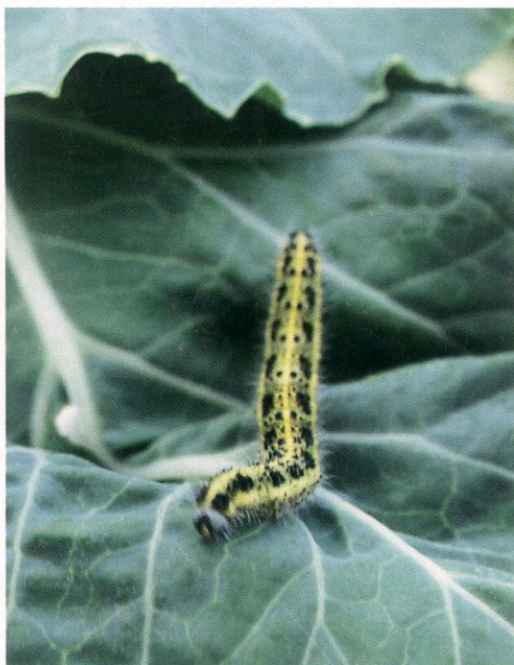




Februar 2001

DJF rapport

Nr. 17 • Havebrug



18. Danske Planteværnskonference III
Havebrug

18th Danish Plant Protection Conference III
Horticulture

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

18. Danske Planteværnskonference III

Havebrug

18th Danish Plant Protection Conference III

Horticulture

DJF rapport Havebrug nr. 17 • februar 2001

Udgivelse:	Danmarks JordbrugsForskning	Tlf. 89 99 19 00
	Forskningscenter Foulum	Fax 89 99 19 19
	Postboks 50	
	8830 Tjele	

Løssalg:	t.o.m. 50 sider	50,- kr.
(inkl. moms)	t.o.m. 100 sider	75,- kr.
	over 100 sider	100,- kr.

Abonnement: Afhænger af antallet af tilsendte rapporter, men svarer til 75% af løssalgsprisen.

Forsidefoto: Henny Rasmussen

Indholdsfortegnelse

Gråskimmel kan bekæmpes med bedre indretning og arbejdsgang i gartnerier

Controlling grey mould by nursery lay-out and mode of working
Bent Løschenkohl 5

Diagnosticering af virus fra væksthuskulturer ved Danmarks JordbrugsForskning

Diagnosis of virus diseases from glasshouse nurseries at the Danish Institute of Agricultural Sciences
Mogens Nicolaisen & Steen Lykke Nielsen 9

Blomstertægen *Macrolophus caliginosus* til bekæmpelse af væksthusskadedyr

The mirid bug, *Macrolophus caliginosus*, for control of glasshouse pests
Annie Enkegaard, Henrik F. Brødsgaard & Dorthe Lund Hansen 11

***Anthocoris*-tæger: Præference for forskellige bladlusarter og samspil med snyltehvepse**

Anthocoris-bugs: Preference for different species of aphids and interactions with parasitoids
Nicolai Vitt Meyling, Annie Enkegaard, Henrik F. Brødsgaard & Mikael Münster-Swendsen 21

Samspil mellem nyttedyr i væksthushafgrøder

Interactions among beneficial arthropods in glasshouse crops
Henrik F. Brødsgaard & Annie Enkegaard 33

Ressourceminimering i prydplanteproduktionen i væksthush og på friland

Resource minimisation in glasshouse and field production of ornamentals
Jens Rystedt & Annie Enkegaard 39

Ressourceminimering: Mikroklimaet i pottedplanter

Microclimate in pot plants
Bent Løschenkohl 47

Sygdomme og skadedyr i dansk gartneri, 2000

Some major pests in nurseries in Denmark in 2000
Lene Petersen 51

Biologisk bekæmpelse af løggråskimmel i løg

Biological control of grey mould in onion

Karsten Nielsen, David S. Yohalem, Helge Green & Dan Funck Jensen 55

Detektion af løggråskimmel i løg

Detection of grey mould in onion

Karsten Nielsen, David S. Yohalem & Dan Funck Jensen..... 63

Kombination af biologiske bekæmpelsesmidler mod *Pythium ultimum*

Combination of biological antagonists against *Pythium ultimum*

John Larsen, Sabine Ravnskov & Iver Jakobsen 71

Resistance to cabbage root fly in wild *Brassic*as

Resistens mod den lille kålflue i vilde *Brassica* arter

Gisela Felkl, E. Bjørn Jensen, Kell Kristiansen & Sven B. Andersen 77

Resultat från en inventering av sallatsbladmögelraser hos svenska odlare

Results from a study of different isolates of downy mildew from Swedish growers

Annette Hägnfelt 85

Prognossystem för behovsanpassad bekämpning av sallatsbladmögel, *Bremia lactucae* i isbergssallat

Weatherbased disease prediction of *Bremia lactucae* in iceberg lettuce

Ann-Sofi Forsberg 91

Strategiforsøg med bekæmpelse af salatskimmel

Strategy trials for control of downy mildew (*Bremia lactucae*)

Klaus Paaske 97

Det vertikale netværk – Frugt og Grønt på Internettet

Fruits and Vegetables on the Internet

Karen Eberhardt Henriksen, Gisela Felkl, Ole Qvist Bøjer, Manfred Röhrig

Holger Daugaard, Gitte K. Bjørn & Kirsten Friis 107

Gråskimmel kan bekæmpes med bedre indretning og arbejdsgang i gartnerier

Controlling grey mould by nursery lay-out and mode of working

Bent Löschenkohl

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Many Danish nurseries have developed central working area where pot plants of different age are processed. Such areas have intrinsically high disease pressure for grey mould and powdery mildew. The ideal nursery has separated the different stages of pot plant production.

Indledning

Indretningen af danske gartnerier er et resultat af den rationalisering, der skete i 1970erne og 1980erne. Rationaliseringen betød udvikling af rulle- og mobilborde og maskiner til fyldning af potter, til potning, vask af borde og andre arbejdsprocesser, afhængig af kultur. Udviklingen af mobilbordet betød, at planterne nu kunne flyttes uden store omkostninger, og maskiner og senere robotter blev i de fleste gartnerier samlet i et centralt arbejdsområde. Det var rationelt og betød enkle installationer af el, vand og trykluft.

For svampesygdomme, der spredes med luft, kan gartneriers indretning og den måde, man arbejder på, have stor betydning.

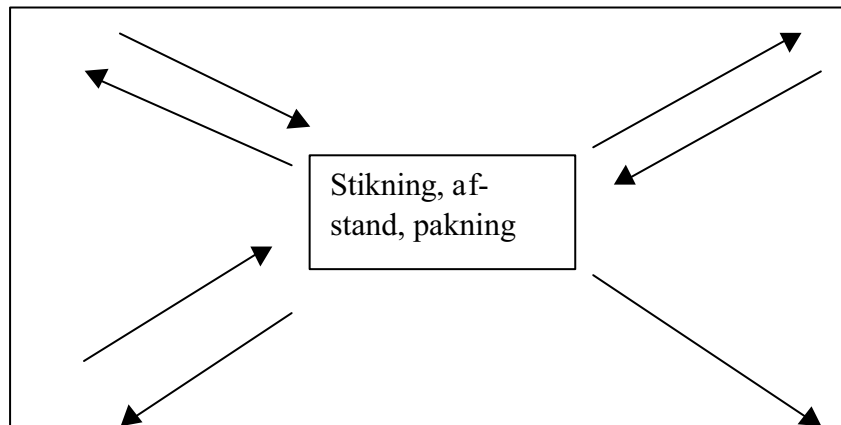
To alvorlige svampesygdomme spredes primært med luft: gråskimmel og meldug. Gråskimmel danner store mængder sporer, der kræver frit vand for at kunne spire. Alle planter kan angribes, men de største problemer findes omkring formering, når planterne er stressede eller står tæt. Meldug kan kun angribe levende planter og danner færre sporer end gråskimmel. Til gengæld er de så store, at de ikke behøver frit vand for at spire, men blot høj luftfugtighed. Meldug er opdelt i mange arter, der hver kun kan angribe én eller nogle få plantearter.

Der er altid sporer af gråskimmel i luften, hvorimod meldug kun spredes om sommeren via planter på friland, eller man får den ind i gartnerierne sammen med inficeret plantemateriale.

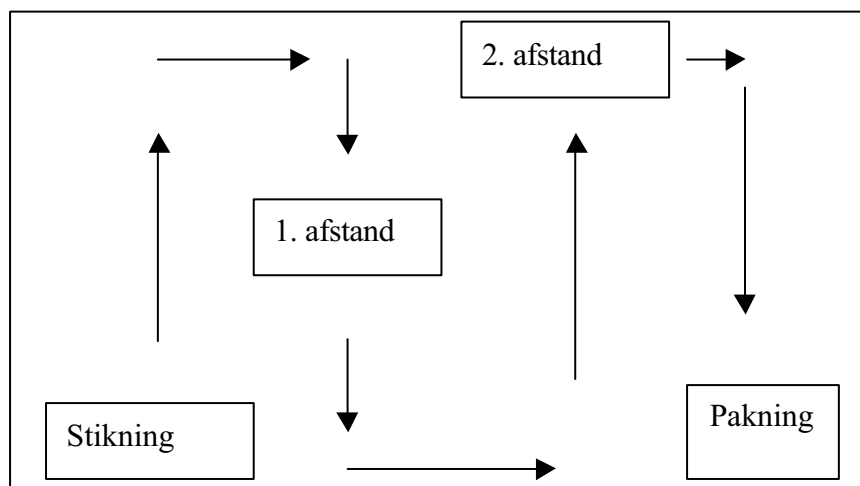
En plante må ikke krydse sit spor

De fleste gartnerier har en fortid som små virksomheder, der har ekspanderet gennem årene. Det har medført, at mange gartnerier i dag har et centralt område, hvor hovedparten af arbejdsprocesserne foregår, og hvor mobilbordssystemet udnyttes. Det betyder, at planter af forskellig alder behandles samtidig inden for et lille område, hvor sygdomme og skadedyr kan

smitte over fra ældre til yngre planter, figur 1. I dag findes der flere systemer til rationel transport af planter i gartnerier, så når der anskaffes nye maskiner eller bygges til, skal man flytte de enkelte arbejdsprocesser fra hinanden og samtidig adskille dem fra de øvrige planter. Det ideelle gartneri er indrettet som et rør af væksthuse, hvor planterne formeres i den ene ende og pakkes i den anden uden at komme i forbindelse med hinanden, figur 2.



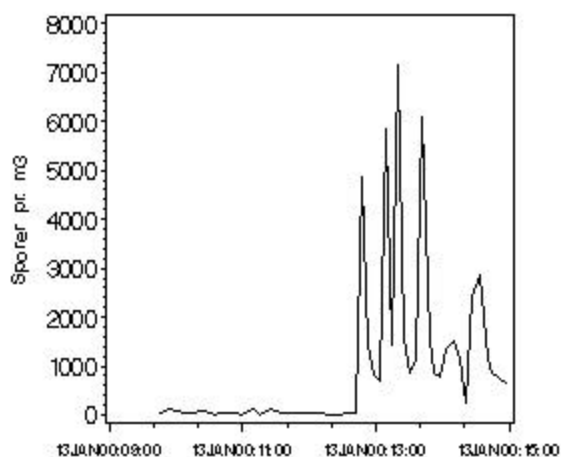
Figur 1. Typisk indretning af et gartneri, med centralt arbejdsområde og mobilbordssystem. Typical lay-out of a nursery with a central working area.



Figur 2. Ideal indretning af et gartneri, med adskilte arbejdsprocesser. Ideal lay-out of a nursery, with separate working areas.

Når planter med gråskimmel eller meldug håndteres spredtes sporerne

På figur 3 ses målinger af gråskimmelsporer i luften i et arbejdsrum, hvor der både pottes og sættes på afstand. Så længe der kun pottes, er der meget få gråskimmelsporer i luften, men når der sættes på afstand, spredtes der mange sporer, og de nypottede planter inficeres. Smitteringen skal brydes, enten ved at flytte en af arbejdsprocesserne til et andet sted i gartneriet eller ved at bygge en skillevæg.



Figur 3. Gråskimmel sporer i luften i et væksthuse med potning til 12:47 og derefter både potning og sortering af halvfabrikata. Airborne spores of grey mould in a glasshouse where potting and from 12:47 also sorting of semi-manufactured pot plants.

Arbejd fra ungt til gammelt

Har man pakket færdigvarer, har man svampesporer på sig, og smittecirklen lukkes, hvis man fortsætter i formeringen. Det hjælper at vaske hænder og skifte kittel, men det ideelle er, at hver arbejdsproces har sit personale, der ikke flytter rundt til andre arbejdsprocesser. Man skal huske på, at moderplanterne er de yngste, idet de består af stiklinger.

Moderplanter

Hvis moderplanterne har svampesygdomme, har man tabt på forhånd. Start med certificeret plantemateriale på rene, desinficerede borde. Moderplanter skal dyrkes isoleret fra den øvrige produktion, enten i et hus for sig eller i en afdeling, der er adskilt med en glasvæg. Brug drypvanding for at sænke luftfugtigheden og anvend ikke genbrugsvand. Gråskimmel trives i tætte planter, prøv at opstamme moderplanterne, så der kommer luft under dem. Store moderplanter får gråskimmel, hold planterne i en passende størrelse og lad dem ikke blive for gamle.

Hold bunden i væksthuset tør, så luften kan holdes tør

I perioder om foråret og efteråret med lunt, fugtigt vejr kan det være svært at styre luftfugtigheden. Kig under bordene i væksthuse for at se om der er utætte vandrør eller skæve standere, der rammer ved siden af renden, når der ikke står et bord. I mange gartnerier er der vådt i bunden af husene, og hovedparten af vandet vil fordampe og være med til at give problemer med luftfugtigheden. Hvis bunden er fugtig på grund af jordbunden, så læg et betongulv eller et lag perlesten, det hjælper.

Når der skæres stiklinger, må man kun røre stiklingerne

Svampesygdomme kræver høj luftfugtighed for at danne sporer, der vil derfor altid være størst risiko for at komme i kontakt med svampesporer i den nederste del af planter. Undgå

derfor at røre ved potter, jord og den nederste del af moderplanter, tag kun i selve stiklingen. Der findes flere systemer til at flytte planterne.

Rengøring og desinfektion

Før huse og borde desinficeres skal de rengøres, men tænk på, at højtryksrensere og spuling ikke alene fjerner smitstof, men også spreder det godt og grundigt. Brug kun anerkendte desinfektionsmidler.

Svampesygdomme danner hvilestrukturer, der ikke kan klares med kemisk desinfektion, der skal en varmebehandling til. Køb en elkedel og læg knive og sakse i kogende vand før hver pause, det er billigt, effektivt og der er ingen restkoncentrationer.

Revner og sprækker gemmer smitstof

Faste borde med eternitplader og kanter af træ har mange revner og sprækker, der kan gemme smitstof og beskytte det mod kemisk desinfektion. Moderne borde af plast er dejligt glatte, men mange har ujævne reparationer, der også kan gemme smitstof.

Transport

Al håndtering af planter frigør svampesporer, og transport i gartneriet er ingen undtagelse. Forskellige systemer med kørende kraner transporterer ofte planter over længere afstande i gartnerier, hvilket bringer dem forbi mange andre planter, med mulighed for overførsel af smitte. Det samme gælder for intern transport på containere. Og var containerne rene før de blev taget i brug?

Når en vognmand henter planter i et gartneri, læsser han ofte andre containere midlertidigt af for at få containerne placeret optimalt. Det betyder også øget risiko for indføring af smitte (og skadedyr) til gartneriet.

Lav en kritisk vurdering af gartneriet

Det er svært, for man går i det til daglig, men få en kollega eller konsulent til at hjælpe.

Gå en tur i gartneriet, følg den samme rute som en plante under produktionen. Se på hver arbejdsproces, er den hensigtsmæssigt placeret, er der røkring af personale og steder, hvor planterne krydser deres spor og overfører smitstof til yngre planter og dermed lukker smittecirklen?

Læg en plan for en eventuel videre udbygning af gartneriet og se på om der skal flyttes rundt på arbejdsprocesser og maskiner.

Diagnosticering af virus fra væksthuskulturer ved Danmarks

JordbrugsForskning

Diagnosis of virus diseases from glasshouse nurseries at the Danish Institute of Agricultural Sciences

Mogens Nicolaisen & Steen Lykke Nielsen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

At the Danish Institute of Agricultural Sciences plant samples suspected to be infected with viruses, and nuclear stock plants, are diagnosed. This is done by inspection of symptoms, inoculation to indicator plants, immunological techniques such as ELISA, electron microscopy, and in a few cases by PCR. In total we receive almost 100 samples each year for diagnosis and a number of nuclear stock plants. In most cases we test for tomato spotted wilt virus (TSWV) and the related virus impatiens necrotic spot virus (INSV), and during the last year test for pepino mosaic virus (PepMV) in tomato has been included, but not detected yet. Among other viruses detected are cucumber mosaic virus (CMV), tobacco necrosis virus (TNV) lettuce mosaic virus (LMV) Kalanchoe mosaic virus (KMV), Kalanchoe latent virus (KLV), and Kalanchoe top spotting virus (KTSV).

New detection methods are developed, mainly based on PCR. We are currently working on a PCR based method to detect KTSV.

Indledning

Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Plantebeskyttelse udfører virustest, dels på materiale der er mistænkt for at være inficeret med virus, og dels på kerneplanter, der testes for frihed for testkravskadegørere. Diagnosticeringen er afhængig af, hvad rekvirenten ønsker at vide. Skal plantematerialet undersøges for et specifikt virus, er det som regel muligt at foretage en specifik test ved hjælp af ELISA. Hyppigt inokuleres materialet også til indikatorplanter for at få en uafhængig bekræftelse af ELISA- resultatet. ELISA-resultatet kan normalt leveres i samme uge, som prøven er modtaget. Skal der derimod uspecifikt undersøges for, hvorvidt der er virus i et givent plantemateriale, er det nødvendigt med mere systematiske undersøgelser. Dette foregår ved en indledende undersøgelse af symptomer på de modtagne plantedele. Der foretages litteratursøgning til afdækning af eventuelle tidligere rapporterede virusproblemer i pågældende planteart/familie. Plantematerialet inokuleres til et bredt spektrum af indikatorplanter. Hvis der viser sig virussymptomer i disse, fortsættes med elektronmikroskopering og eventuelt ELISA.

Parallelt med vort arbejde med diagnosticering af planteprøver forsker vi i udviklingen af nye metoder til påvisning af virus. Her koncentrerer vi os om PCR, hovedsageligt til anvendelse når ELISA af forskellige årsager ikke kan anvendes, eksempelvis ved meget lave viruskoncentrationer), eller som en uafhængig bekræftelse af f.eks. ELISA-resultater.

Prydplanter

De mest signifikante fund gennem de sidste år:

I *Kalanchoë* har vi fundet Kalanchoë mosaik virus (KMV), Kalanchoë latent virus (KLV), sonchus yellow net virus (SYNV) samt Kalanchoë top spotting virus (KTSV) i enkelte prøver.

I *Osteospermum* er der fundet salat mosaik virus (LMV).

I *Pelargonium* er der fundet Pelargonium flower break virus (PFBV).

I *Argyranthemum* er der fundet Chrysanthemum stunt viroid (CsVd).

I *Euphorbia pulcherima* er der fundet poinsettia mosaik virus (PoiMV).

I *Hibiscus* er der fundet Hibiscus chlorotic ringspot (HCRV)

I *Hydrangea* er der fundet Hydrangea ringspot virus (HRSV)

I *Gentiana* er der fundet broad bean wilt virus (BBWV).

I tulipan er der fundet tobacco necrosis virus (TNV).

Der er fundet tomato spotted wilt virus/impatiens necrotic spot virus (tomat bronzetop) i følgende plantearter: *Cyclamen*, *Lobelia*, *Hoya*, *Begonia*, *Osteospermum*, *Streptocarpus*.

Væksthusgrønsager

I agurk er der fundet agurk mosaik virus (CMV) samt cucumber green mottle mosaik virus (CGMMV).

Vi har testet 30-40 indkomne prøver af tomat for pepino mosaik virus (PepMV), men viruset er endnu ikke påvist.

Udvikling af nye diagnosticeringsmetoder

I de tilfælde, hvor der ikke kan foretages en sikker diagnostik med ELISA, søges der udviklet nye metoder. PCR har vist sig anvendelig i denne sammenhæng, da metoden er mere følsom end ELISA, hvilket indebærer, at virus i meget lave koncentrationer kan påvises i planten.

Vi er blandt andet gået ind i arbejdet med at udvikle en sikker PCR metode til detektion af Kalanchoë top spotting virus. Dette virus forekommer i meget lav koncentration og er meget variabelt, hvilket gør det uegnet til ELISA diagnostik. Ved hjælp af PCR kan man udvælge områder af KTSV's genom, der ikke varierer, og dermed overkomme de problemer, der findes ved ELISA metoden. Indledende undersøgelser, der er foretaget i samarbejde med et dansk gartneri samt et laboratorium i USA, viser, at det er muligt at detektere viruset ved hjælp af PCR. Vi mangler imidlertid stadig at færdigudvikle metoden, blandt andet ved vi ikke på nuværende tidspunkt, om metoden kan påvise alle isolater af KTSV, ligesom metodens følsomhed ikke er testet endnu.

Vi har desuden implementeret en PCR-metode til påvisning af bronzetop for at kunne bekræfte et ELISA-resultat med en helt uafhængig metode. Det er vigtigt at have adgang til to uafhængige metoder til plantevirus, hvor påvisning får alvorlige konsekvenser for det berørte gartneri.

Blomstertægen *Macrolophus caliginosus* til bekæmpelse af væksthusskadedyr

The mirid bug, *Macrolophus caliginosus*, for control of glasshouse pests

Annie Enkegaard & Henrik F. Brødsgaard

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Dorthe Lund Hansen

Københavns Universitet

Afdeling for Populationsøkologi

Universitetsparken 15

DK-2100 København Ø

Summary

In laboratory experiments the life table characteristics (female longevity, fecundity, juvenile development time and mortality, reproductive periods, sex-ratio) of the polyphagous mirid bug *Macrolophus caliginosus* preying on spider mites (*Tetranychus urticae*) with tomato as host plant were examined at 22°C and life table parameters (intrinsic rate of increase, generation time, doubling time) estimated. In addition, experiments were performed with adult female *M. caliginosus* at 22°C on bean plants to determine the functional response towards first instars of whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*), as well as the preference between eggs of whiteflies and of spider mites and the switching capacity between these two types of prey.

Compared to the performance of *M. caliginosus* fed on common glasshouse insect pests, a diet consisting of only mites appeared to be inferior, resulting in a slow rate of population increase. However, being a voracious predator of spider mite eggs – as well as eggs and first instar whiteflies – *M. caliginosus* may be a valuable addition to existing methods of mite control.

Indledning

Mellus er traditionelt blevet bekæmpet biologisk med snyltehvepsen *Encarsia formosa*. Andre nyttedyr er dog inden for de seneste år kommet på markedet som supplement til *E. formosa* i situationer, hvor denne har svært ved at klare bekæmpelsen alene. Disse nyttedyr omfatter blandt andet snyltehvepse, mariehøns og tæger, herunder *Macrolophus caliginosus*. Da *M. caliginosus* er polyfag, kan den endvidere supplere bekæmpelsen af f.eks. spindemider. I denne artikel beskrives tægens generelle biologi, og der redegøres for resultater af

undersøgelser gennemført ved Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Plantebeskyttelse vedrørende tægens biologiske karakteristika med spindemider som føde.

Kort om *Macrolophus caliginosus*

Livscyklus

M. caliginosus er hjemmehørende i Middelhavsområdet (Carayon, 1986; Alomar *et al.*, 1994; Goula & Alomar, 1994). Dens livsstadier omfatter æg, nymfer og voksne. De voksne tæger er grønne slanke insekter, ca. 6 mm lange, med lange gullige ben og antenner (figur 1). Hunnen er lidt større end hannen med en større bagkrop med læggebrod. De små æg, ca. ½ mm, stikkes ind i bladnerver eller –stilke. Selv om en lille del af ægget rager op over plantevævet, er de næsten umulige at få øje på. *M. caliginosus* har 5 nymfestadier. De to første nymfestadier er gulgrønne, men farven ændres gradvist til en mere grøn kulør i de efterfølgende stadier.



Figur 1. Voksne *Macrolophus caliginosus* på blad med mellus. Foto: IRTA-Centre de Cabrils, Spanien. Adult *Macrolophus caliginosus* on a leaf with whiteflies. Photo: IRTA-Centre de Cabrils, Spain.

Temperaturen spiller en stor rolle for tægens livscyklusforhold. Optimum temperatur for æglægning og udvikling er mellem 20 og 25°C, men selv ved 10°C kan *M. caliginosus* overleve og lægge æg (tabel 1).

Tabel 1. Temperaturen indflydelse på *Macrolophus caliginosus*' biolog. Byttedyret er melmølæg. Data for 22°C er ekstrapolerede. Fra Fauvel *et al.* (1987). The influence of temperature on the biology of *Macrolophus caliginosus* preying upon flour moth eggs. Data for 22°C are extrapolated. From Fauvel *et al.* (1987).

°C	Levetid Lifespan	Æg pr. hun Eggs per female	Æg-udvikling (dage) Egg development time (days)	Nymfe-udvikling (dage) Larval development time (days)
10	94	23	-	-
15	111	151	37	42
20	85	268	18	-
22	55	179	14	22
25	40	122	10	13
30	40	87	-	15

Bytte

M. caliginosus er polyfag og i stand til at æde flere arter af skadedyr. Udover mellus, som er det foretrukne bytte, kan trips, bladlus, spindemider, minérfluelarver og sommerfugleæg angribes (Fauvel *et al.*, 1987; Foglar *et al.*, 1990; Riudavet *et al.*, 1993). Byttedyrarten påvirker tægens æglægning og udviklingstid. Den største æglægning opnås med melmøl som føde (tabel 2). *M. caliginosus* er dog i stand til at lægge æg selv uden byttedyr, blot de har planter til rådighed (Fauvel *et al.*, 1987; van Schelt *et al.*, 1995).

Tabel 2. Byttets indflydelse på *Macrolophus caliginosus*' biolog ved 22°C. The influence of prey species on the biology of *Macrolophus caliginosus* at 22°C.

Byttedyr Prey species	Æg pr. hun (første 25 dage) Eggs per female (first 25 days)	Nymfe-udvikling (dage) Larval development time (days)
melmølæg ¹ flour moth eggs	125	22
mellusnymfer ¹ whiteflies nymphs	86	26
ferskenbladlus ¹ peach potato aphids	60	27
spindemider ² spider mites	20	27

¹Fauvel *et al.* 1987; ²Hansen *et al.*, 1999

M. caliginosus er et grådigt rovdyr, som kan æde op til 18 bladlus, 40 spindemider (Foglar *et al.*, 1990), 80 små mellusnymfer eller 150 spindemide- eller mellusæg pr. dag (Hansen *et al.*, 2001). Antallet af byttedyr, der ædes, vil dog afhænge af byttets tæthed (figur 3, nærmere omtale nedenfor). Tægen har en søgestrategi, der får den til at blive længe i områder med en

høj tæthed af bytte, mens områder med en lav byttetæthed hurtigt forlades (Hansen *et al.*, 2001).

Anvendelse

M. caliginosus er kommercielt tilgængelig fra en række forhandlere. Den anvendes især som supplement til snyltehvepsen *E. formosa* i bekæmpelsen af mellus i tomat (Sampson & King, 1996; Trottin-Caudal & Millot, 1994; van Schelt *et al.*, 1995). Da *M. caliginosus* er aktiv selv ved lave temperaturer, er i stand til at overleve og lægge æg, når byttetætheden er lav, og er i stand til at udnytte andre byttedyr i afgrøden, er tægen velegnet til forebyggende udsætninger tidligt i produktionsforløbet, før mellus er observeret (van Schelt *et al.*, 1995). Forebyggende udsætninger er at foretrække, da opbygningen af tæge-populationen er relativ langsom – en generationstid varer omkring 35 dage ved 23°C. Nogle forhandlere anbefaler, at man udbringer melmølæg i kulturen for på denne måde at forbedre tægens etableringsmuligheder og øge populationstilvæksten.

Planteskade?

Da *M. caliginosus* er delvist planteædende, kan den i visse afgrøder og i visse situationer medføre planteskader. Dette er set i visse tomattyper og i Gerbera (Koppert On-line <http://www.koppert.nl/english/pest.htm>). Skaderne opstår især, når tætheden af tægen er høj samtidig med, at der kun er få byttedyr tilbage i afgrøden.

Det er således vigtigt at være opmærksom på dette fænomen, når *M. caliginosus* skal anvendes til biologisk bekæmpelse af skadedyr i væksthuse.

Undersøgelser af *Macrolophus caliginosus* på spindemider

Introduktion

Spindemider er alvorlige skadedyr i mange væksthushafgrøder. Spindemide-rovmiden *Phytoseiulus persimilis* benyttes traditionelt til bekæmpelse af disse skadedyr, men der er situationer, hvor rovmiden ikke er tilstrækkelig effektiv. Således kan biologisk bekæmpelse af spindemider f.eks. i tomat volde vanskeligheder. *M. caliginosus* har som polyfag prædator en mulighed for at supplere bekæmpelsen af spindemider. Kendskabet til tægens biologi med spindemider som føde er imidlertid begrænset, hvilket er baggrunden for nedennævnte undersøgelser.

Materialer og metoder

Der blev gennemført laboratorieforsøg til undersøgelse af *M. caliginosus*' aldersspecifikke æglægning, reproduktionsperiode, levetid, udviklingstid og dødelighed i ungdomsstadier samt kønsforhold. Forsøgene blev gennemført i klimaskabe ved 22°C, L16:D8 og 80% r.h. med tomat (*Lycopersicon esculentum* L. cv. 'Gimini') som værtplante og spindemider som føde. For nærmere detaljer vedrørende forsøgsopsætning henvises til Hansen *et al.* (1999).

Endvidere blev der gennemført 24-timers laboratorieforsøg til belysning af tægens prædationskapacitet overfor mellusnymfer (1. stadie) som funktion af tætheden af mellus (funktionelle respons) og dens præference mellem mellusæg og spindemide-æg. Forsøgene

blev gennemført i klimaskabe ved 22°C, L16:D8 og 80% r.h. med små 2-bladede hestebønner (*Phaseolus vulgaris* L. cv. 'Gitana' or 'Montano') (ca. 15 cm høje; bladareal 6-7 cm²) som værtplante. I forsøget med funktionelt respons undersøgtes prædationen ved følgende tætheder af mellusnymfer: 6, 12, 20, 36, 50, 100 og 150 mellus/blad. I præferenceforsøget undersøgtes prædationen ved følgende forhold mellem mellusæg og spindemide-æg: 200/50, 150/100, 100/150 og 50/200. For nærmere detaljer vedrørende forsøgsopsætning henvises til Hansen *et al.* (2001).

Resultater og diskussion

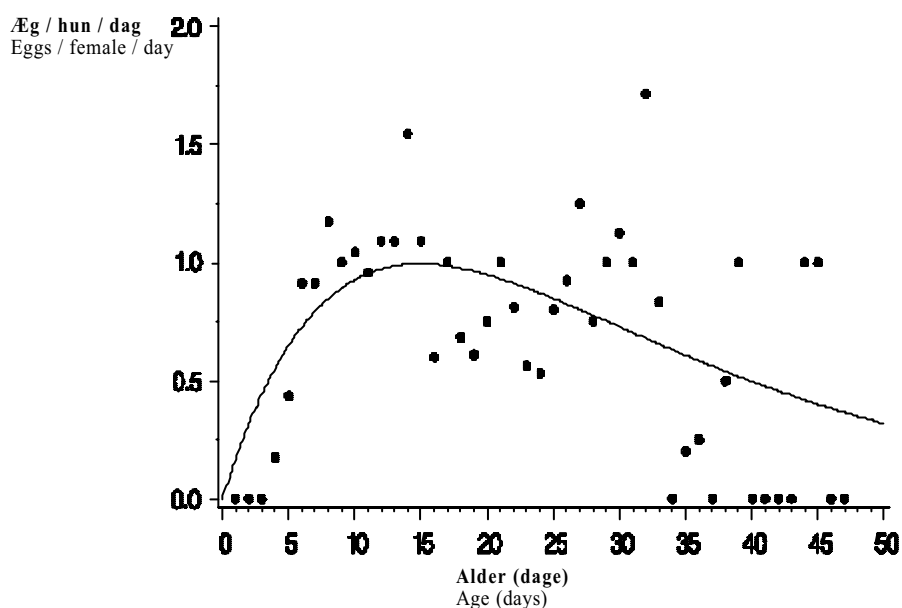
Af resultaterne for *M. caliginosus*' livscyklusforhold (tabel 3) ses, at tægen – når den udelukkende har spindemider til sin rådighed – lever ca. 1 måned, hvoraf den det meste af tiden er i den æglæggende fase. Hunnerne lægger lidt under 1 æg om dagen, således at den samlede

Tabel 3. Livscyklusforhold hos *Macrolophus caliginosus* på tomat med spindemider som føde ved 22°C. s.e.-værdier er anført efter gennemsnitsværdierne. *n* angiver antallet af observationer. Lifetable parameters for *Macrolophus caliginosus* on tomato with spider mites as prey at 22°C. s.e.-values are given after the average values. *n* is the number of observations.

Levetid (dage) Lifespan (days)	28,68 ±2,23 (<i>n</i> : 25).
Før-æglægningsperiode (dage) Preoviposition period (days)	5,50 ±0,40 (<i>n</i> : 20)
Efter-æglægningsperiode (dage) Postoviposition period (days)	3,15 ±0,63 (<i>n</i> : 20).
Æg/hun/dag Eggs/female/day	0,70 ±0,09 (<i>n</i> : 23)
Æg/hun Eggs/female	20,2 ±3,44 (<i>n</i> : 23)
Udviklingstid for nymfer (dage) Nymphal development time (days)	26,75 ±0,55 (<i>n</i> : 28).
Dødelighed i ægstadiet (%) Egg mortality (%)	2,56 ±1,79 (<i>n</i> : 78)
Dødelighed i nymfestadierne (%) Nymphal mortality (%)	34,88 ±7,27 (<i>n</i> : 43)
Kønsforhold (? /(? +?)) Sex ratio (? /(? +?))	0,464 ±0,0942 (<i>n</i>: 28)
Populationsvækstrate (dag⁻¹) Intrinsic rate of increase (day ⁻¹)	0,031
Generationstid (dage) Generation time (days)	58,17
Fordoblingstid (dage) Doubling time (days)	22,2

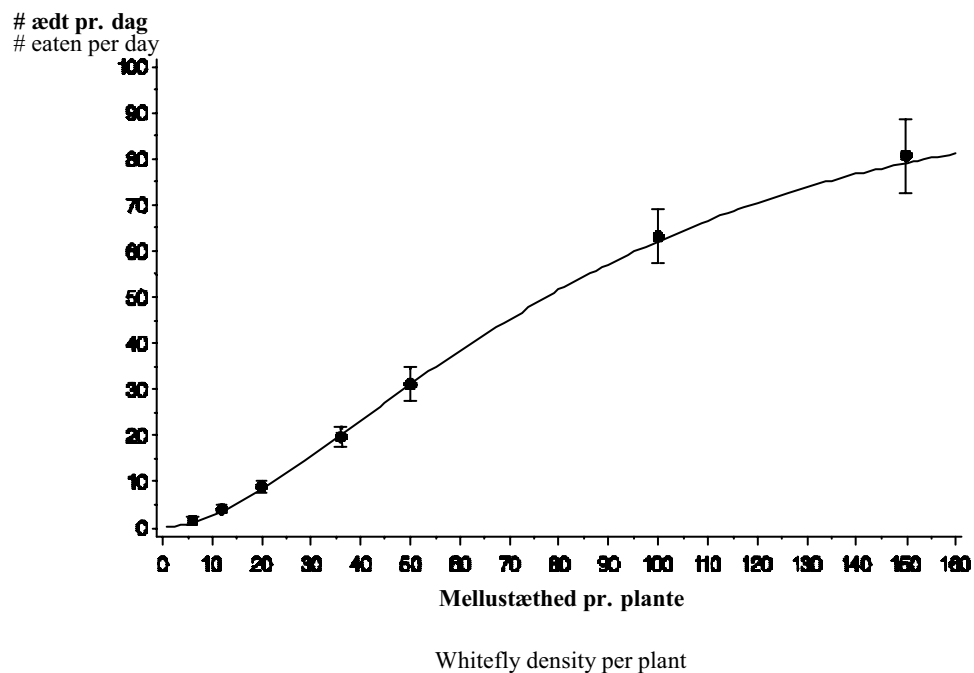
æglægning pr. hun bliver omkring 20 æg. Antallet af æg, der lægges pr. dag, er dog afhængig af tægens alder (figur 2). Nymfernes udviklingstid varer en lille måneds tid. Nymfestadierne er – i modsætning til ægstadiet – udsat for en stor dødelighed i løbet af udviklingen – det er således kun omkring to tredjedele af nymferne, der overlever til voksenstadiet. Blandt tægens afkom er der en svag overvægt af hanner. Sammenstilles disse livscyklusforhold ses, at populationer af *M. caliginosus* vokser med en relativt beskeden daglig rate på 0,03 med tilsvarende lang fordoblingstid på omkring 20 dage til følge.

Sammenlignes *M. caliginosus*' livscyklusforhold på spindemider med tæger, der har ædt mere optimale byttearter, finder man, at spindemider er en suboptimal næringskilde for tægen. Således medfører en diæt af spindemider, at tægen 1) lever halvt så længe (Fauvel *et al.*, 1987), 2) lægger æg i en tilsvarende kortere periode (Fauvel *et al.*, 1987), 3) lægger omkring 75-80% færre æg (Fauvel *et al.*, 1987; van Schelt *et al.*, 1995), og 4) at omkring 2½ gang flere nymfer dør, inden de bliver voksne (Fauvel *et al.*, 1987). Som følge heraf er populationsvækstraten for *M. caliginosus* på spindemider kun ca. en tredjedel af vækstraten på optimale byttearter (Fauvel *et al.*, 1987). Disse resultater stemmer overens med observationer i praksis, der viser, at populationer af *M. caliginosus* er længe om at opbygges i tomat med spindemideproblemer. Derfor anbefales udsætning af *M. caliginosus* tidligt på sæsonen.



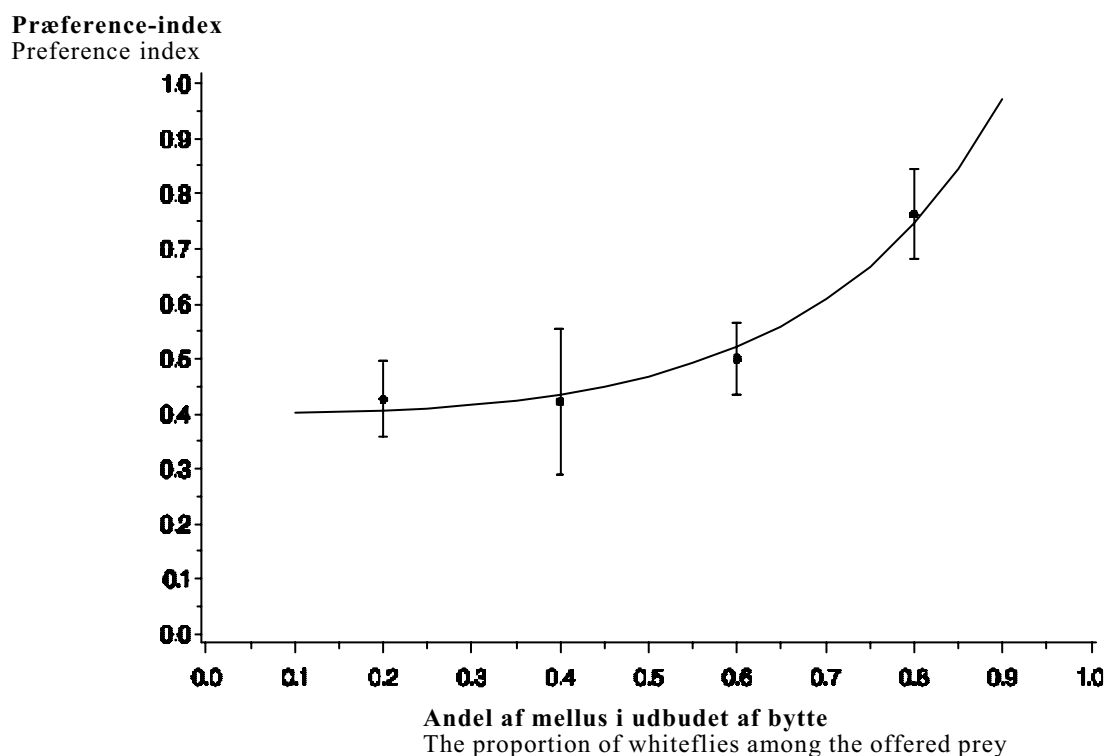
Figur 2. Aldersspecifik æglægning hos *Macrolophus caliginosus* på tomat med spindemider som føde. Prikkerne angiver de observerede data, mens linien beskriver det forventede æglægningsforløb ud fra modelbeskrivelse (se Appendiks, model 1). Fra Hansen *et al.*, 1999. Agespecific fecundity of *Macrolophus caliginosus* on tomato with spider mites as prey. The dots are the observed values and the line the predicted egg laying pattern based on modelling (see Appendix, model 1). From Hansen *et al.*, 1999.

Resultaterne af prædationsforsøget viste, at *M. caliginosus* har en høj prædationskapacitet. Den er således i stand til – ved høje tætheder – at æde over 80 små mellusnymfer (figur 3). Den funktionelle responskurve hos *M. caliginosus* er af en type, der ikke er almindeligt udbredt blandt insekter. Kurven er S-formet i sit forløb, hvilket betyder, at tægen ved byttetætheder under omkring 50 mellus pr. plante udøver en tæthedsafhængig prædation.



Figur 3. Antallet af mellus (1. nymfestadie) som en voksen *Macrolophus caliginosus*-hun kan æde pr. dag som funktion af tætheden af mellus (funktionelt respons, type III). Prikkerne angiver de observerede data ($\pm$ s.e.), mens linien beskriver det forventede prædationsforløb ud fra modelbeskrivelse (se Appendix, model 2). Fra Hansen *et al.*, 1999. The number of whiteflies (1st nymphal stage) consumed by *Macrolophus caliginosus* per day as a function of the whitefly density (functional response, type III). The dots are the observed values ($\pm$ s.e.) and the line the predicted predation pattern based on modelling (see Appendix, model 2). from Hansen *et al.*, 1999.

Præferenceforsøget viste, at *M. caliginosus* ikke har en entydig præference mellem mellus- og spindemide-æg, med mindre mellusæggene er til stede i stor mængde (figur 4). Så længe mellusene udgør mindre end 60% af fødeudbudet, æder tægerne i samme omfang af de to byttedyr. Når mellusenes andel i bytteudbudet stiger yderligere, skifter tægen præference ('switching') og begynder at foretrække mellus fremfor spindemider. Forsøget viste, at *M. caliginosus* i gennemsnit ($\pm$ s.e.) spiste $165,5 \pm 8,3$ mellusæg og $111,3 \pm 20,4$ spindemideæg pr. dag.



Figur 4. *Macrolophus caliginosus* præference for mellus-æg fremfor spindemide-æg udtrykt som præference-indeks (indeks større end 0,5 betyder præference for mellus) som funktion af andelen af mellus i bytte-udbudet. Prikkerne angiver de observerede data ($\pm$ s.e.), mens linien beskriver det forventede prædationsforløb ud fra modelbeskrivelse (se Appendiks, model 3). Fra Hansen *et al.* (2001). The preference of *Macrolophus caliginosus* for whitefly eggs over spider mite eggs expressed as preference index (index larger than 0.5 means a preference for whiteflies) as a function of the proportion of whiteflies among the offered prey. The dots are the observed values ($\pm$ s.e.) and the line the predicted predation pattern based on modelling (see Appendix, model 3). From Hansen *et al.* (2001).

Konklusion

Spindemider er ikke et optimalt byttedyr for *M. caliginosus*, og dens vækstrate på dette bytte er lav. Alligevel betyder tægens høje æderate overfor spindemider, at den vil kunne anvendes som supplement til *P. persimilis*. Især hvis der er andre byttedyr til stede i afgrøden, vil *M. caliginosus* være i stand til at opbygge store populationer, som herved kan gøre kraftigt indhug i spindemidebestanden. Alternativt kan store populationer af *M. caliginosus* opbygges ved hyppige udsætninger, ligesom forebyggende udsætninger kan være en god strategi.

Sammendrag

Livscyklusforhold (levetid, æglægning, juvenil-udvikling og -dødelighed, reproduktionsperioder, kønsforhold) hos den polyfage blomstertæge *Macrolophus caliginosus* med spindemider (*Tetranychus urticae*) som føde og tomat som værtplante blev undersøgt i laboratorieforsøg

ved 22°C og populationsparametre (populationsvækstrate, generationstid, fordoblingstid) blev estimeret. Desuden blev der gennemført forsøg med voksne hunner af *M. caliginosus* ved 22°C på bønneplanter med henblik på at undersøge tægens funktionelle respons overfor første stadier mellusnymfer (*Trialeurodes vaporariorum*), samt dens præference mellem mellus- og spindemideæg og mulighed for at skifte præference som reaktion på bytteforhold.

En føde, der udelukkende består af spindemider, er suboptimal for *M. caliginosus* og resulterer i en lav populationsvækstrate. Imidlertid er *M. caliginosus* et grådigt rovdyr, der kan æde store mængder af spindemideæg, hvorfor den kan være et værdifuldt supplement til eksisterende biologiske bekæmpelsesmetoder overfor spindemider.

Litteratur

- Alomar O, Goula M & Albajes R. 1994. Mirid bugs for biological control: Identification, survey in non-cultivar winter plants, and colonisation of tomato fields. IOBC/WPRS Bulletin 17 (5): 217-223.
- Carayon J. 1986. *Macrolophus caliginosus*, Hémiptère Miridae, à reproduction hivernale. L'Entomologiste 42: 257-262
- Fauvel G, Malausa JC & Kaspar B. 1987. Etude en laboratoire des principales caractéristiques biologiques de *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). Entomophaga 32: 529-543.
- Foglar H, Malausa JC & Wajnberg E. 1990. The functional response and preference of *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae) for two of its prey: *Myzus persicae* and *Tetranychus urticae*. Entomophaga 35: 465-474.
- Goula M & Alomar O. 1994. Míridos (Heteroptera Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. Guía para su identificación. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. 20: 131-143
- Hansen DL, Brødsgaard HF & Enkegaard A. 1999. Life table characteristics of *Macrolophus caliginosus* preying upon *Tetranychus urticae*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 93, 269-275.
- Hansen DL, Enkegaard A & Brødsgaard HF. 2001. *Macrolophus caliginosus*: Functional response to whiteflies and preference and switching capacity between whiteflies and spider mites. Entomologia Experimentalis et Applicata, *accepteret*.
- Sampson AC & King VJ. 1996. *Macrolophus caliginosus*, field establishment and pest control effect in protected tomatoes. IOBC/ WPRS Bulletin 19 (1): 143-146
- Trottin-Caudal Y & Millot P. 1994. Lutte intégrée contre les ravageurs sur tomate sous abri situation et perspectives en France. IOBC/ WPRS Bulletin 17 (5): 5-13.
- van Schelt J, Letard M & Aucouturier C. 1995. The use of *Macrolophus caliginosus* as a whitefly predator in protected crops. In: D. Gerling & R.T. Mayer (eds.); Bemisia: 1995. Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management, pp. 515-521. Intercept. Andover, Hants, UK.

Appendiks

Aldersspecifik æglægning

Macrolophus caliginosus' aldersspecifikke æglægning kan beskrives med modellen

$$F(x) = a \exp(-bx) \quad (1)$$

hvor $F(x)$ er den daglige aldersspecifikke æglægningsrate (æg/hun/dag), x er hunnens alder udtrykt i dage og a og b er konstanter. Dag 1 er hunnens første dag som voksen. Parameterne [$\pm$ s.e. (95% konfidensgrænser)] er $a=0,181\pm0,023$ (0,134; 0,227) og $b=0,067\pm0,007$ (0,053; 0,082).

Funktionelt respons

Macrolophus caliginosus' funktionelle respons kan beskrives med modellen

$$N_a = N_t \left(1 - \exp\left(-\frac{bN_t P_t}{1 + cN_t}\right) T \frac{T_h N_a}{P_t} \right) \quad (2)$$

hvor

$$a' = \frac{bN_t}{1 + cN_t} \quad (2a)$$

og hvor N_a er antallet af ædt bytte, N_t er byttetætheden, P_t er prædator-tætheden (i dette tilfælde er $P_t = 1$), a' er søgeraten, T er den totale tid som prædatoren har til at søge (i dette tilfælde er $T = 24$ timer), T_h er den såkaldte 'handling time' – den tid prædatorene bruger på at håndtere et enkelt nyttedyr, og b og c er konstanter. Parametrene ($\pm$ s.e. [95% konfidensgrænser]) er: $b=0,0013\pm0,0001$ (0,0011; 0,0015), $c=0,0023\pm0,0018$ (-0,0026; 0,0071) og $T_h=14\text{min } 17\text{s} \pm 16\text{s}$ (13min 33s; 15min 1s).

Præference

Observationerne over *Macrolophus caliginosus*' præference mellem mellus- og spindemide-æg kan beskrives med modellen

$$\ln(\beta) = q + w p^3 \quad (5)$$

hvor β er et præferenceindeks, q og w er konstanter og p er andelen af mellusæg i udbudet af bytte. Parametrene ($\pm$ s.e. [95% konfidensgrænser]) er: $q = -0,912\pm0,038$ (-1,074; -0,751) og $w = 1,210\pm0,134$ (0,633; 1,787).

***Anthocoris*-tæger: Præference for forskellige bladlusarter og samspil med snyltehvepse**

Anthocoris-bugs: Preference for different species of aphids and interactions with parasitoids

Nicolai Vitt Meyling
Københavns Universitet
Afdeling for Populationsøkologi
Universitetsparken 15
DK-2100 København Ø

Annie Enkegaard & Henrik F. Brødsgaard
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Mikael Münster-Swendsen
Københavns Universitet
Afdeling for Populationsøkologi
Universitetsparken 15
DK-2100 København Ø

Summary

The anthocorid bug *Anthocoris nemorum* is a candidate for biological control of aphids in glass-house crops. In preference trials, *A. nemorum* showed preference, in terms of number of aphids consumed, for peach-potato aphids over potato aphids, glasshouse and potato aphids, black bean aphids and cotton aphids, respectively although the voracity of *A. nemorum* on cotton aphids was only marginally less than on peach-potato aphids. Some aphids were killed without being consumed. When preference was expressed as total numbers killed, *A. nemorum* showed no preference between peach-potato aphids and black bean aphids, but almost all peach-potato aphids killed were consumed while only half of the black bean aphids killed were consumed.

Preference was also tested between unparasitised peach-potato aphids and mummies of the parasitoid *Aphidius colemani*. *A. nemorum* showed no preference between these two types of prey when provided simultaneously and consumed equal amounts of both.

Aspects of prey choice by *A. nemorum* in relation to food quality and prey accessibility are discussed.

Indledning

Næbtæger af slægten *Anthocoris* (Heteroptera: Anthocoridae) er prædatorer, der har insekter og mider som bytte. Der findes i Europa en halv snes arter, hvoraf nogle har et bredt fødevalg, mens andre er specialister med ét primært byttedyr (Hodgson & Aveling, 1988). I Danmark er de to arter *Anthocoris nemorum* (L.) og *Anthocoris nemoralis* (Fabricius) almindeligt udbredt i haver, levende hegn og andre steder, hvor der forekommer blandet bevoksning af urter, buske og træer. *A. nemorum* har fået en del opmærksomhed i Storbritannien, hvor man har undersøgt dens biologi i naturen (Hill, 1957; Anderson, 1962a; Collyer, 1967) samt dens potentiale i forbindelse med tripsbekæmpelse i væksthuse (Bennison *et al.*, 1998; Jacobson, 1991). *A. nemoralis* har en betydning som naturlig fjende for bladlopper i frugtplantager (Brunner & Burts, 1975) samt mod bladlus ved dyrkning af humle (Cambell, 1977), og arten er kun undersøgt med hensyn til dens effekt mod disse skadedyr på friland. Begge arter er indført til Nordamerika med henblik på bekæmpelse af bladlopper i plantager, og i hvert fald *A. nemoralis* har i visse områder etableret selvreproducerende populationer (Horton *et al.*, 2000).

A. nemorum er endnu ikke kommercielt tilgængelig, da opdrættet kompliceres af hunnernes tendens til ikke at ville lægge æg uden forudgående kuldeperiode (pers. obs.; Jacobson, 1991), hvorimod *A. nemoralis* kan masseopdrættes og er kommercielt tilgængelig.

På trods af at *A. nemorum* ofte nævnes som en effektiv bekæmper af bladlus, er der kun lavet få undersøgelser af dens kapacitet som bladlusprædator. Arten beskrives som polyfag og i de få undersøgelser, hvor der er blevet fokuseret på fødevalg, viser resultaterne, at *A. nemorum* ikke selekterer i sit valg af bytte (Dempster, 1963; Herard & Chen, 1985). *A. nemoralis* angives at være mere specialiseret og foretrækker bladlopper (Dempster, 1963), selvom arten gerne æder bladlus (Cambell, 1977).

I lyset af *Anthocoris*-tægernes tilsyneladende potentiale som bekæmpere af bladlus er det relevant at afklare, om de vil kunne finde anvendelse til bekæmpelse af bladlus i danske væksthuse. Til dette er det nødvendigt at kende til deres kapacitet for at æde de arter af bladlus, der forekommer i væksthuse samt deres præference, hvis der findes andet bytte i afgrøden end målskadedyret. I denne undersøgelse er der fokuseret på præferencen hos *A. nemorum*, når de præsenteres for arter af bladlus, som forekommer i væksthuseafgrøder i Danmark. Desuden er det blevet undersøgt, om arten har et samspil med bladlussyntehvepsen *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae) ved en fælles bekæmpelse af bladlus. Dette blev gjort ved at fokusere på, om *A. nemorum* ville æde pupperne af snyltehvepsen i de parasiterede bladlus (mumier), når der var uparasiterede bladlus til stede. Det er vigtigt at kende nyttedyrenes indbyrdes relationer, hvis de skal anvendes samtidigt i en fælles indsats mod et skadedyr (Rosenheim *et al.*, 1995; Enkegaard *et al.*, 2000).

Materialer og Metoder

Ædekapacitet og Præference

Opdræt

De forskellige arter af bladlus (Homoptera: Aphididae) blev opdrættet i netdækkede bure (61x66x75 cm) i et væksthuse ved 22°C, L:D 16:8 h. Ferskenbladlus (*Myzus persicae* Sulzer), sribet kartoffelbladlus (*Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)) og kartoffelbladlus (*Aulacorthum solani* (Kaltenbach)) blev opdrættet på peberplanter (*Capsicum annuum*, cv. California Wonder) i separate bure, mens agurkbladlus (*Aphis gossypii* Glover) blev opdrættet på chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum*, cv. Purple Cindy) og bedebladlus (*Aphis fabae* Scopoli) blev opdrættet på læstebønne (*Vicia faba*, cv. Hangdown).

Voksne hunner af *A. nemorum* blev indsamlet i sensommeren og efteråret 2000 på brændenælder og feber-nellikeroed på arealer omkring Forskningscenter Flakkebjerg. Hunnerne var gået i reproduktiv diapause og lagde derfor ingen æg. De blev holdt i petriskåle (14 cm Ø) med foldet filterpapir som skjulested og fodret med æg af *Sitotroga* sp. (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) fra EWH BioProduction, indtil de skulle anvendes til forsøg.

Forsøg

Alle eksperimenter blev udført i klimaskabe ved 20°C, L:D 18:6 h i petriskåle (14 cm Ø), hvor låget var forsynet med tre netdækkede huller (1 cm Ø) til ventilation.

A. nemorum's præference mellem fem arter af bladlus blev testet ved parvise kombinationer af arterne med ferskenbladlus som reference-art. Da de fem bladlusarter har forskellig størrelse, blev forsøgene gennemført med forskellige nymfestadier, således at bladlusene i de parvise kombinationer havde samme størrelse. På denne måde undgås, at forskel i størrelse for de to byttearter får betydning for prædatorens fødevalg. Følgende kombinationer blev testet:

I. Ferskenbladlus, 20 fjerde stadie nymfer: Sribet kartoffelbladlus, 20 tredje stadie nymfer

II. Ferskenbladlus, 20 fjerde stadie nymfer: Kartoffelbladlus, 20 tredje stadie nymfer

III. Ferskenbladlus, 40 anden stadie nymfer: Agurkbladlus, 40 fjerde stadie nymfer

IV. Ferskenbladlus, 30 fjerde stadie nymfer: Bedebladlus, 30 tredje stadie nymfer

Forskellige antal individer blev anvendt i nogle af kombinationerne, da indledende undersøgelser gav indikationer af, at *A. nemorum* ville æde forskellige mængder af de forskellige arter af bladlus.

Ved kombination I, II og III blev bladlusene overført med en fin pensel til et peberblad, hvor bladstilken var omviklet med vandmættet vat. I kombination IV blev bladlusene overført til to små-

blade af hestebønne på en fælles stilk, som var omviklet med vat og stukket gennem et hul i proppen på et reagensglas med vand.

Hunner af *A. nemorum* blev sultet i 24 timer ved 20°C, L:D 18:6 h, hvorefter en hun blev tilsat hver opstilling, som blev forseglet med parafilm for at forhindre bladlusene i at forlade opstillingen. Efter 24 timer blev prædatoren fjernet og antallet af ædte, døde og urørte bladlus blev opgjort.

Fem kontroller uden prædator blev lavet for hver kombination, og da der ikke blev fundet nogen baggrunds dødelighed i nogle af kombinationerne, gav det ikke anledning til korrektion af de observerede resultater.

Præference blev analyseret ved at beregne Manly's præference indeks (Manly, 1974) for hver kombination af bladlus. Indekset blev beregnet som:

$$P_1 = \frac{\log \frac{e_1}{A_1}}{\log \frac{e_1}{A_1} + \log \frac{e_2}{A_2}}$$

hvor P_1 er prædatorens præference for bytte 1, e_1 er antallet overlevende af bytte 1, A_1 er det totale antal af bytte 1, e_2 er antallet overlevende af bytte 2 og A_2 er det totale antal af bytte 2. Her er bytte 1 ferskenbladlus og bytte 2 er de øvrige arter af bladlus i hver kombination. Hvis P_1 er lig med 0,5 udviser prædatoren ingen præference.

Samspil med bladlussnyltehvepse

Opdræt

Ferskenbladlus blev opdrættet som beskrevet ovenfor. Snyltehvepsen *A. colemani* blev opdrættet i et netdækket bur i væksthus ved 22°C, L:D 16:8 h, på ferskenbladlus på peberplanter eller på agurkbladlus på chrysanthemum.

I efteråret 1999 blev *A. nemorum* indsamlet på brændenælder omkring Forskningscenter Flakkebjerg, hvorefter de blev overvintret i petriskåle (14 cm Ø) med foldet filterpapir som skjulested, æg af *Sitotroga* sp. som føde samt adgang til vand fra et gennemvædet stykke vat. Overvintringen foregik i klimaskab ved 5°C, L:D 16:8 h, 75% r.h. i ca. 80 dage for at bryde hunnernes reproduktive diapause. Herefter blev hunnerne placeret 5 - 10 sammen i petriskåle (14 cm Ø) med foldet filterpapir som skjulested, blade af *Peperonia rotundifolia* til æglægning og fodret med æg af *Sitotroga* sp. To gange ugentligt blev blade med æg udskiftet med nye blade. Æggene blev klækket i petriskåle (9 cm Ø), hvori nymferne efterfølgende blev opdrættet med æg af *Sitotroga* sp. som føde. Æglægning og opdræt fandt sted i klimaskab ved 20°C, L:D 18:6 h. Voksne hunner af denne generation blev anvendt til forsøg. De var alle gået i reproduktiv diapause, da forsøgene fandt sted.

Produktion af mumier

Et peberblad med bladstilken omviklet med vat blev fastgjort gennem et hul i låget på et medicinglas (30 ml) med vand. Mellem 50 og 55 ferskenbladlus af andet nymfestadie blev overført til bladet med en fin pensel, hvorefter bladet blev placeret under et omvendt gennemsigtigt plastikglas (1 l). Tre hunner af *A. colemani* blev hentet i opdrættet og tilsat opstillingen under glasset. Det blev antaget, at hunnerne var parrede, da der hele tiden var hanner tilstede i opdrættet. Efter tre timer blev snyltehvepsene fjernet, og opstillingen blev stillet i et gennemsigtigt plastikglas med ventileret skruelåg og placeret i et klimaskab ved 20°C, L:D 18:6 i 8 - 9 dage, til de parasiterede bladlus var blevet til mumier.

Forsøg

Overskud af mumier samt uparasiterede bladlus blev fjernet fra bladet, så der blev 30 mumier tilbage. 30 ferskenbladlus af fjerde nymfestadie blev overført til opstillingen og fik mulighed for at etablere sig i en time. Derefter blev en hun *A. nemorum*, der havde sultet i 24 timer ved 20°C, L:D 18:6 h, tilsat opstillingen, som blev stillet i klimaskab ved 20°C, L:D 18:6 h. Fem kontroller blev opstillet i dette eksperiment, og det gav ikke anledning til korrektioner i de fundne resultater. Efter 24 timer blev prædatoren fjernet, og antallet af ædte og urørte mumier og bladlus blev opgjort. Da det ikke er muligt umiddelbart på det ydre at konstatere, om en mumie er blevet ædt eller ej, blev mumierne fjernet fra bladet og dissekeret med fine insektnåle under stereomikroskop. Pupper af snyltehvepse, der er ædt af *A. nemorum*, ses som indsunkne eller helt udsugede individer. En kontroldissektion af 27 mumier, der ikke havde været udsat for *A. nemorum*, viste, at tilsvarende tilstande ikke fandtes hos disse pupper.

For resultaterne i dette eksperiment blev Manly's præferenceindeks beregnet som beskrevet ovenfor, hvor uparasiterede ferskenbladlus var bytte 1, mens bytte 2 var mumier af *A. colemani*.

Resultater

Ædekapacitet og Præference

Når man ser på antallet af bladlus, der blev ædt i de forskellige kombinationer, udviste *A. nemorum* signifikant præference for ferskenbladlus i alle kombinationer (tabel 1).

Præferenceforsøgets kombination I med ferskenbladlus og sribet kartoffelbladlus gav signifikant forskel mellem antallet af bladlus af de to arter, der blev ædt (Median Scores test; $P=0,0224$). Der blev ædt flest ferskenbladlus. Eftersom antallet af døde bladlus i denne kombination ikke var signifikant forskellige mellem de to arter, går signifikansen fra antal ædt igen i det totale antal dræbte (Median Scores test; $P=0,0125$).

I kombination II, hvor *A. nemorum*'s præference blev testet mellem ferskenbladlus og kartoffelbladlus, blev der ligeledes totalt dræbt flest ferskenbladlus (Median Scores test; $P=0,0018$), hvilket igen afspejler forskellen mellem de to arter i antallet af bladlus, der blev ædt (Median Scores

test; $P=0,0007$), idet antallet af bladlus, der blot blev dræbt, var lille for begge arter og ikke signifikant forskelligt (Median Scores test; $P=0,1185$).

Forsøgskombinationerne I og II gav *A. nemorum* mulighed for at vælge sit bytte mellem i alt 40 byttedyr, der havde den samme størrelse, og ædekapaciteten i de to forsøgskombinationer er derfor umiddelbart sammenlignelig. Ved sammenligning af de to kombinationer var der signifikant forskel i det totale antal dræbte bladlus, hvor *A. nemorum* dræbte dobbelt så mange bladlus, når ferskenbladlus blev tilbudt sammen med kartoffelbladlus som sammen med stribet kartoffelbladlus (t-test; $df=19$; $F=3,18$; $P=0,0152$) (tabel 1).

Ædekapaciteten for prædatoren i kombination III med ferskenbladlus og agurkbladlus var højere end i de øvrige kombinationer som følge af de tilbudte byttedyrs mindre størrelse. *A. nemorum* åd stort set alt det dræbte bytte helt (tabel 1), og der blev ædt flest ferskenbladlus (Median Scores test; $P=0,044$). Der var igen ganske få bladlus, der blot blev dræbt, og der var marginal signifikant forskel på det totale antal dræbte af de to arter med flest dræbte ferskenbladlus (Median Scores test; $P=0,0500$). $5,44 \pm 0,76$ agurkbladlus forlod bladet under eksperimentet, hvilket var signifikant flere end ferskenbladlus ($0,54 \pm 0,23$; Median Scores test; $P=0,0001$). Afvandringen af agurkbladlus i kontrollen var ikke forskellig fra det antal, der blev fundet under forsøget.

Tabel 1. Antallet ($\pm$ s.e.) af respektive arter af bladlus, der var hhv. ædt, døde, det totale antal dræbt i alt af hver art og begge arter. Desuden Manly's præference indeks og antal replikater (n). Det er i parentes angivet, om der ved parvise sammenligninger er signifikant forskel mellem de to arter af bladlus i hver gruppe. Forskelligt bogstav angiver signifikant forskel (Median Scores test; $P \leq 0,05$). Numbers ($\pm$ s.e.) of different species of aphids that were consumed, dead and killed in total of each and both species, respectively. Manly's index of preference is given as well as numbers of replicates (n). In parentheses, different letters denote a significant difference between the pairwise set of aphids in each group (Median Scores test; $P \leq 0.05$).

Kombination	I		II	
Bladlus Aphid	Ferskenbladlus Peach-potato aphids	Stribet kartoffelbladlus Potato aphids	Ferskenbladlus Peach-potato aphids	Kartoffelbladlus Glasshouse and potato aphids
Ædt Consumed	1,95 ± 0,31 (a)	0,90 ± 0,27 (b)	4,10 ± 0,60 (a)	2,00 ± 0,27 (b)
Døde Dead	0,30 ± 0,11 (a)	0,15 ± 0,08 (a)	0,40 ± 0,17 (a)	0,10 ± 0,07 (a)
Dræbt i alt Killed in total	2,25 ± 0,34 (a)	1,05 ± 0,34 (b)	4,50 ± 0,64 (a)	2,10 ± 0,30 (b)
Dræbt, begge arter Killed, both species	3,30 ± 0,48		6,60 ± 0,86	
Præference, $\beta \pm \text{s.e.}$ Preference, $\beta \pm \text{s.e.}$	0,715 ± 0,070		0,641 ± 0,058	
n	20		20	
Kombination	III		IV	
Bladlus Aphid	Ferskenbladlus Peach-potato aphids	Agurkbladlus Cotton aphids	Ferskenbladlus Peach-potato aphids	Bedebladlus Black bean aphids
Ædt Consumed	9,96 ± 1,32 (a)	6,81 ± 1,05 (b)	5,70 ± 1,01 (a)	1,95 ± 0,46 (b)
Døde Dead	0,40 ± 0,19 (a)	0,55 ± 0,16 (a)	0,60 ± 0,22 (a)	2,55 ± 0,58 (b)
Dræbt i alt Killed in total	10,36 ± 1,40 (a)	7,37 ± 1,12 (b)	6,30 ± 1,13 (a)	4,50 ± 0,83 (a)
Dræbt, begge arter Killed, both species	17,73 ± 2,32		10,80 ± 1,76	
Præference, $\beta \pm \text{s.e.}$ Preference, $\beta \pm \text{s.e.}$	0,581 ± 0,042		0,599 ± 0,059	
n	25		20	

Når *A. nemorum* blev tilbudt valget mellem ferskenbladlus og bedebbladlus (kombination IV) resulterede prædationen ikke som i de andre kombinationer i en signifikant forskel i det totale antal dræbte bladlus af de to arter (Median Scores test; $P=0,5323$), til trods for at der også her blev ædt flest ferskenbladlus (Median Scores test; $P=0,0052$). Dette skyldes, at *A. nemorum* dræbte signifikant flere bedebbladlus uden at æde disse (Median Scores test; $P=0,0076$).

Samspil med snyltehvepse

Resultatet af forsøget med samspil mellem *A. nemorum* og bladlussyntehvepse viste, at *A. nemorum* ikke alene er i stand til at æde mumier af *A. colemani*, men også gerne gør det. Tægen har således ingen præference for uparasiterede ferskenbladlus, da der i forsøget i alt blev dræbt ($\pm \text{s.e.}$) $3,58 \pm 0,46$ uparasiterede bladlus og $2,81 \pm 0,43$ mumier. Der var ikke signifikant forskel på de to

grupper af bytte (Median Scores test; $P = 0,5004$; $n = 26$). Udtrykt med Manly's præference index blev $\phi_1 (\pm \text{s.e.}) = 0,579 \pm 0,057$.

Diskussion

Når det totale antal dræbte bladlus tages i betragtning i de præsenterede eksperimenter, udviste *A. nemorum* præference for ferskenbladlus, hvor denne bladlusart blev udbudt sammen med kartoffelbladlus, stribet kartoffelbladlus eller agurkbladlus. Sammen med agurkbladlus var præferencen for ferskenbladlus dog marginal. Dette er nyt i forhold til tidligere undersøgelser af fødevalg blandt tilgængeligt bytte hos *A. nemorum*, som har vist, at arten ikke udviser præference for bladlopper eller bladlus på gyvel (Dempster, 1963) og heller ikke overfor ferskenbladlus, græsbladlus (*Metopolophium dirhodum*), kålbladlus (*Brevicoryne brassicae*), bladlusen (*Schizaphis graminum*) samt to arter af bladlopper (Herard & Chen, 1985). I disse undersøgelser har de eksperimentelle dyr ædt byttearterne i samme proportion som det udbudte, dog er det ene forsøg i Herard & Chen's (1985) undersøgelse kun baseret på observation af to individer.

Kombinationerne med stribet kartoffelbladlus og kartoffelbladlus viste, at *A. nemorum* åd ca. dobbelt så mange ferskenbladlus som af det alternative bytte. En mulig forklaring på dette er, at der er forskel på bladlusarternes evne til at undvige prædation. En effektiv måde, hvorpå bladlus kan undslippe en prædator, er ved at lade sig falde af bladet (Evans, 1976). Små nymfer af ærtebladlus (*Acyrtosiphon pisum*) undslap ved at lade sig falde, mens større individer kunne sparke eller vandre væk fra en angribende *A. nemorum* (Evans, 1976). Hvilken form for flugt de her anvendte bladlusarter benytter sig af, er ikke helt til at sige, men både stribet kartoffelbladlus og kartoffelbladlus har længere ben og vandrer hurtigere end ferskenbladlus, hvilket kunne øge deres chance for at undslippe et angreb. Dette støttes af observationer af tægerne i forsøgsopstillingerne, hvor det lod til, af ferskenbladlus var lettere at fange, da denne art ikke vandrede så hurtigt som de øvrige. Dog blev de fleste bladlus angrebet, mens de sad på bladet og sugede. Desuden gav observationerne indtryk af, at bladlusenes udsendelse og opfattelse af alarmferomoner hos stribet kartoffelbladlus og kartoffelbladlus var mere effektiv end hos ferskenbladlus. Blev en stribet kartoffelbladlus eller kartoffelbladlus angrebet, blev artsfællerne i nærheden advaret og vandrede væk. Dette kan have reduceret deres risiko for prædation, men det kræver yderligere undersøgelser at kunne sige noget sikkert om.

I kombinationen med kartoffelbladlus åd *A. nemorum* dobbelt så meget som i kombinationen med stribet kartoffelbladlus, hvor der kun blev ædt ganske få individer af denne art. Tætheden og størrelsen af byttet var det samme i de to forsøg, hvilket kunne tyde på, at tilstedeværelsen af stribet kartoffelbladlus fik *A. nemorum* til at nedsætte sit prædationstryk. I et tilsvarende forsøg med hunner af *A. nemorum* i den æglæggende fase (resultater ikke præsenteret her) blev ferskenbladlus klart foretrukket fremfor stribet kartoffelbladlus, men prædationstrykket blev øget betydeligt.

Præferencen for ferskenbladlus var akkurat signifikant i kombinationen med agurkbladlus. I denne kombination vandrede en del af agurkbladlusene af peberbladet, og de kunne derfor muligvis være sværere at fange og æde end ferskenbladlusene, der i langt højere grad forblev på bladet. Af-

vandringen skyldtes, at peber ikke var værtsplante for de anvendte agurkbladlus og dermed ikke så acceptabel. Da *A. nemorum* er en meget bevægelig prædator, der hurtigt kan afsøge den anvendte forsøgssopstilling, må det imidlertid antages, at tægen har haft samme adgang til de to arter af bytte. Dette bekræftes af, at flere af de agurkbladlus, der blev ædt, blev fundet på petriskålens bund udenfor bladet. Det lader således til, at *A. nemorum* godt kan angribe vandrende agurkbladlus, der på denne måde ikke – i modsætning til de to arter af kartoffelbladlus – kan undvige prædation ved bortvandring. Dette skyldes formodentligt agurkbladlusenes relativt ringe størrelse, idet Evans (1976) har vist, at små ærtebladlus ikke kan undslippe en voksen *A. nemorum* ved at vandre væk.

Kombinationen mellem ferskenbladlus og bedebladlus på hestebønne gav nogle interessante resultater. I dette forsøg blev der totalt dræbt lige mange af hver bytteart, men næsten alle dræbte ferskenbladlus blev ædt, mens en stor del bedebladlus blot blev dræbt og derefter forkastet. Dette kunne tyde på, at bedebladlus ikke falder i *A. nemorum*s smag, selvom prædatoren har brugt tid og energi på at fange og dræbe byttet. Anderson (1962b) har vist, at bedebladlus ikke udgør en særlig god ernæring for *A. nemorum*, hvis tægen opdrættes udelukkende på dette bytte. *A. nemorum* havde lavere vækstrate, lavere voksevnægt og lagde færre æg, når føden udelukkende bestod af bedebladlus sammenlignet med plettet væksthushbladlus (*Aulacorthum circumflexum*) og ærtebladlus. For andre arter af *Anthocoris* er bedebladlus direkte dødelig for nymferne, mens den for *A. nemoralis* er meget dårlig ernæring (Anderson, 1962b). Ruth & Dwumfour (1989) fandt, at nymfer af *Anthocoris gallarum-ulmi* (DeG.), der blev opdrættet på bedebladlus, led under stor dødelighed sammenlignet med nymfer, der blev opdrættet på ferskenbladlus. Lauenstein (1977) så på forskelligt byttes indflydelse på æglægning hos hunner af *A. nemorum* og fandt, at bedebladlus var en ringere fødekilde end ferskenbladlus i alle aspekter af æglægningen.

Næringsværdien for *A. nemorum* af stribet kartoffelbladlus og kartoffelbladlus testet i præference-eksperimentet kendes ikke, og en forklaring på den mindre accept af disse arter sammenlignet med ferskenbladlus i relation til fødekvalitet kræver derfor yderligere undersøgelser.

Undersøgelsen af *A. nemorum*'s samspil med snyltehvepse viste, at tægen lige så gerne åd parasiterede ferskenbladlus i form af mumier som uparasiterede ferskenbladlus i fjerde nymfestadie. Dette skal ses i forhold til, at *A. nemorum* foretrak ferskenbladlus frem for andre arter af bladlus, selv om forsøgene ikke er direkte sammenlignelige. Pupper af bladlussnyltehvepsen *A. colemani* er således en acceptabel fødekilde for *A. nemorum*, når snyltehvepselarven har udviklet sig inde i en ferskenbladlus.

Dixon & Russel (1972) observerede, at *A. nemorum* foretrak at æde parasiterede individer af stor ahornbladlus (*Drepanosiphum platanoides*), i form af mumier dannet af en ubestemt snyltehveps, i stedet for uparasiterede individer, både voksne og nymfer. Dixon & Russel (1972) forklarer deres observationer med, at det er lettere for *A. nemorum* at håndtere en mumie frem for et mobilt bytte, hvor tægen skal bruge tid på at fange og fastholde byttet. De viste desuden, at *A. nemorum* havde problemer med at fange voksne eksemplarer af stor ahornbladlus. Voksne individer af denne art bladlus er mere end dobbelt så store som voksne ferskenbladlus og ligeså store som en voksen *A. nemorum*. At *A. nemorum* i det foreliggende forsøg ikke udviste samme præference for mumier

må tilskrives, at den – sammenlignet med stor ahornbladlus – lettere kan fange og fastholde mobile ferskenbladlus.

Hvis størrelsen af bladlusarten og den tilsvarende mumie spiller en rolle i forbindelse med *A. nemorum*'s præference, kan man forestille sig, at tendensen til at æde parasiterede bladlus ville være forskellig, afhængig af hvilken art af bladlus, der er tale om. Ved store arter af bladlus vil *A. nemorum* muligvis foretrække mumier fremfor uparasiterede store nymfer og voksne, som Dixon & Russell (1972) har beskrevet. Ved mindre arter som ferskenbladlus, hvor immobilisering af byttet ikke er det store problem, tyder de foreliggende resultater på, at *A. nemorum* ikke vil udvise nogen præference. Dette kan give anledning til at spekulere over, om *A. nemorum* i et tilsvarende eksperiment med større arter som stribet kartoffelbladlus eller kartoffelbladlus ville udvise præference overfor mumier. Disse to bladlusarter var ikke et foretrukket bytte for *A. nemorum* i præferenceeksperimentet. Udfra de præsenterede resultater er der ikke grundlag for at formode, at *A. nemorum* vil skelne mellem uparasiterede ferskenbladlus og parasiterede individer på præ-mumiestadiet, dvs. hvor snyltehvepselarven endnu ikke har slået bladlusen ihjel.

I en biologisk bekæmpelsessituation kan det komme på tale at anvende mere end et nyttedyr mod et enkelt skadedyr i håb om at opnå en mere effektiv bekæmpelse, hvilket især er aktuelt i prydblantekulturer (Enkegaard *et al.*, 2000). Nyttedyrene kan have indbyrdes samspil, som er utilsigtede, og som i værste fald kan obstruere det anvendte bekæmpelsesprogram. Et af disse samspil kan være en polyfag prædators tendens til at æde andre nyttedyr, som det her er beskrevet for *A. nemorum*'s prædation på pupper af bladlussnyltehvepsen *A. colemani* selv ved tilstedeværelse af uparasiterede ferskenbladlus.

A. nemorum har i præferenceforsøget vist, at den har et potentiale til bekæmpelse af bladlus i væksthuse, særligt ferskenbladlus og agurkbladlus, men hvis der forekommer parasiterede bladlus i afgrøden, vil tægen ikke gå af vejen for også at æde dem. Derfor må forsøg under væksthuselignede forhold afklare, hvorvidt denne polyfage prædator bør anvendes i bekæmpelsesprogrammer med bladlussnyltehvepse. Sådanne forsøg kan desuden belyse andre mulige effekter i samspillet mellem de to typer af nyttedyr, som forsøget beskrevet her ikke belyser.

Sammendrag

Næbtægen *Anthocoris nemorum* er i søgelyset til biologisk bekæmpelse af bladlus i væksthuse. I præferenceforsøg udviste *A. nemorum* præference overfor ferskenbladlus sammenlignet med henholdsvis stribet kartoffelbladlus, kartoffelbladlus, bedbladlus og agurkbladlus, når man fokuserer på antallet af bladlus, der blev ædt. Ædekapaciteten hos *A. nemorum* overfor agurkbladlus var dog kun en smule mindre end overfor ferskenbladlus. Nogle bladlus blev dræbt uden at blive ædt. Udtrykkes præferencen som det totale antal dræbte bladlus, udviste *A. nemorum* ingen præference mellem ferskenbladlus og bedbladlus, men næsten alle dræbte ferskenbladlus blev ædt, mens kun halvdelen af de dræbte bedbladlus blev ædt.

Præference blev desuden undersøgt mellem uparasiterede ferskenbladlus og mumier dannet af bladlussnyltehvepsen *Aphidius colemani*. *A. nemorum* udviste ingen præference overfor ét af de to slags bytte, men åd af begge i lige mængde.

Aspekter af fødevalg hos *A. nemorum* i relation til fødekvalitet og tilgængelighed af byttet diskuteres.

Litteratur

- Anderson NH. 1962a. Bionomics of six species of *Anthocoris* (Heteroptera: Anthocoridae) in England. Trans. R. Ent. Soc. Lond. 114: 67-95.
- Anderson NH. 1962b. Growth and fecundity of *Anthocoris* spp. reared on various prey (Heteroptera: Anthocoridae). Ent. Exp. & Appl. 5: 40-52.
- Bennison JA, Maulden KA, Wardlow LR, Pow EM & Wadhams LJ. 1998. Novel strategies for improving biological control of western flower thrips on protected ornamentals - potential new biological control agents. Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases. Vol. 1: 193-198.
- Brunner JF & Burts EC. 1975. Searching behaviour and growth rates of *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae), a predator of the pear psylla, *Psylla pyricola*. Ann. Ent. Soc. Am. 68: 311-315.
- Cambell CAM. 1977. A laboratory evaluation of *Anthocoris nemorum* and *A. nemoralis* (Hem.: Anthocoridae) as predators of *Phorodon humuli* (Hom.: Apididae). Entomophaga 22: 309-314.
- Collyer E. 1967. On the ecology of *Anthocoris nemorum* (L.) (Hemiptera-Heteroptera). Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A) 42: 107-118.
- Dempster JP. 1963. The natural prey of three species of *Anthocoris* (Heteroptera: Anthocoridae) living on Broom (*Sarothamnus scoparius* L.). Ent. Exp. & Appl. 6: 149-155.
- Dixon AFG & Russel R J. 1972. The effectiveness of *Anthocoris nemorum* and *A. confusus* (Hemiptera: Anthocoridae) as predators of the sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoides*. II. Searching behaviour and the incidence of predation in the field. Ent. Exp. & Appl. 15: 35-50.
- Enkegaard A, Brødsgaard HF & Larsen AK. 2000. Hvem æder hvem? Gartnertidende 45: 14-15.
- Evans HF. 1976. The role of predator-prey size ratio in determining the efficiency of capture by *Anthocoris nemorum* and the escape reactions of its prey, *Acyrtosiphon pisum*. Ecol. Entom. 1: 85-90.
- Herard F & Chen K. 1985. Ecology of *Anthocoris nemorum* (L.) (Het.: Anthocoridae) and evaluation of its potential effectiveness for biological control of pear psylla. Agronomie 5: 855-863.

- Hill AR. 1957. The biology of *Anthocoris nemorum* (L.) in Scotland (Hemiptera: Anthocoridae). Trans. R. Ent. Soc. Lond. 109: 379-394.
- Hodgson C & Aveling C. 1988. Anthocoridae. I: Minks, A. K. & Harrewijn, P. (red.). Aphids. Their biology, natural enemies and control. Vol. B. Elsevier. pp. 279-292.
- Horton DR, Hinojosa T & Lewis TM. 2000. Mating preference, mating propensity, and reproductive traits in *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae): A comparison of California and United Kingdom populations. Ann. Entomol. Soc. Am. 93: 663-672.
- Jacobson R. 1991. Integrated control of *Frankliniella occidentalis* in UK cucumber crops - use of *Anthocoris nemorum*. Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent. 56: 235-240.
- Lauenstein G. 1977. Untersuchungen zu Fruchtbarkeit und Eiablage der räuberischen Blumenwanze *Anthocoris nemorum* L. (Hem.: Heteroptera). Z. Ang. Ent. 83: 355-363.
- Manly BJF. 1974. A model for certain types of selection experiments. Biometrics 30: 281-294.
- Rosenheim JA, Kaya HK, Ehler LE, Marois JJ & Jaffee BA. 1995. Intraguild predation among biological-control agents: Theory and evidence. Biological Control 5: 303-335.
- Ruth J & Dwumfour EF. 1989. Laboruntersuchungen zur Eignung einiger Blattlausarten als Beute der räuberischen Blumenwanze *Anthocoris gallarum-ulmi* (DeG.) (Het., Anthocoridae). J. Appl. Ent. 108: 321-327.

Samspil mellem nyttedyr i væksthushafgrøder

Interactions among beneficial arthropods in glasshouse crops

Henrik F. Brødsgaard & Annie Enkegaard

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Interspecific interactions among arthropods in protected crops have become increasingly important as the use of still more complex biological control programs has been implemented into glasshouse crops. In many areas of Northern Europe, ornamental growers are trying to use biological control of pests by means of beneficial arthropods because the number of registered effective pesticides is decreasing. One of the many features in which ornamental crops differ from vegetables is the wide range of arthropod pest species that may attack an ornamental crop species. Many crops are attacked by six to ten different pest species that have to be controlled simultaneously by a set of beneficials. Due to the facts that many pest species are difficult to control, the damage thresholds are very low, and the cropping cycles often are very complex several beneficial species have to be introduced not only against the pest complex in general but against each pest species. Many of the presently used beneficial arthropods are not monophagous. Hence, intraguild predation among introduced predators or predators switching away from the target pests are likely to occur. Several examples from laboratory experiments document intraguild predation among biological control candidates. Fewer studies suggest intraguild predation in glasshouse crops. However, both control failures and control delays due to intraguild predation are reported and in such cases the outcome of the control programs may differ from what can be expected based on the experience that has been generated from the much simpler greenhouse vegetable systems.

The positive and negative aspects of using polyphagous predators have been discussed for years and the use of monophagous beneficials in biological control programs has been emphasised by many authors. In the present paper we will discuss the role of intraguild predation with a system approach and with focus on system stability and end control results.

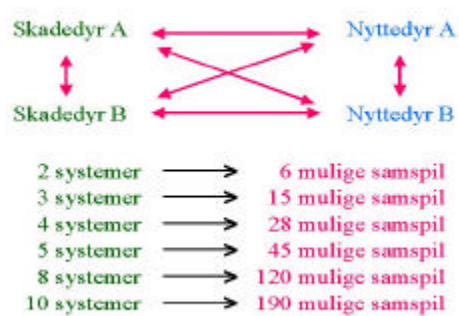
Indledning

I mange væksthushavkulturer, især prydblantekulturer, er skadedyrsfaunaen ofte meget kompleks, idet samme kultur ofte kan angribes af en række alvorlige arter. I en biologisk bekæmpelsessituation betyder dette, at forskellige nyttedyrsarter skal kunne fungere side om side. Jo flere skade- og nyttedyrsarter, der findes i kulturen, desto flere samspil er mulige mellem organismerne, og desto større er risikoen bl.a. for, at forskellige nyttedyr vil distrahere eller

direkte genere hinanden. Hvor der er tale om nyttedyr, der ikke er helt specifikke i deres fødevalg, kan det endda tænkes, at nyttedyrarter direkte kan bekæmpe hinanden.

Et af de mange forhold, der f.eks. adskiller prydpflanter fra grønsager, er den brede vifte af skadedyr, der kan angribe disse kulturer. Således angribes mange prydpantekulturer af seks til ti skadedyr, der kræver en samtidig forebyggelse/bekæmpelse med en tilsvarende bred vifte af nyttedyr. Fra 1970'erne, hvor biologisk bekæmpelse af skadedyr blev introduceret, er antallet af kommercielt tilgængelige nytteorganismer steget markant. I 1998 blev der således markedsført 49 forskellige arter af nytteorganismer i Danmark (Brødsgaard & Enkegaard, 2000), og i 1999 blev der i Europa markedsført i alt 90 forskellige arter (Van Lenteren, 1999). Dette har betydet, at der er nytteorganismer til rådighed mod samtlige alvorlige forekommende skadedyr. Det er således i danske væksthuskulturer mere reglen end undtagelsen, at biologisk skadedyrsbekæmpelse består af et meget komplekst bekæmpelsesprogram, hvor mange skadedyr bekæmpes samtidigt og ofte med flere nyttedyrsarter mod hver enkelt skadedyrsart. Eksempelvis er det almindeligt at bekæmpe trips ved brug af to til tre forskellige nyttedyr; tripsrovmidler, der sætter ind overfor tripslarver på kulturens blade; rovtæger, der sætter ind overfor voksne trips i kulturens blomster; og jordlevende rovmider, der sætter ind overfor tripspupper i dyrkningsmediet. Med mange skade- og nyttedyrarter i kulturen øges muligheden for interaktioner mellem de enkelte skadedyr-nyttedyr-systemer, og dermed for et udfald af bekæmpelsen, som kan afvige fra det udfald man ville få, hvis blot en enkelt skadedyrart blev bekæmpet med en enkelt nyttedyrsart.

Antallet af mulige samspil mellem skadedyr-nyttedyr-systemer stiger eksponentielt med antallet af systemer (figur 1). Således er der 6 mulige samspil, hvis man bekæmper 2 skadedyrarter biologisk med 2 nyttedyrarter, mens antallet af mulige samspil øges til 15, hvis blot yderligere ét skadedyr med et tilhørende nyttedyr optræder i kulturen.



Figur 1. Sammenhæng mellem antal af mulige interaktioner og antallet af skadedyr-nyttedyr-systemer. Relationship between number of possible interactions and number of pest-beneficial systems.

Typen af interaktioner

Karakteren af de interaktioner, der kan opstå mellem skadedyr-nyttedyr-systemer, vil bl.a. afhænge af de involverede parters biologiske karakteristika. Af forskellige typer af interaktioner kan nævnes: Fødekongurrence, prædation og parasitisme (tabel 1). Fødekongurrence kan have katastrofale følger for udsatte nyttedyr, da populationen kan bukke under af sult. Men set fra gartnerens synspunkt er dette jo ofte en ideel situation, da skadedyrene så er bekæmpet. En anden type samspil omfatter prædation, hvor byttedyrene er andre udsatte nyttedyr. Mange af de nyttedyr, der anvendes i biologisk bekæmpelse, angriber ikke kun en enkelt bytteart. Ved brug af sådanne polyfage nyttedyr er der derfor risiko for, at de angriber andre nyttedyr i afgrøden, eller at de foretrækker at angribe andre skadedyr end den art, de bliver udsat for at bekæmpe. Polyfage nyttedyr, som vides at kunne angribe andre nyttedyr, er f.eks. *Orius*-rovtæger, der kan æde galmyglarver, spindemiderovmider og snyltehvepselarver (ved at æde parasiterede bladlus) (Brødsgaard & Enkegaard, 1997); og tægen *Macrolophus caliginosus*, der kan angribe larver af spindemidegalmyggen og larver af minérflue-snyltehvepse (ved at æde parasiterede minérfluelarver) (Nedstam & Johansson-Kron, 1999).

Tabel 1. Teoretiske interaktioner mellem skadedyr og nytteorganismer i væksthushkulturer. Theoretical interactions among pests and beneficials in glasshouse crops.

Nyttedyr	→	Mål-skadedyr
Nyttedyr	→	Ikke-mål-skadedyr
Nyttedyr	→	Nyttedyr
Skadedyr	→	Skadedyr
Insektpatogen	→	Nyttedyr

Ikke kun polyfage prædatorer, men også hvad der traditionelt betragtes som mere specifikke prædatorer, kan have negative interaktioner med andre nyttedyr. Vi har udført forsøg med bl.a. flere arter af såkaldte specifikke bladlusprædatorer og deres prædation af henholdsvis bladlus og parasiterede bladlus. I forsøget indgik mariehønsene *Coccinella septempunctata*, *Harmonia axyridis* og *Hippodamia convergens* samt *Orius majusculus* og *Chrysoperla carnea*. Disse arter fik valget mellem ferskenbladlus (*Myzus persicae*) og mumificerede ferskenbladlus, parasiterede af snyltehvepsen *Aphidius colemani*. På basis af den forholdsmæssige prædation af de to byttedyr blev der udregnet et præferenceindex (Manly, 1974) for hver kombination af bladlus/nyttedyr. Indekset blev beregnet som:

$$P_1 = \frac{\log \frac{e_1}{A_1}}{\log \frac{e_1}{A_1} + \log \frac{e_2}{A_2}}$$

hvor α_1 er prædatorens præference for bytte 1, e_1 er antallet af overlevende af bytte 1, A_1 er det totale antal af bytte 1, e_2 er antallet overlevende af bytte 2 og A_2 er det totale antal af bytte 2. Her er bytte 1 ferskenbladlus og bytte 2 er parasiterede bladlus. Hvis α_1 er lig med 0,5, udviser prædatoren ingen præference. Resultaterne viser (tabel 2), at alle de tre mariehønearter præderede parasiterede bladlus, men at de har en signifikant præference over for uparasiterede bladlus. Derimod har rovtægen og guldøjen tilsyneladende ingen præference mellem parasiterede og uparasiterede bladlus. Tilsvarende resultater er opnået med en anden art af rovtæge, *Anthocoris nemorum* (Meyling *et al.*, 2001), der opfattes som mere bladlus-specifik end *O. majusculus*.

Tabel 2. Manleys præference indeks for prædatorer af henholdsvis uparasiterede (*Myzus persicae*) og parasiterede bladlus (*Aphidius colemani*). Manley's preferences index for predators of un-parasitised (*Myzus persicae*) and parasitised aphids (*Aphidius colemani*).

Prædator Predator	Præference indeks ($\pm$ S.E.) ¹ Preferences index
<i>Coccinella septempunctata</i>	0,725 (0,044) *
<i>Harmonia axyridis</i>	0,865 (0,021) *
<i>Hippodamia convergens</i>	0,920 (0,020) *
<i>Orius majusculus</i>	0,370 (0,074) ns
<i>Chrysoperla carnea</i>	0,564 (0,061) ns

¹ * angiver signifikant ($P < 0,05$) forskellig fra et præferenceindex på 0,5. ns angiver ingen signifikant forskel

En type samspil, der er beslægtet med prædation, er parasitering. Visse snyltehvepse, f.eks. *Encarsia pergandiella*, der anvendes til bekæmpelse af mellus, har en aparte livscyklus, hvor hunner på normal vis udvikles fra parasiterede mellus, men hvor hanner udvikles fra parasiterede snyltehvepse – enten *E. pergandiella* selv eller andre arter af snyltehvepse. Ved en samtidig anvendelse af *E. pergandiella* og f.eks. *Encarsia formosa* vil en del af de *E. formosa*, der er ved at udvikle sig i parasiterede mellus, således blive parasiteret af *E. pergandiella* med henblik på produktion af hanligt afkom. En sådan "superparasitering" kan være ødelæggende for mellusbekæmpelsen (Gabarra *et al.*, 1999).

Det er ikke kun nyttedyr, der kan påvirke hinanden indbyrdes – dette gælder også for skadedyrene, der naturligvis indbyrdes konkurrerer om føde, men som også kan indgå i andre typer af samspil. For eksempel vil trips kunne bidrage til en bekæmpelse af spindemider, idet trips ikke kun er planteædende men også i stand til at æde spindemidernes æg (Brødsgaard & Enkegaard, 1997).

Sampils praktiske betydning

Der er verden over gennemført laboratorieforsøg, der dokumenterer samspil mellem diverse nyttedyr (tabel 3), men der er kun relativt få studier af, hvorledes disse samspil påvirker bekæmpelsesforløbet i praksis. Der er dog set eksempler både på forsinkelse i bekæmpelse og på fejlslagen bekæmpelse.

Fejlslagen bekæmpelse er observeret i England, hvor bekæmpelse af spindemider i tomatkulturer med spindemidegalmyggen kan mislykkes, hvis der samtidig er en stor bestand af *Macrolophus*-tæger i kulturen. Disse tæger udsættes primært til bekæmpelse af mellus, men da de er temmelig polyfage, vil de – når mellusene er reduceret i antal og deres egen bestand vokset betydeligt – angribe andre dyr i afgrøden, herunder spindemidegalmyggens larver. Hermed er det demonstreret, at udfaldet af bekæmpelsen af ét skadedyr i en kultur med flere skadedyr-nyttedyr-systemer kan forløbe anderledes, end det var forventet alene ud fra erfaringerne med de enkelte systemer.

Tabel 3. Dokumenterede samspil mellem forskellige nyttedyr. ? angiver, at samspillet er envejs, hvor nyttedyret til venstre angriber nyttedyret til højre. ? angiver, at samspillet er tovejs, hvor begge nyttedyr kan angribe hinanden. Documented examples on interactions among pests and beneficials. Arrows indicate direction of interaction.

<i>Delphastus</i> (bille mod mellus)	→	<i>Encarsia</i> sp.
Mariehøns (voksne og larver)	↔	Guldøjelarver
Guldøjelarver	→	Bladlussnyltehveps
<i>Orius</i> sp.	→	Bladlussnyltehveps
<i>Orius</i> sp.	→	Bladlusgalmyg (larver)
<i>Orius</i> sp.	→	Spindemiderovmide
<i>Orius</i> sp.	→	Tripsrovride
<i>Macrolophus</i> (tæge mod mellus)	→	Spindemidegalmyg (larver)
<i>Macrolophus</i>	→	Minérfluesnyltehveps
<i>Encarsia pergandiella</i>	→	<i>Encarsia</i> sp.
Spindemidegalmyg	↔	Spindemiderovmide (♂ æg)
Bladlusgalmyg (larver)	→	Tripsrovride (æg)

Interaktioners indflydelse på bekæmpelsesudfaldet er dog ikke nødvendigvis af negativ karakter. I visse situationer kan det ligefrem være en fordel, at der er flere skadedyr-nyttedyr-systemer i kulturen samtidigt. Når *Orius*-tæger anvendes til bekæmpelse af trips i en kultur, hvor der ikke forefindes andre systemer, vil tægerne relativt hurtigt få reduceret bestanden af trips til et niveau, hvor der er for få trips til, at bestanden af *Orius* kan opretholde et højt niveau. Den resulterende lave tæthed af tæger fører til genopblomstring af tripsene, som først efter en forsinkelse på 3-4 uger atter bliver indhentet af tægerne. I denne periode kan tripsene nå at anrette skade. Er der derimod andre skadedyr og nyttedyr i kulturen, vil *Orius*-tægerne have alternativ føde til deres rådighed. Selv når bestanden af trips er meget lav, vil tægerne ikke aftage i antal, men holde en pæn bestand. På denne måde får tripsene ikke mulighed for den før beskrevne opblomstring, og man undgår skader på planterne (Brødsgaard & Enkegaard, 1997).

På trods af at der er talrige dokumenterede eksempler på negative samspil mellem komplicerede skadedyr-nyttedyr-systemer i laboratorieforsøg (tabel 3), viser erfaringer fra

praksis, at disse tilsyneladende ødelæggende samspil som regel tilføjer biologiske bekæmpelsesprogrammer en robusthed – som beskrevet ovenfor – der opvejer tabene som følge af f.eks. prædation af indkøbte og udsatte nyttedyr.

Problematikken vedrørende mulige interaktioner mellem de forskellige skadedyr-nyttedyr-systemer er dog relativ ny, og der udestår stadig en stor forskningsindsats, før bekæmpelsesudfald vil kunne forudsiges med en sandsynlighed, der er bedre end nutidens "kvalificerede gæt" (Rosenheim, 1998).

Litteratur

- Brødsgaard HF & Enkegaard A.* 1997. Interactions among polyphagous anthocorid bugs used for thrips control and other beneficials in multi-species biological pest management systems. p. 153-160. *In* Pandalai, S.G. (ed.). Recent Res. Devel. in Entomology 1. Research Signpost. Trivandrum.
- Brødsgaard HF & Enkegaard A.* 2000. Biologisk bekæmpelse af skadedyr i væksthuse, status og fremtidsperspektiver. DJF rapport 12 Havebrug.7-15.
- Gabarra R, Arnó J, Alomar O & Albajes R.* 1999. Naturally occurring populations of *Encarsia pergandiella* (Hymenoptera: Aphelinidae) in tomato greenhouses. IOBC/WPRS Bull. 22 (1). 85-88.
- Manly BJF.* 1974. A model for certain types of selection experiments. Biometrics 30: 281-294.
- Meyling NV, Enkegaard A, Brødsgaard HF & Münster-Swendsen M.* 2001. *Anthocoris*-tæger: Præference for forskellige bladlusarter og samspil med snyltehvepse. DJF rapport Havebrug (*in press*).
- Nedstam B & Johansson-Kron M.* 1999. *Diglyphus isaea* (Walker) and *Macrolophus caliginosus* Wagner for biological control of *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach) in tomato. IOBC/WPRS Bull. 22 (1).185-187.
- Rosenheim JA.* 1998. Higher-order predators and the regulation of insect herbivore populations. Annu. Rev. Entomol. 43, 421-447.
- van Lenteren JJ.* (ed.). 1999. Sting 19, 32 pp.

Ressourceminimering i prydblanteproduktionen i væksthuse og på friland

Resource minimisation in glasshouse and field production of ornamentals

Jens Rystedt

DEG GreenTeam

Hvidkærvej 29

DK-5250 Odense SV

Annie Enkegaard

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

A research programme on reduction of the use of energy and pesticides (including growth regulators) in the production of ornamentals in glasshouses and nurseries was initiated in the autumn 1999. The programme amounts to 38 million DKK in 5 years and is conducted by the Danish Institute of Agricultural Sciences, The Royal Veterinary and Agricultural University and DEG, the growers organisation. The programme is financed by the Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, the Danish Ministry of Environment and Energy and the growers. The part of the programme that deals with reduction in use of pesticides encompasses the following projects: development of plant protection models for glasshouse cultures; models for prevention of infestations with leaf pathogens; biocontrol of leaf pathogens; biocontrol of pests; host plant resistance against pests and diseases; growth regulation based on growth factors; biological control of plant growth; and weeds in nurseries. The part of the program that deals with reduction in use of energy encompasses 3 projects: dynamic climate control; changed use of curtains; and improved humidity control.

The two parts of the research programme are tightly coordinated to form the entity "Minimisation of use of resources in the ornamental production in glasshouses and nurseries". A rapid dissemination of results obtained by the projects to advisors and growers has a very high priority. As a consequence, advisors participate in each project. Strategies for publication in *Gartner Tidende*, the growers magazine, are laid each year. The programme has established a web site to present the programme and its results and publications.

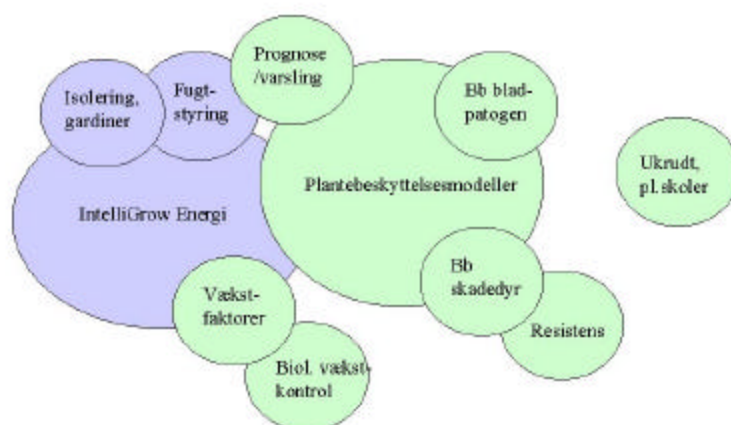
Introduktion

Miljø og miljøhensyn indtager en større og større plads ved produktion af prydblanter såvel i væksthuse som på friland. For at kunne opfylde fremtidens krav til en miljørigtig produktion forskes der i Danmark i ressourceminimering i produktionen af prydblanter.

Gartnerierhvervet har sammen med forskere fra Danmarks JordbrugsForskning og Landbohøjskolen analyseret, hvilke behov gartnerierhvervet har for viden i fremtiden. På den baggrund er der lavet et forskningsprogram vedrørende ”Ressourceminimering ved produktion af pryddplanter – i væksthuse og på friland”.

Der er tale om et 5-årigt forskningsprogram til 38 millioner kroner. Forskningsprogrammet finansieres via bevillinger fra Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, og fra Miljø- og Energiministeriet samt via tilskud fra erhvervet, der støtter de enkelte delprojekter med op til 25%. Forskningsprogrammet startede i december 1999 og har det overordnede formål at frembringe ny viden, som kan medvirke til nedsættelse af ressourceforbruget i produktion af pryddplanter.

Der forskes i to hovedområder, nemlig vedrørende reduktion i forbruget af plantebeskyttelsesmidler og vedrørende reduktion i energiforbruget. Indenfor hvert hovedområde er der en række delprojekter. Der er flere samarbejdsflader mellem projekterne indenfor de enkelte hovedområder, ligesom de to hovedområder er tæt forbundne via samarbejde på tværs (figur 1).



Figur 1. Sammenhængen mellem projekterne i forskningsprogrammet “Ressourceminimering ved produktion af pryddplanter – i væksthuse og på friland”. Projekter vedrørende reduktion af energi er mørkegrå, projekter vedrørende reduktion i brug af pesticider er lysegrå. The relation between the different projects in the research programme “Minimisation of use of resources in the ornamental production in glasshouses and nurseries”. Projects dealing with reduction in energy use are dark grey, projects dealing with reduction in use of pesticides are light grey.

Nedsættelse af forbrug af plantebeskyttelsesmidler

Biologisk bekæmpelse er almindeligt brugt i danske væksthuse. Men der er stadig brug for forskning, som kan medvirke til yderligere nedsættelse af forbruget af plantebeskyttelses-

midler. Ligeledes er der brug for forskning, som kan medvirke til nedsættelse af forbruget af vækstreguleringsmidler. Der er i forskningsprogrammet 8 projekter, der sigter på nedsat forbrug af pesticider:

Udvikling af beslutningsstøttesystemer til integreret plantebeskyttelse i væksthuse

Det største projekt skal samle viden fra de øvrige delprojekter og derudfra udvikle beslutningsstøttesystemer til integreret plantebeskyttelse i væksthuse. Målet er at lave en kombination med klimastyringsprogrammerne fra energiprojekterne og herigennem at kunne hjælpe gartnerne med at foretage det rigtige valg af strategi mellem energiforbrug, optimering af vækst og brug af plantebeskyttelse/biologisk bekæmpelse.

Klimastyring til forebyggelse af angreb af bladsvampe

I dette projekt skal der udvikles klimastyringsstrategier og prognose- og varslingsmodeller med henblik på at forebygge angreb og udvikling af bladsvampe. Endvidere skal forholdene optimeres for biologisk bekæmpelse af bladsvampe ved hjælp af antagonister.

Biologisk bekæmpelse af bladsvampe

Her skal der findes nye mikrobielle antagonister, som kan udnyttes kommercielt, og som kan benyttes til biologisk bekæmpelse af meldug og gråskimmel. Desuden bidrages til afklaring af, hvorvidt mykorrhizasvampe tilført prydplantekulturer har en hæmmende virkning på angreb af meldug.

Biologisk bekæmpelse af skadedyr

Der er brug for en øget forståelse for samspillet mellem forskellige skadedyr og nyttedyr. Endvidere skal der i dette projekt fokuseres på dyrkningsbetingelsernes, herunder klimaets og dyrkningsprocessernes indflydelse på biologisk bekæmpelse.

Værtplanteresistens mod sygdomme og skadedyr

Erfaringsmæssigt er nogle plantesorter og -arter mere modstandsdygtige overfor sygdomme og skadedyr end andre. I dette projekt arbejdes der på udvikling af effektive og standardiserede metoder og procedurer til undersøgelse af resistens mod sygdomme og skadedyr. Endvidere skal muligheden for forædlingsstrategier mod resistens undersøges.

Vækstregulering på basis af plantevækstfaktorer

For at kunne nedsætte brugen af retarderingsmidler skal der forskes i, hvorledes forskellige plantevækstfaktorer, som ændret gødsning og klimastyring, kan påvirke plantevæksten.

Biologisk kontrol af plantevækst

For nogle kulturer har det vist sig, at der kan opnås en retardering ved hjælp af mikrobiologiske interaktioner med planterne. I dette projekt forsøges dette videreudviklet.

Forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt i planteskoler

Projekter skal bidrage til at reducere ukrudtstrykket i planteskoleproduktionen. Der skal udvikles metoder til at begrænse ukrudtsspredningen og reducere spiringen af frø.

Nedsættelse af energiforbruget

Energiprojekterne har fået særlig aktualitet med de stigende energipriser. Der er tale om 3 projekter, som alle handler om klimastyring. Forsøg i tidligere projekter har nemlig vist, at energiforbruget kan nedsættes betydeligt ved hjælp af klimastyring. Endvidere er resultater vedrørende klimastyring ”letterer” at flytte ud i praksis end anbefalinger vedrørende nye væksthuse.

Dynamisk klimastyring

Det største projekt kaldes IntelliGrow, hvor der i starten arbejdes med dynamisk klimastyring. Ved dynamisk klimastyring styres klimaet efter fotosyntesen. Den optimale temperatur og CO₂-koncentration beregnes løbende ud fra det lys, som er til rådighed. Og så indstilles klimaet herefter. Jo mere lys jo højere vil den optimale temperatur og CO₂-koncentration være. Til gengæld spares der på ressourcerne om natten, hvor temperaturen går ned til 15°C. Med dette princip, hvor der opstår store variationer i klimaet, opnås store energibesparelser. Planterne bliver tillige mere kompakte med mindre forbrug af vækstretarderingssmidler til følge. Princippet bruges allerede i en del gartnerier, og de næste år i projektet skal bruges til en yderligere optimering af systemet.

Selve IntelliGrow-systemet er et komponentbaseret klimastyringssystem, hvor forskellige komponenter kan vælges til og fra. Dynamisk klimastyring består af flere komponenter. Resultaterne fra Pesticid-projekterne og de to øvrige energiprojekter skal i den sidste del af forskningsprogrammet beskrives som komponenter og overføres til og afprøves i IntelliGrow.

Styring af gardiner

Gardinprojektet fokuserer på at ændre styringen af gardinerne fra at være baseret på indstrålingen alene til at være baseret på væksthushets energibalance. Dette således at varmetabet fra væksthuset regnes med i det samlede regnestykke.

Forbedret fugtstyring

Fugtstyring koster meget energi. Samtidig er et af problemerne med indførelse af isolerende dækkematerialer i væksthuse, at luftfugtigheden ofte bliver for høj. Hvis højisolerede dækkematerialer en gang i fremtiden skal erstatte enkeltglas i væksthuse, er det derfor en forudsætning, at styringen af luftfugtigheden kan gøres mere effektiv og mere energibesparende, end den er i dag. Formålet med dette delprojekt er at opstille nye styringsstrategier, således at ventilationstiden og dermed energiforbruget kan nedsættes.

Resultaterne skal bruges hurtigst muligt

Som det fremgår, er der tale om en bred vifte af delprojekter, som alle skal føre til reduceret brug af ressourcer i produktion af prydplanter.

For alle projekterne gælder, at implementering til praksis er højt prioriteret. Derfor er konsulenter fra erhvervet med i alle projekter. Deres opgave er at følge forskningen tæt, sørge for den har det rette indhold set med gartnerens øjne og samtidig være drivkraft i implementering af resultaterne. Samarbejdet fungerer fint, og allerede nu bliver nogle af resultaterne brugt i danske gartnerier.

En væsentlig del af resultatformidlingen foregår gennem Gartner Tidende. Hvert år laves en strategi for artikler til Gartner Tidende. Alle delprojekter deltager i denne strategi. Til brug ved publicering og anden formidling om ressourceminimeringsprojekterne har programmet udviklet et logo (figur 2) – en plante med professorhat og diplom. Hvert delprojekt anvender deres version af logoet, hvor projekts indhold fremgår. Endelig er der oprettet en hjemmeside www.ressourceminimering.dk. Her præsenteres forskningsprogrammet og resultater, artikler og andre præsentationer kan ses på denne hjemmeside.



Figur 2. Logo for ressourceminimeringsprojektet vedrørende udvikling af plantebeskyttelsesmodeller. De øvrige projekter har samme logo, bortset fra angivelsen af projektets indhold. Logo for the project on development of plant protection models. The other projects have the same logo except for a different description of the project content.

Der orienteres ligeledes om ressourceminimeringsprojektet i udlandet. Hvert år i februar afholdes en stor udstilling af pottedplanter i Essen i Tyskland. På denne messe udstiller de danske gartnere og teknikfirmaer. I forbindelse med messen i 2001 udgives Gartner Tidende med tysk oversættelse af relevante artikler. Der trykkes 3000 ekstra eksemplarer til uddeling på messen. Formålet med dette ekstra nummer er at sætte fokus på dansk gartneri. En af artiklerne omhandler ressourceminimeringsprojektet, hvor der fortælles om ideer og tanker bag projektet.

Selve forskningen udføres dels hos Danmarks JordbrugsForskning i henholdsvis Flakkebjerg og Årlev dels på Landbohøjskolen.

Som nævnt er der tale om et femårigt forskningsprogram, der løber i 4 år endnu. Men allerede nu er der taget hul på diskussioner af, hvad der skal forskes i om 4 år.

Litteratur

Pesticiddelen

- Brogaard M.* 2000. Fra klimastyring til beslutningsstøtte. *Gartner Tidende* 46, 14-15.
- Brødsgaard HF & Enkegaard A.* 2000a. Planteresistens mod skadedyr. *Gartner Tidende* 34, 42-43.
- Brødsgaard HF & Enkegaard A.* 2000b. Biologisk bekæmpelse af skadedyr i væksthuse, status og fremtidsperspektiver. 17. Danske Planteværnskonference, DJF-rapport nr.12, 7-15.
- Brødsgaard HF & Enkegaard A.* 2000c. Interspecific interactions among entomophagous insects in protected cultures. *Proc. XXI International Conf. Entomol. Iguacu Falls, Brasil, August 20-26 2000*: 208.
- Enkegaard A.* 2000. Nyt forskningsprogram om ressourceminimering i prydplanteproduktionen. 17. Danske Planteværnskonference, DJF-rapport nr. 25, 53-54.
- Enkegaard A & Brødsgaard HF.* 2000. Hvem æder hvem? *Gartner Tidende* 45, 14-15.
- Enkegaard A, Meyling NV & Brødsgaard HF.* 2000. Bekæmpelse med flere nyttedyr. *Gartner Tidende* 12, s. 16-17.
- Hartvig P & Andersen L.* 2000. Hvor kommer ukrudtet fra? *Gartner Tidende*, 52.
- Kristiansen K.* 2000. Mutationsforædling og resistens. *Gartner Tidende* 50, 14-15.
- Larsen J.* 2000. Biologisk bekæmpelse af plantepatogene svampe med arbuskulær mykorrhiza. 17. Danske Planteværnskonference, DJF-rapport nr. 12, 43-49.
- Larsen J, Ravnskov S & Sandvad K.* 2000. Mykorrhiza og plantesundhed. *Gartner Tidende* 40, 14-15.
- Löschenkohl B & Rystedt J.* 2000. Den farlige årstid. *Gartner Tidende* 38, 24-25.
- Löschenkohl B, Andersen H & Sandvad K.* 2000. Fugtstyring og dynamisk klimastyring. *Gartner Tidende*, 42, 6-7.
- Nicolaisen M.* 2000. Biologisk kontrol af plantevækst. *Gartner Tidende* 52.
- Rasmussen Starkey K.* 2000. Julestjerner: gød mindre og få bedre planter. *Gartner Tidende* 36, 8-9.
- Yohalem D & Petersen L.* 2000. Biologisk bekæmpelse af bladsygdomme i potteplanter. *Gartner Tidende* 37, 8.
- Yohalem D.* 2000. Research in antagonistic microorganisms with potential for control of pathogenic foliar fungi. 17. Danske Planteværnskonference, DJF-rapport nr. 12, 31-35.
- Yohalem D.* 2000. Microbial management of early establishment of grey mould in pot roses. 17. Danske Planteværnskonference, DJF-rapport nr. 12, 97-102.

Energidelen

- Aaslyng JM, Rosenqvist E & Rystedt J.* 2000. Dynamisk klimastyring på en almindelig klimacomputer. *Gartner Tidende* 42, 10-11.
- Aaslyng JM, Rosenqvist E & Rystedt J.* 2000. IntelliGrow – en ny form for klimastyring. *Gartner Tidende* 52.
- Ammar C.* 2000. WWW.Ressourceminimering.dk. *Gartner Tidende* 52.
- Andersson NE.* 2000. Gartneri og energi. *JordbrugsForskning* nr. 3, 7-9.

- Andersson NE, Nielsen B, Nielsen OF & Jacobsen L.* 2000. Bedre styring med energigardin. Gartner Tidende 2000. Gartner Tidende 42, 16.
- Andersson NE, Nielsen OF, Jacobsen L & Nielsen B.* 2000. Energi og luftfugtighed. Gartner Tidende 42, 4-5.
- Rosenqvist E & Aaslyng JM.* 2000. IntelliGrow – a new climate control concept. Grøn Viden 122, 1-8.
- Rosenqvist E, Aaslyng JM & Rystedt J.* 2000a. Asters vokser glimrende. Gartner Tidende 42, 8-9.
- Rosenqvist E, Aaslyng JM & Rystedt J.* 2000b. Spørg planterne – de har svaret! Gartner Tidende 34, 22-23.

Ressourceminimering: Mikroklimaet i potteplanter

Microclimate in pot plants

Bent Løschenkohl

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Preliminary results showed, that after a sunny day the pot temperature in ornamentals is higher than the canopy temperature, leading to dew formation and grey mould. The evaporation measured between pot plants is constant during daytime and nighttime, suggesting that transport of air humidity from the canopy is a limiting factor

Indledning

Luftfugtighed er en af de parametre, der volder problemer ved styring af væksthushusklima. Nedslag og høj luftfugtighed udvikler svampesygdomme som gråskimmel og meldug, og en stor del af energiforbruget i væksthuse går til regulering af luftfugtighed.

Sensorer til måling af luftfugtighed i væksthuse er som regel placeret et centralt sted og 0,5-1 meter over potteplanterne, det såkaldte makroklima. Luftfugtigheden i og mellem planterne, mikroklimaet, måles ikke, men er højere end over planterne. En vigtig komponent i luftfugtighed er fordampningshastigheden, hvor meget vand fordamper planter og hvornår.

I projektet "Klimastyring og forebyggelse af svampeangreb" under Ressourceminimering måles luftfugtighed, fordampningshastighed og energistrømme i potteplanter, og sættes i relation til angreb af gråskimmel.

Her bringes de første, foreløbige resultater af måling af mikroklimaet i potteroser.

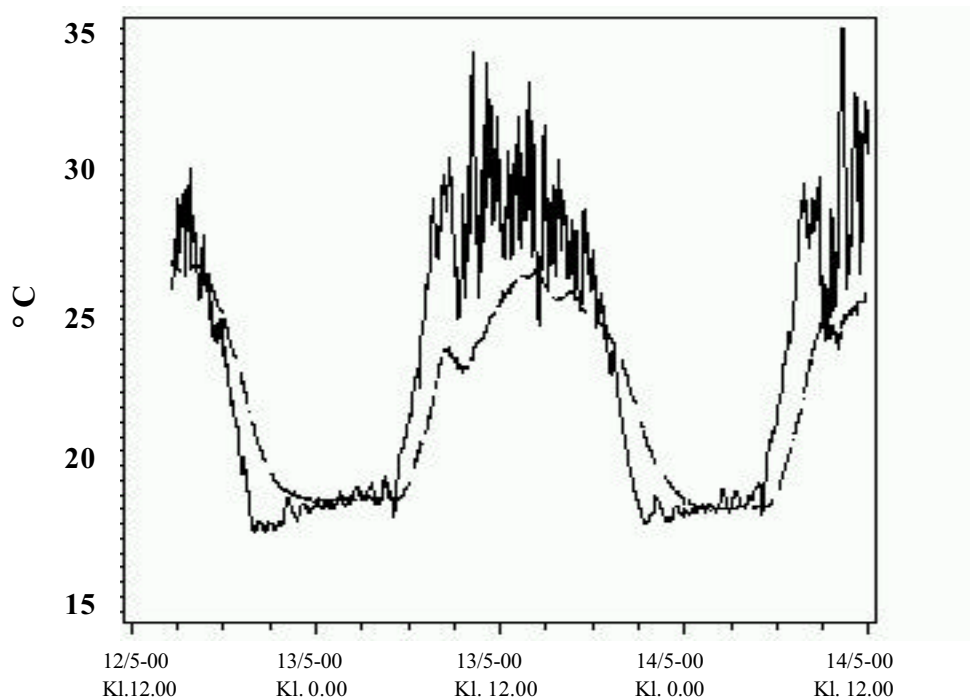
Materialer og metoder

Målingerne er udført i potteroser. For mikroklimaet er temperaturen målt i potteklumpen, ved overfladen af potteklumpen, i toppen af planten og 10 cm over planterne sammen med måling af luftbevægelse. Luftfugtighed og fordampningshastighed blev målt i højde med potteskanten. For makroklimaet blev målt temperatur, luftfugtighed, gardiners og vinduers stilling, fremløbstemperaturer og andre variabler, der har betydning for væksthushusklimaet, i alt 23. Data for mikro- og makroklima blev logget hvert minut, overført til bærbar PC og analyseret via SAS v8.

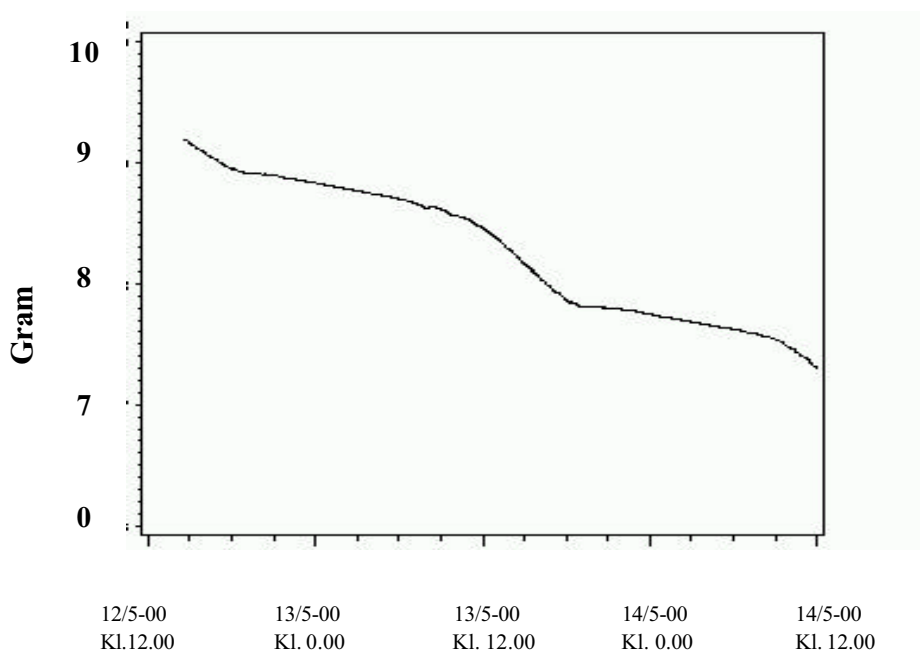
Resultater

Målinger af potte- og toptemperaturer fra 2 dage i maj ses på figur 1. Toptemperaturen stiger til 25-30°C og følger indstrålingskurven. Pottetemperaturen stiger til 25°C, men kurven er forsinket et par timer, så temperaturen først på dagen er lavere end toptemperaturen, og sidst på dagen højere.

Fordampningen ses på figur 2 som vægten af fordamperen. Fordampningen er lineær både om dagen og om natten, med en kort overgang.



Figur 1. Temperatur i potte og plantetop. Temperature in the pot and the top of the plant.



Figur 2. Fordampning i potteroser som vægt af fordamper. Evaporation in pot roses expressed as weight of the atmometer.

Diskussion

Forskydningen i pottetemperatur er meget naturlig, og fortæller, at først på dagen går energistrømmen nedad i planterne, og modsat sidst på dagen. Om aftenen er der en periode, hvor pottetemperaturen er højere end toptemperaturen. Det vand, der fordamper fra overfladen af potteklumpen, kan give nedslag længere oppe i planterne, hvis bladtemperaturen er lavere end pottetemperaturens dugpunkt. Det kan være en forklaring på angreb af gråskimmel i et væksthus, hvor fugtstyringen er tilfredsstillende.

Fordampningshastigheden er meget overraskende konstant både om dagen og om natten, men naturligvis størst om dagen. Det var forventet, at den ville følge indstrålingskurven i en vis grad, når det ikke er tilfældet kunne det tyde på, at fordampningen fra planterne er maksimal i forhold til, hvad der kan fjernes. I så fald er det ventilationsraten om dagen, og fortætningen på glasset om natten, der måles på. Et andet forhold, der skal tages i betragtning er, at når fordampningen fra fordamperen kan stige, stiger den sikkert også fra planterne, hvilket hæmmer fordampningen fra fordamperen. Dette vil blive undersøgt ved at måle fordampning i kortere perioder mellem og over planterne.

De kommende analyser af resultater skal undersøge temperaturfordelingen i forskellige niveauer i potteplanter, og sammenligne med tilhørende dugpunkttemperaturer. Fordampningshastighed skal undersøges for hældningskoefficienter på lineære dele af kurven i relation til mætningsdeficit, luftbevægelse, ventilationsrate og udendørstemperaturer. Endelig skal disse elementer i mikroklimaet sættes i relation til makroklimaet, så der enten kan skabes et bedre grundlag for styring af væksthusklimaet, eller ændres i placeringen af de sensorer, der benyttes i dag.

Sygdomme og skadedyr i dansk gartneri, 2000

Some major pests in nurseries in Denmark in 2000

Lene Petersen

Dansk Erhvervsgartnerforening

Blomstervej 1

Tilst

DK-8381 Mundelstrup

Summary

The Danish Association of Horticultural Producers has made diagnosis for the growers in Denmark the last ten years. In 2000 the major pests are *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp. and *Botrytis cinerea* in potted plants, *Peronospora* spp. in many different potted plants and for the first time found in Denmark *Colletotrichum acutatum* in strawberries.

Indledning

De sidste 10 år har Dansk Erhvervsgartnerforenings Laboratorium udført plantepatologiske undersøgelser. Prøverne sendes via konsulenterne eller gartneriet selv til laboratoriet til nærmere diagnosticering. De fleste prøver kommer fra Danmark, men en mindre del kommer fra Sverige, Norge og Finland, men også fra andre europæiske lande som Grækenland, Portugal og Baltikum. Hovedparten af prøverne kommer fra væksthusearealet, mens de resterende 20 procent kommer fra planteskoler, frilandsgrøntsager, beplantninger og enkelte privathaver.

I 2000 blev der indsendt 1067 prøver. Af disse var knap 150 vandprøver til undersøgelse for eventuel forekomst af zoosporer af *Pythium* og *Phytophthora*. Ud over de indsendte prøver via gartnere og konsulenter har vi i 2000 deltaget i projektarbejder, hvor formålet har været via undersøgelser at klarlægge sundhedsniveauet i en del gartnerier ved løbende at udtage prøver og undersøge disse for eventuelt forekomst af patogener. Et større projekt med undersøgelse af patogener i *Gerbera jamesonii* i samarbejde med seniorforsker Bent Løschenkohl, Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg er afsluttet i løbet af 2000.

Frilandsgrøntsager

I Ruccola til afskæring er der set angreb af *Cercospora longissima* samt angreb af *Peronospora* spp. Ved undersøgelse af frøpartier blev der konstateret forekomst af *Cercospora longissima* på frøet.

I tidlige blomkål af økologisk oprindelse blev der konstateret angreb af *Phoma lingam*. Med en større økologisk produktion med oprindelse i frø af økologisk materiale, kan det forventes, at vi vil se mere til mange af de frøpatogener, som vi ikke har set i en årrække.

Planteskoler

I *Thuja* spp. blev der konstateret angreb af svampen *Pestalotia* spp. og *Kabatina thuja*. Begge svampe forårsager brune, visne partier i planten.

I formeringen af *Chamaecyperis* spp. og *Ilex aquifolium* er der konstateret angreb af rodfiltsvamp (*Rhizoctonia solania*).

Senere i kulturperioden er der konstateret angreb af *Phytophthora* spp. i en del *Chamaecyperis* spp., der viser sig som brune, døde partier i planten; ofte er kun en enkelt gren angrebet.

I *Pinus* spp. blev der konstateret angreb af fyrresprækkesvamp (*Lopodermium* spp.).

Væksthusgrøntsager

I mange krydderurter er der konstateret angreb af *Pythium* spp. i selve spiringsfasen men også senere i kulturforløbet. Specielt dild (*Anethum graveolens* var. *hortorum*) er hårdt plaget af *Pythium* spp. og kan i visse perioder af året give anledning til store udfald i kulturen. Specielt ved brug af voksemedier med et lille iltindhold kan der opstå problemer.

I agurk (*Cucumis sativus*) er der set angreb af *Pythium aphanidermatum*, specielt i omplantningsfasen i juni/juli måned. I et projekt, delvist financeret af væksthusektoren i DEG, blev der via kunstig inokulation med *Pythium aphanidermatum* i agurk (*Cucumis sativus*) i recirkulerende system set store udfald som følge af angreb af dette patogen. Forsøget blev udført af Danmarks JordbrugsForskning i Flakkebjerg og på Årslev i samarbejde med forsker John Larsen, Douglas McCall og Klaus Paaske.

På trods af tilførsel af forskellige kommercielt solgte nyttesvampe kunne man ikke hindre smitten i at brede sig i langt hovedparten af forsøgene. Et enkelt middel viste dog en lille effekt, men midlet er endnu ikke til salg i Danmark. Det drejer sig om midlet GlioMix.

I foråret blev der via kontakter i udlandet advaret mod angreb af Pepino Mosaic Virus i tomat. Under stor opmærksomhed blev der sendt prøver ind til undersøgelse, men der er heldigvis endnu ikke konstateret angreb af dette virus i Danmark.

Frugt og bær

I år blev der for første gang konstateret angreb af jordbærsortråd (*Colletotrichum acutatum*) i jordbær (*Fragariae ananacea*). Angrebet blev konstateret i en lidt ældre kultur, hvor angrebet var værst på fuldmodne jordbær, der ved plukning ingen symptomer viste, men som i løbet af et par døgn fuldstændigt gik til af angreb af *Colletotrichum acutatum* med sekundære angreb af andre svampe til følge.

Planterne, hvori angrebet blev konstateret, var af hollandsk oprindelse. Siden er der konstateret angreb af svampen på andre, nye arealer med jordbær. Her er plantematerialet ligeledes af udenlandsk oprindelse. Plantedirektoratet, der rutinemæssigt undersøger dansk producerede planter af jordbær til videredyrkning, har ikke konstateret angreb/forekomst af patogenet, der har karakter af 0-skadegører i småplanteproduktionen.

Der er desuden konstateret angreb af visnesyge (*Verticillium* spp.) i planter, indsendt med mistanke om angreb af jordbærsortråd.

I solbær (*Ribes nigrum*) er der konstateret angreb af solbærfiltrust (*Cronartium ribicola*).

Potteplanter

I kulturerne *Gerbera jamesonii*, *Euphorbia pulcherima*, *Argyranthemum frutescent* og potteroser (*Rosa* spp.) er der konstateret angreb af gråskimmel (*Botrytis cinerea*) i forårs- og efterårs månederne. Specielt i efteråret, hvor en del gartnere sparede på energiudgifterne ved at sænke temperaturen, kunne vi konstatere flere tilfælde, hvor gråskimmel var den primære årsag til udfald i kulturen.

I formeringen af mange stiklingeproducerede potteplanter blev der konstateret angreb af rodtiltsvamp (*Rhizoctonia solani*). Under normale omstændigheder er svampen let at bekæmpe kemisk, men grundet genbrugsmaterialer, som ikke blev desinficeret, kunne der konstateres et stigende antal planter sendt til undersøgelse med angreb af dette patogen som eneste årsag til udfaldet. Det drejer sig om blandt andet *Jasminum grandiflorum*, *Hoya carnosa*, *Hoya bella*, *Euphorbia pulcherrima* og *Coprosma kirkii*.

Der blev konstateret et enkelt angreb af Chrysanthemumhvidrust (*Puccinia horiana*). Svampen må ikke forekomme i Danmark, og partiet blev sat i fortsat avlskontrol, indtil svampen med sikkerhed ikke kunne konstateres i gartneriet.

Phytophthora spp. er konstateret i *Saintpaulia ionantha*, *Hedera helix*, *Kalanchoe blossfeldiana*, *Campanula* spp. og *Capsicum annuum*. Heldigvis blev angrebene ikke så store i år, da vi ikke nåede op på de høje sommertemperaturer, som vi af og til har set herhjemme, og som fremmer svampen.

Der ses stadigvæk store problemer med udfald i kulturen *Hebe* spp. grundet angreb af *Fusarium oxysporum*. Svampen sidder latent i moderplanterne, og vil blive overført til stiklingerne, dersom disse tages for tæt mod jordoverfladen. Gennem grundig gennemgang af gartnerierne og uddannelse af personale, der har med stiklingeproduktionen at gøre, er det lykkedes at bringe antallet af angreb meget langt ned, men visse sorter er stadigvæk meget modtagelige, og dyrkes trods det store problem.

Angreb af *Fusarium* spp. er ligeledes konstateret i *Jasminum grandiflorum*, *Campanula* spp. og *Pinus pinea*, der en del af perioden dyrkes på friland, med risiko for at overføre svampen fra friland til væksthuset, hvor den øgede temperatur er medvirkende årsag til voldsomme udfald i kulturerne.

Skadedyr

I 2000 blev der undersøgt forskellige potteplanter for eventuel forekomst af skadedyr. Der blev konstateret et stigende antal tilfælde af angreb af topskudssmider (*Tarsonemidae* spp.) i kulturerne *Saintpaulia ionantha*, *Hedera helix* og *Campanula carpatia*.

Der blev konstateret enkelte tilfælde af angreb af *Bemisia tabaci* i julestjerner (*Euphorbia pulcherrima*) og *Gerbera jamesonii*.

Ligeledes blev der artsbestemt diverse bladlus, indsendt på forskellige kulturer af potteplanter og væksthusrøntsager.

Kvalitetskontrol af nyttedyr

I 2000 blev der via stikprøver udtaget forskellige partier af nyttedyr til kvalitetskontrol. Ud af 40 prøver blev der konstateret 6 partier, hvor kvaliteten af produktet ikke var i orden. Det drejer sig om partier af tripsrovmidet (*Amblyseius cucumeris*) og af spinderovmiden (*Phytoseiulus persimilis*).

Biologisk bekæmpelse af løggråskimmel i løg

Biological control of grey mould in onion

Karsten Nielsen & David S. Yohalem

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Helge Green & Dan Funck Jensen

Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Institut for Plantebiologi

Sektion for Plantepatologi

Thorvaldsensvej 40

DK-1871 Frederiksberg C

Summary

Ulocladium atrum (isolates 385 and 302) consistently inhibit *Botrytis aclada* sporulation on dead onion leaf pieces under both constant moist conditions and with an interrupted wetness period of 9 hours initiated 16 hours after inoculation with the antagonists. *Clonostachys rosea* (isolate 201) was as effective as *U. atrum* under constant moist conditions, but was very sensitive to a drying period. *U. atrum* (302) and *C. rosea* (201) inhibited biomass accumulation of *B. aclada*, by 90-100% and 61-91%, respectively, both after 6 and 8 days of interaction on dead onion leaf pieces. When *U. atrum* (302) was applied one day prior to *B. aclada*, the antagonistic effect was higher compared to when the antagonists were applied on the same day or the day after *B. aclada*. These results demonstrate that isolates of *U. atrum* are promising candidates for biological control of *B. aclada*.

Indledning

Løggråskimmel, *Botrytis aclada* Fres. (= *B. allii* Munn), forårsager halsråd i kepaløg (*Allium cepa* L.). Bekæmpelse af løggråskimmel er hovedsageligt baseret på brug af fungicidbehandlede frø, fungicidbehandlinger gennem vækstsæsonen samt fornuftigt sædskifte med mere end tre år mellem løgafgrøder. Brug af fungicider til bekæmpelse af svampesygdomme i planter er problematisk, primært på grund af de helbredsrisici avlerne udsættes for, men også på grund af risiko for udvikling af fungicidresistens i patogen populationen. Alternative bekæmpelsesmetoder er nødvendige, og mikrobiologisk bekæmpelse af svampesygdomme med antagonistiske svampe kan være et alternativ i fremtidens landbrug.

Løggråskimmel danner sporer på nekrotisk løgvæv under perioder med høj fugtighed, og disse spredes med vind eller regn (Maude and Presly, 1977). Våde somre give anledning til flere syge løg under lagring end tørre somre (Maude and Presly, 1977; Linfield *et al.*, 1995), og undersøgelser har vist, at antallet af løg med halsråd korrelerer med antallet af lange fugtighedsperioder (>80%RH) midt på sommeren (Maude, 1985). Dette indikerer, at sekundær sporulering og sporespredning er meget vigtig for udviklingen af sygdommen.

Hæmning af denne sekundære sporulering er en mulig strategi til at bekæmpe sygdomme forårsaget af gråskimmel (*Botrytis* spp.) (Köhl *et al.*, 1995b). Antagonistiske svampe har i særdeleshed vist sig at være effektive til at hæmme sporedannelse af gråskimmel i dødt plantevæv (Köhl *et al.*, 1995ac). Ydermere kan antagonistiske svampe påvirke etablering af gråskimmel i dødt plantevæv via udelukkelse eller konkurrence (Köhl *et al.*, 1997). For at antagonister effektivt kan hæmme bladpatogener på friland, er det vigtigt, at de kan overleve under de klimatiske betingelser, som hersker her.

Mikroklimaet på bladoverflader er karakteriseret ved at vandtilgængeligheden ændres hurtigt (Burrage, 1971), og netop tørkeperioder er en af de nøglefaktorer, der begrænser mikroorganismers vækst og overlevelse på blade af frilandsplanter. Relativt få svampearter kan leve i eller på bladdelene (f.eks. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Stemphyllium*) og mange af disse har melaniserede sporer, som bevirker, at de er tolerante overfor UV lys og udtørring. Park (1982) har demonstreret, at svampe som isoleres fra bladdele er meget mere tolerante overfor tørkeperioder end svampe isoleret fra jord (f.eks. *Gliocladium*, *Trichoderma*) eller svampe som forårsager lagerråd (f.eks. *Aspergillus*, *Penicillium*). Antagonisten *Ulocladium atrum* er en mørksporet svamp nær beslægtet med *Alternaria* og *Stemphyllium*, og det er demonstreret, at *U. atrum*'s evne til at hæmme sporulering af gråskimmel kun i mindre grad er påvirket af tørkeperioder (Köhl *et al.*, 1995ac).

Tolerance overfor vandstress er således helt essentielt, for at mikrobielle antagonister kan benyttes til bekæmpelse af bladsygdomme på friland. Derfor har vi undersøgt effekten af en udtørningsperiode på forskellige potentielle antagonisters evne til at hæmme dels sporulering og dels biomasse af løggråskimmel på døde løgblade. Denne viden er helt essentiel for at kunne udvikle pålidelige og kommercielt anvendelige biologiske bekæmpelsessystemer mod gråskimmel på friland.

Metoder

Svampe- og plantemateriale

Løggråskimmel (isolate BA1) er isoleret fra et sygt løg og er virulent mod løgknolde (Nielsen, 2000). *U. atrum* er isoleret fra et gulerodsfrø (isolat 302: Yohalem, 2000) og fra en død løgbladspids (isolat 385: Köhl *et al.*, 1995a). *U. consortiale* (Thüm) Simmons (isolat 303) og *U. botrytis* Preuss (isolat 304) er begge isoleret fra chrysanthemum frø. *Clonostachys rosea* (syn. *Gliocladium roseum* Bain) er isoleret fra en *B. cinerea* inficeret campanula (isolat 201: Yohalem, 2000). *Trichoderma harzianum* (isolat T3) er isoleret fra *Pythium*-hæmmende spagnum (Wolffhechel, 1989). Til produktion af sporer, blev løggråskimmel, *C. rosea* og *T. harzianum* dyrket på kartoffeldextroseagar under UV lys ved 21°C i 14 dage; *Ulocladium* spp. blev dyrket på havreagar i mørke ved 17°C i 14 dage. Sporer blev opslemmet i sterilt vand

med 0,01% (vol/vol) Tween-20 (Sigma), og sporekoncentrationen blev justeret ved hjælp af et hæmocytometer til $1 \cdot 10^5$ spores/ml og $1 \cdot 10^6$ spores/ml for henholdsvis antagonist og løggråskimmel. Sunde blade fra tre måneder gamle løgplanter (*Allium cepa* L. Hyton F1), dyrket i drivhus, blev høstet og skåret i stykker på 1-2 cm. Bladstykkerne blev frysetørrede og steriliseret ved bestråling (11 kGy absorberet dosis).

Effekten af udtørring på antagonisters evne til at hæmme sporulering af løggråskimmel

Seks løgbladstykker blev placeret på et stykke fugtet filterpapir i en petriskål. Hvert bladstykke blev inokuleret med $10 \cdot 10^6$ løggråskimmel sporeopløsning 24 timer før tilsætning med antagonisten. Petriskålene blev inkuberet ved 21°C under UV lys. Antagonister blev tilsat bladstykkerne med en forstøver til en tæthed på ca. 5-10 spores pr. mm². Petriskålene blev forseglet med parafilm for at sikre en luftfugtighed på nær 100%. Seksten timer efter inokulering med antagonisten blev halvdelen af behandlingerne tørret i 9 timer. Efter tørringen blev bladstykkerne placeret i nye petriskåle med fugtet filterpapir og forseglet med parafilm. Efter 8 dages inkubering blev hver bladstykke studeret under stereolup, og procent bladareal dækket med løggråskimmel sporer blev indekseret i 6 niveauer, som beskrevet af Köhl *et al.* (1995a): 1: 0%; 2: 1-5%; 3: 5-25%; 4: 25-50%; 5: 50-75%; 6: 75-100%. For hver gentagelse blev sporuleringsindekset (SI) beregnet som: $SI = (n_1 \cdot 0 + n_2 \cdot 5 + n_3 \cdot 25 + n_4 \cdot 50 + n_5 \cdot 75 + n_6 \cdot 100)/6$, hvor n_x er antallet af blade i klasse x. Der var i alt seks gentagelser pr. behandling. Effekten af behandlingerne blev analyseret med Student-Newman-Keuls multipel comparison test.

Effekten af udtørring på antagonisters evne til at hæmme væksten af løggråskimmel

To antagonist, *U. atrum*, 302 og *C. rosea*, 201, blev udvalgt til mere detaljerede undersøgelser. Løgbladstykker blev inokuleret med 20-40 sporer pr. mm² af løggråskimmel og 5-10 sporer pr. mm² af den ene antagonist. Antagonisten blev enten tilsat 24 timer før, samtidig eller 24 timer efter løggråskimmel. Seksten timer efter tilsætning af den sidste organisme blev halvdelen af bladene tørret i 9 timer, som beskrevet ovenfor. På dag 1, 3, 6 og 8 efter inokulering med den sidste organisme, blev 6 blade samlet tilfældigt for hver behandling fra petriskålene, og biomassen af løggråskimmel blev bestemt med et kvantitativt serologisk assay (Nielsen, 2000). Forskelle mellem behandlingernes effekt på biomasse af løggråskimmel blev analyseret med Fisher's LSD test.

Resultater

Reduktion i sporuleringen af løggråskimmel

U. atrum isolater (385, 302), samt *C. rosea* (201) hæmmede næsten fuldstændigt løggråskimmel sporeproduktion på døde løgbladstykker under konstant fugtige forhold (tabel 1). Med en introduceret tørringsperiode reducerede *C. rosea* (201) sporedannelsen med 20% i forhold til kontrollen, mens *U. atrum* (385, 302) reducerede løggråskimmel sporedannelsen med 80% (tabel 1). *U. consortiale* (303) reducerede løggråskimmel sporedannelse med 64% under konstant fugtige forhold sammenlignet med 18%, hvis bladstykkerne blev udsat for en

tørningsperiode. *T. harzianum* (T3) reducerede sporedannelsen med 36% under konstant fugtige forhold, men ingen reduktion blev observeret med en introduceret tørningsperiode (tabel 1). *U. botrytis* (304) havde ingen signifikant effekt på løggråskimmel sporedannelsen.

Tabel 1. Effekt af antagonister på sporuleringen af løggråskimmel. Effect of antagonists on sporulation of *Botrytis aclada*.

Antagonist ^a Antagonist	Sporuleringsindeks ^b Sporulation Index	
	Konstant fugtigt Constant moist	Tørningsperiode ^c Interrupted wetness
Kontrol	94 a	100 a
<i>Ulocladium botrytis</i> (304)	94 a	92 ab
<i>Trichoderma harzianum</i> (T3)	60 b	98 a
<i>Ulocladium consortiale</i> (303)	34 c	82 bc
<i>Clonostachys rosea</i> (201)	0 d	80 c
<i>Ulocladium atrum</i> (385)	1 d	22 d
<i>Ulocladium atrum</i> (302)	2 d	20 d

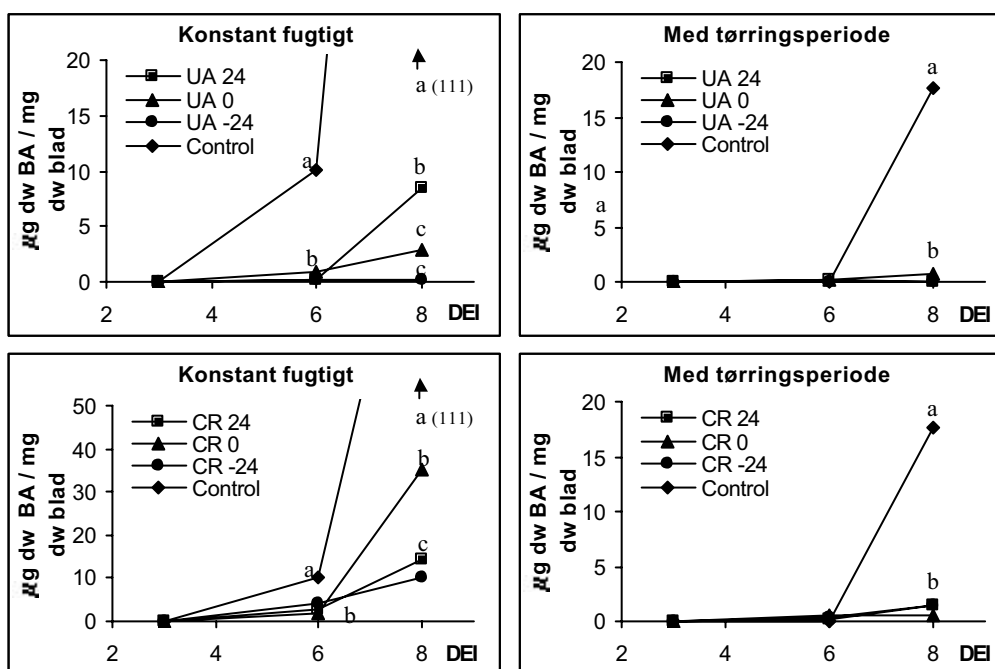
^a Løggråskimmel (10^6 spore/ml) blev tilsat 24 timer før antagonisten (10^5 spore/ml). *B. aclada* was applied (10^6 spores/ml) 24 hours in advance of application of the antagonists (10^5 spores/ml).

^b Sporuleringsindeks blev bestemt 8 dage efter inokulering med løggråskimmel. Numre (gennemsnit af 6 gentagelser) fulgt af forskelligt bogstav er signifikant forskellige ($P=0,05$; Student-Newman-Keuls test). The sporulation index was determined 8 days after inoculation with *B. aclada*. Numbers (means of six replicates) followed by different letters in the same column are statistically significantly different ($P=0.05$; Student-Newman-Keuls test).

^c Bladfugt blev afbrudt i 9 timer, 16 timer efter inkubation med løggråskimmel. Leaf wetness was interrupted for 9 hours after 16 hours moist incubation with *B. aclada*.

Reduktion af løggråskimmel biomasse

U. atrum (302) og *C. rosea* (201) reducerede signifikant ($P<0.05$) løggråskimmel biomasse under konstant fugtige forhold efter både 6 og 8 dages vækst (figur 1). *U. atrum* reducerede biomassen af løggråskimmel med 90-98% efter dag 6 og med 92-100% efter dag 8 under konstant fugtige forhold. Tilsætning med *U. atrum* 24 timer før eller samtidig med løggråskimmel reducerede løggråskimmel biomasse signifikant ($P<0.05$) mere, end når antagonisten blev tilsat 24 timer efter løggråskimmel (figur 1). *C. rosea* (201) reducerede signifikant ($P<0.05$) løggråskimmel biomasse med 61%-82% efter 6 dage og med 68%-91% efter 8 dages vækst. Introduktion af en tørningsperiode influerede signifikant ($P<0.05$) på biomasse udvikling af løggråskimmel, således at løggråskimmels biomasse blev reduceret med 99% efter 6 dages vækst og med 84% efter 8 dages vækst sammenlignet inkubering under konstant fugtige forhold. Med en introduceret tørningsperiode reducerede *C. rosea* og *U. atrum* signifikant ($P<0.05$) løggråskimmel biomasse. Efter 8 dage var reduktionen 92%-97% for *C. rosea* og med 95%-100% for *U. atrum* (figur 1).



Figur 1. Effekt af antagonister: *U. atrum* 302 (UA) og *C. rosea* 201 (CR) på løggråskimmel (BA) biomasse i interaktion på døde løgbladstykker udsat for en udtørningsperiode. Antagonister (1-5 spore/mm²) blev tilsat 24 timer efter (24), samtidigt med (0), eller 24 timer før (-24) tilsætning af løggråskimmel (20-40 spore/mm²). Forskellige bogstaver på samme dage indikerer signifikant forskellige gennemsnit (? = 0,05, Fishers LSD test). Effect of selected antagonists': *U. atrum* 302 (UA) and *C. rosea* 201 (CR), ability to reduce *B. aclada* (BA) biomass on dead onion leaf pieces affected by an interrupted wetness period. Antagonists (1-5 spores/mm² leaf) were applied 24 h after (24), 0 h (0) and 24 h before (-24) application of *B. aclada* (20-40 spores/mm² leaf). DAI: days after inoculation with the last organism. Different letters at same days indicate significant different means (? = 0.05; Fisher's LSD test).

Diskussion

U. atrum viste sig at være meget effektiv til at hæmme løggråskimmel sporedannelse i dødt løgbladvæv, under både konstant fugtige forhold og med en introduceret udtørningsperiode. Dette stemmer overens med resultater af Köhl *et al.* (1995ac). For at give antagonisterne vanskelige men realistiske forhold at virke under blev (i) løggråskimmel tilsat i 5-10 gange højere koncentration end antagonisten, (ii) løggråskimmel blev tilsat 24 timer før antagonisten og (iii) bladstykkerne blev udtørret i 9 timer, 16 timer efter tilsætning af antagonisten. I modsætning til dette tilførte Köhl *et al.* (1995a) *U. atrum* i en 10 gange højere koncentration end løggråskimmel og opnåede derved 100% reduktion af sporedannelsen både med og uden en udtørningsperiode. I vores eksperiment resulterede *U. atrum* behandlingen i 100% reduktion i sporuleringen af løggråskimmel uden en udtørningsperiode og 80% reduktion med en udtørningsperiode. Dette demonstrerer, at *U. atrum* er en meget effektiv antagonist, selv når inokulumniveauet for antagonisten er lavere end for patogenet. *C. rosea* var lige så

effektiv til at hæmme sporuleringen af løggråskimmel under konstant fugtigt forhold, men virkede ikke specielt godt, når den var udsat for en kort udtørring. Derfor er *C. rosea* ikke så velegnet til biologisk bekæmpelse af bladpatogener i frilandsafgrøder, da udtørring er almindeligt forekommende faktor under disse forhold.

Det er kendt fra andre antagonist-patogen systemer, at flere arter inden for samme slægt kan være effektive antagonister. Af den grund testede vi effekten af forskellige *Ulocladium* arter; *U. atrum*, *U. consortiale* og *U. botrytis* i bioassay. *U. consortiale* havde en svagt reducerende effekt på sporulering af løggråskimmel på døde løgbladstykker, mens *U. botrytis* ikke var forskellig fra kontrollen. Derimod var de to forskellige *U. atrum* isolater, 302 og 385, lige effektive til at hæmme sporedannelsen af løggråskimmel i bioassay på døde løgbladstykker. Disse resultater tyder på, at de antagonistiske karakteristika for *U. atrum* ikke gælder for hele slægten.

U. atrum hæmmer biomassetilvæksten af løggråskimmel med næsten 100%, når antagonisten blev tilført 24 timer før patogenet, og det på trods af at koncentrationen af *U. atrum* var 5 gange lavere end for løggråskimmel. Selv når *U. atrum* blev tilført 24 timer efter løggråskimmel, og stadigvæk i 5 gange lavere koncentration, blev løggråskimmel biomasse tilvækst hæmmet med 90%. Introduktion af en udtørningsperiode på 9 timer havde ikke den store effekt på *U. atrum*'s antagonistiske evne overfor løggråskimmel. Dette viser, at *U. atrum* er meget konkurrencestærk i interaktion med løggråskimmel på dødt løgvæv under forhold, som kan forventes i en frilandskultur af løg. *C. rosea* reducerede ligeledes biomassetilvæksten af løggråskimmel i interaktion på løgbladstykker, men ikke så effektivt som *U. atrum*.

U. atrum var meget effektiv til at hæmme både sporeproduktion og vækst af løggråskimmel på dødt løgvæv under forhold med meget højt patogen inokulum niveau og med en udtørningsperiode. Dette viser, at *U. atrum* er en potentiel antagonist til biologisk bekæmpelse af løggråskimmel på friland.

Sammendrag

Ulocladium atrum (isolat 385 og 302) hæmmer sporuleringen af løggråskimmel (*Botrytis aclada*, syn *Botrytis allii*) på døde løgbladstykker både under konstant fugtige forhold og med en udtørningsperiode på 9 timer, introduceret 16 timer efter inokulering med antagonisten. *Clonostachys rosea* (isolat 201) var lige så effektiv som *U. atrum* under konstant fugtige forhold, men var meget følsom overfor en udtørningsperiode. I et tidsstudie på døde løgbladstykker hæmmede *U. atrum* (302) og *C. rosea* (201) biomasse af løggråskimmel med henholdsvis 90-100% og 61-91%, både efter 6 og 8 dages inkubation. Når *U. atrum* (302) blev tilsat 24 timer før løggråskimmel, blev der opnået bedre bekæmpelse af løggråskimmel, end hvis antagonisten blev tilsat samtidigt med eller 24 timer efter løggråskimmel. Disse resultater viser, at *U. atrum* grundet sin tilpasning til bladoverflader er en potentiel antagonist til biologisk bekæmpelse af løggråskimmel på friland.

Litteratur

- Burrage SW. 1971. The micro-climate at the leaf surface, p. 91-101. In TF Preece & CH Dickinson (eds), Ecology of Leaf Surface Micro-organisms. Academic Press, London.
- Köhl J, van der Plas CH, Molhoek WML & Fokkema NJ. 1995a. Effect of interrupted leaf wetness periods on suppression of sporulation of *Botrytis allii* and *B. cinerea* by antagonists on dead onion leaves. European Journal of Plant Pathology, 101. 627-637.
- Köhl J, Bélanger R & Fokkema NJ. 1997. Interaction of four antagonistic fungi with *Botrytis aclada* in dead onion leaves: A comparative microscopic and ultrastructural study. Phytopathology, 87. 634-642.
- Köhl J, Molhoek WML, van der Plas CH & Fokkema NJ. 1995c. Suppression of sporulation of *Botrytis* spp. as a valid biocontrol strategy. European Journal of Plant Pathology, 101. 251-259.
- Köhl J, Molhoek WML, van der Plas CH & Fokkema NJ. 1995b. Effect of *Ulocladium atrum* and other antagonists on sporulation of *Botrytis cinerea* on dead lily leaves exposed to field conditions. Phytopathology, 85. 393-401.
- Linfield CA, Kenny SR & Lyons NF. 1995. A serological test for detecting *Botrytis allii*, the causal agent of neck rot of onion bulbs. Annals of Applied Biology, 126. 259-268.
- Maude RB & Presly AH. 1977. Neck rot (*Botrytis allii*) of bulb onions. I. Seed-borne infection and its relationship to the disease in the onion crop. Annals of Applied Biology, 86. 163-180.
- Maude RB, Bambridge JM, Presly AH & Phelps K. 1985. Effects of field environment and cultural practices in incidence of *Botrytis allii* (neck rot) in stored bulb onion, Proceeding of the 8th *Botrytis* Symposium, Torino, Italia. p. 241-243.
- Nielsen K. 2000. Molecular characterisation and biological control of grey mould (*Botrytis* spp.) in onion. Ph.D. afhandling. Kongelige Veterinær og Landbohøjskole, Institut for Plante Biologi, København. pp. 86.
- Park D. 1982. Phylloplane fungi: tolerance of hyphal tips to drying. Transactions of the British Mycological Society, 79. 174-178.
- Wolffhechel H. 1989. Fungal antagonists of *Pythium ultimum* isolated from a disease-suppressive *Sphagnum* peat. Växtskyddsnotiser, 53(1-2). 7-11.
- Yohalem DS. 2000. Microbial management of grey mould in pot roses. 17th Danish Plant Protection Conference. DJF Rapport, nr. 12. Havebrug. p. 97-102.

Detektion af løggråskimmel i løg

Detection of grey mould in onion

Karsten Nielsen & David S Yohalem
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Dan Funck Jensen
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
Institut for Plantebiologi
Sektion for Plantepatologi
Thorvaldsensvej 40
DK-1871 Frederiksberg C

Summary

A PCR-based method has been developed which specifically detects isolates of *Botrytis aclada* and other *Botrytis* spp. associated with neck rot to onions. Digestion of the PCR amplification product with the restriction enzyme *ApoI* makes it possible to distinguish the four *Botrytis* species: *B. aclada* (types AI and AII); *B. byssoidea*; *B. squamosa*; and *B. cinerea*, after separation in agarose gels. The detection limit was determined to be 1-10 pg of pure fungal DNA. It was possible to detect *B. aclada* in artificially inoculated onion bulb tissue and onion cotyledon leaves. This method can be used for detecting latent infections of *B. aclada* in onion bulbs, seed and sets.

Indledning

Halsråd i løg (*Allium cepa*) udgør det alvorligste problem med gråskimmel (*Botrytis* spp.) i dansk løgproduktion. Tab under lagring forårsaget af halsråd på gennemsnitligt 10% blev rapporteret for konventionelle og økologiske avlere i Danmark i 1987 (Percy-Smith and Bligaard, 1992; Langer, 1995). Tre gråskimmelarter kan forårsage halsråd i løg (Walker, 1925): Løggråskimmel (*Botrytis aclada*; syn. *B. allii*), *B. byssoidea* (pt. intet dansk navn) og løgbladgråskimmel (*B. squamosa*). Løgbladgråskimmel forårsager dog kun halsråd i hvide løgsorter. Af disse løg halsrådpatogener bliver løggråskimmel hyppigst isoleret fra syge løgknolde, dog har *B. byssoidea* enkelte år i England været dominerende (Presly, 1985).

Infektion af løgene med løggråskimmel sker i vækstsæsonen, men symptomer på halsråd forekommer oftest først efter 2-3 måneders lagring af løgene (Maude and Presly, 1977; Linfield *et al.*, 1995). Der er derfor et behov for metoder, som kan detektere tilstedeværelsen af svampen, før der forekommer symptomer på sygdommen. Traditionelt

bliver identifikation af gråskimmelsvampe foretaget ved isolering af svampen på kunstigt medie og efterfølgende morfologisk undersøgelse under mikroskop (Maude *et al.*, 1977; Presly, 1985). Denne teknik er både tidskrævende og kræver mykologisk ekspertise. Derudover danner løgbladgråskimmel og *B. byssoidea* meget vanskeligt sporer i kultur, og netop sporestørrelse og form er helt afgørende for en korrekt artsbestemmelse. De forskellige gråskimmelarter har forskellig biologi, og derfor er en korrekt artsbestemmelse vigtig, for at kunne foretage de mest hensigtsmæssige foranstaltninger til forebyggelse og bekæmpelse af gråskimmel i løg.

Polymerase chain reaction (PCR) er tidligere blevet benyttet til detektion af plantepatogene svampe (Parry og Nicholson, 1996; Morrica *et al.*, 1998; Förster og Adaskaveg, 1999). PCR metoden er meget følsom, og kan designes til at være meget specifik, så derfor har vi valgt at udvikle en PCR baseret metode til detektion af løgpatogene gråskimmel svampe.

Metoder

Svampemateriale, plantemateriale og inokulering

Svampe isolater (tabel 1) blev dyrket på kartoffel dextrose agar (KDA). Smitstof (sporer) blev produceret ved at dyrke svampen på KDA i 14 dage ved 21 °C under UV lys. Isolater af løggråskimmel, løgbladgråskimmel, *B. byssoidea* og alm. gråskimmel var alle virulente mod løgknolde (Nielsen, 2000).

Løgknolde (cv: Centurion) blev skåret i tynde skiver med en steril kniv og løgringene blev skåret i 1 cm lange stykker. Fire løgstykker blev placeret i en petriskål, inokuleret med 5 µl løggråskimmel sporeopløsning (10^5 spore/ml) og inkuberet ved 21°C under UV lys. Prøver blev udtaget til DNA ekstraktion efter 7 dages inkubation.

Inficerede løgkimplanter (cv: Hyton F1) blev produceret ved at placere 50 løgfrø i 200 µl løggråskimmel sporeopløsning (10^7 spore/ml) i 24 timer. Frøene (16 pr. potte) blev sået i 10 cm potter med 130 g Flakkebjerg jordmix og dækket med 2-3 mm sterilt sand. Kimplanterne voksede i 28 dage med 16 timers lys, en temperatur på 15-17°C og 85-95% RH. Kimblade blev adskilt i en del med synlig løggråskimmel infektion og en del uden tegn på løggråskimmel.

DNA ekstraktion

Svampen blev dyrket 5-7 dage på KDA dækket med sterilt cellofan ved 20-25°C. Mycelium blev skrabet af cellofanen og knust i flydende kvælstof med pistil og morter. DNA blev ekstraheret som beskrevet af Nielsen (2000). Løgvæv smittet med løggråskimmel blev placeret i et sterile plastkrør, og DNA blev ekstraheret som beskrevet af Nielsen (2000).

PCR amplifikation

To specifikke primere til PCR amplifikation blev designet ud fra DNA sekvenser fra *Botrytis* isolater (Nielsen, 2000). Primere, BA2f og BA1r, amplificerer et 413 base par stort DNA fragment fra alle gråskimmel (*Botrytis* spp.) isolater associeret med halsråd i løg.

PCR amplifikation blev foretaget med primer BA2f og BA1r og 100 ng svampe DNA som beskrevet af Nielsen (2000). For at teste om et negativt resultat var forårsaget af urent DNA, blev ITS DNA PCR amplificeret med de primere ITS1 og ITS4 (White *et al.*, 1990). PCR produktet blev separeret i 1,5% agarose (Sigma) geler, der efterfølgende blev farvet med ethidium bromid og belyst UV lys for at synliggøre DNA'et.

PCR amplifikations produkt (2 ?l) blev restriktionsskåret med *ApoI* (New England Biolabs Inc.) som beskrevet af Nielsen (2000).

Tabel 1. Svampe isolater. Fungal isolates.

Art Species	Antal Number	Isolaternes oprindelse Origin of isolates	Kontrol ^a Control	Diagnostisk(e) bånd ^b Diagnostic band(s)
Løggråskimmel (<i>B. aclada</i> type AI) ^c	17	Canada, Belgien, Danmark, England, Japan, Tyskland, USA	+	413 bp
Løggråskimmel (<i>B. aclada</i> type AII) ^c	18	Belgien, Holland, Danmark, Egypten, Norge, England, Japan, USA	+	413 + 298 bp
<i>Botrytis byssoides</i>	3	Holland, England, USA	+	298 bp
Alm. gråskimmel (<i>B. cinerea</i>)	6	Danmark, Israel, Kenya, Holland, USA	+	250 bp
Løgbladgråskimmel (<i>B. squamosa</i>)	7	Belgien, England, USA	+	269 bp
Andre svampe Other fungi	19		+	-
(Botrytis porri, B. calthae, B. tulipae, B. convoluta, Ciboria caucus, Cladosporium sp., Clonostachys rosea, Fusarium sp., Monilinia fructicola, M. fructigena, M. laxa, Myriosclerotinia ciborium, Penicillium sp., Sclerotinia sclerotiorum, Sclerotium cepivorum, Trichoderma harzianum, Ulocladium atrum, U. consortiale og U. botrytis)				

^a **Positiv kontrol af DNA'et blev foretaget med PCR amplifikation af ITS regionen.** Positive control of the DNA was done by PCR amplification of the ITS DNA.

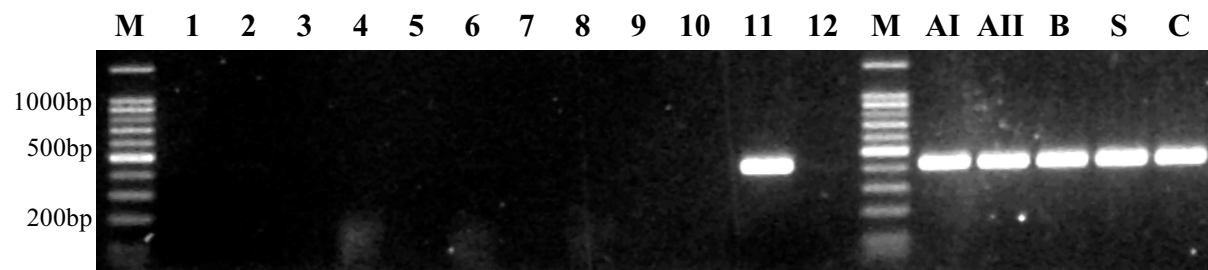
^b **Diagnostisk fragment efter *ApoI* restriktionsskæring af PCR produktet med primer BA2f and BA1r.** Size of the diagnostic DNA fragment after *ApoI* digestion of the PCR product.

^c **Molekylære studier har vist at løggråskimmel *B. aclada* består af to genetisk forskellige undergrupper: AI and AII, (Nielsen, 2000; Nielsen *et al.*, 2000 accepted).** Molecular studies have demonstrated that *B. aclada* consists of two genetically distinct subgroups, AI and AII.

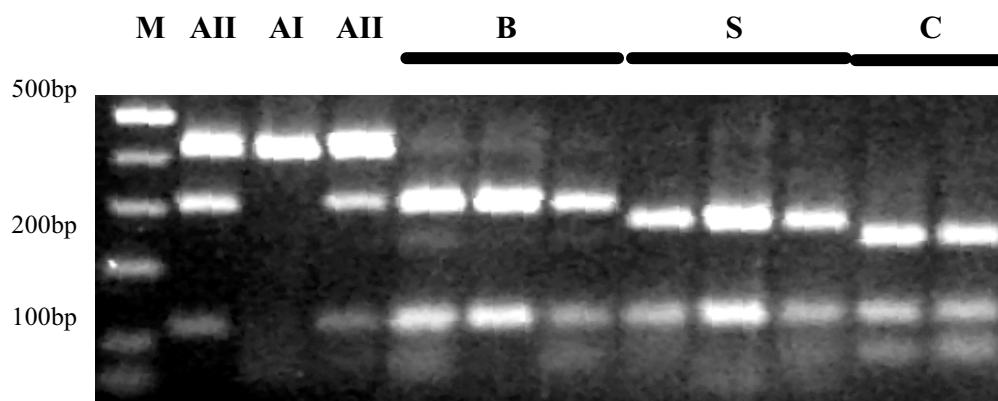
Resultater

PCR detektion af løggråskimmel

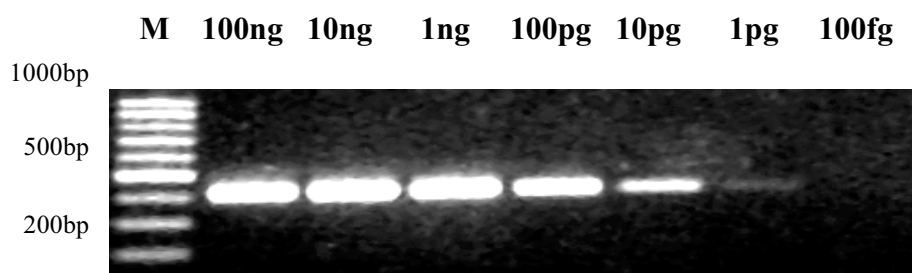
DNA fra løgpatogene *Botrytis* isolater fra Europa, USA, Egypten og Asien blev alle detekteret med PCR metoden, og DNA fragmentet havde en størrelse på ca. 413 base par (figur 1). Ikke løgpatogene *Botrytis* isolater, svampe tæt beslægtet med *Botrytis*, løgpatogene svampe eller svampe, der ofte kan isoleres fra løg (tabel 1), blev ikke amplificeret med BA2f-BA1r primerne (figur 1), men alle blev amplificeret med ITS primerne (ikke vist), hvilket viser, at DNA'et var egnet til PCR amplifikation. En *ApoI* restriktionsskæring af PCR fragmentet gjorde det mulig at skelne mellem de fire arter af *Botrytis*: *B. aclada* (AI, AII), *B. byssoidea*, *B. squamosa* og *B. cinerea* (figur 2). Fragmenterne i alle *B. aclada* (AII) isolater var summen af bånd i *B. aclada* (AI) og *B. byssoidea*. Størrelsen af diagnostiske bånd for de enkelte arter er listet i tabel 1.



Figur 1. PCR detektion af *Botrytis* isolater med primerne BA2f og BA1r. 1-10: kontrol svampe isolater (*U. atrum*, *U. consortiale*, *U. botrytis*, *U. atrum*, *C. rosea* (201), *C. rosea* (IK726), *T. harzianum*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp. og *Fusarium* sp.) 11: positiv kontrol (*B. aclada*) 12: negativ kontrol (vand). AI (*B. aclada* type AI); AII (*B. aclada* type AII); B (*B. byssoidea*); S (*B. squamosa*); C (*B. cinerea*). PCR amplifikation with the BA2f-BA1r primer pair using DNA from *Botrytis* isolates and control fungal isolates.



Figur 2. *ApoI* restriktionsskæring af PCR produkt (BA2f-BA1r). M: 100 bp DNA markør; AI: løggråskimmel (*B. aclada* type AI); AII: løggråskimmel (*B. aclada* type AII); B: *B. byssoidea*; S: løgbladgråskimmel (*B. squamosa*); C: alm. Gråskimmel (*B. cinerea*). *ApoI* restriction digest of the BA2f-BA1r PCR amplification product.



Figur 3. Sensitivitet af PCR detektion af løggråskimmel, M: 100bp DNA markør.
Sensitivity of PCR amplification of *B. aclada*.

1-10 pg rent løggråskimmel DNA kunne detekteres (figur 3). Det var ligeledes muligt at detektere løggråskimmel i kunstigt smittede løgknoldestykker. Løggråskimmel kunne ligeledes detekteres i kunstigt smittede løgkimblade med synlig infektion og i ca. halvdelen af den del af kimbladet uden synlige tegn på løggråskimmel (ikke vist).

Diskussion

Med det *Botrytis* specifikke primer par, BA2f og BA1r, blev alle halsråd associerede *Botrytis* isolater samt *B. cinerea* detekteret. En restriktionsskæring af PCR fragmentet med restriktionsenzymet *ApoI* gjorde det muligt at skelne mellem de fire undersøgte gråskimmelarter: løggråskimmel (type AI og AII); *B. byssoidea*; løgbladgråskimmel; og alm. gråskimmel. Metoden var specifik for de fire gråskimmelarter, og blandt de negativ testede kontrolisolater var bla. hvidråd-svampen: *Sclerotium cepivorum*, samt svampe som almindeligvis kan isoleres fra løg: *Penicillium*, *Cladoporium* og *Fusarium*.

Detektionsgrænsen for primerne var 1-10 pg rent svampe-DNA, og det svarer til omkring 1-10 ng svampemycelium. Det kan sammenlignes med at dele en mandel (vejer ca. 1 g), dele den i en milliard stykker og detekterer et enkelt stykke. Så der er tale om meget små mængder, der kan detekteres med metoden. Dog er følsomheden af PCR metoder som regel mindre, når svampen skal detekteres i plantevæv. Moricca *et al.* (1998) har rapporteret om en PCR metode til detektion af *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, og de kunne detektere så lidt som 50-100 fg ren svampe DNA. Det er 100 gange mere følsomt end vores metode, men forklaringen er sandsynligvis, at deres primere var designede til at amplificere ITS DNA. ITS er del af de ribosomale gener, og i et genom kan der være op til flere hundrede kopier. Med hensyn til gråskimmelarter er der meget lidt variation indenfor ITS DNA regionen (Nielsen *et al.*, 1999), og derfor var det ikke muligt at designe primere ud fra disse sekvenser.

Løggråskimmel består af to genetisk meget forskellige undergrupper (Nielsen *et al.*, 2001), som muligvis skal behandles som to helt selvstændige arter. Det er vist med sekvensdata, cytologiske undersøgelser og DNA fingerprint, at *B. aclada* AII sandsynligvis er en hybrid mellem *B. aclada* AI og *B. byssoidea* (Nielsen, 2000). Det ses også af restriktionsanalyser, idet den ene gruppe, *B. aclada* AII, har begge typer af DNA observeret i *B. aclada* AI og *B. byssoidea*. Med den beskrevne detektionsmetode kan der skelnes mellem de to typer af løggråskimmel.

Den beskrevne PCR metode detekterer meget små mængder af gråskimmel (*Botrytis* spp.) biomasse i løgvæv, og metoden vil kunne udnyttes til at teste en løghøst for lagerstabilitet, og til at teste løgfrø og stikløg for latent smitte med løggråskimmel. Specielt for økologiske avlere er brugen af sygdomfri løgfrø helt essentiel, da frøsmitte giver meget tidlig smitte, der under gunstige forhold for svampen kan give meget store tab under lagring.

Sammendrag

En PCR baseret metode er udviklet om specifikt detekterede isolater af løggråskimmel (*Botrytis aclada*) og andre gråskimmelarter (*Botrytis* spp.) associerede med halsråd i løg. Restriktionsanalyse af PCR produktet med enzymet *ApoI* gør det muligt at skelne mellem de fire gråskimmelarter i løg: Løggråskimmel (*B. aclada* type AI og AII); *B. byssoidea*; løgbladgråskimmel (*B. squamosa*); og almindelig gråskimmel (*B. cinerea*). Detektionsgrænsen for PCR metoden er 1-10 ng rent svampe DNA. Det var muligt at detektere *B. aclada* med PCR metoden i kunstigt inokuleret løgknoldvæv og i kimblade. Denne metode kan i fremtiden benyttes til at detektere latente infektioner af løggråskimmel i løgknolde, løgfrø og i stikløg.

Litteratur

- Förster H & Adaskaveg JE. 1999. Early brown rot infections in sweet cherry fruit are detected by *Monilinia*-specific DNA primers. *Phytopathology*, 90. 171-178.
- Langer V. 1995. Pests and diseases in organically grown vegetables in Denmark: a survey of problems and use of control methods. *Biological Agriculture and Horticulture*, 12. 151-171.
- Linfield CA, Kenny SR & Lyons NF. 1995. A serological test for detecting *Botrytis allii*, the causal agent of neck rot of onion bulbs. *Annals of Applied Biology*, 126. 259-268.
- Maude RB & Presly AH. 1977. Neck rot (*Botrytis allii*) of bulb onions. I. Seed-borne infection and its relationship to the disease in the onion crop. *Annals of Applied Biology*, 86. 163-180.
- Moricca S, Ragazzi A, Kasuga T & Mitchelson KR. 1998. Detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* in cotton tissue by polymerase chain reaction. *Plant Pathology*, 47. 486-494.
- Nielsen K. 2000. Molecular characterisation and biological control of grey mould (*Botrytis* spp.) in onion. Ph.D. afhandling. Kongelige Veterinær og Landbohøjskole, Sektion for Plantepatologi, København. pp. 86.
- Nielsen K, Justesen AF, Jensen DJ & Yohalem DS. 2001. Molecular characterization of *Botrytis* spp. in onion. *Phytopathology (in press)*.
- Nielsen K, Justesen AF & Yohalem DS. 1999. PCR based detection of latent infections of *Botrytis aclada* Fres. in onion bulbs. *Petria*, 9: 105-108.
- Parry DW & Nicholson P. 1996. Development of a PCR assay to detect *Fusarium poae* in wheat. *Plant Pathology*, 45. 383-391.

- Percy-Smith A & Bligaard J.* 1992. A survey on pests and plant diseases in vegetables and strawberry production. Tidsskrift for Planteavl's Specialserie. Statens Planteavl'sforsøg, Frederiksberg Bogtrykkeri, København, Danmark.
- Presly AH.* 1985. Studies of *Botrytis* spp. occurring on onions (*Allium cepa*) and leeks (*Allium porrum*). Plant Pathology, 34. 422-27.
- Walker JC.* 1925. Two undescribed species of *Botrytis* associated with the neck rot disease of onion bulbs. Phytopathology, 15. 708-713.
- White TJ, Bruns T, Lee S & Taylor J.* 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ and White TJ (eds) PCR Protocols, A guide to Methods and Applications. Academic Press, San Diego. pp. 315-322.

Kombination af biologiske bekæmpelsesmidler mod *Pythium ultimum* Combination of biological antagonists against *Pythium ultimum*

John Larsen & Sabine Ravnskov
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Iver Jakobsen
Plante Mikrobe Symbioser
Forskningscenter Risø
DK-4000 Roskilde

Summary

Several biocontrol agents both bacteria and fungi against *Pythium ultimum* have been identified. Combining antagonists with different mode of actions and/or from different ecological niches might improve the biocontrol efficacy than using any of the antagonists alone. Both arbuscular mycorrhizal fungi and the bacterium *Burkholderia cepacia* have been shown to be antagonistic to root pathogens including *Pythium ultimum*. We examined the combined effect of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and two different isolates of *B. cepacia* on the growth of *P. ultimum* in a root-free environment. All *P. ultimum* parameters, population density (colony forming units after plate spreading on a selective media) and biomass and amount of energy reserves as estimated using the signature fatty acid 16:1? 7 originating from membrane lipids and storage lipids, respectively, were inhibited by both antagonists. Combining the antagonists, however, did not enhance biocontrol efficacy against *P. ultimum* in the present experiment.

Indledning

Rodpatogenet *Pythium ultimum* er en alvorlig skadegører indenfor havebrug (Hendrix & Campell, 1973). Der er identificeret en lang række antagonist mod *P. ultimum* såvel bakterier som svampe (Martin & Loper, 1999), men der er endnu ikke udviklet et mikrobiologisk præparat, som er pålideligt og på højde med fungicider i effektivitet under gartnerpraktiske forhold (Paaske & Larsen, 2000). Anvendelse af konsortier af antagonist fra forskellige økologiske nicher og/eller med forskellige virkemåder vil måske kunne øge effektiviteten af mikrobiologisk bekæmpelse af rodpatogener.

Arbuskulære mykorrhizasvampe er obligat biotrofe svampe, som har vist sig at kunne hæmme rodpatogener (Larsen, 2000). Disse svampe lever i symbiose med planters rødder, hvor de forsynes med sukkerstoffer fra værtplanten. Til gengæld modtager planten uorganiske næringsstoffer især fosfor og øger plantens tolerance overfor abiotisk og biotisk stress. Blandt

saprotrofe mikroorganismer er det især bakterier tilknyttet rhizosferen, som virker antagonistisk mod rodpatogener. Bakterien *Burkholderia cepacia* har således vist sig at kunne hæmme forskellige rodpatogener heriblandt *P. ultimum* sandsynligvis gennem antibiose (Mao *et al.*, 1998).

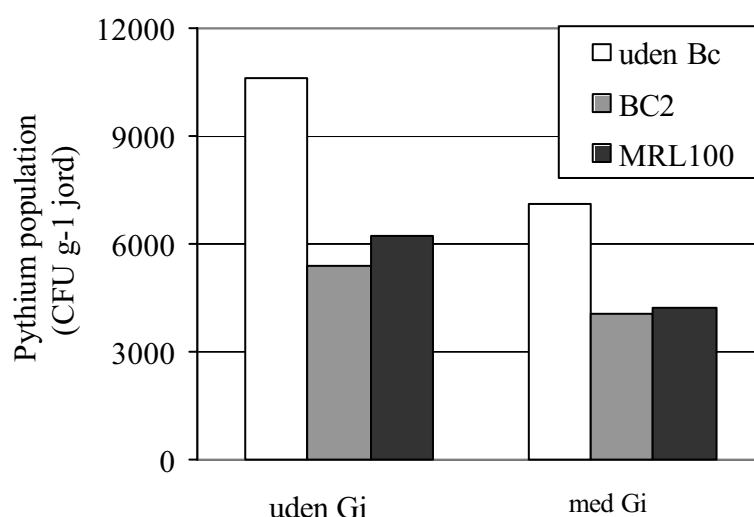
Formålet med dette arbejde var at undersøge, om mykorrhizasvampen *G. intraradices* og bakterien *B. cepacia* i kombination giver en øget antagonistisk virkning mod *P. ultimum* i rodfri jord end hver for sig.

Metodebeskrivelse

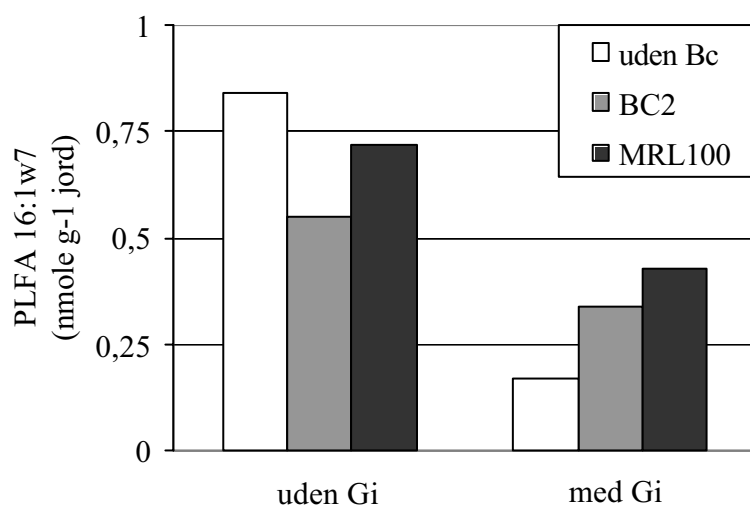
Forsøget bestod af 12 behandlinger med tre faktorer; 1) mykorrhiza (uden og med), 2) *B. cepacia* (uden, BC2, og MRL10) og 3) *P. ultimum* (uden og med). Hver behandling havde fire gentagelser. Agurkeplanter (*Cucumis sativus* L. cv Aminex) med og uden mykorrhizasvampen *G. intraradices* (BEG 87) blev dyrket i en bestrålet (10 kGy) jord:sand blanding (1:1, vægt/vægt) i pletter med rodfrie afdelinger (Larsen & Jakobsen, 1996). Inokulum af *G. intraradices* (jord, sporer og rødder) blev blandet ind i jorden (10 %) inden såning. Basale næringsstoffer undtagen fosfor blev ligeledes tilført jorden i følgende mængder (mg kg⁻¹ jord): NH₄NO₃ (86), KH₂PO₄ (132), K₂SO₄ (70), CaCl₂ (70), CuSO₄ × 5H₂O (2.2), ZnSO₄ × 7H₂O (5), MnSO₄ × H₂O (10), CoSO₄ × 7H₂O (0.33), NaMoO₄ × 2H₂O (0.2) og MgSO₄ × 7H₂O (20). Planterne blev anbragt i vækstkammer med en daglig lysintensitet på 500 μmol m⁻²s⁻¹ i 16 timer ved 21°C og i mørke i 8 timer ved 16°C. Planterne blev vandet til vægt dagligt svarende til 65% af markkapaciteten. To uger efter fremspiring blev jorden i de rodfrie kamre udskiftet med jord iblandet nybyggede celler af to forskellige isolater af *B. cepacia* (MRL10 og BC2) svarende til en tæthed på 3.4 × 10⁸ g⁻¹ jord. Samtidig blev *P. ultimum* tilført de rodfrie kamre på en præinokuleret agurkeskive (1 cm i diameter) til jordoverfladen længst fra rodkammeret. Forsøget blev afsluttet fem uger efter såning, og planterne blev analyseret for skud- og rodtørvægt, rodlængde og mykorrhizakoloniseret rodlængde. Jorden i de rodfrie kamre blev analyseret for populationstæthed af *P. ultimum* efter pladespedning på selektivt medie. Endvidere blev jorden analyseret for indhold af *P. ultimum* specifikke fedtsyrer fra membranlipider og fedtdepoter.

Resultater

Skud- og rodtørvægt og rodlængde blev reduceret af *P. ultimum* inokulering uafhængigt af *G. intraradices* og *B. cepacia* (data ikke præsenteret). Derimod var væksten af *P. ultimum* i rodfri jord markant reduceret af begge antagonister. Populationstætheden af *P. ultimum*, udtrykt som cfu g⁻¹ jord, blev således reduceret af *G. intraradices* mycelium med 31% og begge *B. cepacia* isolater BC2 og MRL10 hæmmede *P. ultimum* cfu med henholdsvis 47% og 41%.



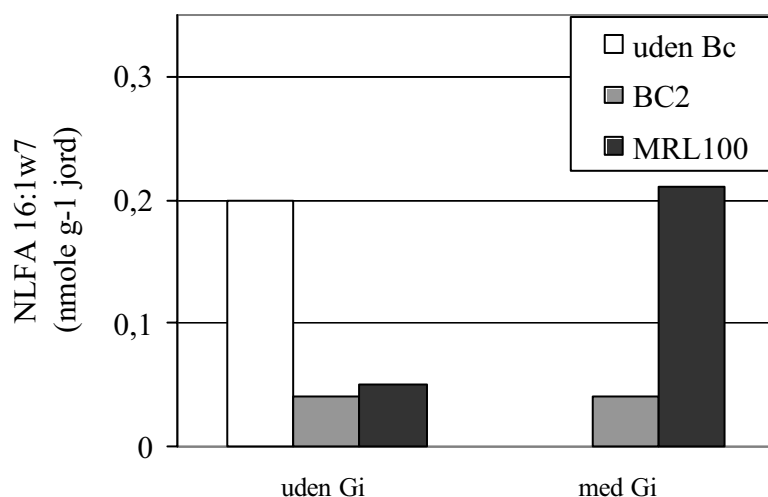
Figur 1. Populationstæthed af *Pythium ultimum* i rod-fri jord med og uden *Glomus intraradices* (Gi) og med og uden *Burkholderia cepacia* (Bc) isolaterne BC2 og MRL10. Population density of *Pythium ultimum* in root-free soil with and without *Glomus intraradices* (Gi) and with and without *Burkholderia cepacia* (Bc) isolaterne BC2 and MRL10.



Figur 2. Koncentration af PLFA 16:1w7, indikator for *Pythium ultimum* biomasse, i rodfri jord med og uden *Glomus intraradices* (Gi) og med og uden *Burkholderia cepacia* (Bc) isolaterne BC2 og MRL10. Concentration of the *P. ultimum* signature fatty acid PLFA 16:1w7, indicator of biomass, in root-free soil with and without the antagonists *Glomus intraradices* (Gi) and the *Burkholderia cepacia* (Bc) isolates (BC2 and MRL10).

Kombinationer af de to antagonist gav ikke bedre hæmning end bakterierne alene (figur 1). Biomasse og energireserver af *P. ultimum* målt som koncentration af fedtsyren 16:1w7 fra henholdsvis membranlipider (figur 2) og depotlipider (figur 3) blev også markant reduceret af begge antagonist. Den største hæmning blev målt i rodfri jord med tilstedeværelse af *G.*

intraradices mycelium alene. Kombination af *G. intraradices* og *B. cepacia* MRL10 ophævede den antagonistiske virkning af *G. intraradices* og *B. cepacia* MRL10 hver især.



Figur 3. Koncentration af *Pythium ultimum* signaturfedtsyren NLFA 16:1 ω 7, indikator for energireserver, i rodfri jord med og uden *Glomus intraradices* (Gi) og *Burkholderia cepacia* (Bc) isolaterne BC2 og MRL10. Concentration of the *P. ultimum* signature fatty acid NLFA 16:1 ω 7, indicator of energy reserves, in root-free soil with and without the antagonists *G. intraradices* (Gi) and the *B. cepacia* (Bc) isolates BC2 and MRL10.

Diskussion

Ingen af antagonisterne *G. intraradices* og *B. cepacia* var i dette forsøg i stand til at beskytte agurkeplanter mod infektion og sygdomsudvikling af rodpatogenet *P. ultimum*, men begge antagonister hæmmede væksten af *P. ultimum* i rodfri jord, hvilket bekræfter deres forventede antagonistiske virkning. Typen af *P. ultimum* inokulum, som blev anvendt i dette forsøg, simulerer plante til plante smitte gennem spredning af patogenet via hyfevækst (Green & Jensen, 2000). Oporer er den primære smittekilde af *P. ultimum* og bør derfor inddrages i fremtidige forsøg med evaluering af antagonistisk virkning af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler.

Kombination af *G. intratadices* og *B. cepacia* havde ingen additiv effekt i dette forsøg. Derimod ophævede kombinationen af *G. intraradices* og *B. cepacia* MRL10 deres individuelle antagonistiske virkning mod *P. ultimum* udtrykt som energireserver.

Anvendelse af konsortier til bekæmpelse af rodpatogener kræver et indgående kendskab til samspillet mellem de forskellige antagonister. I dette forsøg har vi således også studeret samspillet mellem *G. intraradices* og *B. cepacia*, som viser, at mykorrhizasvampens transport af fosfor til værtplanten ikke påvirkes af *B. cepacia* (data ikke præsenteret).

Konklusionen på dette forsøg er, at *G. intraradices* og *B. cepacia* synes at være

kompatible, men at de tilsammen ikke er mere antagonistiske mod *P. ultimum* end hver for sig.

Sammendrag

Der er identificeret en lang række antagonister mod *Pythium ultimum*. Kombination af antagonister fra forskellige økologiske niches og/eller virkemåde vil måske kunne øge effektiviteten af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler. Mykorrhizasvampen *Glomus intraradices* og bakterien *Burholderia cepacia* er begge kendt for at hæmme rodpatogener og vi undersøgte deres virkning i kombination mod *P. ultimum* i et rodfrigt miljø. Alle *P. ultimum* parametre, populationstæthed (kolonidannede enheder på selektivt medie) og biomasse og oplagsnæring estimeret med signaturfedtsyren 16:1?7 fra henholdsvis membranlipider og depotlipider blev reduceret med begge antagonister, men i kombination blev deres antagonistiske virkning ikke øget.

Litteratur

- Green H & Jensen DF. 2000. Disease progression by active mycelial growth and biocontrol of *Pythium ultimum* var. *ultimum* studied using a rhizobox system. *Phytopathology* 90, 1049-1055.
- Hendrix FF & EA Campell. 1973. Pythiums as plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 11, 77-98.
- Larsen J & Jakobsen I 1996. Interactions between a mycophagous collembola, dry yeast and an arbuscular mycorrhizal fungus, *Mycorrhiza* 6, 259-264.
- Larsen J. 2000. Biologisk bekæmpelse af plantepatogene svampe med arbuskulær mykorrhiza, DJF rapport nr 12, 43-49.
- Mao W, Lewis JA, Lumdsen RD & Hebbar KP. 1998. Biocontrol of selected soilborne diseases of tomato and pepper plants, *Crop Protection* 17, 535-542.
- Martin FN & Loper JE. 1999. Soilborne plant diseases caused by *Pythium* spp.: Ecology, epidemiology, and prospects for biological control, *Critical Reviews in Plant Sciences* 18, 111-181.
- Paaske K & Larsen J. 2000. Forebyggelse af *Pythium*, *GartnerTidende* 36, 12-13.

Resistance to cabbage root fly in wild *Brassicas*

Resistens mod den lille kålflue i vilde *Brassica* arter

Gisela Felkl

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningcenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

E. Bjørn Jensen & Kell Kristiansen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Prydplanter og Vegetabilske Fødevarer

Forskningcenter Årslev

DK-5792 Årslev

Sven B. Andersen

Den Kgl. Veterinær – og Landbohøjskole

Institut for Jordbrugsvidenskab

Thorvaldsensvej 40

DK-1871 Frederiksberg C

Summary

Fourteen accessions of the wild species *Brassica fruticulosa* were evaluated for resistance to cabbage root fly *Delia radicum* (L.) in comparison with a widely grown cauliflower cultivar and a rapid cycling *Brassica oleracea* line. Highly significant intra- and interspecific variation between and within the three genotype groups *B. oleracea*, tetraploid and diploid *B. fruticulosa* indicated the existence of resistance genes in *B. fruticulosa*. The resistance within *B. fruticulosa* might therefore be transferable to cultivated *Brassicas*. Among the two measurements of resistance evaluated the parameter 'days without collapse' showed a higher genetic determination, i.e. 22.0%, than 'days without symptoms', i.e. 6.6%. Accessions of the *B. oleracea*, the tetraploid and the diploid *B. fruticulosa* groups survived cabbage root fly attack in average 11.56, 13.14 and 16.55 days, respectively. Estimated final escape frequencies for the *B. fruticulosa* accessions exhibiting the longest times to collapse reached up to 61.34% as compared to 11.47% for the cauliflower cultivar.

Introduction

The cabbage root fly *Delia radicum* (L.) is considered to be the most serious insect pest in a variety of *Brassica oleracea* crops in Denmark, such as white and red cabbages, cauliflower

and broccoli. While resistance to the cabbage root fly reported within the species *B. oleracea*, was found to be too low for practical exploitation in resistance breeding, high levels of antibiosis resistance have been identified in wild *Brassica* species such as *B. incana*, *B. spinescens* and *B. fruticulosa* (Ellis *et al.*, 1999). Cooked leaves and young shoots of *B. fruticulosa* are being eaten as vegetable in parts of Sicily and several studies on glucosinolate and aminoacid contents did not indicate critical levels of these components in *B. fruticulosa* (Branca & Lapichino, 1997, Velasco & Möllers, 1998). *B. fruticulosa* could therefore be a promising resistance gene donor for breeding of *B. oleracea*.

Genetic exchange at the interspecific level from *B. fruticulosa* to *B. oleracea* has not yet been demonstrated, but successful transfer of genes via somatic hybridization has been reported for crosses between *B. nigra* and *B. oleracea* (Diederichsen & Sacristan, 1988) and *Sinapis alba* and *B. oleracea* (Momotaz *et al.*, 1998). *B. nigra* and *S. alba* belong to the same phylogenetic subgroup as *B. fruticulosa*.

In a project under the research program ‘Plant Quality and Production Potential of High Value Crops’ efforts are made at present to identify and mark genes determining resistance to cabbage root fly and to transfer the desired traits to cultivars of *B. oleracea* via somatic hybridization. In a first step towards the identification of resistance genes, a number of accessions of *B. fruticulosa* was tested for differences in resistance to cabbage root fly and the genetic determination of some resistance parameters was examined.

Materials and Methods

To cover a wide genetic variation of the species, seed samples of 14 accessions of *B. fruticulosa* were obtained from seed banks in Spain, Germany, the USA and Australia. Additionally, two genotypes of *B. oleracea* were included in the experiment, the widely grown cauliflower cultivar ‘Fermont’ serving as the susceptible control and a rapid cycling line of *B. oleracea* as a potential transitional carrier for resistance genes in future breeding processes. Origins and chromosome numbers (Warwick *et al.*, 2000) of each accession are listed in table 1.

A laboratory culture of *D. radicum* was established from a field collected Danish population and maintained to supply eggs for artificial inoculation. *D. radicum* larvae were reared on Swede roots (Finch & Coaker, 1969) at 20 ± 1 °C, 60 ± 5 % relative humidity and 16 hours photoperiod.

Resistance of the 14 *B. fruticulosa* accessions to *D. radicum* was tested in a glasshouse experiment in four complete blocks separated in time from November 1999 to February 2000. Inoculation took place 5 weeks after seeding when most test plants had reached the five true-leafstage. Ten plants per accession were inoculated with 20 *D. radicum* eggs each, randomized in the block and incubated at 22 ± 2 °C, 65 ± 5 % relative humidity and 16 hours photoperiod.

Inoculated plants were scored daily for symptoms of *D. radicum* attack. To avoid reinoculation by flies emerging from the experimental plant pots, observations ended after 21 days. For each plant the number of days after inoculation without symptoms of wilting and the number of days observed without collapse were noted.

The parameters ‘number of days without symptoms (Symptoms)’ and ‘days without plant collapse (Collapse)’ for each plant were subjected to analysis of variance with main effects from blocks and accessions. Effects of genotypes were further partitioned into within and between groups of *B. oleracea*, *B. fruticulosa* tetraploid and *B. fruticulosa* diploid accessions. Variance components were calculated from expectations of the corresponding mean squares.

Non-linear curves of the type $Y = \text{Bottom} + ((\text{Top} - \text{Bottom}) : (1 + 10^{(\text{LogLD50} - x) \text{ HillSlope}}))$ were fitted to ‘frequency of plants not collapsed’. Curves were calculated for each accession per block per day, from day five until day 21 after inoculation. From these fitted curves escape frequencies (frequency of escaping plants, i.e. bottom) were estimated. Curve fitting used the software Prism v. 2.0 (GraphPad Software, San Diego USA).

Table 1. Seed sources and chromosome numbers of *Brassica* accessions. Frøkilder og antal kromosomer af *Brassica* accessioner.

Nr.	Accession	Accession code	n ¹	Source ²
25	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	Fremont	9	1
8	<i>B. oleracea</i> rapid cycling	CrGC no. 3-1	9	2
1	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>glaberrima</i>	190-71	16	3
3	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	4068-76	8	3
10	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	4 Ames 21301	8	4
11	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	1 Ames 23087	8	4
12	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>mauritanica</i>	2 PI 597825	16	4
13	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>radicata</i>	3 PI 597826	16	4
14	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	94715 (BFR1)	8	5
15	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	94717 (BFR3)	8	5
16	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	94719 (BFR5)	8	5
17	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	94720 (BFR6)	8	5
18	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	94721 (BFR7)	8	5
21	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	IPK BRA 1039/86	8	6
22	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	IPK BRA 998/84	8	6
23	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	IPK K6496/87	8	6

¹) n: haploid chromosome number.

²) 1: Royal Sluis, Holland; 2: Crucifer Genetics Cooperative, Department of Plant Pathology University of Wisconsin, Madison USA; 3: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid Spain; 4: USDA-ARS Plant Introduction Station, Iowa USA; 5: Australian Temperate Field Crops Collection, Victoria Australia; 6: Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Genbank, Gatersleben and Malchow Germany.

Results

Basic analysis of variance of ‘days without symptoms’ and ‘days without collapse’ for the 633 plants in the experiment revealed highly significant differences between genotypes and, for ‘days without symptoms’, also for blocks (table 2). Size of variance components relative to the experimental error showed that genetic determination for the two traits was highest for

‘days without collapse’, with 22.0% of the variation explained genetically. In contrast, genetic determination for ‘days without symptoms’ was only 6.6%.

Table 2. Degrees of freedom, mean squares and estimated variance components in ().
Frihedsgrader, middelkvadrater og varians komponenter i ().

Source	DF	Symptoms	Collapse
Blocks	3	172.98*** (0.89)	27.56ns
Genotypes	15	205.23*** (1.19)	199.66*** (4.63)
Between groups	2	914.66*** (4.26)	1128.80*** (5.27)
Within groups	13	96.09*** (1.75)	56.72 *** (0.89)
<i>B. oleracea</i>	1	20.37ns	0.52ns
<i>B. fruticulosa</i> tetraploids	2	138.63***	54.94*
<i>B. fruticulosa</i> diploids	10	95.15***	62.69***
Error	614	16.80 (16.80)	16.44 (16.44)

*, *** Significant at the 0.5 and 0.1% level, respectively, ns : non-significant

Partitioning of the genotype variation into between and within the three genotype groups *B. oleracea*, tetraploid and diploid *B. fruticulosa* accessions (table 2) indicated highly significant differences both between and within groups for the two parameters studied. However, variance components calculated for between and within groups showed that the major differences were between the three groups, both for ‘days without symptoms’ (between groups/within groups = 2.43) and ‘days without collapse’ (between groups/within groups = 5.92) (table 2).

Group means in table 3 show that the major differences between groups among the genotypes can be attributed to the diploid *B. fruticulosa* accessions being considerably more resistant than accessions of the two other groups. While the diploid accessions of *B. fruticulosa* in average tolerated root fly attack 16.55 days without collapse and the tetraploid ones 13.14 days, the two accessions of the *B. oleracea* group were clearly the most susceptible ones with an average of only 11.56 days without collapse. Very similar trends between groups can be seen for average days without symptoms for the three groups (table 3). The analysis of variance furthermore indicated significant remaining variation for both traits within the tetraploid and the diploid *B. fruticulosa* groups, while the two *B. oleracea* accessions were not significantly different.

Non-linear time response curves, fitted to ‘frequency of plants not collapsed’, were used to estimate final escape rates. Variation of ‘days without collapse’ within the highly resistant diploid *B. fruticulosa* group is illustrated in figure 1. Variation extremes are represented by the two accessions with the highest (No. 10, 22) and lowest (No. 17, 18) average numbers of days without collapse. These fitted curves, as well as the escape estimates in Table 3, show that differences in resistance to cabbage root fly are expressed by differences in time without collapse as well as final escape frequencies. The two diploid *B. fruticulosa* accessions No. 10 and 22, ranking highest with regard to time without collapse, survived cabbage root fly attack

in average 17.99 and 18.35 days and reached average escape frequencies of 61.34 and 43.73%, respectively. In contrast, *B. oleracea* var. *botrytis* and *B. oleracea* No. 8 survived in average 11.47 and 11.65 days without collapse and reached escape frequencies of only 3.82 and 5.65%, respectively (table 3).

Table 3. Average number of days without symptoms (Symptoms), average number of days without collapse (Collapse) and frequency of plants escaping attack (%Escapes) after inoculation with cabbage root fly eggs. Gennemsnit af antal dage uden symptomer (Symptoms), antal dage uden kollaps (Collapse) og frekvens af planter som overlever angreb (%Escapes) efter kunstlige inokulation med kålflueæg.

Nr.	Accession	Symptoms	Collapse	% Escapes
<i>B. oleracea</i> group				
25	<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	8.34 ? 0.66	11.47 ? 0.65	3.82 ? 1.89
8	<i>B. oleracea</i> rapid cycling	9.35 ? 0.65	11.65 ? 0.64	5.65 ? 1.26
	Group means	8.84 ? 0.48	11.56 ? 0.47	
<i>B. fruticulosa</i> tetraploid group				
1	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>glaberrima</i>	7.11 ? 0.64	14.21 ? 0.63	18.40 ? 4.61
12	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>mauritanica</i>	10.70 ? 0.66	13.55 ? 0.66	3.27 ? 2.48
13	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>radicata</i>	7.38 ? 0.75	11.66 ? 0.74	12.13 ? 1.45
	Group means	8.40 ? 0.41	13.14 ? 0.40	
<i>B. fruticulosa</i> diploid group				
3	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	14.21 ? 0.63	17.64 ? 0.63	36.13 ? 4.32
10	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	13.31 ? 0.64	17.99 ? 0.63	61.34 ? 1.72
11	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	11.90 ? 0.65	15.93 ? 0.64	18.84 ? 4.38
14	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	12.80 ? 0.63	17.59 ? 0.62	50.99 ? 2.55
15	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	10.38 ? 0.66	15.46 ? 0.66	23.46 ? 2.89
16	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	10.75 ? 0.65	15.60 ? 0.64	29.61 ? 2.15
17	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	10.12 ? 0.65	15.07 ? 0.64	6.38 ? 5.99
18	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	11.11 ? 0.63	15.09 ? 0.62	22.01 ? 3.31
21	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	12.72 ? 0.65	15.95 ? 0.64	16.11 ? 4.78
22	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	14.55 ? 0.65	18.35 ? 0.64	43.73 ? 8.53
23	<i>B. fruticulosa</i> ssp. <i>fruticulosa</i>	13.35 ? 0.65	17.40 ? 0.64	45.34 ? 2.60
	Group means	12.29 ? 0.20	16.55 ? 0.20	

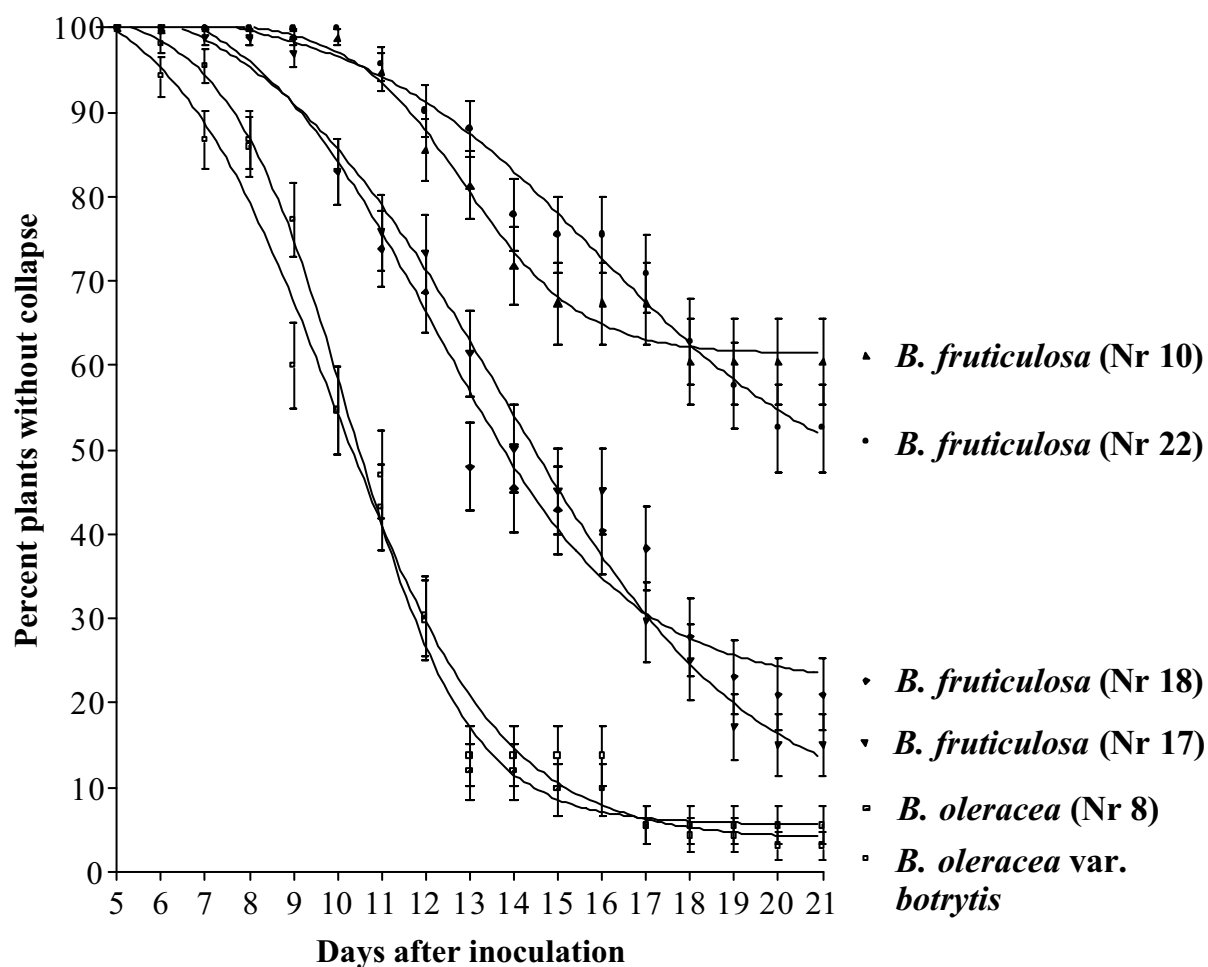


Figure 1. Variation of time to collapse and final escape frequencies within the diploid *B. fruticulosa* group (No. 10, 22 maximum, no. 17, 18 minimum numbers of days without collapse) compared to *B. oleracea*. Variation af tid til kollaps og endelige overlevelsesfrekvenser indenfor den diploide *B. fruticulosa* gruppe (Nr. 10, 22 højeste, nr. 17, 18 mindste antal af dage uden kollaps) sammenlignet med *B. oleracea*.

Discussion

Resistant varieties of cultivated *B. oleracea* would be a highly desirable contribution to an integrated concept of cabbage root fly control. In accordance with previous findings by Ellis *et al.* (1999) this study demonstrated high levels of resistance to cabbage root fly attack in wild *B. fruticulosa*. Among the two measurements of resistance evaluated, the parameter 'days without collapse' showed a higher genetic determination than 'days without symptoms' and appears therefore more suitable for breeding and experimental purposes.

As an important step towards resistance breeding the study proved that genetic variation among different accessions of *B. fruticulosa* exists. The observed delay of plant collapse due to cabbage root fly attack in the more resistant accessions was combined with an increase in final escape frequencies. The intra-specific genetic variation both within the diploid and

tetraploid genotype groups of *B. fruticulosa* indicates that resistance, or tolerance, to attack by cabbage root fly may be transferable. The intra-specific variation in *B. fruticulosa* may be of use for further studies on identification and characterization of genes responsible for the resistance. Several genotypes of *B. fruticulosa*, which could be base material for trials aiming at the transfer of genetic information to *B. oleracea*, were identified.

Several mechanisms of interactions between cabbage root fly and *Brassica* hosts involving plant genotype have been described. For example has cabbage root fly been shown to vary its feeding site on different plant genotypes (Birch, 1988) and larval performance has been linked to root sugar concentrations (Hopkins *et al.*, 1999). Despite these indications, however, the exact biological and biochemical mechanisms behind the observed antibiosis resistance in *B. fruticulosa* are not known. Differences in tolerance to the attacking larvae could be the result of reduced feeding efficiency on *B. fruticulosa* compared to *B. oleracea* due to differences in the chemical composition of the host plant. They may also be due to a higher ability of the *B. fruticulosa* host to generate new roots in response to destruction by the larvae. Future studies measuring the number of successful pupae per plant as well as the number of new roots generated in response to larval attack may answer these questions.

Transfer of cabbage root fly resistance from *B. fruticulosa* to horticultural *Brassicas* may be possible in the future either through traditional inter-specific hybridization aided by ovule/ovary or embryo culture or via protoplast fusion. The rapid cycling line of *B. oleracea* used in this study has previously exhibited good plant regeneration from protoplast cultures (Hansen 1998). This fact and its short generation cycle make it an excellent material for evaluation of interspecific introgressions.

Sammendrag

Fjorten accessioner af den vilde art *Brassica fruticulosa* blev evalueret overfor resistens mod den lille kålflue *Delia radicum* (L.) og sammenlignet med den almindeligt dyrkede blomkålsort 'Fermont' og en hurtig opformerende *Brassica oleracea* linie. Højt signifikant intra- og interspecifik variation mellem og indenfor de tre forskellige genotype grupper *B. oleracea*, tetraploid og diploid *B. fruticulosa* tydede på eksistensen af egentlige resistensgener i *B. fruticulosa*. Det kunne derfor være muligt at overføre resistensegenskaben af *B. fruticulosa* til dyrkede *Brassicaer*. Af de to evaluerede resistensmålinger var parameteren 'dage uden kollaps' tilsyneladende mere genetisk bestemt, d.e. 22.00%, end 'dage uden symptomer', d.e. 6.6%. Accessioner af *B. oleracea*, den tetraploide og den diplode gruppe af *B. fruticulosa*, overlevede kålflueangreb gennemsnitlig henholdsvis 11.56, 13.14 og 16.55 dage. Den estimerede endelige overlevelseshfrekvens af de *B. fruticulosa* accessioner, som viste de længste tider til kollaps, nåede op til 61.34% sammenlignet med 11.47% for blomkålsorten.

References

Birch ANE. 1988. Field and glasshouse studies on components of resistance to root fly attack in swedes. Ann. Appl. Biol. 113: 89-100.

- Branca F & Iapichino G.* 1997. Some wild and cultivated *Brassicaceae* exploited in Sicily as vegetables. *Plant Genetic Resources Newsletter* 110: 22-28.
- Diederichsen E & Sacristan MD.* 1988. Interspecific hybridizations in the genus *Brassica* followed by ovule embryo culture. *Cruciferae Newslett. Eucarpia* 13: 20-21.
- Ellis PR, Pink DAC, Barber NE & Mead A.* 1999. Identification of high levels of resistance to cabbage root fly, *Delia radicum*, in wild *Brassica* species. *Euphytica* 110: 207-214.
- Finch S & Coaker TH.* 1969. A method for the continuous rearing of the cabbage root fly *Erioischia brassicae* (Bch.) and some observations on its biology. *Bulletin of Entomological Research* 58: 619-627.
- Hansen LN.* 1998. Intertribal somatic hybridization between rapid cycling *Brassica oleracea* L. and *Camelina sativa* (L.) Crantz. *Euphytica* 104: 173-179.
- Hopkins RJ, Griffiths DW, Mckinlay RG & Birch ANE.* 1999. The relationship between cabbage root fly (*Delia radicum*) larval feeding and the freeze-dried matter and sugar content of *Brassica* roots. *Entomol. exp. appl.* 92 (1): 109-117.
- Momotaz A, Kato M & Kakihara F.* 1998. Production of intergeneric hybrids between *Brassica* and *Sinapis* species by means of embryo rescue techniques. *Euphytica* 103: 123-130.
- Velasco L & Möllers C.* 1998. Nondestructive assessment of sinapic acid esters in *Brassica* species: II. Evaluation of germplasm and identification of phenotypes with reduced levels. *Crop. Sci.* 38: 1650-1654.
- Warwick SI, Francis A & La Fleche J.* 2000. Guide to wild germplasm of *Brassica* and allied crops (tribe *Brassicaceae*, *Brassicaceae*). 2nd Edition. Electronic product published by Agriculture and Agri-Food Canada, Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Ottawa, Ont. <http://res2.agr.ca/ecorc-creco/cwmt/tech.htm>

Resultat från en inventering av sallatsbladmögelraser hos svenska odlare

Results from a study of different isolates of downy mildew from Swedish growers

Förädlingsledare Annette Hägnefelt

Svalöf Weibull AB

S-276 50 Hammenhög

Summary

So far the use of varieties with race specific resistance against downy mildew (*Bremia lactucae*) has been the normal strategy to avoid damage in lettuce (*Lactuca sativa*). During the last seasons we have again been able to see this resistance break down. We also know that some races of the fungus are resistant against fungicides containing metalaxyl.

This situation is not new and now it is time to find other strategies to fight this fungus. Information about the virulence pattern of growers' isolate could give possibilities to advise them of which variety to grow. By altering between varieties with different resistance factors quick breakage can be minimised and race specific resistance will last longer.

During periods without any access to varieties with race specific resistance, field resistant varieties ought to be grown. This kind of resistance will result in a less dense population of spores, which leads to less risk of spreading of the disease.

An investigation of the avirulens patterns of 34 different isolates showed that Bl-18 is the most frequent race in Sweden. Varieties containing either of the resistance genes *Dm 3, 14, 15* or *R 17, 36, 37, 38* can not be infected by Bl-18. Unfortunately there were also found more virulent strains that did not fit the pattern of any of the other described Bl- races.

Inledning

Hittills har sallatsbladmögel, *Bremia lactucae*, till stor del bemästrats med sorter med rasspecifik resistens. Resistensen i sallat, *Lactuca sativa*, är monogent nedärvt där dominanta resistensgener i värdväxten, *Dm*-gener motsvaras av dominanta avirulensgener i patogenen, *Avr*-gener (Reinink, 1999). I sallat leder kombinationen av en *Dm*-gen och motsvarande *Avr*-gen till en inkompatibel reaktion, som resulterar i hypersensitivitet, dvs. den angripna cellen dör. Detta samspel mellan värdväxt och patogen benämns med "gene-for-gene system" och beskrevs redan 1947 av Flor. I sallat har vid flera tillfällen resistensgenombrott kunnat konstateras. Odlarna har då tvingats till att använda växtskyddsmedel i sin gröda, till dess nya sorter med rasspecifik resistens har marknadsförts.

Erfarenheten visar således, att sannolikheten är mycket stor, att sorter med ny rasspecifik resistens blir kortvarig, om de används på samma sätt som hittills. Dessutom visar också erfarenheten, att bladmögelsvampen blir mottståndskraftig mot metalaxyl, som ingår i preparatet Ridomil + 50 WP, om detta används i odlingar vid upprepade tillfällen.

Mot bakgrund av denna erfarenhet påbörjades ett gemensamt tvåårigt projekt år 2000 med syftet att utarbeta nya strategier för att möjliggöra en mer uthållig motståndskraft mot bladmögel samt att utarbeta en behovsanpassad bekämpning av svampen. Parter i projektet är Svalöf Weibull AB, PROVEGETA och Danmarks JordbrugsForskning.

Titeln på Svalöf Weibulls delprojekt är ”Uthållig motståndskraft mot sallatsbladmögel”. I detta projekt är målen dels

1. att finna en strategi, som förlänger användningstiden för sorter med rasspecifik resistens
2. att utvärdera möjligheterna för att använda sorter med ospecifik resistens.

I detta föredrag beskrivs endast punkten 1. En av förutsättningarna för att kunna förlänga användningstiden är att känna till vilka raser, som existerar inom ett odlingsområde. Kunskap om rasernas olika avirulensmönster ger vägledning om vilka sorter, som kan odlas. Strategin bygger sedan på att kontinuerligt byta ut sorterna, som odlas innan svampen hunnit förändra sin genetiska profil.

Metodbeskrivelse

Minst 5 sallatsblad, framförallt isbergssallat, med tydliga angrepp av sallatsbladmögel har samlats in i huvudsakligen svenska odlingar. Enstaka prover från Danmark och Norge har också registrerats. Sorten och eventuell kemisk behandling har dokumenterats i de fall, där detta varit möjligt. Proverna har förvarats i frys vid -18°C , till dess analysen utförts.

Vid analystillfället har sporerne slammats upp i vatten och späts till en koncentration av $10^5/\text{ml}$. Sporsuspensionen sprayas sedan ut över ett testsortiment (EU-A), som för närvarande innehåller 19 sallatssorter med kända resistensgener (Ettehoven & van der Arend, 1999). Genom att sedan avläsa om de olika sorterna har angripits eller förblir friska kan man bestämma en sifferkod (tabell 1) för isolatet, kallad sextett kod (Ettehoven & van der Arend, 1999). Denna kod underlättar avsevärt arbetet och kommunikationen mellan forskare när flera olika isolat ska jämföras. Om ett isolat har koden 63/63/63/1, kan detta isolat angripa samtliga sorter i testsortimentet. Sådana resultat har hittills inte visats. Vissa sextetter har namngivits enligt en ny nomenklatur t.ex. BI-18 där BI är en förkortning av *Bremia lactucae*, och den efterföljande siffran är en löpande siffra för olika isolat, som blivit klassificerade. För närvarande finns det 22 raser, som kodats med namn från BI-1 till BI-22 (Guénard *et al.*, 1999). I verkligheten finns det fler raser, men ingen namngivning görs om inte rasen har identifierats vid flera tillfällen och på flera platser.

Tabell 1. Virulensmönster för några under 90-talet förekommande raser av bladmögel i Sverige och Danmark. (+) anger mottaglig reaktion och (-) anger resistent reaktion. Sextett koden beräknas genom att summera sextett värdena för de reaktionerna som har ett plus. Summeringarna görs för varje grupp av sex värden. Maximalt värde för en grupp blir då 1+2+4+8+16+32=63. Virulence reaction of some of the existing races of downy mildew in Sweden and Denmark during the nineties. (+) stands for susceptible reaction and (-) stands for a resistant reaction. The sextett code is calculated by summarising the sextett values with a plus. Every group of six values are summarised. Maximal value for one group can be 1+2+4+8+16+32=63.

Resistens-faktor	Sextet värde	BI-16	BI-17	BI-18	Prov 107	Prov 143
R0		+	+	+	+	+
Dm 1	1	+	-	+	+	+
Dm 2	2	+	+	+	+	+
Dm 3	4	+	+	-	+	+
Dm 4	8	+	-	+	+	+
Dm 5/8	16	+	+	+	+	+
Dm 6	32	+	-	+	+	+
Dm 7	1	+	+	+	+	+
Dm 10	2	+	+	+	+	+
Dm 11	4	+	-	+	+	+
Dm 12	8	+	+	+	+	+
Dm 13	16	+	+	+	+	+
Dm 14	32	-	+	-	+	+
Dm 15	1	-	+	-	+	+
Dm 16	2	+	-	+	+	+
R 17	4	-	-	-	-	-
R 18	8	-	+	+	+	+
R 36	16	-	-	-	-	+
R 37	32	-	+	-	+	+
R 38	1	-	-	-	-	-
Sextett kod		63/31/02/00	22/59/41/00	59/31/10/00	63/63/43/00	63/63/59/00

Resultat

De flesta proverna har samlats in från skånska odlingar, men enstaka har kommit från andra län liksom några från Danmark och Norge.

Sammanlagt 48 prover har registrerats, och av dessa har vi kunnat bestämma sextett koden för 34 stycken (tabell 2). Resterande prover innehöll antingen enbart döda sporer eller för få antal levande sporer för att kunna göra en förökning.

Rasen BI-16, som tidigare funnits i hela Europa och som varit mycket vanlig även i Sverige, återfanns inte i denna inventering. Av de 34 registrerade proverna var 26 av dessa

rasen Bl-18. Proverna från östra Skåne, som registrerades i början på augusti, hade sextett koder, som inte överensstämde med tidigare namngivna raser. Dessa stämde närmast överens med Bl-17. I september fick vi åter in prover från östra Skåne och Blekinge, och då kunde vi konstatera förekomst av Bl-18 även här.

Av de totalt 34 analyserade proverna hade 8 annorlunda sextett koder jämfört med Bl-18.

Tabell 2. Sammanställning av resultatet av en inventering av bladmögel i framförallt Sverige under år 2000. The result of a screening of isolates of lettuce downy mildew mostly from Sweden.

Ras	Sextett kod	Antal isolat	Datum	Plats
Ej namngiven	20/59/41/00	2	2/8, 18/8	NÖ Skåne, Norge
Ej namngiven	20/59/45/00	1	29/7	SV Skåne
Ej namngiven	24/57/41/01	1	29/7	Danmark
Ej namngiven	52/51/43/00	1	12/7	Plats okänd
Bl-18	59/31/10/00	26	28/7-6/10	Hela Skåne, Västergötland
Ej namngiven	61/63/43/00	1	28/8	Danmark
Ej namngiven	63/63/43/00	1	3/8	NV Skåne
Ej namngiven	63/63/59/00	1	Aug. 1999	Danmark
Summa		34		

Diskussion

Inventeringen visade, att rasen Bl-18 har varit mest frekvent i Sverige under år 2000. Denna ras har sitt ursprung i England och beskrevs där första gången 1998. Rasen är resistent mot växtskyddsmedel innehållande metalaxyl. Bl-18 har sedan dess även rapporterats i norra Europa och i Danmark. Förmodligen fanns inte rasen i Sverige under 1999. En mindre rasinventering gjordes även då, och resultaten visar på, att avirulensen i dessa isolat mest överensstämde med Bl-17's. Det är dock viktigt att påpeka, att testsortimentets sammansättning med avseende på referenssorterna skiljde något i föl jämfört med i år. Detta gör, att resultaten inte är helt jämförbara. Bl-17 har sitt ursprung i Sverige och hittades första gången 1996.

När vi hade analyserat de först inkomna proverna, fann vi Bl-18 endast i västra Skåne. De raser, som fanns i östra Skåne, påminde om förra årets resultat liksom med Bl-17's. Detta tyder på, att Bl-18 har transporterats till Sverige under 2000 och först spritt sig i västra delen av Skåne och senare även i östra delen av länet.

Smittvägarna är okända, men spridning med hjälp av vind går naturligtvis inte att undvika. Tyvärr råder det stor osäkerhet om, hur långt sporer kan bäras med vinden. Flera forskare menar, att långväga spridning med vind är mer osannolik på grund av sporens känslighet för uttorkning och utsatthet för UV strålning. Däremot är det viktigt att beakta den

smittorisk, som plantmaterial och odlingsredskap utgör. Även vi människor, som arbetar med grödan, bör vara noggranna med att rengöra stövlar och byta kläder, om vi förflyttar oss mellan olika fält.

Inventeringen visade också, att sextett koden för två av de insamlade proverna var 63/63/59/00 resp. 63/63/43/00, vilket innebär, att de är virulenta mot samtliga resistensgener i testsortimentet förutom två resp. tre stycken. (tabell 2). Detta är alarmerande och visar vikten av att en ny odlingsstrategi tas fram.

Delprojekt syftar till att finna en metod som förlänger hållbarheten för rasspecifik resistens. Med kunskapen från resultatet av inventeringen kan vi välja vilka sorter, som är möjliga att odla. Eftersom Bl-18 är den mest förekommande rasen bör sorter, som innehåller någon av generna *Dm 3*, *14*, *15* eller *R 17*, *36*, *37*, *38* innebära inkompatibilitet för svampen och en möjlighet att odla sorten utan angreppsrisk. Förslagsvis väljs t.ex. sorter med *Dm 3* eller *Dm 14* det första året för att avlösas av sorter med *Dm 15* eller *R 17* året efter, och så vidare. Genom att inte odla samma sorter under en lång sammanhängande period minskas risken för att svampen ska hinna bryta resistensen. Tyvärr kan vi konstatera, att proverna 107 och 143 är virulenta på *Dm 3*, *14*, *15* och *R 37*. Dessutom är prov 143 också virulent på *R 36*. Dessa båda raser förekommer än så länge bara i enstaka odlingar, men risken är stor att de sprids vidare. Detta innebär, att det blir svårt att välja andra sorter än de som innehåller *R17* eller *R38*. Tyvärr finns troligen inga sorter färdiga för marknaden, som har denna resistens inbyggd. Till dess rasspecifik resistens finns tillgänglig på marknaden kan konstateras att behovet är stort att odla sorter, som kräver ett minimum av växtskyddsmedel. Sådana sorter kan vara sorter med ospecifik resistens.

Sammanfattning

Sallatsbladmögel, *Bremia lactucae*, har i odlingar av sallat, *Lactuca sativa*, till stor del bemästrats med sorter med rasspecifik resistens. Åter igen har denna rasspecifika resistens brutits och dessutom har också konstaterats att, vissa av de nya raserna är mottståndskraftiga mot metalaxyl, som ingår i preparatet Ridomil + 50 WP.

Mot bakgrund av denna erfarenhet har ett tvåårigt projekt påbörjats med syftet att utarbeta nya strategier för att möjliggöra en mer uthållig motståndskraft mot sallatsbladmögel samt att utarbeta en behovsanpassad bekämpning av svampen. Titeln på Svalöf Weibulls delprojekt är ”Uthållig motståndskraft mot sallatsbladmögel”.

För att uppnå detta mål är det viktigt att få ökad kunskap om vilka raser, som existerar i olika odlingar. Genom att samla in bladmögel och infektera ett så kallat testsortiment, innehållande sallatssorter med kända resistensgener kan ett isolats avirulens (oförmåga att angripa) bestämmas. Utifrån detta resultat beslutas därefter vilka sorter, som är lämpliga att odla. Strategin bygger sedan på att kontinuerligt byta ut sorterna som odlas, innan svampen hunnit förändra sin genetiska profil. Förmodligen bör sorterna bytas ut varje år. Om rådgivningen fungerar och odlarna följer de rekommendationer som görs bör förekomsten av bladmögel minska.

Under år 2000 har sammanlagt 34 olika isolat av bladmögel analyserats. Dessa har framförallt kommit från svenska odlingar. 26 av dessa var rasen Bl-18, som har sextett koden,

59/31/10/00. Sorter, som innehåller resistensgenerna *Dm 3, 14, 15* eller *R 17, 36, 37, 38*, kan inte angripas av Bl-18. De övriga åtta isolaten hade annorlunda sextett koder, och ingen av dessa raser är namngivna ännu. Två av dessa raser var virulenta på samtliga sorter utom på två resp. tre av sorterna i testsortiment.

Om inte sorter med rasspecifik resistens finns tillgängliga, bör sorter med ospecifik resistens utnyttjas istället. Denna typ av resistens medför minskad spormängd och därmed en minskad spridningsrisk.

Litteratur

- Ettekoven van K & Arend van der AJM.* 1999. Identification and denomination of new races of *Bremia lactucae*. In: Lebeda, A. & Kristkova, E. (Eds.) Eucarpia Leafy Vegetables 1999. Palacky University, Olomouc, Czech republic, pp. 171-175.
- Flor HH.* 1947. Inheritance of resistance to rust in flax. J. Agr. Res. 74: 241-262.
- Guénard M, Cadot V, Boulineau F & Fontanges De H.* 1999. Collaboration between breeders and GEVES-SNES for the harmonization and evaluation of a disease resistance test: *Bremia lactucae* of lettuce. In: Lebeda, A. & Kristkova, E. (Eds.) Eucarpia Leafy Vegetables '99. Palacky University, Olomouc (Czech republic), pp. 177-181.
- Reinink K.* 1999. Lettuce resistance breeding. In: Lebeda, A. & Kristkova, E. (Eds.) Eucarpia Leafy Vegetables '99. Palacky University, Olomouc (Czech republic), pp. 139-147.

Prognossystem för behovsanpassad bekämpning av sallatsbladmögel, *Bremia lactucae* i isbergssallat

Weatherbased disease prediction of *Bremia lactucae* in iceberg lettuce

Ann-Sofi Forsberg

PROVEGETA-växtskyddsrådgivning

Småskolevägen 38

S-224 67 Lund

Sweden

Summary

Computer-based disease prediction systems, hopefully, can advice the lettuce farmers to avoid downy mildew on their crops. Two different systems for forecasting the treatments are now to be tested under Swedish field conditions. The disease models are developed in different regions, California, USA, and the Netherlands. Before using these models in practice they must be validated for our specific conditions under more than one season. They may need some adjustments due to pathogen biology, host phenolgy or crop varieties. The two models, Adcon Agro Expert Extensions from Western Farm Service in USA and the Plant Plus from Dacom in the Netherlands are both predicting systems based on the use of Adcon weather stations. For timing the treatments, according disease calculations, the system must include the fungicides activity, such as the chemicals predictive, eradivative or curative effect. The two systems are presented in the text.

Inledning

För att styra den behovsanpassade bekämpningen måste man kunna förutsäga risken för sjukdomsangrepp. Detta kräver sjukdomsmodeller, matematiska modeller, som med sina biologiska kriterier beskriver patogenens livsbehov dvs. de yttre faktorer som krävs för att manifesteras i värdväxten i form av sjukdomsangrepp. De grundläggande variablerna för att räkna ut om och när ett sjukdomsutbrott kan ske är väderdata från klimatstationer samt grödans utvecklingsstadium. För att avgöra bekämpningstidpunkterna, i förhållande till beräknad infektion, måste man relatera till preparatens verkningssätt och effektivitet. Ett prognossystem är således mer än enbart en sjukdomsmodell, snarare ett mångfacetterat system för att styra bekämpningen. I denna artikel belyses samtliga delar i de prognossystem vi testat för sallatsbladmögel.

Bladmögelsvamparnas biologi

Sjukdomsmodeller för bladmögelsvampar bygger på grundläggande biologisk kunskap om svampen ifråga. Nedan följer en beskrivning av biologiska fakta för sallatsbladmögel.

Bremia lactucae kan överleva flera år i jord och på växtrester med oosporer, men infektionsstart och vidare smittspridning härifrån tycks vara begränsad. Oosporernas funktion är främst till för att omkombinera det genetiska materialet. Det är istället svampens sporer, konidier, som sprider sjukdomen via vind och vattenstänk under odlingssäsongen. Sjukdomsutbrotten är kopplade till fuktighetsförhållandena, jordfuktighet och luftfuktighet dessutom har temperatur och solinstrålning betydelse för utbrott och intensitet i förloppet.

Känt är att bladmögelsvampar måste ha hög fuktighet och mörker för att bilda sporbärare och sporer. Yarwood (1937) visade att hög luftfuktighet var nödvändigt för sporulering men drog också slutsatsen att ljus var den kontrollerande faktorn för flertalet bladmögelsvampar. Han konstaterade att trots hög luftfuktighet inhiberades sporbildningen under dagtid. Senare undersökningar har visat, att vissa bladmögelsvampar, t.ex. *Pseudoeranospora cubensis*, är så känsliga att även några minuters ljusavbrott under mörkerperioden kan innebära total hämning av sporbildningen (Hildebrand & Sutton, 1984). För *Bremia lactucae* gäller, att kontinuerligt ljus förhindrar sporangiebildningen och korta mörkerperioder på 2-4 timmar innebär, att betydligt färre sporer bildas än vid optimalt 5-6 timmars mörker (Raffray & Sequeira, 1970). För *Bremia lactucae* gäller, att den fuktiga mörkerperioden bör vara 5-6 timmar för, att en riklig produktion av sporbärare med mogna sporer ska hinna ske.

Frisläppningen av sporerna sker sedan på morgonen, oftast med början strax efter soluppgång och med en topp klockan 10-12 (Scherin & van Bruggen, 1995). Mekanismen bakom bladmögelsvamparnas frisläppning av sporer har varit underlag för många studier under årens lopp. Numer är det klart visat för flera bladmögelsvampar, att den viktigaste triggerfaktorn för frisläppning är ljuset dvs. den infraröda solstrålningen. Vad gäller sallatsbladmögel och lökbladmögel är det visat, att sporerna släpper från sporbärarna oavsett vilka fuktighetsförhållande som råder, Scherin och van Bruggen (1995) samt Su, van Bruggen och Subbarao (1998) respektive Leach, Hildebrand och Sutton (1982). Denna ökning i ljusintensitet är naturligt nog ofta också kopplad till en minskning av relativa fuktigheten och också till stigande temperatur, vilket framförts som orsakerna bakom frisläppningen av andra forskare.

För att sporerna sedan ska kunna gro och växa in i bladvävnaden och skapa en infektion krävs en vattenfilm på bladen. Groningshastigheten är beroende av temperaturen. Vid optimal temperatur, 10-22°C, är det tillräckligt med 3-4 timmars bladväta, medan det krävs längre tid vid lägre temperaturer. Enligt Scherin och van Bruggen (1995) är sannolikheten mycket stor, att denna groningsprocess sker redan på morgonen om bladvätan varar till minst klockan 10. Om bladen torkar upp innan dess kan sporangierna överleva till kvällen/natten och gro om bladväta då uppstår. Överlevnaden hos sporerna baseras på temperatur och solinstrålning. Under soliga, varma dagar dör betydligt fler sporer än under molniga, svala dagar (Wu, Subbarao & van Bruggen, 2000).

Sjukdomsmodeller baseras på omvärldsfaktorer

Sjukdomsmodellen ska, med god sannolikhet, kunna förutsäga risken för angrepp så att den kemiska bekämpningen kan styras mot behovsanpassning. Beräkningarna görs på basis av bl.a. väderdata från klimatstationer vilka därför måste vara tillförlitliga. En utvärdering av

sjukdomsmodellen måste göras under några säsonger för att säkerställa dess relevans som "riskvarnare". Sjukdomsmodeller som konstruerats utomlands måste testas och vid behov justeras till regionala krav innan de förs ut i den praktiska odlingen.

De prognosystem som testas i Sverige är *Agro Expert Extensions* från USA och *Plant Plus* från Dacom i Holland. Deras sjukdomsmodeller har delvis olika beräkningsgrunder. I den amerikanska mäts bladvätan direkt via bladvätesensorer i beståndet, i Plant Plus beräknas den med matematiska formler baserat på bl.a. relativ luftfuktighet och vindhastighet. Båda systemen använder Adcon klimatstationer, men väderdata från andra mätstationer kan användas. De parametrar som utgör standard i båda beräkningsmodellerna är; temperatur, relativ luftfuktighet, nederbörd och vindhastighet. Övriga yttre faktorer som vägs in vid riskberäkningarna är plantstorlek, grödans tillväxt samt bevattning.

Riskberäkning

Genom samarbete mellan University of California, Lettuce Advisory Board, Adcon Telemetry samt rådgivningsbyrån Western Farm i Kalifornien har en sjukdomsmodell för *Bremia lactucae* utvecklats. Modellen har använts i 3-4 år vid Western Farm som stöd för bekämpningsstyrningen i den praktiska rådgivningen till sallatsodlare. Denna modell räknar riskindex och vid ett visst uppnått värde anmodas till bekämpning. Ingen direkt upplysning förekommer för varje infektionstillfälle utan det är riskindexet, som är de viktiga. Bakom dessa beräkningar ligger, för svampen, både positiva och negativa faktorer. På den positiva sidan återfinns bladväta t.o.m. klockan tio på förmiddagen vilket betyder att, både sporulering och infektion kan ha skett samt nederbörd >1 mm eller bevattning ovanifrån, vilket gjort plantorna fuktiga och kan leda till infektion. På den negativa sidan inbegripes vindhastigheter >3m/s under natten och temperaturer >26,5°C, vilka båda minskar eller förhindrar möjligheterna för infektion. När det kritiska riskindexet uppnåtts görs bekämpning och nollställning sker så, att beräkningarna kan starta om.

Vid Dacom i Holland, privat rådgivningsbyrå med prognosystem som specialitet, har man utarbetat en sallatsbladmögelmodell delvis baserad på de amerikanska studierna. Systemet har använts i Holland och England under 2-3 år. I Plant Plus beräknas sporulerings- och infektionstillfällen både på uppmätta data från klimatstationerna samt förväntade tillfällen baserat på meteorologiska väderprognoser, 3-5 dygnsprognoser. Alla beräknade infektionstillfällen, sporbildning samt sporförekomst i fält anges i text och bild. Även plantutveckling och täckningsgrad av bekämpningsmedel framställs grafiskt. Beräkningarna för sporulering och infektion skiljer sig en del från den amerikanska modellen genom att sporbildning beräknas fortlöpande dvs. ej kopplat till mörkerperioden. Beräknade infektionsperioder överensstämmer därför inte alltid med riskperioderna i den amerikanska modellen. Konsekvensen av de skilda beräkningsgrunderna måste ställas i relation till faktiska angrepp och sjukdomsspridning under svenska förhållande.

Bekämpningstidpunkt

Då risken för infektion beräknats, är nästa steg att precisera och optimera bekämpningsinsatserna. För detta ändamål krävs att preparat finns att tillgå samt att dessa fungerar effektivt speciellt tillsammans med prognosystem där behandlingarna oftast sker efter beräknad infektion har inträffat. Preparaten bör således vara kurativa. Bekämpningstidpunkten kommer då att relateras till preparatens verkningsätt och effektivitet vilket kräver kännedom om enskilda preparats kurativa och långtidsverkande (erradiktiva) effekt, täckningsgrad, regnfasthet samt därmed lämpliga intervall mellan bekämpningarna. De bekämpningsförsök som har gjorts vid Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg av Klaus Paaske lägger grunden för de fältförsök som läggs ut 2001. Sjukdomsmodellernas riskberäkningar ska då relateras till olika preparats effekt, vilket därmed styr tidpunkten för behandlingarna.

Faktorer såsom växtens utvecklingsstadier och svampens virulens inverkar också på sjukdomsutvecklingen. Fältresistenta sorter kommer därför att följas upp och betydelsen av differentierad bekämpningsstrategi att studeras.

Resultat och analys

Kontinuerlig inventering av sjukdomsstart, spridning och utveckling av bladmöglet gjordes på en lokal under 2000. Angreppen startade ganska sent, 21 juli, på skördefärdiga plantor. På senare planteringsomgångar, skörd 2-2½ vecka senare, förhindrades angrepp i stort sett fullständigt med Aliette bekämpning. I fält belägna 6-8 km bort drabbades några veckor senare, cirka 10 augusti, vissa planteringsomgångar av häftigt uppblossande bladmögelangrepp. Dessa plantor bekämpades med Ridomil vid just de tidpunkter, då infektioner beräknades ske. Senare tester visade, att denna bladmögelras var resistent mot metalaxyl.

Beräkningar av riskutfallet i Plant Plus visade på infektionsrisk veckan innan de första angreppen konstaterades men i så ringa grad att bekämpning ej anmodades. Med den amerikanska modellen var riskutfallet tydligare och uppnått riskindex inföll några dagar före observerade angrepp. Material från fler odlingar och under fler säsonger krävs för att utvärdera sjukdomsmodellernas relevans som riskvarnare för bekämpning. Förmodligen blir det också nödvändigt med smärre justeringar i beräkningsmodellerna. Prognossystemens praktiska tillämpning skall vara utvärderad, väldokumenterad och om möjligt anpassad efter svenska förhållande då den blir tillgänglig för sallatsodlarna.

Litteratur

Hildebrand PD & Sutton JC. 1984. Effects of weather variables on spore survival and infection of onion leaves by *Peronospora destructor*. *Can. J. Plant Pathology* 6, 119-126.

- Leach CM, Hildebrand PD & Sutton JC. 1982. Sporangium discharge by *Peronospora destructor*. Influence of humidity, red-infrared radiation and vibration *Phytopathology* 72, 1052-1056.
- Raffray JB & Sequeira L. 1970. Dark induction of sporulation in *Bremia lactucae*. *Can. J. Botany* 49, 237-239.
- Scherm H & van Bruggen AHC. 1995. Concurrent spore release and infection of lettuce by *Bremia lactucae* during mornings with prolonged leaf wetness. *Phytopathology* 85, 552-555.
- Su H, van Bruggen AHC & Subbarao KV. 1998. Spore release of *Bremia lactucae* on lettuce is affected by timing of light initiation and decrease in relative humidity. *Phytopathology* 90, 67-71.
- Wu BM, Subbarao KV & van Bruggen AHC. 2000. Factors affecting the survival of *Bremia lactucae* sporangia deposited on lettuce leaves. *Phytopathology* 90, 827-833.
- Yarwood CE. 1937. The relation of light to the diurnal cycle of sporulation of certain downy mildews. *J. Agric. Res.* 54, 365-373.

Strategiforsøg med bekæmpelse af salatskimmel

Strategy trials for control of downy mildew (*Bremia lactucae*)

Klaus Paaske

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Glasshouse trials with controlled climate and artificial inoculation were carried out with the aim to investigate preventative, curative and persistence properties of three fungicides, Precivur N (propamocarb), Aliette WG (fosetyl-al) and Amistar (azoxystrobin) for control of downy mildew (*Bremia lactucae*) on iceberg lettuce. The results show that at an average temperature of 14°C the optimum timing for application of Previcur N is 71 day and for Amistar from 74 to 71 days in relation to infection time. For Aliette WG no differences were found at a range of 77 days. At higher temperatures the optimum timing remained unchanged but the level of control was reduced.

In persistence only small differences were found at 14°C with 3 days application interval but with more than 5 days interval Amistar and Previcur N were superior to Aliette WG. Also at 21°C with 3 days interval little difference was found between the products, but with 5 days interval or more only Amistar gave a satisfactory control.

Indledning

Salatskimmel (*Bremia lactucae*) er under optimale forhold en epidemisk svampesygdom, som kan være stærkt ødelæggende for en kultur. Ved kemisk bekæmpelse er det med de midler, der er til rådighed i dag, ikke muligt at bekæmpe et etableret angreb. Midlerne skal anvendes forebyggende eller på et meget tidligt tidspunkt under udviklingen af et angreb. Det er derfor vigtigt, at et bekæmpelsesmiddel anvendes optimalt i forhold til midlets egenskaber og til angrebsniveauet på sprøjtetidspunktet.

Undersøgelserne, der beskrives i dette indlæg, er en del af et projekt, som har til formål at udvikle en behovstilpasset strategi for bekæmpelse af salatskimmel. Projektet består af tre delprojekter, 1: "Undersøgelse af smitteracer hos salatskimmel"; 2: "Optimal anvendelse af kemiske midler i forhold til disses forebyggende/curative egenskaber samt virkningstid" og 3: "Udvikling af en prognosemodel til behovstilpasset bekæmpelse af salatskimmel". Delprojekterne 1 og 3 er finansieret af Jordbruksverket i Sverige, og delprojekt 2 vedrørende bekæmpelse er finansieret af de svenske og danske salatavlere. Delprojekterne vedrørende smitteracer og prognosemodel vil blive beskrevet i andre indlæg på denne konference.

Projektet løber i 2000 og 2001, og i 2000 er der udført forsøg under kontrollerede forhold i væksthuse. Formålet med forsøgene har været at undersøge relevante midlers forebyggende og kurative egenskaber samt virkningstid under epidemiske forhold. Disse resultater vil blive anvendt i markforsøg i 2001, hvor der tilstræbes at skaffe resultater, der kan anvendes i prognosemodellen.

Metode

Undersøgelserne er udført i væksthuse for at kunne kontrollere temperatur og luftfugtighed. Salaten er dyrket i kasser med en spagnum/jordblanding som vækstmedie. Der er anvendt sorten 'Kellys', der ikke besidder nogen resistens mod salatskimmel. Kunstig smitte er foretaget ved udsprøjtning af en suspension af konidiesporer fra inficeret plantemateriale, indsamlet i en mark på Sydvestsjælland i 1999. Isolatets virulens er undersøgt af Annette Hagnefelt, Svaløf Weibull AB, der har konstateret, at isolatet er virulent mod alle de resistensgener, der indgår i testsortimentet, bortset fra R17 og R38. Et isolat med en sådan virulens er nyt således forstået, at det ikke tidligere er beskrevet i litteraturen (Hagnefelt, 2001).

I forsøgene indgår midlerne Previcur N (propamocarb) og Aliette WG (fosethyl-al), der er godkendt til anvendelse i salat i Danmark og Sverige samt Amistar (azoxystrobin), hvor ansøgning om godkendelse til brug i salat forventes indsendt i løbet af 2001.

Forsøgsplan

Forebyggende/kurativ virkning, forsøg nr. 1 udført ved 17°C og nr. 3 udført ved 14°C

Faktor A. Midler:	Faktor B. Sprøjtetidspunkt i forhold til infektion:
1. Ubehandlet	a. 7 dage før infektion
2. Previcur N 1,5 l/ha	b. 5 dage før infektion
3. Aliette WG 3,0 kg/ha	c. 3 dage før infektion
4. Amistar 1,0 l/ha	d. 1 dag før infektion
	e. 1 dag efter infektion
	f. 3 dage efter infektion
	g. 5 dage efter infektion
	h. 7 dage efter infektion

I forsøg nr. 3 er forsøgsled b og c slået sammen til et led med 4 dage før og forsøgsled f og g er slået sammen til et led med 4 dage efter infektion.

Virkningstid, forsøg nr. 2 udført ved 21°C og nr. 4 udført ved 14°C

Faktor A. Midler:	Faktor B. Sprøjteinterval:
1. Ubehandlet	a. 3 dage
2. Previcur N 1,5 l/ha	b. 5 dage
3. Aliette WG 3,0 kg/ha	c. 7 dage
4. Amistar 1,0 l/ha	d. 9 dage

I forsøg nr. 4 er forsøgsled b og c slået sammen til et led med 6 dages interval.

I forsøgene med præventiv/kurativ virkning er inokulation foretaget dag 0 i forhold til sprøjtetidspunkterne. I forsøgene med midlernes langtidsvirkning er der inokuleret første gang dagen efter 1 sprøjtning og herefter yderligere to gange, henholdsvis 6 og 12 dage efter første gang.

Temperaturen er søgt reguleret ved hjælp af klimacomputeren i væksthuse, men især under forsøg 2, der er gennemført i den meget varme periode i maj måned, var der ret store temperatursvingninger mellem nat og dag. Den relative luftfugtighed er reguleret ved hjælp af et befugtningsanlæg. I tabel 1 er vist de registrerede minimums-, maksimums- og gennemsnitsværdier for temperatur og luftfugtighed under hele forsøgsperioden.

Tabel 1. Temperatur og relativ luftfugtighed i forsøgsperioderne. Temperature and relative humidity during the trials.

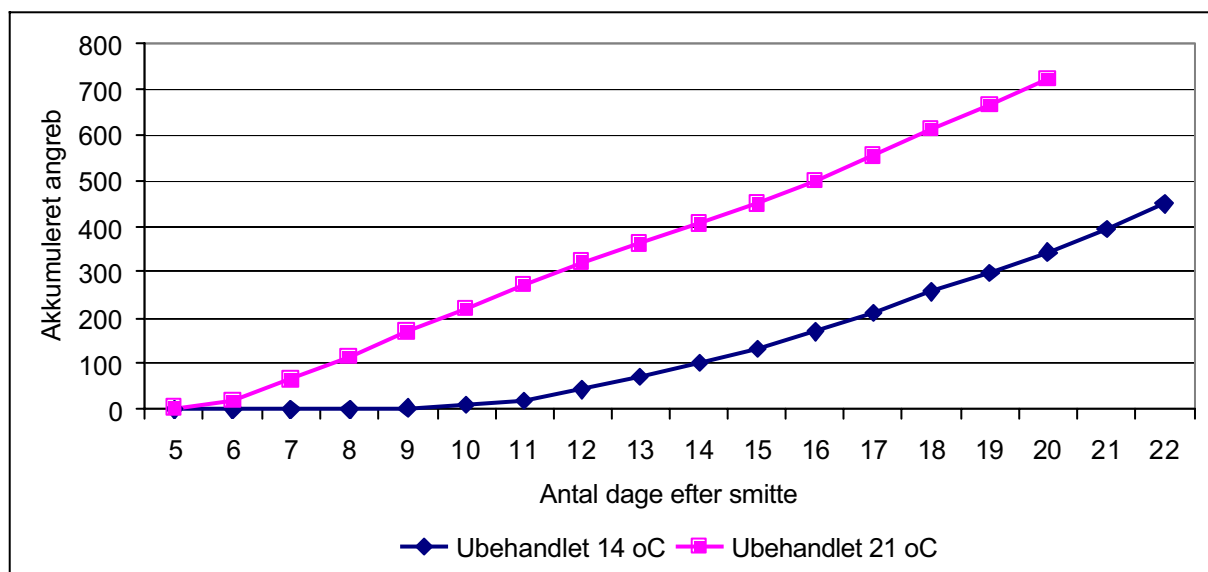
Forsøg nr. og periode	Temperatur °C			Relativ luftfugtighed %		
	Min.	Max.	Gens.	Min.	Max.	Gens.
<i>Forebyggende/kurativ</i>						
Forsøg 1: 4/4 – 17/4	13,6	23,3	16,8 (17)	54	100	86
Forsøg 3: 19/10 – 3/11	11,7	17,8	14,0 (14)	77	100	94
<i>Virkningstid</i>						
Forsøg 2: 4/5 – 23/5	14,7	30,9	21,2 (21)	43	100	82
Forsøg 4: 19/10 – 9/11	11,0	17,8	13,9 (14)	77	100	94

Fra det tidspunkt, hvor de første visuelle symptomer kunne konstateres, er der foretaget daglig registrering af procent bladareal med angreb. Resultaterne er vist i figurerne som akkumuleret angreb, defineret som de daglige bedømmelser akkumuleret over tid. Med denne metode tages der højde for de udslag i procent angreb, som skyldes, at der i løbet af forsøgsperioden sker et henfald af gamle blade og en nytilvækst. Metoden beskriver således den samlede sygdomsudvikling i løbet af hele forsøgsperioden og den relative forskel mellem midlerne.

Resultater

Latenstid

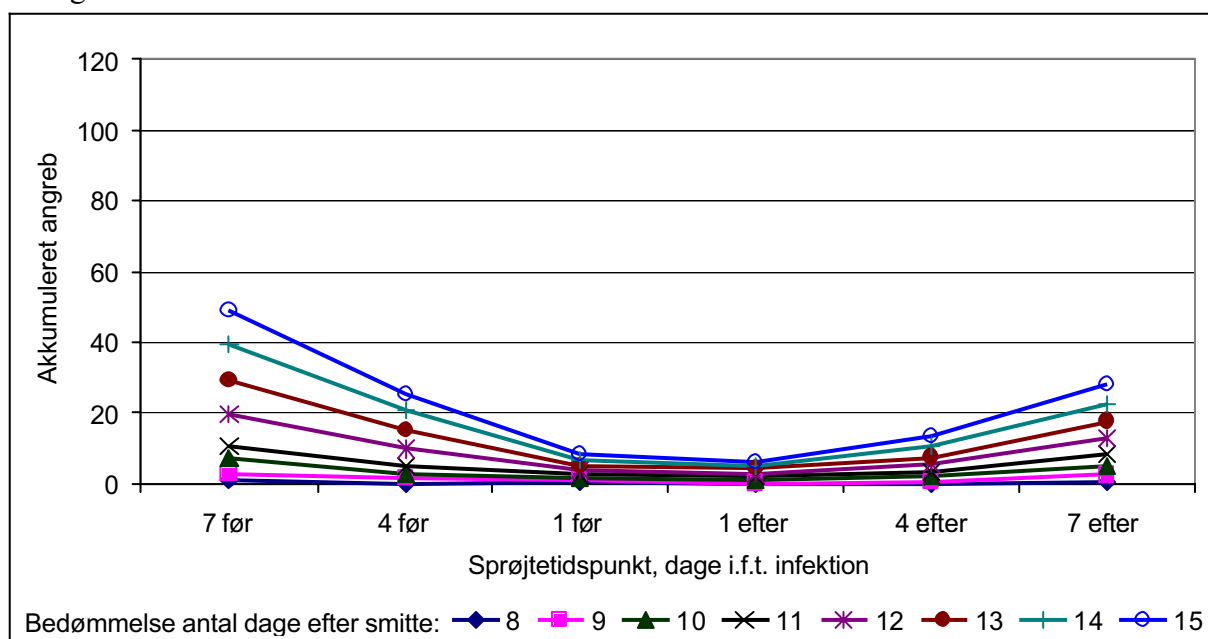
Latenstiden er den periode, der går fra smitten sker, indtil der er synlige angreb. I forsøgene er der fundet en tydelig forskel mellem gennemsnitstemperaturer på henholdsvis 14°C og 21°C. De viste kurver i figur 1 er angreb i ubehandlede led i forsøg 2 og 4, og viser, at ved 14°C var latensperioden 8 døgn, mens den ved 21°C kun var 5 døgn. Samtidig var sygdomsudviklingen ved den lave temperatur noget langsommere.



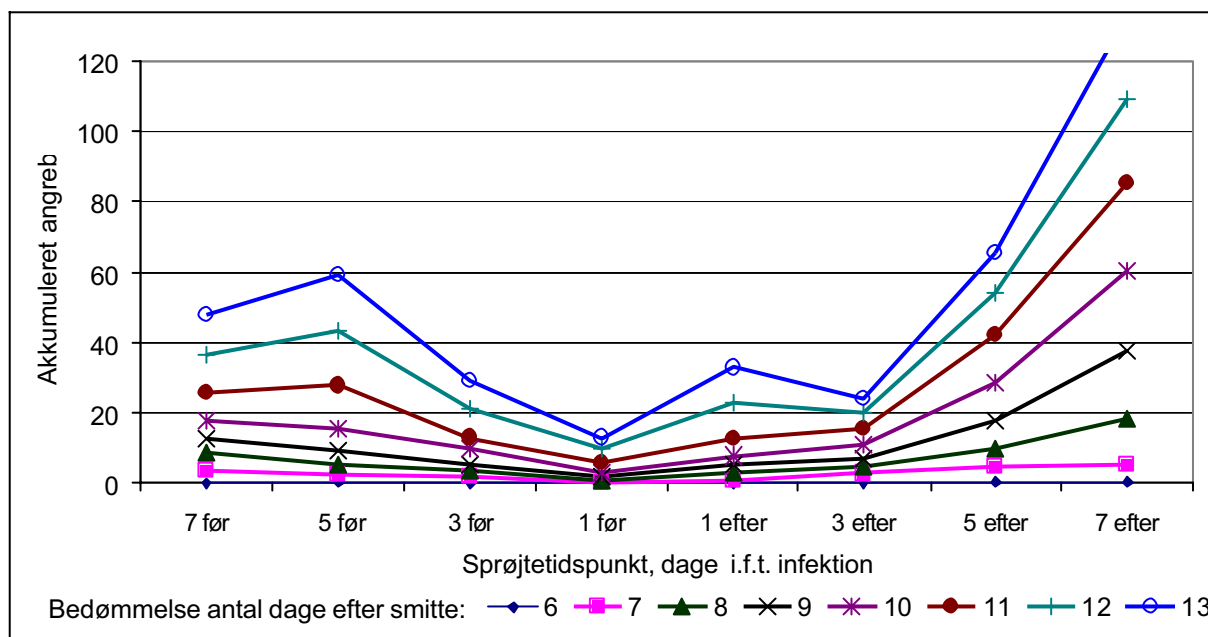
Figur 1. Sygdomsudvikling i ubehandlet, data fra forsøg 2 og 4. Disease development in untreated, data from trial 2 and 4.

Forebyggende og kurativ virkning

Forebyggende sprøjtning betyder, at midlet er tilstede på/i planten før smitten sker, og ved kurativ sprøjtning forstås sprøjtning efter, at smitten er sket, men inden der er synlige angreb i form af mycelievækst og sporulering. Midlernes forebyggende og kurative virkning er undersøgt i forsøg 1 og 3, der er udført ved forskellige temperaturer. I figurene 2 – 7 er efterfølgende vist kurverne for sygdomsudviklingen, bedømt dagligt fra den første dag, hvor synlige angreb kunne konstateres, hvilket ved 14°C var 8. dag efter infektion og ved 17°C var 6. dag efter infektion.

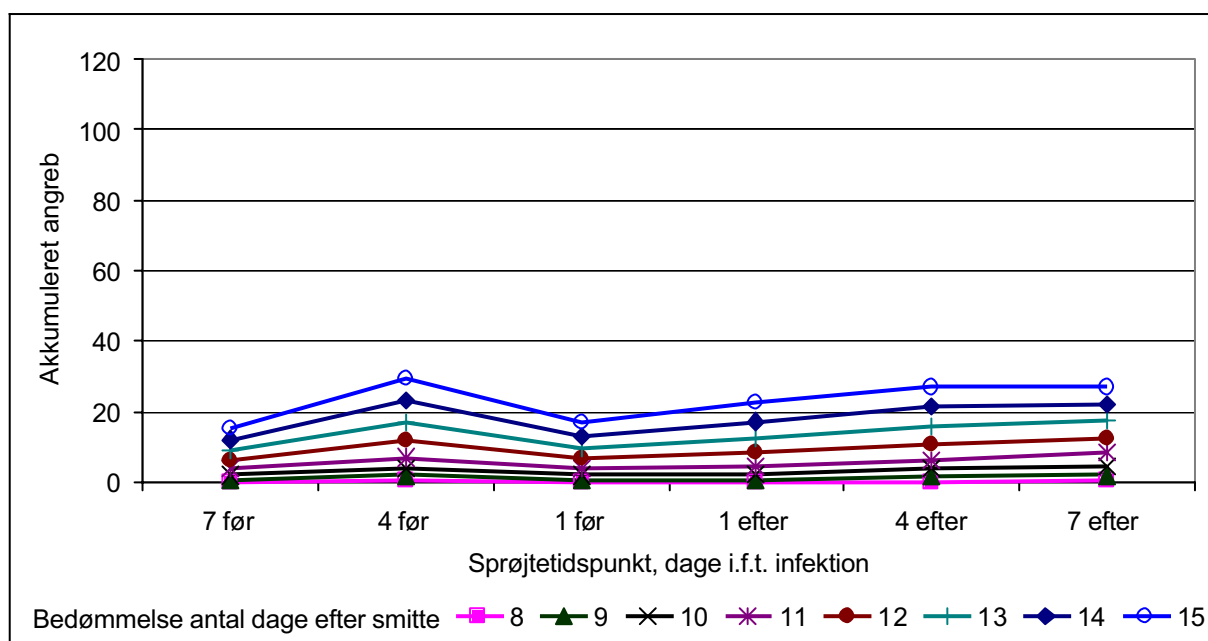


Figur 2. Previcur N ved 14°C. Previcur N at 14°C.



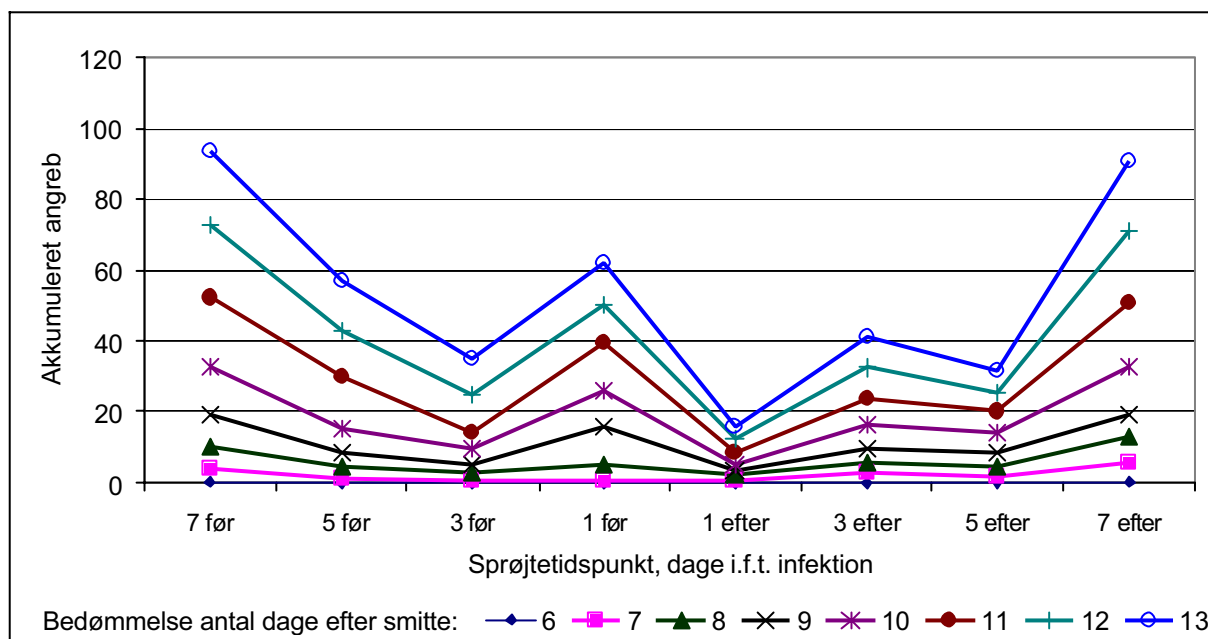
Figur 3. Previcur N ved 17°C. Previcur N at 17°C.

For Previcur viste forsøgene en markant forskel i virkningen ved de to temperaturer. Den bedste effekt ved begge temperaturer er opnået ved sprøjtning fra 1 dag før til 4 dage efter infektion, men ved 17°C øges betydningen af forebyggende sprøjtning.

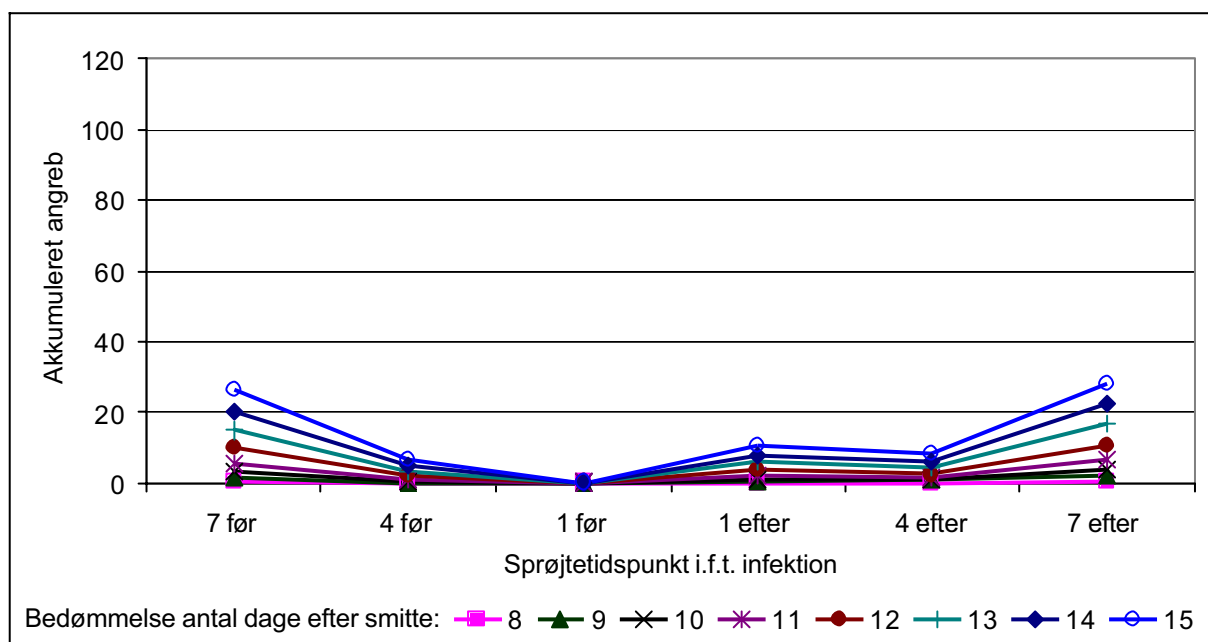


Figur 4. Aliette WG ved 14°C. Aliette WG at 14°C.

For Aliette ved 14°C var effekten stort set ens uanset sprøjtetidspunktet, og ved 17°C var der ikke noget klart billede. Det er dog klart, at sprøjtning mere end 5 dage før infektionstidspunktet medfører dårlig virkning ligesom sprøjtning 7 dage efter, hvor der sprøjtes på etableret angreb.

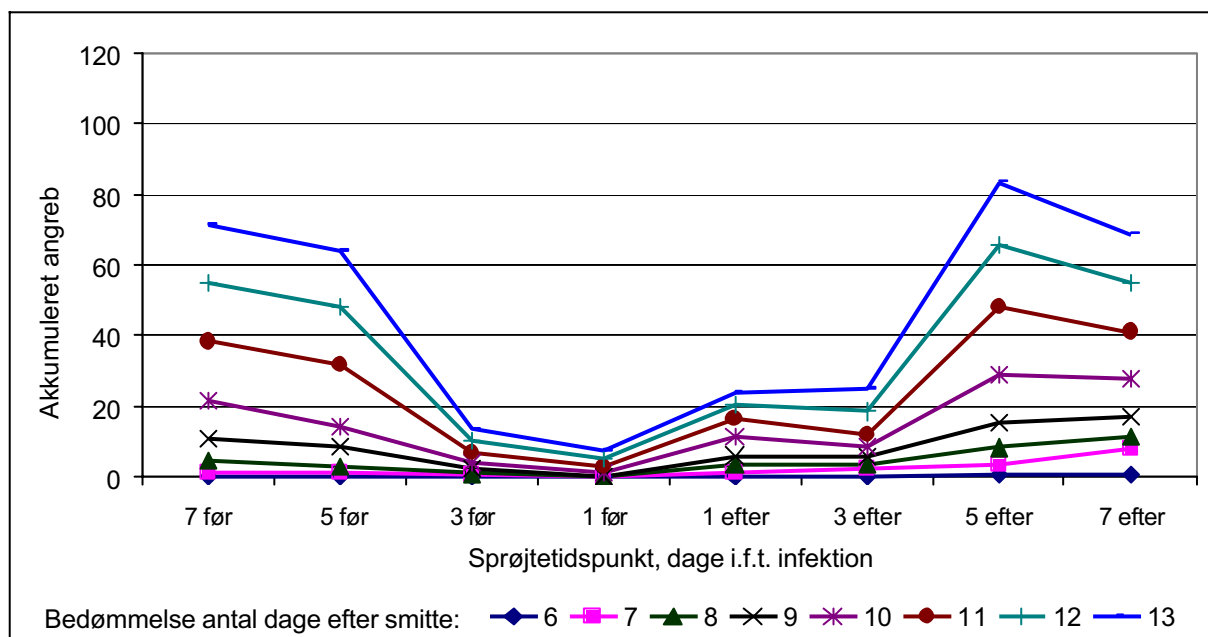


Figur 5. Aliette WG ved 17°C. Aliette WG at 17°C.



Figur 6. Amistar ved 14°C. Amistar at 14°C.

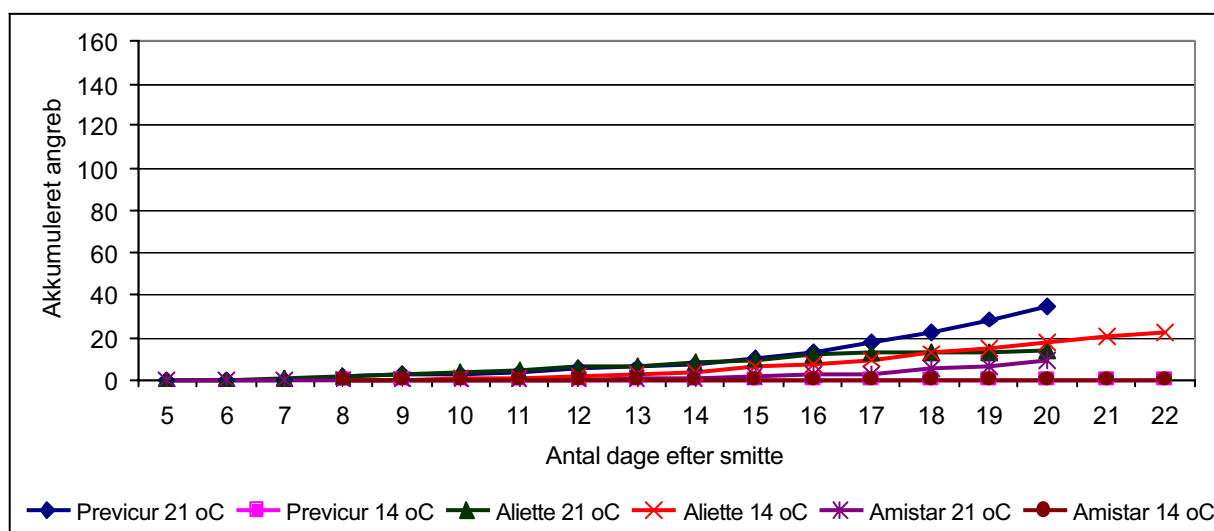
Ved 14°C er der meget god virkning af Amistar ved sprøjtning fra 4 dage før til 4 dage efter infektion. Ved sprøjtning dagen før infektion fandtes de første synlige angreb først ved bedømmelsen på 15. dagen. Det samme billede ses ved 17°C, hvor virkningen er bedst ved sprøjtning fra 3 til 1 dag før infektion. Ved sprøjtning 5 dage efter infektion, altså ved latensperiodens afslutning, er det tydeligt, at Amistar her har få dårlig virkning. Midlets styrke er virkningen på sporespiring og etablering.



Figur 7. Amistar ved 17°C. Amistar at 17°C.

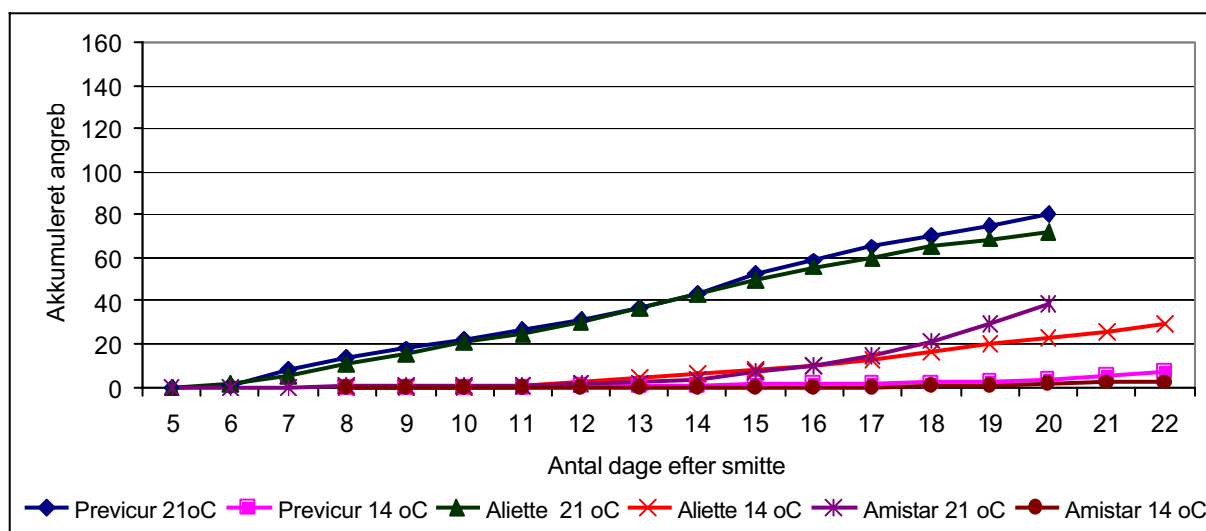
Midlernes virkningstid

Hvor lang tid der kan være mellem sprøjtningerne under epidemiske forhold afhænger af flere forhold, blandt andet midlets egenskaber, temperatur, luftfugtighed og tilvæksten i afgrøden. Dette er søgt belyst i forsøg 2 og 4, og resultaterne efter sprøjtning med henholdsvis 3, 5 eller 6 og 9 dages interval er vist i figurene 8 – 10.



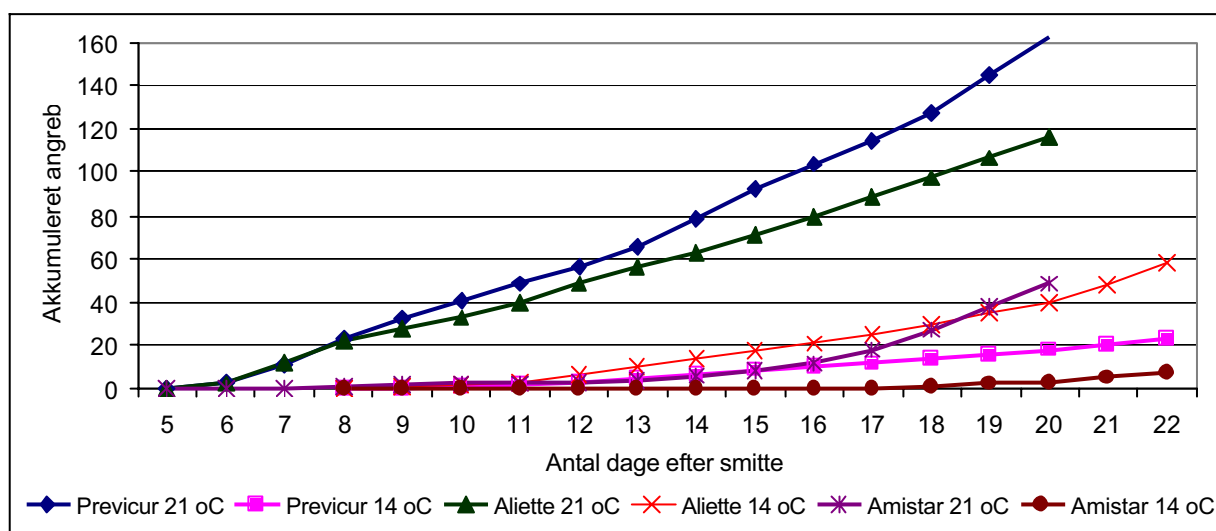
Figur 8. 3 dages sprøjteinterval. 3 days spray interval.

Som det ses i figur 8, har Amistar og Previcur ved 14°C stort set forhindret angreb, mens der efter Aliette er nogen angreb. Ved 21°C er der et lidt større angreb, mest efter Previcur og mindst efter Amistar.



Figur 9. 5/6 dages sprøjteinterval. 5/6 days spray interval.

I figur 9 er vist kurverne for sygdomsudviklingen ved et sprøjteinterval på 5 dage ved 21°C i sammenligning med 6 dages interval ved 14°C. Forholdet mellem kurverne for de enkelte midler er stort set som med 3 dages interval, men nu med et højere angrebsniveau, især ved den høje temperatur. Ved 14°C har både Previcur og Amistar stort set forhindret angreb.



Figur 10. 9 dages sprøjteinterval. 9 days spray interval.

Figur 10 viser, at med 9 dages interval er forholdet mellem kurverne for midlerne stadig som ved de kortere intervaller, men nu med et væsentligt større angreb. Ved 14°C har kun Amistar og til dels Previcur været i stand til at holde angrebet på et lavt niveau.

Diskussion

Forsøgene viser, at udviklingstiden for salatskimmel er afhængig af temperaturen, og at der er en markant forskel i svampemidlernes evne til at forebygge og bekæmpe salatskimmel ved de undersøgte temperaturer. Desuden er virkningen meget afhængig af sprøjtetidspunktet i forhold til infektionstidspunktet og af intervallet mellem sprøjtningerne.

Der er forskel på midlernes præventive/kurative egenskaber, men generelt opnås den bedste virkning ved sprøjtning så tæt på infektionstidspunktet som muligt.

Ved 14°C tyder forsøgene på, at der for Aliette, indenfor det undersøgte interval på 7 døgn, ikke er den store forskel i virkningen, mens der ved 17°C er et mere uklart billede. Amistar har ved 14°C haft den bedste virkning, når sprøjtninger er sket 4 dage i forhold til infektionen, men ved 17°C indsnævres det optimale tidspunkt, ved begge temperaturniveauer er den bedste virkning opnået ved sprøjtning 1 dag i forhold til infektionen. For Previcur ved 14°C er den bedste virkning opnået ved sprøjtning fra 1 dag til +4 dage i forhold til infektionstidspunktet, og ved 17°C indsnævres intervallet for det optimale sprøjtetidspunkt. Især er det tydeligt at sprøjtning mere end 3 dage efter infektionen er sket, giver utilstrækkelig virkning.

Forsøgene med virkningstid viser, at det ved 14°C er muligt at holde et længere sprøjteinterval med Previcur og Amistar end med Aliette, og at der ikke er større forskel mellem Amistar og Previcur. Men ved 21°C og sprøjteinterval på 5 dage eller mere, sker der en væsentlig reduktion i virkningen af Previcur. Virkningen af Amistar er her klart bedre end af Previcur og Aliette.

Konklusion og det videre forløb

I de udførte forsøg er den bedste virkning af Previcur N og Amistar opnået ved forebyggende anvendelse så tæt på smittetidspunktet som muligt, mens det optimale tidspunkt for anvendelse af Aliette WG er mere uklart. Med stigende temperatur øges betydningen af, at der sprøjtes forebyggende så tæt på infektionstidspunktet som muligt. Den bedste langtidsvirkning ved den lave temperatur er opnået med Amistar og Previcur N, men ved den højere temperatur var virkningen af Amistar klart bedre end af Previcur N og Aliette WG.

De beskrevne forsøg skal vurderes ud fra den forudsætning, at de er udført i væksthuss under forhold, der er optimale for etablering og udvikling af salatskimmel. Resultaterne kan derfor ikke betragtes som dækkende for de enkelte produkters virkning under almindelige markforhold, men er alene et udtryk for de relative forskelle mellem midlerne ved de forhold disse forsøg er udført under. Om resultaterne kan overføres til friland, vil blive undersøgt ved markforsøg i 2001, hvorefter der forhåbentligt foreligger resultater, der kan udmøntes i anbefalinger til en integreret bekæmpelsesstrategi for vækstsæsonen 2002.

Litteratur

Hagnefelt A. 2001. Personlig kommunikation.

Det vertikale netværk – Frugt og Grønt på Internettet

Fruits and Vegetables on the Internet

**Karen Eberhardt Henriksen,
Gisela Felkl & Ole Qvist Bøjer
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK- 4200 Slagelse**

**Holger Daugaard & Gitte K. Bjørn
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Vegetabilske Fødevarer
Forskningscenter Årsløv
Postboks 102
DK- 5792 Årsløv**

**Manfred Röhrig
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Jordbrugssystemer
Forskningscenter Foulum
Postboks 50
DK-8830 Tjele**

**Kirsten Friis
Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Planteavl
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N**

Summary

A project to establish an information system about fruits and vegetables was started in 1999. The aim of the project was to provide an information system on the Internet, where growers and advisers can seek information on how to grow cauliflower, carrots and strawberries according to the Integrated Pest Management (IPM) strategy. The information system contains information on the quality parameters of the different varieties, cultivation guides for the different crops and information on how to prevent and treat weeds, pests and diseases, the latter includes pesticide information. The information system is integrated in the web-site Pl@nteInfo (www.planteinfo.dk).

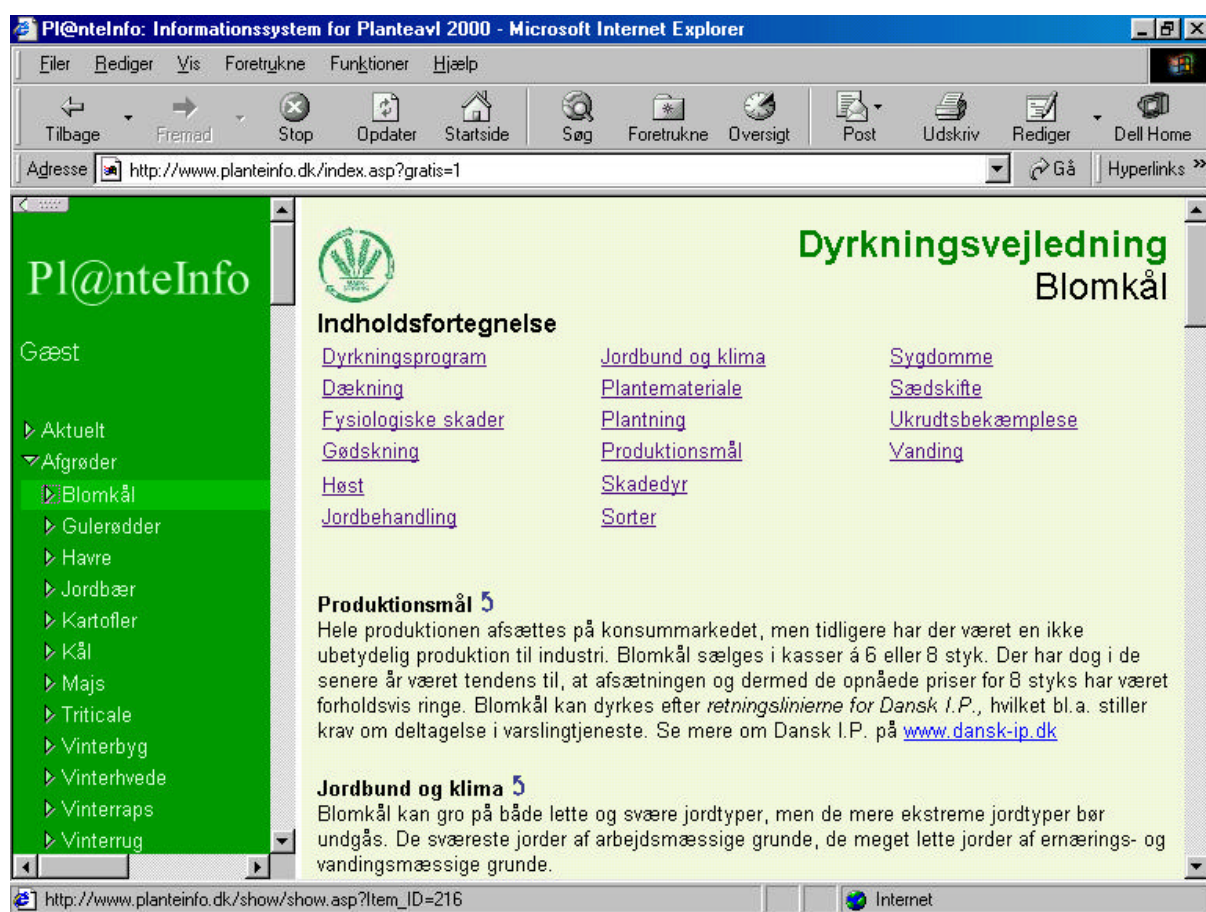
Indledning

Dyrkningsformen Integreret Produktion (IP) er et redskab til at udnytte den eksisterende viden optimalt til fremme af god dyrkningspraksis. Et af målene er at få reduceret forbruget af pesticider og gødning. Dette skal selvfølgelig sammenkædes med kravene til produktkvaliteten, som for frugt og grønsager i højere grad end udbyttensniveauet er afgørende for det økonomiske udbytte. Der foreligger en anelig mængde viden indenfor plantebeskyttelse, kulturteknik og sortvalg, som kan anvendes til udvikling af IP. Men denne viden findes spredt i artikler og/eller opslagsbøger, og det er derfor svært for avlere og konsulenter at skaffe sig et overblik. Samtidig er der et stort behov for at få adgang til klimabaserede prognose- og varslingsmodeller.

April 1999 blev der startet et projekt, som skulle samle alle ovenfor nævnte oplysninger og modeller vedrørende jordbær, gulerødder og blomkål i et Internetbaseret informationssystem. Formålet med informationssystemet er at gøre det nemt for avlerne og rådgiverne at finde de relevante oplysninger på et sted. Disse oplysninger omfatter dyrkningsvejledninger, oplysninger om skadevoldere og deres bekæmpelse, herunder information om alle de pesticider, der kan anvendes i kulturerne samt sortsoplysninger. Oplysningerne er samlet enten i databaser eller som tekstdokumenter og derefter gjort tilgængelige på Internettet under Pl@nteInfo, som allerede var etableret af Danmarks JordbrugsForskning (DJF) og Landbrugets Rådgivningscenter (LR, Jensen *et al.*, 2000). I det følgende beskrives de enkelte dele af informationssystemet vedrørende frugt og grønsager.

Dyrkningsvejledninger

Det blev ved projektets start besluttet at lade dyrkningsvejledninger for de enkelte afgrøder udgøre indgangen til yderligere informationssøgning. Dyrkningsvejledningerne indeholder naturligt emner vedrørende hele produktionsforløbet, og på den måde kunne det sikres, at der var mulighed for at bygge et informationssystem op omkring alle de emner, der er relevante for produktionen og rådgivningen (figur 1).



Figur. 1 Skærbillede som viser Dyrkningsvejledning for blomkål. Screen-print which shows the cultivation guide of cauliflower.

Dyrkningsvejledningerne, der revideres én gang årligt, er opbygget som ren tekst, mens billeder og tekst vedrørende sygdomme og skadedyr bliver genereret i en database. Det giver mulighed for at indarbejde links for skadevoldere, der kan optræde i flere forskellige afgrøder. Dyrkningsvejledninger og billeder/tekst over sygdomme og skadedyr udarbejdes og redigeres af Landskontoret for Planteavl i samarbejde med Frugt og Grønt Rådgivningens konsulenter.

I dyrkningsvejledningerne er der i teksten indarbejdet links til steder, hvor der er mulighed for at finde yderligere uddybning af emnet. Det gælder f.eks. links til Dansk I.P., hvor avlere og konsulenter kan finde gældende regler for den integrerede produktion, en liste over plantebeskyttelsesmidler, som må anvendes i Dansk I.P. med mere. I dyrkningsvejledningernes afsnit om gødskning er der link til Plantedirektoratets vejledning i gødningsplanlægning, og i afsnittet om vanding er der mulighed for at gå direkte videre til de Pl@nteInfo sider, som omhandler vanding. Her er der mulighed for at føre vandingsregnskab for afgrøderne.

Hvordan finder man dyrkningsvejledningerne?

Alle oplysninger omtalt i denne artikel findes under: www.planteinfo.dk. Dyrkningsvejledningerne findes ved at klikke på "Afgrøder" i skærbilledets venstre side (figur 1). Efter at have klikket på Afgrøder, er der mulighed for at klikke på enten Blomkål, Gulerødder eller Jordbær. Når man klikker på en af disse afgrøder, vil dyrkningsvejledningen blive vist i skærbilledets højre del (figur 1).

Kritisk høstdato

Gulerodsfluen (*Psila rosae*) har to generationer pr. år under danske forhold. Alvorlige skader i efterårsgulerødderne er hovedsagelig forårsaget af gulerodsfluens anden generation. For at overvåge flyvningen af den anden generation er flertallet af gulerodsavlere tilknyttet et varslingsystem, som varetages af Frugt og Grønt Rådgivningens konsulenter. Ved begyndelsen af anden generations flyvning bliver der opstillet gule limplader i gulerodsmarkerne, og fluefangsterne bliver registreret ugentligt.

Som de fleste andre organismer er udvikling og vækst af gulerodsfluepopulationen i høj grad afhængig af temperatur (Stevenson, 1981; Collier & Finch, 1996), og indenfor visse grænser er udviklingen hurtigere, jo varmere det bliver. For at beskrive udviklingen af gulerodsfluens forskellige stadier i en given periode, er det derfor mere hensigtsmæssigt at bruge summen af daglige temperaturer over en vis minimum basistemperatur end antal dage. En svensk undersøgelse viste således, at fra den dato, hvor de gule limpladefangster overstiger en bestemt tærskel, og til anden generations larver begynder at lave synlige skader på gulerødderne, skal der gennemsnitligt være opnået en temperatursum på 500°D akkumulerede daggrader over 3°C basistemperatur (Jönsson, 1992).

Denne viden er blevet udnyttet i modellen "Kritisk Høstdato". Modellen er designet til at hjælpe avlerne med at beslutte, hvornår de bør høste deres gulerødder, hvis skader af gulerodsfluenslarver skal undgås. For at Kritisk Høstdato modellen kan foretage beregninger, kræves det, at avleren opretter sine gulerodsmarker på en Internetside, hvor det også skal oplyses, indenfor hvilket postnummer markerne er beliggende (figur 2). Med disse

oplysninger er det muligt at hente relevante temperaturdata fra Danmarks Meteorologiske Institut's (DMI) 10x10 km grid vejrdata.

For at modellen kan beregne den kritiske høstdato, skal avleren også oplyse, hvornår fangsterne på markens gule limplader overskred skadetærsklen på 0,2 fluer/plade/dag. En anden mulighed er at indtaste fangsterne i en tabel. Modellen vil derefter lave en grafisk præsentation af alle fangster og automatisk fastsætte, hvilken dato skadetærsklen blev overskredet. Så snart modellen har informationer om, hvilken dato skadetærsklen blev overskredet, vil den beregne temperatursummen frem til dags dato. Hvis temperatursummen er $> 500^{\circ}\text{D}$, vil modellen oplyse, at marken bør høstes for at undgå skader forårsaget af gulerodsfluenslarver. Hvis temperatursummen dags dato er mindre end 500°D , vil modellen forudsige datoen for, hvornår 500°D sandsynligvis vil blive opnået. Denne forudsigelse er baseret på historiske vejrdata fra de sidste 10 år.

Hvordan finder man modellen "Kritisk Høstdato"?

Modellen "Kritisk Høstdato" findes ved at gå ind i Pl@nteInfo, som tidligere beskrevet. Under "Afgroder" i skærbilledets venstre side klikker man først på Gulerødder og dernæst på Kritisk Høstdato (figur 2).



Figur 2. Skærbillede som viser den side, hvor man opretter marker til brug i "Kritisk Høstdato". Screen print which shows the page where the user can enter his own carrot fields.

Sortsoplysninger

Erhvervet har siden 1982 samarbejdet med DJF i Årslev om at få afprøvet sorter af frilandsgrønsager. *Blomkål* og *gulerod* er vigtige afgrøder, og de afprøves derfor meget tit. Resultaterne herfra har hidtil været bragt i form af artikler og rapporter, hvilket gør det svært at skaffe overblik, når der skal vælges en sort. Data fra sortsafprøvningerne af blomkål og gulerod vil fremover blive opdateret, således at det bliver nemt og overskueligt at se, hvilke sorter der klarer sig bedst under danske forhold.

Når det gælder *jordbær*, har der gennem mange år eksisteret en officiel dansk liste over anbefalede jordbærsorter til erhvervsmæssig dyrkning. Denne liste er sammensat af Sortsudvalget for Jordbær, der består af personer med et bredt sortskendskab, dvs. konsulenter, forsøgsværter, plantehandlere og forskere. Udvalget mødes én gang om året, hvor man evaluerer de seneste danske forsøg og erfaringer med jordbærsorter, og på baggrund heraf foretages en revision af listen.

Sortslisten for jordbær omfatter hoved-, special- og prøvesorter, der defineres som følger:

- ? *Hovedsort*: Helt overvejende beregnet til normal handelsomsætning i butikker i hovedsæsonen. Der lægges bl.a. vægt på holdbarhed og attraktivt udseende.
- ? *Specialsort*: Beregnet til at imødekomme specielle formål som f.eks. tidlig/sen plukning, selvpluk, hurtig lokal omsætning eller egnethed til frysning.
- ? *Prøvesort*: Sorter, der er skønnet interessante, men som endnu ikke er tilstrækkeligt afprøvet i forsøg eller praksis i Danmark. Praktiske erfaringer inddrages ved vurdering af disse sorter, der efter et par år som prøvesorter skal enten ind i eller ud af sortimentet.

Den opdaterede sortsliste vil dermed typisk indeholde vel gennemprøvede sorter med et velkendt marked, såvel som helt nye sorter, der har vist lovende resultater i danske forsøg det aktuelle år.

I det følgende beskrives hvilke oplysninger, man som bruger af systemet kan få, når man klikker sig ind på sorter af henholdsvis blomkål og jordbær. For den tekniske opbygning henvises til Röhrig *et al.* (2000).

Blomkål

Alle de sorter, som blev afprøvet i 2000, ses når man kommer ind i blomkål/sorter. Hvis en blomkålsavler eller konsulent er interesseret i f.eks. tidlig blomkål/udækket, kan man vælge kun at se de sorter, som har været med i denne afprøvning. Der er udvalgt en række af de vigtigste egenskaber (figur 3): Udviklingstid, skæreperiode, hovedvægt, salgbare, vækstkraft, dækkeevne og helhedsindtryk. Sortsoplysninger om de enkelte egenskaber er i alle tilfælde omsat til en relativ pointskala fra 1 til 9. For egenskaberne udviklingstid, skæreperiode, hovedvægt og salgbare er der foretaget en omregning fra absolutte forsøgsregistreringer til en relativ pointskala, den bedste og ringeste sort for en given egenskab danner udgangspunkt for pointgivningen. Det er muligt at sortere, således at sorterne bliver sorteret efter den

Pl@nteInfo: Informationssystem for Planteavl 2000 - Microsoft Internet Explorer

Filer Rediger Vis Foretrukne Funktioner Hjælp

Tilbage Fremad Stop Opdater Startside Søg Foretrukne Oversigt Post Udskriv Rediger Dell Home

Adresse http://www.planteinfo.dk/index.asp?gratis=1

Blomkålssorter

1. januar 2001 Pl@nteInfo

Pl@nteInfo's hjemmeside

Gæst

Forår - udekket Udvalg dyrkning

Antal: 11

Sortens egenskaber

Sortsnavn	Dyrkning	Udviklings- tid	Skære- periode	Hoved- vægt	Salg- bare	Vækst- kraft	Dække- evne	Helheds- indtryk	Forsøgs- år
Arizona	F0	9=længst	9=længst	9=tungest	9=størst	9=størst	9=størst	9=bedst	2000
Baldo	F0								2000
Barcelona	F0								2000
Credo	F0								2000
Dignity	F0								2000
Gipsy	F0								2000
LD 974231	F0								2000

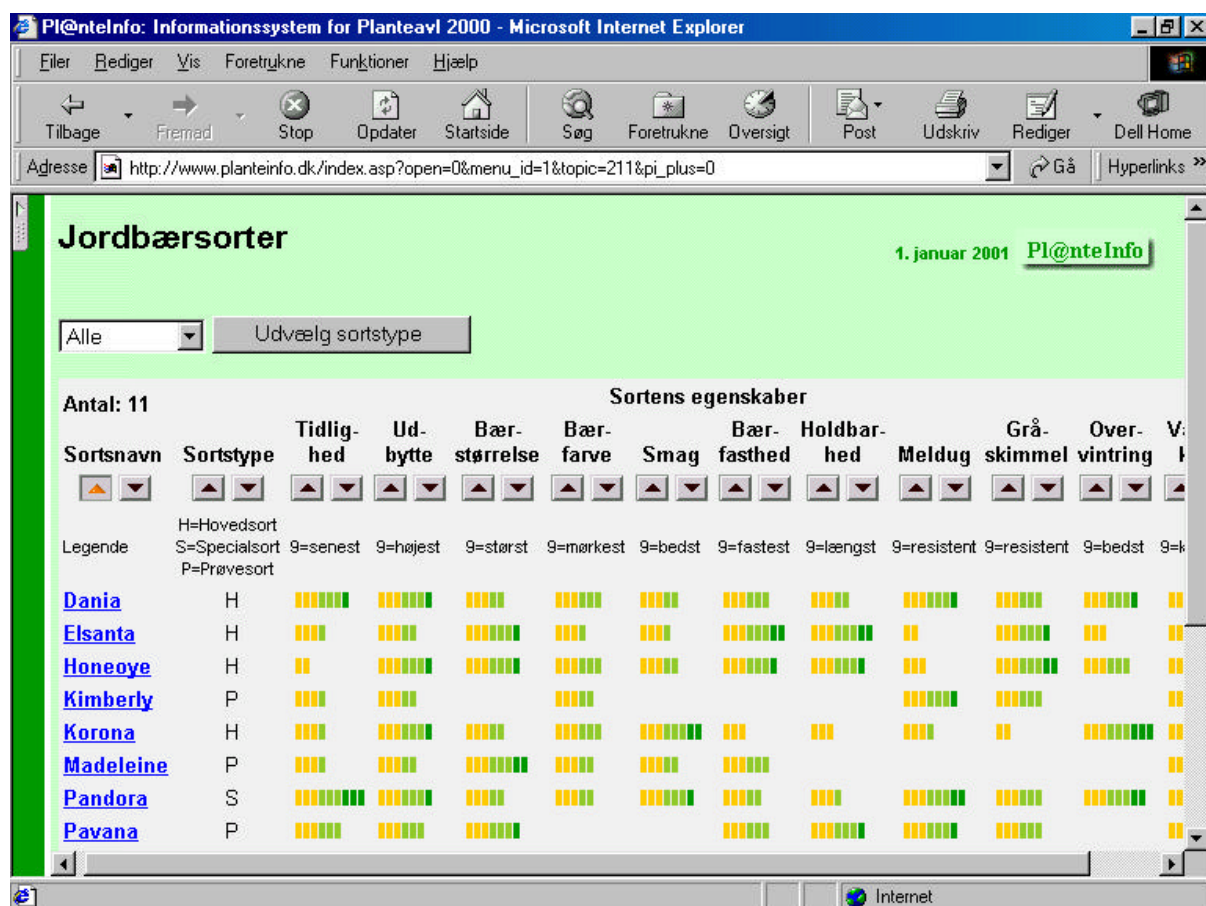
F0=Forår - udekket
 F1=Forår - dækket
 S=Sommer
 E=Efterår

Aktuelt
 Afgrøder
 Blomkål
 Dyrkningsvejledninger
 Planteværn
 Sorter
 Gulerødder
 Havre
 Jordbær
 Kartofler
 Kål
 Majs
 Triticale
 Vinterbyg

http://www.planteinfo.dk/ Internet

Jordbær

112



Figur 4. Skærbillede som viser de udvalgte sortsegenskaber for jordbær. Screen print which shows the variety information about strawberries.

Hvordan finder man sortoplysningerne?

Sortoplysningerne findes ved at gå ind i Pl@nteInfo, som tidligere beskrevet. Under "Afgroder" i skærbilledets venstre side klikker man på den ønskede afgrøde. Under henholdsvis Blomkål, Gulerødder og Jordbær, er der mulighed for at klikke på Sorter (figur 3).

Planteværn

Planteværn er dels et selvstændigt opslagsværk og dels integreret i dyrkningsvejledningerne samt i oplysningerne om sygdomme og skadedyr, hvor man kan finde relevant information om bekæmpelse af de forskellige afgrøders skadevoldere. Informationerne baseres på LR og DJF's årlige publikation, Vejledning i Planteværn (Kristensen *et al.*, 2000). Informationerne, vedrørende de tre nævnte havebrugsafgrøder, er således lagt ind i en database, som holdes løbende opdateret af DJF og LR, og der vil til en hver tid kun forekomme aktuelle og lovlige bekæmpelsesmidler.

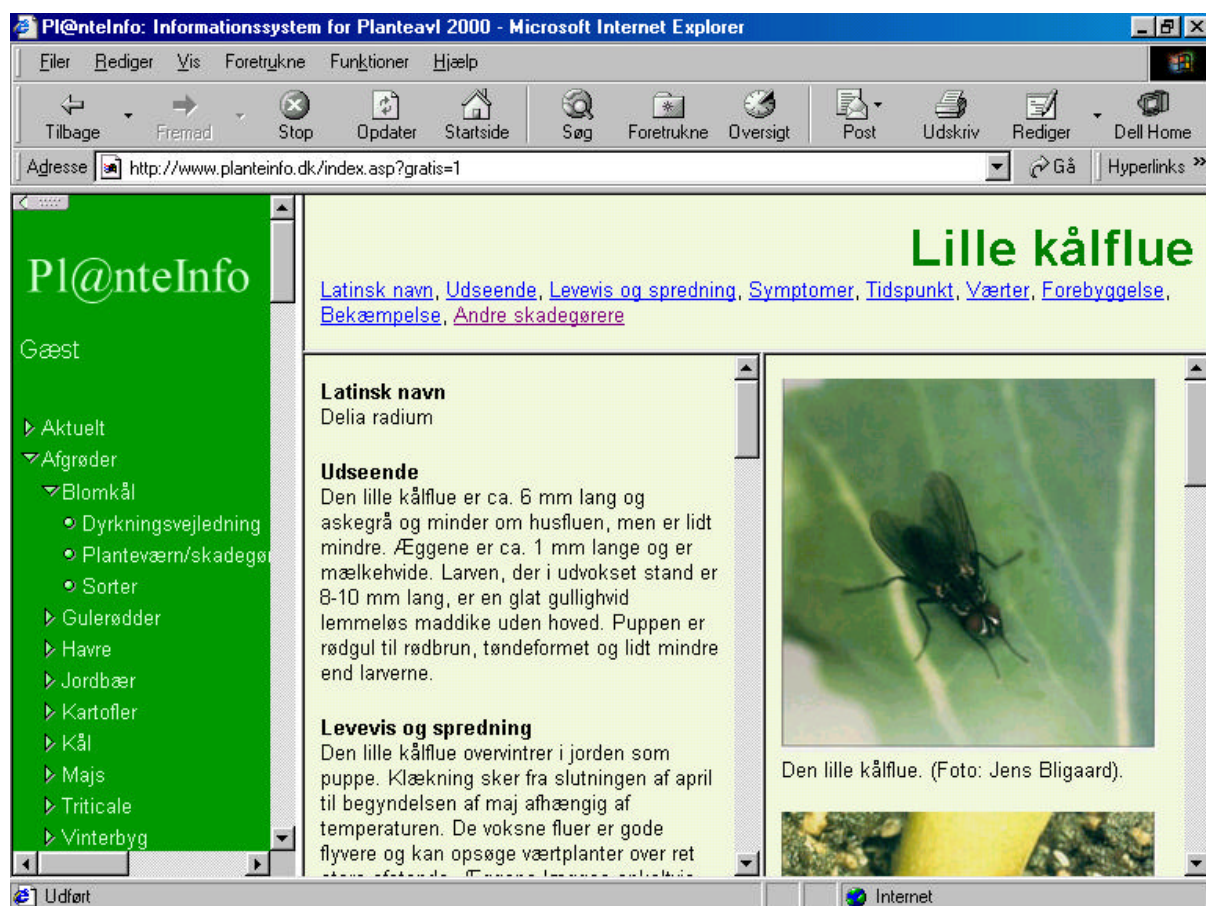


Figur 5. Skærbillede som viser en oversigt over skadevoldere i blomkål, og hvilke bekæmpelsesmidler der kan anvendes imod dem. Screen-print which shows a list of pest in cauliflower and a list of the pesticides, which can be used against the pests.

Indhold og funktionalitet

Selvstændigt opslagsværk

Da planteværnsdatabasen kombinerer to typer information, skadevoldere og bekæmpelsesmuligheder, er der udviklet en tilsvarende brugergrænseflade, som viser en oversigt (figur 5) over afgrødens skadevoldere, og hvilke bekæmpelsesmidler der kan anvendes imod dem, i hvilke doser og på hvilke tidspunkter m.m. Oversigten er som standard sorteret i alfabetiskorden efter skadevolder og middel, således at alle bekæmpelsesmuligheder opremses for hver skadevolder. Alternativt er der mulighed for at sortere i alfabetisk orden efter middel og skadevolder, således at alle anvendelsesmuligheder opremses for hvert bekæmpelsesmiddel. Vil man fordybe sig i detaljer, kan man fra oversigten enten klikke sig videre til en detaljeret beskrivelse af skadevolderen (figur 6) (skadevolderdatabasen) eller til bekæmpelsesmidlet (etiketteteksten) (figur 7).



Figur 6. Skærbillede som viser et eksempel fra siderne om skadevoldere. Screen print which shows an example from the pages concerning pests.

Integreret i skadevoldermodulet

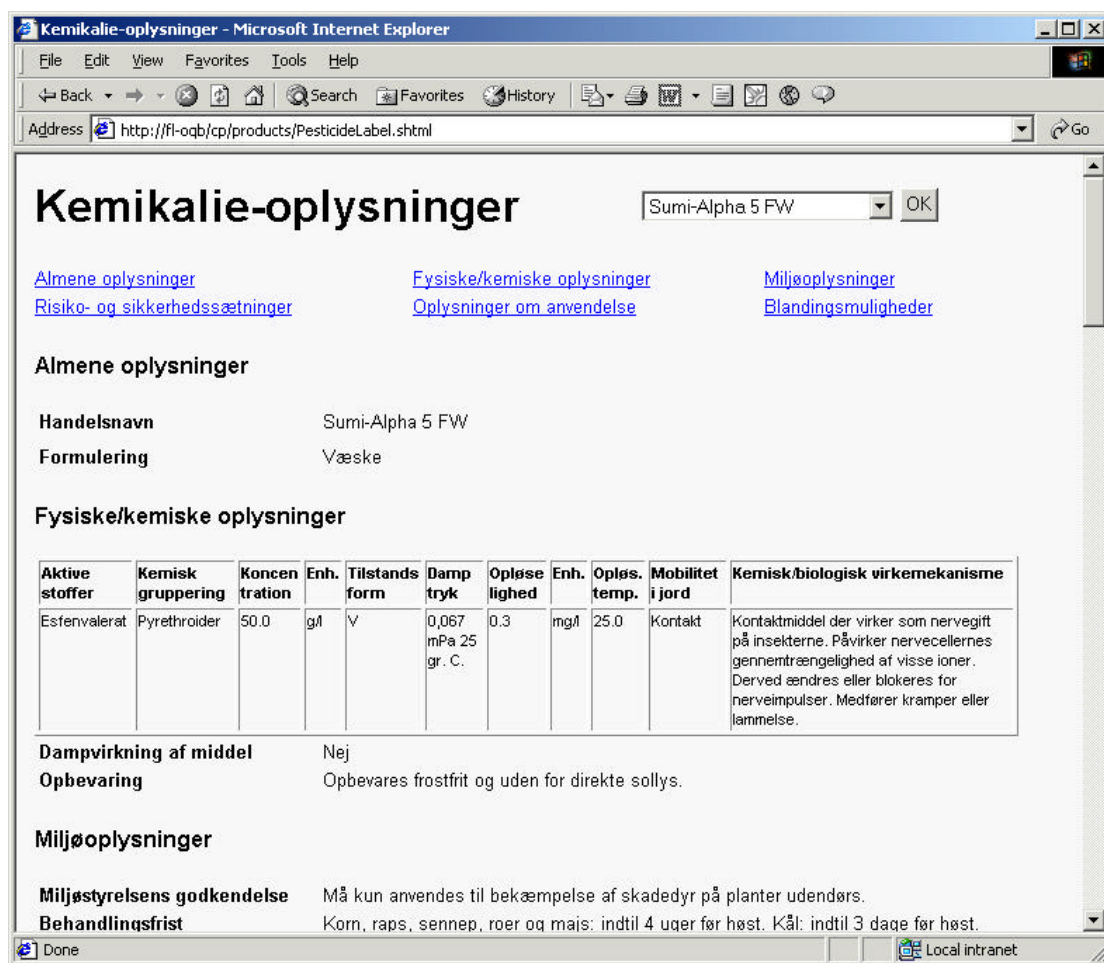
Har man valgt afgrøde og dernæst skadevolder fra Pl@nteinfo's menu, vil der være links til de relevante bekæmpelsesmuligheder imod skadevolderen i den pågældende afgrøde.

Integreret i dyrkningsvejledningerne

Har man valgt afgrøde og dernæst dyrkningsvejledning fra Pl@nteinfo's menu, vil man få information om forebyggende foranstaltninger mod de forskellige skadevoldere. Herfra vil man kunne klikke sig videre til de relevante bekæmpelsesmuligheder imod skadevolderne i afgrøden.

Teknisk opbygning

Teknisk set er modulet bygget op omkring en SQL Server 7.0 database, som er velegnet til internetsystemer. Programmet, som trækker data fra databasen, er programmeret i Java 1.2 og kombinerer Java-servlet-teknologi med JSP-teknologi (Java Server Pages).



Figur 7. Skærbillede som viser oplysninger vedr. et specifikt pesticid. Screen print which shows information about a specific pesticide.

Vedligeholdelse og drift

Som nævnt revideres dyrkningsvejledningerne én gang årligt, og da Internetsiderne er opbygget som ren tekst, kræver det ikke meget ekstra arbejde at opdatere dem samtidig. Siderne vedrørende sygdomme og skadedyr kræver en større indsats, idet indholdet skal opdateres løbende. Da der er tale om databaseopdatering, vil det dog kun medføre en begrænset ekstrainsats og udgift i forhold til det nuværende arbejde.

For sortsoptionsningernes vedkommende er der ligeledes tale om en årlig opdatering, hvor der skal ydes en ekstra indsats for at få opdateret Internetsiderne. Men der er også her tale om en beskeden ekstraudgift.

Planteværnsmodul vil fremover være koblet direkte til en fælles LR-DJF middeldatabase, hvilket sikrer den nødvendige drift og kontinuitet i kemikaliebiblioteket. Desuden arbejdes der for tiden på at udbygge middeldatabasen til at omfatte alle afgrøder og informationer fra Vejledning i Planteværn (Kristensen *et al.*, 2000). Disse informationer vil blive holdt opdateret i samarbejde mellem LR og DJF.

Fremtiden

Det er selvfølgelig håbet, at der vil blive mulighed for at udbygge det etablerede informations-system. I første omgang vil der blive medtaget dyrkningsvejledninger og oplysninger vedrørende skadevoldere for æbler og løg. Men på sigt skal de øvrige frugt- og grøntafgrøder gerne indgå i systemet. Ligesom det forhåbentligt bliver muligt at udvikle flere modeller, som kan hjælpe avlerne til at agere i forhold til de betydende skadegørere. Finansieringsmuligheder for at kunne realisere disse fremtidsvisioner er dog endnu ikke tilstede.

Erfaringen fra dette og lignende projekter er, at det er udbytterigt, at en bred gruppe af specialister fra forskningen og rådgivningen udveksler ideer og erfaringer, når ideer vedrørende beslutningsstøtte og information skal omsættes til virkelighed. Man kan faktisk tale om en synergieffekt, idet specialisterne under processen motiveres til at strukturere viden og arbejdsgange, samtidig med at formidlingen til erhvervet forbedres. Chancen, for at de udviklede systemer bliver til gavn for målgruppen, er således langt større, når der er mulighed for denne ide- og erfaringsudveksling.

Litteratur

- Collier RH & Finch S.* 1996. Field and laboratory studies on the effects of temperature on the development of the carrot fly (*Psila rosae* F.). Ann. Appl. Biol. (1996), 128, 1-11.
- Jensen AL, Boll PS, Thysen I & Pathak BK.* 2000. Pl@nteInfo - A webbased system for personalised decision support in crop management. Computers and Electronics in Agriculture 25, 271-294.
- Jönsson B.* 1992. Forecasting the timing of damage by the carrot fly. IOBC/WPRS Bulletin 15 (4), 43-48.
- Kristensen H, Jensen PK, Nielsen GC, Jørgensen LN & Friis K.* 2000. Vejledning i Planteværn. Landskontoret for Uddannelse.
- Röhrig M, Jensen AL, Felkl G & Bjørn GK.* 2000. HortInfo – a web-based information system for horticultural production. Referate der 21. GIL-Jahrestagung in Freising-Weihenstephan. Band 13, 174-179.
- Stevenson AB.* 1981. Development of the carrot rust fly, *Psila rosae* (Diptera: Psilidae), relative to temperature in the laboratory. Can. Entomologist, 113, 569-574.