

Vurdering af muligheder for  
forebyggelse og alternativ  
bekæmpelse i væksthuseproducerede  
planter (prydplanter og  
væksthusgrønsager)

Bilag 2 til rapporten "Muligheder for forebyggelse og  
alternativ bekæmpelse inden for gartneri og frugtavl"

Conny Wang Hansen et al.  
Danmarks JordbrugsForskning

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENDRAG</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>11</b>
<b>1 INDLEDNING OG BAGGRUND</b>	<b>14</b>
<b>2 PESTICIDANVENDELSE I VÆKSTHUSPRODUKTION</b>	<b>15</b>
2.1 FORBRUG OG MILJØEFFEKT	15
2.2 NUVÆRENDE PESTICIDFORBRUG TIL VÆKSTHUSPRODUCEREDE PLANTER	21
2.2.1 Prydplanter	21
2.2.2 Væksthusgrønsager	23
2.3 PESTICIDFORBRUGSUNDERSØGELSE	26
2.3.1 Vurdering af de indsamlede oplysninger.	26
<b>3 BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER</b>	<b>34</b>
<b>4 ALTERNATIVE METODER</b>	<b>42</b>
4.1 SKADEDYR	42
4.1.1 Karantæne, arbejdsgang, hygiejne og netdækning	42
4.1.2 Værtplanteresistens mod skadedyr	46
4.1.3 Biologisk bekæmpelse af skadedyr	52
4.1.4 Insektbekæmpelse ved hjælp af miljøvenlige gasser	66
4.1.5 Konklusion - skadedyr	68
4.2 SYGDOMME	70
4.2.1 Prognose/varsling for bladsygdomme	70
4.2.2 Indretning af gartnerier, arbejdsgange m.v.	73
4.2.3 Rensning af recirkulerende vand- og gødningstvand	75
4.2.4 Værtplanteresistens overfor sygdomme	77
4.2.5 Biologisk bekæmpelse af sygdomme	80
4.2.6 Konklusion - sygdomme	85
4.3 VÆKSTREGULERINGSMIDLER	86
4.3.1 Forædling mod lave, kompakte sorter	87
4.3.2 Styring af plantevækstfaktorer	87
4.3.3 Mekanisk vækstregulering	94
4.3.4 Mikroorganismer som biologiske vækstreguleringsmidler	95
4.3.5 Konklusion - vækstregulering	99
4.4 ØVRIGE MIDLER	100
4.4.1 Desinfektion	100
4.4.2 Holdbarhed	102
4.4.3 Konklusion - øvrige midler	104
Bilag A Hørende til afsnit 2.1	111
Bilag B Hørende til afsnit 2.3	115
Bilag C Hørende til afsnit 2.3	129



# Forord

I forbindelse med gennemførelsen af pesticidforskningsprojektet "Vurdering af mulighederne for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i gartneri og frugtavl" i år 2001 er der som et af resultaterne fra projektet blevet udarbejdet 4 delrapporter - 1 fra hver af de 4 erhvervssektorer *frugt og bær, frilandsgrønsager, væksthushplanter og planteskole* inden for området gartneri og frugtavl.

Nærværende delrapport omhandlende væksthushproducerede planter er udarbejdet af Conny Wang Hansen (sammendrag, summary, afsnit 4.3.2, 4.4.2), Forskergruppe for Blomsterdyrkning og Væksthusteknik, Danmarks JordbrugsForskning, Årlev med bidrag til de enkelte afsnit af: Klaus Paaske (kapitel 2, afsnit 4.2.3, 4.4.1), Annie Enkegaard (kapitel 3, afsnit 4.1.3 og afsnit 4.1.1), Henrik Brødsgaard (afsnit 4.1.2, 4.1.4), Bent Løschenkohl (afsnit 4.2.1, 4.2.2), John Larsen (afsnit 4.2.5), David Yohalem (afsnit 4.2.5), Steen Lykke Nielsen (afsnit 4.1.2, 4.2.4, 4.4.1), Mogens Nicolaisen (afsnit 4.3.4) *fra DJF-Flakkebjerg*; Kell Kristiansen (afsnit 4.1.2, 4.2.4, 4.3.1), Per Hove Andreasen (afsnit 4.1.2, 4.2.4, 4.3.1), Karen Kofoed Petersen (afsnit 4.3.2, 4.4.2), Eva Rosenquist (afsnit 4.3.2) *fra DJF-Årlev*; Poul Karlsen (afsnit 4.3.3), *KVL*.



# Sammendrag

## *Pesticidanvendelse i væksthushproduktion*

Der blev i februar 2001 i samarbejde med DEG konsulenter iværksat en forbrugsundersøgelse til estimering af pesticidforbruget i 5 hovedkulturer indenfor prydblplanter (potteroser, Kalanchoë, Hedera, Chrysanthemum og julestjerner), der samlet udgør godt 30 procent af den samlede produktion, målt i stk, samt for tomat, agurk, væksthussalat og champignon. Den planlagte undersøgelse i potteroser måtte opgives, da producenterne af potteroser ikke ønskede at deltage i undersøgelsen, da de blandt andet var usikre omkring formålet med undersøgelsen og anvendelse/tolkning af de indsamlede data. Da undersøgelsen i potteroser ikke var mulig, var det heller ikke muligt, at indsamle talmateriale fra EMAS gartnerier idet de fleste EMAS gartnerier producerer potteroser. Resultatet af undersøgelsen er beskrevet i delrapportens afsnit 2.3. På baggrund af undersøgelsen kan det konstateres at der er store afvigelser mellem det registrerede forbrug og den skønsmæssige fordeling af den solgte mængde. Undersøgelsen viser desuden at der er flere midler, godkendt til anvendelse i væksthuse og som er solgt i undersøgelsesperioden, som ikke blev registreret brugt i løbet af undersøgelsesperioden i de gartnerier, der indgik i undersøgelsen. Undersøgelsen viser også at der stadig anvendes en del midler, som ikke længere er i handlen, men hvor anvendelse af restlagre er tilladt. Endelig viser undersøgelsen at forbruget af vækstreguleringsmidler er stort men meget specifikt for hver enkelt art.

I afsnit 2.2 er forsøgt at beregne det samlede pesticidforbrug i de kulturer, som indgik i undersøgelsen. Disse beregninger viser at på grund af de mange forskellige anvendelsesområder, de relativt små arealer og de små salgsmængder af mange midler, er datagrundlaget for at beregne en behandlingshyppighed meget usikker, ligesom der er store forskelle i forhold til den teoretisk beregnede behandlingshyppighed. De foreliggende undersøgelser af forbruget af midler og behandlingsindeks kan derfor alene bruges til at sige noget om forbruget på de enkelte bedrifter i den undersøgte periode. Såfremt man ønsker at lave en samlet årlig opgørelse af behandlingshyppigheden, kræves et bedre datagrundlag.

## *Miljøeffekt af pesticidanvendelse i væksthuse*

Ved mange væksthushproduktioner er der et betydeligt pesticidforbrug og meget hyppig anvendelse af pesticider. I forhold til miljøvurdering af pesticidanvendelsen udgør væksthuse et særligt område sammenlignet med anvendelsen i åbent land. Væksthuse kan på mange måder betragtes som lukkede systemer, hvor der ikke skal tages hensyn til naturværdier eller tab til det omgivende miljø. Men der er konstateret pesticidbelastninger af det ydre miljø, der stammer fra anvendelse i væksthuse.

Effekten på vandmiljøet af pesticidanvendelsen i væksthuse skyldes først og fremmest utilsigtede udledninger samt tab via utætte gulve. I Fyns Amt og Odense Kommune er der konstateret en betydelig reduktion i denne pesticidbelastningen af vandløb over de sidste 5-10 år. Forbedringen er blandt andet opnået ved oplysning og virksomhedsbesøg.

Forurening af jord kan ligeledes ske p.g.a. porøse eller utætte gulve, hvor pesticider udvaskes og ophobes ved uheld eller rensning af væksthuse. Forureningen kan blive et problem, hvis pesticiderne udvaskes til grundvandet eller jorden skal benyttes til andet formål.

Udbringning af slam og pottemuld mv. på marker kan tilføre jorden pesticidrester. Via forbrugeren kan potteplanter nå private affaldsposer og haver.

Forudsat der sker en vis fortynding af det udbragte materiale, vurderes der ikke at være store miljømæssige risici forbundet hermed, da moderne pesticider vil nedbrydes relativt hurtigt i en biologisk aktiv jord. Vi har dog ikke fundet undersøgelser af disse forhold.

Hvis produktionen i væksthuse er "tæt" og ovennævnte problemer er kontrollerede, vil risikoen for det ydre miljø ved pesticidanvendelse være meget begrænset og en reduktion af pesticidanvendelsen vil derfor kun have ringe betydning for det ydre miljø.

Uheld med store mængder pesticider i et lukket miljø kan dog udgøre et problem ved afledning til det kommunale spildevandssystem.

#### *Miljøvurdering af alternativerne i væksthuse*

Alle foreslåede alternative strategier vil medføre en reduktion i pesticidforbruget, hvilket alt andet lige vil reducere risikoen for forurening via slam og pottemuld, kloakfløb, udsivning osv. Hvis man ved hensigtsmæssig konstruktioner og driftsmetoder reducerer risikoen for forurening af omgivelserne til at være meget lille, vil en yderligere reduktion ved nedsættelse af pesticidforbruget selv sagt kun have ringe numerisk betydning.

En bedre udnyttelse og implementering af plantebeskyttelsesmodeller og beslutningsstøttesystemer kan medføre betydelige energi besparelser for enkelte tiltags vedkommende. Det har imidlertid ikke været muligt at beregne energibesparelsen ved en samlet strategi (Strategi 1). Dette gælder også strategi 2, 3 og 4, som er beskrevet i delrapporten.

Vi har ikke for nærværende gode redskaber til at sammenregne miljørisikoen ved pesticider og CO<sub>2</sub>-emission.

#### *Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr*

Diverse forebyggende foranstaltninger kan mindske angreb og spredning af skadedyr og dermed brugen af pesticider. Forebyggende metoder vil desuden øge mulighederne for en stabil biologisk bekæmpelse. Visse forebyggende foranstaltninger er umiddelbart realisable i ethvert gartneri, mens andre kræver gartnerispecifikke ændringer, der kan være mere eller mindre tidskrævende og omkostningsfyldte.

For agurk og tomat er der ikke de samme krav til insektfrie afgrøder som for pryddplanter. For de fleste skadedyr vil en mindre forekomst ikke skade kulturen hvorfor biologisk bekæmpelse med nytte dyr anvendes med stor succes i både tomater og agurker. Bekæmpelsesmidler anvendes oftest kun til at korrigere hvis den biologiske bekæmpelse kommer ud af kontrol eller til sanering ved afslutningen af en kultur. Biologisk bekæmpelse anvendes i væsentligt mindre omfang til pryddplanter og potentialet for en øget brug af biologisk skadedyrsbekæmpelse ligger indenfor pryddplanteproduktionen. I princippet kan alle skadedyr i danske pryddplanter bekæmpes biologisk. Der er dog en række forhold som komplicerer anvendelsen i disse kulturer, herunder at der mangler essentiel viden på en række områder. Med en massiv indsats til afhjælpning af barriererne vil der kunne ske en væsentlig forøgelse i biologisk bekæmpelse i pryddplater indenfor en 10 års horisont.

Udvikling og implementering af statiske eller, især, dynamiske beslutningsstøttesystemer til danske forhold vil bedre mulighederne for alternativ bekæmpelse af sygdomme og skadedyr. Processen er tidskrævende, men simple statiske systemer kan udvikles indenfor en periode på relativt få år. Mere komplekse statiske systemer, samt dynamiske beslutningsstøttesystemer som er anvendelige i en række kulturer, kræver derimod en større indsats. Der mangler endnu i høj grad essentiel viden og erfaring på en række områder.



Insektbekæmpelse vha. miljøvenlige gasser er en potentiel interessant metode til behandling af planter umiddelbart før de importeres/eksporteres og således 'rense' planterne for såvel skade- som nyttedyr i de aftagerlande som har en meget lav eller 0-tolerance overfor tilstedeværelse af skade- og/eller nyttedyr på salgstidspunktet. Metoden er ikke umiddelbar anvendelig før der bliver udviklet en tilstrækkelig effektiv gasningsmetode, som ikke er planteskadelig.

Hovedkonklusioner vedrørende effekter af at anvende værtplanteresistens overfor skadedyr som en metode til reduktion af pesticidforbrug er de samme som beskrevet for værtplanteresistens overfor sygdomme i afsnittet 'alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme'

Oversigt over strategier angivet i Tabel 16 i delrapporten.

#### *Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme*

Den biologiske effekt af værtplanteresistens over for patogenet kan variere fra 100% til 0% hos sorter med fuld resistens til fuld modtagelighed. Der foreligger ingen undersøgelser af, om forekomst af resistensgener påvirker effekten af nytteorganismer. Forekomst af resistens påvirker ikke planteproduktets kvalitet. Dyrkning af resistente plantesorter har ingen indflydelse på energiforbrug, arbejdsmæssig effekt eller miljøeffekt. Udvikling og implementering af screeningsmetoder for forekomst af resistens foruden vedligeholdelse af isolatsamlinger af de udvalgte patogener omfatter store merudgifter. Selve screeningsprocedurerne vurderes til at være mere kostbare end pesticidbehandlinger. Pga. der er et stort flow af nye sorter i væksthuskulturer, vil der være et kontinuert behov for resistensscreeninger. Metoderne kan implementeres umiddelbart, og en screening kan igangsættes inden for et år.

Mange forsøg med mikrobiologisk bekæmpelse af både rod- og bladpatogene svampe i forskellige forskergrupper verden over har givet lovende resultater, men der er endnu kun få eksempler på at denne metode også virker under gartnerpraktiske dyrkningsforhold. Der er således endnu ikke grundlag for at mikrobiologisk bekæmpelse fuldstændig vil kunne erstatte kemisk bekæmpelse, men en yderligere udbygning af videngrundlaget om disse antagonist vil kunne skabe baggrund for bedre udnyttelse af mikrobiologisk bekæmpelse af sygdomme i fremtiden. For at få en mere præcis evaluering af mikrobiologiske midlers effektivitet er det nødvendigt at udvikle patosystemer, som kan opskaleres til gartnerilignende forhold. Det er endvidere vigtigt at der fokuseres mere på muligheder for at kombinere forskellige bekæmpelsesmetoder og integrere mikrobiologisk bekæmpelse med gartnerpraksis som en del af en flerstrengt strategi til bekæmpelse af sygdomme i væksthuskulturer. Der findes p.t. ingen retningslinjer for godkendelse af mikrobiologiske midler.

Oversigt over strategier angivet i Tabel 20 i delrapporten.

#### *Alternative, ikke-kemiske metoder til vækstregulering af prydblplanter*

På trods af, at kemiske vækstreguleringsmidler udgør hovedparten af den mængde pesticider som anvendes til væksthusproduktion af prydblplanter, er forskning i alternative, ikke-kemiske metoder til vækstregulering af prydblplanter kun i meget begrænset omfang medtaget i nuværende forskningsprogrammer. Indsatsen er her langsigtet, hvorfor brug af en del af de omtalte metoder først vil kunne ske på længere sigt. Igangværende forskning med fokusering på alternative, ikke-kemiske metoder til vækstregulering peger på, at der er flere metoder med et stort potentiale og som med en yderligere forskningsindsats med tiden kan tages i anvendelse og medvirke til at reducere brugen af kemiske vækstretarderingssmidler. På nuværende tidspunkt anvendes alternative metoder

til vækstregulering kun i meget begrænset omfang i gartnerierne og kun i få kulturer. Kun få alternative metoder er færdigudviklet til at kunne anvendes i praksis og udover en øget forskningsindsats på dette område kræves ligeledes en implementeringsfase i erhvervet med konsulentvejledning til en tilpasning af metoderne til den enkelte kultur før der kan ske en væsentlig reduktion i anvendelse af kemiske vækstreguleringsmidler.

Oversigt over strategier angivet i Tabel 21 i delrapporten.

*Alternative metoder til reduceret anvendelse af øvrige midler (desinfektions- og holdbarhedsmidler)*

Desinfektionsmidler er ikke underlagt bekæmpelsesmiddelovgivningen og anvendelsen er således ikke reguleret. Omfanget af anvendelsen af desinfektionsmidler i væksthuse kendes ikke p.t.

Forhandlerne og forbrugerne af potteplanter stiller store krav til planternes holdbarhed. I nogle potteplantekulturer behandles blomsterne med det kemiske holdbarhedsmiddel (natriumsølvthiosulfat), som p.t. er det eneste godkendte holdbarhedsmiddel til prydblomster, for at den enkelte blomst skal holde sig bedre. Der er igennem de seneste år udviklet et nyt holdbarhedsmiddel (1-MCP) som anvendes med stor succes især til snitblomster i USA. Af potentielle metoder til forbedring af planternes holdbarhed har hærkning af planter under produktionen vha. reduceret tilgængelighed af vand- og næringstoffer (især P og N) vist lovende resultater.

Oversigt over strategier angivet i Tabel 22 i delrapporten.

*Indbyggelse af de nævnte alternative metoder i forskellige miljøstyringssystemer*

Samtlige strategier som er beskrevet i delrapporten kan umiddelbart indbygges i de forskellige miljøstyringssystemer (f.eks. MPS og EMAS) som et stigende antal væksthuseproducenter tilknyttes. Især reduktion af pesticider men også energibesparelse og mindre gødningsforbrug er områder som kan give gartneriet en bedre klassificering inden for miljøstyringssystemet MPS.

# Summary

This report describes methods to reduce the use of pesticides in greenhouse crops (ornamentals and vegetables). Furthermore, the report reviews existing knowledge of the extent to which the surrounding environment is exposed to pesticides used in Danish greenhouses. The report was prepared for the Kirsten Jensen Committee, and will be used in their assessment of the consequences for the Danish horticultural industry of introducing additional restrictions on the use of pesticides in plant production.

## *The use of pesticides in greenhouse crops*

To obtain a clearer picture of pesticide use in the production of potted plants and vegetables in greenhouses, growers were interviewed in the spring of 2001. The growers surveyed were selected on the basis of the crop they produced. The aim of the project was to estimate total pesticide use in five large potted plant crops: miniature roses, Kalanchoë, Hedera, Chrysanthemum and Poinsettia, representing some 30% of the total number of potted plants produced in Denmark, and four greenhouse vegetable crops: tomato, cucumber, lettuce and mushrooms.

Interviews with growers were performed in collaboration with advisors from the Danish extension service. Planned interviews with miniature-rose growers did not take place, as the growers concerned were not interested in participating in the project. Growers who participated in the interviews did not use several of the pesticides sold in the period 1998-2000. It can therefore be assumed that growers who did not participate in the investigation used them. However, the growers interviewed used certain pesticides that were no longer available on the market, but that could still legally be used from stock. The use of growth regulators was very high, but with considerable variation from crop to crop.

An attempt was made to estimate the total use of pesticides in the species investigated. However, the limited data made it impossible to draw general conclusions, and could therefore only be used to describe pesticide use by individual growers during the period investigated.

Table 1 shows estimated pesticide use in Danish greenhouses for the period 1996-99.

Table 1. Estimated pesticide use in greenhouse crops.

<i>Type of pesticide</i>		<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>
<i>Fungicides</i>	Kg active ingredient	8,450	6,704	3,086	2,746
	Treatment frequency	18.39	15.28	6.29	7.18
<i>Insecticides</i>	Kg active ingredient	3,103	2,372	1,836	1,486
	Treatment frequency	20.69	14.11	11.19	11.44
<i>Growth regulators</i>	Kg active ingredient	16,918	43,329	35,200	35,234
	Treatment frequency	11.72	30.36	24.67	24.75
<i>Total</i>	Kg active ingredient	28,471	52,405	40,122	39,467
	Treatment frequency	50.80	59.75	42.15	43.38

Data supplied by Klaus Paaske, Danish Institute of Agricultural Sciences, Flakkebjerg, 2001. Data for the quantity of active ingredients are based on statistics (excl. agricultural crops) published by the Danish Environmental Protection Agency in the following reports (only available in Danish):

Miljøstyrelsen 1997. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 10, 1997. Bekæmpelsesmiddelstatistik 1996.

Miljøstyrelsen 1998. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6, 1998. Bekæmpelsesmiddelstatistik 1997.

Miljøstyrelsen 1999. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1999. Bekæmpelsesmiddelstatistik 1998.

Miljøstyrelsen 2000. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 11, 2000. Bekæmpelsesmiddelstatistik 1999.

#### *Environmental effects of pesticides used in greenhouses*

There is considerable use of pesticides in many greenhouse production facilities. When evaluating pesticide effects on the outside environment, greenhouse crops are considered less complicated than field-grown crops. However, there have been cases of environmental pollution from greenhouses. It is mainly insecticides that cause environmental problems, especially pollution of brooks and streams. Pollution of the environment (watercourses, soil, ground water, etc.) has been observed as a result of: a) condensation droplets that contain pesticides running to drains via gutters; b) overflow of water-recycling tanks; or c) leaching of pesticide residues through cracks in the floors. On Funen, there has been a 40% reduction in the number of affected watercourses over the past 5-10 years. The local authorities believe that this reduction was mainly achieved through greenhouse inspection and supplying growers with information. It is assumed that it is fairly easy to construct facilities that do not leach pesticide via the above-mentioned routes, but there seems to be a need for inspection or approval of greenhouse facilities. If pesticides are not leached from greenhouses via gutters, cracks in the floor, etc., environmental pollution will probably be rare. Handling relatively large quantities of pesticides will, however, always pose a risk of spills and pollution via sewers.

#### *Environmental effects of alternative methods*

All alternative methods described in this report can reduce pesticide use, and therefore potentially reduce the risk of environmental pollution and improve workplace safety.

#### *Alternative methods to prevent or control insect pests*

All methods that prevent the attack and spread of insect pests can reduce pesticide use and increase the chances of effective and stable biological pest control. Some of the methods mentioned in the report could be used by growers immediately. Other methods are more specific, and require time and investment to implement. In greenhouse vegetable crops such as cucumber and tomato, there is no requirement for plants to be totally insect-free, as is the case for ornamentals. For most insect pests, minor attack can be tolerated, and this is why biological pest control is used with such great success in tomato and cucumber crops. If pesticides are used at all in these crops, they are only used when necessary to re-establish biological pest control or to disinfect the greenhouse after the crop. Biological pest control is used to a much lesser extent in ornamental crops. The greatest potential to increase biological pest control is therefore in ornamentals. In principle, all insect pests can be controlled biologically in the plant species grown as ornamental crops in Denmark. However, there are several factors that may complicate the use of biological insect pest control in ornamentals. Development and implementation of static or dynamic decision support systems under Danish conditions will improve the possibilities of using alternative methods of pest control.

Insect pest control with gasses like  $N_2$  and  $CO_2$  is an interesting method, especially for "cleaning" plants of all insects before they are exported to countries with requirements for zero-tolerance of any insects. The method needs further development before it can be used efficiently without the risk of damage to plants.

#### *Alternative methods to prevent or control disease*

The biological effect of host plant resistance to pathogens varies from 100% in fully resistant cultivars to 0% in fully susceptible cultivars. The costs of developing and implementing screening methods for pathogen resistance and of maintaining isolate collections may exceed the costs of using pesticides. Since new cultivars of greenhouse crop species are continuously introduced, there is also a continuous need for screening disease-resistant plants.

Several scientific studies with microbiological control of root and leaf pathogens have shown promising results. However, evidence is needed to show that this method is also effective under greenhouse conditions. More large-scale investigations in commercial greenhouse crops are needed, and methods should be tested in combination with other alternative methods of controlling disease. Table 20 in the report gives an overview of various strategies.

*Alternative, non-chemical methods for the growth regulation of ornamentals*

The greatest proportion of pesticides used in greenhouses is for the chemical growth regulation of ornamentals. Despite this, there has previously only been limited interest in studying alternative, non-chemical methods of growth regulation, and this area of research has only been included in very few research programmes. However, there are research results indicating the potential of alternative methods to significantly reduce chemical growth regulation, or in some species even to replace it. More research on developing alternative methods of growth regulation is needed. Only a few methods are so well developed that growers can use them on a larger scale. Besides the need for more research on developing alternative methods, there is also a need for consultancy support to growers on how to implement the methods in their production systems. Table 21 in the report shows an overview of various alternative methods of growth regulation.

*Alternative methods to reduce the use of other pesticides (for disinfection and for improving keeping quality)*

Disinfection is not subject to the Danish pesticide legislation, and there are therefore no restrictions on the use of chemicals for disinfecting greenhouses. The amount of chemicals used for disinfection purposes is not known. Flowering potted plants are often exported to other countries. To meet the keeping-quality requirements of marketing organisations and consumers, some plant species are treated with STS (silver thiosulphate). This is currently the only chemical permitted for use in ornamentals to improve the post-production stress tolerance of the flowers. Recently, a new chemical to improve post-production tolerance (1-MCP) was introduced. 1-MCP is used with great success in the USA in cut-flower production, but it has not yet been approved for use in Denmark. Reduced water and nutrient (especially P and N) availability has shown promising potential as an alternative method to improve keeping quality. Table 22 in the report shows an overview of alternative strategies.

*Incorporation of alternative methods into various environmental control systems*

All strategies mentioned in the report can be incorporated directly into environmental control systems such as MPS and EMAS. An increasing number of growers participate in such systems. In the MPS system, for example, growers achieve credits especially by reducing their use of pesticides, but also by saving energy and using less fertiliser.

# 1 Indledning og baggrund

Pesticidhandlingsplanen II (2) af marts 2000 har fastsat en række mål og virkemidler til bestræbelse på at nedsætte belastningen af miljøet og sundheden samt at fjerne overforbruget af pesticider. I handlingsplanen, som tager udgangspunkt i Bichel-udvalgets indstillinger og anbefalinger i rapporterne fra 1999 er der fastsat specifikke reduktionsmål for pesticidanvendelse på landbrugsafgrøder. Det ønskes at gartneri og frugtavl ligeledes inddrages i en fremtidig strategi for reduktionen af pesticider, men at der foretages en yderligere konsekvensvurdering før der fastsættes reduktionsmål.

Bichel-udvalget (1) gennemførte ikke omfattende konsekvensanalyser for hel eller delvis afvikling af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl på grund af utilstrækkeligt datamateriale. I Bicheludvalgets rapport som omhandlede prydplanteproduktion i væksthuse blev konkluderet at det ikke var muligt at finde tilstrækkeligt præcise tal for mængder af pesticider som anvendes inden for dette område.

Med et stigende antal gartnerier tilknyttet forskellige miljøstyringssystemer (som f.eks. MPS, EMAS), hvor der foretages omfattende registreringer af forbruget af energi, pesticider og gødning er der på nuværende tidspunkt en bedre baggrund for at få kvalificerede estimater over pesticidforbruget i væksthuseproducerede planter. Der er i foråret 2001 i samarbejde med DEG konsulenter iværksat en undersøgelse af pesticidforbruget i en række danske væksthusegartnerier. Undersøgelsen omfatter gartnerier som producerer nogle af hovedkulturerne indenfor prydplanter og væksthusegrønsager. Resultater fra undersøgelsen er beskrevet i afsnit 2.3

## *Formål*

Rapporten har til formål at beskrive alternative metoder til reduktion af pesticidanvendelsen indenfor væksthuseproducerede prydplanter og væksthusegrønsager.

Der er endvidere søgt at skabe overblik over den eksisterende viden om eksponeringen af miljøet fra pesticidanvendelsen. Rapporten vil blive anvendt i forbindelse med Kirsten Jensen udvalgets vurderinger af de samlede konsekvenser for væksthusegartnerierhvervet ved reduceret pesticidanvendelse.

# 2 Pesticidanvendelse i væksthuseproduktion

## 2.1 Forbrug og miljøeffekt

I forhold til miljøvurdering af pesticidanvendelsen udgør væksthuse et særligt område sammenlignet med anvendelsen i åbent land. Væksthuse kan på mange måder betragtes som lukkede systemer, hvor der ikke skal tages hensyn til naturværdier eller tab til det omgivende miljø. Der er imidlertid registreret en del sager vedrørende miljøpåvirkninger fra væksthusegartnerier i Danmark. Disse sager kan karakteriseres som utætheder eller utilsigtet udledning af spildevand. I det følgende gennemgås forbruget samt en række miljøsager vedrørende væksthuse.

### *Forbrug*

I tabel 1. er vist et foreløbigt skøn over pesticidforbruget i væksthuse. Opgørelsen er et skøn og beregningen af behandlingshyppigheden (B.H.) er tillempet, idet der for mange anvendelser ikke er defineret standarddoser. Følgelig er en skønnet gennemsnitsdosering anvendt i beregningerne. Præparatet Floramon indgår ikke i beregningen af B.H., da en dosering ikke kan udregnes. B.H. for væksthuse benyttes her kun som en indikator for, hvor ofte et stof benyttes.

Tabel 1. Foreløbigt skøn over pesticidforbruget i væksthuse iflg. Klaus Paaske 2001

	<i>Væksthus</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>
Fungicider	Kg aktivt stof	8.450	6.704	3.086	2.746
	<i>Beh. hyppighed</i>	<i>18,39</i>	<i>15,28</i>	<i>6,29</i>	<i>7,18</i>
Insekticider	Kg aktivt stof	3.103	2.372	1.836	1.486
	<i>Beh. hyppighed</i>	<i>20,69</i>	<i>14,11</i>	<i>11,19</i>	<i>11,44</i>
Vækstregulatorer	Kg aktivt stof	16.918	43.329	35.200	35.234
	<i>Beh. hyppighed</i>	<i>11,72</i>	<i>30,36</i>	<i>24,67</i>	<i>24,75</i>
	Kg aktivt stof	28.471	52.405	40.122	39.467
	<i>Samlet B.H.</i>	<i>50,80</i>	<i>59,75</i>	<i>42,15</i>	<i>43,38</i>

Tallene for mængde aktivstof er Miljøstyrelsens offentliggjorte tal over solgt mængde fratrukket den mængde, der er fordelt på landbrugsafgrøder ved opgørelsen af behandlingshyppigheder. Den resterende mængde er derefter skønsmæssigt fordelt på anvendelse i henholdsvis frugtavl, frilandsgroensager, planteskolekulturer og væksthusekulturer.

Litteratur:

Miljøstyrelsen 1997. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 10 1997. Bekæmpelsesmiddelstatistik 1996.

Miljøstyrelsen 1998. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998. Bekæmpelsesmiddelstatistik 1997.

Miljøstyrelsen 1999. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5 1999. Bekæmpelsesmiddelstatistik 1998.

Miljøstyrelsen 2000. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 11 2000. Bekæmpelsesmiddelstatistik 1999.

Forbruget har været faldende fra 1996-1999 både målt som kg aktivt stof og behandlingshyppighed. Der er endvidere sket en ændring i sammensætningen af de anvendte pesticider. Nogle midler er forsvundet fra markedet på grund af, at de i en risikovurdering er fundet for risikable. Der er ikke foretaget en analyse af forbrugets risikoprofil. På en række områder er det ikke relevant for væksthuse af flere årsager: a) der foreligger ikke naturbeskyttelsesinteresser i væksthuse b) tab af pesticider til grundvand, overfladevand og jord vurderes at ske under betingelser, der ikke gør sædvanlige metoder anvendelige, se nedenfor. Af særlig

interesse er stoffernes giftighed overfor vandløbsorganismer. Insekticidforbruget er i perioden koncentreret mere på pyrethroider, hvilket næppe har reduceret giftigheden overfor vandløbsinvertebrater generelt. Det er imidlertid usikkert i hvilken udstrækning pyrethroiderne når frem til vandløbene. Reduktionen i behandlingshyppigheden vil alt andet lige medføre en mindre risiko for miljøbelastning. Den hyppige anvendelse af pesticider medfører alt andet lige en større risiko for uheld ved håndtering og lignende. Sådanne uheld med store mængder pesticider kan udgøre et problem også i "tætte" systemer ved afløb til det kommunale spildevandsnet.

#### *Jordforurening*

I en rapport fra MLK-Fyn afdækkes en række problemstillinger som årsag til udledning/udslip af pesticider i gartnerier. Blandt disse kan følgende medføre jordforurening (MLK-Fyn 1999).

- Efter forudgående oplagring i kompostbunke bortskaffes komposterbart materiale (planterester og pottemuld) oftest ved nedpløjning på eget areal eller afhændes som jordforbedringsmiddel. Herved kan der opstå en risiko for spredning af pesticidrester eller nedbrydningsprodukter til det omgivende miljø.
- Vanding og gødskning af potteplanter sker oftest i lukkede systemer, hvor vand og gødning recirkuleres via et eller flere recirkulationsbassiner. Som led i den almindelige hygiejne på det enkelte gartneri kan der, afhængigt af kulturen, ske periodevis oprensning af bassinerne. Slammet fra oprensningen bortskaffes oftest ved udvanding på egne marker. I den forbindelse kan der være risiko for spredning af pesticidrester, såfremt disse findes i slammet.

Hertil kan tilføjes, at

- Pesticidrester på pryddplanter og i pottemulden følger potterne ud til forbrugerne, hvor det kan transporteres videre til affaldspladser og haver mv. ved bortskaffelse af pottemuld og planter. Umiddelbart vurderes denne spredningsvej ikke at udgøre et væsentligt problem for miljøet ved anvendelse af moderne godkendte pesticider pga. nedbrydning og fortynding.

Det antages, at punktkilders bidrag til jordforurening kan spille en særlig rolle, der dels tilskrives de forhøjede koncentrationer kombineret med forceret nedvaskning (ved vaskepladser) og dels kildens hyppige nærhed til særlige spredningsveje, f.eks. eksisterende og tidligere brønde og borer og samt afledningssystemer for tagvand (Stubsgaard et al. 2000). Ved forekomst af porøse eller utætte gulve mv. kan pesticidrester skylles ned i jorden under væksthuse i forbindelse med rengøring, uheld ved håndtering og opblanding mv. På grund af den hyppige anvendelse af pesticider, se tabel, er risikoen for uheld ved håndtering mv. betydeligt større end ved andre anvendelser af sprøjtemidler i jordbruget. De relativt hyppige kulturskift og krav til hygiejne medfører, at væksthuse ofte rengøres indvendigt. Utætheder i gulve o.lign. kan derfor medføre en betydelig risiko for nedvaskning af pesticider til jorden under væksthuse. Ikke alle væksthuse har betongulve.

Under væksthuse er der tør jord uden synderlig biologisk aktivitet og uden tilgang af lys. Her kan typiske halveringstider for pesticider i jord ikke anvendes, da disse som regel er undersøgt under normale biologisk aktive forhold. For mange pesticider vil nedbrydningen under sådanne forhold være langsommere end standardtest for halveringstid i jord angiver. Derfor kan der ske en ophobning af pesticider i jorden sådanne steder. Dette kan i hvert fald temporært udgøre et miljøproblem, hvis jorden senere skal benyttes til andet formål. I en rapport fra Hvidovre kommune er den generelle forurenings-belastning som følge af pesticidanvendelse blevet vurderet på fem væksthuse-gartnerier bl.a. med henblik på fremtidig anvendelse af områderne (Ludvigsen 2001). Resultatet var at der blev fundet rester af enkeltstoffer eller nedbrydningsprodukter heraf, i



koncentrationer mellem 0,3 og 1600 µg/kg jord i topjord under væksthuse. De fleste af de stoffer der blev fundet i høje koncentrationer har ikke været tilladt i Danmark i de seneste 10 år eks. DDT, lindan, dieldrin og nikotin. Men der er dog fundet glyphosat i koncentrationer mellem 1,0 og 690 µg/kg jord i laget mellem 0 og 20 cm og pirimicarb i samme lag i koncentrationer mellem 1,1 og 18 µg/kg jord. Alle stoffer detekteret mellem 0,5 og 1,0 m under terræn er pesticider eller nedbrydnings-produkter heraf som ikke længere er tilladt. Det påpeges i rapporten at manglende jordkvalitetskriterier for pesticider vanskeliggør en risikovurdering af de enkelte pesticider i forhold til ændret arealanvendelse. Institut for Fødevarer og Toksikologi vurderede at den nuværende anvendelse til nyttehaver bør ophøre. Dette skyldes dog indholdet af midler som ikke længere er tilladt til anvendelse i væksthusegartnerier.

#### *Det øvre grundvand*

Pesticidrester i jord under væksthuse kan udgøre en trussel for grundvand eller overfladevand, hvis de udvaskes. Den indadgående/opadgående vandbevægelse i den tørre jord under væksthuse kan medføre ophobning af pesticider i overfladejorden. Tilgang af vand til jorden som følge af uheld, rengøring eller ophør og fjernelse af væksthuse kan føre til, at der frigøres en puls af pesticider, som via jordsprækker kan ende i det øvre grundvand eller i søer og vandløb i nærheden. Risikoen herfor er særlig stor på tørre lerede jorder, hvor der kan være dybe sprækker. Vi har kendskab til et enkelt tilfælde, hvor ovennævnte problemstilling formentlig har bevirket forurening af det øvre grundvand (bl.a. baseret på samtale med Carsten Raad Petersen, Hvidovre kommune). I undersøgelsen fra Hvidovre som blev foranlediget af Carsten Raad Petersen (Ludvigsen 2001) blev der fundet pesticider eller deres nedbrydningsprodukter i porevand 3-4 meter under terræn. De tilladte stoffer var mercaptodimethur (0,2 µ/l), glyphosat (0,89-2,0 µ/l) og AMPA (0,061-0,13 µ/l). Blandt de stoffer der blev identificeret i jord og porevand fandtes kun BAM i det primære grundvandsmagasin og nærliggende borer.

Der er gjort mange fund af pesticider og deres nedbrydningsprodukter i det øvre grundvand bl.a. som følge af amternes og GEUS' grundvandsover-vågning (Stockmarr 2000). Der er ikke konstateret særlig sammenhæng mellem væksthuse, gartneri og pesticidforurening af det øvre grundvand. Dette udelukker dog ikke, at det finder sted, idet det kan være svært at spore kilden til en konstateret forurening af grundvandet.

#### *Forurening af ferske vande*

I perioden fra 1988 – 1996 fandt Fyns Amt 30 forskellige pesticider i 6 udvalgte fynske vandløb (Wiberg-Larsen et al. 1997). Af disse var 24 ukrudtsmidler, 2 svampemidler og 4 insektmidler. Fundene af sprøjtegifte i vandløbene afspejler til dels forbrugsmønstret i oplandene. De højeste koncentrationsniveauer i vandløbene og de fleste samtidige fund finder sted i sprøjtesæsonen (april – november) i nedbørsperioder, hvor der er forhøjet vandafstrømning i vandløbene. Udover at forgifte vandløbsfaunaen har insekticiderne den indirekte effekt, at mængden af trådalger i vandløbene øges, fordi krebsdyr og insekter, der græsser på algerne, forgiftes (Wiberg-Larsen et al. 1997).

Fyns Amt betegner pesticider som en alvorlig trussel for vandløbene (Wiberg-Larsen 2000). I rapporten hedder det *"Siden slutningen af 1980'erne har forgiftninger af fynske vandløb været et stort miljøproblem. Årsagen er (hovedsagelig ulovlige) udledninger af pesticider. Især de pesticider, som bruges til at udrydde skadelige insekter, dræber selv i ringe mængde krebsdyr, vand-insekter og undertiden også fisk i vandløbene. Udledningerne sker før, under og efter sprøjtning af marker, frugtplantager, pyntegrøntkulturer og i væksthuse. Skaderne på dyrelivet genoprettes undertiden først efter flere år, i nogle tilfælde måske aldrig. Det betyder, at hvor giftramte vandløb før en*

*forgiftning havde faunaklasser på 5-7, var faunaklassen ét til flere år efter kun 4, dvs. ikke god nok. Årsagen er, at når de rentvandskrævende dyr udryddes, har de ofte svært ved at vende tilbage. De synlige forgiftninger med døde eller helt manglende smådyr er dog kun toppen af isbjerget. Mange forgiftninger opdages ikke. Det gælder de, som ændrer dyrenes adfærd og trivsel, og som på længere sigt gør, at dyrene ikke kan klare sig. Det kan have betydning for faunaklassen, der måske ikke bliver bedre end 4. Målinger af indholdet af forskellige pesticider, som Fyns Amt har foretaget i udvalgte vandløb, tyder på at selv de stofmængder som udvaskes fra dyrkede arealer, kan have en negativ indflydelse på smådyrene. Over 200 km vandløb har i årene 1988 – 1999 været ramt af alvorlige forgiftninger. Uden disse ville fx. ca. 10% flere af de større vandløb have haft en tilfredsstillende vandkvalitet og et rigt plante- og dyreliv”.*

Der er konkrete eksempler på, at anvendelse af insekticider i væksthuse har forårsaget udryddelse eller kraftig reduktion af insekter og krebsdyr over flere kilometer lange vandløbsstrækninger (Wiberg-Larsen et al. 1991, Jensen et al. 1992, Wiberg-Larsen et al. 1994). Her skal det også tages i betragtning, at væksthuse ofte har en beliggenhed nær vand, p.g.a. tidligere vandindvindingsrettigheder.

Vi har fundet detaljerede oplysninger om tilfælde med direkte toksisk påvirkning af miljøet, som kunne relateres til væksthushproduktion. I et tilfælde skyldtes miljøpåvirkningen, at et gartneri's vandingsvand var forurenet med insekticidet dichlorvos, og at der opstod et overskud af vandingsvand, som via tagvands afløb blev pumpet ud i en grøft og derfra endte i Giber Å (Jensen et al. 1992). Påvirkningen af åen skete over en periode på mindst en måned og i en strækning på 7,5 km nedstrøms fra gartneriet var stort set alle ferskvandstanglopper og vandinsekter døde. Markedsføring af dichlorvos ophørte i 1992 (Stubsgaard et al. 2000). Ved et uheld ved Bellinge syd for Odense formodes det, at pesticider fra et væksthushgartneri i august 1992 var årsag til, at tanglopper og vårfluer blev slået ihjel over en 8-9 km lang strækning omkring Bellinge i august 1992 (Riis 1999).

Peter Wiberg-Larsen fra Fyns Amt (pers. samt.) nævner at Bibækrenden, der afvander til Odense Å syd for Bellinge, konstant er påvirket af pesticider formentlig fra fire gartnerier, og at der stort set ikke er andet animalsk liv til stede end snegle, medens fire kilder som har tilløb til Bibækrenden har en rig vandløbsfauna. Evenrenden, ligeledes med tilløb til Odense Å i det nordlige Odense, nævnes som konstant pesticidpåvirket i flere gartneritilsynsrapporter (Miljøcenter 2000a, b, c).

I en rapport fra MLK-Fyn (1999) nævnes en anden måde hvorpå forurening med pesticider kan opstå: ”Undersøgelsens resultater viser at kondensvand fra væksthuse, der via regnvandsystemet udledes til recipienter, udgør en reel fare for egentlige forgiftninger af recipienter. Det overraskende ved resultaterne er nok, at også traditionel dysesprøjtning og ikke kun tågesprøjtning kan give anledning til akutte forgiftningseffekter i vandmiljøet. For insektmidlet pirimicarb's vedkommende blev der i et tilfælde målt et indhold på 264 µg/l i kondensvandet, hvilket er 3-4 gange over det niveau, som giver anledning til akutte forgiftningseffekter (LC<sub>50</sub>) overfor visse krebsdyr i vand. I perioder med store temperaturforskelle over døgnet og dermed risiko for betydelige kondensvandmængder og minimale nedbørs-mængder samt lille vandføring i vandløbene, vil kondensvand fra gartnerier udgøre en reel forgiftningsfare for vandmiljøet.” (MLK-Fyn 1999 side 12). Fra Fyn har vi fået tre eksempler på miljøtilsyn med gartnerier (Miljøcenter 2000c,b,a). I disse gartnerier angives, at kondensvand fra indersiden af væksthushenes flader opsamles og bortledes til recipienten via systemet til opsamling af regnvand fra tagene. Dette skønnes at udgøre en potentiel forureningskilde.

I et notat fra Århus Amt (1994), peges på potentielle problemer med afløb fra væksthuse via kanaler med varmerør og videre gennem markdræn og til Narring Møllebæk i Århus Amt (Notat 1994). Der var anvendt parathion i produktionen.

Et andet notat fra samme år omtaler mulighed for overløb til Narring Møllebæk fra et andet gartneri, dog uden at specificere hvordan.

I et notat fra Miljø-kemi (1996) er beskrevet analyser af aldicarb, methomyl og pirimicarb i et gartneris vandingsvand. I to prøver blev der fundet pirimicarb i koncentrationer på henholdsvis 11 og 22 µg/l.

Fyns Amt (Peter Wiberg-Larsen pers. samt.) har konstateret, at antallet af tilfælde med formodet død af vandløbsfauna (ferskvandsinsekter og ferskvandstanglopper) som følge af pesticider er faldet til ca. 40% af niveauet i begyndelsen af 1990'erne, da man blev opmærksom på problemet. Fyns Amt har målt følgende maximum koncentrationer af pesticider i amtets vandløb i årene 1994 – 1997; isoproturon 1,0 µg/l, propiconazol 0,8 µg/l, dimethoat 0,7 µg/l, pirimicarb 3,0 µg/l, esfenvalerat 0,2 µg/l (Madsen et al. 2000). Problemets omfang kan måske illustreres af et kort over Fyns Amt fra 1999, hvor vandløbenes tilstand er bedømt ud fra vandløbsfaunaen (Wiberg-Larsen, 2000). På kortet ses knap 25 strækninger med en markering, der viser, at tilstanden ikke har kunnet bedømmes p.g.a. forgiftning af faunaen forud for bedømmelse af tilstand. De forgiftede strækninger har typisk en længde på 1 til 3 km. I alt var 37,7 km vandløb forgiftet, hvilket svarer til 2,6% af den totale vandløbsstrækning i Fyns Amt. Til sammenligning var den samlede forgiftede vandløbsstrækning i sommeren 1996 på 64,7 km (Wiberg-Larsen et al. 1997). Kilden til forgiftningerne er dog ikke indikeret, og kan udmærket skyldes udledninger fra andre brancher. Formentlig er der tale om udledninger fra væksthusholdning og uhensigtsmæssig pesticidhåndtering i gartneri og landbrug.

Årsagen til at der er sket en forbedring skyldes formentlig i høj grad de tiltag, der er foretaget i Fyns Amt og Odense kommune.

*Fyns Amt udsendte i foråret 1994 en pjeces om, hvordan udledninger af pesticider kan undgås. Alle jordbrugere i amtet fik pjecen, som bl.a. er lavet i samarbejde med landbrugets organisationer og rådgivningstjeneste. Tilsyneladende har pjecen virket. Siden 1993, hvor problemet var værst, har kun ca. halvt så mange strækninger været ramt af forgiftninger. Fyns Amt og enkelte kommuner har desuden i samme periode stoppet udledninger af pesticider fra en række væksthuse. Et eksempel er Odense kommune, der har iværksat en undersøgelse af miljøforholdene på samtlige gartnerier i kommunen (Wiberg-Larsen 2000).*

MLK-Fyn (1999) nævner følgende muligheder for forurening af afløbsvand fra væksthuse:

- Vand fra tagarealer og overfladevand samles i regnvandssystemer, hvorfra dette ledes til recipienten. Ved tilsyn er det konstateret, at kondensvand fra indersiden af væksthushusenes tagflader i flere tilfælde afledes til samme regnvandssystem via indvendige opsamlingsystemer. Det kan ikke udelukkes, at kondensvandet er forurenet med pesticider fra den normale sprøjtning af kulturerne.
- Ved rengøring af væksthuse herunder produktionsborde anvendes ofte højtryksrensning og rent vand. Det kan ikke udelukkes, at vaskevand fra rengøringen kan indeholde pesticidrester.

Derudover kan det vel stadig ikke udelukkes, at der kan forekomme problemer med overløb fra vandingstanke med recirkuleret vand, der indeholder pesticider jf. Jensen (1992).

#### *Konklusion*

Anvendelsen af pesticider i væksthuse er konstateret at kunne medføre en miljøbelastning i en række tilfælde:

- ved bortskaffelse af pottemuld og slam
- ved udsivning via porøse gulve eller ikke tilsigtede utætheder og sprækker f.eks. i cementgulve til jorden under væksthuse
- ved udvaskning til grundvand og overfladevand fra forurenede jord under væksthuse
- ved tilledning af kondensvand, vaskevand mv. til regnvandsafløb o.lign. med direkte udløb i vandløb
- overløb af genbrugsvand fra vandingsanlæg

Udbredelsen og frekvensen af miljøbelastningen og betydningen af de enkelte typer forurening er ikke kendt. Forurening af overfladejord med moderne pesticider vil på grund af nedbrydningen kun medføre temporære problemer.

Betydningen for vandløb er bedst dokumenteret i Fyns Amt, hvor over halvdelen af landets væksthuseareal er placeret. Den geografiske fordeling af pesticidforbruget kendes ikke direkte og er ikke forsøgt opgjort på baggrund af produktionsgrenenes fordeling i forskellige landsdele.

I Fyns Amt vurderes belastningen af vandløb med pesticider fra væksthuse at være væsentlig. Effekten skønnes dog at være reduceret siden man er blevet opmærksomme på problemet og bla. har foretaget virksomhedsbesøg.

I bilag A (tabel A1-A7) er vist forbrug og behandlingshyppighed for insekticider, fungicider og vækstreguleringsmidler.

#### *Litteratur til afsnit 2.1*

- Jensen, C. A., P. Holm, and P. N. Jensen. 1992. En giftig sag i Giber Å. Vand og Miljø 5:162-166.
- Ludvigsen, L. 2001. Erfaringsopsamling fra forureningsundersøgelser af gartnerier i Hvidovre. Hvidovre, Hvidovre Kommune: 16.
- Madsen, H. B., N. Rask, S. E. Pedersen, P. Wiberg-Larsen, I. Bendixen, O. Bojesen, E. Glob, K. S. Hansen, N. D. Kristensen, and G. Rasmussen. 2000. Fyns Vandmiljø - Status over 25 års indsats og resultater. Rapport fra Fyns Amt 2000:1 - 144.
- Miljøcenter, F. T. 2000a. Miljøtilsyn d. 20. september på gartneriet xx. Miljøcenter Fyn/Trekantområdet 2000:1-9.
- Miljøcenter, F. T. 2000b. Miljøtilsyn d. 25 sept. 2000 på gartneriet xx. Miljøcenter Fyn/Trekantområdet 2000:1-9.
- Miljøcenter, F. T. 2000c. Miljøtilsyn på gartneri xx 12 - okt - 2000. Miljøcenter Fyn/Trekantområdet 2000:1-14.
- MLK-Fyn. 1999. Pesticider i kompost og spildevand fra udvalgte gartnerier i Odense Kommune. MLK-rapport 1999:33.
- Notat. 1994. Gartnerier med afledning til Nørring Møllebæk. Hinnerup kommune 1994:1.
- Riis, N. S., N. Wiberg-Larsen, P. Andreasen, A.D. 1999. Odense Å - et vandløb under stadig forandring. Report Fyns Amt Natur- og Vandmiljøafdelingen, Odense.
- Stockmarr, J. e. 2000. Grundvandsovervågning 2000. Rapport fra GEUS - Miljø- og Energiministeriet 2000.
- Stubsgaard, E., J. G. Simonsen, P. Winther, and S. Outzen. 2000. Pesticidanvendelser i forskellige brancher. Miljøprojekt 562:1-89.
- Wiberg-Larsen, P. 2000. Vandløbenes miljøtilstand 1999. Fyns Amt, Natur og Vandmiljøafdelingen 2000:1-5.
- Wiberg-Larsen, P., N. B. Adamsen, J. Knudsen, and F. G. Larsen. 1991. Sprøjtegifte truer fynske vandløb. Vand og Miljø 8:371-374.
- Wiberg-Larsen, P., S. E. Pedersen, H. B. Madsen, J. Knudsen, F. G. Larsen, and N. B. Adamsen. 1994. Renere vandløb på Fyn. Vand og Jord 1:10-13.

Wiberg-Larsen, P., S. E. Pedersen, N. H. Tornbjerg, A. Sode, K. Muus, and M. Wehrs. 1997. De fynske vandløb: VANDMILJØovervågning. Tema: Ferskvand. Temarapport fra Fyns Amt 1997:1-209.

## 2.2 Nuværende pesticidforbrug til væksthushavende planter

Anvendelsen af bekæmpelsesmidler mod sygdomme og skadedyr i væksthushavende planter er i stor udstrækning begrænset i udvalget af godkendte midler. Revurderingen i forbindelse med regeringens pesticidhandlingsplan fra 1986 medførte en kraftig reduktion i antallet af godkendte aktivstoffer (Anon 1997), og dette har fået konsekvenser for mange kulturer indenfor gartneri og frugtavl. Dels er en række aktivstoffer forsvundet fra markedet fordi de ikke blev søgt genregistreret på grund af utilstrækkelig dokumentation eller fordi firmaerne undlod at søge, fordi man vurderede at markeds-potentialet ikke ville give dækning for omkostningerne. For at kunne løse en række akutte problemer har erhvervet været nødsaget til at søge en række dispensationer for anvendelse af aktivstoffer, hvor der er indført brugsforbud. Miljøstyrelsen har givet flere dispensationer, men til begrænset anvendelse i forhold til det oprindeligt tilladte og kun for en begrænset periode. Der er skadevoldere som danske væksthushavende planter i dag ikke har midler imod, eller kun ganske få midler imod (Ottosen, 1998, se også Tabel 25) og man er derfor allerede i gang med en delvis udfasning af pesticider til væksthushavende planter. Hvis der ikke for en række anvendelsesområder ret hurtigt kommer alternativer, vil bekæmpelse fremover blive vanskeliggjort eller umuligt.

For væksthushavende planter er der en væsentlig forskel i antallet af godkendte aktivstoffer mellem pryddplanter og grønsager. Kravet om restkoncentrations-data begrænser tilgangen af nye midler til spiselige kulturer, hvorimod en række af de aktivstoffer, der er blevet begrænset eller forbudt på friland af økotoxikologiske årsager, fortsat må anvendes i væksthuse.

Det har efterfølgende vist sig at kun få nye midler udvikles og søges godkendt til det danske marked. Dette kan skyldes flere ting, bl. a. at markedspotentialet ikke er ret stort. Mange midler søges ikke godkendt i Danmark eller det sker først når midlerne er blevet markedsført i andre lande.

En mulighed for at afhjælpe mangelsituationer er en såkaldt "off-label" godkendelse, d.v.s. godkendelse af et middel, der allerede er godkendt til andet formål. Det kan søges af avlere, brancheorganisationer, producentforeninger og lignende. Kravet er at ansøgeren skal indlevere effektivitet- og eventuel restkoncentrationsdata for den ansøgte anvendelse. Hvis ansøgningen imødekommes, vil anvendelse ikke komme på etiketten men det er ansøgerens forpligtigelse at informere brugere om de betingelser, der er knyttet til off-label anvendelsen. Firmaet, der producerer midlet er alene ansvarlig for midlets kvalitet.

I tabel 2 og 3 er vist oversigter over svampe- og insektmidler, der er godkendt til anvendelse til væksthushavende pryddplanter samt hvilke skadevoldere godkendelsen omfatter. Hvor der er nye aktivstoffer under godkendelse er dette anført. Efterfølgende er givet en række kommentarer til de enkelte områder.

### 2.2.1 Pryddplanter

Tabel 2. Pryddplanter i væksthuse – godkendt svampemidler pr. 1/3 2001

		Meldug	Rust	Krysanthemrust	Stråleplet	Gråskimmel	Peronospora	Rodfildsvamp	Pythium	Pythiophora	Fusarium
Azoxystrobin	Amistar *									x	
Dimethomorph	Acrobat WG *									x	
Fosetyl-al	Aliette WG						x				
Imazalil	Fungaflor Smoke	x									
Kresoxim-methyl	Candit	x		x	x						
Mancozeb	flere					x					
Maneb	Vondac DG <sup>1)</sup>					x					
Paraffinolie	Florina Proff	x									
Prochloraz-Mn	Octave <sup>2)</sup>	x			x	x					x
Propamocarb	Previcur N								x	x	
Pyrimethanil	Scala *					x					
Tolchlofosmethyl	Rizolex 50 FW							x			
Tolchlofosmethyl	Rizolex 10 D <sup>1)</sup>							x			
Tolyfluanid	Euparen Multi	x		x		x					
Triforin	Saprol 190 DC	x	x		x						

\*: Off-label godkendt

1): må kun anvendes til dykning af blomsterløg

2): må desuden anvendes mod *Colletotrichum sp* (Antracnose), *Cylindrocarpon destructans* (rodforrådnelse), *Cylindrocladium scoparium*, *Penicillium sp.*, *Pestalotiopsis sp.*, *Phomopsis sp.* og *Thielaviopsis sp.*

### Svampemidler

De hyppigst forekommende svampesygdomme i potteplanter er en række rodpatogener som *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium* og rodfildsvamp samt bladsvampene gråskimmel og meldug. Desuden er der en række kulturer, der har sine specifikke alvorlige problemer. Udover kravet til effektivitet er der for prydblplanter også store krav til midlernes skånsomhed og der er ret store forskelle i tilslømheden mellem de forskellige arter og selv for den samme art kan den variere meget i forhold til dyrkningbetingelser og årstiden. For potteplanter i væksthuse er der desuden det forhold at der er tale om et lukket miljø, hvor der ofte behandles flere gange i det samme kulturforløb. Dette medfører en stor risiko for udvikling af resistens og gør at det er vigtigt at have flere midler med forskellig virkningsmekanisme til rådighed for bekæmpelse af hver enkelt skadevolder.

Der er ingen ansøgninger i Miljøstyrelsen om godkendelse af nye aktivstoffer til prydblplanter.

Tabel 3. Prydblplanter i væksthuse - godkendte insektmidler pr. 1/3 2001

		Væksthusemellus	Bomuldsmeallus	Saintpalliatrips	Nelliketrips	*Alm. - bladlus	Agurkbladlus	Skjoldlus	Uldlus	Minerfluer	Måler- og viklerlarver	Væksthusepindemidler	Øresnudebiller	Sørgemyg	Snegle
Alfacypermethrin	Fastac 99 og 50	x			x	x				x	x			x	
Aamitraz	Mitac 20											x			
Buprofezin	Applaud 40 SC	x	x												
Cchlorfenvinphos	Birlane granulater														
Chlorpyrifos	Pageant M			x	x	x								x	
Clofentezin	Apollo 50 SC											x			
Cyromazin	Trigard 100 SL									x					
Cypermethrin	Cyperb m.fl														
Deltamethrin	Decis 2,5 EC	x			x	x				x	x				

Dimethoat	Perfektion m.fl				x	x					x				
Fenazaquin	Pride Ultra	x	x									x			
Fenpropathrin	Sumirody 10 FW	x			x	x		x		x		x			
Ferrifosfat	Sneglestop														x
Fipronil	Regent 80 WDG *			x	x										
Kaliumoleat	flere	x	x		x	x						x			
Imidachloprid	Confidor	x	x			x	x		x						
Lambdacyhalotrin	Karate	x											x		
Malathion	Maladan m.fl.				x	x		x	x		x		x		
Mercaptodimethur	Mesurolo WP 50			x											
Mercatopdimethur	Mesurolo Sneglegift														x
Phosalon	Zolone Flo					x									
Phoxim	Volaton granulat														x
Pirimicarb	Pirimor m.fl					x									
Pyriproxyfen	Admiral 10 EC	x	x	x	x	x									
Teflubenzuron	Nomolt														x
Tetradifon	Tedion V-18											x			

\*: dispensation til anvendelse i 2001.

### *Insektmidler*

For *prydplanter* gælder en række specifikke krav til planteskadegørere. Dels er der en række 0-tolerance skadegørere, der ikke må forekomme overhovedet, dels er der for eksport til en række lande visse specifikke krav vedrørende forekomst af skadevoldere. Og da prydplanter sælges på æstetiske værdier, accepterer forbrugeren ikke forekomst af insekter på planterne, og da det oftest er hele planten, der sælges, må skadedyr ikke forekomme på salgstidspunktet.

Selvom biologisk bekæmpelse anvendes i større eller mindre udstrækning i prydplantegartnerier (se kapitel 6 og 10), er det normal praksis at anvende insektmidler i sidste del af produktionsforløbet for at sikre kravet om insektfrie planter på salgstidspunktet.

Hvor der anvendes biologisk bekæmpelse, anvendes kemisk bekæmpelse som korrektionsmiddel, en sikkerhedsfaktor hvis den biologiske kommer ud af kontrol. Det er derfor et krav at insektmidler enten kan anvendes sammen med nyttedyr eller at de har så kort en persistens som muligt, således at den biologiske bekæmpelse kan fortsættes. Anvendelse af pyrethroider og fosformidler er uforenelig med biologisk bekæmpelse, og der er et stort behov for nye selektive midler, der kan integreres med biologisk bekæmpelse. Der er ansøgt om godkendelse af tre nye aktivstoffer til anvendelse i prydplanter, fipronil mod trips, spinosad mod trips og minerfluer samt pyridaben mod spindemider.

### 2.2.2 Væksthusgrønsager

For agurk og tomat er der ikke de samme krav til insektfrie afgrøder som for prydplanter. For de fleste skadedyr vil en mindre forekomst ikke skade kulturen hvorfor biologisk bekæmpelse med nyttedyr anvendes med stor succes i både tomater og agurker. Bekæmpelsesmidler anvendes oftest kun til at korrigere hvis den biologiske bekæmpelse kommer ud af kontrol eller til sanering ved afslutningen af en kultur. Med dette skærper samtidig kravene til adgang til selektive midler, der er forenelige med biologisk bekæmpelse, hvorfor det er et stort ønske om at få nye selektive midler til rådighed i Danmark.

I salat er bladlus det vigtigste skadedyr og da hele planten sælges, er det et krav at lus ikke må forekomme på høsttidspunktet. Med de nuværende udvalg af midler er dette ofte problematisk.

For svampesygdomme er mulighederne for biologisk bekæmpelse ikke tilstede i dag og kravene til restanalysedata gør at antallet af godkendte midler er begrænset og firmaernes interesse for at registrere nye midler i Danmark er yderst begrænset. For de tre nyeste godkendelser gælder at der er tale om off-label godkendelser.

Der er ingen ansøgninger om godkendelse af nye aktivstoffer.

Tabel 4. Væksthusgrønsager - Svampemidler godkendt pr. 1/3 2001

		Mel-dug		Grå-skimmel			Agurk-skimmel			Pythium		Phyto-phthora		Salat-skimmel
		Tomat	Agurk	Tomat	Agurk	Salat	Agurk	Melon	Squash	Tomat	Agurk	Tomat	Agurk	Salat
Azoxystrobin	Amistar *	x	x				x							
Fosethyl-al	Aliette WG						x	x	x					x
Imazalil	Fungaflor Smoke	x	x											
Imazalil	Fungaflor 100 SL		x											
Propamocarb	Previcur N									x	x	x	x	x
Pyrimethanil	Scala *			x	x	x								
Tolyfluanid	Euparen Multi	x		x										
Triforin	Saprol 190 DC		x											

\*: Off-label godkendelse



Tabel 5. Væksthusgrønsager - Insektmidler godkendt pr. 1/3 2001

		Væksthusmellus	Bomuldsmellus	Saintpalliatrips	Nelliketrips	"Alm" bladlus	Agurkbladlus	Skjoldlus	Minerfluer	Ugler- og viklerlarver	Væksthusspindemidler	Øresnudabiller	Sørgemyg	Snegle
Alpha-cypermethrin	Fastac 99 m.fl. 1)	x			x	x			x	x			x	
Cypermethrin	Cyperb m.fl 2)	x			x	x			x	x				
Fenazaquin	Pride Ultra 1)										x			
Fenpropathrin	Sumirody 10 FW 3)	x				x			x					
Ferrifosfat	Sneglestop													x
Imidachloprid	Confidor 3)	x	x			x	x							
Kaliumoleat	flere	x	x		x	x		x			x			
Malathion	Maladan m.fl.				x	x				x				
Mercatodimethur	Mesurool sneglegift													x
Pirimicarb	Pirimor m.fl 2)					x								
Tetradifon	Tedion V-18 4)										x			

1): må kun anvendes i agurk og tomat

2): må anvendes i agurk, squash, melon, tomat, peber og aubergine

3): må kun anvendes i agurk, tomat, peber

4): må kun anvendes i agurk

Der er ansøgt om godkendelse af et nyt aktivstof, pyridaben mod spindemider i pryddplanter, agurk og tomat.

Tabel 6. Vækstregulerings- og holdbarhedsmidler godkendt til pryddplanter i væksthuse pr. 1/3 2001

Aktivstof	Handelsnavn	Anvendelse
benzyladenin	Cillus BA-6	Schlumbergera (November-kaktus)
chlormequat	Cycocel Extra	Visse potte- og udplantningsplanter
daminozid	Alar	Visse potte- og udplantningsplanter
ethephon	Cerone	Visse potte- og udplantningsplanter, Modning/farvning af tomater
flurprimidol	Topflor	Visse potte- og udplantningsplanter
naphthyleddikesyre	Floramon A, B, C	Roddannelse på stiklinger
paclobutrazol	Bonzi	Visse potteplanter
<i>Holdbarhedsmidler</i>		
natriumsølvthiosulfat	Argylene	Modvirkning af knop- og bladfald

#### Midler godkendt til anvendelse i champignon

Til champignon er der godkendt et aktivstof mod *svampesygdomme*, prochloraz-Mn handelsnavn Octave. Midlet må anvendes til bekæmpelse af *Vorticillium fungicola*, *Mycogene perniciosa* og arter af *Hypomyces*.

Mod *skadedyr* er der ligeledes godkendt et aktivstof, diflubenzuron handelsnavn Dimilin, der må anvendes til bekæmpelse af svampe- og fluelarver.

#### Valg af bekæmpelsesform

Hvordan fordelingen mellem brug af kemisk, biologisk eller kombination heraf til bekæmpelse af sygdomme og skadedyr, er registreret i Danmarks Statistiks væksthustællinger, der foretages hvert 3. år og er vist i tabel 7. Det fremgår ikke af tallene om det er mod svampesygdommen eller skadedyr, men det antages at det overvejende er mod skadedyr.

Tabel 7. Valg af bekæmpelsesform i væksthustgartnerier (Kilde: Danmarks Statistik)

	Biologisk alene	Kemisk alene	Kombination	Øvrige	I alt
Antal bedrifter					
1993	116	414	290	252	869
1996	139	297	382	-	707
1999	107	242	361	220	713
Areal 1000 m <sup>2</sup>					
1993	699	2058	1679	504	4939
1996	785	1320	2430	-	4535
1999	552	1026	3097	371	5045

### Litteratur til afsnit 2.2

Anon, 1997. SP-rapport nr. 11. Pesticidanvendelse i dansk landbrug 1987-1996.

Ottosen, C.O.et.al. 1998. Bistand til udvalgsarbejdet til vurdering af de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen.

Beskrivelse af relevante produktionsmæssige faktorer i et 100% og et 0% scenarium indenfor havebrugets væksthustproduktion. Rapport udarbejdet til Pesticidudvalget 1998.

Danmarks Statistik. Væksthustællingerne 1993, 1996, 1999.

## 2.3 Pesticidforbrugsundersøgelse

I Bicheludvalgets rapport som omhandlede prydplanteproduktion i væksthust blev konkluderet at det ikke var muligt at finde tilstrækkeligt præcise tal for mængder af pesticider som anvendes inden for dette område.

Der er i februar 2001 i samarbejde med DEG konsulenter iværksat en forbrugsundersøgelse til estimering af pesticidforbruget i 5 hovedkulturer indenfor prydplanter (potteroser, Kalanchoë, Hedera, Chrysanthemum og julestjerner), der samlet udgør godt 30 procent af den samlede produktion, målt i stk, samt for tomat, agurk, væksthussalat og champignon.

For potteplanterne har konsulent Anne Krogh Larsen og for grønsagerne er det konsulent Anne W. Clemmensen, der har stået for undersøgelsen. På basis er de indsamlede oplysninger, som er vist i Bilag B (prydplanter) og Bilag C (væksthustgrønsager) er der beregnet et samlet forbrug i de 4 kulturer og herefter er der ekstrapoleret til den samlede væksthustproduktion. Det gælder dog ikke for tomat, og agurk, hvor der ikke er oplysning om arealer fra de involverede gartnerier ligesom datamaterialet er så spinkelt at dette ikke er muligt.

Beregningen af forbruget er vist i Tabel 8 og 9.

### 2.3.1 Vurdering af de indsamlede oplysninger.

#### 2.3.1.1 Potteplanter i væksthust

Undersøgelsen omfatter de 4 arter, kalanchöe, mini-julestjerner *Argyranthemum frutescens* (margerit) og *Hedera helix*. Den planlagte undersøgelse i potteroser måtte opgives, da producenterne af potteroser ikke ønskede at deltage i undersøgelsen, da de blandt andet var usikre omkring formålet med undersøgelsen og anvendelse/tolkning af de indsamlede data.

Da undersøgelsen i potteroser ikke var mulig, var det heller ikke muligt, at indsamle talmateriale fra EMAS gartnerier. De fleste EMAS gartnerier producerer potteroser.

For de individuelle tal for gartnerierne henvises til rapporten fra DEG (se bilag B og C). De indsamlede oplysninger er angivet som gram produkt pr. 1000 planter

og omregnet til samlet forbrug i den pågældende kultur på basis af den totale produktion, målt i stk. solgte planter.

De indhentede oplysninger giver ikke mulighed for at beregne et egentligt behandlingsindeks for gartneriet eller kulturen, da der er behandlet på forskellige tidspunkter i kulturforløbet og ofte kun på dele produktionen.

For de enkelte gartnerier giver de indsamlede oplysninger et indtryk af forbruget i den undersøgte periode. Materialet er for spinkelt til at sige nogen om eventuelle forskelle mellem MPS certificerede og konventionelle produktioner.

I tabel 8 er forbruget omregnet til kg aktivstof i de 4 kulturer og derefter ekstrapoleret til den samlede produktion af potteplanter. I tabel 9 er vist hvor meget det i undersøgelsen registrerede forbrug udgør i % af det skønnede salg til væksthushområdet. Dette skøn er lavet ved at fratrække den mængde aktivstof, som årligt fordeles til landbrugskulturer fra det totale salg (Miljøstyrelsen 1997, 1998, 1999, 2000). Restmængden er derefter fordelt efter skøn til henholdsvis frugtavl, planteskolekulturer, frilandsgrønsager og væksthushkulturer. Ved fordelingen er der taget hensyn til midlernes godkendelsesområde og den viden, der er om hvor midlerne anvendes.

På baggrund af tabellerne 8 og 9 kan det konstateres:

- at der er store afvigelser mellem det registrerede forbrug og den solgte mængde.
- at flere midler, der er godkendt til anvendelse i væksthush og solgt i undersøgelsesperioden, ikke blev registreret brugt i løbet af undersøgelsesperioden i de gartnerier, der indgår i undersøgelsen.
- at der stadig bruges en del midler, som ikke længere er i handlen.
- for vækstreguleringsmidler gælder at forbruget er meget specielt for hver enkelt art. For eksempel har *Argyranthemum*, der indgår i undersøgelsen, et ekstremt stort forbrug af chlormequat og ekstrapolering fra disse tal er ikke repræsentativt for det reelle forbrug. Samtidig er forbruget af flurprimidol og paclo-butrazol meget lille i de undersøgte arter.

Materialet vurderes derfor at være for spinkelt til at danne baggrund for at lave en samlet beregning af forbruget af bekæmpelsesmidler i væksthushproduktionen af prydanter. Såfremt der i fremtidig forbrugsundersøgelser ønskes at lave sådanne opgørelser, vil det kræve et væsentlig bedre datagrundlag.

#### 2.3.1.2 *Væksthushgrønsager og champignon*

Forbruget er undersøgt i kulturene tomat, agurk, salat og champignon og tallene fra DEG er vist i bilag C. På baggrund af de registrerede oplysninger er foretaget et estimat af forbruget i de respektive kulturer.

##### *Champignon*

Høstareal er 43.000 m<sup>2</sup> og der høstes i gennemsnit 6 hold pr. år, svarende til et samlet areal på 258.000 m<sup>2</sup>. I undersøgelsen indgår 3 gartnerier. Der er ikke godkendte andre midler til champignon end de registrerede.

Tabel 10. Årligt forbrug i *champignon*

Middel	Anvendes mod	% del behandlet i. flg. undersøgelse	Dosering g/m <sup>2</sup>	Samlet forbrug kg aktivstof pr. år
Diflubenzuron	insekter	67	3 gram	129 kg
Prochloraz-Mn	svampesygdomme	100	3 gram	387 kg

#### *Væksthusalat*

Der dyrkes i følge Danmarks Statistik salat på 198.000 m<sup>2</sup> (1999), og der høstes i gennemsnit 7 hold pr. år, svarende til et samlet areal på 1.386.000 m<sup>2</sup>. I undersøgelsen indgår 3 gartnerier.

Tabel 11. Årligt forbrug i *væksthusalat*

Middel	Anvendes mod	% del behandlet i. flg. undersøgelse	Dosering	Samlet forbrug kg aktivstof pr. år
Malathion	insekter	25	20 ml/100 m <sup>2</sup>	128 kg
Imidacloprid	insekter	20 (kun i 2000)	5 g/100 m <sup>2</sup>	48 kg
Mevinphos	insekter	65	10 ml/100 m <sup>2</sup>	18 kg
Iprodion	svampesygdomme	33	10 g/100 m <sup>2</sup>	228 kg

Der er ikke registreret anvendelse af andre midler i væksthussalat, bortset fra hvidløgsolie udbragt ugentligt mod lus.

#### *Tomat og agurk*

Undersøgelserne af forbruget i tomat og agurk giver ikke grundlag for at beregne noget forbrug.

I tomat er der besvarelser fra 6 gartnerier hvoraf

- et gartneri har pletsprøjet med et insekticid (fenazaquin)
- et gartneri har brugt et svampemiddel (tolyfluanid) mod gråskimmel/meldug hvert år
- et gartneri har samme svampemiddel i det ene år
- et gartneri har brugt et svampemiddel (propamocarb) mod rodsygdomme i det ene år
- alle gartnerierne har brugt biologiske bekæmpelse mod insekter

I agurk er kun besvarelse fra et enkelt gartneri, der ikke i 1998, 1999 og 2000 har anvendt kemiske midler men kun biologisk bekæmpelse mod insekter. Selv efter en telefonisk rundspørge til hver enkelt gartner, var det ikke muligt at indsamle flere oplysninger. De fleste var villige til at medvirke, men har ikke indsendt materiale – selv efter flere opfordringer. Andre har klaget over at det vil tage for lang tid.

#### *Litteratur til afsnit 2.3*

- Miljøstyrelsen 1997. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 10 1997.  
 Bekæmpelsesmiddelstatistik 1996.
- Miljøstyrelsen 1998. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.  
 Bekæmpelsesmiddelstatistik 1997.
- Miljøstyrelsen 1999. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5 1999.  
 Bekæmpelsesmiddelstatistik 1998.
- Miljøstyrelsen 2000. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 11 2000.  
 Bekæmpelsesmiddelstatistik 1999.

Tabel 8. Forbrug af pesticider i pottedplanter 1998 – 2000, beregnet på baggrund af spørgeundersøgelse

Aktivstof (kg)	Kalanchoe			Mini-julestjerne			Argyranthemum			Hedera			I ALT kg aktivstof			Omregnet til samlede produktion		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
<b>Vækstreguleringsmidler</b>																		
Chlormequat	454,2	458,8	474,2	69,9	83,7	51,3	27130	20663	10239				20741	15904	8073	68049	52181	26488
Daminozid	625,4	639,3	634,9										532	543	540	1744	1783	1771
Flurprimidol								3	27,6				0,00	0,05	0,41	0,00	0,15	1,36
Paclobutrazol	1,1	3,2	2,46	10,7	13,9	5,9			2,4				0,05	0,07	0,04	0,15	0,22	0,14
<b>Svampemidler</b>																		
azoxystrobin			147,2						96,7			30,8	0,0	0,0	68,7	0,0	0,0	225,3
benomyl										0,06		0,01	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
chlorothalonil										467,4	628,1	169,7	233,7	314,1	84,9	766,8	1030,4	278,4
dimethomorph											4	13	0,0	0,3	1,0	0,0	1,0	3,2
dodemorph	17,9	19,1											7,7	8,2	0,0	25,3	26,9	0,0
fosethyl-al			221,2				148,6	397,4	173,7	1265,3	148,4	40,6	1131,1	436,6	348,4	3711,2	1432,6	1143,1
iprodion												24	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	19,7
kresoxim-m			4										0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	6,6
mancozeb											4	13	0,0	2,7	8,7	0,0	8,8	28,4
prochloraz-Mn							104,2		33,8	0,04	8,8	6,31	52,1	4,4	20,1	171,0	14,4	65,8
propamocarb			72,4										0,0	0,0	46,3	0,0	0,0	152,0
thiram	204,9												163,9	0,0	0,0	537,8	0,0	0,0
tolclofos-met.				59,2	27,4	42,3	2,5	20,2					30,9	23,8	21,2	101,2	78,1	69,4
tolyfluanid		46											0,0	23,0	0,0	0,0	75,5	0,0
triforin	1	7											0,2	1,3	0,0	0,6	4,4	0,0
<b>Insektmidler</b>																		
alpha-cyper.	1,5									0,4			0,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
buprofezin				2,2	8,2	7					4	1,4	0,9	5,2	3,6	3,1	17,1	11,8
chlorpyrifos				125,1	29	35,1				44,2			35,2	6,0	7,3	115,5	19,8	24,0
cypermethrin										0,79			0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
cyromazin								17,6					0,0	1,8	0,0	0,0	5,8	0,0
deltamethrin	9		2,5							0,21	0,56	0,34	0,2	0,0	0,1	0,8	0,0	0,2
dienochlor										8,5	2,4		4,3	1,2	0,0	13,9	3,9	0,0

Tabel 8. (Fortsat) Forbrug af pesticider i potteplanter 1998 – 2000, beregnet på baggrund af spørgeundersøgelse.

Aktivstof (kg)	Kalanchoe			Mini-julestjerne			Argyranthemum			Hedera			I ALT kg aktivstof			Omregnet til samlede produktion		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
endosulfan										1,2	29,8		0,4	10,4	0,0	1,4	34,2	0,0
fenazaquin											0,16		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
fenpropathrin										5	0,03		0,5	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0
fipronil										0,86	2,2	0,03	0,7	1,8	0,0	2,3	5,8	0,1
hexythiazox										6,4	39,1	24,6	0,6	3,9	2,5	2,1	12,8	8,1
imidacloprid							2,4	1,4	1,5	6,5	1,0	1,1	6,2	3,2	3,4	20,4		
lambdacyhal.										6,7	29,8	30,4	0,2	0,7	0,8	0,5	2,4	2,5
malathion												0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
methomyl										2,2			0,4	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0
pirimicarb	4,9	16,6	18,2						5,6	14,4	23,9	39,7	9,7	20,3	31,8	31,7	66,4	104,2
pyriproxyfen						0,041				0,21	0,06		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
teflubenzuron					33,8	49,8							0,0	5,1	7,5	0,0	16,6	24,5



Tabel 9. (Fortsat) Sammenlignet mellem beregnet forbrug og solgt mængde aktivstof til potteplanter.

Aktivstof	Omregnet			Solgt mængde til havebrug			Heraf skønnet			Registret forbrug	
	til samlede produktion			i.flg. MS statistik			anvendt i væksthuse			i % af skønnet salg	
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999
endosulfan	1,4	34,2	0,0							*	*
fenazaquin	0,0	0,1	0,0	86	124		86	124		0	0
fenpropathrin	1,6	0,0	0,0	40	76		8	15		21	0
fipronil	2,3	5,8	0,1	19	6		15	6		15	96
hexythiazox	2,1	12,8	8,1	113	107					*	*
imidacloprid	3,2	3,4	20,4			175		175		*	2
lambdacyhal.	0,5	2,4	2,5	84	51		7	5		8	49
malathion	0,0	0,0	0,1	7398	6550		405	314		0	0
methomyl	1,4	0,0	0,0	13	11					*	
pirimicarb	31,7	66,4	104,2	643	621		96	93		33	71
pyriproxyfen	0,1	0,0	0,0	2	1		2	1		3	2
teflubenzuron	0,0	16,6	24,5		45			45			37

\*: beregning ikke muligt, intet salg pågældende år.





# 3 Beslutningsstøttesystemer

## *Hovedkonklusioner*

Udvikling og implementering af statiske eller, især, dynamiske beslutningsstøttesystemer til danske forhold vil bedre mulighederne for alternativ bekæmpelse af sygdomme og skadedyr. Der er endnu kun få eksempler på mere omfattende beslutningsstøttesystemer, og solid dokumentation for påståede besparelser i pesticidforbrug mangler. Dansk forskning bidrager til udvikling af dynamisk beslutningsstøtte vedr. plantebeskyttelse til indarbejdelse i INTELLIGROW.

Udvikling af beslutningsstøttesystemer er tidskrævende. Relativt simple statiske systemer kan udvikles indenfor en periode på relativt få år. Mere komplekse statiske systemer, samt dynamiske beslutningsstøttesystemer som er anvendelige i en række kulturer, kræver derimod en større indsats. Der mangler endnu i høj grad essentiel viden og erfaring på en række områder.

## *Indledning*

Såvel planter, som skadevoldere og nytteorganismer påvirkes i forskellig grad og retning af de ofte komplekse klimatiske og dyrkningsmæssige forhold i gartnerierne (Brødsgaard, 1994; Enkegaard, 1993a, 1993b, 1994; Ydergaard, 1997; Svendsen et al., 1999). Dette gælder i særlig grad bladsvampe med tilhørende antagonister, hvor sporedannelse, spiring og infektion er afgørende influeret af luftfugtigheden (se afsnit 4.2.1, prognose/varsling for bladsygdomme). Kombinationsmulighederne for vækstforholdenes selektive indflydelse på selve kulturen og på de forskellige organismers biologi og på de talrige samspil mellem organismerne antager hurtigt omfattende dimensioner og bliver meget vanskelige for gartneren at overskue og analysere med henblik på en optimeret styring af klimaet. Kun ved udvikling og anvendelse af dynamiske beslutningsstøttesystemer i form af plantebeskyttelses- og klimastyringsmodeller, der beskriver og integrerer alle disse aspekter til en helhed, vil dette blive en reel mulighed.

Ved en integration af plantebeskyttelsesmodeller med dynamiske klimastyringsmodeller vil det være muligt at styre klimaet til forebyggelse af angreb af plantesygdomme og til optimering af forholdene for udsatte nytteorganismer, hvilket vil bedre mulighederne for biologisk bekæmpelse af såvel sygdomme som skadedyr. Herved kan pesticidforbruget reduceres. Det er muligt, at udvikle og implementere beslutningsstøttesystemer uden komponenterne vedrørende klimastyret sygdomsforebyggelse og optimering af biologisk bekæmpelse. Disse systemer – der er at betragte som forstadiet til dynamiske systemer – kan f.eks. bestå af identifikationsnøgler for sygdomme og skadedyr; liste over godkendte pesticider og disses egenskaber, herunder effekt på nytteorganismer; liste over kommercielt tilgængelige nytteorganismer; anbefalinger vedr. bekæmpelse etc. med mulighed for gartneren for ved et givent skadevolderangreb at få forslag til monitorering og bekæmpelses-muligheder, herunder kulturelle foranstaltninger, biologisk eller kemisk bekæmpelse. Disse systemer vil i det følgende betegnes som "statiske".

## *Plantebeskyttelsesmodeller*

Internationalt er der blevet arbejdet med modellering af delkomponenter af det komplekse væksthusholdningssystem (f.eks. Nachman, 1987a, 1987b; Jarosik, 1989; Jordan et al., 1989; Saito et al., 1996) og med udvikling af simple prototyper for plantebeskyttelse (Clarke et al., 1994) eller integreret planteproduktion (van der

Maas, 1992). Omfattende modeller og beslutningsstøttesystemer er der imidlertid endnu kun få eksempler på:

*The Harrow Greenhouse Manager* (<http://sci.agr.ca/harrow/hgcm/hgcm.htm>) er udviklet i Canada for integreret produktion af tomat og agurk. Systemet er testet hos gartnere og er kommercielt tilgængeligt. Der er dog ingen informationer om systemets udbredelse. Der er tale om et beslutningsstøttesystem med databaser over sygdomme og skadedyr, deres udseende, biologi, skadesymptomer og forskellige bekæmpelsesmetoder. Derudover omfatter systemet andre faciliteter, der ikke direkte angår plantebeskyttelse (Clarke et al., 1999). The Harrow Greenhouse Manager har faciliteter, der kan beregne information af vigtighed for prognose/varsling af sygdomme (se afsnit 4.2.1), men systemet kan endnu ikke anvendes til selve prognose/varslingen, ligesom systemet ikke kan hjælpe med beslutninger om afvejning af klimastyringsstrategier. Systemet er således endnu "statisk". Det hævdes, at man med The Harrow Greenhouse Manager kan reducere pesticidforbruget med op til 80-90% ved anbefalinger vedrørende monitoring, kulturelle foranstaltninger og biologisk bekæmpelse (<http://sci.agr.ca/harrow/hgcm/hgcm.htm>).

*CROP-IT* (<http://www.koppert.nl/english/cropit.htm>) er et system udviklet i Holland til håndtering af integreret plantebeskyttelse. Med systemet kan gartneren indtaste aktuelle oplysninger om – og dermed skabe overblik over – antallet af skadevoldere, deres udvikling og udviklingen af nytteorganismer. Med systemet kan der skabes billeder, der angiver lokaliseringen af "hot-spots", dvs. områder med høj tæthed af skadevoldere, i afgrøden. Systemet anvendes i praksis og er under stadig udvikling. CROP-IT er statisk, da det ikke har faciliteter til prognose/varsling eller til beslutninger om afvejning af klimastyringsstrategier.

*GREENMAN* er et system udviklet i Israel til anvendelse i væksthusekulturer. Systemet integrerer biologisk og kemisk bekæmpelse af en række patogener under hensyntagen til bl.a. vejrforhold, afgrødetype, væksthuses indretning og udstyr. Med en plantebeskyttelse udført efter systemets retningslinier har man været i stand til at opnå en 60% reduktion i anvendelsen af fungicider (Elad & Shtienberg, 1997; 2000). GREENMAN er, så vidt vides, det eneste dynamiske system, der indarbejder klimastyring i forbindelse med beslutninger vedr. sygdomsbekæmpelse. Systemet er dog tilsyneladende endnu på teststadiet og ikke i praktisk anvendelse.

I Danmark er et dynamiske klimastyringssystem, *INTELLIGROW*, under udvikling i et samarbejdsprojekt mellem Den kgl. Veterinær og Landbohøjskole, Danmarks JordbrugsForskning-Årslev og DEG med henblik på implementering i praksis til optimering af plantevækst og reduktion af energiforbruget (Aaslyng et al., 1999). *INTELLIGROW* baserer sig på en dynamisk klimastyring, hvor klimaet i væksthuset indstilles efter planternes muligheder for fotosyntese. Ved produktion under *INTELLIGROW*-klima er det muligt at spare op til 40% i energiforbrug (Jesper Aaslyng, KVL, pers. komm., se også afsnit 4.3.2 under 'dynamisk klimastyring' og litteratur heri). I forskningsprogrammet "Ressourceminimering i prydplanteproduktionen i væksthuse og på friland. Reduktion i pesticidanvendelsen" arbejdes med udvikling af plantebeskyttelsesmodeller til indarbejdelse i *INTELLIGROW* ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg (Brogaard, 2000; Enkegaard, 2000). Det danske arbejde med *INTELLIGROW* og plantebeskyttelsesmodeller skal lede til operationelle dynamiske beslutningsstøttesystemer til integreret planteproduktion i væksthusesystemer, som ved at kombinere modeller for plantebeskyttelse, fotosyntese og planteudvikling, samt holdbarhed vil hjælpe gartnerne i den vanskelige afbalancering ved optimering af eller valg mellem plantevækst og plantebeskyttelse.

*Vurdering af anvendelse af beslutningsstøttesystemer i væksthusekulturer*

#### *Biologisk effekt på skadevoldere*

Statiske og dynamiske beslutningssystemer kan hjælpe gartneren i valget af det mest optimale bekæmpelsesmiddel.

Dynamiske beslutningsstøttesystemer skal udformes således, at klimaet – når hensynet til planternes vækst ikke vejer tungest – styres med henblik på at forebygge sporulering og sporespining af plantepatogener; med henblik på at hæmme udviklingen af skadedyr og/eller med henblik på at fremme udviklingen af nytteorganismer. Beslutningsstøttesystemer skal hjælpe gartneren til at træffe det mest optimale valg i anvendelse af bekæmpelsesmidler og bekæmpelsesmetoder.

#### *Biologisk effekt på nytteorganismer*

Statiske og dynamiske beslutningssystemer kan hjælpe gartneren til at vælge de mest skånsomme pesticider, hvilket giver mulighed for at reducere negative virkninger på de nytteorganismer, der måtte befinde sig i kulturen.

Dynamiske beslutningsstøttesystemer skal udformes således, at klimaet – når hensynet til planternes vækst ikke vejer tungest – styres med henblik på at optimere forholdene for nytte dyr, mikrobiologiske bekæmpelsesmidler mod skadedyr og antagonistiske mod sygdomme. Der kan opstå situationer, hvor ønsket om f.eks. at forebygge et sygdomsangreb fører til et klima, der er suboptimalt for f.eks. et udsat nytte dyr. I disse situationer skal der foretages en afvejning af, hvilke forhold, der skal være bestemmende. Denne afvejning foretages enten automatisk af systemet, eller det foretages af gartneren.

Beslutningsstøttesystemer skal hjælpe gartneren til at træffe det mest optimale valg i anvendelse af bekæmpelsesmidler og metoder, dvs. hermed også til at vælge et middel eller en metode, der er forenelig med de nytteorganismer, der måtte befinde sig i kulturen.

#### *Biologisk effekt på planten*

Statiske og dynamiske beslutningssystemer kan hjælpe gartneren til at vælge pesticider uden fytotoxiske virkninger på kulturen.

I dynamiske beslutningsstøttesystemer skal plantebeskyttelsesmodeller kobles med

klimastyringsmodeller for optimering af planternes vækst. Tilsammen skal systemet søge at optimere såvel plantevækst som plantebeskyttelse. Der kan opstå situationer, hvor ønsket om at optimere plantevæksten fører til et klima, der er suboptimalt for f.eks. et udsat nytte dyr. I disse situationer skal der foretages en afvejning af, hvilke forhold, der skal være bestemmende. Denne afvejning foretages enten automatisk af systemet eller det foretages af gartneren.

#### *Effekt på timing og udviklingshastighed f.eks. forsinket høsttid, uens plantestørrelse el.lign.*

Statiske beslutningssystemer vil ikke influere på dette.

I dynamiske beslutningsstøttesystemer skal plantebeskyttelsesmodeller kobles med

klimastyringsmodeller for optimering af planternes vækst. Systemerne skal udformes således, at der ikke opstår uacceptable indvirkninger på f.eks. timingen i planternes udvikling og i planternes ensartethed.

#### *Energimæssig effekt: Direkte forbrug*

Ved produktion af planter under et dynamisk klima kan der opnås store besparelser i energiforbrug – op til 40 % (Jesper Aaslyng, KVL, pers. komm.). Der skal ikke i denne udredning komme nærmere ind på disse energibesparende aspekter ved beslutningsstøttesystemer, idet vurderingen af metodens effekter alene fokuserer på det plantebeskyttelsesmæssige element i beslutningsstøttesystemer.

Anvendelsen af klimastyret forebyggelse af sygdomsangreb og af biologisk bekæmpelse vil forøges ved implementering af dynamiske beslutningsstøtte, hvilket vil reducere energiforbruget forbundet med udbringning af pesticider. Dette kan også være tilfældet ved anvendelse af statiske systemer (<http://sci.agr.ca/harrow/hgcm/hgcm.htm>). Reduktionens størrelse vil afhænge af sprøjtetype (Tabel 12) og af frekvensen af sprøjtninger. Øget anvendelse af biologisk bekæmpelse vil ikke føre til øget energiforbrug, idet de fleste biologiske bekæmpelsesmidler udbringes ved håndkraft.

Tabel 12. Skønnet energiforbrug ved én sprøjtning af en ha væksthuskultur (Erik Kirknel, Danmarks JordbrugsForskning, pers. komm.)

	Hydraulisk bomsprøjte	Højtryksriffel
% gartnere der bruger	30 %	70 %
Elforbrug	0,2 kW /ha	15 kW / ha

#### *Energimæssig effekt: Indirekte forbrug*

Implementering af dynamisk beslutningsstøtte vil føre til en stigning i anvendelsen klimastyret sygdomsforebyggelse og af biologisk skadedyrsbekæmpelse med deraf følgende reduktion i anvendelsen af pesticider. Dette kan også være tilfældet ved anvendelse af statiske systemer (<http://sci.agr.ca/harrow/hgcm/hgcm.htm>). Dette vil betyde, at der skal anvendes mindre energi til fremstilling af pesticider og – under forudsætning af at sygdomsbekæmpelse og vækstregulering kan ske med ikke-kemiske metoder – også mindre energi til fremstilling af sprøjteudstyr, værnemidler etc. Dette skal opvejes med det energiforbrug, der medgår til produktion af nytteorganismer.

#### *Energimæssig effekt: Besparelser/merforbrug*

Ved implementering af dynamisk beslutningsstøtte og en deraf følgende stigning i anvendelsen af klimastyret sygdomsforebyggelse og af biologisk bekæmpelse opnås besparelser i det direkte energiforbrug. Ligeledes vil der sandsynligvis være tale om en besparelse i indirekte forbrug. Det samme kan gøre sig gældende ved statiske systemer (<http://sci.agr.ca/harrow/hgcm/hgcm.htm>).

#### *Arbejds-mæssig effekt: Merarbejde, manuelt*

Ved implementering af statisk eller dynamisk beslutningsstøtte og en deraf følgende stigning i anvendelsen af biologisk bekæmpelse, kulturelle foranstaltninger og/eller klimastyret sygdomsforebyggelse får gartneren mere manuelt arbejde, idet de fleste biologiske bekæmpelsesmidler udbringes i kulturen ved håndkraft. Endvidere forudsætter en effektiv biologisk bekæmpelse, at gartneren i langt større omfang end i regi af pesticidanvendelse jævnligt monitorer sin kultur for at holde øje med udviklingen af såvel skadedyr- som nytte dyrbestandene (Brødsgaard, 1989a, 1989b, 1990, 1993a, 1993b). Endelig kan en effektiv biologisk bekæmpelse kræve, at der overfor ét skadedyr skal iværksættes flere foranstaltninger end, hvis man alene anvendte kemisk bekæmpelse (Sanchez et al., 1997; Bunger et al., 1999; van Looy, 1999). En øget anvendelse af biologisk skadedyrsbekæmpelse vil derfor give mere manuelt arbejde end i en situation med kemisk bekæmpelse (Tabel 13). Omfanget af merarbejde er svært at vurdere, da det vil afhænge af arterne og antallet af skadedyrarter og af arterne og antallet af nytteorganismer, der skal anvendes i kulturen.

#### *Arbejds-mæssig effekt: Mindre arbejde, manuelt*

Det manuelle arbejde i forbindelse med udbringning af pesticider mindskes, når statiske eller dynamiske beslutningssystemer anvendes. Mindskningen i arbejdsforbrug vil afhænge af sprøjtetype (Tabel 13) og af frekvensen af sprøjtninger.

Tabel 13. Skønnet arbejdsforbrug ved én sprøjtning af en ha væksthuskultur (Erik Kirknel, Danmarks JordbrugsForskning, pers. komm.)

	Hydraulisk bomsprøjte	Højtryksriffel
% gartnere der bruger	30 %	70 %
Timeforbrug	1 time / ha	5 timer / ha

#### *Arbejdsmaessig effekt: Komplikationer*

Den øgede monitoring, der er en forudsætning for en effektiv biologisk bekæmpelse, kræver at personalet uddannes til at opdage angreb af skadevoldere og følge udviklingen af bekæmpelsen (van Lenteren, 1980; Martin & Wearing, 1990).

#### *Økonomisk effekt: Meromkostninger*

Implementering af statisk eller dynamisk beslutningsstøtte vil medføre en stigning i anvendelsen biologisk skadedyrsbekæmpelse. For visse kulturer er det sandsynligt, at de direkte omkostninger til nytteorganismer bliver større end udgiften til kemisk bekæmpelse (fx van Driesche et al., 1999), mens det modsatte vil gøre sig gældende i andre kulturer (fx Pruszyński, 1990). Det er imidlertid ikke muligt, at konkretisere dette nærmere, idet udgiften til biologisk bekæmpelse vil afhænge af de aktuelle skadevoldende arter, og deres antal; af de aktuelle nytteorganismer, og deres antal; og af den anvendte udsætnings-strategi. I grønsager har man ofte mulighed for at anvende inoculative udsætninger, dvs. nytteedyrene udsættes relativt få gange ved kulturstart og etablerer herefter en balance med skadedyrene, der holdes under skade-tærsklen. I prydplanter må man oftest for at undgå skader anvende inundative udsætninger, hvor nytte dyr udsættes løbende med 1-2 ugers mellemrum (fx Brødsgaard, 1995; Koppert Online <http://www.koppert.nl>, GARTA on-line <http://www.garta.dk/biologisk-forside.htm>).

På udgiftssiden hører ligeledes øgede udgifter til merarbejde.

#### *Mindreomkostninger*

Implementering af statiske eller dynamiske beslutningssystemer vil medføre mindre omkostninger til pesticider og – under forudsætning af at sygdomsbekæmpelse og vækstregulering kan ske med ikke-kemiske metoder – til værnemidler, sprøjteudstyr, etc. Dertil kommer mindre udgifter til energi.

#### *Cost /benefit*

Nedenstående betragtninger vedr. cost-benefit bør suppleres af økonomers vurderinger.

Jvnf. ovenstående vil indførelse af statisk eller dynamisk beslutningsstøtte medføre en stigning i anvendelsen af biologisk bekæmpelse. For visse kulturer vil dette fordyre bekæmpelsen, mens det modsatte vil gøre sig gældende i andre kulturer. Imidlertid bør man ikke kun betragte de direkte udgifter forbundet med en given bekæmpelsesmetode, men også inddrage andre aspekter, som det kan være vanskeligt – eller umuligt – at værdisætte. Et væsentligt element, der bidrager til "benefit-siden", er det forbedrede arbejdsmiljø – og dermed den forøgede tryghed hos de ansatte – der følger med en reduceret anvendelse af pesticider (fx Gray & Kelce, 1995; Miljøstyrelsen, 1995; Buus, 1997; Nilsson, 1998). Et andet vigtigt element på "benefit-siden" er, at man ved anvendelse af biologisk bekæmpelse undgår pesticidernes svøbe med hastig udvikling af resistens – et fænomen, der hurtigt kan lede til, at et tidligere virksomt pesticid mister sin virkning, hvorefter gartneren kan risikere at stå uden kemiske behandlingsmuligheder (Brødsgaard & Enkegaard, 1999). Mens resistensen er under opbygning, må gartneren anvende pesticidet hyppigere og hyppigere – hvilket naturligvis fordyrer bekæmpelsen. Endelig tæller det med til "benefit-siden", at gartneren ved en øget anvendelse af biologisk bekæmpelse undgår problemer med fytotoxicitet (fx Laska, 1980; Helyer et al., 1983), samt har mulighed for merpriser for sine produkter – dette gælder pt. kun for grønsager, men vil med stor sandsynlighed i den nærmeste fremtid også komme til at gælde for prydplanter.

### *Gennemførlighed*

For betragtninger, der vedrører gennemførlighed af hhv. klimastyret sygdomsforebyggelse og biologisk bekæmpelse af skadedyr og sygdomme henvises til de afsnit, der direkte handler om disse forhold. Her anføres udelukkende betragtninger der vedrører selve beslutningsstøtten.

### *Realisme/relevans*

Som det fremgår af baggrundsafsnittet er det af stor relevans, at der udvikles statiske og dynamiske beslutningsstøttesystemer til væksthusekulturer. Disse systemer skal hjælpe gartneren med beslutninger om valg og anvendelse af bekæmpelsesmiddel og om klimastyringsstrategier med henblik på en optimeret plantevækst og en optimeret plantebeskyttelse – eller en afvejning af disse to hensyn i situationer, hvor man kun vil kunne optimere det ene af disse forhold. Systemerne kan endvidere udbygges til at hjælpe gartneren med at holde rede på de øvrige af gartneriets arbejdsfunktioner, såsom produktions-tilrettelæggelse, materialeindkøb, personaleforhold, osv.

Ligeledes er det realistisk, at der kan udvikles operationelle beslutningsstøttesystemer med plantebeskyttelseselementer til brug i danske væksthuse. Dette illustreres af, at statiske og dynamiske systemer er udviklet/under udvikling i andre lande; at det konkrete arbejde med at udvikle plantebeskyttelsesmodeller allerede er sat i værk i Danmark; og at disse modeller fra starten arbejdes ind i det eksisterende dynamiske klimastyringsprogram, INTELLIGROW.

Implementeringshastigheden (se også under tidshorisont) vil dog afhænge af en række forhold – se under barrierer nedenfor.

### *Barrierer*

- *Forskningen, udvikling og rådgivning.* Omfanget af den danske og uden-landske indsats er afgørende for, hvor hurtigt udbredelsen af statisk og dynamisk beslutningsstøtte vil ske. Der mangler i essentiel viden og erfaring på en række områder, og der er derfor behov for forskning, udvikling og rådgivning med henblik på
  - at gennemføre det omfattende modelleringsarbejde, der er nødvendigt for at beskrive de komplekse arts- og samspilsrige – og samtidig dyrkningsmæssigt komplicerede – afgrødesystemer og fremskaffe information, hvor der måtte være huller i den eksisterende viden
  - at udvikle beslutningsstøttesystemer til de mange forskellige væksthusekulturer, der dyrkes i Danmark. Der mangler viden til at opnå denne kulturspecificitet, herunder viden om
    - klimaets indflydelse på de forskellige plantearters vækst
    - klimaets indflydelse på de aktuelle skadedyr, nyttedyr, antagonist og mikrobiologisk bekæmpelsesmidler, på samspil mellem organismene og på udfaldet af biologisk bekæmpelse, samt de forskellige plantearters indflydelse herpå

Beslutningsstøttesystemer skal kunne leveres til en *pris*, der er acceptabel for gartnerne.

### *Tidshorisont*

Det tager tid at udvikle beslutningsstøttesystemer. Relativt simple statiske systemer kræver mindre udviklingsarbejde og vil kunne udvikles indenfor en periode på relativt få år. Mere komplekse statiske systemer, samt dynamiske beslutningsstøttesystemer, der omfatter såvel plantevækst som plantebeskyttelse – og som er anvendelige i en række kulturer – kræver derimod en større – og dermed mere langvarig indsats.

Litteratur til kap 3

- Aaslyng, J.M., Ehler, N., Karlsen, P. and Rosenqvist, E., 1999. IntelliGrow: A component based climate control system for decreasing the greenhouse energy consumption. *Acta Horticulturae*. 507:35-41.
- Brogaard, M., 2000. Fra klimastyring til beslutningsstøtte. *Gartner Tidende* 46, 14-15.
- Brødsgaard, H.F., 1989a. [Monitoring of thrips in glasshouses by means of blue sticky traps.] (Danish, English summary). 6th Danish Plant Protection Conference / Pests and Diseases: p.69-76.
- Brødsgaard, H.F., 1989b. Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Journal of Applied Entomology* 107 (2): p. 136-140.
- Brødsgaard, H.F., 1990. The effect of anisaldehyde as a scent attractant for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and the response mechanism involved. *IOBC/WPRS Bulletin* 13 (5): p. 36-38.
- Brødsgaard, H.F., 1993a. Monitoring thrips in glasshouse pot plant crops by means of blue sticky traps. *IOBC/WPRS Bulletin* 16 (8): 29-32.
- Brødsgaard, H.F., 1993b. Coloured sticky traps for thrips (Thysanoptera: Thripidae) monitoring on glasshouse cucumbers. *IOBC/WPRS Bulletin* 16 (2): 19-22.
- Brødsgaard, H.F., 1994. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology* 117, 498-507.
- Bunger, I., Liebig, H.P. & Zebitz, C.P.W., 1999. Infestation of greenhouse cucumber caused by several species of aphids and their biological control. *Gesunde Pflanzen*, 51, 75-80;
- Clarke, N.D., Shipp, J.L, Jarvis, W.R., Papadopoulos, A.P. & Jewett, T.J., 1994. Integrated management of greenhouse crops – a conceptual and practical model. *HortScience* 29, 846-849.
- Clarke, N.D., Shipp, J.L., Papadopoulos, A.P., Jarvis, W.R., Khosla, S., Jewett, T.J. & Ferguson, G., 1999. Development of the harrow greenhouse manager: a decision-support system for greenhouse cucumber and tomato. *Computers and Electronics in Agriculture*, 24: 3, 195-204.
- Elad, Y. & Shtienberg, D., 1997. Integrated management of foliar diseases in greenhouse vegetables according to principles of a decision support system - Greenman.. *IOBC/WPRS Bulletin*, 20(4), 71-76;
- Elad, Y. & Shtienberg, D., 2000. Management of humidity-promoted diseases in non heated greenhouses by means of fenhexamide, *Trichoderma harzianum* T39 and integrated control according to GREENMAN. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer*.
- Enkegaard, A., 1993a. *Encarsia formosa* parasitizing the Poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* on Poinsettia: Bionomics in relation to temperature. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 69, 251-261.
- Enkegaard, A., 1993b. The Poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae): Biological and demographic parameters on Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) in relation to temperature. *Bulletin of Entomol. Research*. 83, 535-546.
- Enkegaard, A., 1994. Temperature dependent functional response of *Encarsia formosa* parasitizing the Poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* on Poinsettia. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 73, 19-29.
- Jarosik, V. 1989. The application of loop analysis for biological control of glasshouse crops. *Acta Entomologica Bohemoslovca* 86, 86-95.
- Jordan, P.M.H., Yano, E., van Lenteren, J.C. Rabbinge, R., van Vianen, A. & Dorsman, R., 1989. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* and *Trialetrodes vaporariorum*. XXXII. Simulation studies of the population growth of greenhouse whitefly on egg plant, cucumber, sweet pepper and gerbera. *Agricultural University Wageningen Papers*, No.89-2, 75-99.



- Martin, N.A. & Wearing, C.H., 1990. Natural enemies for inundative and seasonal inoculative release: policy issues. Proceedings of the Forty Third New Zealand Weed and Pest Control Conference. 1990, 209-211;
- Nachman, G., 1987a. System analysis of acarine predator-prey interactions. A stochastic simulation model of spatial processes. *J. Anim. Ecol.* 56, 247-265.
- Nachman, G., 1987b. System analysis of acarine predator-prey interactions. The role of spatial processes in system stability. *J. Anim. Ecol.* 56, 267-281.
- Saito, Y, Urano, S., Nakao, H., Amimoto, K. & Mori, H. 1996. A simulation model for predicting the efficiency of biological control of spider mites by phytoseiid predators. 2. Validity tests and data necessary for practical usage. *Japanese Journal of Appl. Entomol. and Zool.* 40, 113-120.
- Sanchez, J.A., Garcia, F., Lacasa, A., Gutierrez, L., Oncina, M., Contreras, J., Gomez, Y.J., Albajes, R. (ed.) & Carnero, A., 1997. Response of the anthocorids *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* and the phytoseiid *Amblyseius cucumeris* for the control of *Frankliniella occidentalis* in commercial crops of sweet peppers in plastic houses in Murcia, Spain. *IOBC/WPRS Bull.*, 20(4), 177-185;
- Svendsen, M.S., Enkegaard, A. & Brødsgaard, H.F., 1999. Influence of humidity on the functional response of larvae of the gall midge (*Feltiella acarisuga*) feeding on spider mite eggs. *IOBC/WPRS Bulletin* 22 (1), 243-246.
- van der Maas, A.A., 1992. Development of a decision support system for crop protection in glasshouse horticulture in 4<sup>th</sup> International Congress for Computer Technology in Agriculture. Proc. of a conference entitled "Farm Computer Technology in Search of Users?", held in Paris-Versailles, France, 1-3 June 1992, 94-98.
- van Lenteren, J.C., Ramakers, P.M.J. & Woets, J., 1980. World situation of biological control in greenhouses, with special attention to factors limiting application. *Faculteit van de Landbouwwetenschappen Gent: XXXII International Symposium on Crop Protection.: XXXII International Sym Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*, 45: 537-544;
- van Looy, L., Sneijders, B. & Stepman, W., 1999. Plant protection in greenhouses. 'Pest in first': new prospects for biological control in tomatoes. *Proeftuinnieuws*, 9, 32-33
- Ydergaard, S., Enkegaard, A. & Brødsgaard, H.F., 1997. The predatory mite *Hypoaspis miles*: Temperature dependent life table characteristics with sciarid larvae, *Bradysia paupera* and *Bradysia tritici* as prey. *Ent. exp. Appl.* 85, 177-187.

## 4 Alternative metoder

Da planteproduktionen i væksthuse består af et meget stort antal kulturer, fordelt på både spiselige afgrøder og pryddplanter er en generalisering af pesticidproblematikken vanskelig og i nærværende rapport er der indenfor *væksthusgrønsager* hovedsageligt fokuseret på hovedkulturerne tomat, agurk, salat og champignon.

Kvalitetsnormer for frugt og grønt i EU's markedsordning stiller krav i forbindelse med tilstedeværelse af skadedyr eller skader efter skadedyr (Ottosen, 1998). Kvalitetsaspektet er derfor en vigtig parameter i forbindelse med vurdering af alternative metoder til reduktion af pesticidanvendelse til produktion af væksthusgrønsager.

*Væksthusproducerede pryddplanter* repræsenterer mere end 400 arter og i forbindelse med videnindsamling om alternative metoder til reduktion af pesticidanvendelsen i væksthusproducerede pryddplanter er der hovedsageligt fokuseret på hovedkulturerne potteroser, Kalnachoë, Hedera, Chrysanthemum og julestjerner. Ifølge DANPOT Data 2000, det elektroniske salgssystems salgsstatistikker, produceres mere end 10 mill. stk. per år af disse kulturer. Danmark er kendt for et højt plantesundhedsniveau. Men for hver kultur findes en række sygdomme og skadedyr, der kan hæmme eller skade produktionen. Toleranceniveauet over for sygdom og skadedyr i væksthusproducerede pryddplanter er meget lavt bl.a. på grund af de gældende plantesundhedsregler, der for visse skadedyr har en 0-tolerance regel (jvnf. Bekendtgørelse nr. 232 af 23. april 1988 og nr. 576 af 7. juli 1999). Et ultimativt krav om total frihed for skadevoldere, og i visse lande også for nyttedyr, gælder specielt til oversøisk eksport. Kontrollen er omfattende, og der gøres et stort forebyggende arbejde for at undgå farlige skadevoldere. Kvalitetsaspektet er således også for væksthusproducerede pryddplanter en vigtig parameter at vurdere i forbindelse med forebyggelse og alternative bekæmpelsesmetoder.

### 4.1 Skadedyr

Selv om skadedyrsbekæmpelse i mange tilfælde indenfor væksthuseområdet effektivt kan klares ved hjælp af biologisk bekæmpelse (se kapitel 6), især ved produktion af væksthusgrønsager, er der en række forebyggende foranstaltninger som kan medvirke til reduceret brug af insekticider. Forebyggende foranstaltninger mod skadedyr omfatter tiltag, der skal hæmme eller hindre invasion af skadedyr til væksthuse og deres efterfølgende spredning mellem forskellige væksthuse og væksthuseafdelinger indenfor gartneriet. En vigtig foranstaltning til forebyggelse af skadedyrsproblemer er generel monitoring af kulturerne (f.eks. vha. fangplader m.m.) som er meget anvendt i væksthuse. God monitoring betyder at angreb hurtigt kan opdages og forøges dermed mulighederne for bekæmpelse med lavt pesticidforbrug. I afsnittet om forebyggende foranstaltninger overfor skadedyr er beskrevet a) karantæne, arbejdsgang, hygiejne og netdækning, b) værtplanteresistens og c) hærkning.

#### 4.1.1 Karantæne, arbejdsgang, hygiejne og netdækning

##### *Karantæne*

En stor del af skadedyrsproblemerne i danske væksthuse hidrører fra indslæbning på det plantemateriale, der hjemtages til gartneriet. Ved at holde nyligt

hjemtaget materiale i karantæne i en periode og løbende observere for fremkomst af skadedyr har gartneren mulighed for tidligt at få identificeret og bekæmpet eventuelle indslæbte skadedyr, før plantematerialet placeres blandt gartneriets øvrige planter. Herved begrænses den plantemængde, der skal behandles, og der spares tid og penge. Forudsætninger for denne procedure er karantænefaciliteter, monitoringsarbejde og en erkendelse hos gartneren af, at dette er den mest rationelle fremgangsmåde. Det er vanskeligt at bedømme, hvor mange gartnere, der anvender karantæne i produktionen, men foranstaltningen er tilsyneladende ikke meget udbredt (Anne Krogh Larsen, DEG, pers. komm.).

#### *Arbejdsgang*

Indretning af og arbejdsgangene i gartneriet er ofte uhensigtsmæssige, idet de øger skadedyrenes mulighed for spredning mellem kulturfaser og forskellige afdelinger i gartneriet. Der er mange lighedspunkter mellem hhv. skadedyr og sygdomme, hvad angår væksthushindretningens indflydelse på spredning, se afsnit 4.2.2 for yderligere beskrivelser heraf. Ved en nærmere analyse af arbejdsgange og flow af plantemateriale gennem gartneriet vil man i mange tilfælde kunne forslå ændringer, der kan mindske spredningen, hvorved bekæmpelsesbehovet vil reduceres. En komplikation er, at ændringsforslagene vil være fuldstændig afhængige af det enkelte gartneris indretning, hvorfor der således bliver tale om analyser og ændringsforslag på gartneriniveau.

#### *Hygiejne*

En vigtig forebyggende foranstaltning overfor skadedyr er at holde en høj hygiejnisk standard i drivhuset, primært med henblik på at fjerne ukrudt og dekorationsplanter, der kan tjene som reservoir og opformeringssted for skadedyrene. Herved undgås, at kulturen vedvarende geninficeres med skadedyr, og herved kan bekæmpelsesbehovet reduceres.

#### *Insektnet*

Indflyvninger af skadedyr over sensommeren skaber ofte problemer i danske gartnerier, særligt i tilfælde, hvor der anvendes biologisk bekæmpelse, idet nytteorganismerne ikke er i stand til at hamle op med den bratte stigning i tætheden af skadedyr. Der har i udlandet været arbejdet en del med forskellige former for netdækning af væksthushuset med henblik på at finde ud af hvilke maskestørrelser, der skal anvendes til at holde forskellige skadedyrsarter ude, og med henblik på at afklare netdækningens indflydelse på væksthushusholdet. Der er opnået gode resultater med netdækning, hvor det har været muligt at reducere indflyvningen af skadedyr betydeligt. Reduktionens størrelse afhænger af maskeudformning og -størrelse. Væksthusholdet påvirkes af netdækning, idet luftudskiftningen mindskes, og temperaturen og fugtigheden derfor stiger. Størrelsesordenen af denne stigning vil afhænge af nettets maskestørrelse (Berlinger *et al.*, 1991; Bethke & Paine, 1991; Berlinger *et al.*, 1993; Bell & Baker, 1997; Teitel & Shklyar, 1998; Montero *et al.*, 1999; Teitel *et al.*, 1999). For et par år siden udførtes et dansk projekt med netdækning af væksthuse af DEG og Danmarks JordbrugsForskning-Årslev. Projektet viste, at man kan opnå store reduktioner i tætheden af trips (op til 90%'s reduktion) og bladlus (op til 100%'s reduktion). Netdækningen gav dog temperaturforhøjelser, i visse tilfælde væsentlige stigninger. Det vil afhænge af den aktuelle kultur, hvor acceptable disse temperaturstigninger er. Netdækning kan også give forhøjelser af luftfugtigheden som kan have betydning i relation til svampeangreb. Anvendelse af insektnet har ligeledes betydning i relation til at holde mere sjældne skadegørere som havetæger og sommerfugle ude fra væksthusholdet. Tidligere blev disse bekæmpet i forbindelse med den kemiske bekæmpelse af f.eks. trips, men nu hvor der i stigende omfang anvendes biologisk bekæmpelse, sker der ingen bekæmpelse af sommerfugle o.lign.

*Vurdering af anvendelse af forebyggende foranstaltninger som karantæne, arbejdsgang etc. mod skadedyr*

Nedenfor anføres kun forhold, der specifikt relaterer til de forebyggende metoder. Eftersom brug af forebyggende metoder imidlertid vil øge mulighederne for en stabil biologisk bekæmpelse af skadedyr, henvises tillige til vurderingen af denne bekæmpelsesform (se kapitel 6).

*Biologisk effekt: På skadedyr*

Reduktion i tætheden af skadedyr.

*Biologisk effekt: På nytteorganismer*

Som følge af reduktionen i tætheden af skadedyr vil der være større mulighed for, at biologisk skadedyrsbekæmpelse kan fungere optimalt.

*Biologisk effekt: På planten*

Af de forebyggende foranstaltninger er netdækning den eneste, der kan influere på planten i kraft af de klimaændringer, som nettet afstedkommer.

*Effekt på timing og udviklingshastighed som forsinket høsttid, uens plantestørrelse el.lign.*

Af de forebyggende foranstaltninger er netdækning den eneste, der kan influere disse forhold i kraft af de klimaændringer, som nettet afstedkommer.

*Energimæssig effekt: Direkte forbrug*

Forebyggende foranstaltninger vil reducere pesticidforbruget, hvilket vil medføre et fald i energiforbrug. Faldets størrelse vil afhænge af sprøjtetype (Tabel 6) og af frekvensen af sprøjtninger. Det skal dog bemærkes, at der i forbindelse med reduktion af ukrudtsfloraen i væksthuset vil medgå energi. Ligeledes kan det være nødvendigt med energikrævende opretning af væksthusklimaet, hvis temperaturen og/eller fugtigheden bliver for høj under netdækning.

*Energimæssig effekt: Indirekte forbrug*

En reduktion i anvendelsen af pesticider vil medføre, at der skal anvendes mindre energi til fremstilling af pesticider og – under forudsætning af at sygdomsbekæmpelse og vækstregulering kan ske med ikke-kemiske metoder – af sprøjteudstyr, værnemidler etc. Øgede hygiejnemæssige foranstaltninger overfor ukrudt vil kræve energi.

*Energimæssig effekt: Besparelser/merforbrug*

Uændret forbrug eller besparelser i direkte og indirekte energiforbrug.

*Arbejds-mæssig effekt: Merarbejde, manuelt*

Hvis først de forebyggende foranstaltninger er på plads, vil merarbejdet være begrænset til monitorering i karantænehuse og bekæmpelse af ukrudt.

*Arbejds-mæssig effekt: Mindre arbejde, manuelt*

Det manuelle arbejde i forbindelse med udbringning af pesticider mindskes. Mindskningen i arbejdsforbrug vil afhænge af sprøjtetype (Tabel 7) og af frekvensen af sprøjtninger.

*Komplikationer*

Ikke kompliceret når først gartneren har indstillet sig på det rationelle i at gøre brug af forebyggende foranstaltninger. Dog kan netdækning være meget omkostningskrævende. Der skal ligeledes tages hensyn til det sociale arbejdsmiljø ved ændringer af arbejds-gange.

### *Økonomisk effekt*

#### *Meromkostninger*

Meromkostninger er alene i forbindelse med etablering af karantænefaciliteter, af ændret indretning, og af netdækning. Når foranstaltninger er på plads, er der ingen meromkostninger – bortset fra eventuelt øgede udgifter til ukrudtsbekæmpelse.

#### *Mindreomkostninger*

Mindre omkostninger til pesticider og – under forudsætning af at sygdomsbekæmpelse og vækstregulering kan ske med ikke-kemiske metoder – til værnemidler, sprøjteudstyr, etc.

### *Cost /benefit*

Der henvises til kapitel 6 – om biologisk bekæmpelse af skadedyr.

### *Gennemførlighed*

#### *Realisme/relevans*

Alle de forebyggende foranstaltninger er relevante. Etablering af karantænefaciliteter og indførsel af hygiejniske principper bør være umiddelbart realisable i ethvert gartneri. Ændret indretning og omlægning af arbejds gange er realistisk, men kræver nærmere analyser og efterfølgende ændringer, der kan være mere eller mindre tidskrævende og omkostningsfyldte. Netdækning er ligeledes realistisk for de af kulturerne, der kan tåle ændringerne i klimaet. Mulighederne for en effektiv netdækning vil ligeledes være afhængig af gartneriets indretning.

### *Barrierer*

- Der mangler generelt viden
  - om hvor udbredt anvendelsen af forebyggende foranstaltninger er i danske gartnerier. Antagelig er anvendelsen ikke udbredt (Anne Krogh Larsen, DEG, pers. komm.).
  - om hvorfor disse foranstaltninger ikke anvendes i mere udstrakt grad.
  - der kan dokumentere overfor gartneren, at forebyggende foranstaltninger er økonomisk og arbejdsmæssigt rationelt.
- Med hensyn til netdækning mangler der yderligere dokumentation af effekten af forskellige nettypers betydning for reduktion i indflyvning af skadedyr og for ændringer i væksthusklimaet under danske forhold.
- Det er en barriere for implementering af ændret indretning og til dels for implementering af netdækning, at disse foranstaltninger i ret høj grad er gartnerispecifikke. Det er vanskeligt, at udarbejde en "modelløsning", der herefter blot implementeres i alle gartnerier.
- Gartnerens incitament til at indføre netdækning er stærkt begrænset da der er pesticider til rådighed, der kan håndtere de indflyvende skadedyr.

### *Tidshorisont*

Tidshorisonten for implementering af forebyggende foranstaltninger er kort – under forudsætning af, at gartnerens motivation er tilstede, og under forudsætning af, at der afsættes midler til gartnerispecifikke analyser og nærmere undersøgelser af netdækningen.

### *Litteratur til afsnit 4.1.1.*

- Bell, M.L. & Baker, J.R., 1997. Choose a greenhouse screen based on its pest exclusion efficiency. North Carolina Flower Growers' Bulletin, 42, 7-13
- Berlinger, M.J., Mordechi, S. & Leeper, A., 1991. Application of screens to prevent whitefly penetration into greenhouses in the Mediterranean basin. Bulletin SROP, 14, 105-110
- Berlinger, M.J., Lebiush-Mordechi, S., Fridja, D. & Mor, N., 1993. The effect of types of greenhouse screens on the presence of Western flower thrips: a preliminary study. Bulletin OILB/SROP, 16, 13-16.

- Bethke, J.A. & Paine, T.D., 1991. Screen hole size and barriers for exclusion of insect pests of glasshouse crops. *Journal of Entomological Science*, 26, 169-177.
- Montero, J.I., Anton, A. & Munoz, P., 1999. Performance of an insect-proof screen as covering material in a greenhouse with improved opening surface. *Agricultura Mediterranea*, 129, 5-12;
- Teitel, M. & Shklyar, A., 1998. Pressure drop across insect-proof screens. *Transactions of the ASAE*, 41, 1829-1834
- Teitel, M., Barak, M., Berlinger, M.J., Lebiush-Mordechai, S., Bar-Yosef, B. (ed.) & Seginer, I., 1999. Insect-proof screens in greenhouses: their effect on roof ventilation and insect penetration. *Proceedings of the Third International Workshop on Models for Plant Growth and Control of the Shoot and Root Environment* February, 1999. *Acta Horticulturae*, No. 507, 25-34

#### 4.1.2 Værtplanteresistens mod skadedyr

Brugen af pesticider kan reduceres ved at dyrke sorter som er resistente mod skadegørere. Resistens er derfor et alternativ, som kun i meget begrænset omfang er udnyttet i prydplanter. Resistensegenskaber indgår i høj grad i frembringelsen af mange landbrugsafgrøder, og erfaringer og metoder herfra vil kunne benyttes til frembringelse af resistente væksthusplanter. Specielt kan det forventes at de senere års molekylærbiologiske forskning med karakterisering og identifikation af resistensgener vil gøre en resistensforædling i vækst-husplanter mere perspektivrig. I Danmark foregår der en stor forskningsindsats indenfor området på bl.a. Forskningscenter Risø og Danmarks Jordbrugs-Forskning Flakkebjerg, ligesom private forædlingsvirksomheder som fx Danisco Seed, Dansk Planteforædling og Kartoffelforædlingsstationen Vandel rutinemæssigt tester deres forædlingsmateriale for resistens mod vigtige skadegørere. Den største indsats sker mod forskellige svampesygdomme.

Sparnaaij (1991) gav et overblik over resistensforædling i *prydplanter*. Her og i en række andre forskningsresultater er der fundet tydelige forskelle mellem sorter i deres resistens mod forskellige skadegørere. Enkelte eksempler er beskrevet i det følgende.

Indenfor *væksthusrønsager* foretages skadedyrsbekæmpelse hovedsageligt med biologisk bekæmpelse (se kapitel 6). Behandling med pesticider giver ofte store omkostninger, når den biologiske balance mellem nyttedyr og skadedyr skal genoprettes efter pesticidbehandlingen. Dyrkning af resistente sorter vil derfor gøre biologisk bekæmpelse endnu mere perspektivrig, da antallet af pesticidbehandlinger kan reduceres.

##### *Forædling*

Forædling er ofte en langvarende proces og inddragelse af resistens som en vigtig egenskab under forædlingen vil forlænge og fordyre forædlingen. Forædlingen inden for prydplanteområdet vanskeliggøres pga. en meget stor arts- og sortsrigdom samt en forholdsvis hurtig sortsudskiftning. Forædlingen af prydplanter sker hos en lang række forædlere, som har meget forskellig viden, erfaring og resurser til at sætte ind i forædlingen. Disse forhold gør det vanskeligt at udnytte det fulde potentiale i resistensforædling, og generelle fremgangsmåder som i så stor udstrækning som mulig inddrager resistensegenskaber er vigtig for at frembringe resistente sorter.

Forædlingen er et internationalt foretagende, og udenlandske forædlere står for en stor del af de i Danmark producerede havebrugsplanter. I Danmark foretages forædling af forskellige væksthusprydplanter, bl.a. i nogle af de største kulturer som potteroser, *Begonia*, *Kalanchoë*, *Exacum* og *Osteospermum* sker der en international betydelig forædling hos danske forædlere. Grønsagsforædlingen i Danmark sker udelukkede ved L. Dæhnfeldt A/S, som forædler et begrænset antal arter (især væksthusagurk, hvidkål, blomkål, spinat og gulerod). Der foretages ikke forædling af frugt og bær i Danmark.

### *Resistensforædling*

For at kunne udvælge resistente sorter er effektive selektionsmetoder nødvendige, og selektionen kan f.eks. ske ved at udsætte at plantematerialet for skadegørene, evt. efterfulgt af DNA-markører.

For at gennemføre egentlig resistensforædling er resistente planter og effektive selektionsmetoder nødvendige. Målet med forædlingen er derefter at frembringe sorter med ønskede egenskaber – herunder resistens mod planteartens vigtigste skadegørere.

Et kendskab til resistensen nedarvning og dens genetiske/fysiologiske/morforlogiske regulering er ligeledes vigtig, og kendskabet gør det måske muligt at overføre resultater fra en planteart til en anden. Sekundære metabolitter er foreslået som årsag til resistens mod blomstertrips i *Chrysanthemum* (de Jager et al. 1996). I *Pelargonium* giver specifikke fenoliske syrer resistens mod insekter (Grazzini et al. 1995) og et ansvarligt gen er isoleret og karakteriseret (Schultz et al. 1996). Isolering og karakterisering af de gener, som giver resistensen gør det muligt vha. gensplejsning at overføre resistensen til ikke-beslægtede plantearter. Hvorledes resistensen nedarves bestemmer i høj grad, hvor nemt det vil være at frembringe resistente sorter. Resistens, som skyldes flere gener er vanskeligere at arbejde med forædlingsmæssigt, men giver ofte en længerevarende og dermed mere værdifuld resistens.

### *Forædlingsmetoder*

#### *Selektionsmetoder*

Ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg er der for tiden et projekt, finansieret af Strukturdirektoratet, erhvervet og DJF, der skal udvikle screeningsmetoder til at afsløre værtplanteresistens mod insekter og midler (Rystedt & Enkegaard 2001). Resultaterne kan umiddelbart udnyttes til screening af eksisterende sorter. Herved kan planteavlerne også inddrage resistensegenskaber i deres sortsvalg. Vælges der konsekvent sorter med mest mulig resistens mod skadedyr, vil der umiddelbart kunne registreres et fald i insekticidforbruget og en effektivisering af biologisk bekæmpelse. Screeningsprocedurer af præ-sorter og forældresorter kan udnyttes i forædlingsvirksomheder, så også værtplanteresistens indgår som avlsparemetere i forædlingen af nye plantesorter.

Den egentlige forædling kan gennemføres på forskellige måder, og hvilken metode der har størst perspektiv afhænger af planteart, mål og hvor de ønskede resistensegenskaber findes.

#### *Krydsninger*

Den traditionelle fremgangsmåde i forædling af planter, og eksempler på frembringelsen af resistente planter via hybridisering er talrige. For at kunne frembringe resistente sorter skal de dyrkede former kunne krydses med de planter som har resistensgenerne. Afkommet efter en krydsning indeholder 50% af generne fra hver af de to forældre, men da man ofte kun er interesseret i resistensgenerne fra den ene forældre kan et tilbagekrydsningsprogram gennem 5-10 generationer være nødvendig for at frembringe dyrkningsegne resistente sorter. Begrænsningerne pga. ofte manglende krydsningsevne mellem de ønskede forældre og tilbagekrydsningsprogrammet betyder at andre forædlingsteknikker er relevante for resistensforædling.

#### *Gensplejsning*

I tilfælde hvor et enkelt eller to velkendte gener kan være afgørende for om planter er resistente eller sensitive over for udefra kommende påvirkninger, vil resistente planter kunne opnås ved gensplejsning af eksisterende sensitive sorter.

Styrken ved denne forædlingsmetode er at den ny egenskab, resistensen, tilføres uden at der ændres på plantens øvrige egenskaber. Insektresistens opnået ved gensplejsning med de såkaldte Bt-gener er særdeles velkendt og benyttes i vid udstrækning i store afgrøder som majs og bomuld. Resistens mod f.eks. lus kan opnås ved tilførsel af lectin-gener (Hilder et al., 1995), og resistens mod visse svampe og bakterier kan opnås ved tilførsel af antimikrobielle proteiner tilhørende klassen af non-specifikke lipid-transfer-proteins (Philippe et al., 1995). Fælles for disse tre eksempler er at det tilførte gen koder for et protein med direkte toksisk effekt mod skadevolderne.

Som nævnt findes insektresistente pelargonier, hvor resistensen skyldes en specifik metabolit. Genet som muliggør syntesen af denne metabolit kan overføres til sensitive sorter af *Pelargonium*, der derved forventeligt bliver resistente. Med den stadigt stigende forståelse for biokemien bag planternes resistensmekanismer vil denne form for overførelse af resistens mellem sorter eller nært beslægtede arter utvivlsomt kunne udnyttes med stor succes i fremtiden.

Det har vist sig at planters forsvar mod patogener af mange forskellige typer, herunder *Phytophthora*, aktiverer den samme mekanisme, det såkaldte "hypersensitive respons" (HR). Ved beagvet manipulation af HR kan der utvivlsomt frembringes "hyperresistente" planter (Tang & Zhou, 1999).

Teknologien er endnu i sin vorden, men med afslutningen af diverse genomprojekter og den hastigt voksende viden om planters signaltransduktionsmekanismer har metoden uanede potentialer.

Det skal endelig nævnes at gensplejsning ikke er en forædlingsteknik som står alene. Planter opnået ved gensplejsning vil kunne indgå på lige fod med andre planter som materiale i andre forædlingsprogrammer.

#### *Protoplastfusioner*

Protoplastfusioner kan benyttes i tilfælde hvor det ikke er muligt at krydse de ønskede forældre eller man kan overføre mindre dele af genomet fra den ene plante til den anden vha. assymetriske fusioner. Her ødelægges dele af genomet hos den ene forældre (oftest planteart/slægt med resistensgener, men kun fjernbeslægtet med de dyrkede sorter) vha. f.eks. røntgenstråler, og efter efterfølgende regenerering af planter fra de fusionerede protoplaster opnås planter overvejende med den dyrkede forms gener, men også med enkelte kromosomer eller kromosomsegmenter fra donorplanten med resistensgener. Eksempler på regenerering efter assymetriske protoplastfusioner er kendt fra f.eks. kartofler (Rasmussen et al. 1997), og mulighederne undersøges pt for kål i et dansk forskningsprojekt (Jensen et al. 2001).

#### *Mutationsforædling*

Mutationsbehandlinger benyttes oftest når man ønsker at ændre en enkelt egenskab i en sort. Der er mange eksempler på planter som har fået en bedre resistens mod sygdomme og skadedyr efter mutagenbehandling. I forsøg er der bl.a. fundet kartofler resistente mod kartoffelskimmel, æbler og vindruer resistente mod meldug, osv., men da resistensen ikke er den eneste vigtige egenskab, er der ikke i alle tilfælde også kommet resistente sorter på markedet. I et dansk forskningsprojekt undersøges mulighederne for at frembringe *Argyranthemum* (Margherit), som er resistente mod svampen *Phytophthora* via mutagenbehandlinger (Kristiansen 2000).

#### *Vurdering af anvendelse af resistensforædling til reduktion af pesticidanvendelse*

##### *Metodernes effekt*

Resistensforædling har en meget stort potentiale for at reducere brugen af pesticider. I forhold til kun at fravælge de eksisterende sorter med dårligst resistens er en målrettet forædlingsindsats mere perspektivrig, men også med en



længere tidshorisont. Screening af eksisterende sorter vil belyse potentialet i en egentlig forædling.

#### *Biologisk effekt: På skadedyr*

Fuldstændig værtplanteresistens vil betyde, at skadedyrene ikke vil kunne overleve på planterne eller helt undgår kulturen. Eksempler på fremavl af fuldstændig resistens er dog sjældene. Derimod findes der en lang række eksempler på frembringelse af partielle resistente plantesorter. Afhængig af resistensmekanismen, der også kan være kombinationer af forskellige mekanismer, vil skadedyr foretrække at være på andre værtplanter eller vil få påvirket deres biologi, så deres overlevelse, formeringsrate og/eller udviklingshastighed bliver ringere. Partiel resistens vil kunne indgå i et ideelt integreret bekæmpelsesprogram med biologisk skadedyrsbekæmpelse (se kapitel 6), da nyttedyr på partielle plantesorter vil have større chancer for at kunne bringe skadedyrsangreb under kontrol.

En ikke uvæsentlig ekstra fordel ved brug af biologisk værtplanteresistens og bekæmpelse vil blive, at skadedyrene ikke får muligheden for at udvikle pesticidresistens. Herved kan effektive pesticider altid være til rådighed for gartnerne i situationer, hvor skadedyrsangreb af tilfældige årsager "løber løbsk".

#### *Biologisk effekt: På nyttedyr*

Der er for tiden ingen oplysninger om planteresistens mod skadedyr kan påvirke nyttedyr. Det er imidlertid velkendt, at nyttedyr foretrækker bestemte plantearter, eller at nyttedyr ikke kan overleve på visse plantearter. Det skyldes, at nyttedyr, på lige fod med skadedyr, benytter planter til f.eks.

æglægningssubstrat, beskyttelse og parring med artsfæller. Ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg er der et igangværende projekt, finansieret af Strukturdirektoratet, Dansk Erhvervs- gartnerforening og Danmarks JordbrugsForskning, der bl.a. skal belyse visse nyttedyrs biologi på forskellige værtplanter (Rystedt & Enkegaard 2001). Under fremavl af skadedyrs-resistente sorter bør der sideløbende foretages undersøgelse af planternes påvirkning af nyttedyr (Brødsgaard & Enkegaard 2000b).

En yderst væsentlig positiv effekt af partiel resistens på nyttedyr vil blive, at disse ikke påvirkes af de pesticidbehandlinger, der i dag kan være nødvendige at udføre.

#### *Biologisk effekt: På planter*

Effekten af en effektiv partiel resistens mod skadedyr vil først og fremmest betyde, at planterne ikke skades af skadedyr, så produktiviteten ikke nedsættes og eventuel kassation undgås. Dernæst vil resistente potteplanter betyde, at pesticidbehandlinger undgås og bivirkningerne af disse så som plantesvidninger, forlænget produktionstid og forringet holdbarhed ligeledes undgås. Effekterne på potteplanterne anses derfor alene for at være positive.

Negative effekter af planteresistens hos grøntsagsplanter kan tænkes i form af forringet smag eller udseende eller forringet produktivitet.

#### *Energimæssig effekt*

Indførsel af skadedyrsresistente planter i væksthushproduktionen vil sandsynligvis betyde et stigning af det indirekte forbrug i forbindelse med fremavl af de resistente sorter. Dette skyldes forlænget fremavlstid og energiforbrug i forbindelse med test af plantematerialet over for skade- og nyttedyr, men i forhold til energiudgifter til den efterfølgende produktion er et evt. merforbrug under forædlingen helt uden betydning

#### *Energimæssig effekt: Besparelse/merforbrug*

Indførsel af skadedyrsresistente planter i væksthushproduktionen vil sandsynligvis betyde en nettobesparelse af energiforbruget, da pesticidbehandlinger hæmmer planternes vækst og dermed forlænger deres produktionstid.

### *Arbejdsmæssig effekt*

Indførelse af skadedyrs-resistente planter i væksthushproduktionen vil sandsynligvis betyde en arbejdsmæssig forbedring, da skadedyrsbekæmpelsen lettes og pesticid-behandlinger undgås. Arbejdsmiljømæssigt vil der blive tale om en forbedring, da påvirkningen fra insekticider vil kunne elimineres.

### *Økonomisk effekt*

Den økonomiske effekt vil være helt afhængig af successraten i forbindelse med udviklingen af nye resistente plantesorter samt, hvor længe de udviklede sorter er interessante for markedet. For prydplanter gælder, at også omfanget af dyrkningen af de respektive plantekulturer vil have indflydelse på den økonomiske effekt af fremavl af en resistent plantesort.

### *Miljømæssig effekt*

Forudsat at det lykkes at fremavle resistente plantesorter, forventes det, at behandlinger med mide- og insektpesticider vil kunne reduceres drastisk. Resistente plantesorter vil udgøre et vigtigt element i den integrerede plantebeskyttelsesteknik (IPM), og som skal støtte op om biologisk bekæmpelse af skadevoldere (se kapitel 6).

### *Gennemførlighed*

Gennemførligheden vil sandsynligvis være meget afhængig af de respektive plantekulturer. I mange væksthushkulturer er disse resistensmekanismer gået tabt i tidens løb, fordi resistens mod skadedyr ikke har været en avlspareparameter hos planteforædlerne – af den simple grund, at gartnerne har haft effektive pesticider til rådighed (Brødsgaard & Enkegaard 2000b). Bredden af den genetiske baggrund, der er tilstede i en bestemt planteart i kultur, vil være afgørende for gennemførligheden af fremavl af resistente sorter inden for den respektive planteart. Det ligger imidlertid fast, at praktiske erfaringer fra danske væksthushgartnerier viser, at der ofte er forskel i forskellige sorters følsomhed over for skadedyr. Derfor vil en simpel screening af de nu dyrkede sorter højst sandsynligt kunne tilvejebringe information om resistensniveauer i sortsmaterialet og give forædlerne et vigtigt redskab i det fortsatte forædlingsarbejde.

Vælges der konsekvent sorter med mest mulig resistens mod skadedyr, vil der umiddelbart kunne registreres et fald i insekticidforbruget og en effektivisering af biologisk bekæmpelse. Egentlig resistensforædling er specielt af interesse i store kulturer, som kan betale for det nødvendige udviklingsarbejde. Gensplejsning kan vise sig et vigtigt redskab også i mindre kulturer efterhånden som effektive metoder bliver udviklet og effektive gener isoleret. Resistensforædling er et langsigtet men effektivt alternativ til andre metoder for at reducere pesticidforbruget i gartnerierhvervet.

### *Barrierer*

Inden for *væksthushgrøntsager* er den største barriere, at der undtaget agurk ikke er danske forædlere af disse kulturer. Der er forædlere i f.eks. Holland, og der har i de sidste 10 år foregået et intensivt forskningsarbejde inden for udvikling af resistente væksthushagurker. Brugen af pesticider i væksthushgrøntsagsproduktionen er dog forholdsvis begrænset pga. den udbredte brug af biologisk bekæmpelse.

Inden for *væksthushprydplanter* er der en lang række danske forædlere. Her synes de største barrierer at være en hurtig sortsudskiftning og en forholdsvis lille produktion af mange væksthushprydplanter. Den hurtige sortsudskiftning betyder at visse sorter kun har en markedsværdi på ét år. I sådanne situationer vil et forædlingsarbejde for at indarbejde skadedyrsresistens ikke være rentabel. Det skønnes imidlertid, at der fremover vil kunne inddrages andre avlsparemetre end nyhedsværdi, farve, kompakthed (se afsnit 4.3.1) og i stigende grad holdbarhed i forædlerens fremavlsplaner.

### *Tidshorisont*

Ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg er der for tiden et igangværende projekt, finansieret af Strukturdirektoratet, erhvervet og Danmarks JordbrugsForskning, der skal udvikle screeningsmetoder til at afsløre værtplanteresistens mod insekter og mider (Rystedt & Enkegaard 2001). Resultaterne fra dette projekt vil umiddelbart kunne udnyttes til screening af plantesorter, der allerede er fremavlet. Herved kan planteavlere vælge deres sorter også med hensyn til disses egenskaber som værtplanter for bestemte skadedyr og tilrettelægge deres skadedyrsbekæmpelsesprogram herefter. Vælges der konsekvent sorter med mest mulig resistens mod skadedyr, vil der umiddelbart kunne registreres et fald i insekticidforbruget og en effektivisering af biologisk bekæmpelse.

Screeningsprocedurer af præsorter bør være et redskab i forædlingsvirksomheder, så også værtplanteresistens indgår som avlsparemetre i fremavl af nye plantesorter. Tidshorisonten for en decideret fremavl af resistente sorter vil være helt afhængig af plantarten, både i relation til formeringshastighed og den genetiske baggrund i plantarten.

### *Litteratur til afsnit 4.1.2.*

- Brødsgaard, H.F. & Enkegaard, A., 2000b. Planteresistens mod skadedyr. *Gartner Tidende* 34: 42-43.
- Grazzini R, Hesk D, Yerger E, Cox Foster D, Medford J, Craig R, Mumma RO 1995 Distribution of anacardic acids associated with small pest resistance among cultivars of *Pelargonium X hortorum*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120: 343-346
- Hilder VA; Powell KS; Gatehouse AMR; Gatehouse JA; Gatehouse LN; Shi Y; Hamilton WDO; Merryweather A; Newell CA; ??
- Jager CM de, Butot RPT, Meijden E van der, Verpoorte R 1996 The role of primary and secondary metabolites in chrysanthemum resistance to *Frankliniella occidentalis*. *Journal of Chemical Ecology*. 22: 1987-1999
- Jensen EB, Felkl G, Kristiansen K, Andersen SB 200x Resistance to the cabbage root fly, *Delia radicum*, within *Brassica fruticulosa*. *Euphytica* (submitted).
- Philippe B; Cammue BPA; Thevissen K; Hendriks M; Eggermont K; Goderis IJ; Proost P; Vandamme J; Osborn RW; Guerette F; Kader JC, Broekaert WF 1995. A potent antimicrobial protein from onion seeds showing sequence homology to plant lipid transfer proteins. *Plant Physiology*. 109: 445-455
- Rasmussen JO, Waara, Rasmussen OS. 1997. Regeneration and analysis of interspecific asymmetric potato – *Solanum ssp* hybrid plants selected by micromanipulation or fluorescence-activated cell sorting (FACS). *Theoretical and Applied Genetics* 97: 41-49.
- Rystedt, J. & Enkegaard, A., 2001. Ressourceminimering i prydblanteproduktionen i væksthuse og på friland. DJF-rapport 17-Havebrug: 39-45.
- Schultz DJ, Cahoon EB, Shanklin J, Craig R, Cox Foster DL, Mumma RO, Medford JI 1996 Expression of a DELTA9 14:0 acyl carrier protein fatty acid desaturase gene is necessary for the production of omega5 anacardic acids found in pest resistant geranium (*Pelargonium X hortorum*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93: 8771-8775
- Sparnaaij LD 1991. Breeding for disease and insect resistance in flower crops. I Harding J, Singh F, Mol JNM (eds) *Genetics and breeding of ornamental species* 179-211. Kluwer Academic Publishers
- Tang, X, Zhou, J-M 1999. Overexpression of R genes, its potential in improving plant disease resistance. *Agbiotech*, Vol. 1, ABN 036
- Thinggaard K, Kristiansen K de, Hammer K 200x. Screening cucumber for resistance to root rot caused by *Pythium ultimum*. *Journal of Genetic Resources and Crop Plant Evolution* (submitted).

### 4.1.3 Biologisk bekæmpelse af skadedyr

#### *Hovedkonklusioner*

I danske væksthushgrønsager behandles stort set hele arealet (bortset fra salat- og champignonarealet) rutinemæssigt med biologiske skadedyrsmidler. En øget brug af biologisk bekæmpelse i tomat og agurk vil ikke have en væsentlig indflydelse på en generel reduktion af pesticidforbruget. Reduktion af insekticidforbrug i champignon og salat forudsætter forskning og udvikling med henblik på identifikation af egnede nyttedyr og dokumentation af disses effekt.

Det nuværende omfang af biologisk skadedyrsbekæmpelse i væksthushgrønsager (30-35% af arealet behandles) er langt mindre end det potentielle omfang, idet alle skadedyr i alle prydblantekulturer i princippet vil kunne bekæmpes biologisk. Der er en lang række forhold (barrierer) som gør biologisk bekæmpelse i prydblantekulturer til en meget mere kompliceret affære end i grønsager (bl.a. at prydblantekulturer har en lav skadetærskel; omfatter utallige plantearter; angribes af en lang række skadedyr; biologisk bekæmpelse kræver en lang række nyttedyr; plantearter og klima- og dyrkningsforhold påvirker både skade- og nyttedyr og dermed udfaldet af en biologisk bekæmpelse). Biologisk bekæmpelse af skadedyr i prydblantekulturer forudsætter kulturspecificitet i valg af nyttedyr, udsætningsstrategier og -mængder. Den kulturspecifikke viden om de mange skade- og nytteorganismer i det brede prydblantekulturerudvalg er endnu meget mangelfuld.

Det fremtidige potentiale for biologisk skadedyrsbekæmpelse i danske væksthushgrønsager – primært prydblantekulturer – er stort. Realiseringen af potentialet afhænger af en række forhold. Med en massiv indsats til afhjælpning af barriererne vil der kunne ske en væsentlig forøgelse indenfor en 10 års horisont.

#### *Indledning*

Biologisk bekæmpelse defineres her som udbringning af levende organismer i afgrøden til bekæmpelse af skadedyr. Bekæmpelsen omfatter brug af "makrobiologiske" dyr (snyltehvepse, prædatorer, og rundorme (nematoder)) og mikrobiologiske organismer (insektpatogener (bakterier, vira, svampe, protozoer)). Antallet af kommercielle biologiske og mikrobiologiske skadedyrsmidler til væksthushgrønsager er steget støt siden biologisk bekæmpelse blev indført i Danmark i 1970'erne (Eilenberg et al., 2000). Der findes produkter af 50-60 arter af nytteorganismer til brug mod langt de fleste betydende danske væksthushgrønsager (Tabel 14 og 15) (Eilenberg et al., 2000). Effekten af disse nytteorganismer har for nogle arters vedkommende i årevis været veldokumenteret for flere kulturer, mens der for andre kun foreligger mere sparsomme skriftlige oplysninger, men dog visse praktiske erfaringer (f.eks Brødsgaard et al., 1990; van Lenteren, 1993; Wardlow & van Lenteren, 1993; van Lenteren, 1996; van Lenteren, 1999). Disse praktiske erfaringer omsættes af visse nyttedyrsforhandlere til konkrete anbefalinger vedrørende brug af de forskellige nytteorganismer (Koppert On-line <http://www.koppert.nl>, GARTA on-line <http://www.garta.dk/biologisk-forside.htm>). Imidlertid er udsætningsstrategier, -mængder og -tidspunkter stærkt afhængige af de konkrete forhold hos den enkelte gartner, hvorfor generaliseringer er vanskelige, og hvorfor de praktiske erfaringer ofte kun findes i uskrevet form hos forskellige forhandlere og rådgivere (Steen Borregaard, Borregaard BioPlant, pers. komm.; Erik Hansen, EWH BioProduction, pers. komm.). Ud over de kommercielt tilgængelige nytteorganismer findes der en række arter, som er under udforskning i Danmark og i andre lande (f.eks Brødsgaard et al., 1990; van Lenteren, 1993; Wardlow & van Lenteren, 1993; van Lenteren, 1996; van Lenteren, 1999).

#### *Væksthushgrønsager*

### *Generelt*

I danske væksthushgrønsager behandles stort set hele arealet (123 ha, 1999), bortset fra arealet med champignon (4 ha) og salat (21 ha), rutinemæssigt med biologiske skadedyrsmidler (Enkegaard et al., 1999). Ind imellem kan kemisk skadedyrsbekæmpelse være påkrævet, f.eks. hvis der pågår kemiske bekæmpelse af sygdomme, som er uforenelig med den biologiske bekæmpelse (Holdsworth, 1972; Hassan, 1982; Giezen, 1993; Babu & Ramanamurthy, 1999; Vogt & Heimbach, 2000); hvis der pga. usædvanlige klimabetingelser opstår ubalance i ligevægten mellem skadedyr og nyttedyr (Nihoul, 1993; GAUs hjemmeside om Dansk I.P. - Dansk Integreret Produktion <http://www.gau.dk/vaekst.html>); eller hvis der optræder skadedyr i kulturen, som normalt ikke giver problemer, og hvor man ikke er i besiddelse af effektive biologiske midler (Brødsgaard et al., 1996). Omfanget af denne kemiske skadedyrsbekæmpelse er imidlertid begrænset.

### *Agurk*

Følgende skadedyrgrupper optræder typisk i agurk: spindemider, trips, mellus, bladlus og minérfluer. I økologisk agurk optræder tillige sørgemyg. Der forefindes nytteorganismer til effektiv bekæmpelse af disse (Tabel 14 og 15) – i de fleste tilfælde mere end én art og da ofte arter, der kan benyttes til hhv. initiering af bekæmpelse på normal vis og behandling af evt. "hot spots", dvs. områder i kulturen med høj tæthed af skadedyr (Koppert On-line <http://www.koppert.nl>, GARTA on-line <http://www.garta.dk/biologisk-forside.htm>). Biologisk bekæmpelse af skadedyr i agurk foregår således rutinemæssigt. Indimellem kan agurk dog tillige angribes af andre skadedyr, hvoraf især håret engtæge (Birgit Rasmussen, DEG, pers. komm.) kan give problemer. Der er for øjeblikket ingen biologisk bekæmpelsesmetoder mod dette skadedyr (Erik Hansen, BioProduction, pers. komm.).

### *Tomat*

Følgende skadedyrgrupper optræder typisk i tomat: mellus, minérfluer og spindemider. Som for agurk forefindes nytteorganismer til effektiv bekæmpelse af disse (Tabel 14 og 15) – i de fleste tilfælde mere end én art og da ofte arter, der kan benyttes til hhv. initiering af bekæmpelse på normal vis og behandling af evt. "hot spots" (Koppert On-line <http://www.koppert.nl>, GARTA on-line <http://www.garta.dk/biologisk-forside.htm>). Biologisk bekæmpelse af skadedyr i tomat foregår således rutinemæssigt. Indimellem kan tomat angribes af andre skadedyr – især bladlus og sommerfuglelarver. Disse kan dog som regel bekæmpes effektivt med de eksisterende nytteorganismer (Nick Starkey & Aage Kjær Larsen, DEG, pers. komm.).

### *Salat*

Salat angribes primært af bladlus (fersken-, kartoffel- og salatbladlus). Biologisk bekæmpelse er i princippet mulig, idet der forefindes nytteorganismer, der vil kunne bekæmpe disse bladlus (Tabel 14 og 15). Biologisk bekæmpelse i salat vanskeliggøres imidlertid af, at nyttedyrene har vanskeligt ved at nå skadedyrene, når salathovederne først lukker sig (Jeroen van Schelt, Koppert, Holland, pers. komm.; Jude Bennison, ADAS, UK, pers. komm.). Endvidere er dyrkningstemperaturen for salat lav, hvilket ikke giver de bedste betingelser for nyttedyrene (Aage Kjær Larsen, DEG, pers. komm.). Og endelig er skadetærsklen i salat meget lav – modsat andre grønsager som tomat og agurk, der kan tåle en vis skade på bladene, uden at frugtsætning og frugt kvalitet forringes. Salat med bladskader af ren kosmetisk karakter eller med forekomst af skadedyr eller nyttedyr accepteres ikke af forbrugerne. Herved minder salat om prydanter. Som følge af disse problemer anvendes biologisk bekæmpelse i salat ikke i Danmark (Anne Clemmensen, DEG, pers. komm.).

Anvendelsen i andre lande er ligeledes minimal. Der foregår undersøgelser bl.a. i England og Holland, hvor der er opnået gode resultater med nogle af de



nødvendigt har en negativ indflydelse på bekæmpelsen (Enkegaard & Brødsgaard, 1994; Enkegaard & Brødsgaard, 1995; Brødsgaard & Enkegaard, 1995; Brødsgaard & Enkegaard, 1997; Brødsgaard & Enkegaard, 2000; Enkegaard et al., 2000; Meyling et al., 2001).

#### *Biologisk effekt: På planten*

Nytteorganismer har generelt ingen negative indvirkninger på planter. Der er dog en enkelt undtagelse i form af et nyttedyr, der er delvist planteædende og i få kulturer kan give uacceptable skader (Sampson & Jacobson, 1999; Koppert Online <http://www.koppert.nl>). Dette nyttedyr skal anvendes med omtanke. Ved at anvende biologisk bekæmpelse undgår man problemer med fytotoksiske virkninger af visse pesticider på visse kulturer (Laska, 1980; Helyer et al., 1983).

*Effekt på timing og udviklingshastighed f.eks. forsinket høsttid, uens plantestørrelse el.lign.*  
Anvendelse af biologisk bekæmpelse har ingen indvirkning på dette.

#### *Energimæssig effekt: Direkte forbrug*

De fleste biologiske bekæmpelsesmidler udbringes i kulturen ved håndkraft. En øget anvendelse af biologisk skadedyrsbekæmpelse med deraf følgende reduktion i anvendelsen af pesticider – hvortil der medgår energi – vil derfor medføre et fald i energiforbrug. Faldets størrelse vil afhænge af sprøjtetype (Tabel 12) og af frekvensen af sprøjtninger.

#### *Energimæssig effekt: Indirekte forbrug*

En øget anvendelse af biologisk skadedyrsbekæmpelse med deraf følgende reduktion i anvendelsen af pesticider vil medføre, at der skal anvendes mindre energi til fremstilling af pesticider og – under forudsætning af at sygdomsbekæmpelse og vækstregulering kan ske med ikke-kemiske metoder – af sprøjteudstyr, værnemidler etc. Dette skal opvejes med det energiforbrug, der medgår til produktion af nytteorganismer.

#### *Energimæssig effekt: Besparelser/merforbrug*

Ved en øget anvendelse af biologisk bekæmpelse af skadedyr opnås besparelser i det direkte energiforbrug. Ligeledes vil der sandsynligvis være tale om en besparelse i indirekte forbrug.

#### *Arbejdsomkostning: Merarbejde, manuelt*

De fleste biologiske bekæmpelsesmidler udbringes i kulturen ved håndkraft. Endvidere forudsætter en effektiv biologisk bekæmpelse, at gartneren i langt større omfang end i regi af pesticidanvendelse jævnligt monitorer sin kultur for at holde øje med udviklingen af såvel skadedyr- som nyttedyrbestandene (Brødsgaard, 1989a, 1989b, 1990, 1993a, 1993b). Endelig kan en effektiv biologisk bekæmpelse kræve, at der overfor ét skadedyr skal iværksættes flere foranstaltninger end, hvis man alene anvendte kemisk bekæmpelse (Sanchez et al., 1997; Bunker et al., 1999; van Looy, 1999). En øget anvendelse af biologisk skadedyrsbekæmpelse vil derfor give mere manuelt arbejde end i en situation med kemisk bekæmpelse (Tabel 13). Omfanget af merarbejde er svært at vurdere, da det vil afhænge af arterne og antallet af skadedyrarter og af arterne og antallet af nytteorganismer, der skal anvendes i kulturen.

#### *Arbejdsomkostning: Mindre arbejde, manuelt*

Det manuelle arbejde i forbindelse med udbringning af pesticider mindskes, når biologisk bekæmpelse øges. Mindskningen i arbejdsforbrug vil afhænge af sprøjtetype (Tabel 13) og af frekvensen af sprøjtninger.

#### *Komplikationer*

Den øgede monitoring, der er en forudsætning for en effektiv biologisk bekæmpelse, kræver at personalet uddannes til at opdage angreb af skadevoldere

og følge udviklingen af bekæmpelsen (van Lenteren, 1980; Martin & Wearing, 1990).

#### *Økonomisk effekt*

##### *Meromkostninger*

I visse kulturer er det sandsynligt, at de direkte omkostninger til biologisk bekæmpelse bliver større end udgiften til kemisk bekæmpelse (fx van Driesche et al., 1999), mens det modsatte vil gøre sig gældende i andre kulturer (fx Pruszyński, 1990). Det er imidlertid ikke muligt, at konkretisere dette nær-mere, idet udgiften til biologisk bekæmpelse vil afhænge af de aktuelle skade-voldende arter, og deres antal; af de aktuelle nytteorganismer, og deres antal; og af den anvendte udsætningsstrategi. I grønsager har man ofte mulighed for at anvende inoculative udsætninger, dvs. nyttedyrene udsættes relativt få gan-ge ved kulturstart og etablerer herefter en balance med skadedyrene, der holdes under skadetærsklen. I prydplanter må man oftest for at undgå skader anvende inundative udsætninger, hvor nyttedyr udsættes løbende med 1-2 ugers mellemrum (fx Brødsgaard, 1995; Koppert On-line <http://www.koppert.nl>, GARTA on-line <http://www.garta.dk/biologisk-forside.htm>).

På udgiftssiden hører ligeledes øgede udgifter til merarbejde.

##### *Mindreomkostninger*

Øget anvendelse af biologisk skadedyrsbekæmpelse vil medføre mindre omkostninger til pesticider og – under forudsætning af at sygdomsbekæmpelse og vækstregulering kan ske med ikke-kemiske metoder – til værnemidler, sprøjteudstyr, etc. Dertil kommer mindre udgifter til energi.

#### *Cost /benefit*

Nedenstående betragtninger vedr. cost-benefit bør suppleres af økonomers vurderinger.

Jvnf. ovenstående vil det for visse kulturer være dyrere at øge brugen af biologisk bekæmpelse, men det modsatte vil gøre sig gældende i andre kulturer. Imidlertid bør man ikke kun betragte de direkte udgifter forbundet med en given bekæmpelsesmetode, men også inddrage andre aspekter, som det kan være vanskeligt – eller umuligt – at værdisætte. Et væsentligt element, der bidrager til ”benefit-siden”, er det forbedrede arbejdsmiljø – og dermed den forøgede tryk hos de ansatte – der følger med en reduceret anvendelse af pesticider (fx Gray & Kelce, 1995; Miljøstyrelsen, 1995; Buus, 1997; Nilsson, 1998). Et andet vigtigt element på ”benefit-siden” er, at man ved anvendelse af biologisk bekæmpelse undgår pesticidernes svøbe med hastig udvikling af resistens – et fænomen, der hurtigt kan lede til, at et tidligere virksomt pesticid mister sin virkning, hvorefter gartneren kan risikere at stå uden kemiske behandlingsmuligheder (Brødsgaard & Enkegaard, 1999). Mens resistensen er under opbygning, må gartneren anvende pesticidet hyppigere og hyppigere – hvilket naturligvis fordyrer bekæmpelsen. Endelig tæller det med til ”benefit-siden”, at gartneren ved en øget anvendelse af biologisk bekæmpelse undgår problemer med fytotoxicitet (fx Laska, 1980; Helyer et al., 1983), samt har mulighed for merpriser for sine produkter – dette gælder pt. kun for grønsager, men vil med stor sandsynlighed i den nærmeste fremtid også komme til at gælde for prydplanter. Sidstnævnte anser erhvervet dog for tvivlsomt ifgl. Helle Græsted Bennedsen, DEG.

#### *Gennemførlighed*

##### *Realisme/relevans*

En øget anvendelse af biologisk skadedyrsbekæmpelse i danske væksthuse er absolut relevant og særdeles realistisk. Relevansen giver sig selv ud fra ønsket om at reducere anvendelsen af pesticider – biologisk bekæmpelse går direkte ind og nedbringer eller helt erstatter den kemiske bekæmpelse. Realismen illustreres til fulde af den udvikling, der er sket i anvendelsen af biologisk



skadedyrsbekæmpelse siden 70'erne – begyndt i grønsager, udviklet sig til rutineforanstaltning i disse kulturer, spredt til prydplanter, støt steget i udbredelse og anvendelsesgrad i disse kulturer siden 80'erne (Eilenberg et al., 2000) og til stadighed akkompagneret af en vedvarende stigning i antallet af markedsførte nytteorganismer (Borregaard, 2000).

#### *Gennemførlighed: Grønsager*

Som allerede beskrevet er omfanget af den kemiske skadedyrsbekæmpelse meget begrænset i hovedafgrøderne tomat og agurk, og en øget brug af biologisk bekæmpelse i disse afgrøder vil ikke have en væsentlig indflydelse på en generel reduktion af pesticidforbruget (Enkegaard et al., 1999). Kun hvis nye skadedyr, der kun kan bekæmpes kemisk, etablerer sig som almindelige i disse grønsagskulturer, er der basis for en ekspansion af den biologisk bekæmpelse til også at omfatte disse ”nye” skadedyr. Hvor hurtigt dette vil ske, afhænger af skadedyrarterne og af kendskab til samt erfaring med nytteorganismer mod disse. Implementering af effektiv biologisk sygdomsbekæmpelse (se kapitel 10) vil medføre en mindre forøgelse i anvendelsen af biologisk skadedyrsbekæmpelse, da man herved undgår skadelig påvirkning af fungicider på nyttedyrene (Holdsworth, 1972; Hassan, 1982; Giezen, 1993; Babu & Ramanamurthy, 1999; Vogt & Heimbach, 2000). For salat og champignon vil udvikling af effektiv biologisk bekæmpelse være en potentiel mulighed.

#### *Gennemførlighed: Prydplanter*

Det nuværende omfang af biologisk skadedyrsbekæmpelse i væksthusholdninger er langt mindre end det potentielle omfang, idet alle skadedyr i alle prydplante-kulturer i princippet vil kunne bekæmpes biologisk. Indenfor de næste 10 år forventes biologisk skadedyrsbekæmpelse i prydplanter udbredt til et større antal gartnere, et større areal og flere kulturer, og tillige anvendt mod flere skadedyr i flere kulturfaser af de gartnere, der allerede nu i en vis udstrækning benytter denne bekæmpelsesform. Endvidere vil der ske en forøgelse i brugen af biologisk skadedyrsbekæmpelse som følge af markedsføring af ”nye” – især makrobiologiske – nytteorganismer.

Der er en række forhold, som har spillet/spiller en rolle for, at biologisk bekæmpelse endnu ikke er så udbredt som i grønsager (se nedenfor under ”barrierer”), men med de rette forholdsregler til imødegåelse af disse barrierer, vil det indenfor en årrække være muligt at få brugen af biologisk skadedyrsbekæmpelse yderligere udbredt i prydplanter, således at denne bekæmpelsesform med tiden bliver ligeså rutinepræget som i grønsager.

#### *Barrierer: Grønsager*

- Der mangler effektive nytteorganismer og/eller metoder mod de skadedyr, der optræder i kulturerne indimellem. Der mangler effektive nytteorganismer og/eller metoder mod skadedyr i salat.
- Forbrugerne accepterer ikke, at der findes skadedyr eller nyttedyr i salat.
- Hvis succesfuld biologisk bekæmpelse kan indføres til bekæmpelse af bladlus i salat, er det muligt, at andre skadedyr som bl.a. minérfluer vil begynde at skabe problemer. Disse skadedyr kan have undgået opmærksomhed indtil nu, fordi de nemt bekæmpes af de midler, der benyttes mod bladlus (Jude Bennison, ADAS, UK, pers. komm.).
- De betydende skadedyr i champignon kan efter sigende bekæmpes effektivt med *Bacillus thuringiensis*. Det er uvist, hvorfor denne bekæmpelsesform ikke er mere udbredt end tilfældet er. Øget oplysning og dokumentation af metodens effektivitet ville være et skridt i den rigtige retning.
- Hvis nye skadedyr etablerer sig, og hvis der ikke er effektive biologiske nytteorganismer og/eller metoder mod disse, kan det føre til, at den nuværende biologiske bekæmpelse indskrænkes, som følge af, at kemisk bekæmpelse bliver en nødvendighed overfor disse ”nye” skadedyr

### *Barrierer: Prydplanter*

Der er flere særlige forhold ved prydplanter, som vanskeliggør biologisk bekæmpelse. Erkendelse af disse forhold – og af hvordan de kan imødegås – spiller en helt afgørende rolle for forståelsen af mulighederne for en udvidelse af biologisk skadedyrsbekæmpelse i væksthuse, hvorfor det er nødvendigt her at præcisere disse forhold:

De fleste skadedyr, der angriber danske prydplanter, kan bekæmpes biologisk (Tabel 8 og 9), og bekæmpelsen kan være succesfuld i 1-flere kulturer (Steen Borregaard, Borregaard BioPlant, pers. komm.), men langt fra i alle kulturer og ikke nødvendigvis altid. Dette skyldes, at prydplanter omfatter utallige forskellige plantearter, der dyrkes under vidt forskellige klima- og dyrkningsmæssige forhold, der tillige varieres gennem produktionsfaser (Enkegaard et al., 1999). Endvidere varierer det fra plantearter til plantearter, hvor mange skadedyrarter kulturen angribes af (Enkegaard et al., 1999) og dermed hvor mange forskellige nytteorganismer, der ved total biologisk bekæmpelse skal udsættes. Såvel plantearternes karakteristika som klima- og dyrkningsforhold påvirker både skadedyrs og nytteorganismers biologi, populationsdynamik og samspil og dermed udfaldet af en biologisk bekæmpelse (Brødsgaard, 1994; Enkegaard, 1993a, 1993b, 1994; Kapadia & Puri, 1994; McAuslane et al., 1995; Ydergaard, 1997; Svendsen et al., 1999; Jensen & Brødsgaard, 2000). Ligeledes kan indbyrdes vekselvirkninger mellem forskellige skadedyr-nytteorganismesystemer påvirke bekæmpelsesudfaldet overfor visse skadedyr (f.eks. Enkegaard & Brødsgaard, 1994; Enkegaard & Brødsgaard, 1995; Brødsgaard & Enkegaard, 1995; Brødsgaard & Enkegaard, 1997; Brødsgaard & Enkegaard, 2000; Enkegaard et al., 2000; Meyling et al., 2001).

*Ved en biologisk bekæmpelse af skadedyr i prydplanter er det derfor i høj grad disse varierende forhold mellem kulturer, der spiller en rolle for, hvorvidt en bekæmpelse vil lykkes, snarere end det er spørgsmålet om, hvorvidt der mod et givent skadedyr forefindes tilgængelige nytteorganismer.*

Af ovenstående fremgår, at man ved biologisk bekæmpelse af blot ét skadedyr skal være kulturspecifik (evt. tillige kulturfase- og sæsons-specifik) i valget af den/de mest optimale nytteorganismer, udsætningsstrategier og -mængder. Da den kultur-specifikke viden om de mange skade- og nytteorganismer i det brede prydplanteudvalg endnu er meget mangelfuld, er det en vanskelig opgave at håndtere biologisk bekæmpelse i samtlige danske prydplante kulturer. Selvsagt kompliceres billedet yderligere, når mere end ét skadedyr skal bekæmpes. Endelig kompliceres biologisk bekæmpelse i prydplanter af, at disse kulturer – modsat grønsager – har en meget lav skadetærskel, da hele planten skal sælges. Det kan være vanskeligt – og dyrt – at holde denne tærskel med biologisk midler. Ligeledes angribes prydplanter – i modsætning til grønsager – som nævnt ofte af mange skadedyrarter, hvilket gør bekæmpelsen kompliceret og ofte arbejdskrævende og dyr.

Udover disse karakteristika ved prydplanter er der yderligere forhold, som bevirker, at det nuværende omfang af biologisk skadedyrsbekæmpelse i disse kulturer er mindre end det potentielle omfang, bl.a. at:

- Visse skadedyr, f.eks. bladlus og trips, er i visse kulturer meget vanskelige at bekæmpe biologisk (Aage Kjær Larsen, DEG, pers. komm.).
- *Tilgængelighed af biologiske midler.* Nye biologiske midler markedsføres løbende (Borregaard, 2000). Markedsføring af nye mikrobiologiske midler er imidlertid stærkt begrænset, fordi de økonomiske omkostninger ved den lovpligtige registrering ikke står mål med indtjeningen fra det forholdsvis lille marked. Mere lempelige godkendelsesprocedurer/dispensationer ville bane vejen for en større brug af mikrobiologiske midler, idet de er nemme at

anvende, accepteres hurtigt af gartnerne og baner ofte vejen for anvendelse af andre biologiske midler (Eilenberg et al., 2000).

- Nogle gartnere afholder sig fra at bruge biologisk skadedyrsbekæmpelse, fordi *prisen* ofte er højere end for pesticider (Pernille Folker Hansen, pers. komm.). Dette gælder f.eks. ved bekæmpelse af vanskelige skadedyr, eller hvor der er mange skadedyr, der skal bekæmpes samtidigt.

Nedsat pris for biologisk bekæmpelse vil fremme anvendelsen, da bekæmpelsen bliver både mere rentabel og mere sikker. Med billigere midler kan man endvidere i visse situationer opveje lave skadetærskler med forebyggende/kontinuerte udsætninger. Konkurrencen mellem producenterne kan medføre prisfald på visse – især gammelkendte – produkter. Imidlertid er nye produkter – der netop kan spille en væsentlig rolle f.eks. overfor “vanskelige” skadedyr – ofte dyre i starten af markedsføringen (Schmidt, 1994). Hvis priserne styres alene af markedsmekanismerne, er det derfor sandsynligt, at biologisk skadedyrsbekæmpelse i visse situationer også fremover vil opfattes som uacceptabelt dyrt.

- Biologisk bekæmpelse kan være vanskelig i prydplantekulturer med en meget kort kulturtid, f.eks. udplantningsplanter som ofte har en kulturtid på 7-8 uger, som kan være for kort til at opnå en effektiv virkning af den biologiske bekæmpelse.
- Biologisk bekæmpelse er stadig for mange prydplantegartnere noget *nyt og uvant*, der ydermere tit opfattes som mere besværlig at bruge end pesticider (Pernille Folker Hansen, pers. komm.), der er nemme at udbringe og virker hurtigt. Gartnerne skal ændre arbejdsprocesser, helst foretage tids-krævende registreringer af skadedyr, vænne sig til, at effekten ikke indtræder momentant og være tålmodige med indarbejdelsen af den nye bekæmpelsesform. Selv med konsulentvejledning kan det tage op til år at opnå den nødvendige rutine i biologisk bekæmpelse (Pernille Folker Hansen, pers. komm.).
  - *Tilgængelighed af pesticider.* Indtil velfungerende biologisk bekæmpelse er udviklet mod alle betydende skadevoldere, vil der være behov for pesticider og for at lade udbredelsen af biologisk bekæmpelse ske under IPM-konceptet. På den anden side vil udbredelsen af biologisk skadedyrsbekæmpelse hæmmes/forsinkes, hvis der markedsføres – og anvendes – nye bredspektrede pesticider (fx Brødsgaard & Enkegaard, 1999).
  - Visse gartnere har *dårlige erfaringer* med biologisk skadedyrsbekæmpelse, fx fordi de har anvendt midler af dårlig kvalitet (fx Bigler, 1997), eller fordi de har haft besvær med biologisk bekæmpelse af vanskelige skadedyr. Denne dårlige erfaring kan afholde dem fra at forsøge sig igen (Pernille Folker Hansen. DEG, pers. komm.).
  - Gartnere, der producerer til *eksport*, skal leve op til visse importlandes krav om fuldstændig frihed for skadedyr, hvilket gør det vanskeligt at anvende biologisk skadedyrsbekæmpelse.
  - *Skadedyrsfaunanen i prydplanter.* Udbredelsen af biologisk skadedyrsbekæmpelse kan forsinkes, hvis nye skadedyr, der ikke kan bekæmpes effektivt biologisk, etablerer sig i danske prydplanter (fx Brødsgaard & Jakobsen, 1988; Enkegaard, 1989, 1990). Sådanne skadedyr vil kun kunne

håndteres med kemiske midler, som kan indvirke negativt på nytteorganismer mod andre skadedyr i kulturen.

- *“Pesticid-minimerede” prydplanter.* Forbedrede markedsføringsmuligheder for og oplysninger til forbrugerne om “pesticid-minimerede” prydplanter kan muligvis i fremtiden give merpriser og hermed virke som incitament for en øget anvendelsen af biologisk skadedyrsbekæmpelse.
- *Forskningen, udvikling og rådgivning.* Omfanget af den danske og udenlandske indsats er afgørende for, hvor hurtigt udbredelsen af biologisk skadedyrsbekæmpelse vil ske. Der mangler i høj grad essentiel viden og erfaring på en række områder, og der er derfor et stort behov for forskning, udvikling og rådgivning med henblik på
  - udvikling af effektive og rentable metoder mod “vanskelige” skadedyr,
  - udvikling af nye metoder til supplering/erstatning af eksisterende,
  - forøget kendskab til skade- og nytteorganismers kultur-specifikke biologi, bekæmpelseeffekt og samspil,
  - udvikling af kultur-specifikke, skræddersyede IPM-programmer, hvor nytteorganismer sammensættes i kombinationer, der er optimale under de givne klima- og dyrkningsforhold,
  - udvikling af andre supplerende forebyggelse-/bekæmpelsesforanstaltninger overfor skadedyr (resistente planter, mekaniske/tekniske metoder (fx insektnet, miljøneutral gasning), mm.) (se afsnit 4.1.1 og kapitel 7),
  - udvikling af biologisk/anden alternativ forebyggelse/bekæmpelse af patogener.
- *Politiske tiltag.* Udbredelsen af biologisk skadedyrsbekæmpelse kan øges via politiske tiltag, der influerer på ovenstående, fx støtteordninger, forskningsstøtte, fremme af markedsføring af mikrobiologiske midler, mv.

#### Tidshorisont

Som beskrevet ovenfor er det fremtidige potentiale for biologisk skadedyrsbekæmpelse i danske væksthusekulturer – primært prydplanter – stort. Realiseringen af potentialet afhænger, som nævnt, af en række forhold. Med en massiv indsats til afhjælpning af barriererne vil der kunne ske en væsentlig forøgelse indenfor en 10 års horisont.

Tabel 14. Makrobiologiske midler, der markedsføres i Danmark samt godkendte mikrobiologiske midler.

NYTTEDYR	LATINSK NAVN	SKADEDYR i væksthuse
“Makro”		
Rovmide	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	Spindemider
Rovmide	<i>Amblyseius californicus</i>	Spindemider
Rovmide	<i>Amblyseius degenerans</i>	Trips
Rovmide	<i>Amblyseius cucumeris</i>	Spindemider, trips, jordbærdværgmider, dværgmider, topskudsmider
Rovmide	<i>Amblyseius barkeri</i>	Topskudsmider
Rovmide	<i>Messeiulus longipes</i>	Spindemider
Rovmide	<i>Hypoaspis miles, H. aculeifer</i>	Sørgemyg, trips
Rovtæge	<i>Macrolophus caliginosus</i>	Mellus, bladlus
Rovtæge	<i>Orius majusculus, O. insidiosus, O. laevigatus</i>	Trips, bladlus, mider
Rovtæge	<i>Podisus maculiventris</i>	Sommerfugle
Rovtæge	<i>Anthocoris nemorum</i>	Bladlus
Rovflue	<i>Coenosia spp.</i>	Sørgemyg, vandfluer, minérfluer, mellus
Svirreflue	<i>Episyrphus balteatus</i>	Bladlus
Mariehøne	<i>Delphastus pusillus</i>	Mellus
Mariehøne	<i>Hippodamia convergens</i>	Bladlus
Mariehøne	<i>Harmonia axyridis</i>	Bladlus
Mariehøne	<i>Coccinella septempunctata</i>	Bladlus
Mariehøne	<i>Adalia bipunctata</i>	Bladlus

Mariehøne	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	Uldlus
Mariehøne	<i>Lindorus lophanthae</i>	Skjoldlus
Mariehøne	<i>Chilocorus nigritus</i>	Skjoldlus
Mariehøne	<i>Rhyzobius lophanthae</i>	Skjoldlus
Guldøje	<i>Chrysoperla carnea</i>	Mellus, spindemider, bladlus, uldlus, trips
Galmyg	<i>Feltiella acarisuga</i>	Spindemider
Galmyg	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Bladlus
Snyltehveps	<i>Encarsia formosa</i>	Mellus
Snyltehveps	<i>Eretmocerus spp.</i>	Mellus
Snyltehveps	<i>Aphidius colemani</i>	Fersken-, agurke-, o.a. bladlus
Snyltehveps	<i>Aphidius ervi</i>	Kartoffel-, rosen-, o.a. bladlus
Snyltehveps	<i>Aphelinus abdominalis</i>	Kartoffel-, rosen-, o.a. bladlus
Snyltehveps	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Fersken-, agurke-, o.a. bladlus
Snyltehveps	<i>Trichogramma cacoeciae, T. dendrolimi, T. evanescens, T. brassicae</i>	Tomatugler
Snyltehveps	<i>Dacnusa siberica</i>	Minérfluer
Snyltehveps	<i>Diglyphus isaea</i>	Minérfluer
Snyltehveps	<i>Opius pallipes</i>	Minérfluer
Snyltehveps	<i>Thripobius semiluteus</i>	Trips
Snyltehveps	<i>Leptomastix dactylopii, L. abnormis, L. epona</i>	Uldlus
Snyltehveps	<i>Anagyrus pseudococci, A. fusciventrisi</i>	Uldlus
Snyltehveps	<i>Pseudaphycus maculipennis</i>	Uldlus
Snyltehveps	<i>Metaphycus helvolus, M. bartlettis</i>	Skjoldlus
Snyltehveps	<i>Coccophagus lycimnia</i>	Skjoldlus
Snyltehveps	<i>Encyrtus infelix</i>	Skjoldlus
Snyltehveps	<i>Microterys flavus</i>	Skjoldlus
Snyltehveps	<i>Aphytis melinus</i>	Skjoldlus
Snyltehveps	<i>Encarsia citrina</i>	Skjoldlus
Snyltehveps	<i>Scutellista cyanea</i>	Skjoldlus
Rovtrips	<i>Franklinothrips vespiformis</i>	Trips
Nematod	<i>Steinernema feltiae</i>	Sørgemyg, champignonfluer, snudebiller
Nematod	<i>Heterorhabditis megidis</i>	Snudebiller
Nematod	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	Snegle
"Mikro"		
Bakterie	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	Diptera-larver (myg, sørgemyg)
Bakterie	<i>Bacillus thuringiensis kurstaki</i>	Sommerfuglelarver
Svamp	<i>Verticillium lecanii</i>	Mellus, bladlus, trips, spindemider, uldlus
Svamp	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Mellus, spindemider, trips, uldlus

Tabel 15. Skadedyr i danske væksthushavregroder samt de nytteorganismer, der pt. kan anvendes til bekæmpelse – afhængig af skadedyrart, planteart og kulturspecifikke forhold. For grønsagernes vedkommende er de mest almindeligt anvendte nyttedyr anført udenfor parentes, mens arterne i parentes er alternative muligheder. Det bemærkes, at hver kategori af skadedyr (f.eks bladlus) omfatter op til adskillige arter. Der henvises til Tabel 14 for de fulde artsnavne.

AFGRØDE	SKADEDYR	BIOLOGISK BEKÆMPELSMIDDEL
Tomat	Bladlus	<i>A. colemani</i> , <i>A. aphidimyza</i> , <i>M. caliginosus</i> ( <i>A. ervi</i> , <i>A. abdominalis</i> , <i>C. carnea</i> , <i>H. axyridis</i> , <i>Orius spp.</i> , <i>A. nemorum</i> , <i>E. balteatus</i> , <i>H. convergens</i> , <i>C. septempunctata</i> , <i>L. testaceipes</i> )
	Minérfluer	<i>D. isaea</i> , <i>D. siberica</i> , <i>M. caliginosus</i> ( <i>O. pallipes</i> )
	Spindemider	<i>P. persimilis</i> , <i>F. acarisuga</i> , <i>M. caliginosus</i> ( <i>A. californicus</i> , <i>A. cucumeris</i> , <i>Orius spp.</i> , <i>C. carnea</i> )
	Mellus	<i>E. formosa</i> , <i>M. caliginosus</i> ( <i>E. californicus</i> , <i>D. pusillus</i> , <i>C. carnea</i> )
Agurk	Bladlus	<i>A. colemani</i> , <i>A. aphidimyza</i> , <i>M. caliginosus</i> , <i>Orius spp.</i> ( <i>A. ervi</i> , <i>A. abdominalis</i> , <i>C. carnea</i> , <i>H. axyridis</i> , <i>A. nemorum</i> , <i>E. balteatus</i> , <i>H. convergens</i> , <i>C. septempunctata</i> , <i>L. testaceipes</i> )
	Minérfluer	<i>D. isaea</i> , <i>D. siberica</i> ( <i>O. pallipes</i> )
	Spindemider	<i>P. persimilis</i> , <i>F. acarisuga</i> , <i>M. caliginosus</i> , <i>Orius spp.</i> ( <i>A. californicus</i> , <i>A. cucumeris</i> , <i>C. carnea</i> )
	Trips	<i>A. cucumeris</i> , <i>Orius spp.</i> ( <i>A. degenerans</i> , <i>A. californicus</i> , <i>H. miles</i> , <i>H. aculeifer</i> , <i>F. vespiformis</i> )
	Mellus	<i>E. formosa</i> , <i>M. caliginosus</i> ( <i>E. californicus</i> , <i>D. pusillus</i> , <i>C. carnea</i> )
Salat	Bladlus	( <i>A. colemani</i> , <i>A. aphidimyza</i> , <i>M. caliginosus</i> , <i>Orius spp.</i> , <i>A. ervi</i> , <i>A. abdominalis</i> , <i>C. carnea</i> , <i>H. axyridis</i> , <i>A. nemorum</i> , <i>E. balteatus</i> , <i>H. convergens</i> , <i>C. septempunctata</i> , <i>L. testaceipes</i> )
	Sørgemyg Champignonfluer Nematoder	( <i>Bt israelensis</i> , <i>H. miles</i> , <i>H. aculeifer</i> ) ( <i>Bt israelensis</i> , <i>H. miles</i> , <i>H. aculeifer</i> ) -
Prydplanter	Bladlus	<i>A. colemani</i> , <i>A. ervi</i> , <i>A. abdominalis</i> , <i>A. aphidimyza</i> , <i>C. carnea</i> , <i>H. axyridis</i> , <i>M. caliginosus</i> , <i>Orius spp.</i> , <i>A. nemorum</i> , <i>E. balteatus</i> , <i>H. convergens</i> , <i>C. septempunctata</i> , <i>L. testaceipes</i> , <i>V. lecanii</i>
	Spindemider	<i>P. persimilis</i> , <i>A. californicus</i> , <i>A. cucumeris</i> , <i>Orius spp.</i> , <i>C. carnea</i> , <i>V. lecanii</i>
	Trips	<i>A. cucumeris</i> , <i>A. degenerans</i> , <i>A. californicus</i> , <i>Orius spp.</i> , <i>H. miles</i> , <i>H. aculeifer</i> , <i>F. vespiformis</i> , <i>V. lecanii</i>
	Mellus	<i>E. formosa</i> , <i>E. californicus</i> , <i>M. caliginosus</i> , <i>D. pusillus</i> , <i>C. carnea</i> , <i>V. lecanii</i>
	Minérfluer	<i>D. isaea</i> , <i>D. siberica</i> , <i>O. pallipes</i>
	Dværgmider	<i>A. cucumeris</i>
	Topskudsmider	<i>A. cucumeris</i> , <i>A. barkeri</i>
	Sørgemyg	<i>S. feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> , <i>H. miles</i> , <i>H. aculeifer</i> , <i>Bt israelensis</i>
	Sommerfugle	<i>P. maculiventris</i> , <i>Trichogramma spp.</i> , <i>Bt kurstaki</i>
	Snudebiller	<i>S. feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> , <i>H. megidis</i>
	Skjoldlus-kompleks Uldlus-kompleks	Afhænger af arten - se Tabel C.1.3 Afhænger af arten - se Tabel C.1.3

#### Litteratur til kapitel afsnit 4.1.3.

- Babu, T.R. & Ramanamurthy, G., 1999. Residual toxicity of pesticides to the adults of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: Coleoptera). International Pest Control, 41, 137-138.
- Bennison, J., Maulden, K & Wardell, G., 1999. Integrated control of the South American leaf miner *Liriomyza huidobrensis* on UK glasshouse lettuce and Chinese leafy salad crops. IOBC/WPRS Bull. Vol. 22(1). 9-12.
- Bigler, F., 1997. Use and registration of macroorganisms for biological crop protection. Bulletin OEPP, 27, 95-102;
- Borregaard, S., 2000. Biologisk bekæmpelse i det nye årtusinde. Gartner Tidende, 34, 74-75.

- Brødsgaard, H.F., 1989a. [Monitoring of thrips in glasshouses by means of blue sticky traps.] (Danish, English summary). 6th Danish Plant Protection Conference / Pests and Diseases: p.69-76.
- Brødsgaard, H.F., 1989b. Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Journal of Applied Entomology* 107 (2): p. 136-140.
- Brødsgaard, H.F., 1990. The effect of anisaldehyde as a scent attractant for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and the response mechanism involved. *IOBC/WPRS Bulletin* 13 (5): p. 36-38.
- Brødsgaard, H.F., 1993a. Monitoring thrips in glasshouse pot plant crops by means of blue sticky traps. *IOBC/WPRS Bulletin* 16 (8): 29-32.
- Brødsgaard, H.F., 1993b. Coloured sticky traps for thrips (Thysanoptera: Thripidae) monitoring on glasshouse cucumbers. *IOBC/WPRS Bulletin* 16 (2): 19-22.
- Brødsgaard, H.F., 1994. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology* 117, 498-507.
- Brødsgaard, H.F., 1995. 'KEEP DOWN' % A concept of thrips biological control in ornamental pot plants. p. 221-224. *In* Parker, B.L., M. Skinner & T. Lewis [eds.]. *Thrips biology and management*. Plenum Publishing Corp., New York
- Brødsgaard, H.F. & Jakobsen, J., 1988. The Western Flower Thrips – a troublesome visitor in the glasshouse] (Danish). *Grøn Viden* 25: 4 pp.
- Brødsgaard, H.F. & A. Enkegaard, 1995. Biologisk bekæmpelse af bladlus og trips på pottegerbera. 12. Danske Planteværnskonference. SP rapport nr. 4, 257-266.
- Brødsgaard, H.F. & A. Enkegaard, 1997. Interactions among polyphagous anthocorid bugs used for thrips control and other beneficials in multi-species biological pest management systems. *In* Pandalai, S.G. (ed.) *Recent Res. Devel. in Entomol.*, 1, 153-160. Research Signpost. Trivandrum.
- Brødsgaard, H.F. & A. Enkegaard, 1999. Pesticidernes redning. *GartnerTidende* nr. 11, 14-15
- Brødsgaard H.F. & Enkegaard A., 2000 Interspecific interactions among entomophagous insects in protected cultures. *Proc. XXI International Conf. Entomol. Iguacu Falls, Brazil, August 20-26 2000*: 208.
- Brødsgaard, H.F., Bennison, J. & van Lenteren, J.C. (eds.), 1990. Working Group "Integrated Control in Glasshouses". *Proceedings of the Meeting at Copenhagen (Denmark), 5 - 8 June 1990. IOBC/WPRS Bull. Vol. 8(5)*.
- Brødsgaard, H.F., A. Enkegaard, S. Jacobsen & J. Reitzel, 1996. Den røde spindemide *Tetranychus cinnembarinus*. *Gartner Tidende* 5/96, s. 9.
- Bunger, I., Liebig, H.P. & Zebitz, C.P.W., 1999. Infestation of greenhouse cucumber caused by several species of aphids and their biological control. *Gesunde Pflanzen*, 51, 75-80;
- Buus, C.H., 1997. Jagt på pesticider. *Ingeniøren*, 21.11.1997.
- Eilenberg, J., Enkegaard, A., Vestergaard, S. & Jensen, B., 2000. Biocontrol of pests on plant crops in Denmark: Present status and future potential. *Biocontrol, Science & Technology*, 10, 703-716
- Enkegaard, A., 1989. Bomuldsmellusen, *Bemisia tabaci*, og mulighederne for biologisk bekæmpelse v.h.a. snyltehvepsen, *Encarsia formosa*. 6. Danske Planteværnskonference 1989, 83-89.
- Enkegaard, A., 1990. Ærteminérfluen (*Liriomyza huidobrensis*) - bliver den et problem i de danske væksthuse? 7. Danske Planteværnskonference 1990, pp. 389-395.
- Enkegaard, A., 1993a. *Encarsia formosa* parasitizing the Poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* on Poinsettia: Bionomics in relation to temperature. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 69, 251-261.

- Enkegaard, A., 1993b. The Poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae): Biological and demographic parameters on Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) in relation to temperature. Bulletin of Entomol. Research. 83, 535-546.
- Enkegaard, A., 1994. Temperature dependent functional response of *Encarsia formosa* parasitizing the Poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* on Poinsettia. Entomologia Experimentalis et Applicata, 73, 19-29.
- Enkegaard, A. & H.F. Brødsgaard, 1994. Biologisk bekæmpelse af spindemider og trips på pottegerbera. 11. Danske Planteværnskonference. SP rapport nr. 7, 307-320.
- Enkegaard, A. & H.F. Brødsgaard, 1995. Biologisk bekæmpelse i pryddplanter - hvem æder hvem? Gartner Tidende 21/95, 16-18.
- Enkegaard, A., Meyling N.V. & Brødsgaard, H.F., 2000. Bekæmpelse med flere nyttedyr. GartnerTidende 12, s. 16-17
- Enkegaard, A., Funck Jensen, D., Folker-Hansen, P. & Eilenberg, J., 1999. Present use and future potential for biological control of pests and diseases in Danish glasshouses. IOBC/WPRS Bulletin, 22(1) 65-68
- Giezen, M.M., 1993. Side-effect of a fungicide on *Typhlodromus pyri* and the flexibility of the predatory mite population. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent, 58, 491-495
- Gray, L.E. & Kelce, W.R., 1995. Androgene hæmmers virkning og tilstedeværelse i miljøet. Baggrundspapirer til Miljø- og planlægningsudvalgets høring om østrogen-stoffer, 11. oktober 1995, s. 11-12.
- Hassan, S.A., 1982. Comparison of the use of three different lines of *Phytoseiulus persimilis* in the control of *Tetranychus urticae* on cucumbers under glass. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 93, 131-140
- Helyer, N.L., Grimmett, G. & Pickford, R.J.J., 1983. The use of polybutenes in crop protection. 10th International Congress of Plant Protection 1983. Volume 2. Proceedings of a conference held at Brighton, England, 20-25 November, 1983. Plant protection for human welfare, 573.
- Holdsworth, R.P., 1972. European red mite and its major predators effects of sulphur. Journal of Economic Entomology, 65, 1098-1099
- Jensen, S.E. & Brødsgaard, H.F., 2000. Host plant effects on activity of detoxification enzymes and insecticide tolerance in western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Insecta). ATLA 28, 503-508.
- Kapadia, M.N. & Puri, S.N., 1994. Varietal preference of parasitoids of cotton whitefly. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 19, 278.
- Laska, P., 1980. Effectiveness of pesticides applied to plant roots against the glasshouse whitefly (*Trialetrodes vaporariorum*) and their phytotoxicity. Bulletin, Vyzkumny a Slechtitel'sky Ustav Zelinarsky Olomouc. No. 23-24, 51-67.
- Martin, N.A. & Wearing, C.H., 1990. Natural enemies for inundative and seasonal inoculative release: policy issues. Proceedings of the Forty Third New Zealand Weed and Pest Control Conference. 1990, 209-211;
- McAuslane, H.J., Johnson, F.A., Colvin, D.L. & Sojack, B., 1995. Influence of foliar pubescence on abundance and parasitism of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean and peanut. Environmental Entomology, 24, 1135-1143.
- Meyling, N.V., Enkegaard, A., Brødsgaard, H.F. & Münster-Swendsen, M., 2001. *Anthocoris*-tæger: præference for forskellige bladlusarter og samspil med snyltehevpse. 18. Danske Planteværnskonference, marts 2001 (*in press*).
- Miljøstyrelsen, 1995. Mandlig reproduktion og kemiske stoffer med østrogenlignende effekter. Miljøstyrelsens miljøprojekt nr. 292, s. 53 - 58.
- Nihoul, 1993. Controlling glasshouse climate influences the interaction between tomato glandular trichome, spider mite and predatory mite. Crop Protection, 12, 443-447.



- Nilsson, U., 1998 Application of pesticides in greenhouses - techniques and working environment. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Agraria, No. 113, 70 pp.
- Pruszyński, S., Piatkowski, J., Domagala, T. & Kunicka, S. 1990. Integrated methods of autumn tomato protection in the glasshouse from the example of Malinowo State Farm. Materiały Sesji Instytutu Ochrony Roslin, 30, 257-262.
- Rosenheim, J.A., Kaya, H.K., Ehler, L.E., Marois, J.J. & Jaffe, B.A., 1995. Intraguild predation among biological-control agents: Theory and evidence. Biological Control 5, 303-335.
- Sampson, C. & Jacobson, R., 1999. *Macrolophus caliginosus*: a predator causing damage to UK tomatoes. IOBC/WPRS Bull., 22(1), 213-216.
- Sanchez, J.A., Garcia, F., Lacasa, A., Gutierrez, L., Oncina, M., Contreras, J., Gomez, Y.J., Albajes, R. (ed.) & Carnero, A., 1997. Response of the anthocorids *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* and the phytoseiid *Amblyseius cucumeris* for the control of *Frankliniella occidentalis* in commercial crops of sweet peppers in plastic houses in Murcia, Spain. IOBC/WPRS Bull., 20(4), 177-185;
- Schmidt, J., 1994. Pirate bugs plunder greenhouse pests. Agri-food-Research-in-Ontario, 17, 12-15;
- Svendsen, M.S., Enkegaard, A. & Brødsgaard, H.F., 1999. Influence of humidity on the functional response of larvae of the gall midge (*Feltiella acarisuga*) feeding on spider mite eggs. IOBC/WPRS Bulletin 22 (1), 243-246.
- van der Linden, A., 1992. Development of an IPM program in leafy and tuberous crops with *Liriomyza huidobrensis* as a key pest. IOBC/WPRS Bull. 16 (2), 93-95.
- van der Staay, M., 1992. Chemical control of the larvae of the leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in lettuce. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent, 57, 473-478.
- van Driesche, R.G., Lyon, S.M., Hoddle, M.S., Roy, S. & Sanderson, J.P., 1999. Assessment of cost and performance of *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) for whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) control in commercial poinsettia crops. Florida-Entomologist, 824, 570-594.
- van Lenteren, J.C., Ramakers, P.M.J. & Woets, J., 1980. World situation of biological control in greenhouses, with special attention to factors limiting application. Faculteit van de Landbouwwetenschappen Gent: XXXII International Symposium on Crop Protection.: XXXII International Sym Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent, 45: 537-544;
- van Lenteren, J.C. (ed.), 1993. Working Group "Integrated Control in Glasshouses". Proceedings of the Meeting at Pacific Grove (California), 25 - 29 April 1993. IOBC/WPRS Bull. Vol. 16(2).
- van Lenteren, J.C. (ed.), 1996. Working Group "Integrated Control in Glasshouses". Proceedings of the Meeting at Vienna (Austria), 20 - 25 May 1996. IOBC/WPRS Bull. Vol. 19(1).
- van Lenteren, J.C. (ed.), 1999. Working Group "Integrated Control in Glasshouses". Proceedings of the Meeting at Brest (France), 25 - 29 May 1999. IOBC/WPRS Bull. Vol. 22(1).
- van Looy, L., Sneijders, B. & Stepman, W., 1999. Plant protection in greenhouses. 'Pest in first': new prospects for biological control in tomatoes. Proeftuinnieuws, 9, 32-33
- Vogt, H. & Heimbach, U. (eds.), 2000. Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". Proceedings of the Meeting at Versailles (France), 27 - 29 October 1999. IOBC/WPRS Bull. Vol. 23(9).
- Wardlaw, L.R. & van Lenteren, J.C. (eds.), 1993. Working Group "Integrated Control in Glasshouses". Proceedings of the Meeting at Cambridge (UK), 8 - 11 September 1992. IOBC/WPRS Bull. Vol. 16(8).
- Ydergaard, S., Enkegaard, A. & Brødsgaard, H.F., 1997. The predatory mite *Hypoaspis miles*: Temperature dependent life table characteristics with sciarid

larvae, *Bradysia paupera* and *Bradysia tritici* as prey. Ent. exp. Appl. 85, 177-187.

#### 4.1.4 Insektbekæmpelse ved hjælp af miljøvenlige gasser

Ved dansk væksthushproduktion af *prydplanter* har erhvervet i de seneste 15 år arbejdet med brugen af biologisk bekæmpelse primært i form af udbringning af nyttedyr og mikroorganismer. Dette har vist sig at være vellykket i specielt langvarige kulturer, og har fundet stadig større udbredelse.

Denne alternative bekæmpelsesform anvendes således i dag i større eller mindre omfang i forbindelse med 30-35% af potteplanteproduktionen (Enkegaard *et al.*, 1999, se også kapitel 6).

Imidlertid er der nogle begrænsninger for brugen af og succes med biologisk bekæmpelse. Tilstedeværelsen af uønskede skadedyr i importerede varer kan kræve en hurtig bekæmpelse. Netop i kraft af kravet om hurtig og effektiv udryddelse, kan dette som oftest ikke klares alene med biologisk bekæmpelse. Alternativet til brugen af pesticider vil så i mange tilfælde være kassation af plantematerialet. For høje niveauer af skadedyr eller særligt vanskelige skadedyr i det importerede plantemateriale kan hindre eller hæmme den ønskede effekt af biologisk bekæmpelse. Endvidere er der som tidligere nævnt en begrænsning i forbindelse med brug af nyttedyr imod skadedyr i den sidste fase før salg til visse eksportmarkeder, da der herved ikke kan sikres en total fjernelse af skadedyr. Eksport af potteplanter fra danske væksthushgartnerier udgør en meget stor del af den samlede produktion. I 1997 blev der eksporteret potteplanter til en samlet værdi på over 2,5 mia. kr. (Johansen, 1998). En del af denne eksport går til lande som Canada, Japan og USA, som har meget restriktive importregler. Disse lande accepterer ingen levende dyr på importerede planter, det være sig skadedyr som nyttedyr. Derfor er denne eksport for tiden yderst afhængig af intensiv brug af pesticider for at kunne leve op til importkravene.

##### *Alternativer*

Plantebeskyttelse med biologisk bekæmpelse som hovedelement vil kunne få stor gavn af en supplerende plantebeskyttelsesmetode, der kan nedbringe skadedyrbestande og slutteligt fjerne uønsket dyreliv, og som er behæftet med en minimal miljøbelastning. En sådan metode kunne tænkes at være behandling af planterne med forskellige gasarter i lukkede beholdere. Metoden er kendt f.eks. ved gasning af høstet frugt på lager eller under søtransport. Ligeledes har bekæmpelse af insekter og mider ved gasning med CO<sub>2</sub>, eventuelt under lave O<sub>2</sub>-forhold, været kendt og praktiseret i tørrede fødevarer som f.eks. korn og ris i mange år. Teknikkerne er i mellemtiden blevet forfinet og lagerskadedyr bekæmpes nu i vid udstrækning med CO<sub>2</sub> - eventuelt under vekslende trykforhold. Også i letfordærlige fødevarer som f.eks. æbler og vindruer er denne bekæmpelsesform begyndt at tage sin anvendelse.

Tilsvarende behandlinger med miljøvenlige gasser kunne tænkes som alternativ til pesticidbehandling af potteplanter ved im- og export. Dog er der mindst to alvorlige begrænsninger ved gasbehandling af potteplanter i forhold til høstet frugt: Planterne skal forblive upåvirket af behandlingen, så fortsat vækst hos producenter og forbrugere ikke begrænses, og varigheden af behandlingen må være så kortvarig, ned til 6-8 timer, så eksporten ikke hindres/fordyres væsentligt af en længere gasningsperiode efter pakning (Kaj Jensen, GASA Odense, pers. komm.).

Bekæmpelse af skadedyr og eventuelt andre dyr i prydplanter med gasning vil også, af hensyn til planteproduktion, arbejdsmiljø og planlægning, kræve en kortvarig behandling, og den må ikke resultere i en nævneværdig reduktion af planternes kvalitet og holdbarhed.

## *Vurdering af anvendelse af gasning af planter fra væksthuse*

### *Biologisk effekt: På skadevolder*

Erfaringer fra gasning af høstede grøntsager og snitblomster har vist, at f.eks. høje CO<sub>2</sub> koncentrationer i perioder på ned til 12 timer er dødelige for visse insekter, og ved moderate koncentrationer indtræder der en effekt på skadedyr efter 7-14 dage (Cantwell *et al.*, 1995).

Pilotforsøg ved Danmarks JordbrugsForskning-Årlev har vist, at i langt de fleste tilfælde er gasbehandling på mindre end 14 timer ikke effektiv, fordi der er mindre mængder O<sub>2</sub> tilstede så dyrene går i dvale (Ottosen, pers.komm.). Ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg er der et igangværende projekt (finansieret af Strukturdirektoratet og private midler), der skal forsøge at undersøge om tiden, der er nødvendig for at opnå en dødelig effekt på skadedyr og nyttedyr kan nedsættes til 6 timer.

### *Biologisk effekt: På nyttedyr*

Der er p.t. ingen erfaringer om gasbehandlinger på nyttedyr, men det formodes, at effekten på nytteinsekter og -mider vil være tilsvarende effekterne på skadedyr af samme størrelse og dyregruppe.

### *Biologisk effekt: På planten*

Et pilotprojekt ved Danmarks JordbrugsForskning-Årlev har vist, at skaderne på planterne kan være ganske betydelige efter gasbehandling med forskellige gasblandinger.

### *Energimæssig effekt: Direkte*

En ændring af brug af pesticider til brug af biologisk bekæmpelse kombineret med gasbehandling, vil, hvis gasbehandling med miljøvenlige gasser viser sig effektivt, skønnes at være energi-neutral.

### *Energimæssig effekt: Indirekte*

En ændring af brug af pesticider til brug af biologisk bekæmpelse kombineret med gasbehandling, vil, hvis gasbehandling med miljøvenlige gasser viser sig effektivt, være forbundet med en nettoforøgelse af det indirekte energiforbrug i forbindelse med oprensning, kompression og transport af gasserne.

### *Besparelse/merforbrug*

En ændring af brug af pesticider til brug af biologisk bekæmpelse kombineret med gasbehandling, vil, hvis gasbehandling med miljøvenlige gasser viser sig effektivt, være forbundet med en nettoforøgelse af energiforbruget.

### *Arbejdsomkostning*

En ændring af brug af pesticider til brug af biologisk bekæmpelse kombineret med gasbehandling, vil, hvis gasbehandling med miljøvenlige gasser viser sig effektivt, være forbundet med en nettoforøgelse af arbejdsforbruget, da der vil være tale om omlæsning af planterne til gasningsrum enten hos gartnerierne eller hos speditionsfirmaer.

Arbejdsomkostning vil der blive tale om en forbedring, da påvirkningen fra pesticider vil kunne elimineres.

### *Økonomisk effekt*

Forudsat at det lykkes at finde en effektiv gasningsmetode med miljøvenlige gasser, vil eksporten af potteplanter til yderst lukrative markeder kunne udvides betragteligt med deraf følgende merindtjening for erhvervet. Ligeledes vil brug af effektiv gasning kunne "rense" importeret plantemateriale, inden dette udplantes i produktionsdrivhuse. Herved opnås ikke kun en besparelse i forbindelse med en

efterfølgende behandling af planterne med pesticider eller biologiske midler, der vil også være en meget stor økonomisk effekt i forbindelse med hindring af indslæbning af svært bekæmpelige skadedyr til andre kulturer i gartnerierne.

#### *Miljømessig effekt*

Forudsat at det lykkes at finde en effektiv gasningsmetode med miljøvenlige gasser, forventes det, at behandlinger med mide- og insektpesticider vil kunne reduceres drastisk. En gasbehandling vil udgøre et vigtigt element i den integrerede plantebeskyttelsesteknik (IPM), og som skal støtte op om biologisk bekæmpelse af skadevoldere.

#### *Gennemførlighed*

Det er for tiden yderst usikkert om metoden vil være gennemførlig. Det er endnu ikke lykkedes at finde miljøvenlige gasser som er tilstrækkeligt effektive og som ikke samtidig er planteskadelige. Der udføres i år et pilotprojekt vedrørende metodens gennemførlighed ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg og Danmarks JordbrugsForskning-Årslev. I dette pilotprojekt fokuseres på mulighederne for at benytte CO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub> i korttidsbehandling. Behandlingen vil i første omgang være høje CO<sub>2</sub>-koncentrationer og eventuelt lave O<sub>2</sub>-koncentrationer, hvor N<sub>2</sub> anvendes til at fortrænge O<sub>2</sub>.

#### *Barrierer*

Den væsentligste barriere mod brug af miljøvenlige gasser til skadedyrsbekæmpelse på potteplanter anses for at være den yderst korte tid, der er til rådighed til selve behandlingerne (6-8 timer). Tidligere erfaringer med CO<sub>2</sub>-gasning bygger på længere behandlingsforløb. Størrelsen af denne barriere vil måske blive afdækket under det igangværende pilotforsøg ved DJF. Blandt andet CO<sub>2</sub>-behandling er testet på blødere grønsager som jordbær, og her har der vist sig bivirkninger f.eks. i form af gråskimmel. En tilsvarende øget følsomhed over for plantepatogener kan tænkes hos potteplanter efter gasbehandling. Endvidere gælder generelt, at viden om effekten af miljøneutrale gassammensætninger på insekters og miders respiration eller øvrige livsfunktioner er stærkt begrænset, men at æg og pupper hører til de mest ufølsomme livsstadier og derfor vil kunne kræve flere intervalbehandlinger.

#### *Tidshorisont*

Som beskrevet ovenfor er potentialet for behandling af im- og eksportplanter med miljøvenlige gasser stort forudsat, at det lykkes at finde en effektiv gasningsmetode. Realiseringen af potentialet afhænger som nævnt af en række for tiden ukendte forhold. Lykkes det at udvikle metoden, vil implementeringen ske endog yderst hurtigt pga. det store økonomiske potentiale metoden indeholder.

#### *Litteratur til afsnit 4.1.4.*

- Cantwell, M.I., Carpenter, A. & Nie, X. (1995). Short-term and long-term carbon dioxide treatments for insect disinfection of flowers and leafy vegetables. Proc. int. conf. Harvest and post harvest technologies for fresh fruit and vegetables, Guanajuato, Mexico: 287-292.
- Enkegaard, A., Jensen, D.F., Folker-Hansen, P. & Eilenberg, J. (1999). Present use and future potential for biological control of pests and diseases in Danish glasshouses. IOBC/WPRS Bull. 22: 65-68.
- Johansen B.P. (1998): Dansk gartneri i tal. Gartner Tidende 36: 80.

### **4.1.5 Konklusion - skadedyr**

Diverse forebyggende foranstaltninger kan mindske angreb og spredning af skadedyr og dermed brugen af pesticider. Forebyggende metoder vil desuden øge

mulighederne for en stabil biologisk bekæmpelse. Visse forebyggende foranstaltninger er umiddelbart realiserbare i ethvert gartneri, mens andre kræver gartnerispecifikke ændringer, der kan være mere eller mindre tidskrævende og omkostningsfyldte.

For agurk og tomat er der ikke de samme krav til insektfrie afgrøder som for pryddplanter. For de fleste skadedyr vil en mindre forekomst ikke skade kulturen hvorfor biologisk bekæmpelse med nyttedyr anvendes med stor succes i både tomater og agurker. Bekæmpelsesmidler anvendes oftest kun til at korrigere hvis den biologiske bekæmpelse kommer ud af kontrol eller til sanering ved afslutningen af en kultur. Biologisk bekæmpelse anvendes i væsentligt mindre omfang til pryddplanter og potentialet for en øget brug af biologisk skadedyrsbekæmpelse ligger indenfor pryddplanteproduktionen. I princippet kan alle skadedyr i danske pryddplanter bekæmpes biologisk. Der er dog en række forhold som komplicerer anvendelsen i disse kulturer, herunder at der mangler essentiel viden på en række områder. Med en massiv indsats til afhjælpning af barriererne vil der kunne ske en væsentlig forøgelse i biologisk bekæmpelse i pryddplanter indenfor en 10 års horisont.

*Udvikling og implementering af statiske eller, især, dynamiske beslutningsstøtte-systemer til danske forhold vil bedre mulighederne for alternativ bekæmpelse af skadedyr. Processen er tidskrævende, men simple statiske systemer kan udvikles indenfor en periode på relativt få år. Mere komplekse statiske systemer, samt dynamiske beslutningsstøttesystemer som er anvendelige i en række kulturer, kræver derimod en større indsats. Der mangler endnu i høj grad essentiel viden og erfaring på en række områder.*

Insektbekæmpelse vha. miljøvenlige gasser er en potentiel interessant metode til behandling af planter umiddelbart før de importeres/eksporteres og således 'rense' planterne for såvel skade- som nyttedyr i de aftagerlande som har en meget lav eller 0-tolerance overfor tilstedeværelse af skade- og/eller nyttedyr på salgstidspunktet. Metoden er ikke anvendelig før der bliver udviklet en tilstrækkelig effektiv gasningsmetode, som ikke er planteskadelig.

Tabel 16. Oversigt over alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr i væksthuseproducerede planter.

Kultur	Strategi	Biologisk effekt skadedyr	Biologisk effekt nytteorg.	Effekt på afgrøde eller kvalitet	Direkte Energi effekt	Arbejds-mæssig effekt	Miljøeffekt	Økonomisk effekt	Anvendelighed (<5 år; 5-10 år)
Grønsager Pryddplanter	1) 1)	red. i pesticid-forbrug <sup>1</sup> ditto <sup>1</sup>	ingen/positiv effekt ingen/positiv effekt	Ingen/positiv effekt Ingen/positiv effekt	besparelser ditto	merarbejde ditto	Reduceret pesticid-forbrug		<5 år <5 år
Grønsager Pryddplanter	2) 2)	red. i pesticid-forbrug ditto	ingen/positiv effekt ditto	Ingen/negativ effekt <sup>2</sup> ditto <sup>2</sup>	Uændret/ besparelser ditto	Uændret/ merarbejde <sup>3</sup> ditto <sup>3</sup>	Reduceret pesticid-forbrug		<5 år <5 år
Grønsager Pryddplanter	3) 3)	op til 100% op til 100%	ingen/negativ effekt ditto	Ukendt Ukendt	Ingen Ingen	Ingen Ingen	Reduceret pesticid-forbrug	Forøgede udviklingsomkostninger	5-10 år forholdsvist langsigtet
Pryddplanter	4)	op til 100%	vides ikke	evt. skader	Ingen Ingen	Uændret Uændret	Reduceret pesticid-forbrug		
Grønsager Pryddplanter	5) 5)	red. forbrug - op til 100% ditto	Ingen Ingen	Ingen Ingen	besparelser besparelser	merarbejde merarbejde	Reduceret pesticid-forbrug		<5 år <5 år

1) plantebeskyttelsesmodeller og beslutningsstøttesystemer

2) forebyggende foranstaltninger som karantæne, arbejdsgang, netdækning

3) værtplanteresistens

4) Insektbekæmpelse vha. miljøvenlige gasser

5) biologisk bekæmpelse

<sup>1</sup> Kan ikke kvantificeres – dokumentation mangelfuld

<sup>2</sup> *Netdækning kan evt. influere negativt på planter (luftudskiftningen mindskes og kan medføre at temperatur og RH stiger)*

<sup>3</sup> *Hvis forebyggende foranstaltninger leder til øget brug af biologisk bekæmpelse, vil merarbejde være resultatet*

## 4.2 Sygdomme

I det følgende er beskrevet først forskellige forebyggende metoder til at undgå sygdomme i forbindelse med produktion af prydplanter og grønsager i væksthuse og dernæst er beskrevet metoder til bekæmpelse af sygdomme.

### 4.2.1 Prognose/varsling for bladsygdomme

Styring af væksthusklimaet er en vigtig sygdomsbekæmpende foranstaltning i væksthuse.

I danske gartnerier styres klimaet i væksthuse af en klimacomputer, der ud fra indkodede setpunkter holder vækstfaktorer, først og fremmest temperatur og luftfugtighed, inden for fastsatte grænser. Selv om der således er mulighed for at registrere og styre væksthusklimaet, er de muligheder, der anvendes til prognose/ varsling på friland, ikke anvendt i væksthuse. Årsagen kan være, at selve det at styre væksthusklimaet er en stor opgave med mange komplicerede parametre, der griber ind i hinanden. Samtidig er klimaførløbet i et kommercielt væksthuse dårligt beskrevet, da hovedparten af litteraturen omhandler resultater fra mindre forsøgsveksthuse, der ikke har den samme temperatur- og luftfugtighedsdynamik som kommercielle væksthuse.

De dominerende fabrikater af klimacomputere i Danmark er den danske DGT\*VOLMATIC og den hollandske Priva klimacomputer. DGT\*VOLMATIC klimacomputeren er velbeskrevet, der kan opsamles data og som noget nyt kan standardprogrammet overstyres ved programmering i et modul kaldet Condilink. Området klimastyring kan siges at have ligget i dvale i 30-40 år, fra termostaterne overtog den manuelle styring og til i dag. DGT\*VOLMATIC klimacomputeren kan operere med programkald, skrevet i programmeringssproget Pascal, men det er en dyr løsning, der kræver ekspertviden. Først med markedsføringen af sideprogrammet Condilink er der skabt mulighed for at overstyre klimacomputeren, omend Condilink må siges stadig at være dårligt beskrevet og mangler en række faciliteter.

#### *Svampesygdomme*

I potteplanter er der 2 bladsygdomme, der begge er ødelæggende kvalitetssygdomme: gråskimmel (*Botrytis cinerea*) og meldug (*Oidium spp.*).

Gråskimmel er en svamp, der kan angribe praktisk taget alle planter, og hvis sporer kan siges altid at være til stede. Meldug er opdelt i mange arter og smitteracer, der hver kan angribe én eller nogle få plantearter; de fleste planter kan dog angribes af én eller flere arter af meldug.

Den bestemmende faktor for infektion og sygdomsudvikling er fugt. Sporer af gråskimmel kræver frit vand for at spire, og derefter høj luftfugtighed for at inficere. Meldugsporer er relativt store og vandfyldte og kan spire og inficere ved høj luftfugtighed. Når der her tales om frit vand til sporespiring menes en mikroskopisk tynd vandhinde, der ikke nødvendigvis opfattes som våde plantedele.

Temperaturen er bestemmende for hastigheden af sporespiring og infektion. De fleste svampe, inklusive gråskimmel og meldug, har temperaturoptimum i området 18-24°C, samme område som væksthuseproduktionen ofte foregår ved, og den praktiske betydning af temperaturstyring for svampesygdomme er derfor uden betydning.

Der findes andre blad- og stængelsvampe i væksthuseproduktionen, de grundlæggende principper er de samme som for gråskimmel, og denne svampesygdom anvendes som model.

### *Infektionsfysiologi*

Der findes ikke infektionsfysiologiske resultater i litteraturen, der umiddelbart kan anvendes til styring af væksthusklimaet.

Xu *et al.* (2000) undersøgte infektion af gråskimmel i jordbærblomster gennem 3 år. Resultaterne viste færre infektioner ved lav luftfugtighed og temperaturer under 10°C, men der arbejdes med gennemsnit over 6-12 timer, og resultaterne er ikke anvendelige til klimacomputerstyring.

Marois *et al.* (1988) undersøgte infektion af roser i væksthuse med gråskimmel og relaterede angreb til gennemsnit af luftfugtigheder over 11 og 24 timer.

Gråskimmel kan inficere Pelargonie blomster og blade efter 4 timers fugt ved 21°C (Sirjusingh & Sutton, 1996). Tilsvarende fandt Broome *et al.* (1995), at vindruer, der blev dyppet i en vandig sporeopløsning, blev inficeret efter 4 timer under fugtige forhold i temperaturområdet 12-30°C.

Thomas *et al.* (1988) undersøgte forskellige kombinationer af temperatur, luftfugtighed og vind på sporulering af gråskimmel på vindruer og fandt, at det var fordampningspotentialer, der var bestemmende, og ikke luftfugtigheden.

Fordampningspotentialer er en funktion af mætningsdeficit, den mængde vanddamp, der mangler i, at luften er mættet, og vindhastighed i anden potens.

Det hollandske varslingssystem for gråskimmel i liljer og tulipaner rummer muligvis viden, der kan udnyttes i væksthuse, varslingssystemet er ikke publiceret og er kun kommercielt tilgængeligt via internettet på adressen <http://www.bowas.agroweb.nl/>.

Væksthusklimaet styres traditionelt ud fra det statiske, de øjeblikkelige værdier for temperatur, luftfugtighed m.m., medens den plantepatologiske respons er et resultat af det dynamiske, forløbet af vækstfaktorer. Data fra et væksthuse med moderat udvikling af gråskimmel blev analyseret ud fra samme principper som anvendes ved prognose/varsling på friland. Ved at antage, at en hurtig stigning i luftfugtighed fører til kondens og dermed starter sporespiring, og at efterfølgende høj luftfugtighed fører til infektion, blev grænseværdier for henholdsvis hurtig stigning og samhørende periode med høj luftfugtighed fundet ved frekvensanalyse, og ved efterfølgende beregning blev der fundet 2 infektionsperioder ud fra en antagelse, at 5% af de dårligste klimaforløb var fremmede for gråskimmel (Løschenkohl, 1997). Erfaringer fra den dynamiske klimastyring i Intelligrow projektet viser dog, at en dynamisk styring af klimaet med deraf følgende store variationer i f.eks. den relative luftfugtighed ikke har nogen åbenlys negativ effekt på angreb af gråskimmel måske fordi planterne bliver mere stresstolerante (Ottosen, pers. kom.)

I et delprojekt under forskningsprogrammet "Ressourceminimering i prydplanteproduktionen i væksthuse og på friland. Reduktion i pesticidanvendelsen" undersøges ved Danmarks JordbrugsForskning Flakkebjerg mikro- og makroklimaet i væksthuse, og den biologiske respons af gråskimmel undersøges i forsøgshus og sættes i relation til fordampning og det dynamiske forløb af mikro- og makroklimaet. De første tiltag på struktureret klimastyring vil blive foretaget i 2001. Det overordnede mål er en algoritme, der overstyrer optimeret fotosyntese.

### *Diskussion*

Styring af væksthusklimaet er et vigtigt tiltag til bekæmpelse af svampesygdomme i væksthuse. Ved at holde luftfugtigheden under et vist niveau forhindres svampesporer i at spire og inficere, og dannelsen af svampesporer hæmmes. En målrettet styring behøver ikke et merforbrug af energi, og i forhold til pesticidbehandlinger er der store besparelser for miljøet generelt og arbejdsmiljøet specielt.

Styringen sker overordnet på erfaringer, og hovedparten af væksthuse styres i dag med en øvre grænse (setpunkt) for luftfugtighed på 80% RH, selv om der er tale om forskellige typer og størrelser af væksthuse og kulturer. Denne statiske

styring af klimaet er utilstrækkelig i mange situationer, hvoraf der kan peges på nogle hovedproblemer:

Et velkendt eksempel fra praksis er forløbet ved slutningen af en solskinsdag. Der holdes en temperatur på 20°C om natten og i gråvej, i solskin åbnes luftvinduerne ved 24°C, og ved slutningen af en solskinsdag er der en stor udluftning for at slippe af med overskudsvarme og luftfugtighed fra planternes fotosyntese. Når solindstrålingen falder lukker vinduerne, når temperaturen kommer ned på 25°C, men planterne er stadig aktive og fordamper meget vand. Først når temperaturen falder til 20°C, sættes der varme på huset, og inden det virker, kan temperaturen nå at synke til 19 eller 18°C. Der er således et temperaturfald på 5-8°C, der rent fysisk betinger en kraftig stigning i luftfugtigheden. Samtidig sker der en afkøling af toppen af planterne på grund af udstråling, medens bunden af planterne stadig er varm, og der vil ske en kondensering af vanddamp i plantemassen, hvilket starter spiring af plantepatogene svampesporer. Inden hele systemet er faldet til ro er faserne for svampeinfektion gennemløbet: kondensering, der initierer sporespiring og en efterfølgende periode med høj luftfugtighed, der giver svampen tid til at inficere. Løsningen er ikke nem, men indeholder en algoritme, der genkender en solskinsdag og ud fra indstråling, ydre forhold og årstid reagerer med en gradvis lukning af vinduerne i temperaturintervallet 25-19°C samtidig med en gradvis åbning for varmen. Formålet er at sænke temperaturen uden, at luftfugtigheden stiger – problemet er at gøre det med et minimalt energiforbrug.

Et andet eksempel er slutningen af en række solskinsdage. Planter kan tilsyneladende gå i en rytme i perioder med høj indstråling, hvor de begynder at arbejde straks solen står op. På den første gråvejrsdag efter en solskinsperiode er planterne i solskinsrytme, og luftfugtigheden stiger kraftigt fra morgenstunden, og klinger først af i løbet af de følgende dage, men da er der ofte startet et angreb af plantepatogene svampe.

Også her vil en algoritme, der genkender en periode med solskinsdage, og som input desuden har vejrudsigten og på den sidste solskinsdag køler og tørrer væksthuset mest muligt ned, være en mulig forebyggende foranstaltning.

Styringen af luftfugtighed sker ved at hæve temperaturen og efterfølgende åbne vinduerne hvis nødvendigt. Det er en proces, der er energikrævende; i milde vintre er energiforbruget af samme størrelse som i kolde vintre. Det skyldes, at i kolde vintre kondenserer luftfugtigheden på glasset, medens den i milde vintre ventileres ud. I perioder om for- og eftersommeren, når temperaturen udenfor nærmer sig temperaturen i væksthuse, er der ingen effekt af at ventilere, alligevel bruges der energi på at forsøge at sænke luftfugtigheden. Løsningen er en måling af luftfugtigheden udenfor, så en algoritme kan beregne om det kan lade sig gøre at sænke luftfugtigheden i væksthuset ved kombineret varme og ventilation.

En simpel, manuel analyse af luftfugtighed i et væksthuis i relation til andre styringer kan vise, at pludselige stigninger i luftfugtighed, med følgende fare for angreb af svampesygdomme, er udløst af frakørsel af gardiner, slukning af vækstlys eller andre styringer, der ændrer energistatus. Løsningen ligger først og fremmest i at foretage analysen, og derefter er det ofte simple tiltag som at tidsforskyde de forskellige styreinstrukser, der kan løse problemet.

### *Vurdering af den praktiske anvendelse for prognose/varsling*

#### *Biologisk effekt*

Virkningen på svampesygdomme kan være total, der behøver ikke at være negative virkninger på planter eller ansatte.



#### *Miljømessig effekt*

Sprøjtning mod svampesygdomme kan helt undgås. Dette har især betydning for miljø og arbejdsmiljø, men også for plantevækst, da nogle pesticider har væksthæmmende sideeffekter.

#### *Energimæssig effekt*

Der kan forekomme situationer med et mindre merforbrug af energi, men hovedeffekten af en forbedret klimastyring er en tidsmæssig forskydning af energiforbruget.

#### *Arbejds-mæssig effekt*

Den arbejds-mæssige effekt er stor. Normalt lægges pesticidbehandlinger på fredage efter normal arbejdstid for at undgå problemer med re-entry. Det betyder ofte forsinkelse i behandling og yderligere sygdomsudvikling. Behandlinger i væksthuse kræver personlige værn, og er meget ubehageligt arbejde i det varme miljø. Klimastyring er en forebyggende behandling, og har ingen arbejds-mæssige ulemper.

#### *Økonomisk effekt*

For hovedparten af gartnerier vil det kræve en opdatering af klimacomputer-programmet, samt uddannelse af producenten eller opdatering af dennes viden. Selve anvendelsen kan være neutral, og har muligheder for besparelser via bedre planter og mindre spild.

#### *Gennemførlighed*

Baggrunden for en klimastyring mod svampesygdomme er grå viden, der skal underbygges af undersøgelser over sporulering og spiring i relation til mikro- og makroklima, før det anvendes erhvervs-mæssigt. Ændring af styringsprincippet for store kommercielle væksthuse skal ske under overvågning, da dynamikken i klimaændringer er anderledes end for små forsøgs-væksthuse. Gartnerierhvervet er meget positivt over for forskning indenfor dette område, og det vil ikke være vanskeligt at finde gartnerier, der vil indgå i et udviklingsarbejde. Tidshorizonten kan være 1-2 år, i øjeblikket er gartnerier økonomisk trængt af energipriser, og det kan muligvis være en barriere.

#### *Litteratur til afsnit 4.2.1.*

- Broome, J.C., English, J.T., Marois, J.J., Latorre, B.A. & J.C. Aviles., 1995. Development of an infection model for Botrytis bunch rot of grapes based on wetness duration and temperature. *Phytopathology* 85:97-102.
- Löschenkohl, B., 1997. Væksthusklimaets betydning for svampeangreb. 14. Danske Planteværns-konference - Sygdomme og Skadedyr. SP rapport 8, 207-219
- Marois, J.J., Redmond, J.C. & J.D. MacDonald., 1988. Quantification of the impact of environment on the susceptibility of *Rosa hybrida* flowers to *Botrytis cinerea*. *J. Am Soc. Hortic. Sci.* 113:842-845.
- Sirjusingh, C. & Sutton, J.C., 1996. Effect of wetness duration and temperature on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* 80:160-165.
- Thomas C.S., Marois, J.J & English, J.T., 1988. The effect of wind-speed, temperature, and relative humidity on development of aerial mycelium and conidia of *Botrytis cinerea* on grape. *Phytopathology* 78:260-265.
- Xu, X.-M., Harris, D.C. & Berrie, A.M. 2000. Modelling infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* using field data. *Phytopathology* 90:1367-1374.

#### **4.2.2 Indretning af gartnerier, arbejds-gange m.v.**

Indretningen af danske gartnerier er et resultat af den rationalisering, der skete i 70'erne og 80'erne. Rationaliseringen betød udvikling af rulle- og mobilborde og maskiner til fyldning af potter, til potning af planter, vask af borde og andre

arbejdsprocesser. 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. Samtidig har det også betydet passiv spredning af svampesygdomme afhængig af gartneriindretning og arbejds gange.

#### *Svampesygdomme*

To svampesygdomme spredes primært med luft: gråskimmel (*Botrytis cinerea*) og meldug (*Oidium spp.*). Gråskimmel danner store mængder sporer, der som tidligere nævnt (afsnit 4.2.1) kræver frit vand for at kunne spire. Alle planter kan angribes, men de største problemer findes omkring formering, og når planter 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, meldug derimod spredes kun om sommeren via planter på friland eller ved, at man får den ind i gartnerier med inficeret plantemateriale.

#### *Indretning og arbejds gange*

De fleste gartnerier har en fortid som små virksomheder, der har ekspanderet gennem årene. Udbygningen er sket ud fra de øjeblikkelige behov og ønsket om en rationel virksomhed. Det har medført, at mange gartnerier i dag har et centralt område, hvor hovedparten af arbejdsprocesser foregår, og hvor mobilbordsystemet udnyttes. Det betyder, at planter af forskellig alder behandles samtidig inden for et lille område, hvor sygdomme kan overføres fra ældre til yngre planter.

Når planter med gråskimmel eller meldug håndteres spredes sporerne. I et arbejdsrum, hvor der både blev pottet og sorteret halvfabrikata var der meget få gråskimmelsporer i luften under potning, men under sorteringen steg sporekoncentrationen markant (Löschenkohl, upubl).

Når man pakker færdigvarer har man svampesporer på sig, og overfører smitte hvis man derefter arbejder med yngre planter. Det hjælper at vaske hænder og skifte kitler, men det ideelle er, at hver arbejdsproces har sit personale, der ikke flytter rundt til andre arbejdsprocesser.

Hvis moderplanterne er inficerede med svampesygdomme overføres smitte til afkommet, og et så tidligt angreb kan være meget vanskeligt at bekæmpe. Det danske fremavlssystem tilbyder kontrolleret og certificeret plantemateriale, der kan anvendes som udgangspunkt.

Høj luftfugtighed er starten på svampesygdomme, hovedparten af luftfugtigheden kommer fra planter, men utætte vandrør eller skæve standere til recirkulerende vanding, giver fugtige bunde i væksthuse og efterfølgende problemer, når vandet fordamper. En betydende foranstaltning for at reducere luftfugtigheden omkring planterne og dermed smittetrykket er at sørge for en effektiv luftbevægelse over bordene og mellem planterne ved at vælge passende planteafstand og bordtype.

Al håndtering af planter frigør svampesporer. Forskellige systemer med kørende kraner transporterer ofte planter over længere afstande i gartnerier, hvilket bringer dem forbi mange andre planter, med følgende mulighed for overførsel af smitte. Det samme gælder ved intern transport på containere.

#### *Diskussion*

Det typiske danske gartneri er en rationel produktionsenhed med muligheder for passiv spredning af svampeproblemer.

Det ideelle gartneri har en enstrengt produktionsgang, hvor planter af forskellige aldre ikke kommer i kontakt med hinanden, og hvor personalet ikke skifter mellem arbejdsprocesser inden for en arbejdsdag. En tilnærmelse til det ideelle gartneri kan ske med små investeringer, hvor virksomheden gennemgås sammen med en konsulent, der påpeger ændringer af arbejdsgang og indretning, eller med store investeringer, hvor der sker en egentlig ombygning af gartneriet.

*Vurdering af den praktiske anvendelse ifm. indretning af gartnerier, arbejdsgange m.v.*

#### *Biologisk effekt*

Effekten af ændringer på spredning af skadevoldere kan være stor, effekten på planter er neutral eller positiv, da planteskadelige ændringer ikke gennemføres.

#### *Miljømessig effekt*

Målrættede ændringer i arbejdsgang og indretning vil spare pesticidbehandlinger.

#### *Energimæssig effekt*

Ændringer vil være neutrale eller sænke energiforbruget, da der samtidig er tale om moderniseringer.

#### *Arbejds-mæssig effekt*

Der bør ikke gennemføres ændringer, der forringer arbejdsklimaet. Der findes et eksempel på, at arbejdsprocesser ikke er blevet adskilt på grund af den manglende sociale kontakt, det ville medføre.

#### *Økonomisk*

Meget kan gennemføres med små midler, men ændringer i bestående indretning er særdeles kostbare. Større ændringer kan med fordel ske i forbindelse med udbygning af gartnerier.

#### *Gennemførlighed*

Ændringer i arbejdsgang og mindre ændringer i indretning kan ske med kort tidshorizont på konsulentbasis. Større ændringer i forbindelse med til- og ombygninger af gartnerier er et spørgsmål om at være opmærksom på problemstillingerne.

### **4.2.3 Rensning af recirkulerende vand- og gødningsvand**

Lukkede dyrkningssystemer er interessante fordi der ikke er noget spildt af vand eller gødning fra et sådant system, ligesom det forhindrer udslip af pesticider til jord eller overfladevand. Derimod er der i et recirkulerende system en stor risiko for spredning af rodpatogener, svampe- og virussygdomme.

Den bedste måde at udgå risikoen for smittespredning er at forhindre at patogener kommer ind i systemet. Det vil sige anvendelse af sundt plantemateriale, anvendelse af rent dyrkningssubstrat, anvendelse af rent vand og sidst men ikke mindst omhyggelig hygiejne (se også afsnit 4.2.2). Er dette ikke muligt, vil det være nødvendigt at foretage en desinfektion (se afsnit 4.4.1). Hvor der anvendes overfladevand eller vand opsamlet fra drivhustage til recirkulerende systemer, vil en desinfektion altid være nødvendig.

Der er godkendt et enkelt desinfektionsmiddel til tilsætning til vandet, men det må kun anvendes til prydplanter og er kun virksomt mod svampe der danner zoosporer. Det vil derfor være nødvendigt med et anlæg, der kan desinficere det recirkulerende vand. I Holland er der krav om recirkulering af gødningsvandet, og effektiviteten af forskellige typer anlæg til vandrensning er undersøgt (Runia

1994a, Runia 1994b, Runia 1995, Runia 2000.). Til undersøgelserne er anvendt *Fusarium oxysporium* og Tobak mosaik virus som testpatogener, da en fjernelse af disse er ensbetydende med at metoden også virker mod alle andre rodsvampe og virus i vandet. Generelt gælder at

1. Varmebehandling: Opvarmning til 95 °C i 30 sekunder er effektivt mod alle virus og svampe. Mod *Fusarium* alene er en temperatur på 54 °C i 15 sekunder 100 % effektiv. Fjernelse af *Pythium* og *Aphanomyces* kræver 51 °C i 15 sekunder, *Phytophthora* 44 °C i 15 sekunder og nematoden *Radopholus similis* 53 °C i 15 sekunder. Metoden er energikrævende, ca. 1 m<sup>3</sup> gas pr. m<sup>3</sup> vand. I Holland er metoden mest anvendt til agurker.
2. Ozonbehandling: Denne metode kan være svær at dosere rigtigt da, udover mikroorganismer, er pesticidrester, rodexudater, rodceller og visse gødningsstoffer som jernchelater og mangan også ozonforbrugende. Fra Holland angives at 10 gram ozon pr. m<sup>3</sup> vand pr. time og et pH under 4 er meget effektivt mod alle virus og svampe (Runia 1994a)
3. UV stråling: Ved denne metode anvendes stråling i bølgelængden 200 – 310 NM afhængig af typen. Ved en dosering på 250 mJ/cm<sup>2</sup> opnås 99,9 % virkning på alle rodpatogener mens man hvor der kun er behov for desinfektion mod svampe kan nøjes med 100 mJ/cm<sup>2</sup> (Runia 1994b).
4. Sandfiltrering: Et langsomt sandfiltet opbygget af store sten i bunden og et mindst 80 cm. tykt lag sand. Gennemstrømningshastigheden skal minimum være 100 l/m<sup>2</sup> sandoverflade pr. time for at være effektivt. Det er konstateret at metoden kun effektiv mod *Pythium* og *Phytophthora*. I Holland er metoden, i kombination med UV-behandling, den mest anvendte metode til tomater
5. Lava filtrering: Metoden ligner langsom sandfiltrering og en kornstørrelse på 1-4 mm og en gennemstrømningshastighed på 350 l/ m<sup>2</sup> er effektiv mod *Pythium* og *Phytophthora*.

Af øvrige behandlinger kan nævnes kulfiltre samt tilsætning af Trichoderma til vandingsvandet.

#### Litteratur til afsnit 4.2.3.

- Runia, W.T. 1995. A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless cultures. Acta-hortic. Wageningen: International Society for Horticultural Sciences. Feb. 1995 (382) p. 221-229.
- Runia, W.T. 1994a. Disinfection of recirculation water from closed cultivation systems with ozone. Acta-hortic. Wageningen: International Society for Horticultural Sciences. June 1994 (361) p. 388-396.
- Runia, W.T. 1994b. Elimination of root-infecting pathogens in recirculation water from closed cultivation systems by ultraviolet radiation. Acta-hortic. Wageningen: International Society for Horticultural Sciences. June 1994 (361) p. 361-377.
- Runia, W.T. 2000. Foredrag ved Temadag om forebyggelse af sygdomsspredning i recirkulerede systemer. Gartnertidende 40, 2000, p. 10-11.

#### 4.2.4 Værtplanteresistens overfor sygdomme

Forædling for resistens mod sygdomme og skadedyr er principielt ens, hvorfor muligheder og principper for at udvikle resistente sorter i et egentligt forædlingsprogram kun er beskrevet i afsnit 4.1.2. I mange af de nedenfor nævnte referencer er der fundet forskelle mellem sorter mht. resistens mod sygdomme. Endvidere kan det nævnes at mht. agurk har L. Dæhnfeldt A/S frembragt sorter resistente mod meldug, og disse anvendes i stort omfang såvel herhjemme som i udlandet. Thinggaard et al. (2001) fandt i genbankmateriale af agurk forskelle i accessionernes modtagelighed overfor den jordboende svamp *Pythium ultimum*, og fandt endvidere at disse accessioner kunne krydses med dyrkede agurksorter.

Mht. udvikling af de nødvendige screeningsmetoder for at selekere resistente sorter omfatter dette afsnit afgrøderne: Agurk, tomat, salat og potteplanter, samt svampesygdommene: *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, meldug, gråskimmel, *Phytophthora* og salatskimmel.

Der anvendes tre metoder til at undersøge og rangordne sorter efter tolerance eller resistens over for et givent patogen. Metoderne bygger på samme grundprincip, nemlig at man udsætter de udvalgte plantesorter for smitte med den patogene svamp, som ønskes undersøgt, og udviklingen af sygdomssymptomer sammenlignes mellem sorterne. De fleste patogene svampearter underopdeles i typer, som udviser forskellig aggressivitet over for værtplanten.

Naturlig smitte. Her anvendes naturligt forekommende smitte, idet sorterne dyrkes i et væksthuse, og man opgør for de svampeangreb, som forekommer. Man kan øge sandsynligheden for forekomsten af smitte, ved at dyrke planterne under klimatiske forhold, som fremmer angreb af svamp (Willumsen, 1995).

Kontrolleret smitteforsøg, som er omfattende og består af A) Indsamling og bestemmelse af isolater af den pågældende svamp. B) Udvikling af metode til at opbevare, vedligeholde og opformere svampeisolaterne. C) Udvikling af metode til at inficere værtplanten. D) Metode til at finde forskelle mellem sorterens resistens. E) Verificering af, at den anvendte metode giver samme resultat, som kendes fra praktisk dyrkning af de pågældende sorter.

Indirekte metoder. Indirekte metoder til at måle sorters resistens over for svampe er beskrevet for vin og gråskimmel (Sbaghi *et al.*, 1995) og for resistens hos agurk mod meldug (Yurina *et al.*, 1993), idet der er fundet en korrelation mellem kemiske stoffer, som planterne syntetiserer og resistensniveauet.

De indirekte metoder vurderes til at være væsentligt mere kostbare og tidskrævende at udvikle end de direkte metoder. Brug af naturligt forekommende smitte anvendes mest, hvor undersøgelse for sygdomsresistens ikke er det primære. Dog anvendes for nogle jordbårne svampesygdomme i stor udstrækning naturligt inficeret jord som smitekilde. I det følgende beskrives kontrollerede smitteforsøg.

Værtplanters resistens modsvares af patogenernes virulensgener. Der foregår en dynamisk proces, hvor der gennem mutationer og selektion opstår nye virulensgener, og der sker ændringer i patogenpopulationernes gensammensætninger, dvs. hyppigheden af de forskellige virulensgener. Det indebærer, at resistens i en værtplante kan nedbrydes. Det er derfor vigtigt, når man screener for resistens, at alle patogenets virulensgener er repræsenteret i isolatsamlingen. Screening for resistens er derfor en fortløbende proces, som foruden screeningsprocedurer også kræver løbende undersøgelser af patogenpopulationernes virulenssammensætning. Nogle svampe f.eks, meldug, salatskimmel og *Phytophthora* optræder med mange virulensgener.

### *Gråskimmel*

En metode til opformering af gråskimmelinokulum og smitte af potteroser er beskrevet af Yohalem (2000). Der foreligger ingen publiceret metode til at opgøre de væksthuskulturer som der i denne rapport fokuseres på for resistens mod gråskimmel. Der foreligger beskrevet en screeningsmetode for bønner i væksthus (Dixon & Doodson, 1975).

### *Pythium*

Der foreligger publiceret en metode til at opformere inokulum og smitte væksthustomat med *Pythium* (Paaske & Larsen, 2000). Der foreligger en metode til at screene ært i væksthus for resistens mod *Pythium* (Kraft & Nene, 1980). Metoden vil kunne overføres til andre plantearter. Ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg foreligger en indarbejdet metode til at opformere og smitte planter med *Pythium*.

### *Fusarium spp.*

Der er publiceret mange metoder til at screene sorter for resistens mod *Fusarium* spp. især for tomat (Tomarchio, 1973; Jarvis & Thorpe, 1976; Kesavan & Choodhury, 1977; Mochizuki & Yamakawa, 1988; Lukyanenko, 1991; Erb & Rowe, 1992; Juliatti et al., 1994; Kozik, 1999), men også nellike (Arthur & Matthews, 1980), Chrysanthemum (Fisher & Toussoun, 1983; Strider, 1985a; Strider, 1985b), daddelpalme (Sedra & Besri, 1994), gladiolus (Jones & Jenkins, 1975) og tulipan (Eijk et al., 1978).

### *Phytophthora spp.*

Der optræder flere forskellige arter af *Phytophthora*. Der er publiceret metoder til at screene sorter for resistens mod *Phytophthora* i tomat (Tomarchio, 1973; Hwang & Hwang, 1993), i sojabønner i væksthus (Jimenez & Lockwood, 1980), Saintpaulia (Strider, 1979), Nicotiana (McIntyre & Tayler, 1976; Tedford, 1990), Citrus (Whiteside, 1974), lucerne i væksthus (Gray et al., 1973), Gerbera (Thinggaard, 1991; Pedersen, 1993) og Campanula (Thinggaard, 1994).

### *Rhizoctonia*

Der er publiceret metoder til at screene sorter for resistens mod *Rhizoctonia* i tomatfrugter (Waraitch et al., 1976) og radise ved at anvende naturligt inficeret jord (Humaydan et al., 1976) og inokuleret jord (Nieuwhof & Giezen, 1995).

### *Meldug*

Der er publiceret metoder til at screene sorter for resistens mod meldug i agurk (Pluzhnikova, 1988; Fanourakis, 1991; Hansen, 1994; Cohen et al., 2000), courgette (Lemaire et al., 1999), vin (Aldwinckle et al., 1975) og Begonia (Strider, 1974; Madsen, 1997).

### *Salatskimmel*

Der er publiceret metoder til at screene sorter for resistens mod salatskimmel i salat med følgende referencer: Dixon, Tonkin & Doodson (1973); Dixon (1976); Crute & Johnson (1976); Osara & Crute (1981) og Zinkernagel (1983). Kirsten Thinggaard har tidligere foretaget undersøgelser af salatskimmelpopulationernes virulenssammensætning, så salatgartnerne kunne vælge salatsorter med modsvarende resistensgener.

For alle de nævnte svampe foreligger der ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg en indarbejdet metode til at opformere og smitte planter.

### *Konklusion*

For samtlige af de nævnte patogene svampe foreligger der ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg indarbejdede metoder til at vedligeholde og opformere inokulum og til at smitte værtplanter. Disse metoder vil rimeligt let

kunne overføres til forskellige værtplanter. De store indsats, for at opstille et screeningssystem for en udvalgt plantekultur, vil være indsamling af patogenisolater med vigtige virulensgener, og verificere, at resultaterne fra screeningsmetoden stemmer overens med resultater opnået i praksis. Endvidere skal nævnes, at vedligeholdelse af isolatsamlinger af svampepatogener, som er obligate parasitter, er kostbare, fordi isolaterne skal dyrkes på levende planter.

#### *Vurdering af metoderne*

I langt overvejende grad har inddragelse af sorter resistente mod sygdomme de samme konsekvenser som inddragelse af sorter resistente mod skadedyr (se afsnit 4.1.2).

#### *Litteratur til 4.2.4.*

- Aldwinckle, H.S., Watson, J.P. & Gustafson, H.L., 1975. *Plant Disease Reporter* 59, 185-188.
- Arthur, A.E. & Matthews, P., 1980. *Grower* 93, 17-31.
- Cohen, Y., Petrov, L. & Baider, A., 2000. *Acta Horticulturae* 510, 277-282.
- Crute, I.R. & Johnson, A.G., 1976. *Ann. appl. Biol.* 83, 125-137.
- Dixon, G.R., 1976. *Ann. appl. Biol.* 84, 283-287.
- Dixon, G.R., Tonkin, M.H. & Doodson, J.K., 1973. *Ann. appl. Biol.* 74, 307-313.
- Dixon, G.R. & Doodson, J.K., 1975. *Journal of the National Institute of Agricultural Botany* 13, 338-341.
- Eijk, J.P. van, Bergman, B.H.H. & Eikelboom, W., 1978. *Euphytica* 27, 441-446.
- Erb, W.A & Rowe, R.C., 1992. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117, 622-627.
- Fanourakis, N.E., 1991. *Acta Horticulturae* 287, 147-154.
- Fisher, N.L. & Toussoun, T.A., 1983. *Plant Disease* 67, 376-378.
- Gray, F.A., Hine, R.B., Shonhorst, M.H. & Naik, J.D., 1973. *Phytopathology* 63, 1185-1188.
- Hansen, H.H. Kampmann, 1994. Ph.D.afhandling. KVL, Institut for Jordbrugsvidenskab, Planteforædling og Bioteknologi.
- Humaydan, H.S., Williams, P.H., Jacobsen, B.J & Bissonnette, H.L., 1976. *Plant Disease Reporter* 60, 156-160.
- Hwang, J.S. & Hwang, B.K., 1993. *Plant Disease* 12, 1256-1259.
- Jarvis, W.R. & Thorpe, H.J., 1976. *Plant Disease Reporter* 60, 1027-1031.
- Jimenez, B. & Lockwood, J.L., 1980. *Plant Disease* 64, 775-778.
- Jones, R.K. & Jenkins, J.M., 1975. *Phytopathology* 65, 481-484.
- Juliatti, F.C., Pereira, J.J., Maluf, W.R., Rodrigues, E.J.R. & Lima, J.V., 1994. *Fitopatologia Brasileira* 19, 546-551.
- Kesavan, V. & Choodhury, B., 1977. *SABRAO-Journal* 9, 17-65.
- Kraft, J.M. & Nene, Y.L., 1980. *Proceedings of the consultants' group discussion on the resistance to soil-borne diseases of legumes.* 8-11 January, 1979, Patancheru, A. P., India. 1980, 129-133.
- Kozik, E.U. , 1999. *Vegetable Crops Research Bulletin* 50, 5-12.
- Lemaire, J. M., Conus, M., Ferriere, H., Ginoux, G. & Beraud, J., 1999. *Phytoma* 520, 42-45.
- Lukyanenko, A.N., 1991. *Genetic Improvement of Tomato* ed. G. Kalloo. Springer Forlag, 99-119.
- Madsen, C.H., 1997. *Speciale.* KVL, Institut for Jordbrugsvidenskab, Sektion for Planteforædling og Bioteknologi.
- McIntyre, J.L. & Tayler, G.S., 1976. *Phytopathology* 66, 70-73.
- Muchizuki, T. & Yamakawa, K., 1988. *Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, ornamental Plants and Tea* 2, 1988, 217-237.
- Nieuwhof, M. & Giezen, S., 1995. *Crucifera Newsletter* 17, 82-83.
- Osara, K. & Crute, I.R., 1981. *Ann. Agri. Fenniae* 20, 198-209.
- Paaske, K. & Larsen, J., 2000. *GartnerTidende* 36/2000, 12-13.

- Pedersen, J.K., 1993. Hovedopgave. KVL, Institut for Plantebiologi, Sek. Plantepatologi.
- Pluzhnikova, L.E., 1988. Seleksiya i Semenovodstvo, Moscow 4, 27-28.
- Sedra, M.H. & Besri, M., 1994. *Agronomie* 14, 467-472.
- Sbaghi, M., Jeander, P., Faivre, B., Bessis, R. & Fournioux, J.C., 1995. *Euphytica* 86, 41-47.
- Strider, D.L., 1974. *Plant Disease Reporter* 58, 875-879.
- Strider, D.L., 1985a. *Plant Disease* 69, 564-568.
- Strider, D.L., 1985b. *Plant Disease* 69, 836-838.
- Tedford, E.C., 1990. *Plant Disease* 74, 313-316.
- Thinggaard, K., 1991. 8. Danske Planteværnskonference 1991. Sygdomme og Skadedyr. *Tidsskrift for Planteavl's Specialserie S* 2109, 69-77.
- Thinggaard, K., 1994. *European Journal of Plant Pathology* 101, 111-114.
- Tomarchio, L., 1973. *Genetica Agraria* 28, 26-34.
- Yohalem, D.S., 2000. 17. danske Planteværnskonference. Havebrug. DJF rapport 12, Havebrug, 2000, 97-102.
- Yurina, O.V., Yurina, T.P. & Anikina, II. 1993. *Sel'skokhozyaistvennaya-Biologiya*, 113-117.
- Waraitch, K.S., Munshi, G.D. & Nandpuri, K.S., 1976. *Phytopathologia Mediterranea* 15, 68-69.
- Whiteside, J.O., 1974. *Plant Disease Reporter* 58, 713-717.
- Willumsen, J., 1995. SP rapport 24, 1995.
- Zinkernagel, V., 1983. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 90, 679-691.

#### 4.2.5 Biologisk bekæmpelse af sygdomme

Indenfor væksthuse er der store problemer med svampesygdomme, hvor de vigtigste er bladvampene gråskimmel og meldug og rodråd forårsaget af *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* og *Sclerotinia*. Der er identificeret en lang række mikroorganismer såvel bakterier som svampe med antagonistisk virkning overfor disse sygdomme (Tabel 17). Antagonisternes virkemåde er ofte ikke fuldt klarlagt. Der er beskrevet forskellige virkemåder som parasitisme, konkurrence om plads og næringsstoffer, antibiose og induktion af planteforsvar (Cook & Baker, 1983; Punja, 1997). Til bekæmpelse af rodpatogener er jordlevende mikroorganismer som bakterier (*Pseudomonas*, *Bacillus*), actinomyceter (*Streptomyces*) og svampe (*Trichoderma*, *Gliocladium*, *Glomus*) velegnede. Disse antagonister er ikke nødvendigvis også brugbare til bekæmpelse af bladpatogener idet bladmiljøet byder på store svingninger i temperatur, fugtighed og lys. Antagonistiske mikroorganismer som kan klare sig og etablere sig i bladmiljøet er f. eks. sporedannende bakterier (*Bacillus*), gærsvampe (*Pichia*, *Candida*) og pigmenterede svampe (*Ulocladium*) (Fokkema, 1993; Elad *et al*, 1994; Elad *et al*, 1996).

Tabel 17. Eksempler på antagonister med oversigt over hvor de kan anvendes, deres levevis og virkemåde.

Antagonister	Rodpatogener	Bladpatogener	Virkemåde
<i>Pseudomonas</i>	+	-	Antibiose
<i>Bacillus</i>	+	+	Antibiose
<i>Streptomyces</i>	+	-	Antibiose
<i>Pichia</i>	-	+	Konkurrence
<i>Trichoderma</i>	+	+	Konkurrence
<i>Glomus</i>	+	+	Tolerance
<i>Ulocladium</i>	-	+	Konkurrence

Der er verden over udviklet omkring 50 kommercielle produkter, hvoraf kun en håndfuld forhandles i Danmark (Paaske, 2000). Disse mikrobiologiske midler er hovedsageligt baseret på svampeslægten *Trichoderma* (Tabel 18), men der er nye



produkter på vej til det danske marked indeholdende bla. svampen *Gliocladium catenulatum* og bakterien *Bacillus subtilis* (Tabel 19).

Tabel 18. Mikrobiologiske plantebeskytelsesmidler mod svampesygdomme, der må markedsføres i Danmark

Organisme	Produkt navn
Trichoderma harzianum og T. polysporum	Supresivit Trichodex Biofungus Trichoflow Trichogard Trichopel Binab TF Tri002 og Tri003
Streptomyces griseovirides	Mycostop

Tabel 19. Nye mikrobiologiske plantebeskyttelsesmidler indeholdende aktive organismer hvortil der er søgt om EU-godkendelse (Paaske, 2000)

Organisme	Målorganisme	Produkt navn
<i>Pseudomonas chloraphis</i>	Udsædsbårne kornsygdomme	Cedomon
<i>Ampelomyces quisqualis</i>	Meldug på vin	AQ10
<i>Gliocladium catenulatum</i>	Svampesygdomme i væksthuskulturer	PreStop
<i>Coniothyrium minitans</i>	Stor knoldbægersvamp	Contans
<i>Bacillus subtilis</i>	Svampe- og bakteriesygdomme	Seranade WP

Der er for nylig afholdt en international konference om biologisk bekæmpelse af sygdomme (6<sup>th</sup> IOBC/WPRS-EFPP Biocontrol Workshop). Her blev der præsenteret 109 indlæg om biologisk bekæmpelse, hvoraf flertallet omhandlede bekæmpelse af svampesygdomme med *Trichoderma* som virksom antagonist mod rod og bladsygdomme i flere forskellige kommercielle tilgængelige præparater. Nye midler under udvikling indeholder antagonisterne *Clonostachys* og *Ulocladium*. Der blev ligeledes præsenteret mange indlæg om brug af antagonistiske bakterier (*Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Bacillus* og *Brevibacillus*) og gærsvampe (*Candida* og *Pichia*).

#### Anvendelse af mikrobiologisk bekæmpelse af sygdomme

I det følgende gennemgås udvalgte kulturer med eksempler på anvendelse af mikrobiologisk bekæmpelse:

#### Væksthusgrønsager

##### Agurk

Trichodex (*T. harzianum*) og AQ10 (*Ampelomyces quisqualis*) er rapporteret effektive til bekæmpelse af meldug (Sztejnberg, *et al.* 1989, Dik & Elad 1999; Dik, *et al.* 1999). Ingen af de mikrobiologiske bekæmpelsesmidler baseret på *Trichoderma* (Binab TF, TRI 003, Supresivit, Biofungus), *Gliocladium* (Gliomix) og bakterien *Bacillus subtilis* (FZB24) var effektive mod rodråd forårsaget af *Pythium ultimum* og *Pythium aphanidermatum* i agurk (Paaske & Larsen, 2000). Mykorrhizasvampen *Glomus etunicatum* var effektiv til at forhindre udfald i kimplanter af agurk forårsaget af *Pythium ultimum* (Rosendahl & Rosendahl, 1990), mens forsøg med *Glomus intraradices* ikke gav nogen effekt mod *P. ultimum* i agurk (Thomsen & Nørgaard, 1999). Tilsvarende havde hverken *G. intraradices* (Larsen, Ravnskov & Jakobsen, manuskript) eller *T. harzianum* (Green & Jensen, 2000) virkning mod rodråd forårsaget af *P. ultimum*, men begge antagonist hæmmede patogenets vækst i jord.

##### Tomat

Trichodex er rapporteret effektiv mod gråskimmel (Dik *et al.* 1999; Dik & Elad 1999), men virker tilsyneladende bedre i kombination med fungicider (Shteinberg

*et al.* 1994). Gliomix (*Gliocladium*), FZB (bacillus) og Biofungus (*Trichoderma*) havde ingen virkning mod *P. aphanidermatum* (McCall, Paaske & Larsen, 2000).

#### Salat

*Coniothyrium minitans* er effektiv mod knoldbægersvamp i salat, dog kun ved lave smittetryk (Whipps and Budge, 2001).

#### Champignon

Visse isolater af *Trichoderma harzianum* forårsager sygdom hos champignon. Der anvendes endnu ikke biologisk bekæmpelse til at bekæmpe sygdomme i champignondyrkning, men brug af non-patogene isolater af *T. harzianum* vil måske kunne anvendes til at udkonkurrere de patogene isolater.

#### Prydplanter

*Ulocladium atrum* hæmmer sporulering af gråskimmel på blade i forskellige potteplanter (Köhl *et al.* 1998; Yohalem & Petersen, 2000; Yohalem, 2000a; Yohalem 2000b;). AQ10 virker hæmmende på meldug under fugtige forhold (Szhteinberg *et al.* 1994). Svampen *Sporothrix flocculosa* har under gartneripraktiske forhold været i stand til at reducere rosemeldug (Bélanger *et al.*, 1994). Sygdomme forårsaget af *Pythium* og *Phytophthora* kan reduceres gennem tilsætning af *Trichoderma* til voksemediet (Harman, 2000).

#### Lagersygdomme

De mest almindelige lagersygdomme i frugt og grønsager er gråskimmel (*Botrytis* spp.), blåskimmel (*Penicillium* spp.) og blødråd forårsaget af visse koblingsvampe (f. eks. *Rhizopus stolonifer*). Gærsvampene *Candida oleophila* og *Pichia uilleromondii* synes at være effektive mod disse sygdomme (Guetsky *et al.*, 2000).

#### Effekt på afgrøde

Det er velkendt at mykorrhizasvampe stimulerer planters vækst og kan fremme blomstring i prydplanter (Smith & Read, 1997), men også andre antagonistiske svampe som f.eks. svampen *Trichoderma* (Ousley *et al.*, 1994) og bakterier fra slægten *Pseudomonas* (McClullagh *et al.*, 1996) kan stimulere planters vækst. Kommersielle mikrobiologiske præparater indeholdende disse antagonistiske svampe sælges da også i de fleste tilfælde som plantevækststimulerende midler. Årsagen til den plantevækststimulerende virkning kendes ikke, men der er fremsat forskellige teorier som f. eks. udskillelse af jern chelerende stoffer, fosfatopløsende enzymer og hormoner.

#### Arbejds miljø

Man skal være opmærksom på, at der kan opstå arbejdsmæssige problemer ved anvendelse af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler.

#### Barrierer og forskningsbehov

I det følgende peges på områder, som udgør barrierer for anvendelse af biologisk bekæmpelse af sygdomme og hvilke forskningstiltag, som er nødvendige for at øge grundlaget for en yderligere anvendelse af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler mod sygdomme i væksthuse.

#### Grundlæggende biologi

Optimal brug af mikrobiologisk bekæmpelse af sygdomme kræver et indgående kendskab til både antagonist og patogen. Det er derfor vigtigt at der opbygges et videngrundlag om hvordan miljømæssige forhold som f.eks. pH, næringsstoffer, organisk materiale, fugtighed, temperatur mm påvirker såvel antagonist som patogen.

### *Formulering af inokulum*

Overordnet er der behov for mere viden om mikrobiologiske midlers etablering i plantedyrkningssystemer. Etablering af antagonister i miljøet hvor de skal virke er således af afgørende betydning for en effektiv bekæmpelse af sygdomme som midlerne er rettet imod. Det er derfor vigtigt at der forskes mere i midlernes formulering. Nogle antagonister vil f.eks. bedre kunne etablere sig hvis de har "madpakke" med.

### *Gennemførlighed*

Optimal udnyttelse af mikrobiologisk bekæmpelse af plantesygdomme vil givetvis kræve ændringer i nuværende gartnerpraksis. Der er således behov for videnopbygning omkring integrering af mikrobiologisk bekæmpelse af sygdomme i væksthuse hvor voksemedier, pesticider, gødskning, klima og plantehåndtering er centrale emner. Som eksempel kan nævnes brug af mykorrhiza til at øge planters tolerance overfor patogener. Etablering af mykorrhizasymbiosen er følsom overfor højt indhold af fosfor i voksemediet hvorfor brug af mykorrhiza vil kræve en justering af gartnerens fosforgødskning. Ved at holde den plantetilgængelige fosfor moderat til lav kan mykorrhizasymbiosen etableres og mykorrhizasvampen vil tillige kunne hjælpe planten med at optage fosfor så planten ikke kommer til at være i underskud af fosfor (Larsen, Ravnskov & Sandvad, 2000).

### *Konsortier af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler*

Kombination af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler eller udvikling af midler baseret på konsortier af mikroorganismer med forskellig virkemåde og levevis vil givetvis være mere effektiv end de enkelte midler hver for sig. Som eksempler kan nævnes kombination af biotrofe mykorrhizasvampe med antagonistiske saprotrofe svampe (f.eks. *Trichoderma harzianum*) og bakterier (f.eks. *Pseudomonas fluorescens*) til bekæmpelse af rodpatogener. Udvikling af sådanne konsortier vil kræve et indgående kendskab til mikroorganismernes samspil.

### *Biologisk aktive voksemedier*

Der findes en lang række eksempler på at tilsætning af organisk materiale som f.eks. kompost, bark, slam og halm til voksemedier kan hæmme rodpatogener, hvilket sandsynligvis skyldes stimulering af antagonistiske mikroorganismer (Hoitink, Inbar & Boehm, 1991; Hoitink & Boehm, 1999). Der er dog behov for et større videngrundlag før bevidst manipulation med naturlige populationer af sygdomshæmmende organismer er mulig. Indenfor væksthusektoren vil en sådan viden kunne udnyttes til at udvikle biologisk aktive voksemedier beriget med kendte antagonistiske primært til regulering af rodpatogener.

### *Kombination af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler og andre bekæmpelsesmidler*

Der findes kun få eksempler på at mikrobiologiske bekæmpelsesmidler alene kan yde tilfredsstillende beskyttelse mod sygdomme. Brug af andre bekæmpelsesmetoder (fungicider, sæber, desinfektionsmidler, vandrensning mm) i kombination med mikrobiologiske metoder vil kunne reducere forbruget af fungicider. Nogle kombinationer vil dog ikke kunne anvendes f.eks. bredspektrede fungicider og biologiske bekæmpelsesmidler med svampe som aktiv organisme.

### *Effektivitet af mikrobiologiske midler*

Ved den 17. Danske Planteværnskonference 2000 blev der gjort status for anvendelse af mikrobiologiske midler til bekæmpelse af sygdomme (DJF rapport 12, Havebrug). Her blev det klart at gartnere i vid udstrækning anvender mikrobiologiske midler til trods for at der ikke foreligger nogen videnskabelig eller gartnerisk dokumentation for at midlerne virker. I den efterfølgende

diskussion blev mere realistiske screeningsmetoder efterlyst hvor der tages udgangspunkt i simulering af smittetryk under gartnerpraktiske forhold.

#### *Kort status*

Selvom mange forsøg med mikrobiologisk bekæmpelse af både rod- og bladpatogene svampe i forskellige forskergrupper verden over har givet lovende resultater er der endnu kun få eksempler på at denne metode også virker under gartnerpraktiske dyrkningsforhold. Der er således endnu ikke grundlag for at mikrobiologisk bekæmpelse fuldstændig vil kunne erstatte kemisk bekæmpelse, men en yderligere udbygning af videngrundlaget om disse antagonister vil kunne skabe baggrund for bedre udnyttelse af mikrobiologisk bekæmpelse af sygdomme i fremtiden. For at få en mere præcis evaluering af mikrobiologiske midlers effektivitet er det nødvendigt at udvikle patosystemer, som kan opskaleres til gartnerilignende forhold. Det er endvidere vigtigt at der fokuseres mere på muligheder for at kombinere forskellige bekæmpelsesmetoder og integrere mikrobiologisk bekæmpelse med gartnerpraksis som en del af en flerstrengt strategi til bekæmpelse af sygdomme i væksthuskulturer.

#### *Litteratur til afsnit 4.2.5.*

- Bélanger, R., Labbé, C. & Jarvis, W.R. 1994. Commercial-scale control of rose powdery mildew with a fungal antagonist. *Plant Dis.* 78:420-424.
- Cook, R.J. & Baker K.F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens, American Phytopathological Society, St Paul, MN, 539 pp.
- Dik, A.J., G. Koning, J. Köhl., 1999 Evaluation of microbial antagonists for biological control of *Botrytis cinerea* stem infection in cucumber and tomato. *Eur. J. Plant Pathol.* 105:115-122.
- Dik, A.J. & Elad, Y. 1999. Comparison of antagonists of *Botrytis cinerea* in greenhouse-grown cucumber and tomato under different climatic conditions.
- Elad, Y., Köhl, J. & Fokkema, N.J. 1994. Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. *Phytopathology* 84: 1193-1200.
- Elad, Y., Malathrakis, N.E. & Dik, A.J. 1996. Biological control of *Botrytis*-incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops. *Crop Protection* 15:229-240.
- Fokkema, N. J., 1993. Opportunities and problems of control of foliar pathogens with micr-organisms. *Pestic. Sci.* 37:411-416.
- Green, H. & Jensen, D.F. 2000. Disease progression by active mycelial growth and biocontrol of *Pythium ultimum* var. *ultimum* studied using a rhizobox system. *Phytopathology* 90:1049-1055.
- Guetsky, R., Y. Elad, D. Shteinberg and A, Dinoor. 2000. Combination of *Pichia guillermondii* and *Bacillus cereus* for the control of gray mold (*Botrytis cinerea*) in strawberry. 6<sup>th</sup> IOBC/WPRS-EFPP Biocontrol Workshop. Sevilla, Spain.
- Harman, G.E. 2000. Myths and dogmas of biocontrol: Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease* 84: 377-393.
- Hoitink, H.A.J. & Boehm, M.J. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: A substrate-dependent phenomenon. *Annual review of Phytopathology* 37, 427-446.
- Hoitink, H. A. J., Inbar, Y. & Boehm, M.J. 1991. Status of compost-Amended potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops. *Plant Disease* 75: 869-873.
- Köhl, J., M. Gerlagh, B.H. De Haas, M.C. Krijger., 1998. Biological control of *Botrytis cinerea* in cyclamen with *Ulocladium atrum* and *Gliocladium roseum* under commercial growing conditions. *Phytopathology* 88:568-575.
- Larsen, J. Ravnskov S & Sandvad K 2000. Mykorrhiza og plantesundhed. *GartnerTidende* 40, 14-15.
- McCullagh, M., R. Utkhede, J.G. Menzies, Z.K. Punja, & T.C. Paulitz, 1996. Evaluation of plant growth promoting rhizobacteria for biological control of

- Pythium root rot of cucumbers grown in rockwool and effects on yield. European Journal of Plant Pathology 102: 747-755.
- Ousley M.A., J.M. Lynch, & J.M. Whipps, 1994. Potential of *Trichoderma* spp as consistent plant-growth stimulators. Biology and Fertility of Soils 17: 85-90.
- Paaske, K. 2000. Markedsførte mikrobiologiske midler i Danmark-Krav til dokumentation af effektivitet, DJF rapport 12, 51-58.
- Paaske, K. & Larsen, J. 2000. Forebyggelse af *Pythium*. GartnerTidende 36, 12-13.
- Punja, Z. 1997. Comparative efficacy of bacteria, fungi, and yeasts as biological control agents for diseases of vegetable crops. Can. J. of Plant Pathol. 19:315-323.
- Rosendahl, C.N. & Rosendahl, S. 1990. The role of vesicular arbuscular mycorrhiza in controlling damping-off and growth reduction in cucumber caused by *Pythium ultimum*. Symbiosis 9, 363-366.
- Shteinberg, D., A. Niv, Y. Elad and Y. Mahrer.1994. Integration of biological and chemical measures for suppression of grey mould in greenhouse tomatoes. Phytoparasitica 22: 82-83.
- Sztejnberg, S., S. Glalper, S. Mazar and N. Lisker. 1989. *Ampelomyces quisqualis* for biological and integrated control of powdery mildew in Israel. J. Phytopathol. 124: 202-210.
- Nørgaard, E.M. & Thomsen L. 1999, Biologisk ekampelse af rodråd i agurk forårsaget af *Pythium ultimum* med den arbuskulære mykorrhizasvamp *Glomus intraradices*, Bachelorafhandling fra Den Kongelige Veterinær og Landbohøjskole.
- Yohalem, D.S. 2000. Microbial management of early establishment of grey mould in pot roses. 17<sup>th</sup> Danish Plant Protection Conference: Horticulture. DJF Rapport 12, 97-102.
- Yohalem, D.S. 2000. Research in antagonistic microorganisms with potential for control of pathogenic foliar fungi. 17<sup>th</sup> Danish Plant Protection Conference: Horticulture. DJF Rapport 12, 31-36.
- Yohalem, D.S. & L. Petersen. 2000. Biologisk bekæmpelse af bladsygdomme i potteplanter. Gartner Tidende 37, 8-9.

#### 4.2.6 Konklusion - sygdomme

Udvikling og implementering af statiske eller, især, dynamiske beslutningsstøttesystemer til danske forhold vil bedre mulighederne for alternativ bekæmpelse af sygdomme. Processen er tidskrævende, men simple statiske systemer kan udvikles indenfor en periode på relativt få år. Mere komplekse statiske systemer, samt dynamiske beslutningsstøttesystemer som er anvendelige i en række kulturer, kræver derimod en større indsats. Der mangler endnu i høj grad essentiel viden og erfaring på en række områder.

Værtplanteres resistens biologiske effekt over for patogenet kan variere fra 100% til 0% hos sorter med fuld resistens til fuld modtagelighed. Der foreligger ingen undersøgelser af, om forekomst af resistensgener påvirker effekten af nytteorganismer. Forekomst af resistens påvirker ikke planteproduktets kvalitet. Dyrkning af resistente plantesorter har ingen indflydelse på energi-forbrug, arbejdsmæssig effekt eller miljøeffekt. Udvikling og implementering af screeningsmetoder for forekomst af resistens foruden vedligeholdelse af isolatsamlinger af de udvalgte patogener omfatter store merudgifter. Selve screeningsprocedurerne vurderes til at være mere kostbare end fungicid-sprøjtninger. Pga. der er et stort flow af nye sorter i væksthuskulturer, vil der være et kontinuert behov for resistensscreeninger. Metoderne kan implementeres umiddelbart, og en screening kan igangsættes inden for et år.

Mange forsøg med mikrobiologisk bekæmpelse af både rod- og bladpatogene svampe i forskellige forskergrupper verden over har givet lovende resultater, men der er endnu kun få eksempler på at denne metode også virker under

gartnerpraktiske dyrkningsforhold. Der er således endnu ikke grundlag for at mikrobiologisk bekæmpelse fuldstændig vil kunne erstatte kemisk bekæmpelse, men en yderligere udbygning af videngrundlaget om disse antagonistiske vil kunne skabe baggrund for bedre udnyttelse af mikrobiologisk bekæmpelse af sygdomme i fremtiden. For at få en mere præcis evaluering af mikro-biologiske midlers effektivitet er det nødvendigt at udvikle patosystemer, som kan opskaleres til gartnerilignende forhold. Det er endvidere vigtigt at der fokuseres mere på muligheder for at kombinere forskellige bekæmpelses-metoder og integrere mikrobiologisk bekæmpelse med gartnerpraksis som en del af en flerstrengt strategi til bekæmpelse af sygdomme i væksthuskulturer.

Tabel 20. Oversigt over alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme i væksthushavende planter.

Kultur	Strategi	Biologisk effekt sygdomme	Biologisk effekt nytteorg.	Effekt på afgrøde eller kvalitet	Direkte Energi effekt	Arbejds-mæssig effekt	Miljøeffekt	Økonomisk effekt	Anvendelighed (0-5 år; 5-10 år)
Grønsager Prydplanter	1) 1)	red. i pesticid-forbrug <sup>1</sup> ditto <sup>1</sup>	Ingen/positiv effekt Ingen/positiv effekt	Ingen/positiv effekt Ingen/positiv effekt	besparelser ditto	merarbejde ditto	Reduceret pesticid-forbrug		<5 år <5 år
Grønsager Prydplanter	2) 2)	op til 100% op til 100%			Ingen Ingen	Ingen Ingen	Reduceret pesticid-forbrug		<5 år <5 år
Grønsager Prydplanter	3) 3)	Kan være stor ditto	ingen/positiv effekt Ingen/positiv effekt	Ingen Ingen	Ingen Ingen	Ingen Ingen	Reduceret pesticid-forbrug		<5 år <5 år
Grønsager Prydplanter	4) 4)	op til 100% op til 100%	ukendt ukendt	Ingen Ingen	Kan være energi-krævende	positiv positiv	Reduceret pesticid-forbrug	dyr investering dyr investering	<5 år <5 år
Grønsager Prydplanter	5) 5)	op til 100% op til 100%	Ukendt Ukendt	Ingen Ingen	Ingen Ingen	Ingen Ingen	Reduceret pesticid-forbrug	Forøgede udviklings-omkostninger	5-10 år forholdsvis langsigtet
Grønsager Prydplanter	6) 6)	op til 75 %	Kun få forsøg	Stimulering af plante-vækst		merarbejde	Reduceret pesticid-forbrug. Evt. arbejds-miljø problemer		<5 år

- 1) plantebeskyttelsesmodeller og beslutningsstøttesystemer
- 2) prognose/varsling
- 3) forebyggelse ved indretning af gartnerier, arbejdsgange m.v.
- 4) forebyggelse ved rensning af recirkulerende vand
- 5) forebyggelse ved værtplanteresistens
- 6) biologisk bekæmpelse

### 4.3 Vækstreguleringsmidler

Væksthushavende pryddplanter er en 'højværdiafgrøde', hvor ca. 90% af salget går til eksport til en værdi på godt 2.5 mia. kr. (Johansen 1998, se reference i kapitel 7).

En rentabel produktion af danske potteplanter bygger i udstrakt grad på fremstilling af kvalitetsprodukter med høj prydværdi, hvilket bl.a. omfatter faktorer som planteform, blad- og blomsterfarve. Det er endvidere af stor betydning at planterne er sunde og har en god holdbarhed.

Planteformen, der er afgørende for udseendet, kan reguleres på flere måder. Beskæring af top- og sideskud anvendes i stor udstrækning, men langt den overvejende del af formgivningen foretages ved hjælp af kemiske vækstreguleringsmidler (se Tabel 5 i afsnit 2.1), og kun i begrænset omfang suppleret med ikke-kemiske metoder, som f.eks. specielle former for temperaturreguleringer, herunder negativ DIF. Brug af kemiske vækstreguleringsmidler er i dag en betydende og uundværlig faktor ved produktion af mange pryddplanterarter og

sorter i væksthuse. De kemiske vækstreguleringsmidler har varierende miljøbelastning, både med hensyn til den direkte effekt på miljøet og påvirkningen af de personer, der arbejder med stofferne. I et af miljøstyrelsens forskningsprojekter indgår bl.a. undersøgelser af en evt. hormonforstyrrende effekt fra et kendt kemisk vækstreguleringsmiddel. Det er derfor af meget stor interesse at finde alternativer til de kemiske vækstretarderingsmidler. Det store forbrug af kemiske vækstreguleringsmidler viser et stort behov for udvikling af metoder til effektiv vækstregulering uden brug af kemikalier. Der findes en række alternativer til kemisk vækstregulering, som dog alle kræver yderligere forskningsindsats før de kan bringes i anvendelse i gartnerierne. I denne rapport er beskrevet fgl. alternative, ikke-kemiske metoder behandlet: 1) forædling, 2) tørkestress, 3) reduceret næringsstoftilgængelighed, 4) klimastyring, 5) mekanisk vækstregulering og 6) mikroorganismer som biologiske vækstreguleringsmidler

#### 4.3.1 Forædling mod lave, kompakte sorter

For at imødekomme kravet om at kunne producere lave, kompakte prydblantesorter forædles allerede til en vis grad mod dette. Anvendelsen af kemiske retarderingsmidler har imidlertid hidtil været et særdeles effektivt og attraktivt alternativ til forædling, hvilket også afspejles i at retarderingsmidler udgør langt den største del af kemikalieforbruget inden for væksthusegartnerier.

Alle planterets længdevækst reguleres overvejende af plantehormonet gibberellinsyre. De kemiske retarderingsmidler er derfor rettet mod det biologiske system der styrer planterets respons på gibberellinsyre, og forædlingsindsatser mod kompakte planter må altså nødvendigvis direkte eller indirekte være rettet mod at styre denne respons.

##### *Direkte kontrol af længdevækst*

Ved at kombinere viden fra plante genomprojektet på verdens bedst undersøgte plante, modelplanten *Arabidopsis thaliana*, med genetiske analyser af dværghorter af hvede og majs, er det lykkedes at identificere og forstå årsagen til den mutation giver den ønskede dværgvækst hos planter (Peng et al., 1999). Det blev endvidere vist at mutationen er så specifik at den kun med meget ringe sandsynlighed vil opstå ved mutationsforædling, og at introduktionen af et gen med denne mutation i en anden planteart fører til dværgvækst. Da gibberellinsyre må formodes at aktivere principielt ens response pathways i alle planter er gensplejsning altså en særdeles oplagt metode til fremavl af planter med den ønskede vækstform. Desværre er dværgvækst i mange tilfælde også koblet til langsom vækst og deraf længere produktionstid.

#### 4.3.2 Styring af plantevækstfaktorer

##### *Tørke*

Når planterets transpiration overstiger deres vandoptagelse vil det resultere i vandmangel (water deficit). Planterets reaktion på vandmangel afhænger bl.a. graden af vandmangel, hvor hurtigt vandmanglen opstår og hvor længe stresssituationen står på (Bray 1997). Desuden afhænger responsen på tørkestress af plantearten og genotypen, plantealder og udviklingsstrin og hvilke organer og celletyper der bliver udsat for stressen (Bray 1997).

Tørkestress har i udstrakt grad været brugt til hærkning af udplantningsplanter (Armitage 1981; Armitage & Kowalski 1983; Eaks et al. 1991) og træagtige arter (Rook 1973; Edwards & Dixon 1995a,b) for at forbedre overlevelsen efter udplantning. I væksthuseproducerede prydblanter er der indenfor de sidste år udkommet dokumentation på at cyklisk eller konstant tørkestress i den sidste del af produktionen dels resulterer i mere kompakte planter dels i planter med en bedre holdbarhed efter endt produktion. En reduceret plantehøjde efter tørkestress er bl.a. fundet i følgende plantearter: *Begonia x hiemalis*, *Cyclamen*

*persicum*, *Dendranthema x grandiflorum*, *Pelargonium x zonale*, *Primula obconica*, *Sinningia x hybrida*, *Rosa hybrida*, *Campanula carpatica*, *Aster novi-belgii* og diverse udplantningsplanter (Andersen & Williams 2000; 2001; Williams et al. 1999; Röber et al. 1995). Tørkestress kan således bruges til at reducere brugen af kemiske vækstreguleringsmidler. Cyclamen er eksempel på en kultur hvor tørkestress anvendes i praksis som alternativ til kemisk vækstregulering.

I potteroser resulterer tørkestress i en reduceret plantehøjde, som er sammenlignelig med den der opnås ved kemisk vækstretardering (Williams et al. 1999). Tørkestressede planter får lidt færre blade og blomster, dog stadig tilstrækkeligt mange til at opnå en første kvalitets plante. Potteroser dyrket under tørkestress har desuden en bedre holdbarhed og færre gråskimmel-angreb (Williams & Nielsen 2000). Nogenlunde enslydende resultater er opnået i *Campanula carpatica* (Andersen & Williams 2000) og *Aster novi-belgii* (Andersen & Williams 2001). I *Dendranthema x grandiflorum* var der følgende effekter af tørkestress: reduceret plantehøjde, dog ikke så effektiv som retardering med kemi, reduceret bladareal, reduceret friskvægt og antallet af blomster var enten uændret eller forøget afhængigt af om der samtidig blev kemisk retarderet eller ej (Röber et al. 1995).

Afhængig af hvilken type tørkestress solsikke planter blev udsat for, forblev antallet af blade det samme (Takami et al. 1981) eller blev reduceret (Marc & Palmer 1976; Yegappan et al. 1980) og blomstringstidspunktet udskudt (Marc & Palmer 1976) eller forblev uændret (Yegappan et al. 1980). I undersøgelserne af Marc & Palmer (1976) og Yegappan et al. (1980) blev planterne udsat for kraftig tørkestress i løbet af få dage (4-7) mens tørke-stressen blev påført langsomt (21 dage) i undersøgelsen af Takami et al. (1981). Tidspunktet i løbet af planternes udvikling hvor de oplever tørkestressen har bl.a. betydning for blomstringen. Hvis stressen foregår i blomsterinduktionsperioden kan det betyde en forsinket blomstring (Marc & Palmer 1976; Yegappan et al. 1980) og evt. færre blomster (Marc & Palmer 1976).

#### *Vurdering af tørkestress som metode til ikke-kemisk vækstregulering.*

Det er muligt at reducere brugen af vækstreguleringsmidler ved at påføre planterne en kontrolleret vandstress under dyrkningen. Tørkestress har gennem mange år været brugt ved produktion af tomat småplanter samt i den første kulturtid i tomatdyrkningen. Der anvendes kontrolleret udtørring, herunder osmotisk vækstkontrol, til at reducere strækningsvæksten (Poul Karlsen, pers. komm.).

#### *Gennemførlighed*

Tørkestress til vækstregulering af pryddplanter er en alternativ metode, der relativt hurtigt kan tages i brug. Der foreligger allerede resultater for en del plantearter, som vil kunne implementeres, og allerede bliver implementeret, bl.a. i *Campanula carpatica*. Metoden kræver dog tilpasning til den enkelte kultur. Det skal bl.a. for hver enkelt plantearter og sort undersøges på hvilket udviklingstrin, hvor kraftigt og hvor længe planterne skal vandstresses. Desuden skal der videreudvikles måle- og styringsredskaber til at vurdere plantens behov for vanding. Når planter dyrkes ved lav indstråling kan de tolerere et langt lavere vandindhold i dyrkningsmediet, end ved høj indstråling, da planten ved høj indstråling har et stort behov for at køle løvet af ved fordampning. I dag kan dyrkningsmediets vandindhold bl.a. bestemmes vha. tensiometer, som har vist sig at have nogle begrænsninger når man arbejder i det tørre område i spagnum. En anden, og sandsynligvis mere pålidelig, måde at bestemme vandindholdet på er ved vejning. Anvendelse af tørkestress vil sandsynligvis, i de fleste gartnerier, kræve investering i mere avancerede vandingsanlæg der gør det muligt at effektuere vandinger flere steder i gartneriet samtidigt, men til gengæld vil der kunne spares på både vand og gødning.



### *Miljøeffekt*

Der vil ikke være nogen negative miljøeffekter ved at bruge tørkestress til at begrænse plantehøjden i prydplanter. Tværtimod vil man kunne reducere brugen af kemiske vækstreguleringsmidler og begrænse forbruget af vand og gødning.

### *Arbejds-mæssig effekt*

Arbejds-miljøet vil blive forbedret pga. den reducerede brug af kemiske vækstreguleringsmidler. Forudsat at der udvikles gode måle- og styringsredskaber, for hvornår der skal vandes, vil metoden ikke give anledning til ændret arbejds-gang.

### *Økonomisk effekt*

Metoden kan i nogle gartnerier kræve engangsinvesteringer i mere avancerede vandingsanlæg og i måleudstyr (vægte, evt. således at hele borde kan vejes, og infrarøde sensorer eller andet til vurdering af bladtemperatur). I de fleste plantearter ses ikke nogen effekt på produktionstiden.

### *Praktiske erfaringer*

Enkelte gartnerier er begyndt at afprøve tørkestress dels for at opnå mere kompakte planter dels for at opnå en bedre holdbarhed hos forbrugeren. Erfarings-mæssigt har man kunnet spare en sprøjtning med vækstreguleringsmiddel og planterne virker mere robuste.

### *Litteratur til afsnittet om tørke*

- Andersen L. & Williams M. (2001): Potteaster kan produceres med mindre vand. *Gartner Tidende* 3:13-15.
- Andersen L. & Williams M. (2000): Hold igen med vandingen. *Gartner Tidende* 48:20-22
- Armitage A.M. (1981): Maintaining quality bedding plants. *Am. Veg. Grow. Greenh. Grow.* 29:98-100
- Armitage A.M. & Kowalski T. (1983): Effect of irrigation frequency during greenhouse production on the postproduction quality of *Petunia hybrida* Vilm. *J. A. Soc. Hortic. Sci.* 108:118-121
- Bray E.A (1997): Plant responses to water deficit. *Trends in Plant Science* 2:48-54.
- Eaks D.J., Wright R.D. & Seiler J.R. (1991): Moisture stress conditioning effect of *Salvia splendens* 'Bonfire'. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 116:716-719
- Edwards D.R. & Dixon M.A. (1995a): Investigating mechanisms of response to drought in *Thuja occidentalis* L. I. Water stress conditioning and osmotic regulation. *Tree Physiol.* 15:121-127.
- Edwards D.R. & Dixon M.A. (1995b): Mechanisms of drought response in *Thuja occidentalis* L. II. Post-conditioning water stress and stress relief. *Tree Physiol.* 15:129-133.
- Marc J. & Palmer J.H. (1976): Relationship between water potential and leaf and inflorescence initiation in *Helianthus annuus*. *Physiol. Plant.* 36:101-104.
- Rook D.A. (1973): Conditioning Radiata pine seedlings to transplanting by restricting watering. *N.Z.J. For. Sci.* 3:54.69.
- Röber R., Kolb D. & Ohmayer G. (1995): Influence of drought stress, DIF, and growth retardant on yield and quality of *Dendranthema x grandiflorum*. *Acta Horticulturæ* 378:139-148
- Takami S., Turner N. & Rawson H.M. (1981): Leaf expansion of four sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in relation to water deficits. I. Patterns during plant development. *Plant, Cell and Environment* 4: 399-407.
- Williams M.H. & Nielsen K.L. (2000): Hvad har vi lært? *Gartner Tidende* 18-19.
- Williams M.H., Rosenqvist E. & Buchhave M. (1999): Response of potted miniature roses (*Rosa x hybrida*) to reduced water availability during production. *J. Hort. Sci. Biotech.* 74:301-308.

Yegappan T.M., Paton D.M., Gates C.T. & Müller W.J. (1980): Water stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.): I. Effect on Plant Development. Ann. Bot. 46:61-70.

#### *Reduceret tilgængelighed af næringsstoffer*

Det er muligt at opnå lavere planter ved at begrænse tilførslen og dermed tilgængeligheden af flere af makronæringsstofferne, bl.a. fosfor og kvælstof.

En karakteristisk respons når planter dyrkes ved lav *fosfortilgængelighed* er, at rodvæksten favoriseres over skudvæksten, således at skudvæksten hæmmes og rodaktiviteten styrkes (f.eks. Fredeen et al., 1989; Gutschick and Kay, 1995; Hansen og Lynch, 1998). Denne manipulation af plantevæksten ved at ændre næringsstofftilgængeligheden kan udnyttes til dyrkning af lavere og mere kompakte prydanter og et deraf følgende reduceret behov for kemisk vækstregulering. Forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning-Årslev har vist at dyrkning ved lav fosfortilgængelighed er en effektiv metode til vækstregulering af en række plantearter, som er genetisk og økologisk meget forskellige (Hansen og Nielsen, 1999). Plantehøjden blev reduceret uden eller kun i ringe omfang at påvirke blomstringen, og uden at forringe kvaliteten og uden at forlænge produktionstiden. Faktisk havde planter dyrket ved lav P gennem hele dyrkningsperioden en markant bedre holdbarhed end planter dyrket ved traditionelt høj P tilgængelighed (se afsnit 4.4.2 og referencer heri). Borch et al., (1998) viste at dyrkning ved lav P havde en retarderende effekt på *Impatiens* og *Tagetes*.

I julestjerne-kulturen er det muligt at opnå en plante med tilfredsstillende ydre kvalitet, en væsentlig bedre holdbarhed i slutproduktet og et mindre forbrug af retarderingsmidler ved at reducere og optimere *kvælstof* og *kaliump* tilførslen (Starkey 2000a,b; Starkey et al. 2000). Tilsyneladende betyder en begrænsning i kvælstof eller kalium tilførslen ikke en ændret produktionstid.

#### *4.3.2.1 Vurdering af reduceret næringsstofftilgængelighed som metode til ikke-kemisk vækstregulering.*

For at opnå en effektiv vækstregulering ved hjælp af lav fosfor, tyder resultaterne på, at fosforkoncentrationerne skal være meget lave. Faktisk så lave, at de vanskeligt kan holdes konstante med de traditionelle vandings- og gødningsteknikker, hvor tilførsel af næringsstoffer sker via vandingsvandet. Ved at blande en fosfor-buffer i dyrkningsmediet, er det muligt at opretholde en konstant lav og stabil fosforkoncentration i dyrkningsmediet, som er fremstillet til at afgive en forudbestemt fosforkoncentration.

Det vil være relativt nemt at styre koncentrationen af kvælstof i jordvæsken, da det ikke bindes til dyrkningsmediet.

Både alene og i kombination med tørkestress og dynamisk klimastyring vil reduceret næringsstofftilgængelighed være en realistisk metode til at begrænse forbruget af kemiske vækstreguleringsmidler i fremtiden.

#### *Gennemførlighed*

Disse metoder til reduktion af gødningstilførsel med buffere eller med dynamisk gødningstilførsel er realistiske at indføre i erhvervet indenfor nærmeste fremtid. Reduceret P som alternativ metode til kemisk vækstregulering kræver anvendelse af P-buffere. Der er endnu ingen brugbare P-buffere til dette formål tilgængelige for erhvervet, men de forventes at komme på markedet i løbet af indeværende år.

For at kunne anvende reduceret kvælstofftilgængelighed til vækstregulering skal det for hver enkelt plantearart/sort undersøges hvor kraftigt og på hvilke

udviklingstrin man skal sætte ind med 'stressen'. I de plantearter hvor sådanne undersøgelser allerede er lavet vil metoden relativt hurtigt kunne tages i brug.

#### *Miljøeffekt*

Effekten mht. gødningsforbrug er lille pga. recirkulerende vandingsystemer.

#### *Økonomisk effekt*

Effekten mht. gødningsforbrug er lille pga. recirkulerende vandingsystemer.

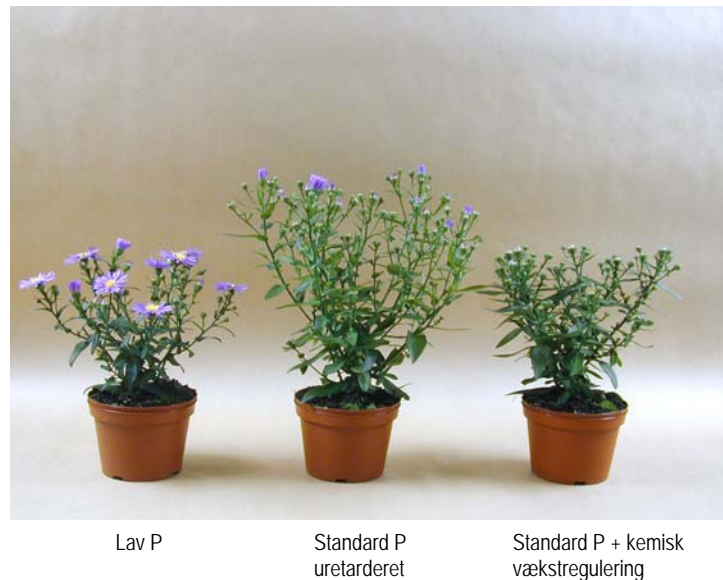


Fig. 1. Aster novi-belgii vækstreguleret vha. reduceret fosfortilgængelighed (P) (tv.) sammenlignet med kemisk vækstreguleret med Alar (th.) og med en uretarderet plante (midten). Produktionstiden blev reduceret væsentligt ved dyrkning med lav P og planter dyrket ved lav P havde den bedste holdbarhed. Foto: Conny Wang Hansen 2001.

#### *Litteratur til afsnittet om næringsstofftilgængelighed*

- Borch, K.; Brown, K.M.; og Lynch, J.P. 1998. Improving bedding plant quality and stress resistance with low phosphorus. HortTechnology, 8:4,575-579.
- Fredeen, A.; Rao, I.M. og Terry, N. 1989. Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in Glycine max. Plant Physiology 89:225-230.
- Gutschick, V.P. og Kay, L.E. 1995. Nutrient-limited growth rates: quantitative benefits of stress responses and some aspects of regulation. Journal of Experimental Botany 46:289, pp 995-1009.
- Hansen, C.W. og Lynch, J. 1998. Response to phosphorus availability during vegetative and reproductive growth of Chrysanthemum: II. Biomass and phosphorus dynamics. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 123(2)223-229.
- Hansen, C.W. og Nielsen, K.L. 1999. Vækstregulering af pryddplanter uden brug af kemikalier. Grøn Viden, 121: 1-4.
- Starkey K.R. (2000a): Julestjerner: Gød mindre og få bedre planter. Gartner Tidende 36:
- Starkey K.R. (2000b): Kalcium, kalkning og holdbarhed. Garner Tidende 8:24-25.

#### *Dynamisk klimastyring (temperatur og CO<sub>2</sub>)*

Siden 1996 er der forsket i dynamisk klimastyring, hvor temperaturen og CO<sub>2</sub> koncentrationen løbende tilpasses lyset. Klimastyringen bygger på fotosyntesemodeller og giver et langt mere variabelt klima end det, der normalt er i væksthuse. Denne form for klimastyring giver store energibesparelser, men en af

bieffekterne er også at den påvirker planternes højdetilvækst og dermed deres retarderingsbehov. Desværre er resultaterne ikke altid entydige. Nogle plantearter bliver kortere mens andre bliver længere samtidig med at årstiden påvirker resultaterne.

#### *Biologisk effekt*

I de perioder af året, hvor der er muligt at holde en lav nattemperatur (15 – 17 °C) i væksthuset, har den dynamiske klimastyringen ofte en vækstretarderende bieffekt på nogle plantearter. Om vinteren har mange plantearter således reageret positivt, på den måde at en vækstretarderende effekt kan ses. Om sommeren, hvor det er svært at holde lave nattemperaturer bliver plantevæksten imidlertid ofte større end i et standardklima.

#### *Miljøeffekt*

Ved dynamisk klimastyring opnås store energibesparelser. Omvendt bruges mere CO<sub>2</sub>, end ved traditionel klimastyring. I tilfælde, hvor der kan opnås en retarderende effekt vil der tillige kunne spares på kemisk vækstretardering. Det er dog kun i få tilfælde det er set, at kemisk vækstregulering helt kan undværes ved dynamisk klimastyring.

#### *Energimæssig effekt*

I forsøg har man sparet 15 – 40% energi ved dynamisk klimastyring. Realistisk kan man i erhvervet spare 10 – 30%, afhængig af plantearart, og af hvor lave temperaturer den pågældende kultur tåler.

#### *Arbejdsomkostning*

Ved dynamisk klimastyring tillades højere dagtemperaturer end ved traditionel klimastyring. Temperaturen får lov at gå helt op til 30°C, hvilket påvirker arbejdsmiljøet i negativ retning. Kan der opnås en retarderende effekt og dermed mindre brug af kemisk vækstregulering bliver arbejdsmiljøet omvendt påvirket i positiv retning.

#### *Økonomisk effekt*

Den økonomiske effekt ses primært på energiomkostningerne, hvor eventuel mindre brug af vækstregulerende stoffer, er en bieffekt økonomisk set.

#### *Gennemførelighed*

Dynamisk klimastyring kan langt hen ad vejen laves ved hjælp af en almindelig klimacomputer, som alle moderne gartnerier har. Vækstretardering ved hjælp af dynamisk klimastyring er derimod ikke så let at gennemføre. Dels fordi resultaterne ikke altid er entydige, hverken med hensyn til plantearart eller årstid. Men også fordi miljøeffekten på energisiden er langt større end på forbruget af vækstreguleringsmidler. Endelig er hensyn til produktionstid så vigtigt at klimastyringen altid må prioritere energiforbrug og produktionstid højere end planternes højdevækst.

#### *Praktiske erfaringer*

Flere gartnerier er begyndt med at afprøve dynamisk klimastyring for at opnå energibesparelse og vækstopptimering. Erfaringerne herfra er gode med hensyn til energibesparelse. Produktionstiden er lidt sværere at styre, mens den retarderende effekt kun i enkelte tilfælde helt kan erstatte kemisk vækstregulering. I de tilfælde, hvor højdevæksten bliver mindre, vil der oftest stadig være et behov for at bruge vækstreguleringsmidler.

*Litteratur til afsnittet om dynamisk klimastyring*

*Videnskabelig publicering*

- Aaslyng, J.M., Ehler, N., Ammar, C. and Rosenqvist, E. (200x) IntelliGrow: A component based climate control system. Environmental Modelling and Software (*Indsendt*)
- Aaslyng, J.M., Ehler, N., Karlsen, P. And Rosenqvist, E. (1999) IntelliGrow: A component based climate control system for decreasing the greenhouse energy consumption. *Acta Horticulturae*. 507: 35-41.
- Aaslyng, J.M., Rosenqvist, E. and Høgh-Schmidt, K. (1999) A sensor for microclimatic measurement of photosynthetically active radiation in a plant canopy. *Agric. For. Meteor.* 96: 189-197.
- Hansen, J.M., Ehler, N., Karlsen, P., Høgh-Schmidt, K. and Rosenqvist, E. (1996) Decreasing the environmental load by a photosynthetic based system for greenhouse climate control. *Acta Hort.* 440: 105-110.
- Hansen J.M., Ehler N., Karlsen P., Høgh-Schmidt K., Rosenqvist E. (1996) A computer controlled chamber system designed for greenhouse microclimatic modelling and control. *Acta Horticulturae* 440: 310-315.
- Ottosen, C.-O. and Rosenqvist, E. (1994) Biological processcontrol in greenhouses: A physiological approach. *Comb. Proc Int. Plant Prop. Soc.* 43: 196-197.

*Populærvidenskabelig formidling*

- Rosenqvist, E., Ottosen, C.-O. and Aaslyng, J.M. (2001) Light fantastic. *Grower* March 1, 16-17.
- Rosenqvist, E., Ottosen, C.-O. and Aaslyng, J.M. (2001) Light Intelligence. *Grower* February 22, 20-21
- Aaslyng, J.M., Rystedt, J. og Rosenqvist, E. (2000) IntelliGrow – en ny form for klimastyring. *Gartner Tidende* 52: 14-15.
- Aaslyng, J.M., Rosenqvist, E. og Rystedt, J (2000) Dynamisk klimastyring på en almindelig klimacomputer. *Gartner Tidende* 42: 10-11.
- Rosenqvist, E., Aaslyng, J.M. og Rystedt, J (2000) Asters vokser glimrende. *Gartner Tidende* 42: 8-9.
- Rosenqvist, E., Aaslyng, J.M. og Rystedt, J (2000) Spørg plantere – de har svaret. *Gartner Tidende* 34: 22-23.
- Rosenqvist, E. og Aaslyng, J.M. (2000) IntelliGrow – a new climate control concept. *Grøn Viden – Havebrug* 122: 1-8. Special issue published in english.
- Rosenqvist, E. og Aaslyng, J.M. (1999) IntelliGrow – et nyt klimastyringskoncept. *Grøn Viden – Havebrug* 122: 1-8.
- Aaslyng, J.M., Rosenqvist, E. og Brogaard, M. (1999) Dynamisk klimastyring til potteroser. *Gartner Tidende* 41: 14-15.
- Rosenqvist, E. og Aaslyng, J.M. (1998) Giv planterne det naturlige klima tilbage. *Gartner Tidende* 38: 10-11.
- Aaslyng, J.M. og Rosenqvist, E. (1998) IntelliGrow, et nyt klimastyringskoncept. *Gartner Tidende* 38: 12-13.
- Aaslyng, J.M. og Rosenqvist, E. (1997) Energi og klima. *Gartner Tidende* 24: 23-24.
- Ottosen, C.-O. og Rosenqvist, E. (1994) Praktisk anvendelse af fotosyntese målinger. *Biologisk processtyring i væksthuse*. *Naturens Verden*.
- Ottosen, C.-O. and Rosenqvist, E. (1994) Biologisk Processtyring i væksthuse (BIPS). *Grøn Viden* 84: 1-6.
- Ottosen, C.-O. og Rosenqvist, E. (1992) Biologisk processtyring i væksthuse. SP Årsberetning 1993.
- Ottosen, C.-O. og Rosenqvist, E. (1992) Hvor meget CO<sub>2</sub> i væksthuse - Hvad siger planterne. *Gartner Tidende* 108: 360-361.

### 4.3.3 Mekanisk vækstregulering

Forskellige metoder af *mekanisk påvirkning* af planterne kan virke vækstregulerende ved at reducere strækningsvæksten. Af disse metoder kan nævnes; rystning, bøjning, børstning og direkte vægtmæssig belastning (impedance) samt regulering vha. rodtemperatur (se ref.).

*Rystning:* Metoden kan bestå i at man anbringer planterne i et specielt konstrueret rysteapparat i hvilket frekvens og amplitude kan reguleres. Rystningen foretages med varierende intensitet og varighed alt afhængig af planteart og ønsket effekt.

*Børstning:* Kan foretages manuelt eller ved hjælp af selvkørende maskineri i hvilket der er ophængt et relativt blødt eller bøjeligt materiale, som under kørsel over kulturen, vil berøre planterne. Berøringen bevirker reduceret længdevækst afhængig af intensitet og varighed af børstningen. Engelske undersøgelser viser f.eks. gode effekter af børstning af stedmoder og negativ effekt på Impatiens (Langton, pers.komm.). Det er vigtigt at vælge materiale således, at en evt. smitterisiko overfor sygdomme og skadedyr minimeres.

*Direkte vægtmæssig belastning (IMPEDANCE):* Denne er den sidste nye opdagede metode til vækstretardering. Metoden består i at der, i mørkeperioden, anbringes en klar plade direkte på plantemassen. Den vægtmæssige belastning er velkontrolleret og bevirker at planternes længdevækst reduceres. Metoden kræver videreudvikling af teknisk art, men foreløbige resultater tyder på gode biologiske og tekniske muligheder.

*Rodtemperatur:* Regulering af rodtemperaturen kan i en vis udstrækning reducere planternes strækningsvækst. (se ref.) Alle planter har et fysiologisk og vækstmæssigt optimum med hensyn til rodtemperatur. Såfremt man bevidst periodisk regulerer rodtemperaturen mindst 5 grader over eller under optimum, vil man opnå en reduktion i strækningsvæksten. Denne form for regulering vil mest hensigtsmæssig kunne foretages ved at sænke rodtemperaturen, enten ved at lukke for undervarmen eller ved at vande med koldt vand, eller begge. Andre metoder vil kunne udvikles.

#### *Biologisk effekt*

Den biologiske effekt af ovennævnte metoder vil variere med den anvendte metode, herunder varighed og intensitet samt med plantearten.

#### *Gennemførlighed*

De ovennævnte metoder skal alle udsættes for yderligere forskning og udvikling, men mulighederne for gennemførlighed vurderes som gode.

#### *Praktiske erfaringer*

I DK kun i begrænset omfang. Børstning anvendes i et enkelt gartneri ved produktion af en specialkultur. I USA m.fl anvendes børstning ved produktion af udplantningsplanter.

#### *Vurdering af metodens praktiske anvendelse*

Efter yderligere undersøgelser (screening af plantearter, til hvilke metoderne er brugbare), samt udvikling af hensigtsmæssige tekniske løsninger, vil metoden kunne anvendes i praksis.

#### *Konklusioner*

Videnskabelige undersøgelser har vist, at såvel regulering af rodtemperaturen som forskellige metoder til mekanisk berøring (stress) af planter, virker

retarderende på strækningsvæksten. Der kræves en videreudvikling af metoderne, før de kan bringes i praktisk anvendelse.

#### *Litteratur til afsnit 4.3.3.*

Karlsen, P. 1994 Differentieret rodtemperatur og strækningsvækst, I Christensen, O.V. (Ed.) Forskningsdag om væksthuskulturer.

Karlsen, P. and Bertram, L. 1995. Growth of young *Dentranthema* plants in relation to constant and differential air and root temperature. *Acta Horticulturae* 378: 53-61.

Karlsen, P. 1997. Root temperature and stem elongation. Proc. Second Workshop of Plant Morphogenesis. *Acta Horticulturae* 435: 33-45.

Jepsen, Marianne. 1995. Jordtemperaturens indflydelse på strækningsvækst og holdbarhed af *Pelargonium hortorum* (zonale) 'Orbit'. Speciale ved Sektion for Havebrug KVL. Under vejledning af Poul Karlsen.

Petersen, Bente 2000. Vækstretardering ved hjælp af seismisk og thigmisk stress. Speciale ved Sektion for Havebrug KVL. Under vejledning af Poul Karlsen.

### 4.3.4 Mikroorganismer som biologiske vækstreguleringsmidler

Man har i mange år udnyttet en mikroorganisme (phytoplasma) til vækstretardering i julestjerne. Phytoplasma er en bakterielignende organisme, der lever i planters ledningsvæv. Når man først har introduceret phytoplasma i en sort, vil den normalt forblive i planten og udøve sin effekt på plantens vækst – også f.eks. efter formering. Man mener phytoplasma indvirker på plantens hormonbalance, og på den måde f.eks. giver en markant vækstretardering. Der har de seneste par år været forslag fremme om at anvende denne metode i andre kulturer og ikke kun i julestjerner, og således reducere anvendelsen af konventionelle vækstreguleringsmidler.

Da disse ideer er nye, findes der kun en begrænset mængde litteratur på området, signaler fra møder med f.eks. julestjerneforældre, forskere, EUs Community Plant Variety Office o.a., tyder på at der er en kolossal interesse for dette område, samt at der er igangsat forskning og udvikling på området, dog uden der er publiceret noget nævneværdigt endnu.

#### *Forslagene kan opdeles i:*

1. Overførsel af julestjerne-phytoplasma til andre plantearter.
2. Udnyttelse af andre phytoplasma til vækstretardering.
3. Udnyttelse af specifikke metabolitter fra phytoplasma til vækstregulering.
4. Udnyttelse af specifikke gener fra phytoplasma, der er ansvarlige for vækstretardering.
5. Udnyttelse af specifikke gener fra planten, der induceres som flg. af phytoplasmas tilstedeværelse, og som er ansvarlige for vækstretardering

#### Ad 1)

Man har med succes overført phytoplasma til andre *Euphorbia* arter (*E. fulgens*), hvor man så en dramatisk effekt på forgrening/ vækstregulering, bl.a. i forsøg udført ved DJF (Fig. 1). Denne art er nu i handelen med phytoplasma. Desværre har det vist sig vanskeligt at overføre julestjerne-phytoplasma til andre *Euphorbia*-arter og i særdeleshed andre familier (Mogens Nicolaisen, upublicerede resultater).

#### Ad 2)

Der findes i naturen en mængde phytoplasma, der indvirker på planters vækstmåde. Det er tænkeligt, at visse af disse vil kunne anvendes til vækstretardering af prydblplanter hørende til samme værtplantefamilie. Man har f.eks. i Australien fundet phytoplasma, der giver en øget 'forgrening' af græsudløbere. Denne phytoplasma udnyttes allerede til at give et stærkere græstæppe i plænegræsser (Ron Cramer, Paul Ecke Ranch, pers. komm.).

Ad 3)

Dette alternativ er ikke interessant til reduktion af kemikaliebrug, da man sandsynligvis vil identificere en metabolit, der således vil blive et nyt kemisk middel.

Ad 4)

Flere plantepatogene mikroorganismer inducerer ændringer i plantens morfologi, såsom forgrening af planten eller dværgvækst. Det er vist, at dette skyldes bakteriel produktion af plantehormoner. Man har ved genetisk transformation vist, at når disse bakteriegener indsættes i planten, har de den samme effekt som 'hele' plante-patogenet. Phytoplasma inducerer en dramatisk øget forgrening/vækstretardering i julestjerne, hvilket som nævnt med stor sandsynlighed skyldes produktion af plantehormonlignende stoffer. Da man som nævnt ikke kan overføre julestjerne-phytoplasmaet til andre arter, kan en alternativ metode være at isolere de gener fra phytoplasma, der er ansvarlige for vækstretarderingen i julestjerne og indsætte dem i andre plantearter. Her vil de sandsynligvis have den samme effekt som 'hele' phytoplasmaet – altså en kraftig vækstretardering.

Ad 5)

Denne indfaldsvinkel er analog til 4) bortset fra, at man udnytter et andet punkt i 'signalet' fra phytoplasma til plante. Hvor forslag 4 koncentrerer sig om phytoplasmaets gener, koncentrerer forslag 5 sig om de gener, der igangsættes som følge af phytoplasmaets tilstedeværelse. Der er forskning i gang på dette punkt ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg.

#### *Vurdering af indførsel af metoden*

Forslag 3 vurderes ikke, da det falder udenfor formålet. Generelt gælder for alle forslagene, at der mangler viden –og dermed en betydelig forskningsindsats - for at implementere metoderne i produktionen.



### *Forslag 1*

#### *Biologisk effekt:*

Stor effekt på vækstform. Så vidt vides ingen effekt på øvrige kvalitet, på skadevoldere og nytteorganismer, eller på kulturens udviklingstid etc.

*Miljømæssig effekt:* Kraftig reduktion i anvendelsen af vækstregulerende midler.

*Energimæssig effekt:* En reduktion i anvendelsen af vækstreguleringsmidler – hvortil der medgår energi – vil derfor medføre et fald i energiforbrug. Faldets størrelse vil afhænge af sprøjtetype (Tabel 6, afsnit 2.2) og af frekvensen af sprøjtninger.

#### *Arbejds­mæssig effekt*

Det manuelle arbejde i forbindelse med udbringning af vækstreguleringsmidler mindskes, hvis metoden indføres. Mindskningen i arbejdsforbrug vil afhænge af sprøjtetype (Tabel 7, kapitel 4).

#### *Økonomisk effekt*

Metoden vil medføre mindre omkostninger til vækstreguleringsmidler og – under forudsætning af at skadevolderbekæmpelse kan ske med ikke-kemiske metoder – til værnemidler, sprøjteudstyr, etc. Dertil kommer mindre udgifter til energi.

#### *Gennemførlighed*

Metoden kan sandsynligvis kun anvendes indenfor *Euphorbia*. Det vides endog ikke, hvilke arter indenfor *Euphorbia*, der er modtagelige for phytoplasma. Forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg har vist, at *E. fulgens* er modtagelig, mens *E. milli* er langt mindre modtagelig. Forsøg på overførsel til andre arter kan umiddelbart startes, og resultaterne kendes efter 2-3 år. Forskningscenter Flakkebjerg råder over de nødvendige teknikker til overførsel af phytoplasma.

### *Forslag 2*

Biologisk, miljømæssig, arbejds­mæssig effekt er det samme som forslag 1.

#### *Gennemførlighed*

Da brugen af phytoplasma til vækstretardering er en nyopdaget mulighed, mangler der i udstrakt grad viden på området. Der kendes et meget stort antal forskellige phytoplasma i naturen, som inficerer mange forskellige værtplanter. Forslaget kræver en grundig screening for naturligt forekommende phytoplasma og deres effekt på pryplanter. Det vil være muligt at indkredse udvalget af potentielle phytoplasma ud fra litteraturen om værtplanteregistre for de enkelte phytoplasma. Alligevel vil forslaget kræve en stor forskningsmæssig indsats. Tidshorizonten er 10-15 år. Set i lyset af den store forskningsindsats samt usikkerhed om de forskellige phytoplasmas virkning, og dermed forslaget mulighed for succes, vurderes forslaget som mindre interessant.

### *Forslag 4*

Biologisk, miljømæssig, arbejds­mæssig effekt er det samme som forslag 1. Involverer brugen af transgene planter.

#### *Gennemførlighed*

Da phytoplasma-generne, der er ansvarlige for plantens vækstretardering, ikke er kendt, kræver det en betydelig forskningsmæssig indsats at identificere disse. Isolering af de relevante gener vil tage 2-3 år med en koncentreret indsats. Derudover skal de isolerede gener afprøves i relevante pryplanter, hvilket også vil tage 2-3 år. Samlet tidshorizont til forslaget er implementeret i erhvervet: 10

år. Forslaget vurderes som realistisk, hvis der investeres en betydelig forskningsindsats på området.

#### *Forslag 5*

Biologisk, miljømæssig, arbejdsmæssig effekt er det samme som forslag 1. Involverer brugen af transgene planter.

#### *Gennemførlighed*

Som forslag 4, dog med den forskel, at her er der allerede forskning i gang ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg.

#### *Tidshorisont*

5-10 år.

#### *Litteratur til afsnit 4.3.4.*

- Davis, M.J., Tsai, J.H., Cox, R.L., 1988. Cloning of chromosomal and extrachromosomal DNA of the mycoplasma-like organism that causes maize bushy stunt disease. *Molecular Plant Microbe Interactions* 1, 295-302.
- Davis, R.E., Lee, I., Douglas, S.M., 1990. Molecular cloning and detection of chromosomal and extrachromosomal DNA of the mycoplasma-like organism associated with little leaf disease in periwinkle (*Catharanthus roseus*). *Phytopathology* 80, 789-793.
- Dole, J.M., Wilkins, H.F., Desborough, S.L., 1951. Investigations on the nature of a graft-transmissible agent in poinsettia. *Can. j. bot.* 71, 1097-1101.
- Dole, J.M., Wilkins, H.F., 1991. Vegetative and reproductive characteristics of poinsettia altered by a graft-transmissible agent. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 116, 307-311.
- Dole, J.M., Wilkins, H.F., 1992. In vivo characterisation of a graft-transmissible, free-branching agent in poinsettia. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117, 972-975.
- Lee, I.M., Klopmeier, M., Bartoszyk, I.M., 1997. Phytoplasma induced free-branching in commercial poinsettia cultivars. *Nat. Biotechnol.* 15, 178-182.
- Lee, I.M., Gundersen-Rindal, D.E., Bertaccini, A., 1998. Phytoplasma: Ecology and genomic diversity. *Phytopathology* 88, 1359-1366.
- Marwitz, R., Kuhbandner, B., Petzold, H., 1987. Transmission of mycoplasma-like organisms (MLO) from witches' broom diseased bilberries (*Vaccinium myrtillus*) to *Catharanthus roseus* with the aid of *Cuscuta*. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 39, 129-132.
- Nakashima, K., Kato, S., Iwanami, S., 1991. Cloning and detection of chromosomal and extrachromosomal DNA from mycoplasma-like organisms that cause yellow dwarf disease of rice. *Appl. Environ. Microbiol.* 57, 3570-3575.
- Nicolaisen, M., 2000. Biologisk kontrol af plantevækst. *GartnerTidende* nr. 52, 12.
- Preil, W., Ebbinghaus, R., 1997. *Euphorbia fulgens* für die topfkultur. *DeGa* 25, 1402-1403.
- Semeniuk, P., Griesbach, R.J., 1985. Bud applications of BA induces branching of a nonbranching poinsettia. *HortScience*. 20, 120-121.
- Stimart, D.P., 1983. Promotion and inhibition of branching in poinsettia in grafts between self-branching and nonbranching cultivars *Euphorbia pulcherrima*. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 108, 419-422.



Fig. 1. *Euphorbia fulgens* med phytoplasma (til venstre) og uden (til højre). Foto Mogens Nicolaisen, DJF, Forskningscenter Flakkebjerg

#### 4.3.5 Konklusion - vækstregulering

Forskning i alternative, ikke-kemiske metoder til vækstregulering af pryddplanter er kun i meget begrænset omfang medtaget i nuværende forskningsprogrammer. Indsatsen er her langsigtet, hvorfor brug af en del af de omtalte metoder først vil kunne ske på længere sigt. Igangværende forskning med fokusering på alternative, ikke-kemiske metoder til vækstregulering peger på, at der er flere metoder med et stort potentiale og som med en yderligere forskningsindsats med tiden kan tages i anvendelse og medvirke til at reducere brugen af kemiske vækstretarderingmidler. På nuværende tidspunkt anvendes alternative metoder til vækstregulering kun i meget begrænset omfang i gartnerierne og kun i få kulturer. Kun få alternative metoder er færdigudviklet til at kunne anvendes i praksis og udover en øget forskningsindsats på dette område kræves ligeledes en implementeringsfase i erhvervet med konsulentvejledning til en tilpasning af metoderne til den enkelte kultur før der kan ske en væsentlig reduktion i anvendelse af kemiske vækstreguleringsmidler.

Tabel 21. Oversigt over alternative metoder til vækstregulering af prydblplanter.

Metode	Strategi	Vækstregulerende effekt	Effekt på kvalitet	Direkte Energi effekt	Arbejds-mæssig effekt	Miljøeffekt	Økonomisk effekt	Anvendelighed (0-5 år; 5-10 år)
Forædling	1)	Kan være stor	Ingen	Ingen	Ingen	Reduceret pesticid-forbrug	Forøgede udviklingsomkostninger	Kort- og langsigtet
Tørke	2)	Kan være stor	Bedre holdbarhed	Ingen	Ingen	Reduceret pesticid-forbrug	Mindre vand- og gødning	<5 år
Næringsstoffer	3)	Kan være stor	Bedre holdbarhed	Ingen	Ingen	Reduceret pesticid-forbrug	Mindre vand- og gødning	<5 år
Klima-styring	4)	Varierende og moderat	Bedre eller upåvirket kvalitet og holdbarhed	10-30% energibesparelse	Ingen	Energibesparelse men større CO <sub>2</sub> udslip	Gevinsten ved energibesparelse overstiger omkostninger for CO <sub>2</sub>	<5 år
Mekanisk	5)	Moderat - stor	Varierende	Ingen	Kan medføre merarbejde	Reduceret pesticid-forbrug		<5 år
Biologisk vækstreg.	6)	Kan være stor i Euphorbia	Kendes ikke	Ingen	Ingen	Reduceret pesticid-forbrug		5-10 år

1) forædling

2) tørkestress

3) reduceret næringsstofftilgængelighed

4) klimastyring (temperatur og lys)

5) mekanisk vækstregulering

6) mikroorganismer som biologiske vækstreguleringsmidler

#### 4.4 Øvrige midler

Af øvrige stoffer som anvendes på væksthusrummet kan nævnes forskellige hjælpestoffer i form af spredningsmidler, desinfektionsmidler m.v. samt holdbarhedsmidler (Natriumsølvthiosulfat). Der er af hygiejnehensyn brug for at kunne rengøre væksthuse, og dette behov kan tænkes at blive yderligere forstærket ved en udfasning af specielt svampemidler. Indenfor holdbarhed af prydblplanter tyder nye forskningsresultater på flere potentielle metoder til forbedring af holdbarheden uden brug af kemiske midler. Disse resultater nye og kun i ringe omfang publicerede på nuværende tidspunkt. Holdbarhedsemnet behandles mere detaljeret i slutrapporten maj 2001.

##### 4.4.1 Desinfektion

Desinfektionsmidler benyttes i væksthuserhvervet til at forebygge problemer med patogene svampe, bakterier og virus. Desinfektionsmidler benyttes til at desinficere hele væksthuse, lagerrum, inventar som f.eks. arbejdsborde, maskiner og redskaber, samt til at desinficere recirkulerende vandingsvand. Ved desinfektion søger gartneren at forhindre overførsel af smitte fra et inficeret parti til et sundt parti planter. Specielt for virus og bakterier er adgang til desinfektionsmidler vigtig, fordi hindring af spredning af virus og bakterier må foretages forebyggende modsat svampe, hvor man kan foretage bekæmpelse med fungicider. Til at undgå opformering af patogener i recirkulerende vandingsvand benyttes mange andre metoder end desinfektionsmidler, bl.a. forskellige former for filtre, bestråling med ultra-violet lys (se afsnit 4.2.3) og manipulering med kobberionbalancen.

#### *Nuværende anvendelse*

Desinfektionsmidler er ikke underlagt bekæmpelsesmiddelovgivningen og anvendelsen er således ikke reguleret. Midler kan markedsføres uden nogen form for effektivitetsgodkendelse. Ved Danmarks JordbrugsForskning-Flakkebjerg, er det muligt for producenter at få udført effektivitetsforsøg. Hvis midlet viser tilfredsstillende effektivitet, tildeles midlet en anerkendelse, der overfor brugeren dokumenterer at midlet er effektivt til formålet. For desinfektion af opbevaringsrum og redskaber, der anvendes til i forbindelse med avl af læggekartofler, er det et krav at der anvendes et desinfektions-middel, der er godkendt af Danmarks JordbrugsForskning. P.t. er 12 produkter anerkendt til desinfektion af maskiner, redskaber samt væksthuse og lagerrum med inventar. Ét middel er anerkendt til desinfektion af recirkulerende vandingsvand (Anon., 2001).

Anvendelsen sker normalt i forbindelse med rengøring af væksthuse, vækstborde og redskaber efter afslutning af en kultur inden en ny startes, således at evt. angreb af skadevoldere ikke overføres til den nye kultur. Et enkelt produkt anvendes dog i forbindelse med dyrkningen af prydplanter, hvor midlet tilsættes det recirkulerende vand for at forhindre smittespredning af svampe, der danner zoosporer. Her erstatter desinfektionsmidler en evt. anvendelse af et fungicid. Anvendelse af recirkulerende systemer er en potentiel mulighed for at reducere vandforbruget, men en større udbredelse vil medføre en større risiko for smittespredning af svampe, bakterie og virus og dermed et større behov for anvendelse af desinfektionsmidler, fungicider eller andre former for vandrensning. Omfanget af anvendelsen af desinfektionsmidler i væksthuse kendes ikke. Desinfektionsmidler er ikke underlagt krav om godkendelse som pesticiderne er, og indgår derfor ikke i statistikker over forbrug.

#### *Alternativer*

Opvarmning i form af flambering, kogning og dampning er traditionelle alternative metoder, som imidlertid har ulemper. Flambering af redskaber giver fare for forbrændinger, kogning af redskaber er tidskrævende og indeholder skoldningsfare. Dampning af væksthuse og lagerrum vil kræve en anden indretning end i dag. Alle elektriske installationer skal ligge uden for rummene, og følere, klimacomputere o.l. skal let kunne afmonteres. Endvidere skal alle materialer i rummene kunne tåle temperaturpåvirkningen. Som nævnt i indledningen findes der flere alternativer til brug af desinfektionsmidler til at undgå problemer med patogener i recirkulerende vandingsvand. Brug af desinfektionsmidler i recirkulerende vand er imidlertid meget begrænset, hvorfor yderligere beskrivelse af alternative metoder udelades.

#### *Vurdering af metoderne*

##### *Metodernes effekt*

Virkningerne vil være på højde med desinfektionsmidler.

##### *Miljømessige effekt*

Energiforbruget ved dampning og kogning er højt.

##### *Arbejds miljømæssige effekt*

Flambering og kogning giver risiko for arbejdsskader.

##### *Arbejds mæssige effekt*

Vurdering mangler

##### *Økonomiske effekt*

Beregninger mangler.

### *Gennemførlighed*

Dampning af væksthuse og rum kan ikke benyttes i den eksisterende bygningsmasse. Dampning af maskiner vil i mange tilfælde ikke kunne lade sig gøre.

### *Litteratur*

Anonym., 2001. Danmarks JordbrugsForskning. Plantebeskyttelsesmidler 2001.

## 4.4.2 Holdbarhed

Forhandlerne og forbrugerne af potteplanter stiller store krav til potteplanters holdbarhed i transportleddet, salgsleddet og i vindueskarmen. I nogle potteplantekulturer behandles blomsterne med et kemisk holdbarhedsmiddel (natriumsølvthio-sulfat, STS) for at den enkelte blomst skal holde sig bedre. I mange år var STS enerådende på markedet som effektivt holdbarhedsmiddel til ætylenfølsomme pryddplanter. Af miljøhensyn (risiko for spredning af tungmetallet sølv) har der ofte været udtrykt bekymring for anvendelsen af STS. Holdbarhedsmidlet, 1-MCP (1-methylcyclopropene) er et forholdsvis nyt alternativ til STS. Det er godkendt til behandling af pryddplanter i USA, hvor der er en stigende interesse for midlet. 1-MCP blokerer ligesom STS planternes ætylensyntesen (Serek og Andersen, 1994). 1-MCP er endnu ikke godkendt til brug herhjemme.

Når potteplanter, efter endt produktion, forlader gartneriet oplever de en omskiftelig tilværelse med store ændringer i lys, luftfugtighed og vandtilførsel. Derfor er det vigtigt at planterne, i så høj grad som muligt, er forberedt på disse former for stress (lav lys, lav luftfugtighed, uregelmæssig vanding). Stresstolerance induceret af én type stress kan give beskyttelse mod andre typer stress (Arora et al. 1998). F.eks. har man fundet at osmotin, som induceres af *tørke- og saltstress*, også beskytter mod svampeangreb, og dets tilstedeværelse forbedrer svamperesistensen i tørkestressede planter (Bray 1997). Der er fundet en reduktion i sygdomsangreb pga. tørkestress i *Euphorbia pulcherrima* (Röber et al. 1995).

Holdbarheden af Chrysanthemum til afskæring kan forbedres med op til 5 dage ved at planterne tørkestresses under dyrkningen. Selvom tørkestressen reducerede stilk længden og blomsterstørrelsen var den ydre kvalitet stadig tilfredsstillende (Rüber & Hafez 1981).

Holdbarheden og udviklingen af blomster på Begonia elatior var bedre når planterne havde været tørkestressede i produktionsperioden (Hasenbusch 1994). Ved at udsætte potteroser, for cyklisk tørkestress i produktionsperioden kan disse bedre modstå tørkestress og dårlige lysforhold i transport og salgsleddet. Planter der udsættes for et konstant niveau af vandstress opnår ikke denne fordel (Williams et al. 2000). På samme måde blev holdbarheden af *Campanula carpatica* og til dels også af *Aster novi-belgii* forbedret ved cyklisk tørkestress under produktionen (Andersen & Williams 2000; 2001).

Ændret *næringsstofftilgængelighed* under produktion af pryddplanter kan have stor indflydelse på planternes kvalitet og holdbarhed efter at planterne har forladt gartneriet, f.eks. under transport, i detailledet samt hos forbrugeren hvor planterne ofte bliver udsat for forskellige stresspåvirkninger (lavt lysniveau, høj temperatur, tørke etc.). Forsøg har vist at potteroser dyrket ved *reduceret fosfortilgængelig* havde en væsentlig bedre holdbarhed end planter dyrket med traditionelt højt P (Nielsen et al., 2000; Hansen et al., 2000). Planter dyrket ved reduceret P havde færre visne blomster og knopper efter længere tids placering under suboptimale lysforhold (Hansen et al., 1998; Hansen et al., 2000). Impatiens og Tagetes havde en større stresstolerance overfor udtørring når de var dyrket ved reduceret P i forhold til traditionelt højt P (Borch et al., 1998). I julestjerne kulturen er det muligt at opnå en plante med tilfredsstillende ydre kvalitet, en væsentlig bedre holdbarhed i slutproduktet og et mindre forbrug af

retarderingsmidler ved at reducere og optimere *kvælstof* og *kalium* tilførslen (Starkey 2000a,b; Starkey et al. 2000).

Virningen af en *øget* calciumkoncentration kan svinge fra en væsentlig forøgelse af holdbarheden (potteroser) til ingen virkning (Hedera) (Starkey 2000b).

Brug af mykorrhiza kan øge planters tolerance overfor patogener (se kapitel 10). Etablering af mykorrhizasymbiosen er følsom overfor højt indhold af fosfor i voksemediet hvorfor brug af mykorrhiza vil kræve en justering af gartnerens fosforgødsning. Ved at holde den plantetilgængelige fosfor moderat til lav kan mykorrhizasymbiosen etableres og mykorrhizasvampen vil tillige kunne hjælpe planten med at optage fosfor så planten ikke kommer til at være i underskud af fosfor (Larsen, Ravnskov & Sandvad, 2000, se reference i afsnit 4.2.5).

*Vurdering af hvorledes en styring af plantevækstfaktorerne vand og næring kan have indflydelse på holdbarhed.*

Det er muligt at reducere brugen af holdbarhedsmidler ved at påføre planterne en kontrolleret vandstress og/eller reduceret næringsstofftilgængelighed. Planter som er tilpasset vand- og næringsstress under produktionen ser således ud til også at være mere tolerante overfor andre former for stress efter de har forladt væksthuset (i holdbarhedsfasen). Der mangler viden om planter dyrket ved reduceret vand- og næringsstofftilgængelighed er mindre modtage-lige overfor sygdomme. Der mangler ligeledes oplysninger om hvor effektiv metoderne er i forhold til kemisk forlængelse af holdbarheden.

*Gennemførlighed*

Metoderne vil relativt hurtigt kunne tages i brug, og vil være en sidegevinst ved ikke kemisk vækstregulering.

*Litteratur til afsnit 4.4.2.*

Andersen L. & Williams M. (2001): Poteaster kan produceres med mindre vand. Gartner Tidende 3:13-15.

Andersen L. & Williams M. (2000): Hold igen med vandingen. Gartner Tidende 48:20-22

Arora R.; Pitchay D.S. & Bearce B.C. (1998): Water-stress-induced heat tolerance in geranium leaf tissues: A possible linkage through stress proteins. *Physiologia Plantarum* 103: 24-34.

Bray E.A (1997): Plant responses to water deficit. *Trends in Plant Science* 2:48-54.

Borch, K.; Brown, K.M.; og Lynch, J.P. 1998. Improving bedding plant quality and stress resistance with low phosphorus. *HortTechnology*, 8:4,575-579.

Hasenbusch R. (1994): Drought stress for compact Begonias. *Gartenbau-Magazin* 3:16-18.

Röber R. & Hafez M. (1981): The influence of different water supply upon the growth of Chrysanthemums. *Acta Horticulturae* 125:69-78.

Starkey K.R. (2000b): Calcium, kalkning og holdbarhed. *Gartner Tidende* 8:24-25.

Starkey K.R. (2000a): Julestjerner: Gød mindre og få bedre planter. *Gartner Tidende* 36:

Starkey K.R., Nielsen K.L. & Schippers M. (2000): Skal potteplanter på diæt? *Gartner Tidende* 8:16-17

Serek, M. & Andersen, A.S. (1994): Nyt holdbarhedsmiddel. *Gartner Tidende*, 45:1195-1197.

Williams M.H., Rosenqvist E. & Buchhave M. (2000): The effect of reducing production water availability on the post-production quality of potted miniature roses (*Rosa x hybrida*). *Postharvest Biology and Technology* 18:143-150.

- Hansen, C.W. og Lynch, J. 1998. Response to phosphorus availability during vegetative and reproductive growth of Chrysanthemum: II. Biomass and phosphorus dynamics. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 123(2)223-229.
- Hansen, C.W.; Nielsen, K.L. og Sørensen, I.U. 2000. Fosfortilførsel og holdbarhed i potteroser. *Gartner Tidende* 116:14-15.
- Nielsen, K.L.; Hansen, C.W. og Sørensen, I.U. 2000. Forbedret holdbarhed ved lav fosfortilførsel. *Gartner Tidende* 19:22-23.

#### 4.4.3 Konklusion - øvrige midler

Desinfektionsmidler er ikke underlagt bekæmpelsesmiddelovgivningen og anvendelsen er således ikke reguleret. Omfanget af anvendelsen af desinfektionsmidler i væksthuse kendes ikke p.t. Aktuelle alternative metoder til desinfektion er forbundet med forskellige ulemper.

Forhandlerne og forbrugerne af potteplanter stiller store krav til planternes holdbarhed. I nogle potteplantekulturer behandles blomsterne med det kemiske holdbarhedsmiddel (natriumsølvthiosulfat), som p.t. er det eneste godkendte holdbarhedsmiddel til pryddplanter, for at den enkelte blomst skal holde sig bedre. Der er igennem de seneste år udviklet et nyt holdbarhedsmiddel (1-MCP) som anvendes med stor succes især til snitblomster i USA. Af potentielle metoder til forbedring af planternes holdbarhed har hærkning af planter under produktionen vha. reduceret tilgængelighed af vand- og næringstoffer (især P og N) vist lovende resultater.



Tabel 22. Oversigt over metoder til reduceret anvendelse af øvrige midler som desinfektionsmidler og holdbarhedsmidler.

Metode	Strategi	Biologisk effekt skadevolder	Biologisk effekt nytteorg.	Effekt på afgrøde eller kvalitet	Direkte Energi effekt	Arbejds-mæssig effekt	Miljøeffekt	Økonomisk effekt	Anvendelighed (<5 år; 5-10 år)
Grønsager Prydplanter	1) 1)	Kan være 100%	Ingen Ingen	Ingen Ingen	Ingen Ingen	Mer-arbejde Mer-arbejde	Ukendt Ukendt		Anvendes Anvendes
Prydplanter	2)	Kan være god	Ukendt	Bedre holdbarhed	Ingen Ingen	Ingen Ingen	Mindre forbrug af vand og gødning		<5 år <5 år

1) desinfektion

2) kulturtekniske foranstaltninger som tørkestress og ændret gødningsstrategi som metode til at forbedre prydplanters holdbarhed uden brug af holdbarhedsmidler.



## Bilag A

Tabel A1. Væksthuse. Forbrug af insekticider.

		<i>INSEKTICIDER, Kg. Aktivstof forbrugt</i>					
<i>År</i>		1996	1997	1998	1999	96-99	Dosering g/ha
<i>Areal (ha)</i>		490	490	490	495	Gns.	
azinphosmethyl	Gusathion	24	55	40	0	30	1.000
alfacypermethrin	Fastac	4	14	6	8	8	13
amitraz	Mitac	304	412	350	94	290	1.020
buprofezin	Applaud	0	0	32	29	15	214
chlorpyrifos	Pageant	103	122	100	247	143	til afdrypn.
clofentezin	Apollo	4	4	7	4	5	400
cyromazin	Trigard	0	0	25	40	16	400
cypermethrin	Cyperb m.fl	0	0	15	21	9	20
deltamethrin	Decis	26	11	0	4	10	15
esfenvalerat	Sumi-Alpha	2	32	4	12	13	15
etimfos	Ekamet	328	0	0	0	82	104
fenazaquin	Pride Ultra	0	0	86	124	53	190
fenbutatinoxid	Torque	153	113	266	0	133	500
fenpropathrin	Sumirody	15	21	8	15	15	150
fipronil	Regent	0	0	15	6	5	24
imidachloprid	Confidor	0	0	0	175	44	490
lambdacyhalotrin	Karate	2	2	7	5	4	15
malathion	Maladan m.fl	381	630	405	314	432	1.852
methomyl	Lannate	1.000	0	0	0	250	400
mercatodimethur	Mesurool	468	563	278	122	358	1.000
phosalon	Zolone	0	8	8	6	6	1.250
phoxim	Volaton	52	79	78	120	82	1.000
pirimicarb	Pirimor m.fl	215	292	96	93	174	500
pyriproxyfen	Admiral	1	2	2	1	2	5
teflubenzuron	Nomolt	0	0	0	45	11	1.500
tetradifon	Tedion	21	13	5	0	10	225
<i>Sum</i>		3.103	2.372	1.836	1.486	2.199	

Tabel A2. Væksthuse. Behandlingshyppighed for insekticider.

		<i>INSEKTICIDER, behandlingshyppighed (B.H.)</i>				
<i>År</i>		1996	1997	1998	1999	1999 i %
<i>Areal (ha)</i>		490	490	490	495	
azinphosmethyl	Gusathion	0,05	0,11	0,08	0,00	0,0
alfacypermethrin	Fastac	0,65	2,22	0,95	1,31	11,4
amitraz	Mitac	0,61	0,82	0,70	0,19	1,6
buprofezin	Applaud	0,00	0,00	0,31	0,27	2,4
clofentezin	Apollo	0,02	0,02	0,04	0,02	0,2
chlorpyrifos	Pageant					
cyromazin	Trigard	0,00	0,00	0,13	0,20	1,8
cypermethrin	Cyperb m.fl	0,00	0,00	1,56	2,12	18,5
deltamethrin	Decis	3,54	1,50	0,00	0,54	4,7
esfenvalerat	Sumi-Alpha	0,24	4,29	0,60	1,67	14,6
etimfos	Ekamet	6,44	0,00	0,00	0,00	0,0
fenazaquin	Pride Ultra	0,00	0,00	0,92	1,32	11,5
fenbutatinoxid	Torque	0,63	0,46	1,09	0,00	0,0
fenpropathrin	Sumirody	0,20	0,28	0,11	0,20	1,8
fipronil	Regent	0,00	0,00	1,28	0,51	4,4
imidachloprid	Confidor	0,00	0,00	0,00	0,72	6,3
lambdacyhalotrin	Karate	0,26	0,26	0,99	0,69	6,0
malathion	Maladan m.fl	0,42	0,69	0,45	0,34	3,0
methomyl	Lannate	5,10	0,00	0,00	0,00	0,0
mercatodimethur	MesuroI	0,96	1,15	0,57	0,25	2,2
phosalon	Zolone	0,00	0,01	0,01	0,01	0,1
phoxim	Volaton	0,11	0,16	0,16	0,24	2,1
pirimicarb	Pirimor m.fl	0,88	1,19	0,39	0,38	3,3
pyriproxyfen	Admiral	0,41	0,82	0,82	0,40	3,5
teflubenzuron	Nomolt	0,00	0,00	0,00	0,06	0,5
tetradifon	Tedion	0,19	0,12	0,05	0,00	0,0
SUM		20,69	14,11	11,19	11,44	100,00

Tabel A3. Vækshuse. Forbrug af fungicider.

		<i>FUNGICIDER, Kg. aktivstof forbrugt</i>					
<i>År</i>		1996	1997	1998	1999	96-99	Dosering
<i>Areal (ha)</i>		490	490	490	495	Gns.	g/ha
Chlorothalonil	Daconil	867	2.054	763	321	1.001	1.250
Fenarimol	Rubigan	60	60	0	25	36	60
Fosethyl-al	Aliette	79	109	103	110	101	3.200
Imazalil	Fungaflor smoke	10	9	15	8	11	375
Iprodion	Rovral	927	1.458	0	391	694	1.000
Kresoximmethyl	Candit	0	0	0	58	15	600
Prochloraz-Mn	Octave	715	877	808	838	810	750
Propamocarb	Previcur	452	706	648	482	572	960
Thiophanatmethyl	Topsin fl.	3.880	0	0	0	970	1.000
Tolclofos-methyl	Rizolex 50	0	0	524	0	131	1.250
Tolyfluanid	Euparen Multi	645	123	145	245	289	5.000
Triforin	Saprol	55	56	80	268	115	400
Vinclozolin	Ronilan	761	1.252	0	0	503	1.000
<b>SUM</b>		<b>8.450</b>	<b>6.704</b>	<b>3.086</b>	<b>2.746</b>	<b>5.247</b>	

Tabel A4. Væksthuse. Behandlingshyppighed for fungicider.

		<i>FUNGICIDER, behandlingshyppighed (B.H.)</i>				
<i>År</i>		1996	1997	1998	1999	1999 i %
<i>Areal (ha)</i>		490	490	490	495	
chlorothalonil	Daconil	1,42	3,35	1,25	0,52	7,2
fenarimol	Rubigan	2,06	2,06	0,00	0,84	11,7
fosethyl-al	Aliette	0,05	0,07	0,07	0,07	1,0
imazalil	Fungaflor smoke	0,05	0,05	0,08	0,04	0,6
iprodion	Rovral	1,89	2,98	0,00	0,79	11,0
kresoximmethyl	Candit	0,00	0,00	0,00	0,20	2,7
prochloraz-Mn	Octave	1,95	2,39	2,20	2,26	31,4
propamocarb	Previcur	0,96	1,50	1,38	1,02	14,1
thiophanatmethyl	Topsin fl.	7,92	0,00	0,00	0,00	0,0
tolclofos-methyl	Rizolex 50	0,00	0,00	0,86	0,00	0,0
tolyfluanid	Euparen Multi	0,26	0,05	0,06	0,10	1,4
triforin	Saprol	0,28	0,28	0,41	1,35	18,8
vinclozolin	Ronilan	1,55	2,55	0,00	0,00	0,0
<b>SUM</b>		<b>18,39</b>	<b>15,28</b>	<b>6,29</b>	<b>7,18</b>	<b>100,00</b>

Tabel A5. Væksthuse. Forbrug af kemiske vækstreguleringsmidler.

		VÆKSTREGULERING, Kg. aktivstof					
År		1996	1997	1998	1999	96-99	Dosering
Areal (ha)		490	490	490	495	Gns.	g/ha
benzyladenin	Cillus BA-6	4	5	2	2	3	400
chlormequat	Cycocel Extra	14.323	40.468	32.566	33.040	30.099	3.000
daminozid	Alar	2.542	2.791	2.558	2.121	2.503	5.100
ethephon	Cerone	0	0	0	0	0	240
flurprimidol	Topflor	1	5	2	4	3	15
naphthyleddikesyre	Floramon A,B,C	1	1	1	1	1	500
natriumsølvthiosulfat	Argylene	32	59	48	49	47	120
paclobutrazol	Bonzi	15	0	23	17	14	120
<i>SUM</i>		16.918	43.329	35.200	35.234	32.670	

Tabel A6. Væksthuse. Behandlingshyppighed for kemisk vækstregulering.

		VÆKSTREGULERING, behandlingshyppighed (B.H.)				
År		1996	1997	1998	1999	1999 i %
Areal (ha)		490	490	490	495	
benzyladenin	Cillus BA-6	0,02	0,03	0,01	0,01	0,0
chlormequat	Cycocel Extra	9,74	27,53	22,15	22,25	89,9
daminozid	Alar	1,02	1,12	1,02	0,84	3,4
ethephon	Cerone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
flurprimidol	Topflor	0,14	0,68	0,27	0,54	2,2
naphthyleddikesyre	Floramon A,B,C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
natriumsølvthiosulfat	Argylene	0,54	1,00	0,82	0,82	3,3
paclobutrazol	Bonzi	0,26	0,00	0,39	0,29	1,2
<i>SUM</i>		11,72	30,36	24,67	24,75	100

Tabel A7. Samlet forbrug og behandlingshyppighed for væksthuse.

<i>Insekticider, fungicider og vækstregulatorer</i>	1996	1997	1998	1999	96-99
<i>SUM B.H.</i>	50,80	59,75	42,15	43,38	49,02
<i>SUM kg. aktivstof</i>	28.471	52.405	40.122	39.467	40.116

## Bilag B



Rapport vedrørende pesticid forbruget i de danske væksthusegartnerier – potteplanter.

den 30. april 2001

I perioden fra den 15. februar 2001 til den 6. marts fik 21 potteplanteproducenter tilsendt spørgeskema vedrørende pesticidforbruget i årene 1998, 1999 og 2000. 11 ud af 21 gartnerier valgte at deltage i undersøgelsen. 5 af gartnerierne er tilmeldt det hollandske miljøstyringssystem MPS.

Gartnerierne har indsendt sprøjtejournaler eller selv udfyldt spørgeskemaet på baggrund af sprøjtejournaler og/eller MPS-tal.

I følgende vil resultaterne af undersøgelsen kunne ses. Det fremgår ikke hvilke gartnerier, der har deltaget i undersøgelsen, da de blev lovet fuld anonymitet. Udfra det talmateriale, der er blevet indsendt er der blevet beregnet forbrug pr. 1000 planter for hvert gartneri. Ud fra disse tal er det samlede forbrug for kulturen blevet beregnet, og til sidst mg aktivstof pr. 1000 planter.

Der er talmateriale for følgende potteplantekulturer:

1. Kalanchoé
2. Mini-julestjerner
3. Argyranthemum frutescens
4. Hedera helix

## 1. Kalanchoé

Forbrug pr. 1000 planter (ml eller gram handelsvare).

		Gartneri nr. 1 (MPS)			Gartneri nr. 2 (MPS)			Gartneri nr. 3		
		1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	CCC	17,3	18,7	13,5	33,5	33,5	33,5	12,6	12,6	12,6
	Alar	34,5	37,5	27,0	33,5	33,5	33,5	19,3	19,3	19,3
	Bonzi	0,15	0,45	0,31						
Svampemidler	Thiram	28,6								
	Euparen		6,5							
	Meltatox							2,5	2,7	
	Saprol				0,14	0,09			0,9	
	Candit									0,5
	Aliette						27,8			
	Amistar						18,5			
	Previcur									9,1
Insektmidler	Pirimor	0,69	0,15	0,49		0,39			1,8	1,8
	Decis	0,71		0,32	0,55					
	Fastac	0,21								
	Confidor					0,39	0,78			0,36
Desinfektionsmidler	Deosan					28,1	56,25			9,1
	O2 -tabs									0,22
Andre midler	Poly-grøn				22,5	18	19			

*Vækstregulering:* Kalanchoé retarderes med 3-4 gange med Alar og CCC. Bonzi prøves i nogle gartnerier. Gartnerierne valg af sorter, vandsystem, vandingsteknik, klimaforhold og produktionsforhold har indflydelse på forbruget af retarderingsmidler.

*Svampemidler:* Der bruges ingen kemiske svampemidler forebyggende. De gange der benyttes svampemidler, er det i forbindelse med et angreb – oftest meldug. I enkelte tilfælde har det været nødvendigt at bruge midler til bekæmpelse af Pythium.

*Insektmidler:* Lus er det skadedyr, der volder de største problemer i Kalanchoé, og der sprøjtes, når der er angreb. Et af gartnerierne har oplyst, at der sprøjtes 0,35 gange pr. hold.



*Desinfektionsmidler:* Deosan Flora tilsættes vandingsvandet i flere gartnerier og bruges til desinfektion af borde.

*Andre midler:* Der bruges i nogle gartnerier spredemiddel i vandingsvandet.

Der lægges vægt på at stiklingerne skal være sunde og rene. Dette opnås blandt andet ved at bruge biologisk bekæmpelse i moderplanter og formering.

En god hygiejne vægtes højt, da det nedsætter risikoen for angreb af såvel svampe som insekter.

Til forbyggelse af svampeangreb i roden benyttes i nogle gartnerier forskellige mikrobiologiske produkter (Binab T, Biofungus m. m.). Endvidere benyttes Deosan Flora og Polygrøn X til at nedsætte smittetrykket i vandingsvandet.

Samlet produktion i 1998: 21.491.350 stk.  
 1999: 21.238.489 stk.  
 2000: 23.868.590 stk.

Samlet forbrug af pesticider i Kalanchoé 10 cm ( kg eller liter).

		1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	CCC	454,2	458,8	474,2
	Alar	625,4	639,3	634,9
	Bonzi	1,1	3,2	2,46
Svampemidler	Thiram	204,9		
	Euparen		46,0	
	Meltatox	17,9	19,1	
	Saprol	1,0	7,0	
	Candit			4,0
	Aliette			221,2
	Amistar			147,2
	Previcur			72,4
Insektmidler	Pirimor	4,9	16,6	18,2
	Decis	9,0		2,5
	Fastac	1,5		
	Confidor		2,8	9,1
Desinfektionsmidler	Deosan Flora		198,9	520,3
	O2-tabs			1,8
Andre midler	Polygrøn	161,2	127,4	151,2

	mg aktivstof pr. produceret enhed		
	1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	34,36	35,49	31,75
Svampemidler	8,0	1,53	10,74
Insektmidler	0,13	0,71	0,77
Desinfektionsmidler	0	1,63	3,8
Andre midler	7,5	6,0	3,0

## 2. Mini-julestjerner

Forbrug pr. 1000 planter (ml eller gram handelsvare).

		Gartneri nr. 1 (MPS)			Gartneri nr. 2			Gartneri nr. 3		
		1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	CCC	25,1	35,8	15,6	3,7	3,8	3,8	2,6	2,0	1,8
	Bonzi	0,98	3,67	0,98	0,64	0,64	0,64	3,2	2,6	0,8
Svampemidler	Rizolex	20,9	22,8	11,8	5,7	5,7	5,7			
Insektmidler	Pageant	41,8			14,4	14,4	14,4			
	Nomolt		16,8	20,6						
	Applaud	0,98	4,08	2,90						
	Admiral			0,017						

*Vækstregulering:* Mini-julestjerner sprøjtes 1-2 gange med Bonzi og 6- 12 gange med CCC. Antal sprøjtninger med CCC afhænger af sort og den ønskede slutstørrelse på planterne

*Svampemidler:* Det behandles 1 gang med Rizolex forebyggende i forbindelse med stikning. Rhizoctonia er den patogene svamp, der giver størst problemer i julestjerner.

*Insektmidler:* Der behandles forebyggende mod sørgemyglarver. Her anvendes Pageant eller Nomolt. Der behandles ofte 1 gang. Applaud er anvendes i nogle gartnerier forebyggende mod mellus. Der behandles 1-2 gange. Applaud og Admiral anvendes også på begrænsede partier ved konstateret angreb af mellus.

I julestjerne gøres der endvidere følgende for at undgå angreb af hvide fluer:  
 Ved opstart af moderplanter bliver hjemkøbte stiklinger holdt isoleret, og der behandles forebyggende med f.eks. verticillium.  
 I moderplanterne bruges biologisk bekæmpelse.  
 Hvis stiklingerne købes hjem, så behandles de med verticillium (f.eks. Mycotal) eller med et kemisk middel. Forbruget af verticillium har de sidste par år været begrænset, da der har været problemer med tålsomheden.

Svampeangreb forebygges ved  
 holde moderplanterne sunde.  
 rengøre bordene mellem hvert hold  
 undgå genbrug af bakker.

Samlet produktion i 1998: 6.676.000 stk.  
 1999: 6.037.500 stk.  
 2000: 7.253.508 stk.

Samlet forbrug af pesticider i mini-julestjerner (kg eller liter).

		1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	CCC	69,9	83,70	51,3
	Bonzi	10,7	13,9	5,9
Svampemidler	Rizolex	59,2	27,4	42,3
Insektmidler	Pageant	125,1	29,0	35,1
	Nomolt		33,8	49,8
	Applaud	2,2	8,2	7,0
	Admiral			0,041

	mg aktivstof pr. produceret enhed		
	1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	4,82	6,38	3,25
Svampemidler	4,44	4,37	2,69
Insektmidler	3,97	2,18	2,27

### 3. Argyranthemum frutescens

Forbrug pr. 1000 planter (ml eller gram handelsvare).

		Gartneri nr. 1			Gartneri nr. 2		
		1998	1999	2000	1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	CCC	2000	2000	731,3	13,1	308,9	338,4
	Limit				487,3	41,0	20,7
	Topflor			2,4		0,34	0,54
	Bonzi						0,26
Svampemidler	Aliette	13,7	13,7	18,3		31,5	
	Rizolex				0,23	2,3	
	Octave				9,6		3,6
	Amistar						10,3
Insektmidler	Pirimor						0,60
	Confidor						0,26
	Aztec				2,9		
	Trigard					0,96	
Desinfektionsmidler	Menno Florades			11,5			
	Deosan Flora	1635	137	62,5	99,3	68,4	66,7



- Vækstregulering:* *Argyranthemum frutescens* retarderes hovedsageligt ved udvanding af CCC eller limit. CCC/limit udvandes 4-6 gange.  
Udvandingsmetoden har stor betydning for forbruget af CCC/Limit. De senere år er en række af margeritproducenterne begyndt at sprøjte med Topflor sidst i kulturforløbet. Der sprøjtes 1-3 gange med Topflor. Dette har resulteret i et mindre forbrug af CCC.  
Til *A. frutescens* benyttes der også negativ DIF og udtørring i det omfang det er muligt.
- Svampemidler:* Pythium/Phytophthora og Rhizoctonia er de alvorligste skadegørere i *A. frutescens*. Der behandles forebyggende med enten Aliette eller Rizolex afhængig af skadegørere. Senere i kulturforløbet behandles kun med svampemidler, hvis der kommer angreb af et svamp.
- Insektmidler:* Der anvendes kun insektmidler, hvis der kommer angreb af et skadedyr under produktionen. Mange producenter benytter en eller anden form for biologisk bekæmpelse – f.eks. Vertalec, Mycotal og nyttedyr. Vertalec og Mycotal benyttes på stikkebedet, mens nyttedyrerne sættes ud i moderplanterne og færdigvarerne.
- Desinfektionsmidler:* Deosan Flora bruges til desinfektion af borde – især i formeringen. Øvrige borde desinficeres normalt inden opstart af kulturen. Deosan bruges også til desinfektion af vandingssystemet og vandingsvandet. Dette er med til at holde smittetrykket nede og mindske risikoen for svampe – og bakterieangreb. Årsagen til det store forbrug af Deosan Flora hos gartner 1 i 1998 er, at der i 1996 var store svampeproblemer hos flere af producenterne. I den forbindelse blev der gjort meget for at forebygge angreb af blandt andet Pythium og Phytophthora.

Samlet produktion i 1998: 21.700.800 stk.  
 1999: 17.585.900 stk.  
 2000: 18.780.300 stk.

Samlet forbrug af pesticider i *Argyranthemum frutescens* (kg eller liter).

		1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	CCC	21842,9	20302,0	10044,6
	Limit	5287,4	360,5	194,4
	Topflor		3,0	27,6
	Bonzi			2,4
Svampemidler	Aliette	148,6	397,4	173,7
	Rizolex	2,5	20,2	
	Octave	104,2		33,8
	Amistar			96,7
Insektmidler	Pirimor			5,6
	Confidor			2,4
	Aztec*	31,5		
	Trigard		17,6	
Desinfektionsmidler	Menno Florades			108,0
	Deosan Flora	18817,8	1770,9	1213,2

\*Forsøgspræparat

	Mg aktivstof pr. produceret enhed		
	1998	1999	2000
Vækstreguleringsmidler	460,2	539,2	250,1
Svampemidler	7,9	18,7	9,6
Insektmidler		0,1	0,24

#### 4. Hedera helix

Forbrug pr. 1000 planter (ml eller gram handelsvare).

		Gartneri nr. 1 (MPS)			Gartneri nr. 2 (MPS)			Gartneri nr. 3		
		1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Svampemidler	Aliette	177,3	18,6	5,9			0,03			
	Daconil	65,5	78,7	24,8						
	Acrobat		0,5	1,9						
	Rovral			3,5						
	Benlate				0,009		0,002			
	Octave		1,1	0,9	0,005		0,02			
	Amistar			4,5						
Insektmidler	Pirimor	2,0	2,8	2,3	0,02	0,006			0,99	3,5
	Confidor					0,001	0,04	0,19	0,19	0,91
	Pride Ultra						0,02			
	Regent	0,1	0,2	0				0,02	0,07	0,004
	Decis				0,03	0,07	0,05			
	Karate	0,8	3,7	1,7	0,14	0,04	0,005			2,73
	Admiral				0,03	0,008				
	Applaud		0,5	0,2						
	Maladan						0,007			
	Fastac	0,06								
	Pentac	1,0			0,19	0,30				
	Thiodan				0,17	0,04			3,7	
	Nissuron							0,9	4,9	3,6
	Lannate							0,31		
	Ripcord							0,11		
	Sumirody	0,7			0,004	0,004				
Pageant	6,2									
Desinfektions-Midler	Deosan Flora	973,7	973,7	840,9						

*Svampemidler:* Svampemidlerne anvendes forebyggende mod Pythium, Phytophthora og Fusarium, der er meget alvorlige skadegørere i Hedera.

*Insektmidler:* Der sprøjtes mod spind, lus, hvide fluer og trips. Langt de fleste sprøjtninger, sker når der er konstateret angreb af et skadedyr.

*Desinfektionsmidler:* Desinfektionsmidlerne bruges til at holde smittetrykket nede. Borde vaskes og desinficeres. En god hygiejne er meget vigtig i Hedera, da den let angribes af rodpatogene svampe. Desinfektionsmidlerne bruges også til desinfektion af vandingsystemet.

*Andre tiltag:* I et af gartnerierne bruges der biologisk bekæmpelse i moderplanterne og formeringen. Målet er at holde moderplanterne fri for skadegørere, og hermed undgå infektioner i formeringen og den videre produktion. Endvidere lægges der stor vægt på at give planterne de optimale dyrkningsbetingelser. Forår og sommer skygges væksthuse kraftigt for at holde temperaturen nede, idet



Hedera er meget følsom over for høje temperaturer og let bliver angrebet af svampe i varme perioder.

Samlet produktion i 1998: 21.409.463 stk.  
 1999: 23.941.855 stk.  
 2000: 20.533.995 stk.

Samlet forbrug af pesticider i Hedera helix(kg eller liter).

		1998	1999	2000
Svampemidler	Alliette	1265,3	148,4	40,6
	Daconil	467,4	628,1	169,7
	Acrobat		4,0	13,0
	Rovral			24,0
	Benlate	0,06		0,01
	Octave	0,04	8,8	6,31
	Amistar			30,8
Insektmidler	Primor	14,4	23,9	39,7
	Confidor	1,4	1,5	6,5
	Pride Ultra		0,16	
	Regent	0,86	2,2	0,03
	Decis	0,21	0,56	0,34
	Karate	6,7	29,8	30,4
	Admiral	0,21	0,06	
	Applaud		4,0	1,4
	Maladan			0,05
	Fastac	0,4		
	Thiodan	1,2	29,8	
	Nissorun	6,4	39,1	24,6
	Lannate	2,2		
	Ripcord	0,79		
	Sumirody	5,0	0,03	
	Pageant	44,2		
Pentac	8,5	2,4		
Desinfektionsmidler	Deosan Flora	6948,8	7770,7	5755,7

	mg aktivstof pr. produceret enhed		
	1998	1999	2000
Svampemidler	58,2	18,3	6,9
Insektmidler	1,2	1,4	1,4
Desinfektionsmidler	56,8	56,8	49,1



### Bemærkninger til resultaterne for potteplanterne

Det indsamlede talmateriale viser, at vækstreguleringsmidlerne udgør den største andel af de pesticider, der bruges til produktionen af de blomstrende potteplanter som indgår i undersøgelsen. Blomstrende potteplanter behandles en til flere gange med et eller flere vækstreguleringsmidler for at opnå en kvalitet, der tilfredsstiller forbrugerens krav. Behandlingshyppighed, koncentration og valg af vækstreguleringsmiddel varierer meget med kulturen. CCC er det vækstreguleringsmiddel, der anvendes i de største mængder. Det bliver blandt andet brugt i store mængder til margeritter.

Jeg mener, at det muligt at reducere forbruget af vækstreguleringsmidler ved blandt andet at se på udbringningsmetoden, alternative midler og alternative metoder.

Allerede nu arbejdes der i mange gartnerierne på at forbedre sortimentet og produktionsmetoden, så der blandt andet skal behandles mindre med vækstreguleringsmidler.

I en række kulturer forædles der mod sorter, der kræver mindre vækstreguleringsmiddel (Osteospermum).

Der arbejdes med Topflor og Bonzi som supplement/erstatning for blandt andet CCC. Dette vil være med til at bringe mængden af CCC ned. Dette kræver, at Topflor og Bonzi fortsat er tilgængelig for potteplanteproducenterne.

Alternative metoder som negativ DIF og udtørring anvendes allerede som supplement til vækstreguleringsmidlerne. Interessen for forsøgene med lav P og tørkestress er stor, og arbejdet med at få omsat resultaterne til praksis er så småt begyndt.

De alternative metode (lav P, tørkestress, negativ DIF m.m) vil ikke fuldstændigt kunne afløse brugen af vækstreguleringsmidler. Vækstreguleringsmidlerne og de alternative metoder vil supplere hinanden.

Med venlig hilsen

Anne Krogh Larsen















Pesticidforbrug tomat

Sted 1		1998	1999	2000			
Insekticider	Pride ultra	0,025%	0,025%	0,025%	Er brugt som pletsprøjtning		
	Torque						
Fungicider	Previcur N			0,025%			
Desinfektion				0%			
Sted 2		1998	1999	2000			
Insekticider		0%	0%	0%	Har kun brugt biologisk bekæmpelse.		
Fungicider		0%	0%	0%			
Desinfektion							
Sted 3		1998	1999	2000			
Insekticider		0%	0%	0%	Har kun brugt biologisk bekæmpelse.		
Fungicider	Euparen	0,25%	0%	0%			
Desinfektion	Benca +	100 liter	100 liter	100 liter			
Sted 4		1998	1999	2000			
Insekticider		0%	0%	0%	Har kun brugt biologisk bekæmpelse.		
Fungicider		0%	0%	0%			
Desinfektion		0%	0%	0%			
Sted 5		1998	1999	2000			
Insekticider		0%	0%	0%	Har kun brugt biologisk bekæmpelse.		
Fungicider		0%	0%	0%			
Desinfektion		0%	0%	0%			
Sted 6		1998	1999	2000			
Insekticider		0%	0%	0%	Har kun brugt biologisk bekæmpelse.		
Fungicider	Euparen	1,5%	1,5%	1,5%			
Desinfektion	Benplus	3%	3%	3%			
Spredemiddel	Polygrøn	0,001%	0,001%	0,001%			