

Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i frilandsgrønsager

Bilag 3 til rapporten "Muligheder for forebyggelse
og alternativ bekæmpelse inden for gartneri og
frugtavl"

Kaj Henriksen 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

| | |
|--|-----------|
| FORORD | 5 |
| SAMMENDRAG | 7 |
| SUMMARY | 15 |
| 1 INDLEDNING OG BAGGRUND | 23 |
| 1.1 STATUS OG NUVÆRENDE VIDENGRUNDLAG | 23 |
| 1.2 METODEBESKRIVELSE – FOREBYGGELSE OG ALTERNATIVE METODER | 24 |
| 1.2.1 <i>Videnindsamling</i> | 24 |
| 1.2.2 <i>Vurdering af metodernes praktiske anvendelse</i> | 25 |
| 2 BELASTNING OG EKSPONERING | 26 |
| 2.1 FORBRUG OG MILJØEFFEKT | 26 |
| 2.1.1 <i>Indledning</i> | 26 |
| 2.1.2 <i>Forbrug</i> | 26 |
| 2.1.3 <i>Risiko for grundvand og overfladevand</i> | 27 |
| 2.1.4 <i>Effekt af pesticider på markens flora og fauna</i> | 28 |
| 2.2 GODKENDTE PESTICIDER | 29 |
| 2.2.1 <i>Fungicider</i> | 30 |
| 2.2.2 <i>Insecticider</i> | 32 |
| 2.2.3 <i>Herbicider</i> | 32 |
| 3 ALTERNATIVE METODER - UKRUDT | 35 |
| 3.1 PROBLEMSTILLING | 35 |
| 3.2 IKKE-KEMISKE METODER TIL BEKÆMPELSE AF FRØUKRUDT | 35 |
| 3.2.1 <i>Mekanisk og termisk bekæmpelse</i> | 35 |
| 3.2.2 <i>Nye og fremtidige alternative metoder</i> | 38 |
| 3.2.3 <i>Dækning af dyrkningsjorden - mulching</i> | 40 |
| 3.2.4 <i>Styrkelse af kulturplantens konkurrenceevne over for ukrudt</i> | 41 |
| 3.3 INTEGREREDE SYSTEMER | 41 |
| 4 ALTERNATIVE METODER - SYGDOMME | 47 |
| 4.1 PROBLEMSTILLING | 47 |
| 4.1.1 <i>Sædskifte</i> | 47 |
| 4.2 BIOLOGISK BEKÆMPELSE AF SYGDOMME | 48 |
| 4.2.1 <i>Typer af antagonister</i> | 48 |
| 4.2.2 <i>Stimulering af naturligt forekommende antagonister</i> | 49 |
| 4.2.3 <i>Udbringning af specifikke antagonister</i> | 50 |
| 4.2.4 <i>Status biologisk bekæmpelse svampe</i> | 51 |
| 4.3 DYRKNINGSMETODER- OG STRATEGIER | 51 |
| 4.4 PROGNOSE/VARSLING FOR SVAMPESYGDOMME I GRØNSAGER | 52 |
| 4.4.1 <i>Udenlandske erfaringer, litteraturgennemgang</i> | 52 |
| 4.4.2 <i>Udenlandske erfaringer, internettet</i> | 53 |
| 4.4.3 <i>Status og oversigt</i> | 54 |
| 4.4.4 <i>Samlet vurdering af prognose - varslingsystemer</i> | 55 |
| 5 ALTERNATIVE METODER - SKADEDYR | 60 |
| 5.1 PROBLEMSTILLING | 60 |
| 5.2 NØGLESKADEDYR | 60 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.2.1 | <i>Nøgleskadedyr i gulerødder</i> | 60 |
| 5.2.2 | <i>Nøgleskadedyr i kål</i> | 61 |
| 5.2.3 | <i>Nøgleskadedyr i løg og porre</i> | 61 |
| 5.2.4 | <i>Nøgleskadedyr i salat</i> | 61 |
| 5.2.5 | <i>Nøgleskadedyr i ært</i> | 61 |
| 5.2.6 | <i>Grupper af skadedyr der er almindelige i alle frilandsgrønsager</i> | 62 |
| 5.3 | ALTERNATIVE METODER TIL FOREBYGGELSE ELLER BEKÆMPELSE | 62 |
| 5.3.1 | <i>Biologisk (klassisk og augmentativ) bekæmpelse</i> | 63 |
| 5.3.2 | <i>Konserverende biologisk bekæmpelse</i> | 65 |
| 5.3.3 | <i>Netdækning til bekæmpelse af flyvende skadedyr i grønsager</i> | 68 |
| 5.3.4 | <i>Skadetærskler, skadedyrsmodeller og varslingsystemer</i> | 70 |
| 6 | ALTERNATIVE METODER - VÆKSTREGULERING | 77 |
| 6.1 | PROBLEMSTILLING | 77 |
| 6.2 | IGANGVÆRENDE FORSKNING | 77 |
| 7 | PLANTEEKSTRAKTER OG IKKE-SYNTETISKE NATURSTOFFER | 79 |
| 7.1 | PROBLEMSTILLING | 79 |
| 7.2 | TYPER AF NATURSTOFFER | 79 |
| 7.2.1 | <i>Naturstoffers potentiale som bekæmpelsesmidler</i> | 80 |
| 7.3 | FREMTIDIG UDVIKLING | 81 |
| 8 | SORTSRESISTENS | 83 |
| 8.1 | PROBLEMSTILLING | 83 |
| 8.2 | NUVÆRENDE SITUATION | 83 |
| 8.2.1 | <i>Løg</i> | 84 |
| 8.2.2 | <i>Porre</i> | 84 |
| 8.2.3 | <i>Kål</i> | 84 |
| 8.2.4 | <i>Gulerod</i> | 86 |
| 8.2.5 | <i>Salat</i> | 87 |
| 8.2.6 | <i>Ært</i> | 88 |
| 9 | BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER | 90 |
| 9.1 | PROBLEMSTILLING | 90 |
| 9.2 | DYRKNINGSVEJLEDNINGER | 90 |
| 9.3 | PLANTEVÆRN | 91 |
| 9.4 | SORTSOPLYSNINGER | 91 |
| 9.5 | AFGRØDEMODELLER | 91 |
| 9.6 | FREMTID | 91 |
| 10 | ERFARINGER FRA ØKOLOGISK DYRKNING | 93 |
| 10.1 | INDLEDNING | 93 |
| 10.2 | ANVENDTE METODER OG STRATEGIER I DEN ØKOLOGISKE DYRKNING | 93 |
| 10.2.1 | <i>Løg</i> | 94 |
| 10.2.2 | <i>Kål</i> | 94 |
| 10.2.3 | <i>Gulerod</i> | 95 |
| 10.2.4 | <i>Salat</i> | 96 |
| 10.2.5 | <i>Porre</i> | 96 |
| 10.2.6 | <i>Ærter til dybfrost/konserver</i> | 97 |
| 10.3 | SAMLET STATUS | 97 |
| | Bilag A | 99 |

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*, *væksthusplanter og planteskole* inden for området gartneri og frugtavl. Rapporterne er gennemført som litteraturstudier med udgangspunkt i offentliggjort viden suppleret i mindre omfang med personlige meddelelser og erfaringer fra praksis.

Nærværende delrapport omhandlende frilandsgrønsager er udarbejdet af Kaj Henriksen, Forskergruppe for Grønsager, Danmarks JordbrugsForskning, Årlev med bidrag til de enkelte afsnit af:
Niels Elmegaard (kapitel 2) og Morten Strandberg (kapitel 2) fra Danmarks Miljøundersøgelser, Silkeborg,
Bo Melander (kapitel 3), Klaus Paaske (kapitel 2 og 7), Peter Kryger Jensen (kapitel 3), Georg Noyé (kapitel 2), John Larsen (kapitel 4), Lars Bødker (kapitel 4), David Yohalem (kapitel 4), Gisela Felkl (kapitel 5), Bent Løschenkohl (kapitel 4) og Karen Eberhardt Henriksen (kapitel 9) fra Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg samt Kai Grevsen (kapitel 5), Jørn Nygaard Sørensen (kapitel 6) og Gitte Kjeldsen Bjørn (kapitel 8) fra Danmarks JordbrugsForskning, Årlev.

Sammendrag

Produktionen af frilandsgrønsager afsættes primært til det danske marked; den største enkelt eksport af grønsagsprodukter sker inden for ærter til dybfrost. Totalt set kan den danske produktion ikke dække hjemmemarkedets forbrug. I alt dyrkes ca. 10.500 ha med frilandsgrønsager med ærter, kål, gulerødder, løg, porre og salat som de vigtigste afgrøder.

Uanset om produktionen sker for det danske marked eller til eksport er grønsagernes kvalitet afgørende for afsætningsmulighederne. De nuværende regler (= EU's handelsnormer) for salg betyder, at produkterne skal være fri for konkrete skadevoldere og skader efter disse for at kunne sælges som klasse 1. Produktion og afsætning sker i øvrigt i konkurrence med udenlandsk produktion.

Ca. 10 % af det samlede areal dyrkes økologisk med gulerødder som langt den største kultur. Af de resterende 90 % af grønsagerne dyrkes den overvejende part efter reglerne for integreret produktion, som erhvervet har fastsat. Bestræbelserne på at reducere afhængigheden af pesticider i produktionen har fundet sted igennem en længere periode.

I nærværende gennemgang af mulighederne for at benytte alternative metoder i forebyggelse og bekæmpelse af skadevoldere inden for ukrudt, sygdomme og skadedyr er set både på de hidtidige erfaringer og metoder fra dyrkningspraksis i økologisk dyrkning, fra igangværende forskningsprojekter vedrørende alternative metoder og fra dokumenteret og publiceret viden på området i øvrigt.

Rapporten beskriver til indledning den nuværende anvendelse af pesticider i frilandsgrønsager opdelt i de 3 områder fungicider, insekticider og herbicider. Ud fra de beregnede behandlingshyppigheder er på basis af en videnanalyse på området vurderet det nuværende forbrugs indvirkning på det omgivende miljø og mulige risici ved anvendelsen af pesticider med fokus på forhold, der afviger fra forholdene i det almindelige jordbrug.

Miljøeffekter

Det er skønnet at behandlingshyppigheden med insekticider varierer mellem 1,1 og 3,0 i perioden 1996 til 1999. I samme periode vurderes behandlingshyppigheden med fungicider at variere mellem 1,1 og 2,8. Et ekspertskøn over herbicidforbruget anslår behandlingshyppigheden til at variere mellem 1,0 og 1,9 som gennemsnit for hele grønsagsarealet. Der er imidlertid store variationer i pesticidforbruget mellem de enkelte afgrøder. Udsæede løg kan således have en behandlingshyppighed på op til 5,0 for herbicider, hvorimod kål og salat har en behandlingshyppighed væsentligt under 1.

Ud fra den tilgængelige viden vurderes rækkeafgrøder, der i en lang periode har ringe bladareal (som fx. løg, og porrer, kartofler og roer) almindeligvis at udgøre en større risiko for forurening af grund- og overfladevand end bredsåede afgrøder som ærter, korn mv. Det skyldes, at der her ofte er en betydelig pesticidanvendelse på relativt bar jord. Arealets evne til at tilbageholde pesticider i vegetationen og jorden er dermed ringere og risikoen for afstrømning og nedsivning i forbindelse med nedbørshændelser er større.

Effekten af grønsagsdyrkning på flora og fauna er for de fleste afgrøder ikke dokumenteret. Fra undersøgelser i roer og kål vides det dog, at i marker der er

renholdt for ukrudt, er der også en fattig fauna. Det er rimeligt at antage, at dette gælder generelt for rækkeafgrøder. Det er således en fordel for flora og fauna at markerne ikke er helt rene. Der gøres opmærksom på at ovennævnte betragtninger vedrørende rækkeafgrøder ikke gælder de bredsåede grønsagsafgrøder som ærter.

Ved udsåning er grønsagsfrø ofte bejdsede med insekticider, der er meget giftige for mange forskellige dyr, herunder også fugle. Nogle få bejdsede frø kan således udgøre en dødelig dosis for fugle. Det er vigtigt at frøene ved såningen dækkes med jord, så de er vanskeligere at finde for fuglene. Efter spiring kan bejdsedemidlerne ligeledes udgøre en risiko for fugle der æder de unge planter, idet midlerne optages i planterne. Ofte mister fuglene imidlertid appetitten ved indtagelse af forgiftede frø.

Forebyggelse generelt

Som udgangspunkt for strategier til at imødegå angreb af betydende skadevoldere i produktionen af frilandsgrønsager findes en række mulige forebyggende foranstaltninger af driftsmæssig eller kulturteknisk art. Generelt vil det være en fordel at benytte integrerede strategier med indsats i form af både forebyggelse og bekæmpelse, idet en enkelt foranstaltning sjældent alene er i stand til at hindre forekomst og angreb af en given skadevolder.

Bestræbelserne bør gå på at vælge strategier, der i den enkelte afgrøde eller driftsform styrker planternes vækstkraft og modstandsdygtighed over for udefra kommende påvirkninger, og at opretholde en rimelig balance mellem de skadevoldende og de nyttegørende organismer i jorden.

Ved planlægning af sædskifte veksles mellem strategier for 'udsultning' af patogenet eller strategier for antagonistiske virkninger over for skadevolderen. Et veltilpasset sædskifte med veksling mellem afgrøder, der ikke er nært beslægtede vil modvirke og begrænse forekomsten af jordbårne patogener og skadedyr. Afhængig af om skadevolderen er monofag eller oligofag og af patogenets persistens vil 6-10 års værtplantefri dyrkning i sædskiftet normalt være tilstrækkeligt til at undgå angreb. 'Skjulte værtplanter' i form af f.eks. ukrudtsplanter kan imidlertid være med til at vedligeholde den skadevoldende organisme i sædskiftet. Et varieret sædskifte med veksling mellem f.eks. rækkeafgrøder og bredsåede afgrødetyper vil indirekte være med til at mindske specifikke ukrudtsproblemer.

Sædskiftet kan i en vis udstrækning indrettes efter at visse plantearter har en gavnlig effekt på skadevoldere i form af antagonistiske virkning. Ved at manipulere med jordbundens naturlige indhold af mikroorganismer ved dyrkning af og nedmuldning af efterafgrøder eller anden tilførsel af organisk materiale, kan der aktivt induceres hæmning af visse jordbårne sygdomme. Stærke angreb af rodpatogener kan dog ikke alene bekæmpes ved dyrkning af efterafgrøder/tilførsel af organisk materiale. Strategi med øget organisk materiale i sædskiftet vil være en af flere, der kan virke forebyggende i sædskifter med lavt smittetryk af rodpatogener.

Udover en tidsmæssig afstand af samme afgrøde i sædskiftet vil det over for visse skadedyr også være hensigtsmæssigt med stor geografisk afstand til tidligere års dyrkning af samme afgrøde ('rumligt sædskifte'). Herved bidrages til at reducere skadedyrstrykket af kun lidt mobile skadedyr.

Et alsidigt sammensat og tidsmæssigt vel tilrettelagt sædskifte vurderes samlet til at have et vist yderligt potentiale i grønsagsdyrkingen til forebyggelse imod skadevolderproblemer i form af ukrudt, sygdomme og skadedyr. Bevaringen af dyrkningsjordens frugtbarhed via sædskiftet er lige så meget et spørgsmål

om at forebygge opformeringen af jordbårne sygdomme som at sikre næringsstofbalancer.

Andre potentielle muligheder til forebyggelse af skadevolderproblemer er tilførsel af kalk til optimering af jordbundens reaktion, dræning af vandlidende marker og anden jordforbedring som læplantning på arealer udsatte for jordfygning eller grubning af komprimerede jorder som et middel til forbedret rodudvikling. Vindbrydende læhegn kan imidlertid have både negativ virkning (i form af større angreb tæt ved hegn) og yderligere positiv virkning (levested for nyttedyr).

Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt.

De fleste grønsagsafgrøder på friland dyrkes som rækkeafgrøder med mulighed for kørsel i og behandling af afgrøden i kulturforløbet. Der anvendes derfor allerede i dag mekanisk renholdelse i en lang række afgrøder.

I udplantede afgrøder med stor konkurrenceevne over for ukrudt vurderes det, at der med den eksisterende rækkerensningsteknik og de under afprøvning og udvikling supplerende mekaniske rensemetoder, findes et relativt bredt mønster af alternativer til 'her og nu anvendelse' i afgrøder som kål, salat og porre. Det gælder metoder som falsk såbed, radrensning og strigling. Der vil dog være behov for håndlugning ved 100 % anvendelse af ikke-kemisk renholdelse.

I arter med mindre konkurrenceevne som de såede afgrøder af løg, porre og gulerod findes også en række alternative metoder, som kan anvendes direkte eller kun kræver en sidste implementering og tilpasning. Det drejer sig om metoder som flammebehandling og børsterensning kombineret med de tidligere omtalte falsk såbed og radrensning. Effekten over for ukrudtet er dog mindre end for de udplantede afgrøder, og der vil i alle tilfælde være behov for supplerende håndlugning ved 100 % ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse. Der kan være tale om en betydelig arbejdsindsats i timers lugearbejde, hvilket bevirker periodisk ekstra arbejdskraftbehov, som kan være vanskeligt at imødekomme i de aktuelle situationer.

Derudover er der flere alternative metoder under udvikling som vurderes til at have potentielle muligheder på sigt. Det 2-årige dyrkningssystem indebærer et fixeret sædskifte med f.eks. en kornafgrøde forud for grønsagsafgrøden, og hvor der i kornafgrøden ved mekaniske rensninger tilsigtes en stærk nedsættelse af spiredygtige ukrudtsfrø i 'faste bånd i marken'. I andet år af dyrkningssystemet dyrkes grønsager i båndet med reduceret mængde ukrudtsfrø. Der udestår dog stadig udvikling af teknik og dyrkningssystem for grønsagerne i andet år af dyrkningssystemet.

Varmebehandling af jord i rækken umiddelbart forud for såning vurderes også at kunne have et potentiale til ukrudtsbekæmpelse i såede grønsagsafgrøder med lille konkurrenceevne. Der udestår dog også her en færdigudvikling af teknik og metode samt implementering til praksis.

På længere sigt forventes mekaniske lugeelementer koblet til højteknologisk sensor- eller visionsteknologi til selektiv detektering af henholdsvis kultur- og ukrudtsplante at have potentiale i tidligt udplantede grønsager med veldefinerede og præcise planteafstande.

Kulturtekniske foranstaltninger har ligeledes et vist potentiale til forebyggelse af eller bekæmpelse /udelukkelse af ukrudtsproblemer i afgrøden. Sædskifte med kombination mellem afgrøder med stor og mindre konkurrenceevne over

for ukrudt kan være med til at mindske specifikke og ensidige ukrudtsproblemer. Tilsvarende kan afgrødemanipulation i form af ændret strategi med plantetæthed og/eller skifte fra udsåning til udplantning være med til at styrke afgrødens konkurrence evne over for ukrudt og på den måde begrænse behovet for anden ukrudtsbekæmpelse.

Dækning af dyrkningsjorden helt eller i bånd med syntetiske eller naturlige materialer vurderes at have visse potentielle muligheder i en række afgrøder. Metoden kan dog være dyr og mangler udvikling af teknik og metode til rationel anvendelse i grønsager.

Integrerede systemer til ukrudtsbekæmpelse kan generelt være med til at reducere anvendelsen af herbicider i grønsagsproduktionen. Sprøjtning i smalle bånd kun dækkende rækken med afgrøde kan kombineres med såning af grønsagsafgrøden eller radrensning af den fremspirede eller udplantede afgrøde. Båndsprøjtning har høj effektivitet i det sprøjtede areal, men kræver kombination med anden rækkerensning; der kan spares 50-80 % af pesticidmængden, men kræver til gengæld specielt sprøjteudstyr.

Generel optimering af doser, midler, sprøjteteknik og tidspunkter for behandling kan også være med til at reducere pesticidforbruget, men kræver opdateret og tilgængelig viden om emnerne, f.eks. i form af et PC-Planteværn/Beslutningsstøtte.

Oversigt over strategier for anvendelse af alternative metoder og deres effekt kan ses i tabel 10.

Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af plantesygdomme

Selvom mange forsøg med biologisk 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 markforhold. Metoderne baseret på brug af specifikke antagonister er i første omgang rettet mod lukkede systemer som væksthuse.

Der er endnu ingen biologiske midler til rådighed til bekæmpelse af sygdomme i frilandsgrønsager, hvilket sammen med den manglende dokumentation af effekten under markforhold, udgør den væsentligste forhindring for deres anvendelse. Der forhandles dog adskillige produkter i udlandet, hvorfor der forventeligt også med tiden vil være mikrobiologiske midler til rådighed for danske producenter af frilandsgrønsager. Det må dog betegnes som tvivlsomt, om brug af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler mod sygdomme i frilandsgrønsager vil kunne erstatte kemisk bekæmpelse; biologisk bekæmpelse skal mere ses som en faktor i en flerstrengt strategi til forebyggelse eller bekæmpelse af sygdomme indenfor havebrug generelt.

Udvikling og markedsføring af biologiske midler begrænses endnu af en vis usikkerhed om krav til godkendelse, metodik i afprøvningen, restkoncentrationer i produkterne og evt. produktion af toksiner som en del af godkendelsesproceduren. Det skal også nævnes, at de fleste typer af mikrobiologiske midler vanskeligt kan patenteres.

Jordbårne sygdomme i frilandsgrønsager kan primært forebygges eller bekæmpes ved sædskifte eller andre dyrkningsmæssige foranstaltninger, idet der ikke findes godkendte kemiske bekæmpelsesmidler. Der er imidlertid kun begrænset dokumentation på sædskiftets eller de dyrkningsmæssige foranstaltningers indvirkning på forekomst og udvikling af epidemiske bladsygdomme.

Det er påvist, at angreb af løgskimmel udvikler sig kraftigere ved store plantetætheder end ved mere åben plantebestand. I landbrugsplanter er det erfaringen, at stærkt kvælstofgødede planter er mere følsomme for angreb af svampesygdomme end planter der er mere moderat gødede. Om det samme gælder generelt for grønsager kan ikke dokumenteres. Der er imidlertid også eksempler på at svagt gødede grønsagsafgrøder udvikler mere sygdom end stærkt gødede; det gælder f.eks. for lagersygdommen løghalsråd i spiseløg.

En række prognosevarsling modeller udbydes i udlandet i bestræbelserne på at mindske brugen af pesticider og blive mere målrettet i bekæmpelsesstrategierne. Ud fra den gennemgæede viden på området vurderes metoderne generelt at fungere med omkring 85 % sikkerhed i varslingen, ligesom det skønnes at varslingssystemer kan reducere pesticidforbruget i den enkelte afgrøde op til 30-50 %. I gennemgangen af de udbudte modeller er der ikke fundet dokumentation for i hvilket omfang metoderne er udbredt og anvendes i praksis.

Der anvendes imidlertid endnu ikke systematisk modeller for prognose/varsling i dansk grønsagsproduktion. Der har af flere gange været søgt implementeret og afprøvet systemer for løg-og salatskimmel, men bl.a. på grund af manglende mulighed for at justere og tilpasse de udviklede modeller til danske forhold, er der ikke sket nogen udbredelse. Det vurderes, at flere udenlandske systemer til varsling mod svampesygdomme kan introduceres til afprøvning i løbet af relativt kort tid (1-2 år). Andre systemer vil kræve længere tid. Implementering til danske forhold af modeller for prognose-varsling vil i alle tilfælde kræve afprøvning og tilpasning, blandt andet fordi modellerne er udviklet under og konstrueret for andre klimazoner. Prognosevarsling systemer har deres primære værdi, når der findes relevante bekæmpelsesmidler til rådighed.

Der findes meget lidt videnskabeligt dokumentationsmateriale vedrørende effektiviteten af planteekstrakter og ikke-syntetiserede stoffer under markforhold. Erfaringsgrundlaget med disse stoffer hidrører oftest fra praktiske afprøvninger. Hvis planteekstrakter og ikke-syntetiserede naturstoffer skal anvendes til bekæmpelsesformål, er anvendelsen underlagt samme krav som kemiske bekæmpelsesmidler. Det vil sige at de skal godkendes af Miljøstyrelsen inden markedsføring og der kræves principielt samme dokumentation som for kemiske midler.

Det vurderes, at erfaringsgrundlaget med disse stoffer under danske forhold er for lille til, at der kan siges noget kvantitativt om potentialet. Klarlægning af dette vil kræve at der udføres undersøgelser af effektivitet og anvendelsesteknik under kontrollerede forhold.

Anvendelse af resistente sorter kan være med til at mindske behovet for pesticidbehandlinger. Der er i den løbende afprøvning af sorter fundet nogen forskel på modtageligheden af svampesygdomme, men ingen handelssorter af grønsager er totalt resistente over for en given skadevolder. Og en evt. resistens nedbrydes erfaringsmæssigt hurtigt, såfremt den baseres på enkeltgen resistens. Men der findes i stigende grad sorter, hvor den mindre modtagelighed skyldes en bredere resistens koblet til flere gener. Ligesom der i eksisterende forskningsprojekter arbejdes med at indkrydse resistens mod diverse skadevoldere.

Oversigt over strategier for anvendelse af alternative metoder og deres effekt kan ses i tabel 12.

Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr

Ved dyrkning af væksthushgrønsager anvendes i dag i udstrakt grad biologisk bekæmpelse af betydende skadedyr, idet der findes en række masseproducerede naturlige fjender til skadedyrene, og disse kan udsættes efter behov i det enkelte væksthush.

Anderledes ser det ud for frilandsgrønsager, hvor kun et meget begrænset areal behandles med biologiske midler. Enkelte avlere forsøger sig med midler baseret på viruspræparater eller bakterier.

En række nye metoder som f.eks. entomopatogene svampe er under udvikling til biologisk bekæmpelse af biller, bladlus, m.m., men er ikke klar til umiddelbar anvendelse. Den biologiske effekt af metoderne på de forskellige skadedyr og deres naturlige fjender er ikke fuldt afklarede, således at metoderne ikke kan anvendes på en optimal måde. Dokumentationen for metodernes effekt er i andre tilfælde utilstrækkelig.

Der findes en række mulige dyrkningsmæssige foranstaltninger i form af sædskifte, dyrkningsstrategi eller dyrkningsteknik dokumenteret både i litteratur og i praktiske erfaringer, som kan benyttes som alternativer til kemisk bekæmpelse. En del af metoderne benyttes allerede i praksis (eks. vanding mod knoporme og sædskifte mod jordboende nematoder), mens andre metoder fortsat er under udvikling og/eller mangler dokumentation for sikkerhed i effekt over for skadevolderen. En bredere anvendelse af og optimering af sædskifteeffekter begrænses formentlig som alternativ metode af driftsform, afgrødevalg og afsætningsforhold.

Netdækning mod flyvende skadedyr vurderes at have et vist potentiale i høværdiafgrøder af grønsager. Dækning med både fiberdug og insektnet kan holde insekter ude i kål- og gulerodsafgrøder, forudsat der anvendes optimal og omhyggelig dækningsteknik i insekternes flyvetid. Netdækning er dog ikke uden problemer, idet der er en række følgevirkninger ved at dække planter og dyrkningsareal igennem længere tid. Påvirkningerne kan både være direkte i grønsagsafgrøden og som følgevirkninger på ukrudtsvækst, mikroklima, sygdomsangreb, m.m. Andre barrierer mod større anvendelse af netdækning er større arbejdsindsats ved dækning/afdækning og større omkostninger generelt. Igangværende forskning med netdækning søger at løse nogle af ovennævnte problemer og barrierer for anvendelsen i praksis.

Modeller, der beskriver sammenhængen mellem skadedyrets populationsudvikling og klimatiske faktorer (skadedyrsmodeller) eller modeller, der beskriver sammenhængen mellem skadedyrets udvikling, plantens udvikling og klimatiske faktorer (skadedyr-/afgrødemodeller), kan være meget effektive værktøjer for alle typer af beslutninger vedrørende dyrkningen. Skadedyr-/afgrødemodeller er meget komplekse og kræver ofte differentierede målinger af forskellige klimatiske parametre, hvilket kan være en begrænsende faktor for den praktiske anvendelse. Simplere modeller er sædvanligvis baseret på sammenhængen mellem insektudvikling og temperaturenheder som graddage. Tre sådanne temperaturbaserede modeller er i øjeblikket til rådighed for grønsagsavlere i Danmark; en beskriver den lille kålflues flyveaktivitet, en anden beskriver udviklingen af knoporme og en tredje beregner det kritiske høsttidspunkt for gulerødder i relation til skader af gulerodsfluen. En mere kompleks model, der simulerer udviklingen af den lille kålflues populationer i blomkål, er udviklet, men kræver yderligere input, før den kan anvendes.

De erfaringer, der er gjort under opbygningen af modellen for den lille kålflue, kunne med fordel anvendes til udvikling af lignende modeller for gulerodsfluen. På lignende vis som for modellen for kritisk høst af gulerødder kunne data fra gule limpladefangster anvendes til udvikling af en temperaturbaseret model for gulerodsfluens flyveaktivitet. En model for krusesygegalmyg i blomkål, som anvendes i Holland, kunne muligvis tilpasses til danske forhold indenfor kort tid. På samme måde kunne andre eksisterende modeller undersøges for deres anvendelighed under danske forhold.

Kun inden for ganske få grønsagsarter findes der eksempler på resistens over for skadedyr, og almindeligvis kun over for et enkelt skadedyr. Multiresistens mod flere skadedyr som både sygdomme og skadedyr er ikke beskrevet eller dokumenteret. En given resistens eller mindre modtagelighed over for f.eks. bladlus er ikke nogen sikkerhed for sortens anvendelse i større omfang, såfremt sorten f.eks. er meget modtagelig over for en betydende svampesygdom. For at sorter med mindre modtagelighed kan få nogen udbredelse i dyrkningen skal sorterne nødvendigvis opfylde krav til produktkvalitet og dyrkningssikkerhed. Hovedsorter i dyrkningen inden for den enkelte art er ofte kendetegnet ved stor robusthed over for forskellige dyrkningspåvirkninger (klima, jordbund, skadedyr, m.m.), og har dermed alt andet lige et mindre behov for bekæmpelse.

Oversigt over strategier for anvendelse af alternative metoder og deres effekt kan ses i tabel 14.

Miljøkonsekvenser af alternative metoder

Det mest realistiske bud på at reducere eller udfase herbicidanvendelsen er ofte en øget anvendelse af mekanisk eller termisk ukrudtsbekæmpelse. Den miljømæssige fordel herved er indlysende at risikoen for nedsivning og afstrømning af herbicider reduceres eller forsvinder. Harvning, strigling og flammebehandling mv. har imidlertid også miljømæssige omkostninger. Forbruget af brændstof per ha. øges væsentligt. En sammenligning af energiforbruget i sprøjtede og ikke sprøjtede marker kræver imidlertid beregning af energiforbruget til produktion af herbicider, herunder også fabriksanlæg, samt energiforbrug ved fremstilling af traktorer og redskaber. I nærværende rapport er der ikke foretaget detaljerede beregninger af energiforbrug og CO₂ emission. Der findes ikke gode redskaber til at sammenligne risikoen for eksempelvis grundvandsforurening med CO₂-emission.

De effekter på flora og fauna der er omtalt som konsekvens af renholdelse med herbicider gælder også ved mekanisk renholdelse, hvis den er lige så effektiv. Det er den dog sjældent. Harvning og strigling kan endvidere påvirke faunaen direkte fx. ved beskadigelse af store leddyr, lærkereder mv. Mere trafik i marken øger risikoen for tryk-skader i jorden. Jordbehandlingen kan øge risikoen for nedsivning og afstrømning af næringssalte pga. overfladejordens beskaffenhed.

Der er ikke fundet undersøgelser af flammebehandlings direkte effekt på faunaen, men det vides at afbrænding kun kortvarigt påvirker leddyrfauna. Det må dog forventes at insekter på ukrudtet udryddes.

Erfaringer fra økologisk dyrkning af frilandsgrønsager

Ved økologisk dyrkning af grønsager anvendes i praksis en række alternative strategier og metoder til løsning af dyrkningsrelaterede problemer vedrørende forekomst af især ukrudt og angreb af skadedyr. Metoderne er udviklet

samtidig med den igennem de seneste års øgning af det dyrkede areal med økologiske grønsager, hvor nu ca. 10 % af det samlede dyrkningsareal med grønsager er økologisk. Metoder og strategier er udviklet via en kombination af praktiske løsninger på bedriftsniveau og den løbende indsats i forskning og forsøg. Der er dog langt fra fundet løsninger på alle de dyrkningsrelaterede problemer; indsatsen har hidtil været koncentreret i grønsagsarter med de færreste problemer i sygdomme og skadedyr. De i praksis økologisk dyrkning anvendte metoder er i stort omfang sammenfaldende med rapportens litteraturgennemgang af alternative metoder til forebyggelse eller bekæmpelse af skadedyr.

Summary

This report describes methods to reduce the use of pesticides in field-grown vegetable crops. The report also reviews existing knowledge of the extent to which the surrounding environment is affected by pesticides used in Danish field-grown vegetable crops. The report was prepared for the Kirsten Jensen Committee for use in their evaluation of the consequences for the Danish horticulture industry of introducing additional restrictions on the use of pesticides in plant production.

Danish field-grown vegetables are primarily sold on the domestic market. Green pea is the vegetable most often exported, mainly as frozen products. Danish production is insufficient to meet domestic demand. The most important field-grown vegetable crops are pea, cabbage, carrot, onion, leek and lettuce. In total, 10,500 ha are cultivated with field-grown vegetables. The quality of the vegetables is crucial for their market value, regardless of whether production is sold domestically or exported. EU quality standards stipulate that first-grade vegetable products must be pest-free and undamaged by pests. Production and marketing are subject to strong competition from other countries.

About 10% of the total area is cultivated organically, and carrot is by far the largest organic crop. Of the remaining 90% with conventionally grown crops, most is used to produce vegetables in accordance with the principles for integrated production that the growers have established. For quite some time, efforts have already been made to reduce pesticide dependence in vegetable production, as demonstrated by the increased organic production and the establishment of integrated pest management systems.

This report deals with the possibilities of implementing alternative methods for the prevention and control of weeds, diseases and insect pests. In preparing the report, we have drawn on experience gained in organic cultivation systems, ongoing research projects on alternative methods of weed, pest and disease control, and documented and published knowledge within these areas. The report also describes current pesticide use in field-grown vegetables.

Effects on the environment

Based on pesticide sales figures for the period 1996-99, estimated insecticide treatment frequency in vegetables varied from 1.1 to 3.0, and fungicide treatment frequency varied from 1.1 to 2.8. A qualified estimate of herbicide treatment frequency is that it varied on average for the entire area cultivated with vegetables from 1.0 to 1.9. There is, however, great variation in pesticide use among crop species. Seeded onion crops can be treated up to five times with herbicides, whereas cabbage and lettuce are treated, on average, considerably less than once.

From available knowledge, row crops (e.g. onion, leek, potato and beet) are expected to pose a greater risk of pesticide transport to surface and ground water than broad-sown crops (e.g. peas and cereals). This is because row crops are more open and have a limited leaf area for a longer period of time, and the need for weed control is thus greater and herbicide use more intense.

At the same time, there is no vegetation to intercept spray droplets in row crops, and the risk of percolation and run-off is therefore higher. The flora and fauna of vegetable fields have not been documented for most crops. Studies in beet and cabbage have shown that fields support a richer invertebrate fauna when some weeds are present. Due to predation, weedy fields have often been found to be less favourable habitats for insect pests like aphids. It is fair to assume that this applies generally to all row crops. These conclusions do not apply to broad-sown vegetable crops such as green pea. Vegetable seeds are often treated with insecticides, which may be poisonous to many different animals and birds. To prevent birds from feeding on treated seeds, it is important to ensure that seeds are completely covered with soil during sowing. The insecticides may still be harmful after seedling emergence if birds feed on young plants contaminated with the chemical.

Prevention in general

There are a number of possible preventive measures – both at the over-all farm management level and in the management of individual crops – that can be used as a starting point to counteract severe attacks of insect pests or diseases. Generally, it is advantageous to employ integrated strategies of prevention and control, because single measures are rarely sufficient to stop pests appearing and subsequently attacking crops. Efforts should focus on strategies that (either in the specific crop or in the production system in general) strengthen the growth of crop plants and their ability to withstand outside influences. It is also important to maintain a reasonable balance between harmful and beneficial organisms in the soil.

When planning crop rotation, it is important to alternate between pathogen starvation strategies and strategies that promote pest antagonists. A well-balanced crop rotation, using species that are not closely related to one other, will impede soil-borne pathogens and insect pests. Depending on the host specificity of the insect pest or disease and on its persistence, a six to ten-year crop rotation can limit pest-induced yield loss in most crops.

"Hidden" host plants, such as weeds that are wild relatives of crop plants, can allow insect pests or pathogens to survive crop rotation. A varied crop rotation, including alternation between row and broad-sown crops, will indirectly reduce a number of specific weed problems.

Crop rotation can to some extent be designed to include plant species that have a beneficial, antagonistic effect on insect pests and diseases.

Manipulating the natural content of micro-organisms in the soil by incorporating green manure or adding organic matter may hinder certain soil-borne diseases. However, a severe attack of root pathogens cannot be overcome by this method alone. The strategy of increasing soil organic matter content is one of many that can have preventive effects in crop rotations with low infection rates from root pathogens.

In addition to separating closely related species in time in crop rotation strategies, it is also appropriate to grow crops at a large geographical distance from areas where the same crop was previously grown (spatial crop rotation). In this way, the spread of pests with limited mobility can be reduced.

Diversified, well-planned and well-timed crop rotation is assessed as having potential in vegetable cultivation to prevent damage caused by weeds, diseases and pests. The preservation of soil fertility in crop rotation systems is just as much a question of preventing an increase in soil-borne diseases, as it is of securing a suitable nutrient balance.

Other potentially beneficial preventive measures include the liming of fields to optimise soil acidity and soil biological activity, the drainage of waterlogged fields, the planting of windbreaks on areas exposed to soil drift and the deep cultivation of compacted soil to improve root development. However, wind-breaking hedges can have both negative and positive effects, as they provide habitats for pests and beneficial insects.

Alternative methods for the prevention and control of weeds

Most field-grown vegetables are sown or planted in rows between which tractors can be driven in order to provide necessary crop management treatments throughout the season. The use of mechanical weed control in many crops has therefore increased in recent years, partly in order to reduce pesticide use.

In transplanted crops, which possess considerable competitiveness against weeds, it is judged that existing row-hoeing techniques and other ever-developing supplementary methods of mechanical weed control provide a relatively broad spectrum of alternatives that could be implemented immediately. This applies to crops like cabbage, lettuce and leek where methods such as false seedbeds, row hoeing and brush weeding are appropriate. However, hand weeding will be necessary when no herbicides whatsoever are used.

In seeded vegetable crops (e.g. onion, leek and carrot), which possess weaker competitiveness against weeds, there are a number of alternative methods that can either be implemented directly or after minor adjustment. These include heat treatment (with steam or flame) and brush weeding, combined with the previously mentioned false seedbed and row hoeing. However, weed control will generally be less effective than in transplanted crops, and supplementary hand weeding will be necessary if herbicides are to be avoided completely. Hand weeding is extremely time-consuming and requires additional manpower, which might be difficult to provide.

Other potentially beneficial methods of weed control are currently being developed.

The two-year crop management system entails a fixed crop rotation with, for example, a cereal crop preceding a vegetable crop. During the first-year cereal crop, mechanical weed control throughout the growth period aims to reduce the number of viable weed seeds within bands. The second-year vegetable crop is then grown in these bands. It must be pointed out that there is a need for continued development of cultivation methods for the vegetables produced in the second year of the system.

In seeded vegetable crops, with poor competitive capability, heat treatment of bands of soil immediately before sowing is considered to have potential in the control of weeds. There is, however, a need for further development of the method, and for guidelines and recommendations for its use in practice.

In the future, it can be expected that mechanical implements for weeding will be attached to hi-tech sensors or will use vision technology. Such methods will make it possible to distinguish crop plants from weed plants in crops that have been transplanted early in the season and that have well-defined and precise plant spacing.

Other crop management practices also have a certain potential for the prevention or elimination of weeds. Crop rotation systems where crops with strong or poor competitive capabilities are alternated may help reduce specific weed problems created by standard crop rotations. In the same way, crop manipulation - by altering plant density and/or transplanting instead of seeding - may strengthen crop competitiveness and reduce the need for weed control.

Mulching entire fields or rows with synthetic or natural materials may have potential in a number of vegetables. The method may be expensive, and the technology and methodology involved require further development.

Integrated pest management systems for the prevention and control of weeds can generally reduce the use of herbicides in vegetable production. Herbicide application in narrow bands only covering crop plant rows may be combined with sowing the crop or row hoeing of the seeded or transplanted crop. Band application is highly effective in the sprayed strips, but should be combined with between-row mechanical weed control to provide overall effectiveness. Band application can reduce herbicide use by 50-80%, but special spraying equipment is required.

The general optimisation of herbicide dosage, spraying technique and treatment timing may also reduce pesticide use. This, however, requires up-to-date and accessible knowledge on the subjects in decision support systems like "PC Plant Protection" and "Decision Support". An overview of strategies for the use of alternative methods in weed control, and their effects, is shown in Table 10.

Alternative methods for the prevention and control of diseases

Promising results with biological control of both root and leaf pathogens have been achieved in numerous research projects around the world. However, only few investigations have shown positive effects of biological methods under field conditions. Methods based on the use of specific antagonists are primarily suitable for closed systems like greenhouses.

Although several products are available in other countries, there are presently no biological control products available in Denmark for disease prevention in field-grown vegetables. In time, it can be expected that microbiological products will also be available in Denmark. It is, however, doubtful whether microbiological products alone will be able to replace chemical pesticides in disease control in field-grown vegetable crops. Biological control should be considered more as one of several factors in a comprehensive strategy for disease prevention in horticulture in general.

The development and marketing of biological control products is still hampered by uncertainty about approval requirements, test methodologies, residue concentrations in the products and the possible production of toxins. It should be mentioned that most microbiological products are difficult to patent.

Crop rotation or other cultivation techniques must be used to prevent soil-borne diseases in field-grown vegetable crops as no approved chemical pesticides exist. However, there is only limited documentation of the

effectiveness of these methods on the occurrence and epidemic development of leaf diseases.

It has been shown that attack by downy mildew (*Peronospora destructor*) in onion develops more rapidly in high-density crops than in more open crops. In agricultural crops, experience shows that plants that have been highly fertilised with nitrogen are more prone to attack by fungus diseases than plants that have been more moderately fertilised. Whether the same applies to vegetables in general is not presently known. However, there are examples of vegetable crops that have been lightly fertilised with nitrogen developing more diseases than heavily fertilised crops. This is the case with neck rot (*Botrytis allii*) of onion during storage, for example.

A number of pest prediction models are available in other countries. The models are designed to limit pesticide use and make prevention and control more target-specific. They are generally estimated to forecast with 85% certainty. It is estimated that the use of forecasting systems can reduce pesticide use by up to 30-50%. The extent to which these models are used is not known, but they are not systematically used in Danish vegetable production.

Several attempts have been made to implement and test systems for onion and lettuce downy mildew. However, as the models have been devised and developed for different climates, the systems need adjustment and adaptation to Danish conditions and have therefore not become widespread. It is estimated that a number of foreign systems for forecasting fungus disease can be introduced for testing in the short run (1-2 years). Other systems will require more time. Forecast systems are useful primarily when relevant pesticides are commercially available.

The effectiveness of plant extracts and non-synthetic natural substances under field conditions is very sparsely documented in the literature, and knowledge of such substances is largely based on practical experience. Plant extracts and non-synthetic natural substances for use in the prevention and control of disease, are subject to the same regulations and approval systems as chemical pesticides. This means that they must be approved by the Danish Environmental Protection Agency before they are marketed in Denmark, and in principle the same amount of documentation is required for their approval as is required for pesticides. Because of limited experience with these substances it is difficult to quantitatively estimate their potential in disease control. Clarification of their potential requires further investigation of application techniques and efficiency under controlled conditions.

Growing disease-resistant varieties can reduce the need for pesticides. Differences in disease susceptibility between varieties have often been found in ongoing variety trials, but no commercially available vegetable varieties are completely resistant to specific diseases. It is also well known that any resistance will be rapidly degraded if it is based on a single gene. However, varieties with lower disease susceptibility as a result of multi-gene resistance are becoming more common. In current research projects, work is underway to breed varieties that are resistant to various diseases.

An overview of application strategies for alternative methods of disease prevention and control, and their effects, is shown in Table 12.

Alternative methods for the prevention and control of insect pests

The biological control of insect pests is widely used in greenhouse vegetable production as a broad range of mass-produced natural predators of insect pests are available and these can be applied according to requirements in individual crops. The situation is quite different in field-grown vegetables where biological control is only used to a very limited extent. A few farmers have experimented with biological control products based on virus or bacteria.

A number of new biological control methods are currently being developed. Entomopathogenic fungi are being tested in the biological control of beetles and aphids, for example, but further development is required before practical implementation is possible. In some cases, the biological effect of the methods on various pests and their natural antagonists is not fully clarified and optimisation of application methods is required. In other cases, control efficiency requires further documentation.

A number of crop management strategies, including crop rotation and cultivation techniques, can be used as alternatives to pesticides. Such methods are well-documented in the literature and well-tried in practice. Some of the methods are already common in practice (e.g. irrigation to prevent cutworms (*Agrotis segetum*) and crop rotation to prevent nematodes) while others are still under development and/or lack documentation for their effectiveness in pest control. Greater use of crop rotation as an alternative means of insect pest control and the optimisation of its effectiveness are hampered by current crop management systems, choice of crops and marketing conditions.

Covering crops with nets to prevent flying insects is estimated to have some potential in valuable vegetable crops. Covering crops with bonded fibre fabrics or insect nets can prevent flying insects in cabbage and carrot provided that optimal covering is supplied during insect swarming. However, crop covering is not problem-free, and there are a number of side-effects from covering fields for long periods - including direct effects on crop plants and indirect effects on microclimate, weed growth, disease incidence, etc. Other barriers to a more widespread use of the method are higher labour requirements for covering and uncovering and higher costs in general. Ongoing research with net covering is attempting to solve some of the above-mentioned problems and overcome barriers to implementation in practice.

Models which relate insect pest population dynamics to climate factors (pest models) and models which also incorporate plant development parameters (pest-crop models) can be very effective decision-making tools in vegetable crop production. Pest-crop models are extremely complicated and require individual measurement of selected climate parameters, a fact that can limit their practical application. Simpler models are normally based on the relationship between insect development and temperature, calculated as degree days. Three such temperature-based models are currently available for vegetable growers in Denmark. One describes the swarming of the cabbage root fly (*Delia radicum*), another describes the development of the turnip moth (*Agrotis segetum*) and the third calculates the critical harvest time to avoid severe damage from carrot fly attacks (*Psilae rosae*). A more complex model that simulates cabbage root fly development in cauliflower has been designed but requires more input data before it can be used.

Experience gained from developing the cabbage root fly model could beneficially be used to develop similar carrot fly models. As in the model for

the critical harvest time of carrots, data for the number of insects caught on yellow sticky traps could be used to develop a temperature-based model for carrot fly swarming. A Dutch model for gall midge (*Contarinia nasturii*) in cauliflower could possibly be quickly adapted to Danish conditions. In the same way, the applicability of other existing models under Danish conditions could be investigated.

Pest resistance is found in only a few vegetable crop species, and is normally limited to a single insect pest. General resistance to several pests, both insects and diseases, has not been described or documented. A variety that is resistant - or less susceptible - to a specific pest (e.g. aphids) is not guaranteed widespread use, as it may also be highly susceptible to other important insect pests or diseases. For less susceptible varieties to become widely used, they must necessarily meet requirements for product quality and stability in cultivation. Leading varieties in individual crop species are often characterised by a high degree of adaptability to growing conditions (climate, soil, pests, etc.) and therefore generally have less need for pest control. An overview of strategies and methods of alternative insect pest control, and their effects, is shown in Table 14.

Environmental evaluation of alternative methods and their consequences

The most realistic means of reducing or eliminating herbicide use is often an increased use of mechanical weed control or heat treatment (steam or flame weeding). Naturally, the associated environmental effect will be that the risk of herbicide percolation and run-off is reduced or eliminated. However, alternative weed control methods like harrowing or flame weeding also have environmental costs. Fuel consumption per unit field area is greatly increased. Comparison of energy use in sprayed and unsprayed fields also requires calculation of the energy used in herbicide production (including chemical works) and the manufacture of tractors and implements. No detailed calculations of energy consumption or CO₂ emission have been made in this report. No suitable tools are available for comparing for example ground water pollution with CO₂ emission.

Mechanical weed control will have effects on flora and fauna similar to chemical control provided the methods are as effective as herbicides. However, this is seldom the case. Hoeing and brush weeding can also affect the fauna directly, for example by injuring large arthropods and damaging skylark nests. More traffic in the field increases soil compaction. Soil treatment can increase the risk of nutrient leaching and run-off by affecting soil structure.

The effect of heat treatment on fauna is not well documented, but even brief heating can affect arthropods. It is to be expected that insects living on the weed plants will be eradicated.

Experience from organic cultivation of field-grown vegetables

A number of alternative strategies and methods are used in organic vegetable production to control weeds and insect pests in particular. The methods have been developed simultaneously with the increase in the area used for organic vegetable production (to the current 10% of total area) that has occurred during recent years. The methods and strategies have been developed by a combination of practical solutions at farm level and ongoing efforts in research and development. However, solutions have not been found to all cultivation-related problems. So far, efforts have concentrated on the

vegetable species with the fewest problems as regards diseases and insect pests.

The alternative methods for the prevention and control of insect pests and diseases used in practice in organic farming are for the most part identical to those found in the literature and described in this report.

1 Indledning og baggrund

I pesticidhandlingsplan II af marts 2000 er fastsat en række mål og virkemidler, der skal virke i bestræbelserne på at nedsætte belastningen af miljøet og sundheden samt at fjerne overforbruget af pesticider. Blandt de specifikke mål er, at behandlingshyppigheden på behandlede arealer i landbrugsafgrøder bliver så lille som mulig og at reduktionsmålet med en behandlingshyppighed på under 2,0 skal være opnået inden udgangen af år 2002.

Pesticidhandlingsplanen tager udgangspunkt i Bichel-udvalgets indstillinger og anbefalinger i rapporterne fra 1999. For så vidt angår gartneri og frugtavl anbefales, at dette område inddrages i en fremtidig strategi for reduktionen af pesticider, men at der foretages en yderligere konsekvensvurdering før der fastsættes reduktionsmål. Udvalget nævner herunder, at der findes forskellige alternative muligheder og metoder, som kan reducere angreb af plantesygdomme og skadedyr, men at ingen af disse dog kan holde kulturerne fri for problemerne, og at flere af disse metoder har økonomiske begrænsninger i form af store meromkostninger i forhold til anvendelsen af kemiske metoder (eks. merudgifter til biologisk bekæmpelse på 3 til 4 gange det normale). På området ukrudtsbekæmpelse findes der potentielle muligheder for mekaniske og andre ikke kemiske løsninger, men igen med betydelige meromkostninger til følge (3 til 10 gange det normale).

1.1 Status og nuværende videngrundlag

En del af den viden, som ligger til grund for ovennævnte betragtninger om potentialet i alternative løsninger stammer fra den igangværende forskning vedrørende økologisk dyrkning og integreret produktion. På begge områder har der været arbejdet med problemstillinger om samspillet mellem den naturlige fauna og de forskellige skadedyr, om forebyggende foranstaltninger til imødegåelse af angreb, om sorters resistensegenskaber og om alternative bekæmpelsesmetoder og -teknikker, herunder alternativer til kemisk vækstregulering.

I delrapporter til Bichel-udvalgets arbejde er nærmere redegjort for muligheder og perspektiver vedrørende økologisk dyrkning af bl.a. grønsager, mens der på alle områder inden for gartneri og frugtavl er gjort status over anvendelsen af pesticider og de igangværende tiltag til og mulighederne for at reducere pesticidforbruget. I en delrapport dækkende både land- og havebrugsafgrøder er i oversigtsform beskrevet 'mulighederne for biologisk bekæmpelse af sygdomme og skadedyr'; biologisk bekæmpelse er i delrapporten defineret som udbringning af levende organismer i afgrøden.

Men der savnes konkret viden om hvilke alternative forebyggelses- og bekæmpelsesmetoder der findes inden for de enkelte områder i gartneri og frugtavl, og hvor meget der kan opnås ved alternative metoder og strategier i forhold til anvendelsen af herbicider, fungicider, insekticider, vækstreguleringsmidler og andre hjælpestoffer. Hvor meget af den kemiske behandling kan f.eks. afløses af ikke kemiske alternativer og hvad bliver konsekvenserne af disse både mht. produktion og økonomi.

Den danske produktion af frilandsgrønsager omfatter en lang række arter som dyrkes til enten frisk konsum eller til industriel forarbejdning. Der dyrkes skønsmæssigt i alt ca. 10.500 ha i år 2000 (seneste officielle arealtælling fra 1996/97 angiver i alt ca 12.000 ha; siden er arealet med ærter til dybfrost reduceret væsentligt). Tages der højde for en stor eksportandel af dybfrosne ærter skønnes den danske produktion at dække gennemsnitlig 75 % af hjemmemarkedsforbruget.

De største grønsagskulturer udgøres af kålarterne dvs. hovedkål, blomkål, kinakål, broccoli, rosenkål (1590 ha), gulerødder (1465 ha), løg (1440 ha), porre (370 ha), salat (270 ha). Disse kulturer dækker ca. 80% af arealet med grønsager på friland, ekskl. ærter til dybfrost (Danmarks Statistik, 1998).

I grønsager er kvalitet en afgørende parameter for afsætningen. Kvalitets-egenskaber som friskhed og udseende er meget vigtige salgskriterier. De nuværende regler for salg betyder, at produkterne skal være fri for skadedyr og sygdom og skader efter disse for at kunne sælges som første kvalitet. En vurdering af alternative bekæmpelsesmetoders anvendelighed må derfor nødvendigvis omfatte mere end effekten på den egentlige skadegører. Forhold som virkning på plantens vækst, udvikling, udbytte og kvalitet og på nytte dyr må også inddrages, lige som evt. effekt på det øvrige dyrkningsmiljø, på energi- og arbejdsforhold er vigtige at få vurderet.

1.2 Metodebeskrivelse – forebyggelse og alternative metoder

1.2.1 Videnindsamling

For at kunne foretage en samlet vurdering af mulighederne for at reducere pesticidforbruget i frilandsgrønsager ved hjælp af forebyggende metoder eller alternativ bekæmpelse er det nødvendigt at foretage en grundig videnindsamling og en bearbejdning af den foreliggende viden.

Ud fra en sådan videnindsamling beskrives i delrapporten hvilke metoder, teknikker og produkter, der er udviklet i dag og i hvilken grad disse anvendes på nuværende tidspunkt. Desuden bliver der foretaget en vurdering af potentialet for disse metoder og en samlet vurdering af metodernes virkning og effekter.

Ovennævnte videnindsamling og opfyldelsen af projektets overordnede målsætning 'at skabe overblik over mulighederne for at reducere pesticidforbruget og at fremkomme med forslag til ikke-kemisk forebyggelse og til alternative bekæmpelsesmetoder imod betydende skadedyr' er løst via:

Litteraturstudier

Der er gennemført litteraturstudier, hvor mulighederne i forebyggelse og alternativ bekæmpelse inden for ovennævnte hovedkulturer af frilandsgrønsager er blevet gennemgået, hvad angår ukrudt, plantesygdomme og skadedyr. Der er taget udgangspunkt i afsluttede, dokumenterede og publicerede resultater. Materialet er fremskaffet via søgninger på relevante internationale databaser indeholdende 'refereed' videnskabelige artikler.

Gennemgang af 'grå' litteratur

Denne gruppe af resultater om alternative metoder kan stamme fra litteratur, der af forskellige årsager ikke er publiceret i kendte videnskabelige tidsskrifter. Det kan dreje sig om foreløbige resultater fra igangværende undersøgelser præsenteret ved workshops eller symposier eller meget praktisk orienteret litteratur. Materiale fra personlige studierejser og materiale udvekslet mellem

institutioner hører også til denne kategori. Den 'grå' litteratur er benyttet i det omfang, som resultaternes validitet berettiger til.

Erfaringer fra nuværende økologisk dyrkning

I forbindelse med Kirsten Jensen udvalgets arbejde er udgivet projektrapport 'Vurdering af økologisk produktion i gartneri og frugtavl'. Gennemgangen af erfaringerne fra den nuværende økologiske dyrkning er baseret på denne rapport.

1.2.2 Vurdering af metodernes praktiske anvendelse

Resultatet af litteraturstudiet samt gennemgangen af erfaringerne fra økologisk og IP-dyrkning bliver sammenfattet i :

- oversigt over potentielle alternative metoder
- vurdering af muligheder for anvendelse, herunder barrierer og mulighederne for at fjerne disse
- effekt af en praktisk anvendelse

I den forbindelse bliver vurderet, om det er muligt at inkludere nogle af de ovennævnte metoder i principper og regler for integreret produktion. Virkningen og konsekvenserne af de alternative løsninger skal vurderes for deres samlede effekt biologisk, plantekvalitets- og arbejdsmæssig samt økonomisk , og det skal vurderes om det er realistisk at gennemføre ændringen og hvilken tidshorisont man kan forvente.

I nærværende delrapport er primært samlet informationer om de mulige metoder og de direkte angivne virkninger af forebyggelsen eller de alternative metoder til bekæmpelse af skadegørere m.m. Den endelige rapport præsenteret ultimo maj vil inkludere de resterende effekter samt vurderingerne af den praktiske anvendelse af metoderne.

2 Belastning og eksponering

2.1 Forbrug og miljøeffekt

2.1.1 Indledning

Ved miljøvurdering af avl af frilandsgrønsager bevæger vi os i et økosystem som på mange måder ligner det man kender fra avl af landbrugsprodukter som roer, fodermajs, kartofler og lignende. I nogle tilfælde er pesticidforbruget forskelligt fra landbrugets, dels ved at der anvendes andre pesticider, dels ved at behandlingshyppigheden er forøget (se nedenfor). Dog er en landbrugsafgrøde som kartofler også pesticidkrævende. Så skillelinien mellem hvad der er landbrugsafgrøder og grønsager er ikke altid klar. Som habitat for naturligt dyre- og planteliv ligner grønsagsproduktionen ligeledes nogle landbrugsafgrøder. Selve afgrøden kan ud over at fungere som skjul eller jagtmark også være attraktiv som føde for fugle, pattedyr og diverse leddyr. De ofte mere intensive driftsformer med pesticider, overdækning og kunstvanding reducerer dog typens habitatmæssige kvalitet. Kunsten er at give naturindholdet gode vilkår under de betingelser der hedder grønsagsavl uden at skade produktionen.

2.1.2 Forbrug

Insekticiderne og fungiciderne er opgjort ved at estimere det samlede forbrug ud fra landsstatistikkerne (tabel 1). Herbicidforbruget er et skøn over praksis i de enkelte afgrøder (tabel 2). I bilag 1 er angivet det estimerede forbrug af de enkelte aktivstoffer.

Tabel 1. Forbrug af insekticider og fungicider, aktivstof og behandlingshyppighed (B.H.)

| KG AKTIVSTOF I ALT | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| År | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
| Dyrket areal ha | 10.798 | 10.363 | 10.046 | 10.329 |
| Insekticider | 4.965 | 5.809 | 3.856 | 3.342 |
| Fungicider | 13.563 | 36.761 | 30.417 | 31.594 |
| SUM | 18.528 | 42.570 | 34.274 | 34.936 |

| BEHANDLINGSHYPPIGHED (B.H.) | | | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| År | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
| Dyrket areal ha | 10.798 | 10.363 | 10.046 | 10.329 |
| Insekticider | 1,13 | 2,98 | 2,05 | 2,37 |
| Fungicider | 1,09 | 2,84 | 2,16 | 2,15 |
| SUM | 2,22 | 5,82 | 4,21 | 4,51 |

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, frilandsgrønsager, planteskolekulturer og væksthuskulturer.

Forbruget af insekticider svinger fra 0,3 - 0,6 kg per ha og B.H. fra 1-3 midlet over alle afgrøder. Forbruget af fungicider svinger fra 1,3 - 3,5 kg per ha og B.H. fra 1-3 midlet over alle afgrøder. I perioden er et enkelt middel blevet forbudt.

Herbicidforbruget svinger fra 0,8 – 2 kg per ha og B.H. fra 1-1,9 midlet over alle afgrøder. Inden for de enkelte afgrøder svinger B.H. mellem 0,2 og 5.

Tabel 2. Herbicidforbrug, ekspertskøn

| | <i>Areal (ha) 1998</i> | <i>Min. BH</i> | <i>Max. BH</i> | <i>Min. forbrug kg a.s.</i> | <i>Max. forbrug kg a.s.</i> |
|-------------------------|----------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Gulerod | 1.465 | 0,56 | 2,21 | 902 | 3.690 |
| Kål | 1.590 | 0,77 | 0,77 | 614 | 614 |
| Løg | 1.440 | 2,77 | 4,95 | 3.122 | 6.884 |
| Porrer | 370 | 1,13 | 3,21 | 488 | 1.362 |
| Salat | 270 | 0,21 | 0,21 | 49 | 49 |
| Grønne ærter (dybfrost) | 5.035 | 0,76 | 1,29 | 3.027 | 7.844 |
| SUM/BH vægtet gns. | 10.170 | 1,02 | 1,90 | 8.202 | 20.443 |

2.1.3 Risiko for grundvand og overfladevand

Betydningen af grøntsagsproduktion for pesticidpåvirkningen af grund- og overfladevand er meget lidt belyst i den danske og internationale litteratur. Derfor er en stor del af dette afsnit baseret på almene betragtninger. Rækkeafgrøder som porre og løg er en stor del af vækstsæsonen åbne, dvs. plantedækket bliver først tæt ret sent på sæsonen. Ved sprøjtning på bar mark eller ukrudt på kimbladstadiet afsættes der mest sprøjtemiddel på jorden. Når afgrøden vokser gennem sæsonen vil der ved sprøjtning afsættes mere og mere pesticid på afgrøden og mindre og mindre på jorden. I en tæt afgrøde kan afsætningen på jorden være 10% af doseringen. Ved anvendelse af den samme dosering og samme klima vil udvaskningsrisikoen i en åben afgrøde derfor være større, da en større pesticidmængde afsættes på jorden. Åbne afgrøder har større behov for herbicidbehandling på grund af den lys og plads der er til ukrudtet.

Når der sprøjtes på bar mark kan sandsynligheden for udvaskning være større på grund af mindre biologisk aktivitet og materiale i rodzonen. Modsat kan der være færre ormegange, rodkanaler mv. hvorved markens dræningsevne mindskes og vandet samles over jorden. Herved stiger risikoen for overfladeafstrømning hvis dyrkningsfladen hælder. Risikoen for overfladeafstrømning i form af erosion er ligeledes højere på bar mark og i rækkeafgrøder, hvor der er færre planterødder til at holde sammen på jorden.

Grønsager som rækkeafgrøde er ikke forskellig fra roer og kartofler, som også pesticidbehandles forholdsvis ofte sammenlignet med f.eks. korn og raps. I en sammenlignende undersøgelse af vandgennemstrømningen under en kartoffelmark og en bygmark målt vha. bromid (bindes ikke og biologisk inaktiv) som tracer fandtes den hurtigste nedadgående bevægelse under den første (Ole Stig Jacobsen GEUS – personlig meddelelse). Hvor den nedadgående vandbevægelse i bygmarken var meget langsom (månedes eller ikke forekommende), var den hurtig (få timer for gennembrud af rodzonen) i kartoffelmarken i forbindelse med vanding eller regnvejr. Stedet var Fladerne Bæk på Karup hedeslette på sandjord.

Selvom kartofler ikke er med i nærværende projekt giver ovennævnte resultater grund til at tro at andre rækkeafgrøder som porrer, løg og gulerødder til en vis grad vil udvise lignende nedsivning, omend i lidt mindre grad da der ikke i

samme grad laves volde der kan samle vandet ved disse afgrøder. Der er også belæg for at formode at der med vandet kan ske en nedrivning af pesticider til det øvre grundvand. Således viser en helt ny undersøgelse at regelret pesticid-anvendelse ved kartoffelavl på sandet jord kan medføre udvaskning af pesticider (Lindhardt et al., 2001). I undersøgelsen fulgtes tre pesticider. Ud fra det første års undersøgelser af udvaskning af mancozeb, linuron og metribuzin har man ikke fundet udvaskning af de to førstnævnte eller deres nedbrydningsprodukter. Linuron bindes stærkt til jorden og en endelig konklusion må afvente resultaterne fra 2001. To restprodukter fra nedbrydningen af metribuzin blev udvasket til 2 m's dybde i koncentrationer over 0,1 µg/l. Det øvre grundvand findes i 3 – 4 m's dybde.

I en amerikansk undersøgelse fra et sandjordsområde på 29 km² i Wisconsin hvoraf kunstvandet grønsagsproduktion udgør 22%, fandt man således at 54% af hele arealet var påvirket af en 3 til > 16 m tyk underjordisk front "sky" af forurening fra produktionen (Kraft et al., 1999). Det meste af forureningen bestod af forhøjede niveauer af udvaskelige kationer fra gødskning og medfølgende anioner. Men der var også forhøjede niveauer af pesticider (alachlor, atrazine, carbofuran, metolachlor og metribuzin). Hvor niveauerne uden for det påvirkede område samlet set var mindre end 1 µg/l, var koncentrationen inden for området op til 8 µg/l. Forfatterne konkluderer at jordbruget begrænser værdien af grundvandet fordi brøndene i området er ude af stand til at indvinde upåvirket grundvand og at resultaterne er overførbare til andre lignende områder med våde sandede jorder. På denne baggrund og sammenholdt med tidligere fund af nedbrydningsprodukter fra metribuzin i grundvand kan det ikke udelukkes at pesticidanvendelse ved avl af grønsager og visse landbrugsprodukter kan medføre pesticidudvaskning til det øvre grundvand.

Som en validering af at pesticidbehandling i rækkeafgrøder har en større sandsynlighed for at forurene grund- og overfladevand, er det nærliggende at analysere data fra overvågningen af grund- og overfladevand. Man skulle så forvente, at de pesticider der benyttes i rækkeafgrøder forekom hyppigere i analyser af grund- og overfladevand, hvis alt andet er lige. Men alt andet er ikke lige, idet stofferne ikke er lige mobile og persistente, de anvendes i forskellige mængder, der analyseres kun for en del af pesticiderne, detektionsgrænsen er forskellig for forskellige stoffer osv.

Data fra det nye vandovervågningsprogram er knapt nok behandlede og tilgængelige, men vil senere kunne hjælpe til at afklare relationerne.

2.1.4 Effekt af pesticider på markens flora og fauna

Insektfaunaen i roer og kål er meget påvirkede af ukrudtet. Ukrudtsplanterne tiltrækker og danner specifikt grundlag for en række planteædende insekter fra meget forskellige familier så som thrips, tæger, sommerfugle og bladbiller (Elmegaard and Pedersen, 2001). Blomsterbesøgende arter kan også tiltrækkes af blomstrende ukrudt (Cowgill et al., 1993). Rovlevende og svampeædende insekter kan tiltrækkes af ukrudtspletter i søgen efter føde eller dækning (Purvis, 1984; Speight and Lawton, 1976; Powell, 1984; Hald and Elmegaard, 1989; Reddersen et al., 1998). Edderkopper kan foretrække ukrudtspletter, hvor vegetationsstrukturen er mere favorabel, fordi der er flere byttedyr og mikroklimaet er bedre. En øget forekomst af prædatorer i parceller med ukrudt kan bevirke at skadelige insekter så som ferskenbladlus i roer (Dewar et al., 2000) eller kålsommerfugle trives ringere i rosenkål (Dempster, 1969).

Udbyttet i rækkeafgrøderne er imidlertid meget følsomt overfor ukrudtstæthed. Det kan derfor være vanskeligt at udnytte de gavnlige effekter af ukrudtet i en IP strategi.

Agerlandets fugle er både direkte og indirekte påvirkede af ukrudtsbekæmpelsen i markerne. For eksempel trives gulspurv, lærke, agerhøne og fasan bedre i marker med ukrudt eller sprøjtefrie zoner (Petersen, 1995; Green, 1984; Odderskær et al., 1997; Hill, 1985) især på grund af ukrudtets virkning på insekttætheden.

En forholdsvis hyppig anvendelse af insekticider er med til at forarme faunaen i flere rækkeafgrøder. Flere meget effektive og bredspektrede midler benyttes i grønsager på grund af svært bekæmpelige skadevoldere bl.a. nede i jorden. Herved påvirkes også jordfaunaen, der ellers ved bomsprøjtninger i nogen grad er beskyttet mod eksponering nede i jorden.

Den ringe forekomst af leddyr i ukrudtsfrie og insekticidbehandlede rækkeafgrøder er formentlig også en af årsagerne til at disse afgrøder rummer en fattig fuglefauna sammenlignet med græs og kornmarker.

Flere af de anvendte insekticider, incl. granulater og bejdsemidler, i grønsager er giftige for fugle (chlorfenvinfos, imidacloprid, carbofuran (ikke godkendt længere)). Netop granulater og bejdsede frø udgør en stor risiko for frøædende fugle, hvis ikke de dækkes med jord ved udsåning. Spirende planter fra bejdsede frø indeholder imidlertid stadig høje koncentrationer af insekticidet og kan udgøre en risiko for visse fuglearter. En del af de insekticider der virker giftigt på fugle virker samtidigt repellerende eller fuglene mister appetitten før en lethal dosis er indtaget (Grieg-Smith, 1987). Det er formentlig en af de vigtigste årsager til, at der meget sjældent berettes om dødfundne fugle fra marker hvor de giftige midler er blevet anvendt.

2.2 Godkendte pesticider

Anvendelsen af bekæmpelsesmidler mod ukrudt, sygdomme og skadedyr til frilandsgrønsager 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 som konsekvens, at der i nogle kulturer, f.eks. gulerødder og kinakål, pt. ikke findes godkendte svampemidler til bekæmpelse af alvorlige bladsygdomme som *Alternaria spp.*

Endvidere er en række aktivstoffer forsvundet fra markedet fordi de ikke blev søgt genregistreret på grund af utilstrækkelig dokumentationen eller fordi firmaerne undlod at søge, fordi man vurderede at markedspotentialet 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. På en række anvendelsesområder mangler der alternativer til de udgåede midler.

Samtidig sker der i disse år færre anmeldelser af midler til godkendelse for det danske marked i kulturer inden for gartneri og frugtavl. Dette skyldes formentlig primært markedspotentialet for pesticider, men måske også at de danske myndigheder ved vurderingen af plantebeskyttelsesmidlers økotoxikologiske og sundhedsmæssige effekter har mulighed for at anvende 'egne' sikkerhedsfaktorer. Miljøstyrelsen har for en række økotoxicitetsdata indført sikkerhedsfaktorer, der er op til 10 gange højere end de sikkerhedsfaktorer, der er nedfældet i Rådskdirektiv 97/57/EF - "De ensartede principper".

Herudover er der en tendens til, at Danmark udøver mere konservative skøn end fastsat i vejledende EU-dokumenter eller af andre medlemslande med hensyn til nedvaskning, persistens og felt/mesokosmosforsøg i forbindelse med vurderingen af pesticider. Disse forhold kan være årsagen til at visse midler

ikke søges godkendt i Danmark eller at der først søges, når midlerne er blevet markedsført i andre lande.

Der skal i øvrigt henvises til Bichel-udvalgets rapport fra underudvalg om Lovgivning s. 26-34, der gennemgår EU-direktivets krav til godkendelsesordning af plantebeskyttelsesmidler, og til Kirsten Jensen-udvalgets kapitel 6.9 'Reguleringsmæssige aspekter'.

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 midlet kvalitet.

I tabel 3 og 4 er vist oversigter over svampe- og insektmidler, der er godkendt til anvendelse til frilandsgrønsager samt hvilke skadevoldere godkendelsen omfatter. I tabel 5 er tilsvarende anført en oversigt over godkendte herbicider og i hvilke grønsagsarter midlerne er beregnet til. Hvor der er nye aktivstoffer under godkendelse er dette anført. Efterfølgende er givet en række kommentarer til de enkelte områder.

2.2.1 Fungicider

Tabel 3. Godkendte svampemidler pr. 1/3 2001

| Afgrøde | Svampesygdom | Dimethomorph+mancozeb Acrobat WG | Fenpropimorph Corbel | Fosetylal Aliette WG | Mancozeb Dithane NT m.fl | Maneb Vondac DG | Propamocarb Previcur N | Pyrimethanil Scala * |
|--------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| Agurk/asie | Agurkskimmel | | | x | | | | |
| Blomsterkål | Hvidrust | | | | x | | | |
| | Kålskimmel | | | | x | | | |
| Bælgplanter | Bønnesyge | | | | x | | | |
| | Ærtesyge | | | | x | | | |
| Gulerødder | | Ingen godkendte midler | | | | | | |
| Hovedkål | Hvidrust | | | | x | | | |
| | Kålskimmel | | | | x | | | |
| Kinakål | | Ingen godkendte midler | | | | | | |
| Løg | Løgskimmel | x | | | | | | |
| Løggkulturer | Bladpletsvampe | | | | x | | | |
| | Løgskimmel | | | | x | | | |
| Melon | Agurkskimmel | | | x | | | | |
| Porre | Rust | | x | | | | | |
| Purløg | Rust | | x | | | | | |
| Rødbeder | Meldug | | x | | | | | |
| | Rust | | x | | | | | |
| Salat | Salatskimmel | | | x | | | x | |
| | Gråskimmel | | | | | | | x |
| Selleri | Selleri-bladplet | | | | x | x | | |
| Ærter | Gråskimmel | | | | | x | | |
| | Ærtesyge | | | | x | x | | |

*: Off-label godkendelse

Som det fremgår af tabel 3, er der kun godkendt få aktivstoffer og bortset fra mancozeb, er det til meget specifikke anvendelser. For flere kulturer, bl.a.

Tabel 4. Godkendte insektmidler pr. 1/3 2001

| Aktivstof | Handelsnavn | Korsblomstrede rodfrugter | Skærbblomstrede rodfrugter | Kurvblomstrede rodfrugter | Bladgrønt | Kål | Hovedkål | Blomsterkål | Hvidkål | Rødkål | Spidskål | Savojkål | Broccoli | Blomkål | Kinakål | Løgkulturer | Løg | Purløg | Gulerødder | Rødbeder | Selleri | Porre | Ærter | Bønner | Frilandsagurk (Asier) | Salat | Spinat | Asparges |
|--------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------|-----|----------|-------------|---------|--------|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|-------------|-----|--------|-----------------|----------|---------|-------|-------|--------|-----------------------|-------|--------|-----------------|
| Alpha-cypermethrin | Fastac 99 m.fl. | | | | | x | | | | | | | | | | | | | x ⁴⁾ | | | | x | x | | | | |
| Chlorfenvinphos | Birlane Granulat | | | | | x | | | | | | | | | | | x | | x | | x | | | | | | | |
| Cypermethrin | flere | x ¹⁾ | x ²⁾ | x | x | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | |
| Dimethoat | flere | x | | | x | | x | x | | | | | | | | x | | | | x | | | | | | | | x |
| Esfenvalerat | Sumi-Alpha 5 FW | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | | x | | x | x | | x | x | | | | | |
| Ferrifosfat | Sneglestop | x | x | x | x | x | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Furathiocarb | Promet bejdse | x | | | | | x | x | | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | |
| Lambda-cyhalothrin | Karate | | | | | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | x | x | | | | |
| Malathion | Maladan 44 EW | | | | | | | | x | | | | | x | | | | | | | | | x | x | | x | x | |
| Pirimicarb | flere | | | | x | | x | x | | | | | | | | | | | | x | | | x | x | | | | |
| Tau-fluvalinat | Mavrik 2F | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | |
| Imidachloprid * | Confidor WG 70 | | | | | | | | | | | | | x ³⁾ | x ³⁾ | | | | | | | | | | | | | x ³⁾ |

*: Off-label godkendelse

1): må ikke anvendes i ræddike og japanræddike

2): må ikke anvendes i knoldselleri

3): må kun anvendes til småplanter før udplantning, behandlingen skal ske i væksthuis.

4): Fastac 99 er off-label godkendt til bekæmpelse af gulerodsfluer i gulerødder, pastinak og rodpersille

gulerødder og kinakål findes der ingen godkendte midler og for andre kun et enkelt. Af akutte mangelområder kan nævnes løggråskimmel i løg, der kan volde store tab på lager, midler mod gråskimmel og skulpesvamp i kål til lagring og mod ærteskimmel iærter. Denne situationen betyder at i mange kulturer er avlerne tvunget til at basere svampebekæmpelsen på forebyggende sprøjtninger med mancozeb.

Der er i øjeblikket ingen ansøgning hos Miljøstyrelsen på godkendelse af nye midler. Kun et enkelt nyt middel, azoxystrobin, forventes søgt godkendt i Danmark, men udviklingsforsøgene foregår i andre lande, så hvornår ansøgning for Danmark kan forventes er uvist.

2.2.2 Insecticider

Skadedyrsbekæmpelsen i frilandsgrønsager sker for det meste med et pyrethroid eller med et fosformiddel. Ingen af de nyere specifikke insektmidler er søgt godkendt i Danmark og efter flere ældre midler er forsvundet, er der alvorlige problemer i flere kulturer. Der skal bl.a. nævnes problemer med bekæmpelse af kålfluer i kål, gulerodsfluer i gulerødder og salatbladlus i salat. Disse problemer forsøges bl.a. forebygget ved import af frø, der i producentlandet er bejdsset med insektmidler, der ikke er godkendt til anvendelse i Danmark. Denne fremgangsmåde er ifølge Miljøstyrelsen lovlig, såfremt midlet er tilladt i det land, hvor frøet er blevet produceret. Det drejer sig i øjeblikket om blomkålsfrø, der bejdses med chlopyrifos og salatfrø, der bejdses med imidacloprid.

2.2.3 Herbicider

Ukrudtsbekæmpelse i de enkelte frilandsgrønsager kræver hver sin strategi, hvor herbicid eller herbicidkombinationer kombineres med mekanisk metoder, afhængig af kulturtid, ukrudtstryk og jordtype, for opnåelse af den rigtige ukrudtsbekæmpelse i kultursammenhængen. Det er derfor vigtigt, at avleren har et stort kendskab til midlernes virkning på enkeltukrudsarterne ved forskellige behandlingskombinationer. Egentlig håndlugning vil være en nødvendighed i mange grønsager, især i arter med lille konkurrenceevne og i småkulturer af grønsager.

Generelt er der relativt få herbicider til rådighed i frilandsgrønsager, sammenholdt med konkurrerende lande. I flere arter er der kun enkelte herbicider til rådighed for løsningen af aktuelle ukrudtsproblemer. Det skal bemærkes, at linuron, der udgør hovedhjørnestenen i ukrudtsbekæmpelsen i skærmpflanterne med flere, bliver trukket tilbage fra det danske marked juni 2001. Det er umiddelbart ikke muligt at erstatte linuron med nogle af de andre godkendte midler.

For metamitron og napropamid mangler effektivitetsafprøvning og muligvis fastsættelse af MLR på nye formuleringer.

Tabel 5. Godkendte herbicider pr. 8/5 2001.

| Aktivstof | Handelsnavn | Godkendt til: |
|-------------------|-------------------|---|
| Glufosinat | Basta | Gulerod, Løg, Kål, Porre, Salat |
| Glyphosat | Roundup med flere | Gulerod, Løg, Kål, Porre, Salat |
| Penmedipham | Betanal Classic | Rødbeder |
| Pendimethalin | Stomp SC | Gulerod, Løg, Porre, Ært |
| Linuron | Afalon | Gulerod, Stikløg, Porre (udplantet), Sukkermajs, Kørvel, Persille, Persillerod, Pastinak, Rabarber, Selleri, Peberrod, Purløg, Asparges |
| Fluazifop-p-Butyl | Fusilade | Gulerod, Løg, Porre, Ærter u.bælg, Peberrod, Skorzonerrod, Rødbede |
| Metamitron | Goltix WG***) | Rødbede |
| Napropamid**) | Devrinol | Kål, Ært |
| Clopyralid | Matriqon | Kål |
| Ioxynil | Totril | Løg, Porre |
| Maleinhydrazid *) | Antergon | Løg |
| Aclonifen | Fenix | Gulerod, Løg, Ært, Knoldselleri, Pastinak, Rodpersille |
| Bentazon | Basagran 480 | Ært |
| MCPA | Metaxon | Ært |
| Simazin | Somazin 50 fl | Stikasparges |
| Terbuthylazin | Click****) | Sukkermajs |

*) Forventes godkendt senere i 2001.

***) Devrinol udgået af markedet. Inter -Napropamid ikke godkendt til kål og ært.

****) Goltix WG formuleringen forventes at udgå, nyere formuleringer ikke godkendt.

*****) Under revurdering, handelsvaren forventes godkendt forår 2001.

Referencer i afsnit 2.

- Cowgill, S.E., Wratten, S.D. and Sotherton, N.W., 1993. The Effect of Weeds on the Numbers of Hoverfly (Diptera, Syrphidae) Adults and the Distribution and Composition of Their Eggs in Winter Wheat. *Annals of Applied Biology*, 123(3): 499-515.
- Dempster, J.P., 1969. Some effects of weed control on the numbers of the small cabbage white (*Pieris rapae* L.) on brussels sprouts. *J. Appl. Ecol.*, 6: 339-345.
- Dewar, A.M., Haylock, L.A., Bean, K.M. and May, M.J., 2000. Delayed control of weeds in glyphosate-tolerant sugar beet and the consequences on aphid infestation and yield. *Pest Management Science*, 56(4): 345-350.
- Elmegaard, N. and Pedersen, M.B., 2001. Flora and fauna in Roundup tolerant fodder beet fields. NERI-technical report, 349: 1-39.
- Green, R.E., 1984. The feeding ecology and survival of partridge chicks (*Alectoris rufa* and *Perdix perdix*) on arable farmland in East Anglia. *Journal of Applied Ecology*, 21: 817-830.
- Grieg-Smith, P.W., 1987. Hazards to wildlife from pesticide seed treatments. BCPC monograph no 39, Application to seeds and soil: 127-134.
- Hald, A.B. and Elmegaard, N., 1989. Sprøjtefri randzoner i kornmarker. Naturforvaltnings- og driftspekter. 6. Danske Planteværnskonference: 40-50.
- Hill, D.A., 1985. The feeding ecology and survival of Pheasant chicks on arable farmland. *Journal of Applied Ecology*, 22: 645-654.
- Kraft, G.J., Stites, W. and Mechenich, D.J., 1999. Impacts of irrigated vegetable agriculture on a humid north- central US sand plain aquifer. *Ground Water*, 37(4): 572-580.
- Lindhardt, B., Kjær, J. and Olsen, P., 2001. Udvaskningen af pesticider fra kartoffeldyrkning på sandjord, vurderet ud fra markforsøg. DJF-rapport, 40: 57-67.
- 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.
- Odderskær, P., Prang, A., Elmegaard, N. and Andersen, P.N., 1997. Skylark
Reproduction in Pesticide Treated and Untreated Fields. 32, Ministry of
the Environment and Energy, Danish Environmental Protection Agency,
Copenhagen.
- Petersen, B.S., Falk, K., Bjerre, K. D., 1995. Yellowhammer Studies on
Organic and Conventional Farms, Danish Environmental Protection
Agency, Copenhagen.
- Powell, G.V.N., 1984. Reproduction by an altricial songbird, the Red-winged
Blackbird, in fields treated with the Organophosphate insecticide Fenthion.
Journal of Applied Ecology, 21: 83-95.
- Purvis, G.C., J.P., 1984. The influence of weeds and faryard manure on the
activity of Carabidae and other ground-dwelling arthropods in a sugar beet
crop. *Journal of Applied Ecology*, 21: 271-283.
- Reddersen, J., Elmholt, S. and Holm, S., 1998. Indirect effects of fungicides
and herbicides on arthropods. 44, Danish Environmental Protection
Agency, Copenhagen.
- Speight, M.R. and Lawton, J.H., 1976. The influence of Weed-Cover on the
Mortality Imposed on Artificial Prey by Predatory Ground Beetles in
Cereal Fields. *Oecologia*, 23: 211-223.

3 Alternative metoder - ukrudt

3.1 Problemstilling

De fleste grønsagsafgrøder dyrkes som rækkeafgrøder med mulighed for kørsel/behandling imellem rækkerne. Kun deciderede industriafgrøder som ærter og spinat dyrkes på korn rækkeafstand (=bredsået), hvorfor behandlinger under væksten enten sker i afsatte kørespor eller ved kørsel i afgrøden. Som en mellemting findes beddyrkning med fast afstand imellem bedene; denne metode muliggør tættere rækkeafstand i bedet, og faste kørespor som bedafgrænsning. Beddyrkning har en vis udbredelse i løg, salat, gulerod, m.fl..

Ukrudtsbekæmpelse i rækkeafgrøder giver større mulighed for mekaniske metoder til rensningen, mens bredsåede afgrøder er mere afhængige af tilgængelige kemiske metoder til ukrudtsreguleringen. En række direkte såede grønsagsafgrøder har lille konkurrenceevne over ukrudtsplanter i den første del af væksten; manglende eller for sent udført renholdelse kan derfor give undertrykkelse af grønsagernes vækst og mulige kvalitetsproblemer senere i væksten. Grønsagssædskifter har næsten altid overvægt af rækkeafgrøder, og i sådanne tilfælde kan behandlinger mod 'besværlige' ukrudtsarter gentages under væksten med forskellige metoder og teknikker for rækkebehandling. I bredsåede eller tætplantede grønsager må der vælges andre strategier. Valget af afgrøder i sædskiftet kan indirekte være med til at forstærke eller reducere ukrudtsproblemerne. En kombination af sædskifteafgrøder med stor og mindre konkurrenceevne over for ukrudt vil alt andet lige være med til at mindske meget specifikke og ensidige ukrudtsproblemer.

3.2 Ikke-kemiske metoder til bekæmpelse af frøukrudt

3.2.1 Mekanisk og termisk bekæmpelse

Ved udplantede afgrøder:

Udplantning fremfor udsåning af grønsager fører almindeligvis til færre ukrudtsproblemer (Dierauer & Stöppler-Zimmer, 1994; Rasmussen & Ascard, 1995). Det kendes fra praksis, men de gode erfaringer er kun dokumenteret i få tilfælde, måske fordi der ikke har været noget større forskningsmæssigt behov. Det er dog ikke praktisk muligt og realistisk at benytte udplantning i alle afgrøder af grønsager. Rodafgrøder som gulerod, pastinak, rødbede, m.fl. kan kun udvikle sig normalt ved direkte såning. Endvidere er det ved udplantede afgrøder nødvendigt at råde over markvandingsanlæg for at sikre planteetableringen i marken.

Udplantning har den fordel, at den første plantning først foregår senere på foråret, end udsåning af de samme kulturer almindeligvis vil gøre. Herved er der mulighed for at gennemføre et falsk såbed over en længere periode, således at en større del af ukrudtsfremspiringen allerede vil være bekæmpet på plantetidspunktet. En anden væsentlig fordel er, at afgrødens konkurrenceevne over for ukrudt fremmes, fordi afgrøden vil have et vækstmæssigt forspring i forhold til ukrudtet, og fordi rækkerne i eksempelvis kål vil lukke hurtigere end ved udsåning. En tredje fordel er, at udplantning skaber betydeligt bedre selektivitetsforhold i forbindelse med mekanisk ukrudtsbekæmpelse i afgrøden. Udplantning på nyharvet jord medfører nemlig den gunstige

situation, at mekanisk ukrudtsbekæmpelse kan foretages på småt ukrudt i en stor og veletableret afgrøde. Herved kan bekæmpelsen principielt gennemføres uden at skade afgrøden, fordi behandlingsintensiteten ikke behøver at være større, end at de små ukrudtsplanter lige netop dræbes.

I tabel 6 og 7 er der angivet forskellige strategier til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i udplantede frilandsgrønsager, incl. effekter af og omkostninger af de forskellige strategier. Der er anført de strategier, som med det nuværende videngrundlag skønnes at være mest relevante for implementering i praksis.

Tabel 6. Relevante strategier for mekanisk ukrudtsbekæmpelse i udplantede frilandsgrønsager med angivelse af deres effekter på ukrudt i rækken, afgrøde og efterfølgende lugebehov samt kildeangivelse

| Kultur | Strategi | Ukrudtseffekt (%) | Evt. skade på afgrøden (%) ** | Efterfølgende lugebehov (t/ha) | Referencer |
|--|------------|-------------------|--|--------------------------------|--|
| Kål (hvid-, rød-, spids- og blomkål) | 1), 2), 3) | 85-90 | 0-10 | 10-45 | Melander (2000)* Melander et al. (1999) Weide & Bleeker (2000) |
| Selleri (bedste erfaringer i knoldselleri) | 1) | 85-100 | Nogen skade på bladselleri kan opstå | 0-45 | Melander et al. (1999) |
| Porre og løg | 1), 2) | 60-95 | 0-10 i løg 0-15 i porre | 10-20 | Melander & Willumsen (2000) Ascard (pers. kom.) |
| Salat | 1), 2) | 80-95 | 0-15 Jordstænk på blade kan forekomme | 0-55 | Bleeker & Weide (2000) Weide & Bleeker (2000) |

- 1) Falsk såbed før plantning + strigling efter plantning samt supplerende radrensning mellem rækkerne
- 2) Falsk såbed før plantning + radrensning med skræbepinde efter plantning + radrensning med hypning ind i rækken
- 3) Falsk såbed før plantning + radrensning med hypning ind i rækken efter plantning

* Resultater fra plantede bederoer

** Skal betragtes som et egentligt tab

Tabel 7. Beregning af udgifter og energiforbrug ved anvendelse af strategierne angivet i tabel 6. For metode og principper ved beregningerne henvises til Melander (1998c).

| Kultur | Strategi | Antal træk i alt | Antal personer til styring | Bekæmpelse-effekt (%) | Udgift per ha. Lugning i () | Energiforbrug (dieselolie l/ha) | Tidsforbrug (t/ha). Lugning i () |
|--|----------|------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Kål (hvid-, rød-, spids- og blomkål) | 1) | 6 | 0 | 90 | 3264 (1536) | 40 | 17 (13) |
| | 2) | 4 | 1 | 90 | 3719 (1536) | 40 | 17 (13) |
| | 3) | 4 | 0 | 85 | 3215 (1824) | 40 | 19 (15) |
| Selleri (bedste erfaringer i knoldselleri) | 1) | 6 | 0 | 95 | 2976 (1248) | 40 | 14 (10) |
| Porre og løg | 1) | 7 | 0 | 80 | 4150 (2112) | 50 | 23 (18) |
| | 2) | 4 | 1 | 75 | 4583 (2400) | 40 | 24 (20) |
| Salat | 1) | 6 | 0 | 90 | 3264 (1536) | 40 | 17 (13) |
| | 2) | 4 | 1 | 90 | 3719 (1536) | 40 | 17 (13) |

Ved såede afgrøder.

Ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse i kulturer som gulerødder, direkte såede løg og porre er særlig ressourcekrævende, fordi de 3 arter har et stort bekæmpelsesbehov, og fordi meget af bekæmpelsen må baseres på tidskrævende håndlugning. Det store bekæmpelsesbehov skyldes: 1) at såning fremfor udplant-

ning giver flere ukrudtsproblemer; 2) at kulturerne er meget langsomtvoksende; og 3) at de har ingen eller ringe konkurrenceevne mod ukrudt (Baumann et al., 1993). I kulturer som eksempelvis såede kål vil bekæmpelsesbehovet generelt være lavere, fordi afgrøden hurtigere og bedre er i stand til at lukke af for ukrudtet gennem deres betydelige bladvækst. Erfaringerne fra økologisk produktion med de nævnte kulturer viser, at tidsforbruget til håndlugning typisk ligger på 100-400 timer ha⁻¹ alt afhængig af ukrudtstrykket (Ascard, 1990; Hagelskjær & Korsgård, 1992; Nielsen & Larsen, 1991). I såede porre kendes der eksempler på, at tidsforbruget kan nå op på 700 timer ha⁻¹ i særligt ukrudtsfyldte situationer. Det store lugebehov opstår, fordi bekæmpelsesmetoderne anvendt i praksis kun bekæmper en delmængde ukrudt, og fordi der pga. af den ringe konkurrenceevne er behov for bekæmpelse over en længere periode. I gulerødder og løg bliver lugearbejdet yderligere besværliggjort af etableringen på dobbelt- eller tripelrækker. Her står planterne så tæt i rækkerne, at det er umuligt at bruge et hakkejern, hvorfor ukrudtet med den nuværende til rådighed værende teknologi må fjernes med fingrene. Mange økologiske avlere vælger at dyrke løg på enkelt-rækker for at gøre ukrudtsbekæmpelsen nemmere, og i gulerødder er der også en stigende tendens til enkeltrækker. I de senere år er der forsket en del i forskellige mekanisk/fysiske bekæmpelsesstrategier mod ukrudt i såede frilandsgrønsager. Tabel 8 og 9 angiver de strategier, som med det nuværende videngrundlag, skønnes at være mest relevante for implementering i praksis.

Tabel 8. Relevante strategier for ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse i såede frilandsgrønsager med angivelse af deres effekter på ukrudt i rækken, afgrøde og lugebehov samt kildeangivelse

| Kultur | Strategi | Ukrudtseffekt (%) | Evt. skade på afgrøden (%) ** | Efterfølgende lugebehov (t/ha) | Referencer |
|------------|--|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|
| Løg | 1) | 65-75 | Ingen påvist* | 70-100 | Melander & Hartvig (1997) |
| | 2) | 70-90 | Ingen påvist* | 50-100 | Melander (1998a) |
| | 6) | 60-90 | ** | 70-100 | Melander & Rasmussen (2000) Melander & Rasmussen (2001) |
| Porre | 3) | 80-85 | Ingen påvist* | 50-70 | Melander & Rasmussen (2000) Melander & Rasmussen (2001) |
| | 4) | 85-90 | Ingen påvist* | 30-50 | |
| | 6) | 60-90 | ** | 70-100 | |
| Gulerødder | 5) | 60-70 | Ingen påvist* | 70-150 | Melander & Rasmussen (2000) Melander et al. (1999) |
| | 6) | 60-90 | ** | 70-150 | |
| Kål | Evt. 6) ellers anbefales at plante kål | 60-90 | - ** | 20-50 | Melander & Rasmussen (2000) |

- 1) Flammebehandling før fremspiring + radrensning tæt på rækken + afsluttende radrensning med let hypping
- 2) Flammebehandling før fremspiring + vertikal børsterensning + afsluttende radrensning med let hypping
- 3) Falsk såbed før såning + flammebehandling før fremspiring + radrensning tæt på rækken + afsluttende radrensning med hypping ind i rækken
- 4) Falsk såbed før såning + flammebehandling før fremspiring + vertikal børsterensning + afsluttende radrensning med hypping ind i rækken
- 5) Falsk såbed + flammebehandling før fremspiring + radrensning tæt på rækken
- 6) To-årigt dyrkningsystem, som er baseret på en kraftig nedsættelse af mængden af spiredygtige ukrudtsfrø i udlagte bånd i forfrugten (år 1) til en rækkeafgrøde (år 2). Gennem kultivering af båndene (år 1), forhindring af ukrudtsfrøkast (år 1) og undladelse af pløjning mellem år 1 og 2 kan der opnås en kraftig reduktion i mængden af i-rækken ukrudt i år 2. Systemet er nærmere beskrevet i Melander & Rasmussen (2000)

* Store skader kan naturligvis opstå ved forkert anvendelse af de fysiske metoder

** Pløjefri dyrkning af flere grønsagsarter kan lade sig gøre uden udbytteforbrug, forudsat at al traktorkørsel holdes uden for dyrkningsområdet (bedene).

Tabel 9. Beregning af udgifter og energiforbrug ved anvendelse af strategierne angivet i tabel 8. For principper og metoder i beregningerne henvises til Melander (1998c).

| Kultur | Strategi | Antal behandlinger i alt | Antal personer til styring | Bekæmpelses-effekt (%) | Udgift per ha. Lugdel i () | Energiforbrug (diesel-olie l/ha) | Tidsforbrug (t/ha). Lugtid i () |
|------------|----------|--------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Såløg | 1) | 6 | 0 | 70 | 11432 (6216) | 102 | 57,7 (52) |
| | 2) | 6 | 1 | 80 | 13547 (5064) | 165 | 54 (42) |
| Såporre | 3) | 8 | 0 | 82 | 11899 (4834) | 112 | 46,7 (40) |
| | 4) | 8 | 1 | 87 | 14590 (4258) | 175 | 48 (35) |
| Gulerødder | 5) | 9 | 0 | 65 | 14067 (6792) | 122 | 64,7 (57) |

Kommentar til tabel 9:

Strategi nr. 6 med 2-årigt dyrkningssystem er umiddelbart den billigste og mindst energikrævende, da den indeholder udeladelse af pløjning og ellers kun kræver nogle ekstra radrensninger. Store usikkerhedsmomenter er eksempelvis grønsagskulturens reaktion på pløjefri dyrkning, den mulige i-rækken ukrudtseffekt og mulighederne for kultivering af rækkellemrummene i år 2, når der er stubrester tilbage. Disse samt flere andre aspekter vil kræve nærmere undersøgelser, før end en rimelig økonomiberegning kan foretages.

De alternative metoder til bekæmpelse af ukrudt nævnt i det foregående er umiddelbart implementerbare i praksis; nogle af metoderne anvendes allerede i et vist omfang. De ikke-kemiske metoder giver størst bekæmpelseeffekt i udplantede afgrøder med stor konkurrenceevne, hvor der kun er lidt behov for efterfølgende håndlugning.

3.2.2 Nye og fremtidige alternative metoder

I det følgende omtales alternativer metoder under udvikling og som skønnes at være tilgængelige for praksis i løbet af en 10-årig periode.

Varmebehandling af jord i bånd eller punkter

Varmebehandling af jord er en metode, som vurderes helt at kunne fjerne behovet for manuel fjernelse af ukrudtet i rækkerne i række kulturer. Som tidligere nævnt kan der opnås gode og langvarige effekter på ukrudt ved dampning af jord forud for såning eller plantning. Behandlingen skal i fremtiden målrettes til kun at behandle en begrænset del af selve afgrøderækken, således at ukrudtet i selve rækken ikke spirer frem pga. varmebehandlingen før såning eller plantning. Ukrudt mellem rækkerne fjernes ved almindelig radrensning. Det vil være tilstrækkeligt kun at varmebehandle i en bredde på 6-7 cm og ned til en dybde på ca. 5 cm. Herved kan der spares store energimængder i forhold til behandling i hele bredden. Jørgensen et al. (2000) har estimeret et energiforbrug på 1500 kWh/ha, svarende til 156 l olie/ha eller 115 kg gas/ha, ved varmebehandling i bånd. Vanddamp fremstår som den mest relevante varmekilde, fordi dampens penetreringsevne i jorden er særlig god (Bloemhard et al., 1992).

Varmebehandling i bånd vil kræve en præcis styring af processen, således at det sikres, at kulturen kan etableres præcist i båndene og at den efterfølgende radrensning kan styres og foregå på tilfredsstillende vis. Denne del af opgaven ventes også løst, idet der i øjeblikket sker en rivende udvikling indenfor automatisk styringsteknik til landbrugsredskaber (Søgård & Melander, 2000). Styringsteknikken vil sandsynligvis også kunne gøre det muligt kun at varmebehandle i punkter, hvorved energiforbruget kan blive endnu lavere. Punktbehandling kræver, at det bliver muligt at fjerne ukrudtet mekanisk uden for punktzonen vha. sensorteknologi, der kan adskille kulturen fra ukrudtet.

Varmebehandling af jord i rækken umiddelbart forud for såning vurderes først og fremmest at have et potentiale til ukrudtsbekæmpelse i sæde højtærtafgrøder som gulerødder, løg, porre, persille, blomsterfrø m.fl. Der udestår fortsat færdigudvikling af teknik og metode samt implementering til praksis.

Mekaniske lugeelementer

IMAG i Holland arbejder på at udvikle et mekanisk lugeelement til automatisk bekæmpelse af ukrudt i rækken i sukkerroer (Bontsema et al., 2000). Der er foreløbigt udviklet en prototype, som er i stand til at fjerne ukrudt i roerækken med en fremkørselshastighed på 3-4 km/t, forudsat at afstanden mellem de enkelte roeplanter er rimelig ensartet. Systemet er baseret på en sensor, som registrerer den enkelte roeplante, hvorefter der gives signal til selve lugeelementet om at indstille lugningen, indtil roeplanten er passeret. Lugeelementet består af en roterende skive på hvilke, der sidder knive, som slår ud og luger ved høj rotationshastighed. Når lugningen skal indstilles, sættes rotationshastigheden ned, og knivene slår ind mod skivens midte – samme princip som kendes fra rotorklippere til græsplæner. Hollænderne vurderer, at systemet kan optimeres til at køre ved højere fremkørselshastighed end de 3-4 km/t, og at systemet vil kunne finde kommerciel anvendelse i frilandsgrønsager og vedplankulturer, hvor de enkelte planter står med en veldefineret og ensartet afstand.

Fra dansk side er der også igangsat et forskningsprojekt, som sigter imod at udvikle sensorteknologi til detektering af henholdsvis afgrøde- og ukrudtsplanter med henblik på efterfølgende selektiv bekæmpelse. Projektet kaldes i daglig tale for API-projektet (<http://www.cs.auc.dk/~api/>), og ledes af Svend Christensen, Forskningscenter Bygholm.

Mekaniske lugeelementer koblet til højteknologisk sensor-/visionteknologi til selektiv detektering af henholdsvis kultur- og ukrudtsplante vurderes at have et betydeligt potentiale i tidligt plantede grønsager med veldefinerede planteafstande.

Laserskæring af ukrudt

Afhugning eller afskæring af ukrudt med en CO₂-laser er en helt ny metode, som har vist sig at kunne afskære stængler på ukrudtsplanter (Heisel et al., 2001). Det angives, at der skal en energimængde på 0,9-2,3 J mm⁻¹ stængel til at opnå en fuldstændig afskæring. Afskæringen skal helst foregå under planternes vækstpunkt, hvilket ofte vil sige tæt ved jordoverfladen.

Sammenkobles teknikken med den før omtalte sensorteknologi til detektering af kulturplanter vurderes det, at en automatisk guided laserkanon kan udføre en total ukrudtsbekæmpelse i vedplankulturer – både mellem og i rækkerne.

Ultraviolet (UV) lys

Ultraviolet lys har vist sig at have en effekt på ukrudt (Andreasen, 1998). UV-lys vil formentligt kunne give en energibesparelse i forhold til flammebehandling. Desuden er risikoen for ildspåsættelser betydeligt mindre, men UV-lys kan udgøre en sundhedsmæssig risiko for brugeren ved forkert afskærmning. Metoden kan tænkes anvendt på befæstede arealer, langs vejrabatter og andre steder, hvor herbicider ikke ønskes anvendt. Desuden bør det undersøges, om metoden kan bruges til selektiv bekæmpelse af ukrudt i højtærtafgrøder, som f.eks grønsagskulturer. *Energiforbruget vil være meget afgørende for metodens potentiale.*

Elektrisk bekæmpelse

Bekæmpelse af ukrudtsfrø ved hjælp af elektriske impulser har været forsøgt i svenske forsøg med stor effekt i laboratoriet (80-100%), men med mindre effekt i marken (ca. 40% bekæmpelse). Metoden/potentialet kan på mange

måder sidestilles med det omtalte for varmebehandling i striber og punkter. Der kræves energimængde/spænding svarende til mindst 5 kV cm^{-1} (Fogelberg, 2000). *Der forestår stadig et betydeligt udviklingsarbejde, før end metodens potentiale for alvor kan vurderes*

3.2.3 Dækning af dyrkningsjorden - mulching

Dækmaterialer som sort plastik, træflis, halm, og sort fiberdug kan anvendes til en effektiv bekæmpelse af ukrudt i det meste af vækstsæsonen (Vester, 1989; Horowitz, 1993; Horowitz 1994 (personlig kommunikation)). Materialerne kan lægges ud, så de dækker hele jordoverfladen, således at kun kulturplanterne rager op, eller det kan lægges, så kun ukrudt i rækkerne dækkes, mens ukrudt i rækkemellemrummene skal fjernes ved afhugning eller kultivering af jorden.

I frilandsgrønsager er primært plastik og fiberdug anvendelige til mulching, fordi det relativt nemt kan fjernes igen. Helt tætte materialer som plasticfolie har imidlertid den ulempe, at de ved dækning af hele arealer kan virke som en barriere for udvekslingen af gasser og vand mellem jorden og atmosfæren, hvilket kan virke væksthæmmende på kulturerne. Derfor vil dækning med disse materialer på friland ofte kun kunne foregå i kortere perioder og der kan efterfølgende være behov for at bekæmpe ukrudtet på anden vis. Udlægning og fjernelse af dækmaterialerne kan være ret arbejdskrævende og vil oftest skulle fornys fra år til år, hvilket er mindre hensigtsmæssigt ud fra et miljømæssigt synspunkt.

Til brug ved f.eks. dyrkning af salat i væksthuse findes i dag sort/hvide plastfolier til mulching, hvor der i folien er udskåret/standset huller beregnet til plantning igennem. Ud over at hindre ukrudtsplanter i at spire frem medvirker plastfolien til bedre lysforhold i væksthuse under den lysfattige del af året via øget refleksion samt en renere og sundere salatplante med mindre rådangreb på de nederste blade. Denne dyrkningsteknik har også været forsøgt implementeret på friland, uden dog at have vundet større udbredelse.

Davies et al. (1993) har anvendt sort plastdækning på en anden måde i frilandsgrønsager end den traditionelle, idet de lagde plastikken ud før etablering af kulturen for derefter at fjerne den igen lige før såning eller plantning. Dækning af jorden 2-8 uger før etablering begrænsede mængden af ukrudt med 70-90%. Plastikken menes, at virke udtømmende på jordens frøreserve ved at fremme frøspiringen for derefter at dræbe ukrudtskimplanterne gennem den manglende lystilgang. Metoden viste tilmed også at fremme udbyttet betydeligt.

Papir og nedbrydelig plast er materialer, som ud fra en arbejds-, dyrknings- og miljømæssig betragtning er mere interessante, som dækmaterialer til ukrudtsbekæmpelse, end sort plast og fiberdug. Arbejds-mæssigt, fordi dækmaterialerne ikke skal samles ind igen, men vil blive omsat i marken.

Dyrkningsmæssigt, fordi 1) papirmaterialer (men ikke plast) vil tillade vand, luft og gasser at bevæge sig mellem atmosfære og jord, 2) det er muligt at høste mere ensartede og rene afgrøder samt højere udbytte, og 3) det er nemmere at planlægge vækstperiode og høsttidspunkt i kål og salat.

Miljømæssigt, fordi materialerne nedbrydes til uskadelige stoffer (Unwin R.J. & Richardson S.J., 1996; *Information St. Regis Paper Company Ltd.*, 1997). Der forligger stadig et betydeligt udviklingsarbejde før end papir-/plastudlægning

kan lade sig gøre i praksis. I England er det i dag muligt at anvende papiret i plantede grønsagskulturer, men metoden er ikke tilpasset såede kulturer.

En speciel form for mulching til regulering af ukrudtsbestanden er udsåning af alternative afgrøder til kulturplanten inden såning af denne og kunstig nedvisning af mulchafgrøden inden eller ved såning af kulturplanten. Systemet kaldes "living mulch" og kan ud over at have direkte effekt på ukrudtsbestanden gennem udkonkurrering virke som 'læplante' for nyfremspirede sarte kimplanter af f.eks. gulerod eller løg. En mulch-bælgplanteafgrøde vil endvidere bidrage til kulturplantens kvælstofhusholdning og en forøgelse af den biologiske aktivitet i jorden; living mulch vil også kunne give en beskyttelse mod jorderosion og mindske risikoen for udvaskning af næringsstoffer. Visse plantearter har vist sig at have allelopatisk virkning for spiringen af ukrudtsfrø; således har Creamer et. al. (1996) fundet, at både byg og rug kan hæmme spiringen af skærmaks (*Setaria* ssp.)

Dækning af jord med syntetiske eller naturlige materialer vurderes at have potentielle muligheder i en række frilandsgrønsager. De realistiske muligheder for anvendelsen af syntetiske materialer vil bl.a. afhænge af prisen pr. dækket arealenhed og følgeomkostninger som f.eks. energi og materialernes miljøpåvirkning.

3.2.4 Styrkelse af kulturplantens konkurrenceevne over for ukrudt

En hvilken som helst strategi til bekæmpelse af ukrudtsplanter i en given afgrøde tager udgangspunkt i kulturplantens konkurrenceevne over for de givne ukrudtsarter. Flere af de direkte såede og rækkedyrkede grønsagsarter har en meget lille konkurrenceevne i de første mange uger efter fremspiringen; det gælder f.eks. løg, porre og gulerod. Tilvækst og udnyttelse af det afsatte vokserum er begrænset, hvorfor der let bliver rum og plads til konkurrerende arter. Alternativer til direkte såning er mulig i både løg og porre i form af udplantning af småplanter tiltrukket i hus, men metoden er generelt omkostningskrævende og fordyrende for produktionen. (Grevsen og Sørensen, 2001). Udplantning af løg anvendes allerede i noget omfang i den økologiske dyrkning (Jensen og Hansen, 1999).

I andre grønsagsafgrøder, som f.eks. ærter til dybfrost, er konkurrenceevnen over for ukrudt større, bl.a. begrundet i en hurtigere etablering i marken, i en større plantetæthed og i en bedre udnyttelse af det kvadratiske vokserum ved bredsåning. Ikke kemiske bekæmpelsesmetoder som f.eks. ukrudtsstrigling eller -harvning er ved at blive prøvet af i økologiske dyrkningssystemer. I et forskningsprojekt med optimering af plantetætheden, vokserummets ensartethed og valg af bladrig og konkurrencedygtig ærtesort arbejdes der for øjeblikket med at udvikle den økologiske dyrkningsmetode for ærter til et realistisk alternativ til traditionel dyrkning (Grevsen, K., 2000).

Udnyttelsen af dyrkningsteknik og afgrødemaniplation i form af ændrede strategier ved eksisterende metoder er ikke nødvendigvis omkostningsbelastende, men kræver grundigt kendskab til afgrødernes reaktion fysiologisk samt vækst- og kvalitetsmæssigt.

3.3 Integrerede systemer

Ved bredsåede kulturer

I bredsåede frilandsgrønsager, primært grønne ærter, anvendes traditionel bredsprøjtningsteknologi. De muligheder der er for reduceret anvendelse af

pesticider er de samme som er udviklet og stadig videreudvikles i de store landbrugsafgrøder. Der er dels mulighed for reduktion af den anvendte dosering såfremt behandling udføres under forhold der fremmer virkning af det anvendte middel. Mulighederne for at reducere dosis er betinget af at der:

- Vælges pesticid som er effektivt over for skadegøreren/ukrudtsplanten
- Behandles på det udviklingsstadium hvor skadegøreren/ukrudtsplanten er mest følsom for bekæmpelse
- Behandles under klimaforhold som er optimale for virkning af det pågældende pesticid
- Dosering tilpasses efter angrebsniveau
- Vælges sorter og dyrkningsteknik som begrænser skadegøreren/ukrudtsplantens udvikling (konkurrenceevne, resistens)

PC-Planteværn programmet har vist sig at være et velegnet redskab til at håndtere viden om disse sammenhænge og til at vejlede om valg af pesticid og dosering ud fra kendskab til skadegørere, dennes udvikling mm. I de afgrøder og for de skadegørere som er omfattet af PC-Planteværns modeller har det vist sig at være et meget effektivt redskab til at reducere pesticidanvendelsen (Rydahl, 2000).

En anden mulighed for reduktion ved bredsprøjtning er positionsbestemt plantebeskyttelse hvor pesticidvalg og dosering gradueres på arealet efter forekomst af skadegørere. Dette koncept er ligeledes under udvikling i de store landbrugsafgrøder (Christensen, 2000) hvorfra teknikker til monitorering af skadegørere samt til gennemførelse af den graduerede behandling kan overføres. Anvendelse af gradueret plantebeskyttelse har størst potentiale for afgrøder der dyrkes på store arealer, hvor sandsynligheden for varierende forekomst af skadegørere er mest sandsynlig. For frilandsgrønsager vil det derfor primært være ved dyrkning af grønne ærter.

Det skal bemærkes, at hverken modeller til gradueret/positionsbestemt plantebeskyttelse, herunder modeller til udnyttelse af PC-planteværn er udviklet i større omfang inden for frilandsgrønsager.

Rækkedyrkede kulturer

Mulighederne for at differentiere doseringen efter skadegørere mm er de samme som nævnt under bredsåede kulturer. I rækkedyrkede kulturer foretages plantebeskyttelse ofte som bredsprøjtning. Ved at anvende båndsprøjtning og radrensning skønnes det, at det vil være muligt, at reducere herbicidforbruget med 70-80% på kort sigt. Dette forudsætter at de nyudviklede automatiske styringssystemer tilpasset så de kan anvendes til styring af båndsprøjter og at båndsprøjtningsteknikken optimeres. Ved anvendelse af denne metode til ukrudtsbekæmpelse erstattes en andel af herbicidforbruget med en øget arbejds- og maskinindsats. Rentabiliteten er afhængig af om pesticidbesparelsen kan betale for den ekstra arbejds- og maskinindsats. Dette afhænger blandt andet af systemets kapacitet. En tilstrækkelig kapacitet kan opnås på to måder:

- Båndsprøjtning og radrensning i en arbejdsoperation. Båndsprøjtning og radrensning i en arbejdsgang forudsætter at der udvikles systemer/metoder som kan sikre at effekten ved båndsprøjtning ikke påvirkes negativt af støv fra radrensningen.
- Båndsprøjtning og radrensning i separate operationer med stor arbejdsbredde. Ved båndsprøjtning/radrensning med stor arbejdsbredde vil arbejdsbredden overstige såmaskinebredden og udvikling af sektionsopdelt styring vil være nødvendig for at kunne anvende små båndbredder.

Beregninger af Rasmussen (1995) viser at investering i udstyr til båndsprøjtning/ radrensning kan være økonomisk fordelagtig ved arealstørrelser på ned til ca 10 ha under forudsætning af kemikalieudgifter på 1000 kr/ha ved bredsprøjtning.

Båndsprøjtning skønnes ligeledes at kunne reducere anvendelsen af fungicider og insecticider i rækkedyrkede kulturer.

Båndsprøjtningens udstyr kan ret enkelt skærmes så afdrift ved sprøjtningen reduceres meget væsentligt (Jensen & Spliid, 1998). Ud over at reducere tabet til omgivelserne har afskærmning en anden væsentlig funktion. I de tilfælde hvor sprøjtning foretages op af en nabokultur der er tæt på høsttidspunktet er det vigtigt at undgå selv minimale tab til nabokulturen der kan medføre restindhold på denne. Det er ikke dokumenteret om afskærmningen af båndsprøjtningens udstyr har indflydelse på effekten af de anvendte midler.

Dysevalget har også stor betydning for afdriften ved såvel bred- som båndsprøjtning. Ved anvendelse af grovtforstøvende luftinjektionsdyser reduceres afdriften i forhold til traditionelle fladsprededyser med ca 90%. En så stor reduktion er i samme størrelsesorden som det der opnås ved afskærmning af traditionelle fladsprededyser. Hvor afskærmning ikke forventes at have negativ effekt på den biologiske effekt af de udsprøjtede midler er der konstateret en meget markant effekt nedgang når luftinjektionsdyserne anvendes til visse krævende sprøjtninger i landbrugsafgrøder (Jensen, 1999). Luftinjektionsdyser bør derfor afprøves effektmæssigt til nogle repræsentative planteværnsopgaver i frilandsgroensager før de anbefales anvendt.

Referencer i afsnit 3

- Andreasen C (1998). Orienterende undersøgelser vedrørende UV-lys til ukrudtsbekæmpelse. 15. Danske Planteværnskonference / Ukrudt, DJF rapport nr. 2, 171-177.
- Ascard J (1990). Weed control in ecological vegetable farming. In: *Proceedings of the Ecological Agriculture* (ed. A Granstedt) Nordiske Jordbrugsforskernes Forening, Scandinavia, Seminar 166, 178-184.
- Baumann D.T., Potter C.A. & Müller-Schärer H. 1993. Zeitbezogene Schadensschwelen bei der Integrierten Unkrautbekämpfung im Freilandgemüsebau. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig, 807-813.
- Bleeker P. & Weide Rv (2000). Management of weeds in lettuce: false seedbed, soil preparation and mechanical weed control options. *Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control. Elspeet, NL, 20-22 March, 2000, p. 15. (<http://www.ewrs.org/physical-control/meeting.htm>).*
- Bloemhard CMJ & Arts MWMF (1992). Thermal inactivation of weed seeds and tubers during drying of pig manure. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 40 (1), 11-19
- Bontsema J, Asselt CJv & Vermeulen GD (2000). Intra-row weed control. *Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control. Elspeet, NL, 20-22 March, 2000, p. 55. (<http://www.ewrs.org/physical-control/meeting.htm>).*
- Bødker L. & Noyé G. (1994). Effekten af varmebehandling af overfladejord i nåletræssåbøde over for ukrudt og rodpatogene svampe. 11. *Danske Planteværnskonference / Ukrudt*, 239-248.
- Christensen S, Walter AM, Jørgensen MH 2000. Viden og teknologi til positionsbestemt ukrudtsbekæmpelse. 17. Danske Planteværnskonference, DJF Rapport nr 24, 15-24.

Tabel 10. Oversigt over alternative metoder til bekæmpelse af ukrudt frilandsgrønsager.

| Kultur | Strategi, se tabel 6 og 8 for beskrivelse | Biologisk effekt skadevolder | Biologisk effekt nytteorganisme | Effekt på afgrøde eller kvalitet | Direkte energi effekt | Arbejds-mæssig effekt (T=timer) | Miljøeffekt | Økonomisk effekt | Anvendelighed: < 5 /5-10 år |
|----------------------------|---|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Kål, udplantet | 1,2,3 | 85-90 % | Ikke oplyst | 0-10 % tab | Merforbrug brændstof | +10-45T/ha lugearbejde | Ingen herbicider | Merudgifter energi og arbejde | < 5 år |
| Porre og løg, udplantet | 1,2 | 60-95 % | Ikke oplyst | løg:0-10 % por:0-15 % tab | Merforbrug brændstof | +10-20T/ha lugearbejde | Ingen herbicider | Merudgifter energi og arbejde | < 5 år |
| Salat, udplantet | 1,2 | 80-95 % | Ikke oplyst | 0-15 % tab, + evt. jordstænk | Merforbrug brændstof | + 0-55T/ha lugearbejde | Ingen herbicider | Merudgifter energi og arbejde | < 5 år |
| Løg, såede | 1,2 | 65-90 % | Ikke oplyst | Ingen påvist | Merforbrug brændstof | +50-100 T/ha lugearbejde | Ingen herbicider | Merudgifter energi og arbejde | < 5 år |
| Porre, såede | 3,4 | 80-90 % | Ikke oplyst | Ingen påvist | Merforbrug brændstof | +30-70T/ha lugearbejde | Ingen herbicider | Merudgifter energi og arbejde | < 5 år |
| Gulerødder | 5 | 60-70 % | Ikke oplyst | Ingen påvist | Merforbrug brændstof | +70-150 T/ha lugearbejde | Ingen herbicider | Merudgifter energi og arbejde | < 5 år |
| Løg, gulerod, porre: såede | 6 | 60-90 % | Ikke oplyst | Ingen påvist | Merforbrug brændstof | + 70-150T/ha lugearbejde | Ingen herbicider | Merudgifter energi og arbejde | < 5 år |
| Alle | Mulching | 70-90 % | Ikke oplyst | Ingen påvist | Ingen påvist | Merarbejde udlægning | Ingen herbicider | Merudgifter materialer og arbejde | < 5 år |
| Ært | Plantetæthed | 0-50 % | Ukendt | Ingen påvist | Ingen påvist | Ingen påvist | Potentiel risiko for mere skimmel | Merudgifter til udsæd | < 5 år |
| Løg, porre, gulerod | Båndsprøjtning | 70-100 % (i bånd) | Som alm. herbicider | Ingen påvist | Mindre merforbrug brændstof | Øget rækkerensning | 50-80 % Reduktion herbicid | Ekstra: udstyr og energi | < 5 år |
| Løg, porre, gulerod | Varmebehandle i 'bånd' | Op til 100 % | Evt. påvirkninger i 'båndet' | Ikke oplyst | Merforbrug energi til dampning | Øget rækkerensning | Ingen herbicider | Ekstra: udstyr og energi | 5-10 år |
| Alle | Optimere doser og teknik | 70- 100 % | Som alm. herbicider | Ingen påvist | Mindre merforbrug brændstof | Øget antal behandl. | 0-50 % reduktion herbicid | Ikke oplyst | < 5 år |

- Creamer NG, Bennett MA, Stinner BR, Cardina J, Regnier EE, 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortScience* 31:410-413
- Davies DHK, Stockdale EA, Rees RM, McCreath M, Drysdale A, McKinlay RG & Dent B. (1993). The use of black polyethylene as a pre-planting mulch in vegetables: Its effect on weeds, crop and soil. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, 467-472
- Fogelberg F (2000). Electroporation – can we control weed seeds by the use of electric pulses applied in soil? *Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control. Elspeet, NL, 20-22 March, 2000*, p. 50. (<http://www.ewrs.org/physical-control/meeting.htm>).
- Friis, K. 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 have-brugets produktion af frilandsgrønsager og havefrø. Rapport udarbejdet til Pesticidudvalget 1998.
- Giles DK & Slaughter DC 1997 Precision band spraying with machine-vision guidance and adjustable yaw nozzles. *Transactions of the ASAE*, 40, 29-36.
- Grevsen, K. 2000. Competitive ability of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars against weeds. In: *Proceedings of the 13th International IFOAM Conference*. Ed: Alföldi, T., Lockeretz, W. and Niggli, U., vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, p179.
- Grevsen, K. og Sørensen, J.N., 2001. Planteløg kontra såløg. *Grønne Fag* 20, 3
- Grundy AC, Green JM, & Lennartsson M. (1998). The effect of temperature on the viability of weed seeds in compost. *Compost Science and Utilization*, 6:3, 26-33
- Hagelskjær L. & Korsgaard, M. 1992. Økologisk gulerodsdyrkning. NJF-Utredning/Rapport nr. 84, pp 4.
- Heisel T, Schou J, Christensen S & Andreasen C (2001). Cutting weeds with a CO₂ laser. *Weed Research*, 41, 19-29.
- Horowitz M. (1993). Soil cover for weed management. In: *Non Chemical Weed Control. Communications of the Fourth International Conference I.F.O.A.M., Dijon, France. (J.M. Thomas, ed.)*, pp. 149-154. ENITA; Quétigny, France.
- Information from *St. Regis Paper Company Ltd.* (1997). Danish agency of *St. Regis products: Mike Palmer, Oscar E. Svensson & Co a/s OESCO*, Vimmelskaftet 39A, 3. DK-1161 Copenhagen K, Denmark.
- Jensen, J. og Hansen, O.B. (1999) Plant og få bedre løg. *Økologisk Jordbrug*, 3, 13.
- Jensen, P.K. 1999 Effekt af nye dysetyper. 2. Markforsøg. 16. Danske Planteværnskonference - Ukrudt, DJF Rapport nr 9, 137-146.
- Jensen, P.K. & Spliid, N.H. 1998 Afdrift fra sprøjteudstyr til svampebekæmpelse i jordbær. Effekt af afskærmet jordbærbom og ledsageluft til alm. marksprøjte. 15. Danske Planteværnskonference - Ukrudt, DJF Rapport nr 3, 229-238.
- Jørgensen, M.H., Kristensen, E.F., Melander, B. & Griepentrog, H.W. (2000). Band heating for intra-row weed control. *Annual Status report 2000 and Application for Continuation in 2001. Research in organic farming 2000-2005 (DARCOFII)*.
- Kurstjens, D.A.G., Kouwenhoven, J.K., Bleeker, P., Weide, R.Y., Ascard, J. & Baumann, D.T. (1999). Recent developments in physical weed control. *11th EWRS Symposium, Basel Switzerland*, pp. 12.
- Linke, K.H. (1994). Effects of soil solarization on arable weeds under Mediterranean conditions: control, lack of response or stimulation. *Crop Protection* 13, 115-120.

- Looman, B.H.M., Lutterveld, G.J. & Kouwenhoven, J.K. 1999. Intra-row mechanical weed control in nursery stock. 11th EWRS Symposium Basel 1999, 123.
- Melander, B. (1998a). Interactions between soil cultivation in darkness, flaming, and brush weeding when used for in-row weed control in vegetables. *Biological Horticulture and Agriculture*, 16(1), 1-14.
- Melander, B. (1998b). Economic Aspects of Physical Intra-Row Weed Control in Seeded Onions. *Proceedings of the 12th International IFOAM Scientific Conference, Mar del Plata*, 180-185.
- Melander, B. (1998c). A review of the major experiences with weeds in non-inversion tillage systems within the European Economic Community (EEC). *Proceedings EU-Conserted Action – No-Tillage Workshop IV, Final Report*, 63-68.
- Melander, B. (2000). Mechanical weed control in transplanted sugar beet. *Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control. Elspeet, NL, 20-22 March, 2000*, p. 25. (<http://www.ewrs.org/physical-control/meeting.htm>).
- Melander, B. & Hartvig, P. (1997). Yield responses of weed-free seeded onions [*Allium cepa* (L.)] to hoeing close to the row. *Crop Protection*, 16 (7), 687-691.
- Melander, B., Korsgaard, M. & Willumsen, J. (1999). Resultater og erfaringer med ukrudtsbekæmpelse i økologiske frilandsgroensager. 16. *Danske Planteværnskonference / Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug / Sygdomme og skadedyr*, 85-95.
- Melander, B. & Rasmussen, K. (2000). Reducing intrarow weed numbers in row crops by means of a biennial cultivation system. *Weed Research*, 40(2), 205-218
- Melander, B. & Willumsen, J. (2000). Striglen kan holde løg og porre rene. *Økologisk Jordbrug 7 april*, 13.
- Nielsen, V. & Larsen, E.K. (1991). Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i økologisk jordbrug. I. Litteraturstudier. Kortlægning. Foreløbige resultater. Statens Jordbrugstekniske forsøg, Danmark. Orientering, 73.
- Rasmussen, J. (1995). Penge i radrensning og båndsprøjtning. *Landsbladet Mark*, nr. 4, 20-23.
- Rasmussen, J. & Ascard, J. 1995. Weed Control in Organic Farming Systems. In: *Ecology and Integrated Farming Systems*. Edited by D.M. Glen, Greaves M.P. & Anderson H.M: 49-67. Wiley Publishers, UK.
- Rydahl P 2000. PC-Planteværn – faktorer i ukrudtsbekæmpelsen, som påvirker behandlingsindeks. 17. Danske Planteværnskonference, DJF Rapport nr 24, 77-86.
- Søgaard H. T. & Melander B. 2000. Automatisk styring af redskaber til ukrudtsbekæmpelse i rækkeafgrøder – tekniske og biologiske aspekter. 17. Danske Planteværnskonference 2000, DJF-rapport nr. 24, 45-57.
- Thompson AJ, Jones NE, & Blair AM. The effect of temperature on viability of imbibed weed seeds. *Annals of Applied Biology*, 130, 123-134
- Unwin R.J. & Richardson S.J. (1996). Food safety aspects of the use of paper mulch in horticulture. *ADAS-report, July 1996*, pp. 14.
- Vester J. (1989). The ability of different mulch materials to prevent the establishment of weeds. *6th Danish Plant Protection Conference / Weeds*, 158-177.
- Weide Rv & Bleeker P (2000). Status of the weed control in arable production and vegetables in the Netherlands. *Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control. Elspeet, NL, 20-22 March, 2000*, p. 1. (<http://www.ewrs.org/physical-control/meeting.htm>).

4 Alternative metoder - sygdomme

4.1 Problemstilling

Indenfor frilandsgrønsager er der store problemer med bladpatogener som fx løg- og salatskimmel og gråskimmel. Der er ligeledes problemer med rodpatogener som fx cavity spot i gulerødder og løghvidråd. Disse sygdomme bekæmpes for bladsvampenes vedkommende gennem brug af fungicider og for rodpatogenernes vedkommende gennem frøbejdsning med fungicider og sundt sædskifte. I dette kapitel gennemgås muligheder for at brug af biologisk bekæmpelse af sygdomme i frilandsgrønsager. Begrebet biologisk bekæmpelse dækker over udnyttelse af antagonist til regulering/bekæmpelse af sygdomme. Der er overordnet to indgange til emnet: 1) Stimulering af naturligt forekommende antagonist og 2) udbringning af specifikke antagonist.

4.1.1 Sædskifte

Det er velkendt, at der ved dyrkning af samme planteart på samme mark år efter år (=monokultur) opstår stigende problemer med sygdomme (og skadedyr). Sandjord er generelt mere følsom over for sædskiftebetingede sygdomme end lerjord, der har højere 'buffer' kapacitet for vand, plantenæring og pH. Dyrkningsproblemerne kan i visse tilfælde minimeres ved hjælp af plantebeskyttelsesmidler, mens andre kan reduceres i betydning via kalkning, dræning eller anden jordforbedring. De kulturtekniske foranstaltninger virker primært indirekte ved at optimere dyrkningsbetingelserne for planter generelt og kan sjældent alene klare de jordbårne plantesygdomme. Ensidig kalkning til højt pH for at hæmme kålbrokkens udvikling vil være uheldigt i andre sammenhænge; f.eks. har ikke alle grønsagsarter dyrkningsoptimum ved højt pH.

Der findes for nærværende ingen pesticider, der er godkendt til direkte bekæmpelse af f.eks. kålbrok i korsblomstrede grønsagsarter, hvidråd i løg, ærterodråd i ært eller cavity spot i gulerødder. Enkelte svampesygdomme som f.eks. storknoldet bægersvamp har et bredere værtplanteregister (oligofag skadevolder) og kan angribe flere af de vanligt dyrkede grønsager; især er rodgrønsager følsomme for angreb.

Veksling i sædskiftet mellem afgrøder, der ikke er nært beslægtede med hinanden modvirker forekomsten af sædskiftebetingede sygdomme. Der er stor variation i den tid som der må regnes med inden en given jordbåren sygdom er ude af jorden eller er på et niveau, hvor 'værtplanten' i form af grønsagsarten igen kan dyrkes. Kålbrok i korsblomstrede kræver mindst 6 års værtplantefri dyrkning, mens hvidråd i løg samt ærterodråd i ært kræver minimum 10-15 år uden værtplanten.

Monofage skadevoldere er lettere at bekæmpe via sædskifteforholdene forudsat at der ikke blandt ukrudtsforekomster er 'skjulte' værtplanter. Alt andet lige er der blandt de dyrkede grønsager tilstrækkeligt antal forskellige arter til at der kan indrettes et sygdomsforebyggende sædskifte. I praksis er denne løsning dog sjældent muligt; specialisering i en eller nogle få kulturer og afsætningssituationen for den enkelte grønsagsart vanskeliggør et bredere artsspektrum i sædskiftet (f.eks. i form af landbrugsafgrøder). Det er også nødvendigt i sædskiftet at 'spille' på både tidsmæssig og rumlig afstand af

værtplanter; alt andet lige har naboafgrøder størst risiko for at påføre hinanden smitte.

Ved planlægning af sædskifte kan der også tages højde for visse plantearters gavnlige effekter på den enkelte skadevolder i form af antagonistiske virkninger (se nedenfor). Det gælder i det hele taget om at maximere nytteeffekten af en sædskifteafgrøde og minimere en evt. skadelig virkning i relation til sædskiftet i øvrigt. En del af sædskiftestrategien er at opretholde en rimelig balance mellem de skadevoldende og de nyttegørende organismer i jordbunden.

Sædskifterne i grønsagsbedrifter er oftest noget ensidige, da udnyttelsen af 'kapitalapparatet' og afsætningsforholdene er væsentlige elementer i optimering af den enkelte bedrifts forhold.

Med den høje kompleksitet af forskellige jordbundsfaktorer in mente er kendskabet til de sædskiftemæssige effekter af en given afgrøderækkefølge nødvendig for at kunne undgå situationer, hvor en intensiv produktionen af en højtverdi afgrøde umuliggøres eller kræver stor indsats af hjælpestoffer.

4.2 Biologisk bekæmpelse af sygdomme

4.2.1 Typer af antagonister

Der er identificeret en lang række mikroorganismer såvel bakterier som svampe med antagonistisk virkning overfor sygdomme (Tabel 11).

Antagonisternes virkemåde er ofte ikke fuldt klarlagt. Der er beskrevet forskellige virkemåder som parasitisme, konkurrence om plads og næringsstoffer, antibiose og induktion af planteforsvar. Til bekæmpelse af rodpatogener er jordlevende mikroorganismer som bakterier (*Pseudomonas*, *Bacillus*), actinomyceter (*Streptomyces*) og svampe (*Trichoderma*, *Gliocladium*, *Glomus*) velegnede (Cook & Baker, 1983; Punja 1997).

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; Nielsen 2000).

Tabel 11. Eksempler på antagonister med oversigt om hvor de kan anvendes og deres virkemåde

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

Omtalte antagonister findes alle naturligt i markøkosystemer og vil kunne fremmes gennem en bevidst manipulation med miljøet, fx ved tilsætning af organisk materiale. Det skal bemærkes, at der ikke pt i praksis sker bekæmpelse af rodpatogener med pesticider – bortset ved bejdsning af frø.

4.2.2 Stimulering af naturligt forekommende antagonister

Tilførsel af organisk materiale i form af efterafgrøder m.m.

Det er vel dokumenteret, at det er muligt at manipulere jordens naturlige indhold af mikroorganismer ved nedmuldning af organisk materiale, enten i form af komposteret, eller anden form for organisk materiale, så der induceres en sygdomshæmning af jordbårne sygdomme (Lootsma 1994, Bødker 1994, 1995, 1998, Bødker & Thorup-Kristensen 1999, Hoitink & Boehm 1998).

Den biologiske omsætning i jorden er meget kompleks. Der findes et utal af meget forskellige sygdomsregulerende mekanismer, der fungerer i højere eller mindre grad afhængig af patogen, type af organisk materiale, jordens mikrobielle og kemiske sammensætning, klima etc.. Naturlig sygdomsregulering beror sandsynligvis på effekter fra forskellige jordbundsorganismer, såsom antagonistiske mikroorganismer og mykofage jordbundsdyr. Overordnet vil en tilførsel af organisk materiale til jordøkosystemer øge jordens biologiske aktivitet, men det er sandsynligt at forskellige typer af organisk materiale påvirker både rodpatogener og naturlige reguleringsmekanismer på forskellige måder. Efterafgrøder kan i sig selv også virke hæmmende på rodpatogener gennem udskillelse af toksiske stoffer som glycosinolater i korsblomstrede planter og avenasin i havre.

Danske markforsøg med efterafgrøder har vist, at især korsblomstrede efterafgrøder og havre kan virke sanerende overfor *Aphanomyces euteiches* i ært (Bødker 1995; Bødker & Thorup-Kristensen 1999) og rodtiltsvamp i gulerod (Bødker 1998). Årsagen til den sanerende effekt af disse efterafgrøder kendes ikke, men der er registreret øget forekomst af mykofage jordbundsdyr som springhaler og nematoder (Axelsen & Kristensen 2000).

Generelt vil tilførsel af organisk materiale ikke kunne bekæmpe rodpatogener ved et højt smittepotentiale i jorden. I ovennævnte refererede forsøg med ærter er højest opnået en reduktion på 50 % i sygdomsudvikling og smittetryk med merudbytter på 5-10 % i de bedste tilfælde. Ofte fokuseres der på den sanerende effekt i kraftigt infesteret jord ud fra et kemisk paradigme. Der bør i stedet tages udgangspunkt i de 90-95% af markerne med sundt sædskifte, hvor smittetrykket er lavt, og hvor tilsætningen af organisk materiale udgør en forebyggende behandling. Dette er især afgørende, hvis de jordboende patogener svampe er meget persistente. En bæredygtig planteproduktion bør derfor baseres på sunde sædskifter og anvendelse af organisk materiale til forebyggelse af sygdomme. Endnu kan efterafgrøder kun i begrænset omfang benyttes målrettet mod rodpatogener.

Kompostekstrakt

Brug af vandig ekstrakt af forskellige typer kompost, fx blanding af halm og hestegødning har i flere tilfælde reduceret udvikling af bladpatogener som f.eks. æbleskurv (Yohalem et al 1994; Yohalem et al 1996) og agurkeskimmel (Winterscheidt et al 1990). Årsagen til hæmning af bladpatogener med kompost ekstrakt kendes ikke, men da sterile ekstrakter af samme materialer også er virksomme, tyder det på, at hæmningen enten skyldes toksiske stoffer i ekstrakten, induktion af planteforsvar og/eller opformering af antagonistiske fyllospære mikroorganismer. Der anvendes ikke kompost ekstrakt til bekæmpelse af bladsygdomme i Danmark, men mere forskning i området vil måske kunne bane vejen for brug af kompostekstrakt til bekæmpelse af bladskimmelsvampe som f.eks. løgskimmel, der for nuværende bekæmpes ved behandlinger med fungicider.

4.2.3 Udbringning af specifikke antagonister

Frøbejdsning eller udsprøjtning af mikrobiologiske midler

Der er identificeret en lang række mikroorganismer, som er antagonistiske mod rod- og bladpatogene svampe med potentiale for anvendelse ved dyrkning af frilandsgrønsager (Punja 1997). Det drejer sig især om bakterierne *Pseudomonas*, *Bacillus* og *Burkholderia* og svampene *Trichoderma* og *Clonostachys*, som har vist sig virksomme mod både rod- og bladpatogener. Der er endnu ingen mikrobiologiske midler, som er godkendt til brug i frilandsgrønsager i Danmark (Paaske, 2000), men der findes omkring 50 produkter, som er markedsført verden over. Afprøvninger i Markforsøg med mikrobiologiske midler mod sygdomme i grønsager er endnu ikke særlig omfattende. Der er dog flere eksempler på, at antagonisten *Coniothyrium minitans*, der sælges under navnet Contans (Prophyta Tyskland), kan reducere udfald i salat forårsaget af *Sclerotinia minor* (Budge & Whipps 2000). Tilsvarende gælder for antagonisten *Clonostachys rosea* (IK276) til bekæmpelse af skulderråd i kinakål (Møller, Hockenhull & Jensen 2000). Endelig er der flere eksempler på at antagonisten *Ulocladium atrum* hæmmer løggråskimmel (Nielsen 2000).

Udplantning af småplanter med mykorrhiza

Mykorrhiza er betegnelsen på symbiosen mellem planters rødder og visse svampe. De fleste planter indenfor havebrug danner mykorrhiza bortset fra arter inden for Brassica og Beta, der ikke eller kun i begrænset omfang danner mykorrhiza. Det er vel dokumenteret, at mykorrhiza har stor betydning for planters vækst og sundhed (Larsen, 2000). Generelt virker mykorrhiza stimulerende på plantevæksten (Smith & Read 1997) og hæmmer udvikling af sygdomme forårsaget af svampe og nematoder (Linderman 1994; Larsen 2000). Arbuskulære mykorrhizasvampe findes naturligt i agroøkosystemer, men findes ikke i konventionelle dyrkningsmedier baseret på sphagnum, som anvendes til tiltrækning af grønsagssmåplanter til udplantning (f.eks. løg, porre og salat).

Grønsager, som etableres i marken ved udplantning af småplanter, kan være sårbare overfor sygdomme og abiotisk stress i udplantningsfasen. Podning af småplanter med mykorrhiza inden udplantning vil kunne styrke plantens vitalitet og evne til at modstå stress. Podning af løgsmåplanter med mykorrhizasvampen *Glomus* sp (ZAC 19) inden udplantning forsinkede udvikling af hvidråd forårsaget af *Sclerotium cepivorum* med to uger og gav beskyttelse i 11 uger (Torres-Barragan *et al* 1996). Etablering af planter med mykorrhiza kan ske gennem tilsætning af inokulum af mykorrhizasvampe til voksemediet. En anden mulighed er at pøde planterne med naturlig mykorrhizapopulationer fra marken, hvor planterne skal udplantes. Dette kan gøres gennem tilsætning af 10-20 % jord til voksemediet. Sidstnævnte metode vil givetvis være langt billigere, men det er ikke givet, at mykorrhizasvampene, som findes i den pågældende mark, er lige så effektive som de rene præparater. For at opnå maksimal udbytte af mykorrhiza er det vigtigt at udvælge kompatible vært/svamp/voksemedie kombinationer (Sørensen & Larsen 1999). 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 2000).

Inokulum med mykorrhiza forhandles endnu ikke i Danmark, men vil formentlig være tilgængelig indenfor nogle få år, da der er flere producenter og forhandlere i udlandet.

4.2.4 Status biologisk bekæmpelse svampe

Selvom mange forsøg med biologisk 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 markforhold. Metoderne baseret på brug af specifikke antagonist er i første omgang rettet mod lukkede systemer som væksthuse. På friland er der behov for at udbygge viden-grundlaget om, hvordan naturlige markpopulationer af antagonist fremmes så de bedst muligt kan anvendes til bekæmpelse af sygdomme. Udbringning af specifikke antagonist vil kræve et indgående kendskab til deres økologi således at det er muligt at finde optimal tidspunkt, dosering og formulering for midlets udbringning. Der er endnu ingen biologiske midler til rådighed til bekæmpelse af sygdomme i frilandsgrønsager, hvilket sammen med den manglende dokumentation af effekten under markforhold, udgør den væsentligste forhindring for deres anvendelse. Der forhandles dog adskillige produkter i udlandet, hvorfor der indenfor en årrække forventeligt også vil være mikrobiologiske midler til danske producenter af frilandsgrønsager. Det må dog betegnes som tvivlsomt, om brug af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler mod sygdomme i frilandsgrønsager vil kunne erstatte kemisk bekæmpelse; biologisk bekæmpelse skal mere ses som en faktor i en flerstrengt strategi til bekæmpelse af sygdomme indenfor havebrug generelt. Udvikling og markedsføring af biologiske midler begrænses endnu af en vis usikkerhed om krav til godkendelse, metodik i afprøvningen, restkoncentrationer i produkterne og evt. produktion af toxiner som en del af godkendelsesproceduren. Det skal også nævnes, at de fleste typer af mikrobiologiske midler vanskeligt kan patenteres.

4.3 Dyrkningsmetoder- og strategier

Det er velkendt, at dyrkningssystemet og –metoden er en vigtig faktor i forebyggelsen af især de jordboende rodsygdomme. Men dyrkningsforholdene generelt og de specifikke forhold i den enkelte afgrøde kan også øve indflydelse på de luftbårne bladsygdomme, om end i mindre udstrækning. Således kan f.eks. plantetætheden øve stor indflydelse på udviklingen og angrebsgraden af en given sygdom. Forsøg med løg har f.eks. vist at angreb af løgskimmel (*Peronospora destructor*) kan udvikle sig kraftigere ved høje plantetætheder (Boelt og Henriksen, 1991; Bjørn et.al. 2000).

Stærkt kvælstofgødede grønsager er sandsynligvis også mere følsomme for angreb af svampesygdomme end grønsager med mere moderat tilførsel af kvælstof. Kvælstofgødskningens betydning for angreb af svampesygdomme er veldokumenteret i kornafgrøder (Jensen & Munk 1997), mens der er meget lidt dokumentation af en sådan sammenhæng i grønsager. Stærk kvælstofgødskning resulterer i mere frodige planter med en tæt og stor bladmasse, hvor mikroklimaet i afgrøden kan være mere fordelagtig for udvikling og spredning af et evt. epidemisk svampeangreb. Der er dog også eksempler på, at stærkt kvælstofgødede spiseløg har resulteret i mindre sygdomsangreb og en lavere frasortering på grund af løggraskimmel (*Botrytis allii*) efter opbevaring på køl (Böttcher & Kolbe, 1975, Henriksen, 1984).

4.4 Prognose/varsling for svampesygdomme i grønsager

Generelt

Svampesygdomme kræver bestemte meteorologiske forhold for at kunne udvikles. For frit sporulerende som gråskimmel (*Botrytis cinerea*) kræves mørke og høj luftfugtighed, medens meldug (*Oidium spp.*) kræver mere tørre forhold. Sporespredning for begge disse svampe sker under tørre forhold, medens svampesygdomme som *Phoma* og *Fusarium* spredes i regnvejr. Alle svampesporer kræver frit vand for at kunne spire og en efterfølgende periode med våde planter eller meget høj luftfugtighed for at kunne inficere. Hastigheden af disse processer er temperaturbestemt, og de fleste svampe har temperaturoptimum for vækst i området 17-22°C.

Frilandsgrønsager dækker over mange afgrøder, der hver især kan angribes af flere svampesygdomme. Selv om de enkelte sygdomme kan være alvorlige, findes der ofte ikke forskning i mindre betydende sygdomme eller afgrøder. Svampesygdomme kan imidlertid grupperes efter måden sporer dannes og spredes på og øvrige fysiologiske krav. På den måde kan resultater fra andre afgrøder og sygdomme udnyttes (Eks. Septoria i korn og på selleri).

Ved varsling for en given sygdom beregnes den hidtidige sygdomsudvikling på grundlag af meteorologiske data, først og fremmest bladfugtighed og temperatur. En prognose er en fremskudt beregning på grundlag af vejrudsigt, og udtrykket prognose/varsling dækker over en større eller mindre grad af begge typer beregning.

Historisk kan grundlaget for prognose/varsling føres tilbage til mellemkrigs-tiden, men det målrettede arbejde, der er grundlagt på automatiske vejrstationer og PC-teknik skete i 80-erne og begyndelsen af 90-erne. I de seneste år er der ikke publiceret meget nyt om forskning og udvikling inden for de væsentligste svampesygdomme. Det skyldes bl.a., at udviklingsarbejdet er blevet koncentreret om operative metoder og modeller, som kan udnyttes i små vejrstationer, der beregner varsling for én eller flere svampesygdomme, eller i større systemer der varsler regionalt.

I stedet for en litteraturundersøgelse over modeller for svampesygdommes udvikling i forhold til meteorologiske forhold er der undersøgt hvilke operative systemer for prognose/varsling, der er tilgængelige i litteraturen og på internet.

4.4.1 Udenlandske erfaringer, litteraturgennemgang

I 1988-92 blev 2 varslingsystemer til løgbladgråskimmel (*Botrytis squamosa*) afprøvet i *Holland*. Det ene system, BOTCAST, varsler den første sprøjtning, medens den anden, SIV, varsler efterfølgende sprøjtninger. Ved at anvende begge systemer blev antallet af sprøjtninger reduceret med 54% uden udbyttetab eller mere sygdomsudvikling, sammenlignet med et ugentligt sprøjtprogram. Der blev foreslået to forbedringer af systemerne og fastslået, at varslingen kun er økonomisk hvis den bliver anvendt i hele regioner (Visser og Visser 1996).

I USA er udviklet et system til varsling for løgbladgråskimmel, BLIGHT-ALERT, der beregner/ varsler når sygdommen er startet og den første sprøjtning udført. Der beregnes et sporuleringsindeks ud fra temperatur, RH og afgrødens udviklingstrin, hvor indekset kædes sammen med sandsynligheden for nedbør. Systemet blev markafprøvet i staten New York i 1985-87, hvor der blev sprøjtet 2-3 gange færre end i konventionelle, ugentlige sprøjtninger, og med samme sygdomsbekæmpelse (Vincelli og Lorbeer 1989).

Det canadiske system til varsling for løgbladgråskimmel, BOTCAST, bygger på sygdomsudvikling i forhold til mikroklima i afgrøden. Der beregnes to varsler; ved første varsel sprøjtes der ikke med mindre, der er udsigt til regn, eller afgrøden skal vandes. Ved andet varsel sprøjtes der så hurtigt som muligt. Systemet blev afprøvet 7 gange i Ontario (Sutton et al. 1986).

I Bayern, Tyskland blev der i slutningen af firserne opbygget et varslings-system for *Stemphylium botryosum*, en alvorlig bladsygdom på asparges. Sygdomsudvikling i usprøjtede parceller og meteorologiske data fra et netværk af målestationer blev analyseret. I midten af maj, når den gennemsnitlige dagtemperatur var over 10 oC, var der infektion af primære sporer. Der var ingen sygdomsudvikling, og dermed ingen sprøjtebehov, før juli, når temperaturen var over 10oC i flere dage efterfulgt af varmt vejr med nedbør. Derefter var der sygdomsudvikling efter nedbør når temperaturen var over 15 oC. Resultaterne kunne bruges til at vejlede om det optimale sprøjtetidspunkt (Leuprecht 1992).

I Finland er et varslingsystem baseret på automatiske vejrstationer blev afprøvet i 1992-93. På baggrund af temperaturer, RH og regn blev der varslet for kartoffel-skimmel, løgskimmel og gråskimmel på jordbær. Der var ikke forskel på sygdomsudvikling i plansprøjtede eller sprøjtede marker efter varsel (Kaukoranta et al. 1993).

4.4.2 Udenlandske erfaringer, internettet

Der er søgt på baggrund af de betydende svampesygdomme og nøgleord for prognose/varsling, der kan relateres til svampesygdomme i grønsager. De refererede systemer dækker hovedparten af det tilgængelige på internettet, men der er kun medtaget hjemmesider på engelsk. Der er alene refereret til informationer præsenteret på de pågældende Web-sider.

CIPRA, Computer Centre for Agricultural Pest Forecasting, på adressen http://res2.agr.ca/stjean/recherche/cipra_e.htm, er et canadisk system til varsling for svampesygdomme og skadedyr på grundlag af meteorologiske observationer fra automatiske vejrstationer, der dækker Quebec. Der registreres løbende RH, nedbør, solindstråling, jordtemperatur, lufttemperatur, vindhastighed og retning. Brugere af systemet kan få øjeblikkelige værdier i grafisk form fra een eller flere vejrstationer samt en vejrudsigt for de næste 60 timer.

Der varsles for følgende svampesygdomme i grønsager og kartofler:

| Afgrøde | Svampesygdomme |
|-----------|------------------|
| Gulerod | Cercospora |
| Løg | Gråskimmel |
| Kartoffel | Kartoffelskimmel |

Der er flere afgrøder og skadevoldere under udvikling, og systemet kan håndtere alle afgrøder og skadevoldere på basis af meteorologiske observationer.

PestCast, Disease Model Database, University of California, på adressen <http://www.ipm.ucdavis.edu/DISEASE/DATABASE/diseasemodeldata base.html>, er en samling af modeller for skadevoldere. For hver model angives modellens litteraturgrundlag, nødvendige sensorer, input meteorologi, hvilke varsler, der beregnes, en beskrivelse af modellen, skadetærskel, validering af modellen, implementering, begrænsninger, fremtidig udvikling

og relateret litteratur. Databasen dækker 24 sygdomme på 15 afgrøder inden for nødder, grønsager, frugt og bær, kartofler og druer. For nogle sygdomme findes der flere modeller, for salatskimmel 2 modeller, for meldug på tomat 1 model, der kan downloades i Excel udgave og er valideret siden 1995. For *Alternaria* på gulerod findes 3 modeller, for *Septoria* på selleri 3 modeller, for gråskimmel på druer 2 modeller, og for meldug på druer 2 modeller, den ene bygger på samme principper som anvendes for æbleskurv. Alle modeller er fuldt beskrevet helt ned til algoritmen, der beregner varsling. Den ene gråskimmelmodel på druer er programmeret ind i en automatisk vejrstation og valideret siden 1995, og har halveret sprøjtninger mod gråskimmel.

Plant-Plus på adressen <http://www.plant-net.com/plantplu.html-ssi> fra det hollandske firma Dacom, er først og fremmest et varslingssystem mod kartoffelskimmel, men varsler også for gråskimmel på løg, liljer, tulipaner og selleri skimmel på løg, porre og salat. De tre skimmelsygdomme er forskellige, og har forskellige infektionsbetingelser. Varsler sker på grundlag af oplysninger om vækst og alder af afgrøden, løbende meteorologiske data fra lokale vejrstationer og vejrudsigter, sygdomstatus i marken og afstand til naboafgrøde. Avlerne får regelmæssige besøg af konsulenter, der vurderer sygdomsudviklingen i marken og dermed kan optimere systemet. De beregnede varsler går direkte til den enkelte avler. Der varsles, når den beregnede mængde virksomt stof fra sidste sprøjtning er utilstrækkelig og der samtidig vil ske en spredning af sporer og der vil forekomme infektionsbetingelser. Varslet er meget flot grafisk, både udviklingskurver og kort over angrebsgrad i marken. Systemet har virket siden 1995 og betyder besparelser i sprøjtemiddel på op til 50% for 500 tilmeldte avlere. I 1999 er systemet introduceret i England og Spanien. Plant-Plus afprøves for øjeblikket i Sverige (Forsberg, 2001).

North Carolina State University varsler regionalt for agurkeskimmel på <http://www.ces.ncsu.edu/depts/pp/cucurbit/forecasts/sample.htm>, hvor både den lokale udvikling og spredningsmuligheder over flere stater behandles.

4.4.3 Status og oversigt

Udviklingen er gået meget hurtigt på området prognose/varsling i lande, som vi plejer at sammenligne os med. Det skyldes dels, at systemerne har vist deres effektivitet, og at der er et økonomisk grundlag for at drive systemerne i form af en koncentreret avl i regionale områder.

Underlaget for at drive systemerne spænder fra statsligt finansieret som i Quebec, over de amerikanske universiteter, der er en blanding af forskning og sponsorering, til de rent kommercielle foretagender som det hollandske Plant-Plus og amerikanske SkyBit. Der er ikke i gennemgangen af de udbudte udenlandske modeller fundet speciel dokumentation af prognosevarsling systemernes udbredelse og anvendelse i praksis ved dyrkning af frilandsgrønsager.

Generelt gælder det for prognose/varsling, at der opnås samme sygdomsbekæmpelse ved 30-50% besparelser i sprøjtemiddel, sammenlignet med plan-sprøjtning. Det skyldes at overflødige sprøjtninger udelades og at nødvendige sprøjtninger udføres på det optimale tidspunkt.

Prognose/varsling sparer ikke blot sprøjtemiddel, men giver også avleren et præcist indblik i den øjeblikkelige situation og dermed et værktøj til at måle effekten af forskellige ændringer i dyrkningsmetode. Prognose/varsling sy-

stemer kan primært udnyttes, når der findes relevante og bedst kurative fungicider til rådighed. Også for økologer, der ikke direkte bekæmper skadevoldere, kan prognose/varslingssystemer imidlertid være en hjælp, idet varsler kan summeres, og når en vis sum er nået foretage høst af afgrøden inden uoprettelige skader er sket (skadetærskel). Det kan være spiseløg, der ikke er lagerfaste, hvis der er for stort angreb af gråskimmel.

De fleste prognose/varslingssystemer forudsætter en kobling mellem et program for prognose-/varsling og en 'station' til registrering af væsentlige klimaparametre som temperatur, fugtighed og nedbør. Udviklingen af systemerne har taget to former - enten små automatiske vejrstationer, der via en tilkoblet PC varsler den enkelte avler - eller store regionale systemer, der varsler mange avlere. De store systemer er naturlige, hvor de er en koncentreret avl af samme afgrøde, medens de små systemer synes mere passende til danske forhold.

Prognose/varslingssystemer er under løbende udvikling; hver vækstsæson har sin karakteristik, der skal indarbejdes for at forbedre systemerne. Det er ikke noget problem ved regionale systemer, men for de automatiske stationer til én avler er det en ulempe, at programmeringen er lukket og kun kan ændres af det udviklende firma.

'Modeller' for prognose/varsling klarer imidlertid ikke alle problemerne med sygdoms- eller skadedyrsangreb; god landmandspraksis er mindst lige så vigtig ved planlægning, drift og ledelse, hvad enten det drejer sig om sædskifte, sanitære foranstaltninger eller anden forebyggelse af sygdomsangreb.

Svampesygdommes udviklingsforløb er primært styret af fugtforhold, og det er derfor nødvendigt med tættere målinger, helst på markniveau, end for insekter, hvis udvikling mere er styret af temperaturforhold, og dermed kan anvendes varslinger med et grovere meteorologisk netværk.

Konceptet er udviklet og afprøvet i mange lande; det betyder, at man kan vælge at købe sig ind i eksisterende systemer i udlandet og nyde godt af deres erfaringer, eller man kan nationalt selv udvikle systemer tilpasset vores klima og erhvervsstruktur.

En række prognose-varsling modeller udbydes i udlandet i bestræbelserne på at mindske brugen af pesticider og blive mere målrettede i bekæmpelsesstrategierne. Ud fra den gennemgåede viden på området vurderes metoderne generelt at fungere med omkring 85 % sikkerhed i varslingen. Der anvendes endnu ikke systematiske modeller for prognose/varsling i dansk grønsagsproduktion. Der har af flere gange været søgt implementeret og afprøvet systemer for løg-og salatskimmel, men bl.a. på grund af manglende mulighed for at justere og tilpasse de udviklede modeller til danske forhold, er der ikke sket nogen udbredelse. Værdien af at anvende prognose/varslingssystemer begrænses dog betydeligt, såfremt der ikke findes kurative plantebeskyttelsesmidler til rådighed. Det vurderes, at ovennævnte BOTCAST eller BLIGHT-ALERT systemer til varsling mod løgbladgrå-skimmel eller Plant-Plus mod varsling af salatskimmel kan introduceres i løbet af relativt kort tid (1-2 år). Andre systemer vil kræve længere tid. Implementering til danske forhold af prognose/varslings modeller vil i alle tilfælde kræve afprøvning og tilpasning, blandt andet fordi modellerne er udviklet under og konstrueret for andre klimazoner.

4.4.4 Samlet vurdering af prognose - varslingssystemer

Biologisk effekt

Den biologiske effekt er lige så stor som 'plansprøjtning', når de nødvendige sprøjtninger udføres på det optimale tidspunkt.

Miljømæssigt

Ved validering af systemerne opnås besparelser i sprøjtning på 30-50% (afhængig af sygdomstype og -tryk) med samme sygdomsbekæmpelse.

Energimæssigt

Næsten neutralt, der spares lidt ved at sprøjte mindre.

Arbejdsomkostning

Der er en mindre besparelse ved de færre sprøjtninger, den største effekt er nok på planlægningen i den enkelte virksomhed.

Arbejds miljøet bliver forbedret med de færre sprøjtninger.

Økonomisk

Ved at anvende små stationer med færdige programmer skal der investeres i klimastation + software i den enkelte bedrift. Større regionale systemer vil af økonomiske årsager formentlig kun kunne udvikles eller implementeres i enkelte grønsagsafgrøder, hvor der er en stor regional samling af dyrkningen. For den enkelte bedrift vil der være en mindre besparelse i sprøjtning, ekstra omkostninger til software m.m. og en mulig merindtjening via afgrødens kvalitet.

Gennemførlighed

Selve konceptet med prognose/varsling er gennemprøvet i mange lande over for flere skadevoldere i mange afgrøder. Ved at anvende små stationer er tidshorizonten for implementering relativt kort, større centrale tjenester kan oprettes inden for nogle få år.

Barrierer

Den begrænsede anvendelse af prognose/varslingssystemer beror bl.a. på manglende dansk forskning og udvikling af systemer - alternativt at udenlandske modeller afprøves og testes under danske klimaforhold i kombination med egnede lokale eller regionale klimastationer. Men også det forhold, at der ikke eller kun i begrænset omfang findes kurative midler til rådighed til bekæmpelse ved varsling af f.eks. epidemiske sygdomme, begrænser den potentielle værdi af sådanne systemer.

Referencer afsnit 4.

- Axelsen, J.A. & Kristensen, K.T. 2000. Collembola and mites in plots fertilised with different types of green manure, *Pedobiologia* 44, 556-566.
- Balvoll, G. 1995. Grønsakdyrking på friland. Landbruksforlaget Oslo. 360 pp.
- Bjørn, G. K., Henriksen, K. & Poulsen, G. B. 2000. Protecting future European Community Crops: a programme to conserve, characterise, evaluate and collect *Allium* crops and wild species. CES Contract no: GENRES-CT95-20/98.
- Boelt, B., & Henriksen, K. 1991. The effect of plant density and plant arrangement on yield, bulb maturity and 'thick-neckin' in onion (*Allium cepa* L.). Statens Planteavlsvforsøg. Report no. 2140 - 1991: 205 - 215.
- Budge SP & Whipps JM. 2001. Potential for integrated control of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce using *Coniothyrium minitans* and reduced fungicide application. *Phytopathology* 91: 221-227 .
- Bødker, L. 1994. Betydning af rodsygdomme for dyrkningssikkerheden af ært. SP-rapport 2, 43-49
- Bødker, L. 1995. Forebyggelse af jordbårne sædskiftesygdomme. SP rapport 4, 17-28
- Bødker, L. 1998. Anvendelse af efterafgrøder til sanering af gulerodssygdomme. Rapport til Forskningsforeningen for forarbejdet frugt og grønt. Pp 9.
- Bødker, L. & Thorup-Kristensen K. 1999. Effekt af efterafgrøder på angreb af ærterodrød og kolonisation af mykorrhizasvampe i ærterødder. 16. Danske Planteværnskonference 1999.

Tabel 12. Oversigt over al ternative metoder til bekæmpelse af sygdomme i frilandsgroensager.

| Kultur | Strategi | Biologisk effekt skadevolder | Biologisk effekt nytte-organisme | Effekt på afgrøde eller kvalitet | Direkte energi effekt | Arbejds-mæssig effekt | Miljø-effekt | Økono-misk effekt | Anvende- lighed: < 5 år/5-10 år |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Ært | Efter-afgrøder | 0 – 40 % | Øget forekomst | Mindre angreb af Aphanomy. euteiches | Ingen påvist | Ekstra så-arbejde | Mindsket udvaskning af kvælstof | Ekstra omkostning til udsæd/udsåning | < 5 år |
| Gulerod | Efter-afgrøder | 0 – 15 % | Ingen påvist | Mindre angreb af cavity spot | Ingen påvist | Ekstra så-arbejde | Mindsket udvaskning af kvælstof | Ekstra omkostning til udsæd/udsåning | < 5 år |
| Salat, kinakål, løg | Mikro-biologiske midler | Mindsket udfald, råd, skimmel * | Øget aktivitet | Større udbytte | Ingen påvist | Ekstra arbejde ved udbringning | Ingen påvist | Ikke oplyst | 5 – 10 år |
| Løg, porre, salat, ært | Mykor-rhiza | Hæmmer sygdomme* | Øget aktivitet | Større udbytte | Ingen påvist | Ekstra arbejde ved udbringning | Ingen påvist | Ikke oplyst | 5 – 10 år |
| Flere | Prog-nose varsling ** | Ved målrettet behandling: 100% | Uændret | Uændret | Neu-tral | Neutral | 30-50 % mindre pesticid | Ikke oplyst | < 5 år |
| Alle | Resi-stens | 10- 40 % | Ukendt | +/- kan forekomme | Neu-tral | Neutral | Mindre pesticidan v. | Neutral | < 5 år |

* Primært under kontrollerede forhold; kun få undersøgelser under markforhold og kun i en enkelt afgrøde.

** Praktisk anvendelse vil kræve testning og implementering af udenlandske modeller til danske forhold, samt at der for visse svampesygdomme findes godkendte kurative midler.

Böttcher, H. & Kolbe, G. 1975. Einfluss der Minereraldüngung auf Ertrag, Qualität und Lagereigenschaften von Dauerzwiebeln (*Allium cepa* L.) . Arch. Gartenbau, Berlin 23, 143-159, 307-319.

Cook RJ & Baker KF. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens, American Phytopathological Society, St Paul, MN, 539 pp.

Elad Y, Köhl J & Fokkema NJ. 1994. Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. Phytopathology 84: 1193-1200.

Elad Y, Malathrakis NE & Dik AJ. 1996. Biological control of *Botrytis*-incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops. Crop Protection 15:229-240.

Fokkema NJ.1993. Opportunities and problems of control of foliar pathogens with microorganisms. Pestic. Sci. 37:411-416.

Forsberg, A.-S., 2001. Prognossystem för behovsanpassad bekämpning av sallatsbladmögel, *Bremis lactucae*, i isbergssallat. DJF.rapport nr. 17, 91-95.

Henriksen, K. 1984. Nitrogen fertilizing in seed onions (*A. cepa*) at high soil moisture content. Tidsskr. Planteavl 88, 621-631.

Hoitink HAJ & Boehm MJ. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: A substrate-dependent phenomenon. Annual review of Phytopathology 37, 427-446.

Jensen B & Munk L. 1997. Nitrogen-induced changes in colony density and spore production of *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei* on seedlings of six spring barley cultivars. Plant Pathology 46, 191-202

- Kaukoranta-T; Hannukkala-AO; Tahvonen-R. 1993. Weather-based disease warning device. SPrapport. No. 7, 147-153
- Krug, H. 1991. Gemüseproduktion. Verlag Paul Parey Berlin. 541 pp.
- Larsen J. 2000. Biologisk bekæmpelse af plantepatogene svampe med arbuskulær mykorrhiza, DJF rapport 12, 43-50
- Letendre-M. 1991. The Quebec plant pest warning service. Bulletin-OEPP. 21: 3, 375-384
- Leuprecht-B. 1992. Efficient control of *Stemphylium botryosum* Wallr. on asparagus. How to optimize the timing of fungicide sprays - establishment of a warning service in Bavaria with the aid of agro-meteorological weather stations. *Gesunde-Pflanzen* 44: 6, 205-208
- Linderman RG. 1994. Role of VAM fungi in biocontrol. In: *Mycorrhizae and Plant Health* (F.L. Pflieger R.G. Linderman, eds.), APS Press, St. Paul, pp 1-25.
- Lohuis-H. 1994. Weather station reduces the *Phytophthora* risk. *PSP-Pflanzenschutz-Praxis*. 1994, No. 1, 36-37
- Lootsma M. 1994. Manipulation of the suppressive potential of soil organisms against *Rhizoctonia* stem canker on potato. 3rd Conference of EFPP Poznan, In press.
- Madden-LV; Ellis-MA; Lalancette-N; Hughes-G; Wilson-LL SO. 2000. Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grapes. *Plant-Disease* 84: 5, 549-554.
- Møller K, Hockenhull J & Jensen B. 2000. *Pythium* skulderråd i kinakål og muligheder for biologisk bekæmpelse, DJF rapport 125-134.
- Nielsen K. 2000. Molecular characterisation and biological control of grey mold (*Botrytis* spp.) in onion, PhD thesis, Royal Veterinary and Agricultural University, 86 pp.
- Paaske K. 2000. Markedsførte mikrobiologiske midler i Danmark. Krav til dokumentation af effektivitet, DJF rapport 12, 51-58.
- 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.
- Smith SE & Read D. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*, Academic Press, Cambridge
- Sutton-JC; James-TDW; Rowell-PM. 1986. Botcast: a forecasting system to time the initial fungicide spray for managing *Botrytis* leaf blight of onions. *Agriculture-Ecosystem-and-Environment*. 18: 2, 123-144.
- Sørensen, J.N. & Larsen, J. 1999. Fokus på mykorrhiza. *Grønne Fag* 9, 7-9.
- Torres-Barragan A, Zavaleta-Mejia E, Gonzalez-Chavez C, & Ferrera-Cerrato R. 1996. The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) under field conditions, *Mycorrhiza* 6, 253-258
- Vincelli-PC; Lorbeer-JW. 1989. BLIGHT-ALERT: a weather-based predictive system for timing fungicide applications on onion before infection periods of *Botrytis squamosa*. *Phytopathology* 79: 4, 493-498
- Visser-CLM-de; De-Visser-CLM. 1996. Field evaluation of a supervised control system for *Botrytis* leaf blight in spring sown onions in the Netherlands. *European-Journal-of-Plant-Pathology*. 102: 8, 795-805
- Winterscheidt H, Minassian V & Weltzien HC. 1990. Studies on biological control of cucumber downy mildew – (*Pseudosporospora cubensis*) - with compost extracts. *Gesunde Pflanzen* 42: 235-238
- Yohalem DS, Nordheim EV & Andrews JH. 1996. Effect of water extracts of spent mushroom compost on apple scab in the field. *Phytopathology* 86: 914-922.

Yohalem DS, Harris RF & Andrews JH. 1994. Aqueous extracts of spent mushroom substrate for foliar disease control. *Compost Science and Utilization* 2: 67-74.

5 Alternative metoder - skadedyr

5.1 Problemstilling

Der findes en række betydende, dvs. mere eller mindre skadevoldende dyr ved dyrkning af grønsager. Skaderne kan opstå i hele dyrkningsprocessen fra frø/plante til høstet produkt og for visse skadedyrs vedkommende videreføres under transport og lagring. Skaderne kan bestå af gnav, sug, stik eller tilsvining af planter/produkter forårsaget enten direkte af skadedyret eller via æglægning og larveudvikling i diverse planteorganer. Visse sugende skadedyr som f.eks. bladlus kan endvidere ved deres sugninger bringe smitte med virus fra en plante/mark til en anden og dermed indirekte forstærke angreb af problematiske og vanskeligt bekæmpelige virussygdomme. Mange skadedyr lever en del af deres livscyklus i jorden selvom formeringen og skadedyrenes livsbetingelser er meget knyttet til plantevæksten. For skadedyr med hvile- eller diapausestadier i jorden er dyrkningsproblemerne delvist knyttet til sædskiftet og skadedyrets værtsplanter.

5.2 Nøgleskadedyr

De alvorligste skadedyr i frilandsgrønsager hører til blandt insekterne og det vil være disse, der primært omtales i det følgende. Inden for hver grønsagsart kan man tale om de mest betydende skadevoldere som artens 'nøgleskadedyr'. Gennem 2 spørgeskemaundersøgelser i henholdsvis konventionelle (Percy-Smith & Bligaard 1992) og i økologisk dyrkede grønsagsbedrifter (Langer 1995) samt ved dialog med konsulenter inden for Frugt- og Grønt Rådgivningen (Friis et al 1998) er identificeret en række sådanne nøgleskadedyr i de mest dyrkede grønsager på friland.

Det er af betydning at bemærke, at opfattelsen af et skadedyrs relative betydning kan afhænge af de bekæmpelsesmetoder, der anvendes i afgrøden. Et givent skadedyr kan fremtræde som mindre betydende i en given bekæmpelsessituation, mens det kan fremtræde som et nøgleskadedyr i en anden situation. Så længe fx pyretroider regelmæssigt anvendes til bekæmpelse af gulerodsfluen, vil ageruglen holdes nede som en sidegevinst. Hvis man imidlertid forestiller sig en situation, hvor pesticider ikke er tilladt, vil ageruglen sandsynligvis få stigende betydning som skadedyr i gulerødder. Forekomsten af visse skadedyr er endvidere stærkt fluktuerende fra år til år alt afhængig af vejrforholdene. Kålbladlus er fx oftest uden betydning, men kan optræde meget talrigt under for arten favorable forhold.

Rangordningen af de oplistede nøgleskadedyr afspejler derfor ikke en rækkefølge i betydning, men giver blot en liste over skadedyr, der kan forårsage alvorlige skader og udbyttetab.

5.2.1 Nøgleskadedyr i gulerødder

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Gulerodsflue | <i>Psila rosae</i> |
| Agerugle/Knoporm | <i>Agrotis segetum</i> |
| Gulerodcystnematod | <i>Heterodera carotae</i> |
| Rodgallenematod | <i>Meloidogyne hapla</i> |

Gulerodsfluen er det mest betydende skadedyr i gulerødder, delvis som følge af dens regelmæssige tilstedeværelse i gulerødder og delvis fordi den direkte skader den del af planten, der høstes – selve guleroden – hvorved hver angreb gulerod bliver usælgelig. Ageruglen kan under favorable vejrforhold i visse år medføre omfattende skader. Nematoder er typisk et problem i områder med en høj intensitet af gulerodsdyrkning, fx Lammefjorden, hvor sædskifte-mønstret er domineret af gulerødder.

5.2.2 Nøgleskadedyr i kål

| | |
|---------------------|--|
| Lille kålflue | <i>Delia radicum</i> |
| Kålmøl | <i>Plutella xylostella</i> |
| Lille kålsommerfugl | <i>Pieris rapae</i> |
| Stor kålsommerfugl | <i>Pieris brassicae</i> |
| Kålbladlus | <i>Brevicoryne brassicae</i> |
| Trips | <i>Thrips angusticeps, Thrips tabaci, Thrips sp.</i> |
| Glimmerbøsse | <i>Meligethes aeneus</i> |
| Krusesygegalmyg | <i>Contarinia nasturii</i> |

Den lille kålflue er det alvorligste skadedyr i kål, idet blot få larvers angreb på rødderne af en plante kan volde næsten ødelæggende skader på planten. Trips må betegnes som det næst alvorligste skadedyr i kål; skaden kan ske ved sug på bladene og især fremspirende og unge planter er udsatte. Men også skader på større planter og i produkter der skal høstes som hovedkål, kan være alvorlige.

5.2.3 Nøgleskadedyr i løg og porre

| | |
|------------------|----------------------------------|
| Løgflue | <i>Delia antiqua</i> |
| Agerugle/Knoporm | <i>Agrotis segetum</i> |
| Porremøl | <i>Acrolepiopsis assectella</i> |
| Trips | <i>Thrips tabaci, Thrips sp.</i> |

Betydningen af de nævnte skadedyr i løg og porre skifter typisk fra sæson til sæson og med adgangen til virkningsfulde pesticider.

5.2.4 Nøgleskadedyr i salat

| | |
|------------------|-----------------------------|
| Salatbladlus | <i>Nasonovia ribisnigri</i> |
| Kartoffelbladlus | <i>Aulacorthum solani</i> |
| Ferskenbladlus | <i>Myzus persicae</i> |
| Salatrodslus | <i>Pemphigus busarius</i> |

Forbrugernes accept af bladlus i salat er ekstrem lav; EU's handelsnormer forudsætter at produktet er praktisk taget fri for lus. En enkelt bladlus gør et salathoved usælgeligt. Som følge heraf betragtes bladlus som hovedproblemet i salat. Den indirekte skade af bladlusenes sugning i form af smitte med væksthæmmende virussygdomme kan i enkelte år volde betydelig skade.

5.2.5 Nøgleskadedyr i ært

| | |
|---------------|---|
| Ærtevikler | <i>Cydia nigricana</i> |
| Ærtebladlus | <i>Acyrtosiphon pisum</i> |
| Trips | <i>Kakothrips pisivorus, Thrips angusticeps</i> |
| Bladrandbille | <i>Sitona lineatus</i> |

De fleste insekticidbehandlinger i ært er rettet mod ærtevikleren, men trips og bladlus kan også give alvorlige skader på især udviklingen af blomster og bælg.

5.2.6 Grupper af skadedyr der er almindelige i alle frilandsgrønsager

Til trods for, at bestemte skadedyr er associerede med hver afgrøde, kan de fleste skadedyr kategoriseres i grupper af fluer, sommerfuglelarver, bladlus, trips, snudebiller og nematoder. Kemiske og alternative bekæmpelsesstrategier mod skadedyrene i disse grupper er i princippet de samme uanset afgrøden. Hvis fx biologisk bekæmpelse af sommerfuglelarver er muligt i kål, så vil det i princippet også være muligt i løg. Metoden skal imidlertid nødvendigvis tilpasses til de givne sommerfuglelarver og til dyrkningsforholdene i løg.

5.3 Alternative metoder til forebyggelse eller bekæmpelse

Den følgende præsentation af alternative bekæmpelsesmetoder er ikke struktureret efter skadedyrart eller afgrøde, men prøver snarere at understrege mekanismerne bag de respektive alternative bekæmpelsesmetoder.

Der beskrives bekæmpelsesstrategier, som i de fleste tilfælde er rettet mod at nedsætte tætheden af et skadedyr ved udnyttelse af naturlige fjender – parasitoider, prædatorer og insektpatogener. At gøre brug af et skadedyrs naturlige fjender på den ene eller anden måde betegnes biologisk bekæmpelse. Termen 'biologisk bekæmpelse' refererer til tre kategorier (DeBach 1964):

- klassisk biologisk bekæmpelse,
- augmentativ biologisk bekæmpelse,
- konserverende biologisk bekæmpelse.

Termen 'klassisk biologisk bekæmpelse' anvendes til at beskrive import og etablering af eksotiske naturlige fjender i et nyt miljø. Introduktionen af nye (eksotiske) naturlige fjender er sædvanligvis baseret på det forhold, at mange skadedyr i jordbruget er blevet introduceret til et givent geografisk område ved et tilfælde, mens deres indfødte naturlige fjender er blevet ladet tilbage (DeBach 1964). Klassisk biologisk bekæmpelse er brugt med succes især overfor skadedyr i den Nye verden, hvor nye skadedyr typisk er introduceret fra den Gamle verden.

'Augmentativ biologisk bekæmpelse' refererer til udsætninger af masseproducerede naturlige fjender til det pågældende skadedyr (DeBach 1964). Et klassisk eksempel på denne form er den i praksis udbredte udsætning af rovmidler mod spindemider i væksthushgrønsager.

'Konserverende biologisk bekæmpelse' involverer anvendelsen af strategier og tiltag, som manipulerer med miljøet, dvs. de naturlige fjenders habitat, således at fjendernes overlevelse og deres fysiologiske og adfærdsmæssige formåen forbedres (Barbosa 1998). Formålet med konserverende biologisk bekæmpelse er at forbedre effektiviteten af især indfødte naturlige fjender. Konserverende biologisk bekæmpelse inkluderer mange måder, hvorpå miljøet kan modificeres på en favorabel måde til gavn for ønskværdige organismer. Pløje- eller høsttidspunkt kan justeres til de naturlige fjenders fordel. Lav fugtighed kan forøges ved anvendelse af efterafgrøder. Plantediversiteten i et agroøkosystem kan være en vigtig forsyningskilde for naturlige fjender (Barbosa 1998, Picket & Bugg 1998). Potentielt alternative metoder, som er anvendelige overfor skadedyr i frilandsgrønsager, og som er baseret på konser-

verende biologisk bekæmpelse diskuteres under efterafgrøder, samdyrkning, blomstrende planter, sædskifte og dyrkningsmæssige forhold. Andre tiltag til at reducere skadedyrsangreb som mekaniske barrierer (netdækning) og værtplanteresistens omtales i afsnit 5.3 henholdsvis kapitel 8. I afsnit 5.3.4 diskuteres nytteværdien og nødvendigheden af skadetærskler, skadedyr-afgrøde-modeller og varslingsystemer.

5.3.1 Biologisk (klassisk og augmentativ) bekæmpelse

I det følgende gennemgås de eksisterende og potentielle metoder samt gives en vurdering af mulighederne for anvendelse i praksis.

Masseproducerede naturlige fjender til brug i (augmentativ) biologisk bekæmpelse af skadedyr og nematoder kan rubriceres i 'makrobiologiske' og 'mikrobiologiske' midler. Parasitoider, prædatorer og entomopatogene nematoder betegnes som makrobiologiske midler, mens insektpatogene svampe, bakterier, vira og protozoer betegnes som 'mikrobiologiske' midler. Arealet med frilandsgrønsager i Danmark, som behandles med biologiske midler, er for tiden meget begrænset (Enkegaard 1998). Agerugler i gulerødder bekæmpes af nogle avlere med et viruspræparat (AsGV, Agrovirus®) og sommerfuglelarver i kål med midler baseret på *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*) (Biobit ®/ Dipel®). I det mindste nogle økologiske avlere har forsøgt sig med at anvende ægparasitoiden *Trichogramma brassicae* mod sommerfuglelarver i kål.

Nedenstående tabel 13 opsummerer de biologiske bekæmpelsesmidler der for øjeblikket er kommercielt tilgængelige for grønsagsavlere i Danmark.

Tabel 13. Biologiske bekæmpelsesmidler til rådighed og i brug mod skadedyr i frilandsgrønsager i Danmark ¹

| Biologisk bekæmpelsesmiddel | Skadedyr | Afgrøde | Behandlet areal |
|-------------------------------|---|------------|---------------------------|
| Virus (AsGV) | Agerugle | Gulerødder | < 10 ha ² |
| <i>B.t.</i> | Lille kålsommerfugl, stor kålsommerfugl, kålmøl | Kål | få ha ² |
| <i>B.t.</i> | Ærtevikler | Ært | (ingen rapporter om brug) |
| <i>Trichogramma brassicae</i> | Sommerfuglelarver | Kål | forsøgsareal ³ |

1) K. Paaske, DJF (2001, pers. komm.), <http://www.garta.dk/biologisk>.

2) Enkegaard (1998)

3) B. Damgaard, Frugt og Grønt (2001, pers. komm.)

De biologiske bekæmpelsesmidler, der anvendes i øjeblikket, falder især i den mikrobiologiske kategori. Til trods for, at de tilgængelige *B.t.* produkter også anbefales mod viklere, er der ingen rapporter om, at de anvendes mod ærtevikleren. På den anden side er der rapporter om, at *Trichogramma brassicae* benyttes mod sommerfuglelarver generelt i kål, til trods for, at parasitoiden faktisk kun anbefales mod specifikke arter af sommerfugle.

Dette sammendrag beskriver kort situationen med biologisk bekæmpelse i frilandsgrønsager i Danmark: (1) kun et ganske lille areal behandles til trods for at visse metoder er tilgængelige, (2) visse af de tilgængelige metoder kunne muligvis anvendes også mod andre skadedyr og (3) visse biologiske bekæmpelsesmidler anvendes, selv om deres effektivitet overfor målskadedyret ikke er dokumenteret.

Ud over de virus og *B.t.* præparater, der anvendes i øjeblikket, kendes adskillige andre biologiske bekæmpelsesmetoder, som har vist lovende resultater i national og international forskning, eller som anvendes i andre lande. Disse

metoder bedømmes som værende gode kandidater til videreudvikling til anvendelige produkter eller metoder indenfor en tidsperiode på 3-5 år.

Insekt-patogene nematoder.

Insekt-patogene nematoder af slægterne *Steinernema* og *Heterorhabditis* har i de seneste år givet gode resultater mod den lille kålflue (Philipsen og Nielsen 2001, Nielsen 2000, Schröder et al. 1996) og gulerodsfluen (Jaworska et al. 1998) ikke kun i laboratoriet, men også i markforsøg. Det hollandske nyttefyrsfirma Koppert gennemfører markforsøg med nematoder af *Steinernema*-slægten mod gulerodsfluen og hævder ligeledes at have fået gode resultater (Cooke 2000). I gulerødder kan nematoderne potentielt også anvendes mod ageruglen, og i kål mod jordlevende larver og pupper af glimmerbøsser (Nielsen 2000).

Trichogramma mod skadevoldende sommerfugle

Flere arter af ægparasitoiden *Trichogramma* er i mange år blevet anvendt med succes til bekæmpelse af skadevoldende sommerfugle i majsafgrøder og æbleplantager og mod lagerskadedyr (Hassan & Wührer 1997, Hassan 1993) og er kommercielt tilgængelige i Tyskland og andre europæiske lande. Der er udført forskning med lovende resultater med henblik på at vurdere mulighederne for at anvende *Trichogramma* især mod skadedyr i kål. Klemm (1994) selekterede en *Trichogramma*-stamme, der kan bekæmpe kålmøl. En anden stamme, der kan bekæmpe *Mamestra brassicae* i kål, har været kommercielt tilgængelig i Tyskland siden 1997 (Hassan & Wührer, 1997). Eftersom der er opnået gode resultater ved anvendelse af *Trichogramma* mod æblevikler i æbleplantager, kan det forventes, at også ærtevikler, som er beslægtet med æblevikleren, kan bekæmpes med *Trichogramma*.

Aleochara sp. / Trybliographa rapae mod lille kålflue

De tre mest almindelige parasitoider, der angriber den lille kålflue i det vestlige og nordlige Europa, er to arter af rovbiller *Aleochara* og snyltehvepsen *Trybliographa rapae* (Wishart et al. 1957). Meget af forskningen vedrørende augmentativ biologisk bekæmpelse af den lille kålflue har været koncentreret om *A. bilineata*, eftersom den er prædatorisk i hele sin livscyklus og fungerer både som prædator og som parasitoid. Mange forfattere har foreslået, at billen *A. bilineata* sandsynligvis er den mest oplagte kandidat at opdrætte og udsætte mod den lille kålflue, i det mindste i områder, hvor *T. rapae* ikke forekommer (Finch 1996, Maisonneuve et al. 1996). I andre områder, hvor *T. rapae* er tilstede, som fx Danmark, kunne det være mere effektivt at udsætte *T. rapae* (Finch 1996, Finch et al. 1985). Under alle omstændigheder burde det være muligt at anvende en af de tre parasitoider til bekæmpelse af den lille kålflue. Desværre er den lille kålflue ikke et ideelt insekt at basere en masseopformering af parasitoider på, eftersom kålfluen ikke kan opdrættes på kunstigt substrat. Omkostningerne ved udsætninger af en parasitoid afhænger af det antal af individer, der kræves. De eneste to skøn, der er lavet, varierer mellem 20.000 (Bromand 1980) og 650.000 individer per hektar (Hertveldt et al. 1984) for *A. bilineata*. Til trods for, at det arbejde, der kræves ved dette tiltag synes overvældende, synes omkostningerne at være sammenlignelige med kemisk bekæmpelse (Finch 1996).

Biologisk bekæmpelse af bladlus og trips

Flere forskere og mindst et nyttefyrsfirma (Koppert, Holland) arbejder med anvendelse af svirrefluer og guldøjer mod bladlus i kål og salat. Også anvendelsen af Savona sæbe kan reducere omfanget af bladlusangreb i kål. Adskillige entomopatogene svampe vides at have et potentiale overfor bladlus

og trips i forskellige afgrøder, herunder *Verticillium lecanii*, *Pandora neoaphidis*, *Entomophthora* sp. (Eilenberg 1998, Eilenberg et al. 2000)

Microbiologisk bekæmpelse

I de seneste år er flere undersøgelser af potentielle mikrobiologiske midler blevet sat i gang i Danmark med henblik på at tilvejebringe viden, der kan øge anvendelsen af konserverende biologisk bekæmpelse eller danne baggrund for produktudvikling (Eilenberg et al. 2000). Entomopatogene svampe omfattet af disse undersøgelser er *Beauveria bassiana* og *Metarhizium anisopliae* til bekæmpelse af jordlevende biller, *Entomophthorales* mod bladlus i korn, *Entomophthora muscae* og *Strongwellsea castrans* mod Diptera.

I øjeblikket er de eneste mikrobiologiske bekæmpelsesmiddel, der anvendes i praksis, produkter baseret på den entomopatogene bakterie *Bacillus thuringiensis* og viruset AsGV. Begge mikroorganismer anvendes mod skadevoldende sommerfugle. I nyere danske undersøgelser med forskellige B.T.-isolater viste flere af disse gode resultater mod den store kålsommerfugl (Thomsen et al. 2001).

Sterile insekter

Udsætning af sterile insekter anvendes kommercielt mod løgfluen i begrænsede områder i Holland. Udsætninger skal foretages mindst fem år, før metoden bliver økonomisk. Hvorvidt denne metode kunne være anvendelig i Danmark, eller om den kan bruges mod fx gulerodsfluen, vides ikke for nærværende.

Udover midler baseret på Bacillus thuringiensis og Agrovirus, der begge kun anvendes på nogle få hektar, er ingen af de i det foregående nævnte metoder til biologisk bekæmpelse udviklet til umiddelbar anvendelse i praksis. Den biologiske effekt af metoderne på de forskellige skadedyr og deres naturlige fjender er ofte ikke fuldt afklarede, således at metoderne endnu ikke kan anvendes på en optimal måde. Dokumentationen for metoderne effekt er i andre tilfælde utilstrækkelige til at metoden kan benyttes " i morgen ".

5.3.2 Konserverende biologisk bekæmpelse

I det følgende gennemgås de eksisterende og potentielle alternative metoder, herunder hvordan dyrkningsstrategier, -systemer og -teknik kan udnyttes aktivt i forebyggelse og bekæmpelse.

Blandt de mange måder, hvorpå agroøkosystemet kan manipuleres til at forbedre skadedyrsbekæmpelsen, er anvendelsen af efterafgrøder, samdyrkning eller undersåning og anvendelsen af blomstrende planter i og rundt om afgrøden (Barbosa 1998). Alle disse strategier søger at forbedre forholdene for skadedyrenes naturlige fjender med henblik på at forøge deres antal og effektivitet. Adskillige mekanismer er involveret i en forklaring af, hvorfor mere diverse agroøkosystemer jævnligt medfører lavere angrebsgrader sammenlignet med monokulturer. For eksempel giver mere diverse systemer flere overvintringssteder, og der er mere pollen og/eller nektar til rådighed som fødekilde for prædatorer og parasitoider. Samdyrkede planter kan visuelt kamuflere værtplanter og overskygge duft fra værtplanter. Undersåede planter kan fungere som fysiske barrierer for skadevoldende insekter eller kan udsende afskrækkende stoffer (Pickett & Bugg 1998, Altieri 1994).

Samdyrkning og undersåning

Ved at undersø kål og porrer med kløver har man opnået lavere angrebsgrad af den lille kålflue, kålsommerfugle, kålmøl, kålbladlus og nelliketrips i

markforsøg i adskillige europæiske lande (Kienigger & Finch 1996, Freuler et al. 1996). Kålmøl kunne repelleres fra kål ved samdyrkning med tomat (Finch 1996). Ligeledes kunne samdyrkning af gulerødder med lucerne eller forskellige jorddække reducere skaderne forvoldt af gulerodsfluen (Rämert 1996). Til trods for nogle modstridende rapporter kan det antages, at undersåning eller samdyrkning, hvis anvendt korrekt, kan være en god metode til bekæmpelse af en række skadedyr i frilandsgrønsager (Finch 1996). Danske forsøg med hvidkål og undersåning/samdyrkning af køver bekræftede delvist de udenlandske resultater, men kålplanterne blev hæmmet betydeligt i vækst og udbytte på grund af konkurrencen fra kløverafgrøden (Langer 1992, Langer 1996).

Blomstrende planter i eller omkring monokulturer

Forbedring af det generelle miljø for prædatorer og parasitoider forsøges ved at dyrke blomstrende planter i eller omkring monokulturer med henblik på at forsyne de nyttige insekter med yderligere fødekilder i form af nektar eller pollen (Finch 1996). Markgrænser eller bånd i marken tilplantet med blomstrende planter har vist sig effektive i at tiltrække svirrefluer og andre naturlige fjender og dermed i at reducere antallet af bladlus i salat og kål (Riedel et al. 2001, Kienegger et al. 1999). Også angreb af kålmøl var lidt lavere i marker med blomstrende markgrænser sammenlignet med kål i monokultur.

Efterafgrøder/grøngødning

Efterafgrøder eller grøngødning er blevet påvist at være ansvarlige for højere tætheder af mikroartropoder som *Collembola* og rovmider (Axelsen & Kristensen 2000). Disse mikroartropoder kan tjene som alternativ føde for generalister som løbebiller og edderkopper, som til gengæld er betydende naturlige fjender af jordlevende skadedyr som fluer. Indflydelsen af efterafgrøder på angreb af gulerodsfluen undersøges for øjeblikket i Danmark (Felkl 2001, unpubl. data).

Sædskifte.

Sædskiftet er som nævnt under afsnit 4. sygdomme af flere grunde vigtigt, ikke kun af hensyn til jordstrukturen og adgangen til næringsstoffer, men også af sanitære grunde. Jordbårne sygdomme og planteædende nematoder kan begrænses betydeligt ved omfattende og velovervejede sædskiftesystemer. Men også flyvende skadedyr påvirkes af sædskiftemønstret. Store afstande til tidligere års afgrøde kan være essentiel for specialiserede og kun lidt mobile skadedyr som gulerodsfluen (Collier 1999) eller porremøl og krusesygegalmyg (Thygesen 1966). I dette tilfælde er der tale om et 'rumligt sædskifte', der kan hjælpe til at reducere skadedyrstrykket. Sædskiftemønstret virker også indirekte gennem påvirkning af de jordboende skadedyrs naturlige fjender. Generelt vil et mere diversitært sædskifte på en bedrift føre til en dekoncentrering af grønsagsarealerne og dermed et mindre skadedyrstryk.

Såtidspunkt/høsttidspunkt

Ved at tilpasse såningen til et tidspunkt, hvor skadedyret endnu ikke – eller ikke længere – er tilstede i marken, kan på dramatisk vis hjælpe til at reducere angreb i afgrøden. Mange avlere kender fx til den præventive virkning af sen såning af gulerødder i relation til gulerodsfluens flyveaktivitet (Langer 1995, Esbjerg et al. 1983). Sen såning er imidlertid ofte i konflikt med, at man ønsker at sprede arbejdsbyrden med hensyn til lugning og planternes vækst. Ligeledes kan høst af en afgrøde, før skadedyrene når et skadeligt niveau, være en måde at undgå skader (Esbjerg et al. 1983, Jönsson 1992). Skadedyr-

/afgrødemodeller til at forudsige det optimale tidspunkt for såning og høst kan hjælpe til at optimere timingen (Röhrig et al 2000). Igen gør det sig gældende, at tidlig høst sædvanligvis er i konflikt med afgrødens vækst.

Forskudt såning /fangplanter

Angreb af gulerodsfluen vides at være relativt større nær markkanterne sammenlignet med markens midte og større i markkanter nær hegn sammenlignet med markkanter uden hegn (Esbjerg et al. 1983), som følge af, at de voksne fluer lever i hegnene og kun flyver til marken for at lægge æg. Det vides også, at den lille kålflue tiltrækkes mere af visse af kålens vækststadier end af andre (Felkl 1999, upubl. data). Det burde derfor være muligt at reducere angreb af fluer i hovedparten af marken, hvis markkanter eller bæltter i marken tilplantes med 'fangplanter'. Fangplanter kunne være tiltrækkende sorter af gulerødder eller kål eller planter i et tiltrækkende vækststadium. Enhver biologisk bekæmpelsesforanstaltning kunne herefter sættes ind i disse bæltter af fangplanter.

Vanding

Det vides, at vanding mindsker overlevelsen af små ageruglelarver. Sammen med monitoring kan vanding anvendes som redskab til at bekæmpe agerugler (Esbjerg 1989).

Jordbearbejdning og gødskning

Jordbearbejdningssystemer, som anvendes i dyrkningssystemet, påvirker agroøkosystemet. Om en mark er fx efterårspløjet, forårspløjet eller slet ikke pløjet, vil forstyrre både jordlevende skadedyr og naturlige fjender mere eller mindre. Øget viden er nødvendig for at forstå kort- og langtidseffekter af forskellige jordbearbejdningssystemer. Også typen af gødning, der anvendes i frilandsgroensager – som konventionel gødning, kompost eller dyregødning – og timingen i gødningstilførslen, vil påvirke skadedyr og naturlige fjender. En sammenhæng, som ofte nævnes, men aldrig dokumenteres, er relationen mellem frisk gødning og gulerodsfluen (Schupan & Hentschel 1965).

Mark sanitet

Affald fra afgrøden i marken og plantemateriale, der kasseres efter opbevaring eller bearbejdning, kan tjene som overlevelsessteder for sygdomme og skadedyr (Langer 1995). Det er derfor vigtigt, at avlerne er bevidste om vigtigheden af destruktion af planteaffald indeholdende skadedyr - evt. via omhyggelig kompostering.

Vindbrydende hegn

I gulerødder er risikoen for angreb af gulerodsfluen højere i marken nær vindbrydende hegn sammenlignet med den åbne mark (Esbjerg et al 1983). Hvorvidt den gavnlige økologiske effekt af vindbrydende hegn, som bidrager til økologisk diversitet og deres effekt på vinderosion opvejes af den højere risiko for skadedyrsangreb, vides ikke.

Der findes en række mulige dyrkningsmæssige foranstaltninger i form af sædskifte, dyrkningsstrategi eller dyrkningsteknik dokumenteret både i litteratur og i praktiske erfaringer, som kan benyttes som alternativer til kemisk bekæmpelse. En del af metoderne benyttes allerede i praksis (eks. vanding mod knoporme og sædskifte mod jordboende nematoder), mens andre metoder fortsat er under udvikling og/eller mangler dokumentation for sikkerhed i effekt over for skadevolderen. En bredere anvendelse af og optimering af sædskifteeffekter begrænses formentlig som alternativ metode af driftsform, afgrødevalg og afsætningsforhold. Det er ikke klarlagt, om det

er muligt yderligere at udnytte mulighederne for at anvende og optimere sædskifteeffekter inden for de eksisterende driftsformer.

5.3.3 Netdækning til bekæmpelse af flyvende skadedyr i grønsager

5.3.3.1 Metoder

Dækning med net kan deles i to hovedgrupper: 1) Dækning med fiberdug (polypropylen dug af varierende tykkelse, varmet sammen til et 'ikke vævet' men filtagtig net,) og 2) Dækning med insektnet (polyethylen fibre i vævet net af varierende maskevidde). Der findes mange fabrikater og kvaliteter af især fiberdug. Net af andre materialer end plast har også været prøvet (bomuld, uld) dog uden stor succes .

Dækning med fiberdug anvendes udbredt til at fremme tidlige kulturer som f.eks. kinakål og blomkål. Det er dog ikke denne form for dækning, der er af interesse her. I denne gennemgang drejer det sig om dækning gennem hele sæsonen mod flyvende insekter enten med tynd fiberdug eller med egentligt insektnet.

En stor del af litteraturen om netdækning stammer fra undersøgelser udført i Tyskland i 1980-erne med dyrkning af ræddiker samt nogle nyere undersøgelser i gulerod (Tyskland, England) og enkelte i kinakål og blomkål (Tyskland, England, Danmark).

I den følgende gennemgang af litteraturen er der især sigtet på dyrkning af kål og gulerod

5.3.3.2 Generelle forhold

Flyvende insekter der optræder som skadedyr i kål er fortrinsvis den lille kålflue (*Delia radicum*) og stor og lille kålsommerfugl (*Pieris brassicae* og *P. rapae*) populært kendt som 'kålorme'. Der findes en del andre insekter, der kan have betydning som skadedyr i kål bl.a. bladlus, trips, kålmøl, tæger, snudebiller. Flyvende insekter der optræder som skadedyr i gulerod er fortrinsvis gulerodsfluen (*Psila rosae*) og agerugler (*Agrotis segetum*). Maskevidden i insektnet må maksimalt være 1.6 mm for at beskytte mod kålflue og maksimalt 1.2 mm for at beskytte mod gulerodsfluen (Huber, 1989).

Sammenfattende kan ud fra en lang række undersøgelser konkluderes: *Dækning med både fiberdug og insektnet kan holde flyvende insekter ude i kål- og gulerodskulturer når nettet er tæt langs randen, ikke beskadiget og nettet dækker afgrøden i den tid de flyvende insekter findes.* (Eichin *et al.* 1987; Häseli og Konrad, 1987; Richter *et al.* 1989, Wonneberger and Gawehn, 1989; Antill og Davies, 1990; Thorhauge *et al.*, 1990; Mertz, 1992; Ester *et al.* 1994, Osinga, 1994; Nawrocka 1996, Davies & Collier, 2000).

5.3.3.3 Vurdering af netdækningsmetoden

Effekt på afgrøden

Netdækning og især fiberdugdækning giver mange nye problemer for kulturen fordi dækning forandrer mikroklimaet og væksten under dugen; således kan både temperaturen og luftfugtigheden stige (Thorhauge, 1981; Guttormsen, 1980; 1984; 1990; Huber, 1989).

Højere temperatur vil i de fleste tilfælde give en hurtigere vækst i grønsager, men i de tilfælde hvor der skal induceres en blomst som i blomkål/ broccoli kan høsten forsinkes (Grevsen and Olesen, 1994a; Grevsen, 1998; Olesen and Grevsen, 2000, Mowat. 2000) evt. helt ødelægges pga. kvalitetsproblemer (Wiebe, 1973ab; 1975; Huber 1989; Grevsen and Olesen, 1994b; Everaats & Putter, 2000).

Problemerne med netdækning i blomkål undersøges for indeværende i et projekt under Miljøstyrelsens forskningsprogram for 'Renere produkter' 'Netdækning som alternativ til kemisk bekæmpelse af skadedyr i kålafgrøder (Kai Grevsen, DJF.Pers.medd.).

Temperaturen under fiberdug kan i sjældne tilfælde også falde til under udetemperaturen pga. udstråling og stillestående luft under dugen. Det kan i tidlige kulturer evt. give problemer som stokløbning (blomsterdannelse) i kinakål.

Insektnet (egentlig vævede net) giver i forhold til fiberdug mindre problemer med høj temperatur på grund af større luftudskiftning (Huber, 1989, Eichin *et al.*, 1987).

Effekt på ukrudtsvækst

Den højere temperatur bevirker at også ukrudtet gror hurtigere. Ukrudt under net og fiberdug er et stort problem (Huber, 1989; Davies & Hembry, 1994; Mowat, 2000). Netteene må helst ikke åbnes for at give adgang for insekter, og det er derfor svært at vælge tidspunkt for at behandle ukrudtet mekanisk. At fjerne og pålægge nettene giver en yderligere arbejdsindsats og fare for at beskadige nettene. Ukrudtet kan bekæmpes med herbicider ved sprøjtning gennem nettet (Wonneberger & Gawehn, 1989; Davies & Hembry, 1994).

Effekt på svampesygdomme

Den højere temperatur og luftfugtighed giver gode forhold for svampesygdomme og risiko for kvalitets- og udbyttenedgang (Fölster *et al.* 1988; Mowat, 2000).

Lysforhold

Lys indstrålingen til planterne reduceres af de fleste dækmaterialer. Lavere indstråling har især betydning i efteråret (Fölster, 1988) hvor det kan give nedgang i udbytte. Netteene har en lysgennemgang på 70-80% når de er nye, men dette kan forringes pga. tilsmudsning bl.a. ved gentagen brug. Lavere lysindstråling giver også lysere produkter. I produkter, hvor man sælger de grønne blade, kan nettene give forringet kvalitet (Eichin *et al.* 1987; Fölster, 1988). Når det er muligt uden risiko for skadedyrsangreb, kan man imødegå dette ved at afdække et stykke tid før høst.

Fysiske påvirkninger af planten

Vindslag kan mekanisk skade kulturen; især når det er blade som sælges (salat, kinakål) er det en kvalitetsforringelse når bladene bliver skadet af vindslag (Fölster, 1988; Mowat, 2000). Insektnet skulle angiveligt give mindre vindslag end fiberdug (Huber, 1989).

Andre følgevirkninger

Der kan opstå problemer med bladlus, såfremt disse bliver fanget under nettene. Bladlus kan modsat kål- og gulerodsfluerne formere sig under nettene. Under nettene bliver de naturlige fjender holdt ude og de kan derfor ikke begrænse lusenes vækst i det varme og fugtige mikroklima (Fölster, 1987; Huber, 1989). Det fysiske tryk af nettene på afgrøden kan give misdannelser, hvis man ikke sørger for at løsne dugen langs randen, medens afgrøden vokser (Eichin *et al.* 1987, Mowat, 2000).

Positive bivirkninger

Netdækning giver også effektiv beskyttelse mod fugleskader og vildtskader (Wonneberger & Gawehn, 1989). Råvildt og lignende kan dog ødelægge fiberdug ved at vandre ind over den dækkede afgrøde.

Energimæssige effekter

Se temperatur effekt.

Arbejds-mæssige effekter

Dyrkningsformen kræver en større arbejdsindsats ved dækning og afdækning end insekticidbehandling (Ziegler *et al.* 1989). Der er ikke forsøgsmæssigt gennemført registreringer af tidsforbrug ved dækning og afdækning af grønsagsafgrøder. En blomkålsavler på Fyn har oplyst, at der skønsmæssigt medgår 10-12 arbejdstimer pr. ha til at pålægge hhv. fjerne fiberdug.

Økonomi

Der er stor prisforskel på fiberdug og inseknet. Inseknet koster i gennemsnit 5 til 6 gange mere end fiberdug (ca. 5-6.00 kr. pr m² mod 0.90-1.30 kr. pr m²). En pris på op mod 50.000 kr. pr ha for inseknet kan virke begrænsende på indsatsen i praksis. Inseknet er dog mange gange stærkere end fiberdug og angives at kunne bruges op til 6-10 år. Ziegler *et al.* (1989) har beregnet at ved dyrkning af ræddike med netdækning koster det 1.474 DM mere pr. ha i 1989 priser (ca. 6000 DKR) i forhold til konventionel dyrkning med insekticidbehandling. Opdaterede informationer om de økonomiske forhold ved netdækning mod insektangreb mangler.

Gennemførlighed

En barriere mod større anvendelse af netdækning er: Større arbejdsforbrug, større omkostninger, mere viden om specielle dyrkningsproblemer, bedre og mere udførlige dyrkningsvejledninger for de enkelte kulturer, forskning og udvikling til løsning af ovennævnte problemer med dyrkningsformen.

5.3.4 Skadetærskler, skadedyrsmodeller og varslingsystemer

5.3.4.1 Skadetærskler

Et meget basalt værktøj i forbindelse med enhver beslutning vedrørende skadedyrsbekæmpelse er kendskab til skadedyrets kritiske skadetærskel. Skadetærskler bruges for tiden især til at bestemme hvorvidt – og i givet fald hvornår – der skal sprøjtes med insekticider. Skadetærskler kan imidlertid også anvendes til at forbedre effektiviteten af biologiske bekæmpelsesforanstaltninger, netdækning eller fx vanding til bekæmpelse af agerugler. Veletablerede skadetærskler er til rådighed for danske avlere vedrørende den lille kålflue, gulerodsfluen og ageruglen (Ravn & Esbjerg 1994). For andre betydende skadedyr i grønsager er skadetærskler enten ikke eksisterende eller ikke tilpasset danske forhold. Sådanne skadetærskler mangler i høj grad for bladlus, sommerfuglelarver og krusesygegalmyg i kål og for trips i kål og porrer. Skadetærsklen for gulerodsfluen er – til trods for, at den har været anvendt i mange år – ikke altid pålidelig (Friis 2001, pers. komm.); bl.a. på grund af begrænsninger i virkningen af de til rådighed værende midler, hvorved skadetærskel for iværksættelse af bekæmpelse er reduceret fra tidligere 0,5 – 1 til nu 0,2 flue/plade/dag.

5.3.4.2 Skadedyrsmodeller og skadedyr-/afgrødemodeller /varslingsystemer

Modeller, der beskriver sammenhængen mellem skadedyrets populationsudvikling og klimatiske faktorer (skadedyrsmodeller) eller modeller, der beskriver sammenhængen mellem skadedyrets udvikling, plantens udvikling og klimatiske faktorer (skadedyr-/afgrødemodeller), kan være meget effektive værktøjer for alle typer af beslutninger vedrørende dyrkningen. Skadedyr-/afgrødemodeller er meget komplekse og kræver ofte differentierede målinger af forskellige klimatiske parametre, hvilket kan være

en begrænsende faktor af praktiske grunde. Simplerer modeller er sædvanligvis baseret på sammenhængen mellem insektudvikling og temperaturenheder som graddage. Tre sådanne temperaturbaserede modeller er i øjeblikket til rådighed for grønsagsavlere i Danmark, en beskriver den lille kålflues flyveaktivitet, en anden beskriver udviklingen af knoporme og en tredje beregner det kritiske høsttidspunkt for gulerødder i relation til skader af gulerodsfluen (<http://www.planteinfo.dk>, Henriksen et al 2001, Kirsten Friis, personlig medd.). En mere kompleks model, der simulerer udviklingen af den lille kålflues populationer i blomkål, er udviklet, men kræver yderligere input, før den kan anvendes (Bligaard 1996).

De erfaringer, der er gjort under opbygningen af simulationsmodellen for den lille kålflue, kunne med fordel anvendes til udvikling af en lignende model for gulerodsfluen. På lignende vis som for modellen for kritisk høst af gulerødder kunne data fra gule limpladefangster anvendes til udvikling af en temperaturbaseret model for gulerodsfluens flyveaktivitet. For andre skadedyr, hvor der ikke foreligger historiske data, er dataindsamling nødvendig med henblik på modeludvikling, hvilket indebærer, at modeludviklingen vil være både mere tids- og arbejdskrævende. En model for krusesygegalmyg i blomkål, som anvendes i Holland, kunne muligvis tilpasses til danske forhold indenfor kort tid. På samme måde kan andre eksisterende modeller undersøges for deres anvendelighed under danske forhold.

Referencer afsnit 5.

- Altieri, M.G., 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. The Haworth Press, Binghampton, New York, 185 pp.
- Antill, D.N. and Davies, J.S. (1990). The use of nonwoven crop covers to prevent insect pests on field vegetables. Monograph British Crop Protection Council No. 45, 213-217.
- Axelsen, J.A., Kristensen, K.T., 2000. Collembola and mites in plots fertilised with different types of green manure. *Pedio biologia*, 44, 556-566.
- Barbosa, P. (editor), 1998. Conservation biological control. Academic press, San Diego, U.S.A., 396 pp.
- Bligaard, J., 1996. The use of simulation modelling and sampling techniques in pest management of cabbage root fly (*Delia radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae) in cauliflower *Brassica oleracea* var. *botrytis* (L.) Alef.. Ph.D. thesis, Section of Zoology, Department of Ecology and Molecular Biology, KVL, Copenhagen, 111 pp.
- Bromand, B. 1980. Investigations on the biological control of the cabbage root fly (*Hylemya brassicae*) with *Aleochara bilineata*. IOBC/wprs Bulletin, 3 (1), 49-62.
- Collier, R., 1999. New ways of manipulating field populations of the carrot fly. Proceedings IOBC working group on integrated control in field vegetables, Gödöllő, Hungary, 31.10. - 3.11.1999 (IOBC/wprs Bulletin, in print).
- Cooke, A., 2000. Nematodes vs carrot fly. *Grower*, Vol. 133,17.
- Davies, J. and Collier, R. (2000). Strategies for controlling carrot fly while minimizing pesticide input. *Acta Hort.* 533, 575-582.
- Davies, J.S. and Hembry, J.K. (1994). Weed control strategies under film crop covers. *Acta hort.* 371, 283-290.
- DeBach, P., 1964. biological control of insect pests and weeds. Chapman and Hall, London, U.K., 844 pp.
- Eichin, R., Deiser, E. and Bühl, R. (1987). Netze und Vliese gegen Gemüsefliegen. *Deutscher Gartenbau* 41, 206-213.

Tabel 14. Oversigt over alternative metoder til bekæmpelse af skadedyr i frilandsgroensager.

| Kultur | Strategi | Biologisk effekt skadedyr | Biologisk effekt nytteorganisme | Effekt på afgrøde eller kvalitet | Direkte energi effekt | Arbejds-mæssig effekt T = timer | Miljø-effekt | Økonomisk effekt | Anvendelighed: < 5 /5-10 år |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Gulerødder, kål, ært, m.fl. | Biologisk bekæmp. midler | Variierende effekter | Fremmer nytteorganismer | Ikke oplyst | Ikke oplyst | Ikke oplyst | Ikke oplyst | Ikke oplyst | 5-10 år |
| Alle | Sædskifte og efterafgrøder | Mindre forekomst | Fremmer nytteorganismer | Bedre vækst og kvalitet | Ikke oplyst (forventes neutral) | Ikke oplyst | Mindre pesticid | Merudgifter til udsæd | < 5 år |
| Gulerod | Forskudsåning | Mindre angreb af fluelarver | Ikke oplyst (forventes neutral) | Mindre udfald af planter/produkter | Ikke oplyst (forventes neutral) | Ikke oplyst (forventes neutral) | Ikke oplyst (forventes neutral) | Ikke oplyst | < 5 år |
| Rodgrønsager | Vanding mod knoporm | Op til 100 % | Ikke oplyst | Bedre vækst og kvalitet | Ikke oplyst (forventes neutral) | Ikke oplyst | Mindre pesticid | Ikke oplyst | < 5 år |
| Gulerod, kål | Netdækning | 100 % | Forventes neutral | Vækst + Kvalitet/? | Øget energi til plastnet | Ekstra 10-12 T/ha | Mindre pesticid, mere ukrudt sygdomme | Merudgifter på minim. 10000kr/ha | < 5 år |
| Blomkål | Skadedyr model kålflue | Forudsiger /varsler flyvning | Ikke oplyst (forventes neutral) | Potentielt mindre angreb | Ikke oplyst (forventes neutral) | Ikke oplyst | Mindre pesticid | Ikke oplyst | < 5 år |
| Gulerod | Skadedyr model gulerodsflue | Forudsiger når 10 % er angrebne | Ikke oplyst (forventes neutral) | Høst inden optimal udvikling | Ikke oplyst (forventes neutral) | Ikke oplyst | Mindre pesticid | Ikke oplyst | < 5 år |
| Alle | Resistens | 10- 30 % | Ikke oplyst | Neutral / ikke oplyst | Neutral | Neutral | Mindre pesticid | Ikke oplyst | < 5 år |

Eilenberg, J., 1998. Mikrobiologisk bekæmpelse af skadedyr på friland. In: Enkegaard, A. (ed.), 1998. Mulighederne for at anvende biologisk bekæmpelse af sygdomme og skadedyr i land- og havebrugsafgrøder. Contribution to the Bichel commission, 23 pp, 8-9.

Eilenberg, J., Enkegaard, A., Vestergaard, S., Jensen, B., 2000. Biocontrol of pests on plant crops in Denmark: Present status and future potential. Biocontrol Science and Technology, 10, 703-716.

Ellis, P.R., 1999. The identification and exploitation of resistance on carrots and wild Umbelliferae to the carrot fly, *Psila rosae* (F.). Integrated Pest Management Reviews, 4, 259-268.

Ellis, P.R., Kazantzidou, E., Kahrer, A., Hildenhagen, R., Hommes, M., 1994. Preliminary field studies of the resistance of cabbage to Thrips tabaci in three European countries. IOBC/wprs Bulletin, 17 (8), 102-108.

Ellis, P.R., Pink, D.A.C., Barber, N.E., Mead, A., 1999. Identification of high levels of resistance to cabbage root fly, *Delia radicum* in wild Brassica species. Euphytica, 110, 207-214.

Enkegaard, A. (ed.), 1998. Mulighederne for at anvende biologisk bekæmpelse af sygdomme og skadedyr i land- og havebrugsafgrøder. Contribution to the Bichel commission, 23 pp.

- Esbjerg, P., 1989. The influence of soil moisture on mortality and on the damaging effect of 2nd and 6th instar cutworms (*Agrotis segetum* Schiff., Lep.: Noctuidae). Acta Oecologica, 10, 335-347.
- Esbjerg, P., Jørgensen, J., Nielsen, J.K., Philipsen, H., Zethner, O., Øgaard, L., 1983. Integreret bekæmpelse af skadedyr med gulerødder, gulerodsfluen (*Psila rosae* F., Dipt. Psilidae) og ageruglen (*Agrotis segetum* Schiff., Lep., Noctuidae) som afgrødeskadedyr model. Tidsskrift for Planteavl, 87, 303-355.
- Ester, A., Zande, J.C. van de, Frost, A.J.P., 1995. Crop covering to prevent pest damage to field vegetables, and the feasibility of pesticides application through polyethylene nets. Proceedings, Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases, Brighton, U.K., 21.-24. 11. 1994, 2, 761-766
- Everaarts, A. and de Putter, H. (2000). Te snelle groei geeft holle stronken. Groenten en Fruit/Vollegroondsgroenten 10, 20-20.
- Felkl, G., Jensen, B.E., Kristensen, K., Andersen, S.B., 2001. Resistance to cabbage root fly in wild Brassicas. DJF rapport, 17 (Havebrug), 77-84.
- Finch, S. 1996. 'Appropriate/inappropriate' landings, a mechanism for describing how undersowing with clover affects host-plant selection by pest insects of brassica crops. IOBC/wprs Bulletin, 19 (11), 102-106
- Finch S. 1996. A review of the progress made to control the cabbage root fly (*Delia radicum*) using parasitoids. Acta Jutlandica 71 (2), 227-239.
- Finch, S., Bromand, B., Brunel, E., Bues, M., Collier, R.H., Foster, G., Freuler, J., Hommes, M., Van Keymeulen, M., Mowat, D.J., Pelereents, C., Skinner, G., Stadler, E., Theunissen, J., 1985. Emergence of cabbage root flies from puparia collected throughout northern Europe. In: Cavalloro, R. & Pelereents, C. (eds.) Progress on Pest Management in Field Vegetables. P.P. Rotondo - D.G. XIII - Luxembourg No. EUR 10514. Balkema Rotterdam 33-36.
- Freuler, J. Meyer, H., Pignon, P., Liniger, C., 1996. Undersowing cabbage and leek plants with clover during 1994 and 1995. IOBC/wprs Bulletin, 19 (11), 107
- Friis, K., Melander, B., Sørensen, L., Korsgaard, M., 1998. Bistand til udvalgsarbejdet til vurdering af de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen: Beskrivelse af relevante produktionsmæssige faktorer i et 100% (nuværende produktion) og et 0% scenarium indenfor havebrugets produktion af frilandsgrønsager. Rapport for pesticidudvalget 1998, 27 pp.
- Fölster, E. (1988). Netz-, Vlies- und Folieneinsatz Als schutz gegen Insekten Gb + Gw 8, 323-324.
- Grevsen, K. 1998. Effects of temperature on head growth of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*): Parameter estimates for a predictive model. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 73(2), 235-44.
- Grevsen, K. and Olesen, J.E. 1994a. Modelling cauliflower development from transplanting to curd initiation. Journal of Horticultural Science, 69 (4), 755-66.
- Grevsen, K. and Olesen, J.E. 1994b. Modelling development and quality of cauliflower. Acta Hort. 371, 151-60.
- Grevsen, K. and Olesen, J.E. 1999. Modelling development of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) from transplanting to head initiation. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 74(6), 698-705.
- Guttormsen, G. (1980). Klimaforbedring ved plast. Gartneryrket 70, 240-241.
- Guttormsen, G. (1984). Klimaforbedring med plast- virkning af nye dekkematerialer. Gartneryrket 74, 190-191.

- Guttormsen, G. (1990). Effekt of various types of floating plastic films on the temperature and vegetable yield. *Acta Hortic.* 267, 37-44.
- Häseli, A. and Konrad, P. (1987). An alternative for plant protection in vegetables. Pest attack control with nets. *Gemüse* 23, 320-324.
- Hassan, S.A., 1993. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. *Pesticide Science*, 37 (4), 387-391.
- Hassan, S.A., Wührer, B.G., 1997. Zum Stand der Forschung und kommerziellen Nutzung von Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* in Deutschland. *Gesunde Pflanzen*, 49 (3), 68-75.
- Henriksen, K.E., Felkl, G., Bøjer, O.Q., Röhrig, M., Daugaard, H., Bjørn, G.K., Friis, K., 2001. Det vertikale netværk- Frugt og grønt på internettet. DJF rapport, 17 (Havebrug), 107-117.
- Hertveldt, L., Van Keymeulen, M., Pelerents, C. 1984. Large scale rearing of the entomophagous rove beetle *Aleochara bilineata* (Coleoptera: Staphylinidae). *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, 218, 70-75.
- Huber, P. (1989). Non-woven fabrics and plastic nets for vegetable crop protection. *Plasticulture* No. 81, 33-36.
- Jaworska, M., Simoes, N. Boemare, N., Ehlers, R.U., 1998. Susceptibility of carrot fly (*Psila rosae* F.) to entomopathogenic nematodes. Cost 819, proceedings of meeting at Universidade dos Acres, Ponta Delgada, Acores, Portugal, 17 to 20 March 1996, 267.
- Jönsson, B., 1992. Forecasting the timing of damage by the carrot fly. *IOBC/wprs Bulletin*, 15, 43-48.
- Kienegger, M., Finch, S., 1996. The effect of undersowing with clover on host-plant selection by pest insects of brassica crops. *IOBC/wprs Bulletin*, 19 (11), 108-114.
- Kienegger, M., Kahrer, A., Kromp, B., 1999. The effect of strips of flowers on pests and beneficial insects in adjacent broccoli plots. IOBC working group on integrated control in field vegetables, Gödöllő, Hungary, 31.10.-3.11.1999 (IOBC/wprs Bulletin, in print)
- Klemm, U., 1994. Studies on the selection of egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* for the control of the diamond-back moth *Plutella xylostella* L. and their use in combination with beneficial-animal favoring insecticides in field release tests in Taiwan. Dissertation, University of Giessen, Germany. Wissenschaftlicher Verlag, Giessen, 3, 207 pp.
- Langer, V., 1992. Hvidkløver mellem hvidkål: Effekter på skadedyr, kåludbytte og -kvalitet. NJF Rapport nr. 84. Integreret produktion i grønsager (ISSN 0333-1350), 133-139.
- Langer, V., 1996. Within-field diversification. A study of crop yield, insect pests and natural enemies in a cabbage-clover system. Ph.D. thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Department of Ecology and Molecular Biology, Section of Zoology. 77 pp.
- Langer, V., 1995. Pests and diseases in organically grown vegetables in Denmark: a survey of problems and use of control methods. *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol. 12, 151-171.
- Maisonneuve, J.-C., Brunel, E., Langlet, X., Treguier, A., 1996. Preliminary studies on releasing the staphylinid beetle *Aleochara bilineata* Gyll. onto protected cabbage seed beds. *OIBC/wprs Bulletin* 19 (11), 167-172.
- Merz, F. (1989). Vergleich zwischen der Ausbringung von insektiziden Granulaten und dem Einsatz von Kulturnetzen gegen Kohlfiegen (*Delia radicum*) in Rettich. (Comparison between the application of granular

- insecticides and the use of protective netting against the cabbage root fly (*Delia radicum*) on radish). *Gesunde Pflanzen*, 41, 78-80.
- Mowat, H. (2000). Getting physical. Crop covers as barriers to pests work but not without drawbacks. *Grower* 133, 17-17.
- Nawrocka, B., 1996. The use of non-woven polypropylene fleece and polythene nets for protecting cabbage and carrot crop from attacks by pest Diptera. *IOBC/wprs Bulletin*, 19(11), 195-199.
- Nielsen, O., 2000. Interactions of entomopathogenic nematodes and insects from cruciferous crops. PhD thesis, KVL, Department of Zoology, Copenhagen.
- Olesen, J.E. and Grevsen, K. 2000. A simulation model of climate effects on plant productivity and variability in cauliflower (*Brassica oleracea L. botrytis*). *Scientia Horticulturae*, 83 (2), 83-107.
- Osinga, K.J. (1994). Insektengaas zorgt voor hogere opbrengst. *Groenten en Fruit/Vollegroendsgroenten* 4, 10-11.
- Percy-Smith, A., Bligaard, J., 1992. Spørgeskemaundersøgelse af sygdomme og skadedyr i grønsager og jordbær. *Tidsskrift for Planteavl Specialserie*, beretning nr. S 2249, 37 pp.
- Philipsen, H., Nielsen, O., 2001. Insektpatogene nematoders forekomst og betydning på friland. DJF rapport, nr. 49 (Markbrug), 15-20.
- Pickett, C.H., Bugg, R.L. (editors), 1998. Enhancing biological control. Habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. University of California press, Berkely, U.S.A., 396 pp.
- Ravn, H.P., Esbjerg, P., 1994. Current status of monitoring populations of *Delia radicum*, *Psila rosae* and *Agrotis segetum* in field vegetable crops in Denmark. *IOBC/wprs Bulletin*, 17 (8), 51-54
- Richter, M., Krauthausen, H.J. & Ziegler, J. (1989). Grossflächiger Einsatz von Kulturschutznetzen zur Abwehr des Kohlfliiegenbefalls (*Delia radicum*) an Rettich. *Gesunde Pflanzen*, 41, 81-82.
- Riedel, W., Paaske K., Hansen, L.M., 2001. Bladlus i salat dyrket på friland. *Grøn Viden, Havebrug*, in print.
- Rämert, B., 1996. The influence of intercropping and mulches on the occurrence of polyphagous predators in carrot fields in relation to carrot fly (*Psila rosae* (F.)) (Dipt., *Psilidae*) damage. *J Appl. Ent.* 120, 39-46.
- Röhrig, M., Jensen, A.L., Felkl, G., Bjørn, G.K., 2000. HortInfo – a web-based information system for horticultural production. *Berichte der Wissenschaft für Informatik in der Land-, Forst- u. Ernährungswirtschaft*, 13, 174 –179.
- Schröder, P.C., Ferguson, C.S., Shelton, A.M., Wilsey, W.T., Hoffmann, M.P., Petzoldt, C., 1996. Greenhouse and field evaluations of entomopathogenic nematodes (*Nematoda: Heterorhabditidae* and *Steinernematidae*) for control of cabbage maggot (*Diptera: Anthomyiidae*) on cabbage. *J. Econ. Ent.*, 89, 1109-1115.
- Schupan, W., Hentschel, H., 1965. Standortgerechter Anbau als wesentliche Voraussetzung für insektizidfreie Kultur und optimale biochemische Qualität, dargestellt an Möhren (*Daucus carotae L.*). *Qualitas Plantarum Mater. Veg.*, 12 (2), 145-171.
- Thomsen, L., Eilenberg, J., Damgaard, P.H., 2001. Potentialt af *Bacillus thuringiensis* til bekæmpelse af agerugler (*Agrotis segetum*) og andre frilandsskadedyr. DJF rapport, nr. 49 (Markbrug), 45-50.
- Thorhauge, F. (1981). Netbeskyttelse af grønsager mod flyvende skadedyr. *Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr.1589*, (83. årgang) 4 pp.
- Thorhauge, F., Hansen, H. and Henriksen, K. (1990). Dækning af kinakål (*Brassica pekinensis*) med net som beskyttelse mod skadedyr. *Tidsskrift for Planteavl* 94, 307-311.

- Thygesen, T. , 1966. Krusesygegalmyggen (*Contarinia nasturii* Kieff).
Undersøgelse af biologi og økonomisk betydning samt forsøg med
bekæmpelse. Tidsskrift for Planteavl, 70, 179-197.
- Ticheler, J., Loosjes, M., Noorlander, J., 1980. Sterile-insect technique for
control of the onion maggot, *Delia antiqua*. In: Integrated control of insect
pests in the Netherlands. Pudoc, Wageningen, 93-97.
- Wiebe, H.-J. (1973a). Wirkung von Temperatur und Licht auf Wachstum
und Entwicklung von Blumenkohl. IV. Kopfbildungsphase.
Gartenbauwissenschaft, 38, 263-80.
- Wiebe, H.-J. (1973b). Wirkung von Temperature und Licht auf Wachstum
und Ent-wicklung von Blumenkohl. V. Einfluss der Jungplanzenanzucht
auf die Variabilität in Blumenkohlbeständen. Gartenbauwissenschaft, 38,
433-40.
- Wiebe, H.-J. (1975). The morphological development of cauliflower and
broccoli cultivars depending on temperature. Scientia Horticulturae, 3, 95-
101.
- Wishart, G., Colhoun, E.H., Monteith, E., 1957. Parasites of *Hylema* sp.
(*Diptera: Anthomyiidae*) that attack cruciferous crops in Europe. Canadian
Entomologist, 89, 510-517.
- Wonneberger, C. and Gawehn, G. (1989). Praktische Erfahrungen beim
Netzeinsatz im Blumenkohl. (Practical results of applying netting to
cauliflowers). Gemuse, 25, 164-167.
- Ziegler, J., Richter, M. & Krauthausen, H.J. (1989). Schutznetz im Praxistest.
(Protective netting under practical test). Gemuse, 25, 168-171.

6 Alternative metoder - vækstregulering

6.1 Problemstilling

Generelt set anvendes der ikke pesticider eller retarderende midler til regulering af væksten af frilandsgrønsager. Modvirken af evt. blomsterdannelse/stokdannelse i 'generative' enårige grønsager sker via temperatur- og evt. daglængdebehandling i væksthuse under tiltrækningen af småplanter i følsomme grønsagsarter og -sorter. Varmepræparering af formeringsmateriale som stikløg anvendes for at hindre stokløbning under væksten.

Kepaløg vil naturligt under lagringen begynde at spire i løbet af lagringsperioden februar – juni og spiseløg med synlige spirer kan ikke sælges til forbrugerne. For at forhindre at løg begynder at spire under opbevaring eller efter klargøring til salg har det hidtil været muligt at anvende Antergon (maleinhydrazid) til dansk producerede løg til langtidsopbevaring.

6.2 Igangværende forskning

Miljøstyrelsen har i perioden 1997-1999 foranlediget undersøgt, om der kunne findes alternativer til Antergon. Alternativer, der vel at mærke ikke inkluderede anvendelse af miljøfremmede stoffer. Disse undersøgelser er fortsat fra år 2000 i det Vertikale Netværk for Frugt og Grønsager. Undersøgelser af om ændrede dyrkningsforhold kunne påvirke løgenes evne til at danne spire efter udtagning fra lager blev gennemført ved Afdeling for Vegetabiliske Fødevarer, Årsløv. Dyrkningsforsøgene omhandlede forskellige gødningstilførsler, vandforsyning og høsttidspunkter i to forskellige sorter. Endvidere er forskellige sorter i forbindelse med værdiafprøvningen blevet vurderet for spiringstilbøjelighed efter udtagning fra lager.

Mulige alternativer til behandling med spirehæmmende midler.

De foreløbige resultater viser, at spiringstendensen efter lagring ved 1°C indtil april eller maj måned er afhængig af sorten og påvirket af graden af topfald ved høst. Således opnåedes den mindste spiring i løg høstet tidligt, dvs. ved 20-50% topfald. Sorter såsom Trafford, Wembly og Summit spirede betydeligt mindre end mange andre sorter på det danske marked. Gødnings- og vandingsforsøg har vist, at lav N-forsyning eller mangel på vand i de sidste par uger før høst mindsker spiringstendensen efter lagring. Spiringstendensen kan ligeledes mindskes ved anvendelse af planteløg fremfor såløg.

Ved kombination af disse dyrkningstekniske tiltag kan spiringstendensen reduceres yderligere. Resultater fra 2000 viser endog at spiring kan undgås i indtil 3 uger ved 15°C efter udtagning fra kølelager i maj måned i løg dyrket ved kombination af N-mangel, vandmangel og tidlig høst. Til sammenligning spirede ca. 30% af løgene efter 3 uger ved 15°C, der var dyrket ved en N-forsyning på 145 kg N pr. ha, vandet optimalt og høstet ved 80% topfald.

Anvendelse af planteløg fremfor såløg øgede i 1999 udbyttet med ca. 20%. Planteløg er dog betydeligt dyrere at etablere. Dyrkning af såløg ved lav N-forsyning, vandmangel i afsluttende vækstfase og tidlig høst reducerede derimod udbyttet med 25-30%.

Samlet kan det konkluderes, at den reducerede spiring ved langtidslagring som en effekt af kombinerede dyrkningsforanstaltninger og sortsvalg reducerer det samlede løgudbytte efter langtidslagring sammenlignet med Antergon behandling af løgene inden høst.

Referencer afsnit 6:

- Grevsen, K. & Sørensen, J.N. (1999). Spirehæmning uden kemi. *Dansk Løgavl* 45, 18-28.
- Grevsen, K. & Sørensen, J.N. (2001). Planteløg kontra såløg. *Grønne Fag* 20(2), 16-19.
- Sørensen, J.N. & Grevsen, K. (2001). Sprouting in bulb onions (*Allium cepa* L.) as influenced by nitrogen and water stress. *J. Hort. Sci. Biotech.*, 76(4), 501-506).

7 Planteekstrakter og ikke-syntetiske naturstoffer

7.1 Problemstilling

Effekten af planteekstrakter og andre naturstoffer til bekæmpelse af skadevoldere på planter har været kendt og anvendt længe, for flere stoffers vedkommende i århundreder. Men siden fremkomsten af syntetiserede kemiske midler er udvikling og anvendelse stort set ophørt i den vestlige verden. De senere års stigende interesse for økologiske dyrkning har givet fornyet interesse for disse stoffer. Selvom flere af dem er på EU-listen over hjælpestoffer, der er tilladt i økologisk dyrkning, er det i Danmark en betingelse at de er godkendt af Miljøstyrelsens efter dansk lovgivning, og det er kun få af stofferne. Også i konventionel dyrkning er der øget interesse på grund af udfasningen af en lang række kemiske midler til især små kulturer. I litteraturen kan findes oplysninger om en lang række planteekstrakter og naturstoffer med effekt mod skadevoldere og efterfølgende er de mest kendte stoffer beskrevet.

7.2 Typer af naturstoffer

Der kendes en lang række stoffer, der udviser en eller anden form for regulerende egenskaber på insekter, svampe og i visse tilfælde også ukrudt. Følgende stoffer er de hyppigt nævnte og de fleste kan, i forskellige lande, købes som handelspræparater eller som råvare til hjemmeproduktion af selve bekæmpelsesmidlet. De mest udbredte er pyrethrum, nikotin, derrisrod (rotenon), neem, kvassia, , *Reuneutria sachalinensis* (Milsana), hvidløgekstrakt, mineralolier, vegetabiliske olier, æteriske olier, algeudtræk., svovl, kobber, natriumbicarbonat, gelatine, natriumsilikat og kaliumpermanganat.

Mange af stoffer er bredtvirkende overfor insekter, er ofte giftige overfor vandlevende organismer, men med relativ lille giftighed overfor varmblodede dyr. Visse stoffer som f.eks. nikotin er dog meget giftigt også for højerestående dyr. De fleste af stofferne nedbrydes meget hurtigt i miljøet, hvorfor effekten er kortvarig. Dette er, set ud fra et bekæmpelsesmæssigt synspunkt, uheldigt og kræver hyppige behandlinger. Modsat er det, ud fra et miljømæssigt synspunkt, en positiv egenskab. De syntetiske pyrethroider er et eksempel på et naturstof, som kemikerne har modificeret og videreudviklet i laboratoriet. Der er i den kemiske industri stor interesse for naturstoffer som grundlag for nye midler. F. eks. er grundlaget den nyeste gruppe af fungicider, stobilurinerne, et stof som er fundet i svampen koglehat og derefter videreudviklet. Visse af naturstofferne gennemgår en vis form for forædling, hvorfor grænsen til syntetiserede stoffer kan være flydende. Dette gælder f.eks. forsæbede planteolier i form af insektsæbe og raffinerede planteolier. Endelig indeholder disse stoffer ofte formuleringsstoffer hvis oprindelse ikke beskrives i produktvejledninger eller på etiketten.

Nogle stoffer er specifikt virkende overfor en enkelt gruppe af skadevoldere, mens andre har effekt på både insekter og svampesygdomme og i visse tilfælde også ukrudt.

7.2.1 Naturstoffers potentiale som bekæmpelsesmidler

Der findes meget lidt videnskabeligt dokumentationsmateriale vedrørende effektiviteten under markforhold af planteekstrakter og ikke-syntetiserede stoffer. Hvor der refereres forsøg er disse oftest ikke udført efter guidelines for effektivitetsforsøg, f.eks. EPPO guidelines, indeholder ikke referencebehandlinger eller mangler statistisk bearbejdning. En årsag hertil kan være at producenterne eller udbyderne af midlerne ikke har ressourcer til at betale for ”rigtige forsøg”, hvorfor afprøvningen er overladt til brugerne. Derfor er der oftest tale om praktiske erfaringer.

I Danmark er der lavet enkelte kontrollerede forsøg indenfor frugtavl og væksthushortneri, primært med forsæbede vegetabiliske olier og paraffinolie af mineralsk oprindelse. Desuden er der enkelte forsøg med neem-ekstrakt og kvassia-ekstrakt.

Hvis planteekstrakter og ikke-syntetiserede naturstoffer skal anvendes til bekæmpelsesformål, er anvendelsen underlagt samme krav som kemiske bekæmpelsesmidler. Det vil sige at de skal godkendes af Miljøstyrelsen inden markedsføring og der kræves principielt samme dokumentation som for kemiske midler. I Danmark er der i dag følgende midler baseret på planteekstrakter eller naturstoffer godkendt og markedsført:

Forsæbede vegetabiliske olier: godkendt til bekæmpelse af visse skadedyr i hus, have, væksthushort samt park og anlæg. Ofte benævnt som insektsæbe.

Paraffinolie: godkendt til bekæmpelse af visse skadedyr samt meldug i frugttræer, frugtbuske, roser samt pryddplanter i væksthushort.

Gelatine: godkendt til bekæmpelse af visse skadedyr på pryddplanter i væksthushort

Svovl: godkendt til bekæmpelse af visse svampesygdomme i bederoer, kernefrugt, frugtbuske samt pryddplanter i væksthushort

For denne type bekæmpelsesmidler må der i de fleste tilfælde forventes lavere effektivitetsniveau i forhold til hvad der opnås med kemiske midler. Midlerne har en ret god akut virkning men virkningstiden er ret kort, hvorfor hyppige genbehandlinger normalt er nødvendige. For de midler, der er godkendt i Danmark, er de dokumenterede virkningsprocenter for de godkendte anvendelsesområder angivet i tabel 15.

Tabel 15. Virkningsprocenter af godkendte planteekstrakter og ikke-syntetiserede stoffer

| | Procent virkning | | | |
|---------------------------|------------------|--------------|----------|---------|
| | Insektsæbe | Paraffinolie | Gelatine | Svovl |
| Friland | | | | |
| - frugttræspindemider | 40 – 85 | 60 – 90 | | |
| - væksthushortspindemider | | 50 – 100 | | |
| - bladlus | 50 – 100 | 50 – 100 | | |
| - meldug | | 40 – 70 | | 50 – 70 |
| - æble- og pæreskurv | | | | 50 – 70 |

Foruden de ovennævnte godkendte stoffer, vurderes følgende stoffer have et potential som bekæmpelsesmidler:

Vegetabiliske olier

- til bekæmpelse af spindemider, bladlus, uldlus, skjoldlus og visse arter af málere og viklere i frugtavl og i væksthús. Skønnes også at have et potentiale i nogle landbrugsafgrøder som f.eks. kartofler. Der kræves tilsætning af emulgatorer for at opnå tilstrækkelig effekt. I bl.a. Tyskland er der godkendt et middel baseret på rapsolie.

Naturligt pyrethrum:

- bredtvirkende, til bekæmpelse af en lang række insekter i landbrug, gartneri og frugtavl. Der tilsættes normalt det syntetiske stof piperonylbutoxid som synergist for at opnå en stabil effekt. Derfor må sådanne midler ikke anvendes i økologisk dyrkning. I Danmark er der godkendelse for et rent pyrethrum-middel, som endnu ikke er blevet markedsført, da det gennem flere år ikke har været muligt at skaffe naturligt pyrethrum pga. problemer med produktionen i Kenya.

Kvassia-ekstrakt:

- til bekæmpelse af visse bladlusarter, bladhvæpse og viklere i frugtavl og planteskolekulturer.

Neem-ekstrakt:

- til bekæmpelse af en række sugende og gnavende skadedyr. I bl.a. Tyskland og Sverige er godkendt midler med neem-ekstrakt som aktivstof.

Det skal understreges at erfaringsgrundlaget med disse stoffer under danske forhold for lille til at der kan siges noget kvantitativt om potentialet. Klarlægelse af dette vil kræve at der udføres undersøgelser af effektivitet og anvendelsesteknik under kontrollerede forhold.

7.3 Fremtidig udvikling

Naturstoffer er underlagt samme lovgivning med hensyn til dokumentation af effekter på planter, miljø, sundhed, m.m. som øvrige bekæmpelsesmidler. Midlerne produceres og markedsføres oftest af firmaer, der ikke har økonomisk mulighed eller vilje til at bekoste udviklingen. En væsentlig hæmsko for udviklingen af planteekstrakter til bekæmpelsesmidler er, at da det drejer sig om naturligt forekommende stoffer, er det ikke muligt at få nogen form for patentbeskyttelse, og dermed mulighed for at få dækket udviklingsomkostningerne. Det er derfor muligt for andre at producere og markedsføre midler, hvor effektivitetsdokumentationen er bekostet af andre.

I Tyskland er der i plantebeskyttelseslovgivningen defineret et begreb, ”planteforstærkningsmidler” der defineres som stoffer, der udelukkende er bestemt til at øge planters modstandsevne mod skadelige organismer eller som er bestemt til at beskytte planten mod ikke-parasitære skader. Hertil regnes

- uorganiske stoffer som silikat, stencmel, calciumcarbonat, natriumbicarbonat m.fl,
- organiske stoffer som planteekstrakter, kompostekstrakter, olier m.fl.
- homøopatiske stoffer
- mikrobiologiske stoffer, bl.a. svampe og bakterier

Midler betragtes ikke som pesticider, men skal registreres af BBA (Biologische Bundesanstalt), der kræves ikke dokumentation i form af toksikologiske eller effektivitets data.

8 Sortsresistens

8.1 Problemstilling

Planters muligheder for at kunne modstå en given skadevolder kan påvirkes ad forskellige veje. Styrkelse af kulturplantens modstandsdygtighed via optimering af dyrkingsbetingelser og -systemer er én måde at gøre dette på. Forebyggelse via direkte eller indirekte svækkelse af skadevolderen er en anden måde. Begge måder er der redegjort for mulighederne af i de foregående afsnit.

Fremavl af resistente afgrøder vil imidlertid være den mest logiske måde at bekæmpe skadevoldere på uden brug af pesticider. Selv delvist resistente sorter kan have en stor effekt på et skadevolders populationsudvikling eller epidemiske forløb. Fremavl af resistente sorter sker normalt indenfor en enkelt plantearart. For kåls vedkommende er resistensniveauet i de dyrkede arter og sorter imidlertid ikke særligt højt, og forædling indenfor arten forventes ikke at kunne give nye markante gennembrud. En anden indgang til indbygning af resistens er at finde vilde planter, der er beslægtede med den dyrkede art og som er meget resistente overfor angreb af bestemte skadevoldere, for herefter at avle denne resistens ind i den dyrkede afgrøde. Denne fremgangsmåde er blevet anvendt med succes overfor gulerodsfluen i England, mod løgskimmel i Holland og afprøves i øjeblikket i Danmark overfor den lille kålflue. Tilsvarende fremgangsmåde er forventeligt iværksat overfor andre skadedyr i grønsager. Markforsøg i samarbejde med flere europæiske lande har gjort det muligt at identificere visse sorter, som er delvist resistente overfor *Thrips tabaci*.

Forædling imod øget resistens er en langsigtet og omkostningskrævende proces og en indsats som naturligt må have et kontinuerligt forløb. Især er forædlingen af resistente sorter mod epidemiske sygdomme som løg- eller salatskimmel hele tiden et kapløb med patogenets tilsvarende udviklingsforløb. Erfaringerne fra forædlingen tilsiger, at resistens hurtigt kan nedbrydes igen afhængigt af hvor bredspektret en resistens det drejer sig om. Er resistensen kun baseret på enkeltgener, kan der forventes en relativ hurtig 'nedbrydning' af resistensen, mens den bredere resistens baseret på flere gener har større sandsynlighed for holde.

Resistensforædling mod skadedyr har yderligere den komplikation, at visse naturlige indholdsstoffer i planten både kan have betydning for skadedyrets 'affinitet' overfor planten, og samtidigt være et betydende smags- eller aromastof for arten. Resistensforædling kan således utilsigtet føre til mindre hensigtsmæssig kemisk sammensætning af planten.

8.2 Nuværende situation

I det følgende gives en status over forekomsten af mindre modtagelige eller resistente grønsagssorter. Gennemgangen er primært baseret på danske resultater og erfaringer fra værdiafprøvninger med grønsager, idet resultater

fra afprøvninger under andre dyrknings, miljø- eller klimabetingelser ikke direkte kan overføres til danske forhold.

I de fleste tilfælde bygger dokumentationen for resistens/mindre modtagelighed fra iagttagelser og registreringer i gennemførte værdiafprøvninger i det omfang, som der har været angreb af den pågældende skadegører.

8.2.1 Løg

Peronospora destructor(Løgskimmel)

I den nuværende afprøvning foretages der løbende testning af løgsorterne for deres modtagelighed over for løgskimmel. Der har senest været afprøvet en række kommercielle sorter, samt sorter fra Nordisk Genbank (Bjørn et al. 1999). Der er udviklet en metode til at teste sorterne i marken; derimod viste det sig vanskeligt at få en testmetode til at fungere under kontrollerede forhold i klimakammer. Under markforhold blev alle de afprøvede kepaløgsorter angrebet (Bjørn & Thinggaard, 1998 og 1999). Der er kun lille tolerance blandt de gulskallede løgsorter, som dyrkes her i landet. Hvidskallede løg er kendt for at være mere modtagelige, hvilket blev bekræftet i forsøgene, hvor den hvidskallede sort 'Albion' havde 72 pct. af bladarealet angrebet, mens den gulskallede sort 'Hystar' havde 32 pct. (Bjørn & Thinggaard, 1999). Sorter af *Allium fistulosum* blev kun lidt angrebet (Bjørn et al. 1999).

En tidlig løgsort som 'Tempo' kan pga. dens tidlighed ofte nå at "snyde" løgskimmelen, dvs. at få afsluttet det meste af sin vækst inden den bliver smittet. Sorten er imidlertid ikke egnet til langtidsopbevaring (Bjørn, 1998a).

8.2.2 Porre

Puccinia porri (Porrerust)

Der er fundet forskel på sorters modtagelighed overfor porrerust, men der er ikke fundet sorter, som ikke angribes (Kjeldsen & Hagelskjær, 1993; Bjørn, 1998c; Bjørn & Jensen, 2001). Sorten 'Conora' har i flere forsøg skilt sig ud ved at blive angrebet meget lidt, men sorten er nu ikke mere i handelen (Kjeldsen & Hagelskjær, 1993; Bjørn, 1998c).

Fusarium sp.

I afprøvnigen af porresorter i 1997 og 1998 var der tilsyneladende forskel på sorterernes modtagelighed. De fleste af sorterne fik registreret mellem 11 og 16 pct. planter angrebet med fusarium. Sorterne 'Carlton' og 'Imperial' havde færrest det mindste angreb med kun 7 – 8 pct. planter med fusarium (Sørensen & Bjørn, 1999).

Trips:

I sortsforsøg er alle sorterne blev angrebet af trips. Der er ikke fundet sortsforskelle (Bjørn & Jensen, 2001).

8.2.3 Kål

Peronospora parasitica (kålskimmel):

Broccoli er modtagelig for angreb af kålskimmel. Følsomheden er størst på kimbladstadiet. Kålskimmeltesten brugt på broccoli viste, at ingen af sorterne var fuldstændig resistente på kimbladstadiet og småplantestadiet (McCall et al., 1996; Jensen et al., 1999). Der er forskel på sorterne, og valg af mindre modtagelige sorter, kombineret med en hensigtsmæssig klimastyring under tiltrækning, vil kunne begrænse angreb af kålskimmelsvampen.

Undersøgelserne blev udført med et isolat fra broccoli 'Shogun'. Det må understreges, at der kan forekomme eller opstå racer af svampen, som vil

kunne overkomme den beskrevne resistens. Den "grad af resistens", som blev fundet i forsøget, anses dog generelt for at være mere holdbar over tid end fuldstændig resistens (Eks. salatskimmel). Der kan også være forskel på, hvor meget sorterne angribes på høsttidspunktet. Voksenplanteres resistens skyldes sandsynligvis et kraftigt vokslag på de blivende blade.

I danske forædlingsprogrammer med kål testes blomkålssorter for kålskimmel på kimbladstadiet, mens hvidkål bedømmes for modtagelighed under markforhold.

Erysiphe spp. (Meldug):

I den seneste værdiafprøvning af rosenkål var der generelle angreb af meldug (Bjørn, 1997b). Der var forskel på sorternes modtagelighed, men ingen af sorterne var fuldstændig resistente. 'Boxer', der var målesorten, blev mest angrebet, mens 'Dasher', 'Diablo' og 'Maximus' havde de færreste symptomer på meldugangreb.

Thrips angusticeps (Trips)

Angreb af trips er et problem i hvidkålsdyrkingen. Det er velkendt at der er forskel på sorternes modtagelighed (Arenfalk et al., 1994; Bjørn & Kühn, 1994; Bjørn, 1995; McCall et al, 1999; Bjørn, 2000a; Bjørn & Jensen, 2001). En sort som 'Bartolo' er fundet meget modtagelig over for trips og har ofte mere end 50 pct. af hovederne angrebet, mens andre sorter kan være næsten helt fri f.eks. 'Bently' og 'Impala' (vintersorter) (Bjørn, 1995).

I kombinerede forsøg med hvidkålssorter og plantetætheder (60x50 cm og 30x50 cm) er der fundet sammenhæng mellem plantetæthed og angrebsgrad af trips. Ved alm. planteafstand (60x50 cm) blev der registreret 55 % hoveder med symptomer på tripsangreb, mens der kun var 16 % angreb ved tærtplantning (Bjørn, 1995). Forklaringen på disse forskelle er, at flere af plantens morfologiske karakterer er af betydning for tripsens plantevalg og -skade. Det gælder vokslagets tykkelse og bladfarven, der kan påvirkes af udplantningstidspunktet, plantens udviklingstid og af plantetætheden (Møller, 1996).

Brevicoryne brassicae (Kålbladlus):

I 1992 og 1993 blev der afprøvet sorter af efterårshvidkål i Danmark. Begge år var der et kraftigt angreb af kålbladlus. Der er tendens til at stærke angreb af lus resulterer i en høj andel hoveder med råd. Flere af de afprøvede sorter blev kun lidt angrebet, mens sorten 'Oscar' fik registreret 51 pct. hoveder med angreb af kålbladlus (Bjørn & Kühn, 1994).

Delia radicum (den lille kålflue):

Resultater har vist, at hvidkålssorter har forskellig modtagelighed over for kålfluelarvers angreb i hoveder (Arenfalk et al., 1994; Bjørn & Kühn, 1994). Således havde sorterne 'Olympiade', 'Predena' og 'Marathon' færre angreb end andre sorter med tilsvarende udviklingstid (og stokhøjde) dyrket både økologisk og konventionelt (Arenfalk et al., 1994). Eftersom kålflueangreb i hoveder i de fleste tilfælde medførte frasortering, er der tale om et særdeles betydende skadedyr, som kræver den største opmærksomhed med hensyn til problemets omfang ved konventionel og i særdeleshed ved økologisk dyrkning.

Flere af plantens morfologiske karakterer er af betydning for kålfluens plantevalg og -skade. Det gælder f.eks. plantens stokhøjde, bladstilketheden og -størrelsen, kålhovedets form og størrelse, udplantningstidspunktet og plantens udviklingstid (Møller, 1996).

Igangværende forskning har identificeret resistensgener overfor kålfluen i vildformen *Brassica fruticulosa* (Ellis et al. 1999). Resistens generne søges overført til dyrkede former af kål (Felkl et al. 2001).

Alternaria spp. (Skulpesvamp):

I 1993 og 1994 blev afprøvet sorter af kinakål til efterårsproduktion og opbevaring (Bjørn, 1996). Begge år var der angreb af skulpesvamp. Sorten 'Freddo' var meget angrebet, mens de seneste sorter 'Brocken', 'Morillo' og 'Storido' tydeligt var mindst angrebet. Den form for markresistens, der blev observeret, skyldes sandsynligvis, at de sent udviklede sorter har været i stand til at vokse sig fra angrebet. Svampen spredtes hurtigt under lune og fugtige vejrforhold, og det betyder, at angrebet går i stå hen på efteråret, fordi betingelserne for sporedannelse ikke er tilstede.

Pieris brassicae (Kålsommerfugle)

I et igangværende økologisk demonstrationsprojekt er der registreret varierende angreb af kålsommerfugle med tendens til forskel på sorterne (Bjørn & Jensen, 2001). Der er ikke dokumentation for sortsforskelle.

8.2.4 Gulerod

Alternaria dauci (Alternaria):

Angreb af *alternaria* er meget almindeligt. Flere forsøg har vist at der er forskel på sorternes modtagelighed (Bjørn et al., 1994; Bjørn, 1999; Bjørn & Jensen, 2001). I værdiafprøvningen fra 1995 og 1996 var der kraftigt angreb af *alternaria* med store sortsforskelle (Bjørn, 1999). Gulerødder der skal løftes maskinelt af en gulerodsoptager skal have en sund og stærk top. Derfor er det vigtigt at sorten ikke angribes. Alle sorterne i afprøvningen blev angrebet, men sorten 'Bolero' dog kun lidt, mens toppen af 'Yukon' næsten visnede helt ned. Resultater fra igangværende forsøg udført i Årslev viser også, at der er stor forskel på sorters modtagelighed overfor denne svampesygdom.

Pythium spp. ('Cavity spot'):

Der er fundet store forskelle på, hvor stærkt angrebne sorterne bliver af cavity spot (Bjørn et al., 1994; Bjørn, 1999). Cavity spot ses oftest i fugtige år, men registreres først på høsttidspunktet. F.eks. er sorten 'Anglia' registreret som meget modtagelig og fravalgt til dyrkning af avlerne. I værdiafprøvningen i 2000, samt i FØJO projekt grønsager, hvor gulerodssorter også afprøves, fremgår tydeligt at der er meget store sortsforskelle på angrebsgraden (data ikke offentliggjort).

Sorter som 'Bolero', 'Nerac' og 'Navarre' synes at være rimeligt tolerante.

Streptomyces scabies (Skurv):

Der er stor forskel på hvor meget sorterne angribes (Bjørn et al., 1994; Bjørn, 1999; Bjørn & Jensen, 2001). De mest modtagelige fravælges af avlerne.

Rhizoctonia carotae (Hvid lagersvamp):

I de seneste værdiafprøvninger af gulerod blev alle sorter angrebet (Bjørn et al., 1994; Bjørn, 1999). De fleste var dog kun lidt angrebet, dvs. i størrelse mellem 0 og 20 pct. Sorten 'Magno' var meget angrebet, mens sorter som 'Bolero' og 'Navarre' kun var lidt angrebet.

Sclerotinia sclerotiorum (Storknoldet knoldbægersvamp):

Der er sortsforskelle. I værdiafprøvningen fra 1991 og 1992 fik sorten 'Vulcan' frasorteret 47 pct. rødder med storknoldet knoldbægersvamp, mens sorten 'Bolero' fik frasorteret 3 pct. (Bjørn et al., 1994). De sorter der blev

afprøvet i 1995 og 1996 blev også alle angrebet – mellem 8 og 25 pct. (Bjørn, 1999).

Mycocentrospora acerina (Lakridsråd):

Lakridsråd er ikke et lige stort problem hvert år. I den sidste værdiafprøvning var lakridsråd ikke et problem (Bjørn, 1999). Det var den derimod i 1991 og 1992, hvor 'Starca' fik fraserteret 40 pct. af rødderne pga. denne sygdom (Bjørn et al., 1994). Der er forskel på sorterens tolerance over for denne sygdom, men der er ingen som slet ikke angribes. Sorter der er meget modtagelige fravælges af avlerne, fordi opbevaringstabet kan blive meget stort.

Psila rosae (Gulerodsfluen):

Gulerodsfluen kan optræde som et alvorligt skadedyr i gulerødder og andre skærmpflanter. I England på Institute of Horticultural Research, Wellesbourne har der siden 1950'erne været arbejdet med at screene arter og sorter indenfor skærmpantefamilien for deres resistens over for gulerodsfluen (Ellis et al. 1999). Det anses ikke for muligt at opnå fuldstændig resistente sorter. Sorterne 'Sytan' og 'Vertou' deltog i afprøvningen i 1991 og 1992, fordi de i tidligere forsøg udført af Ellis et al. (1980) viste sig at være mindre udsat for ødelæggelse af gulerodsfluen. Angrebet af gulerodsfluer var generelt meget lavt, hvilket betød, at det ikke var muligt at konstatere forskelle i resistens mellem sorterne (Bjørn et al., 1994). Det bør bemærkes, at de nævnte 2 sorter ikke egner sig til kommerciel dyrkning, pga. deres udseende, kvalitet og udbytte.

Den nyere sort 'Fly away' skulle være mindre modtagelig over for gulerodsfluen, men i forsøg udført af Danmarks JordbrugsForskning, Årsløv i 1996 og 1997 afveg den ikke sikkert fra en sort som 'Boloro', der er meget anvendt i Danmark (Bjørn, 1997a; Kronborg, 1998).

I igangværende værdiafprøvninger indgår der sammenligning af sorter dyrket konventionelt og økologisk. Alle sorterne havde angreb af gulerodsfluer, men det tyder på, at ikke alle sorterne angribes lige meget (data ikke offentliggjort).

8.2.5 Salat

Bremia lactuca (Salatskimmel):

Der er forskel på hvilke smitteracer sorterne angribes af, og hvor kraftigt de reager på angrebet. Derfor ser vi sortsforskelle i forsøgene (Bjørn, 1998b; McCall, 1999; Bjørn 2000b og 2000c). I dag er der navngivet smitteracer med nummer til og med BL (Bremia line) 23. I 1992 blev identificeret smitteracerne 1 – 16, og i 1996 fandtes BL 17. Siden 1996 er der kommet 6 nye til. I Danmark er det mest smitteracerne 17 og 18 der findes og disse er meget aggressive. Problemet er at resistensen styres af et enkelt gen. I 1992 var der mange og mindre salatavlere, men i dag er dyrkningen koncentreret på færre og større bedrifter. Det kan være en af årsagerne til, at der nu oftere opstår nye racer og resistensen dermed nedbrydes. I afprøvningen af issalat i år 2000 var der en enkelt sort, som var helt resistent (Bjørn 2000b).

Nasanovia ribisnigri (Salatbladlus):

Der findes sorter som ikke angribes af salatbladlusen. Det sås meget tydeligt i sortsforsøg med issalat i 2000 (Bjørn 2000b). Sorter som '45-41 RZ' blev slet ikke angrebet, mens der var lidt lus på sorterne 'Barcelona' og 'Campionas'. De øvrige sorter havde over 60 pct. af hovederne med angreb af bladlus. Ofte fører angreb af lus også til råd, der er stærkt kvalitetsforringende.

8.2.6 Ært

Det er mere end 10 år siden, at der sidst er foretaget afprøvninger af ærtesorter i Danmark. På dette tidspunkt blev der ikke vurderet resistensegenskaber eller forskelle i modtageligheden for sygdoms- eller skadedyrsangreb.

Referencer afsnit 8.

- Arenfalk, O., Henriksen, K. og Hagelskjær, L.. 1994. Vurdering af hovedkålssorter til økologisk dyrkning. Nordic Gene Bank, publication no. 27.
- Bjørn, G.K. 1995. Sorter af vinterhvidkål. SP rapport nr. 13, 1995. 39 pp. 1994. 36 pp.
- Bjørn, G.K. 1996. Sorter af kinakål til efterårsproduktion og opbevaring. Statens Planteavlsforsøg. SP rapport nr. 20, 1996. 23 pp.
- Bjørn, G.K. 1997a. Gulerod uden orm måske fundet. Haven, maj 1997: 274 - 275.
- Bjørn, G.K. 1997b. Sorter af rosenkål. SP rapport nr. 20, 1997. 40 pp
- Bjørn, G.K. 1998a. Flere løgsorter gav pænt udbytte. Grønne Fag nr. 6: 12 - 13.
- Bjørn, G.K. 1998b. Sortsforsøg med specialsaler, 1998. Foreløbig rapport over 1. års værdiafprøvning: 48 sider.
- Bjørn, G.K. 1998c. Statusrapport for projektet Kvalitetsforbedring af porrer til dybfrost. Delprojekt Sorters modtagelighed over for porrerust.
- Bjørn, G.K. 1999. Sorter af gulerod. DJF rapport nr. 7 - Havebrug: 19 pp.
- Bjørn, G.K. 2000a. Alternative sorter testet i forsøg. Økologisk Jordbrug nr. 211:12.
- Bjørn, G.K. 2000b. Sorter af issalat, 2000. PVF Rapport nr. 2, 33 sider.
- Bjørn, G.K. 2000c. Sortsforsøg med specialsaler, 1999. VEF Rapport nr. 2000: 43 pp.
- Bjørn, G.K., Hagelskjær, L. & Kidmose, U. 1994. Sorter af gulerod. SP rapport nr. 42, 1994. 50 pp.
- Bjørn, G.K., Henriksen, K. & Poulsen, G. B. 1999. Protecting future European Community Crops: a programme to conserve, characterise, evaluate and collect *Allium* crops and wild species. CES Contract no: GENRES-CT95-20/98. Coordinator: Dave Astley. Participant P6: 56 - 66.
- Bjørn, G.K. & Jensen, J. 2001. Sorter af økologisk grønsagsfrø. Grønne Fag nr. 1: 8 - 10.
- Bjørn, G.K. & Kühn, B.F. 1994. Sorter af efterårshvidkål. SP rapport nr. 45.
- Bjørn, G.K. & Thinggaard, K. 1998. Hvordan undgås løgskimmel i fremtiden? JordbrugsForskning nr. 5 (2. årgang): 12.
- Bjørn, G.K. & Thinggaard, K. 1999. Hvordan mindskes løgskimmel i økologisk dyrkede spiseløg? FORSKNINGSNYTT om økologisk landbrug i Norden nr. 1: 16 - 18.
- Ellis, P.R. et al. 1980. Screening of carrots for their susceptibility to carrot fly attack. J. natn. Inst. agric. Bot., 15: 294 -302.
- Ellis, P.R. 1999. The identification and exploitation of resistance on carrots and wild Umbelliferae to the carrot fly, *Psila rosae*(F.). Integrated Pest Management Reviews, 4, 259-268.
- Ellis, P.R. , Pink, D.A.C., Barber, N.E., Mead, A. 1999. Identification of high levels of resistance to cabbage root fly, *Delia radicum* in wild *Brassica* species. Euphytica, 110, 207-214.
- Felkl, G., Jensen, B.E., Kristensen, K., Andersen, S.B. 2001. Resistance to cabbage root fly in wild *Brassic*s. DJF Rapport 17 (Havebrug), 77-84.

- Jensen, B.D. et al. 1999. Characterization and inheritance of partial resistance to downy mildew *Peronospora parasitica* in breeding material of broccoli *Brassica oleracea* convar *botrytis* var. *italica*. *Plant breeding* 118: 549-554.
- Kjeldsen, G. og Hagelskjær, L. 1993. Sorter af porre. Statens Planteavlsvforsøg. SP rapport nr. 5, 1993. 32 pp.
- Kronborg, A. 1998. Resistensen, der fløj. *Haven*, marts 1998: 21.
- McCall, D. 1999. Issalatsorters skimmel-resistens. *Grønne Fag* nr. 2 : 6 – 7.
- McCall, D., Bjørn, G. K. & Henriksen, K. 1999. Sorter af vinterhvidkål. DJF rapport nr.5 *Havebrug*: 12 pp.
- McCall, D., Sørensen, L. & Jensen, B. D. 1996. Sorter af broccoli. Statens Planteavlsvforsøg. SP rapport nr. 8, 1996. 32 pp.
- Møller, S. 1996. Hovedopgave. Relationer mellem hvidkåls habitus og kålens hovedskade via den lille kålflue og trips. *KVL*. 55 pp.
- Sørensen, L. & Bjørn, G. Kjeldsen. 1999. Bedste tidlige porrer til udplantning. *Grønne Fag* nr.4:6-8.

9 Beslutningsstøttesystemer

9.1 Problemstilling

Mål og strategi for Integreret Produktion (IP) af grønsager er bl.a. at få reduceret forbruget af pesticider og gødning. Denne strategi skal selvfølgelig sammenkædes med kravene til produktkvaliteten, som for grønsager i højere grad end udbytte-niveauet er afgørende for det økonomiske udbytte. Der foreligger en anseelig mængde viden indenfor plantebeskyttelse, kulturteknik og sortsvalg, som kan anvendes til udvikling af bl.a. integreret produktion. På området sortsvalg og generel kultur- og dyrkningsteknik er sådan viden også aktuel for økologiske dyrkere. Men denne viden findes spredt i artikler og/eller opslagsbøger, og det er derfor svært for avlere og konsulenter at skaffe sig et samlet overblik. Samtidig er der et stort behov for at få adgang til klimabaserede prognose- og varslingsmodeller for sygdomme og skadedyr. April 2001 blev der afsluttet et projekt, som har samlet alle ovenfor nævnte oplysninger og modeller vedr. jordbær, gulerødder og blomkål i et Internet-baseret informationssystem (Röhrig *et al.*, 2000). Formålet med informationssystemet er at gøre det nemt for avlerne og rådgiverne at finde de relevante oplysninger på et sted. Disse oplysninger omfatter dyrkningsvejledninger, oplysninger om skadevoldere og deres bekæmpelse, herunder information om alle de pesticider, der kan anvendes i kulturerne samt sortsoplysninger (Henriksen *et al.*, 2001). Oplysningerne er samlet enten i databaser eller som tekstdokumenter og derefter gjort tilgængelige på Internettet under Pl@nteInfo, som allerede var etableret af Danmarks JordbrugsForskning (DJF) og Landbrugets Rådgivningscenter (LR) (Jensen *et al.*, 2000). I det følgende beskrives de enkelte dele af informationssystemet vedrørende frugt og grønsager.

9.2 Dyrkningsvejledninger

Dyrkningsvejledninger for de enkelte afgrøder udgør hovedindgangen til yderligere informationssøgning. Dyrkningsvejledningerne indeholder emner vedrørende hele produktionsforløbet, og på den måde sikres det, at der er mulighed for at bygge et informationssystem op omkring alle de emner, der er relevante for produktionen og rådgivningen.

Dyrkningsvejledningerne, der revideres én gang årligt, er opbygget som ren tekst, mens billeder og tekst vedrørende sygdomme og skadedyr bliver genereret i en database. Det giver mulighed for at indarbejde links for skadevoldere, der kan optræde i flere forskellige afgrøder.

Dyrkningsvejledninger og billeder/tekst over sygdomme og skadedyr udarbejdes og redigeres af LR i samarbejde med Frugt og Grønt Rådgivningens konsulenter.

I dyrkningsvejledningerne er der i teksten indarbejdet links til steder, hvor der er mulighed for at finde yderligere uddybning af emnet. Det gælder f.eks. links til Dansk I.P., hvor avlere og konsulenter kan finde gældende regler for den integrerede produktion, en liste over plantebeskyttelsesmidler, som må anvendes i Dansk I.P. med mere. I dyrkningsvejledningernes afsnit om gødskning er der link til Plantedirektoratets vejledning i gødningsplanlægning,

og i afsnittet om vanding er der mulighed for at gå direkte videre til de PI@nteInfo sider, som omhandler vanding. Her er der mulighed for at føre vandingsregnskab for afgrøderne.

9.3 Planteværn

I dyrkningsvejledningerne og under oplysningerne om skadedyr og sygdomme findes der link til en omfattende database, der indeholder oplysninger om de pesticider, der er godkendt til anvendelse i de tre kulturer. Her findes relevante oplysninger om de enkelte pesticider - herunder behandlingsfrister og godkendte doseringer (Kristensen *et al.*, 2000). Pesticiddatabasen omfatter både fungicider, insekticider og herbicider.

9.4 Sortsoplysninger

Erhvervet har siden 1982 samarbejdet med DJF i Årsløv om at få afprøvet sorter af frilandsgrønsager. *Blomkål* og *gulerod* er vigtige afgrøder, og de afprøves derfor meget tit. Resultaterne herfra har hidtil været bragt i form af artikler og rapporter, hvilket gør det svært at skaffe overblik, når der skal vælges en sort. Derfor er data fra sortsafprøvningerne indarbejdet i informationssystemet, så det er nemt at skaffe sig et overblik over sorternes egenskaber. Sortsoplysningerne vil fremover blive opdateret på Internettet, således at det fortsat bliver nemt og overskueligt at se, hvilke sorter der klarer sig bedst under danske forhold.

9.5 Afgrødemodeller

Som eksempel på afgrødemodeller til beskrivelse af sammenhængen mellem et skadedyrs populationsudvikling og klimatiske faktorer er valgt modellen 'Kritisk høstdato' for gulerod. Modellen er designet til at hjælpe avlerne med at beslutte, hvornår de bør høste deres gulerødder, hvis skader af gulerodsfluenslarver skal undgås (Jönsson B., 1992). For at Kritisk Høstdato modellen kan foretage beregninger, kræves det, at avleren opretter sine gulerodsmarker på en Internetside, hvor det også skal oplyses indenfor hvilket postnummer, markerne er beliggende. Med disse oplysninger er det muligt at hente relevante temperaturdata fra Danmarks Meteorologiske Institut's 10x10 km grid vejrdato.

9.6 Fremtid

Det er målet at skaffe midler til at udbygge det ovenfor nævnte informationssystem til at omfatte alle betydende frugt og grønt kulturer, og herunder informationer om alternative metoder til bekæmpelse og forebyggelse af skadevoldere. Det kan f.eks. være flere vejrbaserede varslingsmodeller eller små videoklip, som viser metoder til mekanisk bekæmpelse af ukrudt.

Hvis informationssystemet fortsat skal være relevant, vil det være ønskeligt at alle fremtidige forskningsprojekter vedr. plantebeskyttelse i frugt og grønt indeholde en komponent, som omhandler indarbejdelse/ præsentation af resultaterne i informationssystemet. Fordelen ved et Internetbaseret system er netop, at nyheder kan formidles med det samme, hvilket gør det muligt for avlerne at tage nye metoder i brug, så snart de er udviklet.

Referencer afsnit 9.

- Henriksen KE, Felkl G, Bøjer OQ, Daugaard H, Bjørn GK, Friis K, Röhrig M. 2001. Det vertikale netværk – Frugt og Grønt på Internettet. 18. Danske Planteværnskonference III – Havebrug. DJF rapport nr. 17 Havebrug, 107-117.
- Jensen AL, Boll PS, Thysen I & Pathak BK. 2000. Pl@nteInfo - A webbased system for personalised decision support in crop management. *Comput. and Electron. in Agric.* 25, 271-294.
- Jönsson B. 1992. Forecasting the timing of damage by the carrot fly. *IOBC/WPRS Bull.* 15 (4), 43-48.
- Kristensen H, Jensen PK, Nielsen GC, Jørgensen LN, Friis K. 2000. Vejledning i Planteværn. Landskontoret for Uddannelse.
- Röhrig M, Jensen AL, Felkl G, Bjørn GK. 2000. HortInfo – a web-based information system for horticultural production. *Referate der 21. GIL-Jahrestagung in Freising-Weihestephan.* Band 13, 174-179.
- Endvidere henvises til: Miljøstyrelsens journal nr. 7040-00-LNJ/KJM/11 - Bistand til udvalgsarbejdet til vurdering af de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen: - Sammenskrivning af eksisterende viden om mulighederne for at anvende varslings- og skadetærskelmodeller i jordbrugserhvervet. Udarbejdet af Svend Christensen, Karen E Henriksen, Jens Erik Jensen og Peter Esbjerg november 1998.

10 Erfaringer fra økologisk dyrkning

10.1 Indledning

I økologisk grønsagsdyrkning må problemer med sygdomme, skadedyr og ukrudt løses på anden måde end med pesticider, som det foregår i den konventionelle dyrkning. Anvendelsen af resistente sorter og mekanisk ukrudtsbekæmpelse anvendes dog både i konventionel og økologisk dyrkning i bestræbelserne på at bekæmpe de nævnte problemer.

Sædskiftet er et vigtigt værktøj i økologisk dyrkning selv om sædskiftet sjældent er i stand til helt at eliminere problemer med sygdomme, skadedyr og ukrudt. Men et godt sædskifte kan ofte begrænse problemerne til et acceptabelt niveau, og hvor andre metoder supplerende kan minimere problemet.

Et vigtigt element i strategier og valg af metoder i både den konventionelle og den økologiske dyrkning er at optimere dyrkningsvilkårene generelt. Eksempelvis at vælge den bedst egnede jordtype til produktionsformålet, at sikre optimale forhold med dræning og jordstruktur og om muligt at finde det bedst egnede dyrkningsklima til en given kultur. Dyrkningssikkerhed over tid er vigtigt for det driftsøkonomiske resultat uanset om det drejer sig om økologisk eller konventionel dyrkning. Det er sjældent, at den enkelte bedrift er ideel til alle typer af grønsagsproduktion. Jordtypen og det generelle dyrkningsklima kan ikke ændres fra de givne forhold, mens valg af grønsagsart og dyrkningsmetode bedre kan tilpasses de naturgivne forhold. Der er dog, til trods for relativ små forskelle i dyrkningsklimaet inden for landets grænser, i mange grønsager større dyrkningssikkerhed og vækstpotentiale på øerne og i det midtsønderjyske, end der er i det nordjyske område med generelt lavere gennemsnitstemperatur og øget risiko for nattefrost. Således lykkes produktion af spiseløg ud fra såløg mindre godt i Nordjylland.

10.2 Anvendte metoder og strategier i den økologiske dyrkning

Forekommende ukrudt bekæmpes direkte med ikke kemiske metoder i den økologiske dyrkning, mens angreb af sygdomme og skadedyr må bekæmpes på anden alternativ måde. Der kan være tale om undvigelsesstrategier, hvor man f.eks. via timing af så- eller høsttidspunkt søger at undgå hovedangrebsperioden for skadevolderen. Eller der kan vælges strategier, der styrker grønsagsafgrødens konkurrenceevne over for ukrudt, som f.eks. valg af plantetæthed eller af udplantning i stedet for direkte såning i mark. Metoder til tidlig udvikling af afgrøden eller anvendelse af tidlige sorter kan i andre tilfælde være med til at begrænse skadevirkningen af epidemiske sygdomme som f.eks. løgskimmel.

Forsøg på at eliminere eller minimere forekomsten af skadedyr i afgrøden og dermed en samtidig reduktion i æglægningen af skadedyret kan praktiseres med temporær netdækning af afgrøden eller ved såning af fangplanter langs yderkanterne af markerne. Der kan også arbejdes med strategier, hvor man søger at etablere ekstra gode konditioner for skadedyrenes naturlige fjender. Der er imidlertid også nogle problemer med sygdomme eller skadedyr, hvor der må accepteres et vist angrebsniveau og dermed mindre totaludbytte.

Eventuelt kan skadede produkter gøres salgbare ved at fjerne de yderste angrebne blade.

Alt i alt er der en lang række metoder og strategier, der anvendes til at løse de konkrete dyrknings- og kvalitetsmæssige problemer som følge af sygdomme, skadedyr og ukrudt. I det følgende gennemgås aktuelle metoder til løsning af problemerne i de enkelte kulturer med reference i *Holger Daugaard et al. 2001: Beskrivelse af økologisk produktion i gartneri og frugtavl. Rapport til MST April 2001.*

10.2.1 Løg

Ukrudt:

I stikløg og planteløg anvendes forskellige mekaniske metoder til renholdelse for ukrudt, da både stik- og planteløg er rimeligt tolerante over mekaniske påvirkninger i den første kritiske vækstfase efter etableringen i mark.

Supplerende håndlugning er derfor ikke i alle tilfælde nødvendig.

Såløg har et noget større behov for ukrudtsbekæmpelse på grund af mindre konkurrenceevne over for ukrudt i de første måneder efter såning. Ofte må der håndluges 2-3 gange i vækstsæsonen samt foretages rækkerensning flere gange.

Omkostninger til ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse ligger på 5-10.000 og 15-20.000 kr./ha for henholdsvis stik-/planteløg og såløg.

Sygdomme:

Erfaringerne fra praktisk dyrkning og igangværende forskning under FØJO viser, at stik- og planteløg kun er moderat følsomme over for angreb af den alvorligste bladsygdom *Peronospora destructor* (løgskimmel), da begge dyrkningsformer som regel er langt fremme i udviklingen, når skimmelan- grebet sætter ind. Erfaringerne viser også, at løgskimmelen udvikler sig langsommere i økologiske løg end i konventionelt dyrkede løg. En af årsagerne til dette kan være den lavere kvælstofforsyning af de økologisk dyrkede løg. Løggråskimmel (*Botrytis spp.*) er den alvorligste lagersygdom hos løg og kan give anledning til alvorlige tab ved langtidslagring. Almindeligvis kan stikløg ikke forventes at holde længere end til nytår, mens såløg kan holde sig helt hen til foråret. De nyeste erfaringer fra praksis og forsøg antyder, at planteløg holder sig bedre på lager end såløg.

Skadedyr:

Løgfluens larve (*Delia radicum*) kan i enkelte tilfælde give problemer, men har endnu ikke bevirket generelt ødelæggende angreb. Angreb af knoporme (*Agrotis segetum*) forebygges eller bekæmpes med de generelle vandinger, der er nødvendige også i en økologisk erhvervsmæssig løgproduktion.

10.2.2 Kål

Ukrudt:

Udbredt anvendelse af mekanisk renholdelse kombineret med relativt stor konkurrenceevne af kål over for ukrudt bevirker, at ukrudtsbekæmpelsen sjældent er problematisk. Ud over rækkerensning kan der være behov for håndlugning (hakning).

Sygdomme:

Alternaria- og *Phoma*- svampene angriber kål i marken og har i det meste af vækstsæsonen kun lille betydning for vækst og udvikling. Angreb ses især i efteråret, hvor både blade, hovedkål og blomkålshoveder kan angribes.

Sygdomsangrebet hovedkål bevaret på lager kan dog give anledning til store

tab i lagringsperioden; afbladning af kålen i forbindelse med høst er derfor nødvendig. Angreb af kål-broksvampen (*Plasmodiophora brassicae*) kan forekomme ved for hyppig dyrkning på samme areal og forebygges ved et godt sædskifte og kalkning af jorden.

Skadedyr:

En række insekter kan forvolde store skader i alle kålarter; største problemer og skader ses af kålfluens larver i blomkål, broccoli og kinakål. Skaderne modvirkes og forebygges ved f.eks. at plante kålen i stedet for at så direkte på friland og ved i blomkål/broccoli at dække kålen med insektnet i kålfluens flyveperioder. Det tilstræbes så vidt muligt at undgå udplantning i perioder, hvor flyvningen af kålfluen er på sit højeste (der er normalt 2 - men undertiden 3 generationer pr. år).

I blomkål/broccoli kan angreb af kålbladlus lejlighedsvis være et problem. Dækning med insektnet vil formentlig begrænse angrebsgraden. Dækning med insektnet er imidlertid en kostbar løsning; alene i materialeudgifter skal regnes med minimum 10-12.000 kr./ha/år. dertil kommer omkostninger ved udlægningen og fjernelsen af insektnettet samt de gener som dækningen i øvrigt måtte have.

Larver af kålsommerfuglen kan angribe de fleste kål og gør skade både ved sine gnav og tilsvining af produkterne med ekskrementer. Hovedkål kan reddes som produkt ved at afpudse blade indtil 'helt hoved'. Den største skade i blomkål og især broccoli kan opstå ved at larven sidder gemt i det spiselige produkt og bliver pakket med til salg. Larverne kan bekæmpes ved biologisk bekæmpelse med *Bacillus Thuringensis*, der dræber de små larver inden de gør større skade i kålen.

Der arbejdes endvidere med udvikling af en teknik med udplantning af fangplanter i randen af markerne for at tiltrække skadedyrene til f.eks. blomstrende planter af sennep fremfor grønsagsafgrøden , og tillige forbedre det generelle miljø for prædatorer og parasitoider.

10.2.3 Gulerod

Ukrudt:

Forekomsten af ukrudt anses for at være en af de væsentligste årsager til tab i den økologiske gulerodsproduktion. Gulerodsplanten har lille konkurrenceevne over for ukrudt i den første del af vækstperioden og gulerod kan *ikke* plantes ud. Anvendelse af falsk såbed og ikke kemisk bekæmpelse i form af brænding af ukrudt inden gulerøddernes fremspiring og rækkerensning under væksten er nogle af metoderne der anvendes. Derudover er der et stort behov for manuel lugning af gulerodsrækkerne; som minimum må påregnes 1 gang håndlugning. Udgifterne til ukrudtsbekæmpelse ligger typisk mellem 5. - 15.000 kr./ha/år.

Sygdomme:

Cavity spot, der forårsages af *Pythium*-arter, er en af de mest frygtede sygdomme i gulerodsproduktionen. Der vurderes at være mindre forekomst af cavity spot i den økologiske produktion end i den konventionelle - formentlig på grund af et bedre sædskifte og en mere afbalanceret gødskning. Sædskifte er også vigtigt med henblik på at mindske risikoen for angreb af lagersygdommene lakridsråd (*Mycocentrospora acerina*) og storknoldet knoldbægersvamp (*Sclerotinia sclerotium*).

Skadedyr:

De 2 potentielt set vigtigste skadedyr i gulerødder er gulerodsfluen (*Psila rosae*) og knoporme (*Agrotis segetum*). I de fleste tilfælde er gulerodsfluen ikke

et stort problem ved økologisk dyrkning. Angreb søges forebygget ved at holde en passende lang afstand mellem gulerodsmarkerne fra år til år og ved at praktisere forsinket såning, dvs. såning efter 1. generation af gulerodsfluerne. Endvidere forsøger man at tage gulerødderne op inden udviklingen af larver i gulerødderne fra de største angreb. Forebyggelse af knoporme angreb sker ved hyppige vandinger på tidspunkter, hvor der er varslet for angreb. Udsprøjtning af nematoder til bekæmpelse af knopormene vil måske blive en mulighed i fremtiden.

10.2.4 Salat

Ukrudt:

Der anvendes udelukkende mekanisk renholdelse kombineret med en vis håndlugning/-hakning. Salat udplantes altid og har god konkurrenceevne med relativt hurtigt dækning af jorden.

Sygdomme:

Skimmel (*Bremia lactuca*) er den alvorligste sygdom i salat og optræder især i sidste halvdel af vækstperioden. Fjernelse/nedfræsning af inficerede bladrester samt sædskifte er de vigtigste forebyggende foranstaltninger til at undgå yderligere spredning af evt. angreb. Øget planteafstand vil mindske spredningen af skimmel fra plante til plante. Ved lettere angreb af skimmel kan de yderste angrebne blade fjernes og derved gøre salathovedet tjenligt til salg.

Nye sorter med bred resistens mod salatskimmel forventes på markedet inden for de nærmeste år.

Skadedyr:

Forskellige typer bladlus er især et problem i salatdyrkingen i den første del af vækstsæsonen. Enkelte nye sorter har resistens over for bladlus, men ikke samtidig over for salatskimmel.

Der arbejdes med udvikling af strategier, der forbedrer forholdene for prædatorer til bladlusene; f.eks. med såning af planter, der kan tiltrække svirrefluer, hvis larver lever af bladlus.

10.2.5 Porre

Ukrudt:

Porre har ligesom løg en relativ dårlig konkurrenceevne over for ukrudt i den første del af vækstperioden. En del af strategierne for ukrudtsbekæmpelse i såede og udplantede løg kan også benyttes i henholdsvis direkte såede og udplantede porrer. Supplerende kan strigling anvendes i både såede og udplantede porrer.

Sygdomme:

I porre er der relativt få problemer med sygdomme; de vigtigste er porrerust (*Puccinia porri*) og papirplet (*Phytophthora porri*), hvor især porrerust kan reducere vækst og udbytte. Der findes ikke resistente sorter endnu, men sorter med mindre modtagelighed er registreret.

Skadedyr:

Trips (*Thrips tabaci*) og knoporme (*Agrotis segetum*) er de alvorligste skadedyr i porre. Knoporme i porre kan ligesom i løg og gulerod bekæmpes/forebygges ved hyppige vandinger, når der varsles for angreb.

10.2.6 Ærter til dybfrost/konserves

Ukrudt:

Bekæmpelse af ukrudt i ærter, der bredesåes ligesom korn, kan ske ved mekaniske metoder, f.eks. strigling. Problematiske ukrudtstarter kræver øget lugearbejde. Ærteplanternes konkurrenceevne over for ukrudt kan stimuleres ved optimering af sortsvalg (=kraftigt voksende sorter) og plantetæthed.

Sygdomme:

Forskellige svampesygdomme kan volde problemer i specielt fugtige år. Der bør vælges resistente eller tolerante sorter. Sædskiftebetingsede sygdomme som f.eks. ærterodråd (*Aphanomyces euteiches*) kan forebygges ved sædskifte og/eller kombination med efterafgrøder.

Skadedyr:

De hidtidige erfaringer med økologisk dyrkning af ærter har vist, at der især er problemer med angreb af ærteviklere (*Cydia nigricana*), ærtebladlus (*Acyrtosiphon pisum*) og bladrandbiller (*Sitona lineatus*). Der findes pt. ikke alternative løsninger til bekæmpelse af nævnte skadedyr.

10.3 Samlet status

Ved økologisk dyrkning af grønsager anvendes i praksis en lang række alternative strategier og metoder til løsning af dyrkningsrelaterede problemer vedrørende forekomst af ukrudt og angreb af sygdomme og skadedyr. Metoderne er udviklet samtidig med den igennem de seneste år markante stigning i det dyrkede areal med økologiske grønsager, hvor nu ca. 10 % af det samlede dyrkningsareal med grønsager er økologisk (Daugaard et al. 2001). Metoder og strategier er udviklet via en kombination af praktiske løsninger på bedriftsniveau og den løbende indsats i forskning og forsøg. Der er dog langt fra 'fundet løsninger' på alle de dyrkningsrelaterede problemer; indsatsen har hidtil været koncentreret i grønsagsarter med de færreste problemer i sygdomme og skadedyr.

De i praksis anvendte metoder er alle yderligere beskrevet i rapportens litteraturgennemgang af alternative metoder til forebyggelse eller bekæmpelse af skadevoldere i afsnittene 3.- 9.

Referencer afsnit 10.

Daugaard, H. et al. 2001. Beskrivelse af økologisk produktion i gartneri og frugtavl. Rapport til Miljøstyrelsen April 2001.

Grønsager. Forbrug og behandlingshyppighed for insekticider og fungicider.

| <i>INSEKTICIDER, Kg. aktivstof forbrugt</i> | | | | | | | |
|---|------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|------------------|
| År | | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | Gns. 96-99 | Dosering g/ha |
| <i>Areal (ha)</i> | | 10.798 | 10.363 | 10.046 | 10.329 | | |
| <i>Aktivstof</i> | <i>Produkt</i> | | | | | | |
| alfacypermethrin | Fastac | 24 | 82 | 35 | 49 | 47 | 13 |
| carbofuran | Furadan m.fl | 564 | 396 | 661 | 493 | 529 | 1.000 |
| chlorfenvinphos | Birlane granulat | 908 | 26 | 89 | 101 | 281 | 4.000 |
| cypermethrin | Cyperb m.fl | 0 | 0 | 92 | 126 | 54 | 20 |
| diazinon | Basudin | 968 | 1.766 | 542 | 421 | 924 | 924 |
| dimethoat | Perfektion m.fl | 1.000 | 1.105 | 1.237 | 1.109 | 1.113 | 300 |
| esfenvalerat | Sumi-Alpha | 11 | 189 | 26 | 74 | 75 | 15 |
| lambdacyhalotrin | Karate | 11 | 11 | 44 | 31 | 24 | 10 |
| malathion | Maladan m.fl | 761 | 1.260 | 809 | 628 | 865 | 1.852 |
| pirimicarb | Pirimor m.fl | 718 | 975 | 322 | 311 | 581 | 250 |
| <i>SUM</i> | | 4.965 | 5.809 | 3.856 | 3.342 | 4.493 | |

| <i>INSEKTICIDER, behandlingshyppighed (B.H.)</i> | | | | | | | |
|--|------------------|--------|--------|--------|--------|-------------|------------------|
| År | | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 1999 i % | Dosering g/ha |
| <i>Areal (ha)</i> | | 10.798 | 10.363 | 10.046 | 10.329 | | |
| <i>Aktivstof</i> | <i>Produkt</i> | | | | | | |
| alfacypermethrin | Fastac | 0,18 | 0,63 | 0,28 | 0,38 | 15,90 | 13 |
| carbofuran | Furadan m.fl | 0,05 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 2,02 | 1.000 |
| chlorfenvinphos | Birlane granulat | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 4.000 |
| cypermethrin | Cyperb m.fl | 0,00 | 0,00 | 0,46 | 0,61 | 25,76 | 20 |
| diazinon | Basudin | 0,10 | 0,18 | 0,06 | 0,04 | 1,86 | 924 |
| dimethoat | Perfektion m.fl | 0,31 | 0,36 | 0,41 | 0,36 | 15,11 | 300 |
| esfenvalerat | Sumi-Alpha | 0,07 | 1,22 | 0,18 | 0,48 | 20,28 | 15 |
| lambdacyhalotrin | Karate | 0,11 | 0,11 | 0,44 | 0,30 | 12,51 | 10 |
| malathion | Maladan m.fl | 0,04 | 0,07 | 0,04 | 0,03 | 1,39 | 1.852 |
| pirimicarb | Pirimor m.fl | 0,27 | 0,38 | 0,13 | 0,12 | 5,08 | 250 |
| <i>SUM</i> | | 1,13 | 2,98 | 2,05 | 2,37 | 100,00 | |

| <i>FUNGICIDER, Kg. aktivstof forbrugt</i> | | | | | | | |
|---|----------------|--------|--------|--------|---------------|------------------|-------|
| År | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | Gns. 96-99 | Dosering g/ha | |
| <i>Areal (ha)</i> | 10.798 | 10.363 | 10.046 | 10.329 | | | |
| <i>Aktivstof</i> | <i>Produkt</i> | | | | | | |
| chlorothalonil | Daconil | 5.203 | 12.325 | 4.576 | 1.924 | 6.007 | 1.250 |
| fenpropimorph | Corbel | 356 | 665 | 1.023 | 575 | 655 | 750 |
| fosethyl-al | Aliette | 159 | 218 | 207 | 221 | 201 | 2.800 |
| iprodion | Rovral | 1.390 | 2.187 | 0 | 586 | 1.041 | 750 |
| mancozeb | Dithane m.fl | 4.987 | 18.975 | 24.140 | 27.938 | 19.010 | 1.500 |
| propamocarb | Previcur | 328 | 513 | 471 | 351 | 416 | 960 |
| vinclozolin | Ronilan | 1.141 | 1.877 | 0 | 0 | 755 | 750 |
| <i>SUM</i> | | 13.563 | 36.761 | 30.417 | 31.594 | 28.084 | |

| <i>FUNGICIDER, Behandlingshyppighed (B.H.)</i> | | | | | | | |
|--|----------------|--------|--------|--------|-------------|------------------|-------|
| År | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 1999 i % | Dosering g/ha | |
| <i>Areal (ha)</i> | 10.798 | 10.363 | 10.046 | 10.329 | | | |
| <i>Aktivstof</i> | <i>Produkt</i> | | | | | | |
| chlorothalonil | Daconil | 0,39 | 0,95 | 0,36 | 0,15 | 6,95 | 1.250 |
| fenpropimorph | Corbel | 0,04 | 0,09 | 0,14 | 0,07 | 3,46 | 750 |
| fosethyl-al | Aliette | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,36 | 2.800 |
| iprodion | Rovral | 0,17 | 0,28 | 0,00 | 0,08 | 3,53 | 750 |
| mancozeb | Dithane m.fl | 0,31 | 1,22 | 1,60 | 1,80 | 84,06 | 1.500 |
| propamocarb | Previcur | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 1,65 | 960 |
| vinclozolin | Ronilan | 0,14 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 750 |
| <i>SUM</i> | | 1,09 | 2,84 | 2,16 | 2,15 | 100,00 | |