

Bekæmpelsesmiddel forskning fra Miljøstyrelsen
Nr. 71 2003

Muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse inden for gartneri og frugtavl

K. Henriksen, C.W. Hansen, H.L. Petersen, K. Paaske
og L. Andersen
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	9
1 INDLEDNING	11
2 FORSKNINGSBEHOV I DEN FOR GARTNERI OG FRUGTAVL	13
2.1 INDLEDNING	13
2.2 FORSKNINGSBEHOV I ALTERNATIVE METODER	14
2.2.1 Bekæmpelse af ukrudt	14
2.2.2 Bekæmpelse af sygdomme	17
2.2.3 Bekæmpelse af skadedyr	23
2.2.4 Vækstregulering	29
2.2.5 Øvrige kemiske midler	31
2.3 FORSKNINGSBEHOV I SPRØJTETEKNIK	31
3 RESUMÉ AF NUVÆRENDE VIDEN	33
3.1 FRILANDSGRØNSAGER	33
3.1.1 Baggrund	33
3.1.2 Belastning og eksponering med pesticider	33
3.1.3 Godkendte pesticider	34
3.1.4 Forebyggelse generelt	35
3.1.5 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt.	36
3.1.6 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme	37
3.1.7 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr	38
3.1.8 Alternative metoder til vækstregulering	40
3.1.9 Miljøkonsekvenser af alternative metoder	41
3.1.10 Erfaringer fra økologisk dyrkning af frilandsgrønsager	41
3.2 FRUGT OG BÆR	41
3.2.1 Baggrund	41
3.2.2 Belastning og eksponering med pesticider.	42
3.2.3 Godkendte pesticider.	43
3.2.4 Forebyggelse generelt.	44
3.2.5 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt.	44
3.2.6 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme.	45
3.2.7 Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr.	48
3.2.8 Alternative metoder til vækstregulering.	50
3.2.9 Miljøkonsekvenser af alternative metoder.	50
3.2.10 Erfaringer fra økologiske dyrkning af frugt og bær.	51
3.3 VÆKSTHUSPLANTER	51
3.3.1 Baggrund	51
3.3.2 Belastning og eksponering med pesticider	51
3.3.3 Godkendte pesticider	52
3.3.4 Forebyggelse generelt	52
3.3.5 Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt	53
3.3.6 Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme	53

3.3.7	<i>Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr</i>	54
3.3.8	<i>Alternative metoder til vækstregulering.</i>	57
3.3.9	<i>Alternative metoder til reduceret anvendelse af øvrige midler (desinfektions- og holdbarhedsmidler)</i>	57
3.3.10	<i>Miljøvurdering af alternative metoder</i>	58
3.3.11	<i>Erfaringer fra økologisk dyrkning</i>	58
3.4	PLANTESKOLE	58
3.4.1	<i>Baggrund</i>	58
3.4.2	<i>Belastning og eksponering med pesticider</i>	59
3.4.3	<i>Godkendte pesticider</i>	59
3.4.4	<i>Forebyggelse generelt</i>	60
3.4.5	<i>Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt</i>	60
3.4.6	<i>Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af plantesygdomme</i>	62
3.4.7	<i>Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr</i>	63
3.4.8	<i>Selektion og forædling af planteskoleplanter</i>	64
3.4.9	<i>Sprøjteteknik</i>	64
3.4.10	<i>Miljøkonsekvenser af alternative metoder</i>	65
3.4.11	<i>Erfaringer fra økologisk dyrkning</i>	65
4	KORTLÆGNING AF IGANGVÆRENDE FORSKNING	67
5	HOVEDKONKLUSIONER OVER FORSKNINGSBEHOV INDENFOR GARTNERI OG FRUGTAVL	75
5.1	FORÆDLING OG SELEKTION AF SORTER	75
5.2	DYRKNINGSTEKNIKKER	76
5.3	MEKANISKE OG FYSISKE METODER	76
5.4	PROGNOSE/VARSLING	77
5.5	BIOLOGISK BEKÆMPELSE	77
5.6	KORTLÆGNING AF FORSKNINGS- OG UDVIKLINGSAKTIVITETER	78
6	REFERENCER	81

BILAG

Bilag 1: Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i planteskoler, der er udarbejdet af Andersen, L. et al.
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 35/2003

Bilag 2: Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i væksthusproducerede planter, der er udarbejdet af Hansen, C.W. et al.
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 36/2003

Bilag 3: Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i frilandsgrønsager, der er udarbejdet af Henriksen, K. et al.
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 37/2003

Bilag 4: Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i frugt og bær, der er udarbejdet af Lindhard, H. et al.
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 38/2003

Rapportens bilag er kun offentliggjort sammen med rapporten på Miljøstyrelsens hjemmeside, <http://www.mst.dk>.

Forord

I projektet "Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i gartneri og frugtavl" er der i fase 1 givet en status over den nuværende tilgængelige viden om alternative metoder i forebyggelse og bekæmpelse af de alvorligste skadegørere inden for ukrudt, sygdomme og skadedyr samt til vækstregulering af prydblplanter i væksthushus. Videnindsamlingen er sket via litteraturgennemgang med dokumenteret og publiceret viden, ved indhentning af de hidtidige erfaringer og metoder fra praksis i økologisk dyrkning, samt fra foreløbige resultater fra igangværende forskning.

I fase 2 af samme projekt er søgt identificeret behovet for forskning og udviklingsopgaver vedrørende alternative metoder og midler. Der er opstillet konkrete forslag til initiativer, der kan medvirke til et forbedret videngrundlag, som basis for det fortsatte arbejde med reduktion af pesticidanvendelsen. Er der behov for tiltag til fremme af en hurtig implementering af alternative metoder i erhvervet, er dette beskrevet i kapitel 5. I alle tilfælde er der lagt vægt på det fremadrettede perspektiv med øget vægt på ikke-kemisk forebyggelse og bekæmpelse.

Som en selvstændig undersøgelse er der til indledning af fase 2 i projektet foretaget en kortlægning af den igangværende forskningsindsats på området. Undersøgelsen er sket ved udsendelsen af spørgeskemaer vedrørende forskningsindsatsen på området 'reducering af pesticidanvendelsen inden for gartneri og frugtavl' til en række danske forskningsinstitutioner. Resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen er der redegjort for i kapitel 4.

Rapporten bygger i vid udstrækning på den indsamlede viden som er detaljeret beskrevet i 4 selvstændige bilag (bilag 1-4), og som også i vid omfang danner grundlag for vurderingen af behovet for forskning og udvikling af alternative metoder med det overordnede formål at reducere pesticidforbruget. Bilagene er også udarbejdet til brug for Kirsten Jensen udvalgets analyse af konsekvenserne af en nedsat pesticidanvendelse indenfor gartneri og frugtavl.

De 4 bilag er kun publiceret elektronisk som bilag til rapportens internet udgave, se <http://www.mst.dk>

Deltager i projektgruppen:

- Lillie Andersen, Danmarks JordbrugsForskning, Årslev
- Hanne Lindhard Pedersen, Danmarks JordbrugsForskning, Årslev
- Conny Wang Hansen, Danmarks JordbrugsForskning, Årslev
- Kaj Henriksen, Danmarks JordbrugsForskning, Årslev
- Ole Callesen, Danmarks JordbrugsForskning, Årslev
- Klaus Paaske, Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg
- Niels Elmegaard, Danmarks Miljøundersøgelse

Projektet er blevet fulgt af en følgegruppe med repræsentanter fra erhvervene og interesseorganisationer m.fl.. Gruppens medlemmer har bidraget værdifulde kommentarer undervejs i projektet og dets rapportering.

Deltager i følgegruppen:

- Helle Græsted Bennedsen, Dansk Erhvervsgartnerforening
- Kirsten Friis, Landbrugets Rådgivningscenter
- Hans Nielsen, Det Økologiske Råd
- Jens Erik Ørum, Fødevareøkonomisk Institut
- Johannes Christensen, Fødevareøkonomisk Institut
- Jesper Lund-Larsen, Specialarbejderforbundet
- Kaj Juhl Madsen, Miljøstyrelsen
- Jørn Kirkegaard, Miljøstyrelsen

Sammendrag

Nærværende slutrapport i projektet ”Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i gartneri og frugtavl”, finansieret af Miljøstyrelsen, er udarbejdet til brug for Kirsten Jensen udvalgets analyse af konsekvenserne af en nedsat pesticidanvendelse indenfor gartneri og frugtavl. Formålet med projektet har været at foretage dels en miljøvurdering af pesticidanvendelsen fra gartneri og frugtavl, samt en analyse af, hvilke alternative forebyggelses- og bekæmpelsesmetoder, der er dokumenteret, samt vurdere konsekvenserne af at bruge alternative metoder i forhold til pesticider. Formålet var derudover at beskrive behovet for forskning og udvikling af alternative metoder, herunder at kortlægge den igangværende offentlige forskning indenfor området.

Rapporten er en opsummering af den indsamlede viden, som er detaljeret beskrevet i 4 selvstændige rapporter vedlagt som bilag 1-4. Disse 4 rapporter danner grundlaget for den vurdering af behovet for forskning og udvikling af alternative metoder med det overordnede formål at reducere pesticidforbruget, som fremgår af nærværende rapport. Samtidig blev der som grundlag for vurderingerne af forskningsbehov foretaget en kortlægning af den igangværende offentlige forskning i DK indenfor området ved hjælp af spørgeskemaer til relevante institutioner. I vurderingen af det fremtidige forskningsbehov blev områder prioriteret, hvor der må forventes at kunne opnås størst reduktion i pesticidanvendelsen.

Summary

This final report concerning the project "Evaluation of possibilities for reducing the use of pesticides in horticulture" is intended for the analysis made by the Kirsten Jensen Committee on the consequences of a reduction in pesticide use in horticulture production.

The purpose of the project was to carry out an environmental appraisal of pesticide use in horticulture, to identify documented alternative methods of preventing or controlling pests, and to evaluate the consequences of using alternative, non-chemical methods instead of pesticides. Furthermore the purpose was to identify the need for research and to map current public research in Denmark concerning alternative methods.

The final report is a summary of the knowledge documented in detail in four independent reports enclosed as appendix 1-4 to this report. These four reports are the background for an evaluation of the need for research and development regarding alternative methods with the overall aim of reducing the pesticide use. The mapping of the current public research into alternative methods in Denmark was done using a questionnaire sent to the relevant institutions. In identifying the future need for research, the areas were put in order of priority according to where the largest reduction in pesticide use would be expected.

1 Indledning

I pesticidhandlingsplan II (2) af marts 2000 er fastsat en række mål og virkemidler, der skal virke i bestræbelserne på at nedsætte belastningen af miljøet og sundheden. 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.

Bichel-udvalget (1) gennemførte ikke omfattende konsekvensanalyser ved hel eller delvis afvikling af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl på grund af utilstrækkeligt datamateriale. Til eksempel findes kun begrænset information om forbrugsmønstret af pesticider i de forskellige afgrødetyper inden for området.

Bichel-udvalget konstaterede endvidere, at der er behov for at få identificeret områder, hvor evt. afvikling af pesticider vil give særlige problemer samt at fremkomme med forslag til, hvordan problemerne kan løses, fx gennem forskning og videreudvikling. 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. På området ukrudtsbekæmpelse findes der i næsten alle afgrøder potentielle muligheder for mekaniske og andre ikke kemiske løsninger, men igen med betydelige meromkostninger til følge. Derimod findes der endnu ikke alternativer metoder, som fuldt ud kan erstatte kemisk vækstregulering af potteplanter i væksthuse. Og der er kun meget begrænset viden om sortsmaterialets resistens over for skadedyr og sygdomme. Nyere forskningsresultater peger dog på potentielle nye metoder som kan være interessante som alternativ til kemisk vækstregulering. Men der kræves fortsat forskning på området samt vurdering af metodernes anvendelighed under erhvervsmæssig produktion. Bichel-udvalget anbefaler derfor generelt en intensiveret forskning i forbedring og udvikling af alternative og økonomisk konkurrencedygtige metoder i bestræbelserne på at reducere pesticidforbruget inden for gartneri og frugtavl.

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 skadevoldere, 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 frugt, bær og grønsager, mens der på alle områder inden for gartneri og frugtavl, incl. planteskole og produktionen i væksthuse, er gjort status over anvendelsen af pesticider og de igangværende tiltag til og mulighederne for at reducere pesticidforbruget (3).

I alle produkter og produktioner inden for gartneri og frugtavl kommer kvalitet før udbytte. Plante- og produktkvalitet er vigtige salgskriterier i alle sektorerne og med de nuværende fælles regler for salg og markedsføring kan der derfor ikke arbejdes med kompromiser vedrørende kvalitet. Lavere klassificerede produkter vil alt andet lige medføre lavere salgspriser. For de fleste plantearter inden for gartneri og frugtavl gælder præcise regler og bestemmelser for produktkvalitet i form af plantesundhed. Disse regler implementerer EU's plantesundhedsdirektiv samt direktiverne om afsætning af planteformeringsmateriale af prydplanter mv. Danmark er kendt for et højt plantesundhedsniveau, og at dette især har stor betydning inden for omsætningen af småplanter. Et ultimativt kvalitetskrav om total frihed for skadegørere gælder specielt til oversøisk eksport. Kontrolforanstaltningerne er omfattende, og der gøres et stort forebyggende arbejde for at undgå de skadegørere, som omfattes af plantesundhedsdirektivet. En total udfasning af pesticiderne uden alternative metoder vil derfor bevirke store problemer i primærproduktionen og mindre potentiel indtjeningsmulighed i erhvervene.

Men der savnes konkret viden om, hvilke alternative forebyggelses- og bekæmpelsesmetoder der findes, og hvor meget der kan opnås ved alternative metoder og strategier i forhold til pesticider, vækstreguleringsmidler og andre hjælpestoffer. Hvor meget af den kemiske behandling kan fx afløses af alternative metoder, og hvad bliver konsekvenserne af disse både mht. produktion og økonomi. Og hvor meget kan de konventionelle avlere udnytte den viden, der er oparbejdet i økologisk eller integreret dyrkning.

Med det formål:

- at skabe overblik over mulighederne for at reducere pesticidforbruget og eksponeringen af det omgivende miljø fra bedrifter i gartneri og frugtavl
- at vurdere de alternative metoder med hensyn til deres virkning på skadevoldere, plantekvalitet, miljøet, arbejdsmæssigt og økonomisk
- at gennemføre en kortlægning af forsknings- og udviklingsaktiviteter vedrørende metoder til reduceret pesticidanvendelse
- at fremkomme med forslag til ikke-kemisk forebyggelse samt alternative bekæmpelsesmetoder eller foranstaltninger imod betydende skadevoldere og ukrudt samt til kemisk vækstregulering
- at gennemføre en miljøvurdering af pesticidanvendelsen fra gartneri og frugtavl

blev der i 2001-2002 ved Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser gennemført et forskningsprojekt bevilget under Pesticidforskningsprogrammet som nærværende rapport er et resultat af. Nærværende slutrapport bygger i vid udstrækning på den indsamlede viden som er detaljeret beskrevet i de 4 selvstændige rapporter vedlagt som bilag 1-4.

2 Forskningsbehov indenfor gartneri og frugtavl

2.1 Indledning

Produktionen inden for gartneri og frugtavl er kendetegnet ved stor diversitet i arter og sorter. Med det store antal kulturer, der produceres i branchen, er der stor forskel i størrelsen af problemer med forekomst af ukrudt, sygdomme og skadedyr. Tilsvarende er der også stor forskel på mængden af pesticider anvendt til bekæmpelse af de forskellige skadevoldere. Inden for væksthushproduktionen af potteplanter er det yderligere karakteristisk, at der anvendes en række kemiske midler til regulering af plantevæksten.

Vækstreguleringsmidler er ligestillet med midler mod ukrudt, svampe og skadedyr hvad angår lovgivning, godkendelse og anvendelse, og er i det følgende inkluderet i begrebet pesticider.

I konventionel dyrkning af de fleste havebrugskulturer anvendes kemiske bekæmpelsesmidler i større eller mindre grad. Dels fordi skadevolderne medfører forringet kvalitet og mindre udbytte, dels fordi eksport af fx prydblommer kræver, at planterne er fri for en række skadedyr.

Arealerne med frugtavl, frilandsgrønsager, planteskolekulturer samt væksthushkulturer udgør kun ca. 1,0 % af landbrugsarealet, men forbruget af bekæmpelsesmidler udgjorde i perioden 1996 – 1999 mellem 5,4 og 8,0 % af den solgte mængde aktivstof. Der er således tale om en ret intensiv anvendelse i disse kulturer, men det skal bemærkes, at for flere midler er der tale om forholdsvis store mængder aktivstof pr. behandling, sammenlignet med de nyere midler, der anvendes i landbrugsafgrøderne. For flere produktionsområder, bl.a. grønsager og potteplanter er der desuden flere kulturer i løbet af et år på samme areal.

Ved opgørelser af forbruget anvendes begreberne behandlingsindeks og behandlingshyppighed.

Behandlingsindeks (BI) anvendes på bedriftsniveau og defineres som det antal gange en afgrøde er behandlet med normaldosering af det anvendte middel i dyrkningsåret.

Behandlingshyppighed (BH) defineres som det antal gange, en afgrøde kan behandles med normaldosering af et aktivstof i kalenderåret. Den beregnes hvert år for landbrugsafgrøder på baggrund af Miljøstyrelsens årlige opgørelse af pesticidesalget i Danmark. I rapporterne er den mængde aktivstof, der ikke anvendes i landbrugsafgrøder skønsmæssigt fordelt på de enkelte kulturer og behandlingshyppigheden beregnet.

Nuværende videngrundlag

Forskning og udvikling inden for metoder og teknikker til bekæmpelse af ukrudt og planteskadegørere har i mange år været betydelig inden for sektor- og universitetsforskningen. Forskning og udvikling er på det seneste drejet mere i retning af økologisk bæredygtige metoder, der både kan anvendes indenfor det traditionelle og det økologiske produktionssystem.

En del af den viden om potentialet i alternative løsninger stammer fra den igangværende forskning vedrørende økologisk dyrkning og integreret produktion (IP). På begge områder har der været arbejdet med

problemstillinger om samspillet mellem den naturlige fauna og de forskellige skadevoldere, om forebyggende foranstaltninger til imødegåelse af angreb, om sorters resistensegenskaber og om alternative bekæmpelsesmetoder og – teknikker, herunder alternativer til kemisk vækstregulering. Men der savnes konkret viden om, hvilke alternative forebyggelses- og bekæmpelsesmetoder, der findes, og hvor meget der kan opnås ved alternative metoder og strategier i forhold til pesticider.

Forskningsbehov

Ud fra vurdering af mulighederne for substituering af pesticider med alternative metoder og strategier, herunder gennemgangen af den inden- og udenlandske viden på området, som beskrevet i rapporterne Lindhard et al. (2003), Hansen et al. (2003), Andersen et al. (2003) og Henriksen et al. (2003), blev der i fase 2 identificeret behovet for forskning og udviklingsopgaver vedrørende alternative metoder og midler. I vurderingen af den fremtidige forskning og udvikling skal indgå behovet på kort sigt med mulighederne for hurtig implementering i praksis og mulig integrering af metoderne i kommende initiativer til reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl. Forskningsbehovet vurderedes på længere sigt med perspektivering af indsatsområdernes potentiale og medvirken til at mindske afhængigheden af pesticider. I vurderingen af det fremtidige forskningsbehov blev prioriteret områder, hvor der forventedes at kunne opnås størst reduktion i pesticidanvendelsen, og hvor der hurtigst kunne opnås effekter som et resultat af forskning og udvikling.

De skitserede forskningsopgaver skal tage afsæt i de dyrknings- og produktionsrelaterede problemer, men vil også omfatte specifikke opgaver vedrørende miljøpåvirkninger. Der vil for hvert af områderne

- ukrudt
- plantesygdomme
- skadedyr
- vækstregulering
- sprøjteteknik

blive foretaget en gennemgang og beskrivelse af forskningsbehovene fælles for de 4 erhvervsrelaterede områder frugtavl, grønsager, planteskole og væksthuseplanter. Endelig er forhold omkring biologisk bekæmpelse beskrevet i et selvstændigt afsnit.

Som en selvstændig undersøgelse er der foretaget en kortlægning af den igangværende forskningsindsats på området. Undersøgelsen er sket ved udsendelsen af spørgeskemaer vedrørende forskningsindsatsen på området 'reducering af pesticidanvendelsen inden for gartneri og frugtavl' til en række danske forskningsinstitutioner. Resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen er der redegjort for i kapitel 4.

2.2 Forskningsbehov i alternative metoder

2.2.1 Bekæmpelse af ukrudt

Ukrudtsbekæmpelse har stor betydning, fordi ukrudtet konkurrerer med de dyrkede planter om næringsstoffer, vand og lys. Forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt er derfor især vigtigt, indtil kulturplanterne kan klare konkurrencen med ukrudtet. Men selv en mindre konkurrence fra ukrudtet kan have negativ indvirkning på kvalitet og udbytte i kulturplanterne. Desuden besværliggør

ukrudt høst eller optagning af kulturplanterne. Et kvalificeret skøn over behandlingshyppigheden (BH) for herbicider varierer fra 0 i væksthushproduktionen over 0,7-1,4 i planteskoleproduktionen til 1,0-1,9 i frilandsgrønsager. I frugtavl er behandlingsindekset mellem 2,4-3,1 (BI). Udover herbiciderne anvendes allerede forskellige former for mekanisk bekæmpelse og forebyggelse, herunder manuel lugning. Således anvendes ifølge Ørum & Christensen (2001) mellem 600-1100 arbejdstimer pr. ha til at renholde planteskolekulturer med maskiner og håndkraft. I økologiske frilandsgrønsager udgør håndlugning en betragtelig post med op til 400-500 timer/ha (Daugaard et al., 2001).

Ukrudtsforebyggelsen i planteskolerne og frugtavlens besværliggøres af et langvarigt sædskifte, hvor planterne står flere år på samme sted i modsætning til de fleste frilandsgrønsager, der etableres og høstes samme år. I de langvarige sædskifter sker der en etablering af flerårigt ukrudt, som kvik, tidsler og mælkebøtter. Dette rod ukrudt er mere vanskeligt at bekæmpe med alternative metoder end enårigt ukrudt. For at forebygge ukrudt er hindring af frøspredning fra besværlige ukrudtsarter vigtig.

I frilandsgrønsager kan valget af afgrøder i sædskiftet 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. Grønsagssædskifter har næsten altid en overvægt af rækkeafgrøder, og her kan behandlinger mod "besværlige" ukrudtsarter gentages med forskellige metoder og teknikker under væksten.

Valg af dyrkningsmetoderne med afstand mellem kulturplanterne har stor betydning for, hvorvidt mekaniske metoder kan anvendes, og hvilke metoder, der er mest optimale.

I planteskoleproduktionen anvendes i stor udstrækning dyrkning i 4-5 rækkede bede med lille rækkeafstand (25 cm mellem rækkerne). I frilandsgrønsager dyrkes kun deciderede industriaafgrøder som ærter og spinat på lille rækkeafstand svarende til bredsæt. Alternative metoder til ukrudtsbekæmpelse i de små rækkeafstande vil være forskellige fra de store rækkeafstande, hvor mekanisk bekæmpelse er mere anvendelig. De store rækkeafstande på 50 cm og derover anvendes til de fleste frilandsgrønsagsafgrøder. I planteskolerne bruges rækkeafstande på 50 cm og derover på ca. 29 % af arealet. I frugtavl er rækkeafstandene tilsvarende over 50 cm. Mekaniske metoder af forskellig slags anvendes i stor udstrækning mellem rækkerne i disse rækkeafstande. I nogle planteskolekulturer og i frugtavl undgås mekanisk bearbejdning af jorden pga. kulturplanternes højtliggende rødder.

I produktionen af containerplanter og potteplanter på friland dyrkes planterne på containerpladser, hvor ca. halvdelen af arealet er dyrkningsareal, og resten køreveje, gange og læhegn. Ukrudtet har gode betingelser for at etablere sig på disse arealer med rigelig vanding og gødskning. Ukrudt i potten er en kvalitetsforringelse af produktet og bekæmpes derfor kemisk eller manuelt. Afdækning af containerpladsen med plast eller anden ukrudtsdug har i tidligere forsøg vist sig at være en brugbar alternativ metode til kemisk ukrudtsbekæmpelse.

Nuværende viden og forskningsbehov

Varmebehandling af jorden som bånd- eller pletbehandling forud for såning eller udplantning er et andet alternativ, som er under udvikling; Implementering i praksis vil dog bero på en rentabel energipris, og at metoderne har tilstrækkelig kapacitet. Det samme gælder ukrudtsbekæmpelse

ved hjælp af ultraviolet (UV) lys. Metoden menes at kunne give en energibesparelse sammenlignet med gasflammebehandling.

Eliminering af ukrudtsvæksten ved såkaldt "mulching", hvor jorden dækkes helt eller delvist i rækker med sort papir, plastic eller organisk materiale inden udsåning eller udplantning, vurderes at have potentielle muligheder i visse frilandsgrønsager, planteskoleplanter og indenfor frugt og bær produktion. Afdækning af containerpladsen har været undersøgt i et mindre projekt under Direktoratet for Fødevare Erhverv (DFFE) og vurderes at have et potentiale, men økonomiske og ressourcemæssige analyser af afdækningsmetoder mangler indenfor alle 3 erhvervssektorer for at give konsulenterne og avlere et beslutningsgrundlag. Ligeledes mangler økonomiske beregninger vedrørende alternative metoder til bekæmpelse af ukrudt i gange og på køreveje. Og der kræves egnet teknologi til udlægning i forbindelse med udplantning eller -såning på friland.

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 udvalg af alternativer. Den eksisterende viden giver et godt grundlag for 'her og nu' implementering af alternative metoder i udplantede rækkeafgrøder. Teknologier med strigling, radrensning, børsterensning og lignende er udviklet og tilgængelige. Kombineres flere af disse metoder med falsk såbed eller flammebehandling inden udplantning, er det muligt at opnå en relativ høj effektivitet af ukrudtsbekæmpelsen. De alternative metoder anvendes i nogen udstrækning af konventionelle avlere, og i betydeligt omfang af økologiske avlere, der ikke har muligheden for at vælge herbicider til ukrudtsbekæmpelsen. Som det fremgår af de produktionsøkonomiske analyser af mulighederne for reduceret pesticidforbrug (Ørum og Christensen, 2001) og af identifikationen af eventuelle barrierer for implementeringen (N.N., 2001), kan det både være økonomiske årsager og manglende kendskab til metodernes effektivitet, der er årsag til, at disse ikke udnyttes fuldt ud.

Udvikling af mekaniske lugeelementer eller laserskæring af ukrudtet koblet til højteknologisk sensor- eller visionteknik til selektiv detektering af henholdsvis kultur- og ukrudtsplante vurderes at have et potentiale i afgrøder med veldefinerede og præcise planteafstande. Til brug i større vedplantekulturer som læhegnsbeplantninger og frugtplantager er der i dag udviklet flere redskabstyper, som vha. en mekanisk føler er i stand til at renholde træerækken, men endnu ikke fjerne det ukrudt, som gror helt inde ved stammen. Dette ukrudt er potentielt overvintringssted for gnavere. Metoder til fjernelse af ukrudt omkring stammen vil være af stor interesse i frugttræer. Mekanisk ukrudtsbekæmpelse kan skade rødderne og dermed reducere væksten, dette er specielt et problem i afgrøder, hvor rødderne ligger meget overligt i jorden. Metoder til ukrudtsjernelse uden at arbejde i jorden og dermed skade rodvæksten vil være af stor interesse. I økologisk produktion af solbær er der et stort behov for alternativer til mekanisk ukrudtsbekæmpelse (Daugaard et al., 2001).

Et alternativ til mekanisk renholdelse i flerårige kulturer som frugttræer og visse planteskoleplanter kunne være svagt voksende dækafgrøder helt ind i træerækken. Med de hidtil anvendte dækafgrøder anbefales det at de kun vokser i køregangen mellem rækkerne, idet forsøg har vist, at plantevækst helt ind til træerne/buskene giver en kraftig konkurrence med produktionsafgrøden. Udvalgelse af dækafgrøder, der kan anvendes i frugtplantager og planteskoler vil derfor være relevant. Dækafgrøderne skal have et lille vand- og næringsstofforbrug, etableres hurtigt og danne en tæt

blivende bestand, tåle kørsel og slåning, være hårdfør overfor frost og tåle skygge. Metoden ville reducere herbicidforbruget væsentligt.

Forebyggende foranstaltninger ved valg af sædskifte eller ændret dyrkningsteknik, således at afgrødens konkurrenceevne styrkes, kan være med til at mindske behovet for bekæmpelse. Dette er især relevant ved dyrkning af frilandsgrønsager, hvor kulturtiden er så kort, at der ofte er plads til flere kulturer i løbet af et år på samme areal. Et 2-årigt dyrkningssystem med et fikseret sædskifte er for tiden under udvikling. I en kornafgrøde foretages rækkerensning i kornet i striber, hvor der året efter skal dyrkes grønsager. Generelt kan integrerede systemer til ukrudtsbekæmpelse være med til at reducere anvendelsen af herbicider. I produktionsøkonomiske analyser blev båndsprøjtning i smalle bånd over afgrøder kombineret med maskinel rensning imellem rækkerne, vurderet til at være en af de bedste alternativer til ukrudtsbekæmpelse i frilandsgrønsager rent omkostningsmæssigt under forudsætning af, at der er maskiner på markedet til formålet (Ørum & Christensen, 2001).

Forskningsbehov

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Termisk behandling forud for etablering af kulturplanterne
 - Kapacitet og intensitet af stribe- eller fladedamp
 - Tidspunkt for dampning i forhold til etablering af kulturplanter
 - Effekt af dampning på ukrudtsfremspiring, mikroflora og kulturplanter
- Jorddækning ("mulching").
 - Metoder og materialer.
 - Papir, plast, selektive folier, organisk materiale.
 - Hvordan undgås gnaverproblemer.
 - Effekt af dækning på kulturplanter og mikroflora.
- Dækafgrøder ved store rækkeafstande.
 - Valg af dækafgrøde i forhold til konkurrence med kulturplanterne og mere konkurrencedygtige kulturplanter.
 - Etablering i forhold til kulturplanter og ukrudtsforebyggelse.
- Metoder til fjernelse af ukrudt uden at bearbejde jorden og til at selektere ukrudt fra kulturplante.
 - Udvikling af maskinel til selektering af ukrudt fra kulturplante.
 - Laserskæring, UV-lys eller elektrisk bekæmpelse.
- Fikseret sædskifte med korn for frilandsgrønsager.

2.2.2 Bekæmpelse af sygdomme

Det største forbrug af pesticider i gartneri og frugtavl går til bekæmpelse af svampesygdomme, med undtagelse af væksthudproducerede planter, hvor fungicider kun udgør ca. 7% af det totale pesticidforbrug. Fungicidforbruget i frugtplantager lå i perioden 1998-2000 på et behandlingsindeks fra 5,9 i jordbær til 20,6 i æbler (ikke IP). I frilandsgrønsager ligger behandlingshyppigheden på 1,1 til 2,8, i planteskole kulturer på 1,1 til 2,2. Derfor er svampesygdomme det område, som har højest prioritet inden for disse erhvervsområder, og hvor en indsats ville have det største potentiale for at kunne reducere pesticidforbruget. Der findes mange svampesygdomme,

som angriber frugt og bærkulturer. De alvorligste svampesygdomme er æbleskurv og frugttrækræft i kernefrugt, kirsebærbladplet, monilia og bakteriekræft i kirsebær, meldug, skivesvamp, filtrust og gråskimmel i solbær, samt gråskimmel og meldug i jordbær. Smittetrykket stiger typisk jo ældre beplantningen bliver.

Det største forbrug af fungicider i frilandsgrønsager sker ved bekæmpelse af epidemiske sygdomme som fx skimmel- og meldugsvampe, der optræder som skadevoldere i de fleste år. Jordbårne sygdomme i frilandsgrønsager forebygges eller bekæmpes primært ved sædskifte eller andre dyrkningsmæssige foranstaltninger, da 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 velkendt inden for frilandsgrønsagsproduktionen, at der ved dyrkning af samme plantearter på samme mark år efter år opstår stigende problemer med sygdomme. Sandjord er generelt mere følsom over for sædskiftebetingede sygdomme end lerjord. Dyrkningsproblemerne kan i visse tilfælde minimeres ved hjælp af plantebeskyttelsesmidler. Det gælder fx de epidemiske sygdomme, mens andre dyrkningsproblemer kan reduceres i betydning via kalkning, dræning eller anden jordforbedring.

På intensive frø-, prikke- og stikkebede i planteskoler kan der være store problemer med rodsygdomme, som i nogle tilfælde vil være sammenfaldende med problemerne i frilandsgrønsager. Kulturtekniske metoder som udprikling i stedet for direkte såning har et potentiale, som vil afhænge af, om metoden er økonomisk rentabel, og at det samtidig er muligt at bevare plantekvaliteten. Rod- og bladsvampe kan være et problem i containerdyrkingen både i væksthuse og på friland, hvor ikke-optimale betingelser for kulturplanterne, som lave eller høje temperaturer, varierende luft- og vandindhold i dyrkningsmediet kan øge risikoen for svampeangreb.

Frøhøst, -håndtering og -opbevaring af træ og buskfrø udgør et specielt problem, idet frøet høstes under ikke-kontrollerede betingelser ved indsamling af frøet i naturen. Kontakt med jordoverfladen og med smittede frø bevirker, at svampesygdomme på eller i frøet er en kilde til opformering af skadelige svampe.

Rodpatogener som *Pythium* og *Phytophthora* samt bladsvampene gråskimmel og meldug hører til de hyppigst forekommende svampesygdomme under produktion af både væksthusegrønsager og -prydplanter. Desuden er der en række kulturer, der har sine specifikke alvorlige svampesygdomsproblemer. For væksthuseproducerede planter er der desuden det forhold, at der er tale om et lukket miljø, hvor der ofte behandles flere gange i det samme kulturforløb. Dette medfører en større risiko for udvikling af resistens mod pesticidet hvor der ikke findes valgmuligheder mellem midler med forskellige virkningsmekanismer. Biologisk bekæmpelse af svampesygdomme anvendes kun i begrænset omfang i produktion af væksthusegrønsager i dag.

2.2.2.1 Mekaniske og fysiske metoder

Nuværende viden

Der er mange eksempler på, at angreb forebygges ved brug af mekaniske metoder eller kulturteknik: Brug af sundt plantemateriale, reducere smittetryk ved fx findeling af blade, hvor svampen overvintrer, afklippe og fjerne inficeret materiale, aftopning af jordbær, undgå smittespredere i læhegn, målrettede ændringer i arbejdsgang og indretning af væksthuse, varmebehandle frugten inden indlagring og opbevare frugten under specielle

klimaforhold på lager. Nogle af disse metoder er almindelig brugte, andre kræver yderligere forskning.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Termisk behandling af jorden inden anlægning af frø-, prik- og stikkebede til forebyggelse/kontrol af rodpatogener.
- Termisk behandling af frø inden udsåning til sikring af patogenfrit udsåningsmateriale.
- Termisk behandling af udplantningsmateriale for at sikre sundt plantemateriale.
- Videreudvikle teknologi og optimere metoder inden for sprøjteteknik. Med henblik på præcisionssprøjtning og en minimering af restindholdet af pesticider i produktet.

2.2.2.2 Biologisk bekæmpelse

Nuværende viden

Metoderne baseret på brug af specifikke mikrobiologiske midler er i første omgang rettet mod lukkede systemer som væksthuse.

Der er endnu ingen biologiske midler til rådighed til bekæmpelse af sygdomme indenfor de 4 erhvervsområder, hvilket sammen med den manglende dokumentation af effekten under markforhold, udgør den væsentligste forhindring for deres anvendelse. Der er flere produkter på verdensmarkedet, som muligvis kan anvendes, eksempelvis til bekæmpelse af grå monilia under plantageforhold, men der mangler afprøvninger under praksislignende forhold. Det må dog betegnes som tvivlsomt, om brug af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler mod sygdomme vil kunne erstatte kemisk bekæmpelse. Biologisk bekæmpelse skal mere ses som en faktor i en flerstrengt strategi til forebyggelse eller bekæmpelse af sygdomme indenfor gartneri generelt.

Igangværende forskning tyder på at systematisk tilsætning af Mycorrhiza svampe kan styrke udplantede afgrøders etableringsevne i marken og hæmme betydningen af rodpatogene sygdomme. Der er derfor behov for fortsat indsats med videreudvikling og afprøvning af metoden indenfor alle 4 erhvervsområder. Mycorrhiza er en svamp og produkterne skal derfor godkendes på samme måde som de øvrige biologiske midler.

Ifølge litteraturen kan udnyttelsen af naturlige antagonister mod skadelige jordboende sygdomme ske ved manipulation med sædskifte og/eller ved tilførsel af organisk materiale i form af kompost eller grøngødning. Herved kan induceres en sygdomshæmmende virkning. Dokumentationen for effekterne er dog ofte begrænsede, og der er derfor behov for øget forskning vedrørende sædskiftet og afgrøderækkefølgen (herunder grøngødning) muligheder for at mindske forekomsten af de alvorligste rodpatogene sygdomme. Tilsvarende bør mulighederne for via manipulation af dyrkningsmetoder at mindske risikoen for alvorlige angreb af epidemiske sygdomme på de overjordiske plantedele vurderes.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Biologisk bekæmpelse af svampesygdomme på frilandsplanter med produkter til konsum.
- Biologisk bekæmpelse af svampesygdomme i væksthushproduktioner.
- Tilsætning af organisk materiale eller mikrobiologisk midler til frøbede i forebyggelsen af sygdomme forårsaget af rodsvampe i frø- og stiklingebede.
- Fremme af de naturligt forekommende markpopulationer af antagonister i dyrkningssystemer på friland.

- Behandling med specifikke mikrobiologiske midler, afprøvning og optimering af behandlingen.
- Tilsætning af Mycorrhiza svampe til dyrkningsmedier.
- Kompost-tilsætning til spagnum som sygdomshæmmer.

2.2.2.3 Forædling, selektion og vurdering af sorter

Nuværende viden

Under forudsætning af at metoden er tilgængelig, er dyrkning af resistente eller modstandsdygtige sorter den mest enkle metode for avleren at undgå brug af fungicider. Specielt inden for økologisk produktion er brugen af resistente eller modstandsdygtige sorter afgørende for en succesfuld produktion (Daugaard et al., 2001).

Resistensforædling er et område med stort potentiale for pesticidreduktion. Forskning på dette område bør derfor prioriteres, og et samarbejde mellem erhvervsgræne vil være nødvendigt. En af mulighederne for effektivisering af resistensforædlingen ligger i bedre forståelse af de mekanismer, der indgår, så man fx screener for indholdet af forsvarsstoffer (bioaktive stoffer), og dermed reducerer behovet for vanskelige testprocedurer for hver eneste genotype. En række undersøgelser viser, at bioaktive stoffer ofte er involveret, når nogle planter bliver mindre angrebet af sygdomme og skadedyr end andre (Lindhard et al., 2003; Hansen et al., 2003). Dyrkningsmæssige tiltag kan dels påvirke plantens stabile baggrundsniveau af forsvarsstoffer, dels inducere den til at danne særligt store niveauer i en periode. Genetiske forskelle i indholdet af bioaktive stoffer er vigtige for resistensforædling, og bedre forståelse af de bioaktive stoffers rolle kan overkomme en række af de vanskeligheder, der sinker udnyttelsen af resistens. Der findes viden om samspil mellem bestemte skadegørere og enkelte bioaktive stoffer for en række plantearter, men for de fleste havebrugsarter mangler der grundlæggende viden om, i hvor stort omfang bioaktive stoffer kan fungere som tilstrækkelig effektive forsvarsstoffer overfor visse sygdomme og skadedyr, at det kan medvirke til en væsentlig reduktion af pesticidforbruget.

Der er forædlet en del æblesorter, som er eller har været resistente over for æbleskurv. Emnet har høj prioritet på æbleforædlingsinstitutter. Der findes få sorter, som også er resistente overfor æblemeldug. I solbær forædles hen imod resistens for meldug og skivesvamp, og i jordbær har modstandsdygtighed over for gråskimmel og meldug høj prioritet. Der er foretaget en del undersøgelser af frugt- og bærsorters naturlige modstandsdygtighed over for svampesygdomme.

Omlægning til resistente sorter vil reducere pesticidforbruget i frugt og bær dyrkning væsentligt (Ørum & Christensen, 2001).

Der er en meget lille forædling af planteskoleplanter i hele verden med undtagelse af nogle få plantegrupper (især roser, frugt og stauder). Derimod er indsamling af plantemateriale fra naturen og botaniske haver og parker i Danmark eller i tilsvarende klimaområder udbredt især for haveplanterne. Efter indsamlingen skal der ske en selektion, som bliver en langvarig og dermed kostbar proces. Selektion vurderes at have et potentiale i begrænsningen af nogle svampesygdomme i planteskoleplanter til især have, landskab og anlæg. Metoden anvendes i dag (Dafo[®]-systemet), om end det store udbud af arter i planteskoleplanter kan udgøre en økonomisk barriere.

Inden for frilandsgrønsager, hvor der foretages løbende afprøvning af sorter, er der fundet nogen forskel på modtageligheden af svampesygdomme, men ingen handelssorter af grønsager er totalt resistente over for en given skadedyr. 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.

Der er derfor behov for en løbende forskningsindsats med test for resistens blandt kendte sorter eller blandt de naturligt voksende vilde slægtninge til de dyrkede arter. Samarbejdet mellem forædlere, genbanker og forskere i såkaldte præ-forædlingsprojekter med formålet at screene, teste og vurdere plantegenetiske ressourcer for deres resistensegenskaber bør prioriteres.

Erfaringer fra danske væksthushavener viser, at der ofte er forskel i forskellige sorters følsomhed overfor sygdomme. Derfor vil en simpel screening af de nu dyrkede sorter højst sandsynligt kunne tilvejebringe information om resistensniveauer i sortsmaterialet og give forædlerne et vigtigt redskab i det fortsatte forædlingsarbejde. Vælges der konsekvent sorter med mest mulig resistens mod sygdomme, vil der umiddelbart kunne registreres et fald i pesticidforbrug og en effektivisering af biologisk bekæmpelse i væksthushavenerne.

Et vigtigt element er, at plantehandlere, projekterende landskabsarkitekter og plantebrugere generelt bliver bedre informeret om at bruge de sunde sorter, der allerede er på markedet. Dele af planteskoleproducenterne har valgt ikke at producere visse mere modtagelige sorter, hvorfor en oplysningskampagne til forbrugere og brugere af planter bør understøtte disse initiativer, så importen af sådanne sorter ikke intensiveres i stedet.

I Økologirapporten (Daugaard et al., 2001) fremhæves det, at der mangler sorter, der kan bruges til økologisk dyrkning, og at forskning omkring modstandsdygtighed overfor plantesygdomme vil kunne bidrage til at opnå et bredere sortiment, der egner sig til økologisk dyrkning.

Den væsentligste barriere for brug af resistente sorter i produktionen er et for lille udvalg af sorter med en god resistens (N.N. et al., 2001). Desuden er det vigtigt at sikre sig, at der ikke kommer for høje niveauer af naturlige forsvarsstoffer fx i spiselige dele af planterne, hvor de kan give dårlig smag eller skade menneskers helbred.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Screening og forædling mod sygdomsresistente sorter.
- Forskning i resistensmekanismer, herunder identificere naturlige forsvarsstoffer og deres betydning for plantens resistens, undersøge hvorledes dyrkningstiltag og selektion for resistens påvirker indholdet af de bioaktive stoffer, og optimere brugen af disse dyrkningstiltag og selektion for resistens.

2.2.2.4 Beslutningsstøtte, prognose/varsling

Nuværende viden

Ved varsling for en given sygdom beregnes den hidtidige sygdomsudvikling på grundlag af kendskab til skadevolderens epidemiologi samt meteorologiske data, først og fremmest luft- og bladfugtighed samt 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.

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/varslingssystemer kan bedst udnyttes af avlere, når der findes kurative fungicider til rådighed. I rapporterne i bilag 1-4 findes oversigter over pesticider som er til

rådighed indenfor de 4 erhvervsområder. 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.

Prognose/varslingssystemer til bedre timing og udnyttelse af de udsprøjtede pesticider er et område, som der har været arbejdet meget med indenfor frugtavl.

Prognose/varsling har derimod ikke været anvendt indenfor planteskolekulturer, primært pga. det store antal kulturer i kombination med et relativt begrænset areal. Varslingsprogrammer fra frugtavl kan tilpasses til brug i planteskolerne for visse alvorlige bladsvampe evt. efter et udviklingsarbejde. Barriererapporten (N.N. et al., 2001) fremhæver, at producenter mangler pålidelige varslingssystemer for mange svampe, der ikke specificeres nærmere. En del af problemerne med bladsvampe er sammenfaldende mellem frugt- og bærproduktion og produktion af planteskoleplanter, hvorfor der kan være mulighed for samarbejde indenfor varsling og beslutningsstøttesystemer.

Inden for frilandsgrønsager udbydes en række prognose/varslings modeller i udlandet i bestræbelserne på at mindske brugen af pesticider og at blive mere målrettet i bekæmpelsesstrategierne for epidemiske svampesygdomme. 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 med 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 i udlandet. Der anvendes endnu ikke systematiske modeller for prognose/varsling i dansk grønsagsproduktion. Der er derfor behov for intensiveret dansk forskning vedrørende pålidelige prognose/varsling systemer til frilandsproduktion. Indsatsen bør målrettes til samarbejde med udenlandske eksperter at teste og implementere allerede udviklede systemer under danske forhold, herunder evt. nødvendige justeringer og tilpasninger til danske klima- og planteforhold. Ofte udvikles prognose/varslingssystemer af kommercielle firmaer og dermed er adgangen til programmerne underlagt kommercielle betingelser.

Selv om der er mulighed for at registrere og styre væksthushklimaet, er de muligheder, der anvendes til prognose/varsling af sygdomme på friland, ikke anvendt i væksthuse. Udvikling og implementering af beslutningsstøttesystemer i væksthuse til danske forhold vil bedre mulighederne for alternativ bekæmpelse af sygdomme og skadedyr. Processen er tidskrævende, men simple statiske systemer kan udvikles indenfor en periode på relativt få år. Mere komplekse statiske systemer, samt dynamiske beslutningsstøttesystemer som er anvendelige i en række kulturer, kræver derimod en større indsats. Der mangler endnu i høj grad essentiel viden og erfaring på en række områder. Den væsentligste barrierer for nedsættelse af pesticidforbruget ved brug af varslingssystemer er manglende kendskab til metoden og dens potentiale (N.N. et al., 2001).

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Afprøvning af udenlandske eksisterende varslingssystemer under danske forhold.
- Varslingsprogrammer fra frugtavl transformeres til brug i de øvrige erhvervsområder, hvor det er relevant.

2.2.2.5

Kulturteknik, klimastyring og planteernæring

Nuværende viden

Der er kun ganske lidt viden om potentialet for at forebygge svampesygdomme ved brug af viden om kontrol og timing af plantevækst ved brug af grundstammer, gødning, plantesystemer og træformning. Der kræves grundige studier af metoderne i flere kulturer og potentialet for forebyggelse af de vigtigste svampesygdomme. Specielt inden for økologisk produktion er dette emne meget vigtigt, idet der oftest ikke bruges plantebeskyttelsesmidler i produktion (Daugaard et al., 2001).

Bladgødskning til forebyggelse af bl.a. meldug er under udvikling i andre lande, hvor en afprøvning i Danmark med de formuleringer, der er på markedet, kan være en mulighed.

Der er behov for at videreudvikle det økologiske dyrkningssystem, herunder at forbedre sædskiftet, specielt i frilandsgrønsagsdyrkning for at øge kendskabet til, hvordan de enkelte afgrøder påvirker en efterfølgende afgrøde, med sigte på at reducere forekomsten eller spredningen af vigtige sygdomme eller fremme deres naturlige fjender (Daugaard et al., 2001).

Mange observationer viser, at planteernæringen har betydning for udviklingen af sygdomsangreb i forskellige plantearter, fx for æbleskurv og cavity spot i gulerødder. Som regel fokuseres på indirekte effekter, fx at mindre gødning giver en mere åben vækst, og dermed dårligere forhold for spiring af svampesporer. Men ernæringen kan også have direkte effekt på styrken af plantens naturlige resistens, fx dannelsen af forsvarsstoffer, dette kendes mest fra vilde planter, men er endnu kun lidt udforsket og udnyttet blandt dyrkede arter.

En stor del af de sygdomsproblemer, som opstår i væksthuse, skyldes problemer med kondens og fugt i væksthuse og en bedre klimastyring vil kunne reducere fungicidforbruget, men til gengæld med risiko for øget energiforbrug.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Grundige undersøgelser af potentialet for forebyggelse af svampesygdomme ved brug af viden om vækst, gødning timing og plantetæthed.
- Bladgødskning til forebyggelse af meldug på vedagtige planter.
- Udprøvelse i stedet for såning.
- Sædskifte og afgrøderækkefølge (grøngødning) i relation til forekomst af rodpatogener i frilandsafgrøder.
- Forskning i effekt af dyrkningsforhold på plantens naturlige resistensmekanismer indenfor alle 4 erhvervssektorer.

2.2.3 Bekæmpelse af skadedyr

Nuværende viden

Bekæmpelse af skadedyr sker dels for at undgå udbyttetab og kvalitetsforringelse, dels fordi det af æstetiske eller handelsmæssige årsager ikke accepteres, at der forekommer insekter på produkterne. Således er der 0-tolerance for en række skadedyr.

De senere år har der været stigende problemer med skadedyr, dels på grund af reduktionen i godkendte midler, dels fordi der med den stigende internationale handel med plantemateriale af og til indslæbes nye arter af skadedyr.

Insekticidforbruget i frugtplantager i perioden 1996 – 1999 svarede til en behandlingshyppighed på 0,9 – 1,9. I frilandsgrønsager og

planteskoleproduktionen lå behandlingshyppigheden i samme periode på henholdsvis 1,1 – 3,0 og 0,9 – 1,4. Disse tal dækker over ret store variationer mellem de enkelte produktioner. I væksthuskulturer giver det mindre mening at tale om en behandlingshyppighed, fordi behandlingerne oftest udføres som pletbehandlinger og med varierende doseringer. Behandlingshyppigheden varierer fra meget lidt i tomat og agurk til ret meget i prydplanter, hvor den samtidig afhænger meget af art, produktionstid, årstid mm.

Det første skridt til at forebygge angreb af skadedyr er at bruge sundt plantemateriale. Hvis der startes med inficeret plantemateriale, vil dette oftest skabe tidligere og større problemer i løbet af kulturtiden. Der er udarbejdet regler og strategier for produktion af sundt plantemateriale. Mange skadedyr spredes over relativt korte afstande, hvorfor enkelte foranstaltninger vil kunne begrænse eller forhindre angreb af disse. Når der tales om insektresistens hos planter, er der sjældent tale om "on/off" fænomener. Som regel er resistensen delvis. Det kan komme til udtryk ved, at de pågældende skadedyr af adfærdsmæssige årsager vælger en anden værtsplante (art eller sort), fordi planten er umuligt at kolonisere, at lægge æg i, virker repellerende osv. Det kan også komme til udtryk som fysiologiske årsager, hvor skadedyrene ikke trives så godt på planten, og derfor ikke gør den store skade. Næsten alle skadedyr har naturlige fjender, men i mange tilfælde er sammenhængene dårligt beskrevet eller ukendte. Det er imidlertid nødvendigt, at man kender skadedyrenes naturlige fjender såvel som deres betydning for at kunne tilpasse dyrkningssystemer, så de bliver optimale i forhold til en udnyttelse af de naturlige fjender.

I de sidste ca. 20 år har man forsøgt at reducere insekticidforbruget ved mere og mere at gå over til en såkaldt behovsbekæmpelse, dvs. kun at bekæmpe når der er sandsynlighed for, at den økonomiske skadetærskel overskrides.

Forskningsbehov

Mekaniske og fysiske metoder

Brug af sundt plantemateriale er en meget vigtig og fuldt implementeret metode for at undgå skadevoldere, som følger med plantematerialet. Det er dog ikke alle skadevoldere, som kan forebygges på denne måde. Metoder til yderligere at sikre sundt plantemateriale bør altid have høj prioritet. Ved anvendelse af nyttedyr i prydplanter opnås der sjældent fuldstændig bekæmpelse, ligesom nyttedyrene efterfølgende oftest vil være tilstede på planterne. Derfor er der behov for en supplerende metode, der kan nedbringe skadevolderbestande og slutteligt fjerne uønsket dyreliv, og som er behæftet med en minimal miljøbelastning. En sådan metode kunne tænkes at være behandling af salgsfærdige planter med forskellige gasarter i lukkede beholdere, fx CO₂. For at metoden kan bruges kræves udvikling af metoder, der ikke forringer planternes kvalitet og holdbarhed eller påvirker væksten efterfølgende hos forbrugeren.

I rapporten "Produktionsøkonomiske analyser" (Ørum og Christensen, 2001) konkluderes, at de bedste muligheder for at reducere pesticidforbruget i rækkesæede afgrøder er ved båndsprøjtning, men da det forudsætter, at skadedyrene er immobile, vil ingen af de aktuelle skadedyr kunne bekæmpes med båndsprøjtning. Ifølge "Barrieregruppens" rapport (N.N. et al., 2001) er metoden kun egnet til stationære insekter, og metoden er tillige mere tidskrævende end bredsprøjtning. Disse forhold indikerer behovet for videreudvikling af metode og teknologi.

Igangværende forskning har vist, at dækning med passende tæt insektnet kan holde angreb af flyvende insekter ude i kål- og gulerodsmarker. Netdækning igennem længere tid giver imidlertid nye vækstmæssige problemer på grund af

ændret mikroklima og plantevækst. Der er således behov for videreudvikling af metoden til praktiske forhold og at afprøve og demonstrere metoden i storskala.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Varmtvandsbehandling eller lignende metoder til at sikre sundt plantemateriale.
- Mekanisk fjernelse af plantemateriale hvor skadedyrene overvintrer/lever.
- Mekanisk bekæmpelse af stadier, der lever i jorden.
- Anvendelse af forvirringsteknik vha. pheromoner.
- Båndsprøjtning og anvendelse af sensorteknik.
- Udvikling af teknologi til insektbekæmpelse vha. miljøvenlige gasser.
- Dækning med insektnet.

2.2.3.1 Biologisk bekæmpelse

Det er et gennemgående træk i delrapporterne vedrørende frugt og bær, planteskoler, frilandsgroensager samt væksthuskulturer at biologiske midler fremhæves som alternativer, der kan reducere eller erstatte brugen af kemiske bekæmpelsesmidler mod svampesygdomme og skadedyr. I spørgeskemaundersøgelsen vedrørende forskningsaktiviteter bekræftes det at en væsentlig del af forskningsaktiviteterne er rettet mod biologisk bekæmpelse (kap. 4).

Ved biologiske midler skal der skelnes mellem "makrobiologiske" og mikrobiologiske midler.

Mikrobiologiske midler er defineret som vira, viroider, bakterier, svampe, protozoer og mykoplasma.

"Makrobiologiske" midler, der omfatter brugen af snyltehvepse, prædatorer og insektpatogene nematoder er derimod ikke underlagt nogen form for regulering i Danmark.

For både mikrobiologiske midler og naturstoffer gælder at de er underlagt direktivet om markedsføring af plantebeskyttelsesmidler, direktiv 91/414/EØF hvilket principielt vil sige de samme lovmæssige krav som kemiske midler med hensyn til godkendelse og anvendelse.

Mikrobiologiske midler

Fra forskningsverdenen kendes der en lang række mikrobiologiske organismer, der under laboratorieforhold er i stand til at forhindre eller bekæmpe angreb af patogene svampe og skadedyr, enten ved direkte bekæmpelse eller ved konkurrence om plads, næring m.v.

Der anvendes i dag en række mikrobiologiske produkter i Danmark. Et fælles træk er at de alle indeholder organismer, der var markedsført inden Direktiv 91/414 blev indført i Danmark og derfor i henhold en overgangsordning forsat må anvendes såfremt producenten har indsendt en ansøgning om godkendelse af produktet. Indtil der er truffet en afgørelse for denne, må produktet sælges og anvendes. Indtil videre er der ikke truffet nogen afgørelse om godkendelse af mikrobiologiske midler i Danmark.

De nuværende markedsførte produktet omfatter:

Mikrobiologiske insektmidler: *Bacillus thuringiensis*, *Verticillium lecanii* og *Beauveria bassiana*. Desuden må der sælges *Agrotis segetum* granulosis virus, men produktet produceres ikke.

Mikrobiologiske svampemidler: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum*, *Streptomyces griseovirides* og *Phlebiopsis gigantea*.

Anvendelsen sker langt overvejende under kontrollerbare forhold hvilket vil sige i væksthuse. Undtagelsen er *Phlebiopsis gigantea*, der anvendes i skovbruget.

Dokumentationsgrundlaget for insektmidlerne er generelt ret godt og i praksis er der gode erfaringer med virkningen. Anvendelsen af mikrobiologiske insektmidler adskiller sig fundamentalt fra anvendelse af mikrobiologiske svampemidler ved at de anvendes kurativt, dvs. når et skadedyrsproblem er registreret og effekten af behandlingen er således let målbar for brugeren. Derimod er dokumentationsmaterialet for svampemidlerne yderst sparsomt, og de kendte midler skal anvendes forebyggende. For at råde bod herpå er der udført en række officielle danske forsøg under kontrollerede forhold i praksis, men det har her vist sig vanskeligt at eftervise de effekter, som produkterne ifølge producenternes anbefalinger skulle give (Hansen et al., 2003). Fra praksis er der forskellige opfattelser af nytteeffekten. Nogle avlere anvender mikrobiologiske midler konsekvent og mener at have en positiv virkning, der dog ikke er kontrollerbar i form af sammenlignelige reference, mens andre avlere ikke har været tilfreds med resultaterne, ofte når produkterne er anvendt i situationer med større problemer med skadevolderen (N.N., 2001).

De nuværende mikrobiologiske midler anvendes stort set kun i væksthuse, anvendelse på friland er meget begrænset i Danmark. Der er i litteraturen beskrevet helbredsmæssige effekter ved indånding af mikroorganismer og der er iværksat undersøgelser af problemets omfang og de helbredsmæssige effekter (Bælum et. al. 2001).

Da mikrobiologiske produkter er levende organismer og dermed i princippet må betragtes som "en kultur i kulturen", er grundigt kendskab til organismens specifikke krav til klimaforhold af afgørende betydning – temperatur, fugtighedsforhold, lys/mørke, pH m.v. – og viden om disses forenelighed med kulturens krav til samme. For de mikrobiologiske produkter, der anvendes i dag, er videngrundlaget m.h.t. optimale anvendelsesforhold meget mangelfuldt.

En anden vigtig barriere for øget anvendelse af mikrobiologiske midler er markedsøkonomisk. Da de allerfleste mikrobiologiske midler er meget specifikke m.h.t. virkningsspektrum, er det potentielle marked begrænset. Omkostninger til at udarbejde den krævede dokumentation for toksikologiske egenskaber samt dokumentation af biologiske effekt vil være af en størrelsesorden, hvor det for producenten vil være tvivlsomt om udvikling og markedsføring er rentabelt. Dette forstærkes af at det for naturligt forekommende organismer oftest ikke er muligt for producenten at opnå beskyttelse i form af patenter mv. og dermed sikre et grundlag for indtjening til dækning af udviklingsomkostninger.

En simplificering af godkendelsesproceduren for mikrobiologiske produkter vil øge sandsynligheden for at der bringes flere produktet på markedet. En ændring af de nuværende regler vil kræve en ændring af EU-direktivet.

Forskningsbehov for mikrobiologiske midler:

- Grundlæggende viden om organismernes krav til det ydre miljø ved anvendelse under praksislignende dyrkningsforhold.
- Viden om hvorledes disse krav forenes med kulturens krav til vækstbetingelser.

- Samspelet mellem den tilførte nytteorganisme og naturligt forekommende mikroorganismer i vækstmediet m.v.
- Identifikation af potentielle nye organismer med hensyn til effektivitet, anvendelsesområde mv.
- Integreret anvendelse sammen med pesticider.

Makrobiologiske midler

Der er i dag markedsført et stort antal snyltehvepse og prædatorer, og de anvendes almindeligt og med gode resultater i væksthustomat og -agurk og i nogen grad i pryddplanter i væksthuse. Derimod anvendes de ikke i væksthushproduktion af salat og champignon.

Anvendelsen på friland er yderst begrænset, dels fordi der ikke er udviklet egnede arter dels fordi det vil være urealistisk dyrt, fordi de fleste af dyrene forsvinder fra udsætningsstedet.

Barrieren for øget anvendelse i pryddplanter er dels at de sælges på visuelle kriterier, dels at der ved salg til de fleste markeder kræves planter, som er fri for såvel skade- som nyttedyr.

For pryddplanter er der store muligheder for øget anvendelse såfremt der kan udvikles sikre systemer, med sikker effekt og minimal risiko for skader på kulturerne.

Også for makrobiologiske produkter er det et problem for firmaerne, at det ikke er nogen form for beskyttelse af "produktet" således at udviklingsomkostninger kan dækkes.

Forskningsbehov for makrobiologiske midler:

- Identifikation af nye arter til anvendelse i kulturer, hvor der i dag ikke er nyttedyr.
- Øget viden om samspelet mellem kulturen og nyttedyrene mht. til optimale forhold.
- Øget viden om samspelet mellem nyttedyrene ved multipel anvendelse.
- Integreret anvendelse sammen med pesticider.

2.2.3.2 Forædling, selektion og vurdering af sorter

Der findes sorter med mindre modtagelighed over for diverse skadedyr.

Planterne er mindre attraktive for skadevoldere, der måske ikke trives så godt på sorten, eller sorten besidder en tolerance over for skadevolderen. En mere grundlæggende undersøgelse af disse forhold vil være af interesse for fremtidig forædling og udnyttelse af eventuelle metoder i dyrkningspraksis. Resistensen mod skadedyr er almindeligvis kun over for et enkelt skadedyr. Multiresistens mod flere skadedyr eller for både sygdomme og skadedyr samtidig, er ikke beskrevet eller dokumenteret. En given resistens eller mindre modtagelighed over for fx bladlus er ikke nogen sikkerhed for sortens anvendelse i større omfang, såfremt sorten fx 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.

En væsentlig barriere for udvikling af nye sorter med insektresistens for "danske skadedyr" er, at der kun i begrænset omfang foregår forædling i Danmark.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Basisforskning i værtplanteresistens.
- Præforædling med screening for resistens blandt plantegenetiske ressourcer.

2.2.3.3 *Beslutningsstøtte, prognose/varsling*

Ved dyrkning efter IP-reglerne indenfor spiselige afgrøder er det et krav, at bekæmpelse af skadedyr sker efter behovskriteriet, evt. ved anvendelse af skadetærskler. De fleste skadetærskler, der bruges under danske forhold, er udviklet i andre lande, men der er behov for at validere disse under danske forhold.

Til at registrere forekomst af en række skadedyr, både på friland og i væksthuse, anvendes limplader til at erkende forekomsten og at forbedre timingen af en kemisk bekæmpelse.

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 mange klimatiske parametre, hvilket kan være en begrænsende faktor for den praktiske anvendelse. Simple modeller er sædvanligvis baseret på sammenhængen mellem insektudvikling og temperaturenheder som graddage og mere anvendelige i praksis. Et 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. En forudsætning for anvendelse af varslingsmodeller og skadetærskler er, at gartneren er i stand til at identificere den aktuelle skadevolder, hvorfor efteruddannelse i diagnosticering vil være nødvendigt.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Fastlæggelse af kritiske skadetærskler for betydende skadedyr.
- Udvikling af prognosesystemer for betydende skadedyr.
- Videreudvikling af nuværende database indeholdende sortsinformationer, simple vækstmodeller, dyrkningsvejledninger og godkendte pesticider.

2.2.3.4 *Kulturteknik, klimastyring og plantenæring*

Det er ikke klarlagt, om det er muligt at optimere sædskifteeffekter i relation til angreb af skadedyr inden for de eksisterende driftsformer. Der er således behov for fortsat forskning vedrørende sædskiftet og dyrkningsforholdenes betydning for udvikling og regulering af skadedyrenes forekomst.

Manipulering med afgrødevalget i form af grønafgrøder som mellemafgrøder, samdyrkning eller undersåning i hovedkulturen og fangplanter omkring hovedkulturen er metoder som trænger til yderligere dokumentation af virkningsgrad og demonstration i praksis af dyrkningsmetodikken.

Brug af insekticider og acaricider, som er skånsomme over for nyttedyr og derfor ikke skader den naturlige balance bruges i IP-dyrkning. For at dette system virker, er det nødvendigt at have viden om alle insekticidernes sideeffekter overfor nyttedyr.

Under kontrollerede forhold er klimastyring en potentiel mulighed for at hæmme livsbetingelserne for skadedyr indenfor de rammer, som kulturens krav stiller. Anvendelse i praksis kræver basal viden om disse parametre.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Undersøgelser af, hvilken gødningsstrategi, som er den mest hensigtsmæssige for at forebygge skadevoldere.
- Undersøgelser af insekticiders sideeffekter på aktuelle nyttedyr.
- Undersøgelse af potentialet af samdyrkning med henblik på opformering af nyttedyr eller som fangplanter for skadedyr.
- Undersøgelser af muligheder for at reducere opformering og skader af skadedyr ved sædskifteforanstaltninger.

2.2.4 Vækstregulering

Indenfor erhvervssektorerne frugt og bær, frilandsgrønsager, planteskoleplanter, og væksthushavende planter anvendes pesticider til vækstregulering i dag hovedsageligt til væksthushavende pryddplanter. Kemisk vækstregulering er kun benyttet i ringe omfang i frugtavlen. Til spirehæmning under lagring af kepaløg kan midlet maleinhydrazid (handelsnavn Antergon) anvendes på dispensation. Restriktioner i brug af kemiske vækstreguleringsmidler til spiselige afgrøder har forstærket behovet for forskning og udvikling af alternative, ikke-kemiske metoder til vækstregulering i de spiselige afgrøder, hvor der er behov for vækstregulering. Til produktion af væksthushavende pryddplanter er der en række kemiske vækstreguleringsmidler til rådighed (se Tabel 6 i Hansen et al., 2003).

Nuværende viden og forskningsbehov

Væksthushavende pryddplanter

Hovedparten af den mængde pesticider, som anvendes til væksthushavende produktion af pryddplanter, er kemiske vækstreguleringsmidler (Tabel 1 i Hansen et al., 2003). Ved produktion af mange pryddplantearter og -sorter i væksthushavende er kemisk vækstregulering i dag en betydende faktor for at opnå den ønskede planteform. Igangværende forskning peger på, at der er flere ikke-kemiske metoder med et stort potentiale og som med en yderligere forskningsindsats med tiden kan tages i anvendelse og medvirke til at reducere brugen af kemiske vækstreguleringsmidler. På trods af at der de seneste år har været en stigende interesse for at forske i alternative metoder til vækstregulering, er forskning i alternative, ikke-kemiske metoder til vækstregulering af pryddplanter kun i meget begrænset omfang medtaget i nuværende forskningsprogrammer (se kap. 4 i nærværende rapport). Alternative metoder til kemisk vækstregulering forventes ikke helt at kunne erstatte brugen af vækstreguleringsmidler (N.N. og Ørum & Christensen, 2001), men i en række kulturer forventes brugen af kemiske vækstreguleringsmidler at kunne reduceres væsentligt, og i nogle kulturer helt undgås ved anvendelse af passende alternative metoder.

Forædling af kompakte pryddplantesorter foregår allerede i en vis grad, hovedsageligt hos producenter. Det er lykkedes planteforædlere at identificere og forstå årsagen til mutationen, som giver dværgvækst hos planter, og gør dermed gensplejsning til en oplagt metode til fremavl af planter med den ønskede vækstform. Forædling af sorter med reduceret eller ingen behov for kemisk vækstregulering er et indsatsområde, som anbefales at opprioritere, så det får et kontinuerligt forløb. Kortlægning af igangværende forskning vedrørende metoder til reduceret pesticidforbrug viser imidlertid, at der hverken i 2001 eller i 2002 var afsat forskningsmidler til dette område jf. kap. 4.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Undersøge om der kan opnås additive effekter ved at kombinere forskellige alternative metoder til vækstregulering som reduceret gødning, tørkestress, mekanisk vækstregulering og dynamisk klima (temperatur).
- Videreudvikling af metoder til bestemmelse af fx hvor kraftig, hvor længe og på hvilket udviklingstrin forskellige plantearter skal udsættes for fx tørkestress, mekanisk stress, reduceret gødning eller dynamisk klima.
- Videreudvikling af måle- og styringsredskaber til at vurdere planters behov for vanding, teknologisk videreudvikling af metoder til mekanisk vækstregulering.
- Forædling mod kompakte sorter med reduceret vækstreguleringsbehov.

Væksthusgrønsager

Der anvendes ingen kemisk vækstregulering i produktionen af danske væksthushgrønsager (Hansen et al., 2003), bortset fra ethephon (Cerone), som må anvendes til modning og dermed farvedannelse i tomater ved afslutning af en kultur. Anvendelsen er dog begrænset.

Frilandsgrønsager

Udover brug af Antergon til kepaløg anvendes der ikke pesticider til vækstregulering af frilandsgrønsager (Henriksen et al., 2003). I produktion af enårige grønsagsarter og –sorter, hvor blomsterdannelse/stokdannelse kan være et problem, vækstreguleres småplanterne under tiltrækningen i væksthush ved temperatur- og daglængdebehandlinger.

Når løgavlerne anvender Antergon lige før høst af spiseløg, er det for at forhindre spiring under opbevaring eller efter klargøring til salg. Uden behandling med Antergon vil kepaløg naturligt begynde at spire under lagringsperioden fra februar til juni. Eftersom spiseløg med synlige spirer ikke kan sælges til forbrugerne, er vækstregulering inden høst af løgene nødvendig. Under foranledning af Miljøstyrelsen blev der i perioden 1997-1999 forsket i muligheder for at anvende ændrede dyrkningsteknikker som alternativ til kemisk vækstregulering af løg. Undersøgelsen viste, at ved at reducere kvælstoftilgængeligheden eller ved kontrolleret udtørring i de sidste par uger før høst, kan spiringen af kepaløg under langtidslagring reduceres. Tidlig høst af løgene har ligeledes vist sig at reducere spiringen på lager. For at undgå kemisk vækstregulering af spiselige afgrøder samt for at afhjælpe problemer i en økologisk produktion af kepaløg, er der behov for yderligere undersøgelser af om reduceret vand og gødning eller kombinationer af disse dyrkningstekniske tiltag kan erstatte kemisk vækstregulering af kepaløg. Der findes sorter af kepaløg med mindre spiringstendens. Spiringproblemet kan således reduceres noget ved at vælge sorter med reduceret spiringstendens.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Videreudvikling af dyrkningstekniske metoder som reduceret vand og gødskning som alternativ til kemisk vækstregulering i kepaløg.
- Forædling mod sorter med reduceret spiringstendens på lager.

Frugt og bær

Indtil 2001 har det kemiske vækstreguleringsmiddel chlormequat været brugt til at begrænse skudvæksten og øge knopsætningen i pæredyrkningen, men der er ikke længere godkendt noget produkt til det formål i kernefrugt. Men der er stadig behov for metoder til at reducere væksten i pærer. I øjeblikket

forskes der i brugen af grundstammer, rodbeskæring og rodbegrænsning til væksthæmning (Lindhard et al., 2003). Midlet Pomoxon (alphanaphtyleddikesyre) er godkendt til brug i kernefrugt og anvendes primært til udtynding under blomstring i æbleproduktion og er ligeledes tilladt at anvende mod frugtfald 10-20 dage før høst. Cerone (ethephon) må anvendes til frugtløsning i surkirsebærproduktionen, men ifølge Lindhard et al. (2003) blev det ikke anvendt i perioden 1996-1999 (nyere tal mangler).

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Undersøgelse af timing for rodbeskæring og forskellige rodbeskæringsmetoder i kombination med forskellige vandings- og gødningsstrategier.
- Undersøge potentialet af metoderne til ikke-kemisk vækstregulering i væksthuse (fx reduceret fosfor tilgængelighed) kan bruges på friland i flerårige afgrøder.
- Udvikling af alternativer til frugtudtynding.

Planteskoleplanter

Der anvendes ikke kemisk vækstregulering i produktionen af planteskoleplanter (Andersen et al., 2003).

2.2.5 Øvrige kemiske midler

Af øvrige kemiske midler, som anvendes i forbindelse med væksthuseproduktion, kan nævnes forskellige hjælpestoffer i form af spredemidler, desinfektionsmidler m.v. samt holdbarhedsmidler. Spredemidler og desinfektionsmidler er ikke underlagt bekæmpelsesmiddelovgivningen, og anvendelsen er således ikke reguleret. Omfanget af anvendelsen af desinfektionsmidler i væksthuse kendes ikke p.t. Aktuelle alternative metoder til desinfektion er forbundet med forskellige ulemper (Hansen et al., 2003).

Forhandlere og forbrugere af pryddplanter stiller store krav til planternes holdbarhed. I nogle potteplante kulturer behandles blomsterne med det kemiske holdbarhedsmiddel Argylene (natriumsølvthiosulfat), som p.t. er det eneste godkendte holdbarhedsmiddel til pryddplanter og er reguleret af bekæmpelseslovgivningen. Af potentielle, ikke-kemiske metoder til forbedring af planternes holdbarhed har hærkning af planter under produktionen vha. reduceret tilgængelighed af vand- og næringsstoffer (især fosfor og kvælstof) vist lovende resultater.

Forskning, udvikling, teknologiudvikling og afprøvning

- Videreudvikling af metoder til hærkning af planterne og at regulere den negative virkning af ethylen, således at planternes holdbarhed forbedres uden brug af kemisk holdbarhedsmiddel.

2.3 Forskningsbehov i sprøjteteknik

Til at udbringe pesticider anvendes flere forskellige systemer, men et fællestræk er, at sprøjtevæsken bringes på dråbeform, der fordeles ved hjælp af en luftstrøm.

For at minimere miljøbelastningen er det vigtigt, at så stor en del af den udsprøjtede mængde rammer og forbliver på de ønskede målplanter. Afdrift, der lander andre steder, medfører en unødvendig miljøbelastning og ønskes derfor så lille som muligt. Desuden er det af økonomiske årsager ønskværdigt,

at så stor en del af sprøjtevæsken som muligt rammer målorganismen. Samtidig ønskes en så jævn fordeling på plantens overflade som muligt, da de fleste midler har kontaktvirkning, hvilket vil sige, at de forbliver stort set, hvor de afsættes på planten. Endelig ønskes en ensartet fordeling for at undgå et eventuelt restindhold i spiselige afgrøder på grund af overdosering på visse dele af planten (Rabølle og Lauridsen, 2001).

Det største behov for udvikling og øget anvendelse af afdriftsminimerende udstyr findes i frugtavl, hvor der i dag anvendes sprøjtetyper, som er langt mere udsat for afdrift end almindelige hydrauliske sprøjter. Tunnelsprøjten, der opsamler og recirkulerer den sprøjtevæske, der ikke rammer træet, er udviklet, det samme gælder teknikker til afskærmning, men et fællestræk er, at disse er teknisk komplicerede og derfor meget besværlige og dyre i anvendelse. Vi er således ikke enige med Ørum og Christensen (2001) som betegner tunnelsprøjten som en billig måde at reducere pesticidforbruget på, og som ikke nævner at den er teknisk kompliceret og besværlig at anvende. Der er derfor et stort behov for at videreudvikle systemerne samt at afprøve disse i praksis. De samme teknikker vil være anvendelige i mange planteskolekulturer (Lindhard et al., 2003, Andersen et al., 2003).

En anden potentiel måde at reducere mængden af sprøjtevæske og miljøbelastningen på er anvendelse af sensorer, der under fremkørslen registrerer plantehøjde og eventuelle huller i planterækken. Sensorerne er koblet til sprøjten, således at kun de sprøjtesektioner, hvor sensorerne registrerer plantemasse, vil aktiveres. Teknikken er udviklet, men der er behov for at videreudvikle og afprøve den i forskellige kulturer og under forskellige anvendelsesbetingelser (Lindhard et al., 2003).

En tredje metode til at reducere afdriften og dermed miljøbelastningen på er anvendelse af luftinjektionsdyser, der kan reducere afdriften op til 95% (Henriksen et al., 2003). Teknologien anvendes i dag især ved herbicidsprøjtninger af markafgrøder, og inden metoden kan anbefales til anvendelse i andre kulturer eller til udsprøjtning af fungicider og insekticider, er der behov for videreudvikling og afprøvning af den biologiske virkning. Forskning og udvikling indenfor dyseteknologi er en potentiel vej til reduktion af pesticidmængde og miljøbelastning indenfor alle frilandskulturer. For rækkesåede kulturer er det muligt at reducere pesticidmængden ved anvendelse af båndsprøjtningsteknik i kombination med radrensning. For at metoden kan være rentabel mangler der udvikling og afprøvning af sikre styresystemer, og teknik til at udføre radrensningen og båndsprøjtningen i en arbejdsgang.

Et andet forskningsområde er positionsbestemt bekæmpelse, hvor art og placering af ukrudtsfloraen bestemmes ved hjælp af sensorer og informationerne efterfølgende anvendes ved sprøjtning, hvor pesticidvalg og dosering gradueres (Henriksen et al., 2003). Denne teknologi vil i princippet også være anvendelig for bekæmpelse af svampesygdomme og skadedyr.

Forskning, teknologiudvikling og afprøvning

- Udvikling af sensorteknikker
- Udvikling af styresystemer til båndsprøjtning
- Udvikling af driftsikre systemer til afskærmet sprøjtning
- Undersøgelser af den biologiske effekt ved anvendelse af ny sprøjteteknologi

3 Resumé af nuværende viden

3.1 Frilandsgrønsager

3.1.1 Baggrund

Den danske produktion af frilandsgrønsager omfatter en lang række arter som dyrkes til enten frisk konsum eller til industriel forarbejdning. Der dyrkedes 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 (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, eksklusiv ærter til dybfrost (Danmarks Statistik, 1998).

Ca. 10 % af det samlede areal dyrkes økologisk med gulerødder som langt den største kultur (Daugaard et al., 2001). Af de resterende 90 % af grønsagerne dyrkes den overvejende part efter reglerne for integreret produktion.

Bestræbelserne på at reducere afhængigheden af pesticider i produktionen har fundet sted gennem en længere periode.

I grønsager er kvalitet en afgørende parameter for afsætningen.

Kvalitetssegenskaber som friskhed og udseende er meget vigtige salgskriterier.

De nuværende EU handelsnormer betyder, at produkterne skal være fri for skadedyr og sygdomme samt skader efter disse for at kunne sælges. En vurdering af alternative bekæmpelsesmetoders anvendelighed må derfor nødvendigvis omfatte mere end effekten på den primære skadegører. Forhold som virkning på plantens vækst, udvikling, udbytte og kvalitet og på nytte dyr må også inddrages, ligesom evt. effekt på det øvrige dyrkningsmiljø, på energi- og arbejdsforhold er vigtige at få vurderet.

3.1.2 Belastning og eksponering med pesticider

Ved miljøvurdering af avl af frilandsgrønsager bevæger vi os i et økosystem, som på mange måder ligner det man kender fra avl af landbrugsafgrøder 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 større. 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 ved grønsagsavl uden at skade produktionen.

Forbruget af pesticider er for 4-års perioden 1996-1999 opgjort til en behandlingshyppighed på 1,1 til 3,0 for insekticider og 1,1 til 2,8 for

fungicider. Et ekspertskøn over herbicidforbruget anslår behandlingshyppigheden til at have varieret mellem 1,0 og 1,9 som gennemsnit for hele grønsagsarealet. Der var imidlertid store variationer i pesticidforbruget mellem de enkelte afgrøder.

Betydningen af grønsagsproduktion for pesticidpåvirkningen af grund- og overfladevand er meget lidt belyst i den danske og internationale litteratur. Derfor er en stor del af vurderingerne baseret på almene betragtninger. Udfra 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 en relativ stor del af den anvendte pesticidmængde afsættes på bar jord. Arealets evne til at tilbageholde pesticider i vegetationen og jorden er dermed ringere og risikoen for afstrømning og nedslivning 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. Ovennævnte betragtninger vedrørende rækkeafgrøder gælder dog ikke bredsåede grønsagsafgrøder som fx ærter.

Ved udsåning er grønsagsfrø ofte bejdsede med insekticider, der er giftige for dyr eller fugle. Det er vigtigt at frøene ved såningen dækkes med jord, så de er vanskeligere at finde for fuglene. Efter spiring kan bejdsimidlerne 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 eller plantedele.

3.1.3 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, dels fordi en række midler blev nægtet godkendelse, dels fordi firmaerne undlod at søge genregistrering pga. manglende dokumentation eller fordi markedspotentialet var for lille i forhold til omsætningspotentialt. Som konsekvens heraf er der i nogle kulturer, fx gulerødder og kinakål, pt. ingen godkendte svampemidler til bekæmpelse af alvorlige bladsygdomme som fx *Alternaria spp.*, og i flere andre kulturer er avlerne henvist til alene at basere bekæmpelsen på forebyggende sprøjtninger med mancozeb. 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. Tilgangen af nye midler til frilandsgrønsager i Danmark er meget begrænset, dels pga. det lille markedspotentiale, dels fordi de danske myndigheder ved vurderingen af plantebeskyttelsesmidlers økotoksikologiske og sundhedsmæssige effekter har mulighed for at anvende 'egne' sikkerhedsfaktorer. Miljøstyrelsen har for en række økotoksicitetsdata 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/meso-kosmosforsøg 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.

3.1.4 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 fx ukrudtsplanter kan imidlertid være med til at vedligeholde den skadevoldende organisme i sædskiftet. Et varieret sædskifte med veksling mellem fx 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 antagonistisk 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 næringstofbalancer.

Andre potentielle muligheder til forebyggelse af problemer med skadevoldere er tilførsel af kalk til optimering af jordbundens reaktionstal, 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 positiv virkning (levested for nyttedyr).

3.1.5 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 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 her være behov for supplerende håndlugning ved anvendelse af ikke-kemisk renholdelse, varierende fra 0–55 timer pr. ha afhængig af strategi og kultur.

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 ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse. Der kan være tale om en betydelig arbejdsindsats fra 20 – 150 timer pr. ha afhængig af metode og kultur, hvilket medfører et periodisk ekstra arbejdskraftbehov, som kan være vanskeligt at skaffe i de aktuelle situationer.

Derudover er der flere alternative metoder under udvikling som vurderes til at have potentielle muligheder på sigt. Varmebehandling af jorden i bånd eller punkter hvor dampningen begrænset til en del af selve afgrøderækken, vil give en væsentlig energibesparelse i forhold til behandling af hele arealet. Metoden kræver en præcis styring af processen hvilket kræver udvikling af automatisk styringsteknik. Varmebehandling af jord i rækken umiddelbart forud for såning vurderes først og fremmest at have et potentiale til ukrudtsbekæmpelse i såede højværdiafgrøder som gulerødder, løg, porre, persille m.fl. Der mangler fortsat færdigudvikling af teknik og metoder samt implementering til praksis.

Der arbejdes i både Holland og Danmark med udvikling af mekaniske lugeelementer, koblet til højteknologisk sensor- eller visionsteknologi for selektiv detektering af henholdsvis kultur- og ukrudtsplante. Teknikken vurderes at have potentiale i tidligt plantede grønsager med veldefinerede og præcise planteafstande.

Der arbejdes på forskningsbasis med alternative metoder som laserskæring af ukrudt, anvendelse af ultraviolet lys og elektriske impulser til fjernelse af ukrudt. Men fælles for disse metoder er at der mangler et betydeligt udviklingsarbejde før metodernes anvendelighed i praksis kan vurderes.

Kulturtekniske foranstaltninger har 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 (Ørum & Christensen, 2001).

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, fx i form af et PC-Planteværn/Beslutningsstøtte.

Oversigt over strategier for anvendelse af alternative metoder og deres effekt kan ses i Tabel 10 i Henriksen et al., 2003 (bilag 3).

3.1.6 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme

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.

Jordbårne sygdomme i frilandsgrønsager forebygges eller bekæmpes primært ved sædskifte eller andre dyrkningsmæssige foranstaltninger, idet der ikke findes godkendte bekæmpelsesmidler mod disse sygdomme. Derimod er der kun begrænset dokumentation på sædskiftets eller de dyrkningsmæssige foranstaltningers indvirkning på forekomst og udvikling af sygdomme, der angriber de overjordiske dele.

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 visse svampesygdomme end planter der er mere moderat gødede. Om det samme gælder generelt for grønsager vides ikke. Der er også eksempler på at svagt gødede grønsagsafgrøder udvikler mere sygdom end stærkt gødede; det gælder fx for lagersygdommen løghalsråd i spiseløg.

En række prognose-varslings modeller udbydes i udlandet i bestræbelserne på at optimere anvendelsestidspunkt samt valg af produkt og dosering. Ud fra den gennemgang af foreliggende viden på området vurderes metoderne generelt at fungere med omkring 85 % sikkerhed i varslingen men med store variationer, ligesom det skønnes at varslingsystemer 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 endnu ikke modeller for prognose/varsling mod svampesygdomme i dansk grønsagsproduktion. Der har tidligere været afprøvet systemer for løg- og salatskimmel, men bl.a. på grund af manglende justering og tilpasning til danske forhold, er der ikke sket nogen udbredelse. Det vurderes, at flere udenlandske systemer til varsling mod svampesygdomme kan forberedes 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 valideringsforsøg og tilpasning, blandt andet fordi modellerne er udviklet under og konstrueret for andre klimazoner. Prognose-varslings 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 praktisk anvendelse. Hvis planteekstrakter og ikke-syntetiserede naturstoffer skal anvendes til bekæmpelsesformål, er anvendelsen underlagt samme krav om godkendelse som kemiske bekæmpelsesmidler. 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 mindske behovet for anvendelse af svampemidler. Der er i den løbende afprøvning af sorter fundet nogen forskel på modtageligheden af svampesygdomme, men ingen markedsførte sorter af grønsager er totalt resistente over for en given sygdom. Hvis en resistens er baseret på et enkelt gen, nedbrydes den erfaringsmæssigt ret hurtigt. Men der findes i stigende grad sorter, hvor mindre modtagelighed skyldes en bredere resistens koblet til flere gener. Der arbejdes i eksisterende forskningsprojekter med at indkrydse resistens mod diverse skadevoldere.

Oversigt over alternative metoder mod sygdomme og deres effekt kan ses i Tabel 12 i Henriksen et al. (2003), (bilag 3).

3.1.7 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr

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. 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. 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.

Ved dyrkning af frilandsgrønsager anvendes der kun i meget begrænset omfang biologiske bekæmpelse. Der anvendes ikke udsætning af nyttedyr, da der mangler identifikation af egnede arter og udvikling af metoder til anvendelse i praksis.

Enkelte avlere forsøger sig med midler baseret på bakterier, men effekten er ofte utilfredsstillende, sandsynligvis fordi produkterne er udviklet til anvendelse mod andre skadevoldere og under andre klimatiske forhold end i Danmark. Der er således behov for identifikation af egnede organismer og udvikling til anvendelse under vore forhold.

Der arbejdes med at udvikle entomopatogene svampe til bekæmpelse af biller, bladlus, m.m. Den biologiske effekt af metoderne på de forskellige skadedyr og deres naturlige fjender er ikke fuldt afklarede, og dokumentationen for metodernes effekt under praksisforhold er utilstrækkelig eller manglende. Endelig skal midler baseret på svampe, insekter og virus godkendes, før de må anvendes.

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 (fx 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 højbærdiafgrøder af grønsager. Dækning med både fiberdug og insektnet kan holde insekter ude i kål- og gulerodsafgrøder, forudsat der anvendes 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. 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 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 skadevoldere som både sygdomme og skadedyr er ikke beskrevet eller dokumenteret. En given resistens eller mindre modtagelighed over for fx bladlus er ikke nogen sikkerhed for sortens anvendelse i større omfang, såfremt sorten fx 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, skadevoldere, m.m.), og har dermed alt andet lige et mindre behov for bekæmpelse.

Oversigt over alternative metoder mod skadedyr og deres effekt kan ses i Tabel 14 i Henriksen et al. (2003), (bilag 3).

3.1.8 Alternative metoder til vækstregulering

Udover brug af maleinhydrazid (Antergon) til kepaløg anvendes der ikke pesticider til vækstregulering af frilandsgrønsager. I produktion af enårige grønsagsarter og –sorter, hvor blomsterdannelse/stokdannelse kan være et problem, vækstreguleres småplanterne under tiltrækningen i væksthuse ved hjælp af temperatur- og daglængdebehandlinger.

Når løgavlerne anvender Antergon lige før høst af spiseløg, er det for at forhindre spiring under opbevaring eller efter klargøring til salg. Uden behandling med Antergon vil kepaløg naturligt begynde at spire under lagringsperioden fra februar til juni. Eftersom spiseløg med synlige spirer ikke kan sælges til forbrugerne, er det nødvendigt at anvende vækstregulering inden høst af løgene. Som alternativ til maleinhydrazid blev der i perioden 1997-1999 forsket i muligheder for at anvende ændrede dyrkningsteknikker. Undersøgelsen viste, at ved at reducere kvælstoftilgængeligheden eller ved kontrolleret udtørring i de sidste par uger før høst, kan spiringen af kepaløg under langtidslagring reduceres. Tidlig høst af løgene har ligeledes vist sig at reducere spiringen på lager. Både kontrolleret udtørring og tidlig høst af spiseløgene reducerer imidlertid høstudbyttet. Der findes sorter af kepaløg med mindre spiringstendens. Spiringsproblemet kan således reduceres ved at vælge sorter med reduceret spiringstendens.

3.1.9 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. Der hersker således begrundet tvivl om miljøfordelen ved total mekanisk ukrudtsbekæmpelse sammenlignet med kemisk bekæmpelse med reducerede doseringer mv.

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. Hensyn til bl.a. jordrugende fugle, bladluspredatorer og jordens evne til at tilbageholde næringssalte, tilgodeses ikke nødvendigvis ved mekanisk bekæmpelse.

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.

3.1.10 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 (Daugaard et al., 2001).

3.2 Frugt og bær

3.2.1 Baggrund

Det totale areal med frugt og bær var i 1997 ifølge Danmarks Statistik på 7341 ha fordelt på ca. 400 bedrifter. Den totale produktion var på 32.763 tons med en produktionsværdi på 190 millioner kr. Æbler havde den største produktion på 18.400 tons og den største produktionsværdi på 77 millioner kr. Det samlede danske forbrug af frugt og bær var i 1997 på 23,2 kilo pr. forbruger og selvforsyningsgraden lå på 44,4 procent (Lindhard et al., 2003). Denne rapport omhandler forhold omkring de fem hovedkulturer i Danmark: Æbler, pærer, surkirsebær, solbær og jordbær. Produktionen af frugt og bær er meget intensiv. Der kræves store investeringer i maskiner og etablering, samt en stærk specialisering af avleren.

Der bruges megen arbejdskraft, specielt på grund af håndplukning i konsumfrugt. Produktionen svinger meget mellem årene afhængig af klimatiske variationer. Priserne fastsættes på grundlag af internationalt udbud. Der findes ingen fastsatte mindstepriser og ingen EU-støtteordninger til produktion.

Dyrkningssikkerhed er en meget vigtig faktor i gartnerisektoren. Det handler om højværdiafgrøder, hvor en fejlslagen produktion, måske på grund af én forkert eller ikke tilstrækkelig behandling mod en skadevolder kan ødelægge hele produktionen.

3.2.2 Belastning og eksponering med pesticider.

Fungicidforbruget i frugtplantager lå i perioden 1996 – 1999 på mellem 6 og 15 kg a.s. per ha, svarende til en behandlingshyppighed på 3,8 – 9,1. Der blev brugt 0,48 – 0,84 kg a.s. insekticid per ha, svarende til en behandlingshyppighed på 0,9- 1,9. Der blev kun benyttet få vækstreguleringsmidler i frugtproduktionen. Der er ingen brugbare informationer om herbicidforbruget på grund af mange forskellige anvendelser af de solgte herbicider, små arealer og små mængder (Lindhard et al., 2003).

Behandlings index for 1998-2000 er opgjort ved anvendelse af avleres sprøjtejournaler (Tabel 1). Index ligger på ca. 11 for hhv. jordbær og surkirsebær og ca. 13 for solbær. I solbær og surkirsebær er der tale om et fald på 10 procent siden perioden 1994-96. For pærer var indekset 15.4 i begge perioder. IP-æbleavlere havde et totalt behandlingsindex, som var 9 procent lavere end ikke IP-avlere. Behandlings indekset for IP-æbler var faldet fra 25,5 i perioden 1994-1996 (Lindhard et al., 2003).

Tabel 1. Behandlingsindeks for frugt og bær kulturer. Gennemsnit for 1998-2000. Basis er avleres aktuelle sprøjtejournaler (n = 4-6 gartnerier pr. kultur). Der er tale om middelstore til store gartnerier, med en repræsentativ geografisk fordeling.

Kultur	Fungicider	Insekticider	Herbicider	Total index
Æbler IP	19.4	2.6	2.7	24.7
Æbler ikke IP	20.6	3.5	3.0	27.1
Pærer	10.7	1.7	3.0	15.4
Surkirsebær	8.0	0.6	2.4	11.0
Solbær	8.9	1.5	2.9	13.3
Jordbær	5.9	2.0	3.1	11.0
Gennemsnit	13.0	2.0	2.9	17.9

Æbleproduktionen har det højeste behandlingsindex. Fungicidindexet ligger meget højere end indekset for insekticider og herbicider (Tabel 1). Udgifterne til pesticider pr. år pr. ha svingede fra 2.230 kr for surkirsebær til 4.750 kr for æbler (Lindhard et al., 2003).

Ifølge Ørum og Christensen, 2001, udgjorde pesticiderne 10.7 procent af produktværdien i hele frugt og bær sektoren i perioden 1995-99. Dette er både absolut og relativt det største forbrug i gartnerisektoren.

Risikoen for potentielt store udbyttetab og indtægtstab er meget væsentlige barrierer for at nedsætte pesticidforbruget. Derfor er viden og information til avlere meget vigtig for at få implementeret alternative metoder i erhvervet. (N.N., 2001). En anden væsentlig barriere for indførelse af relevante alternative metoder og teknikker er at de ofte vil medføre øgede produktionsomkostningerne (N.N., 2001).

Det store forbrug sammenlignet med landbrugsafgrøder udgør også en relativ højere risiko for tab af pesticider til det omgivende miljø. Sprøjtninger i frugtplantager sker med et sprøjteudstyr der giver en betydelig risiko for afdrift. Denne risiko reduceres dog ved tilstedeværelse af læhegn rundt om

plantagen, hvilket er det mest almindelige. Risikoen for afdrift kan endvidere reduceres ved anvendelse af moderne sprøjteudstyr, der kun sprøjter når bommen passerer et træ eller opsamler den overskydende sprøjtevæske, som ikke afsættes på træerne.

Tabet af bekæmpelsesmidler til grund- og overfladevand er dårligt undersøgt under danske forhold, men i det omfang de anvendte pesticider rammer jordoverfladen er der en risiko for udvaskning.

Talrige undersøgelser tyder på, at der kun er en lille risiko for direkte dødelig forgiftning af ynglefugle selv i plantager, hvor der anvendes meget giftige insekticider. Der er ingen giftige eller meget giftige midler godkendt til frugtavl i Danmark. Årsagerne til den ringe dødelighed er formentlig en kombination af, at fuglene finder en stor del af deres føde uden for de behandlede arealer, at føden i plantagen ikke er så kontamineret som man skulle tro, og at fuglene ofte mister appetitten ved indtagelse af toksiske insekticider. I de mange undersøgelser er der ikke i tilstrækkelig grad taget hensyn til fuglenes regionale populationsstruktur samt fødekædeeffekten. Forekomsten af bundflora er generelt af stor betydning for både hvirvelløse dyr og hvirveldyr.

Hyppig anvendelse af pesticider ødelægger den naturlige regulering af visse skadedyr. I integreret produktion forsøger man at tage hensyn til dette ved at anvende så få og så specifikke midler som muligt.

Undersøgelser af jordbundens mikroflora tyder ikke på, at de i Danmark nu anvendte midler har længerevarende effekt på de mikrobiologiske processer ved normale doseringer (Lindhard et al., 2003).

Der findes meget få undersøgelser af effekten af pesticidforbruget på det omgivende miljø. Dette gælder specielt efter revurderingen af pesticider, hvor mange pesticider ikke fik forlænget deres godkendelse.

3.2.3 Godkendte pesticider.

Ligesom for de øvrige afgrøder er anvendelsen af bekæmpelsesmidler mod sygdomme og skadedyr i frugtavl i stor udstrækning begrænset i udvalget af godkendte midler. 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.

Desuden må det konstateres, at kun få nye midler udvikles og søges godkendt til det danske marked. Dette skyldes dels markedspotentialet, dels at der i Danmark stilles særligt skrappe krav til dokumentation af visse miljøegenskaber som fx risiko for udvaskning. Det medfører at der for visse midler ikke søges om godkendelse i Danmark og for andre at der pålægges begrænsninger i anvendelsen i Danmark. Som eksempel kan nævnes svampemidlet Candit, der i Danmark på friland kun må anvendes indtil 1. juni, mens denne begrænsning findes ikke i de andre lande, hvor midlet er godkendt (Lindhard et al., 2003).

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 restkoncentrationsdata for den ansøgte anvendelse. Hvis ansøgningen imødekommes, vil anvendelse ikke komme på etiketten, men det er ansøgerens forpligtigelse at informere brugere om de betingelser, der er knyttet til off-label anvendelsen. Firmaet, der producerer midlet er alene ansvarlig for midlets kvalitet.

For flere af de vigtigste skadevoldere er der kun godkendt få eller et enkelt middel og for enkelte skadevoldere slet ingen. Mange er ældre midler, der effektivitets- og miljømæssigt med fordel kunne suppleres eller erstattes af nyere midler. Som situation er, udvikles nye bekæmpelsesmidler på globalt plan, og kun relativt få af disse markedsføres i Danmark.

3.2.4 Forebyggelse generelt.

Når der etableres flerårige plantninger er det første skridt til at forebygge angreb af sygdomme og skadedyr at bruge sundt plantemateriale. Hvis der startes med inficeret plantemateriale vil dette oftest skabe yderligere problemer i hele kultur forløbet.

I løbet af de sidste 50 år har æble- og pæreplantagerne ændret sig fra at bestå af store krontræer plantet på stor afstand til tætplantede små træer.

Tætplantningssystemer har fordele for produktion uden brug af så mange hjælpestoffer. De mindre træer er ikke så tætte i løvet og tørrer derved hurtigere op efter regn og derved reduceres risikoen for skurvangreb (Lindhard et al., 2003).

Nogle lagersygdomme kan reduceres ved at foretage en sommerbeskæring eller ved at varmebehandle frugten inden indlagring (Lindhard et al., 2003). Der findes forskellige muligheder for at reducere angreb af svampesygdomme. Svampesygdomme kan dog ikke bekæmpes ved dyrkningstekniske foranstaltninger, men niveauet af sygdommene kan nedsættes, specielt i starten af sæsonen. Hvis der er optimale klimatiske forhold for en aktuel sygdom, kan den udvikle sig kraftigt i løbet af sæsonen (Lindhard et al., 2003).

Skurv overvintrer i nedfaldet løv fra året før, derfor er omsætning eller fjernelse af gamle blade vigtigt. Desuden vil en beskæring og formning af træerne således, at de bliver små og åbne, nedsætte risikoen for skurvsmitte. Hvis angreb af meldug ønskes stoppet, kan man i nyplantninger forsinke større angreb ved at klippe angrebne skudspidser af (Lindhard et al., 2003). Ved at være lidt restriktiv i forbruget af kvælstof eller sørge for en reduceret tilgængelighed af kvælstof kan angreb af svampesygdomme i æbler reduceres (Lindhard et al., 2003).

Den vigtigste forebyggende enkeltfaktor i jordbær for en række skadegørere er et godt sædskifte. Det gælder forebyggelse af bl.a. rodnematoder og adskillige jordboende svampe. Denne praksis er der dog allerede lang tradition for at følge blandt danske jordbæravlere.

God afstand mellem planterne i rækken og moderat eller ingen N-gødsning er begge forhold, der virker hæmmende på forekomst af såvel gråskimmel som meldug i jordbær (Lindhard et al., 2003).

For at reducere angreb af skadedyr i frugtplantager, anbefales det at opsætte redekasser til småfugle, specielt forskellige arter af mejser. Disse mejser skal bruge mange insekter til føde til dem selv og deres yngel. Desuden kan der plantes eller sås nektar- og pollenproducerende planter, som tiltrækker nyttedyr. Disse nyttedyr kan så hjælpe med at holde skadedyr nede (Lindhard et al., 2003).

3.2.5 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt.

Ukrudt er en betegnelse for uønsket plantevækst. Ukrudt fjernes for at undgå konkurrence om vand og næringsstoffer til afgrøden. Derfor er fjernelse af

ukrudt vigtigst i de første år efter plantning, hvor planterne skal vokse til, samt om foråret når planterne har mest brug for vand og kvælstof.

Frugt- og bærkulturer har meget lange sædskifter. Derfor kan ukrudt ikke forebygges på samme måde som i enårige kulturer på friland. I disse flerårige kulturer etableres flerårigt ukrudt, som kvik, tidsler og mælkebøtter. Dette rod ukrudt er vanskeligere at bekæmpe end enårigt ukrudt med alternative metoder. En vigtig foranstaltning for at forebygge ukrudt er hindring af frøspredning fra besværlige ukrudtsarter (Lindhard et al., 2003).

Dækafgrøder er en kontrolleret og ønsket plantevækst i plantagen. Det anbefales, at de hidtil anvendte dækafgrøder kun vokser i køregangen mellem rækkerne, idet forsøg har vist at plantevækst helt ind til træerne/buskene giver en kraftig konkurrence med produktionsafgrøden. Trærækken kan holdes rent mekanisk eller ved dækning af jorden.

Græsarter, som anvendes i frugtplantager skal have et lille vand- og næringsstofforbrug, etableres hurtigt og danne en tæt blivende bestand, tåle kørsel og slåning, hårdfør overfor frost og tåle skygge. Svagtvoksende dækafgrøder helt ind til stammen, som ikke konkurrerer væsentligt med afgrøden om vand og næring vil kunne reducere herbicidforbruget væsentligt. Alle frugt- og bærafgrøder er flerårige, oftest vedagtige rækkeafgrøder. Sådanne afgrøder giver større mulighed for mekaniske metoder til ukrudtsbekæmpelse. Metoder til at reducere eller forebygge frøukrudt er ikke af højeste prioritet i flerårige afgrøder.

Til brug i større vedplantekulturer som læhegnsbeplantninger og frugtplantager, er der i dag udviklet flere redskabstyper, som vha. en mekanisk føler er i stand til at renholde trærækken, men endnu ikke fjerne det ukrudt, som gror helt inde ved stammen. Metoder til fjernelse af ukrudt omkring stammen, samt metoder til ukrudtsjernelse uden at behøve at arbejde i jorden og dermed skade rodvæksten vil være af stor interesse i frugt og bær.

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse skader rødderne og reducerer dermed væksten, dette er specielt et problem i jordbær og buskfrugtproduktion. I disse afgrøder har dækkematerialer et potentiale som alternativ til herbicidbehandling. Dette potentiale er ikke nærmere undersøgt i buskfrugtkulturer.

Ukrudt eller anden plantevækst, samt dækkemateriale omkring stammer er potentielt overvintringssted for gnavere. Disse gnavere skader træerne, idet de spiser af barken, ofte så voldsomt at træet dør. Der er behov for løsningsmodeller til at kunne forebygge denne skadevolder.

For at få den allerede kendte viden omkring jorrdækning og mekanisk ukrudtsbekæmpelse i træfrugt brugt i praksis er der brug for demonstrations plantninger, samt økonomiske beregninger af omkostninger og arbejdstidsforbruget ved disse metoder.

3.2.6 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme.

Svampesygdomme er årsagen til det største pesticidforbrug i frugt- og bærkulturer (Lindhard et al., 2003). Derfor er svampesygdomme det område, som har højest prioritet og hvor en indsats ville have det største potentiale for at kunne reducere pesticidforbruget. Der findes mange svampesygdomme, som angriber frugt og bærkulturer. De alvorligste svampesygdomme er nævnt i Tabel 2.

Tabel 2. De alvorligste svampesygdomme i æble, pære, surkirsebær, solbær og jordbær.

Kultur:	Æble	Pære	Surkirsebær	Solbær	Jordbær
Svampe-Sygdomme	Æbleskurv Æblemeldug Sodplet Gloeosporiumråd Frukttrækraft	Pæreskurv	Gråskimmel Grå Monilia Gul monilia Kirsebærbladplet (Bakteriekraft)	Gråskimmel Meldug Skivesvamp Filtrust	Sortråd Gråskimmel Meldug

Årsagen til at svampesygdommene ønskes bekæmpet er, at de direkte inficerer og skader produktet, som høstes direkte til salg (æbleskurv, gloeosporiumråd, pæreskurv, gråskimmel) eller forringer kvaliteten til industriel forarbejdning (gul monila), eller at angreb reducerer vækst og dermed udbytte (æblemeldug, grå monilia, kirsebærbladplet, meldug, skivesvamp, filtrust) eller direkte kan dræbe træet (Frugtrækræft i æbler og pærer, samt bakteriekræft i kirsebær). Anvendelse af alternative metoder til forebyggelse eller bekæmpelse af sygdomsforvoldende svampe (patogener) kræver et grundigt kendskab til hver enkelt svamps biologi og økologi i relation til frugt- eller bærkulturens udviklingsstadie. Alle metoder ønskes taget i anvendelse for at forebygge, reducere og bekæmpe disse svampesygdomme (Lindhard et al., 2003).

Mekaniske og fysiske metoder.

Der er mange eksempler på at angreb forebygges ved brug af mekaniske metoder eller kulturteknik: Brug af sundt plantemateriale, reducere af smittetryk ved fx findeling af blade, hvor svampen overvintrer, afklippe og fjerne inficeret materiale, aftopning af jordbær, undgå smittespredere i læhegn, varmebehandle frugten inden indlagring og opbevare frugten under specielle klimaforhold på lager er nogle eksempler. Nogle af disse metoder anvendes allerede i dag andre kræver yderligere forskning.

Varmtvandsbehandling af solbærestiklinger før stikning har vist at metoden sikrer et materiale frit for solbærknopgalmider. Varmtvandsbehandling som metode til at sikre sundt plantemateriale blev brugt på flere plantearter før den brede udbredelse af pesticider. Der er behov for et nærmere studie af metodens anvendelighed.

Opvarmning af frugter efter høst, men før frugten anbringes på kølelager, kan føre til en mindre frasortering på grund af mindre angreb af lagerrådsvampe. Opvarmningen stimulerer voksdannelse og forhindre angreb af lagersvampe. Opvarmningen stimulerer enzymer, som øger modstandskraften mod svampeangreb og øger fastheden af frugterne. Der er behov for undersøgelse af metodens effekt på flere svampesygdomme og flere frugter.

Sprøjteteknik er et væsentligt emne. Ved hjælp af sprøjteteknik kan bekæmpelsen forbedres og samtidig kan mængden af aktivt stof reduceres. Tekniske forbedringer af sprøjter, jævnlige justeringer af sprøjter, samt biologisk viden om fordelingen af sprøjtevæske afhængig af træform og afdrift er højt prioriterede emner inden for frugt og bær erhvervet. Udvikling og forbedring af sprøjteteknik og sprøjteudstyr kan føre til mere ensartet og præcis fordeling af pesticidet i afgrøden (Rabølle & Lauridsen, 2001). Ørum og Christensen, 2001, vurderer at behandlingsindeks for solbær og æbler kan reduceres væsentligt ved brug af tunnelsprøjteudstyr i produktionen. Dette kræver udvikling og investeringer i ny teknologi, samt biologiske og tekniske undersøgelser af metoden idet det nuværende udstyr er for begrænset i sine anvendelsesmuligheder. Der er et stort potentiale til reducere af pesticidforbruget ved brug af sensorteknikker. Dette er meget væsentligt at få undersøgt nærmere med efterfølgende implementering i erhvervet. Efteruddannelse af sprøjteførerne i optimal sprøjteteknik, samt en jævnlig justering af de nuværende sprøjter ville kunne optimere pesticidforbruget og dermed reducere forbruget og afdriften til det omgivende miljø.

Biologisk bekæmpelse

Biologisk bekæmpelse af svampesygdomme i frugt og bær på friland er et vigtigt emne. Der arbejdes med biologisk bekæmpelse af æbleskurv i Danmark, lidt med lagersygdomme i æble, grå monilia, kirsebærbladplet og gråskimmel i jordbær i udlandet.

Emnet kræver grundlæggende forskningsarbejde og afprøvning under praksislignende forhold. For de få allerede tilgængelige mikrobiologiske produkter er der mangelfuld viden om deres effekt på svampesygdommene under danske forhold, samt deres påvirkninger på miljø etc. For de fleste af svampesygdommene ligger der et stort forskningsarbejde forude for at udvælge, teste og udvikle produkter med egnede organismer (Lindhard et al., 2003).

Der er behov for en screening af egnede organismer mod de vigtigste sygdomme. Egnede organismers biologiske virkning skal derefter undersøges under plantage forhold, samt undersøges for deres påvirkning på flora og fauna.

Forædling, selektion og vurdering af sorter

Under forudsætning af at metoden er tilgængelig, er anvendelse af resistente eller modstandsdygtige sorter, den mest enkle metode for avlerne til at reducere fungicidforbruget. Specielt inden for økologisk produktion er brugen af resistente eller modstandsdygtige sorter afgørende for en succesfuld produktion (Daugaard et al., 2001). Der er forædlet en del æblesorter, som er eller har været resistente over for æbleskurv. Emnet har høj prioritet på æbleforædlingsinstitutter. Der findes få sorter, som også er resistente overfor æblemeldug. I solbær forædles hen imod resistens for meldug og skivesvamp og i jordbær har modstandsdygtighed over for gråskimmel og meldug høj prioritet. Der er foretaget en del undersøgelser af frugt- og bærsorters naturlige modstandsdygtighed over for svampesygdomme.

Dyrkning af sunde sorter, med et stort udbytte af en god spisekvalitet har høj prioritet (Lindhard et al., 2003).

Omlægning til dyrkning af resistente sorter vil reducere pesticidforbruget væsentligt (Ørum & Christensen, 2001).

Den væsentligste barriere for brug af resistente sorter i produktionen er et for lille udvalg af sorter med en god resistens (N.N. et al., 2001).

Mange steder i verden kører der langvarige forædlingsprogrammer på æbler, pærer, solbær og jordbær bl.a. med fokus på resistente eller sunde sorter. For at få fremskaffet sorter, som også er dyrkningsegne under danske forhold bør der inden for dette område sættes på dansk deltagelse i udenlandske forskningsprojekter.

Der foregår ingen forædling af surkirsebær til et produktionssystem med fokus på et lavt pesticidforbrug. Der er behov for et initiativ på dette område. For at få den allerede eksisterende viden bedre udnyttet er der behov for bedre information til avlere og plantehandlere som sorternes sundhedsegenskaber.

Beslutningsstøttesystemer, prognose/varsling.

Prognose og varslingssystemer til bedre fastlæggelse af optimalt bekæmpelsestidspunkt og dermed udnyttelse af pesticiderne er et område, som der har været arbejdet meget med når det gælder æbleskurv. Emnet er meget vigtigt og det er vigtigt at have specialister med viden på området, da det er den sygdom, som kræver flest fungicid behandlinger i frugtavl. Der er flere forskellige varslingssystemer og der arbejdes i udlandet på at forbedre systemerne og sikkerheden for avlerne.

Der er udarbejdet et prototype-varslingssystem for kirsebærbladplet i Danmark. Det er endnu ikke i brug. Der mangler endelig afprøvning, implementering og demonstration (Lindhard et al., 2003).

Brug af varslingssystemer er en af de bedste muligheder for at reducere pesticidforbruget i frugt og bær. Den væsentligste barrierer for nedsættelses af pesticidforbruget ved brug af varslingssystemer er manglende kendskab til metoden og dens potentiale (N.N., 2001).

Der findes et varslingssystem for sekundære infektioner af meldug i England. Systemet kræver afprøvning under danske forhold, samt implementering og demonstration. Systemet skulle også varsle mod frugttrækraft. Brug af sådanne systemer i Danmark kræver, at vi har godkendte fungicider, som virker mod de aktuelle sygdomme. I nogle tilfælde er det nødvendigt at fungiciderne har en kurativ virkning (Lindhard et al., 2003). Afprøvning og demonstration af allerede eksisterende udenlandske varslingssystemer under danske forhold vil have et stort potentiale for at udnytte de godkendte pesticider bedre og dermed reducerer forbruget. Det er vigtigt at prioritere en sådan afprøvning efter sygdommens vigtighed og metodens reduktionspotentiale.

Kulturteknik og planteernæring.

Der er kun ganske lidt viden om potentialet for at forebygge svampesygdomme ved brug af viden om kontrol og timing af plantevækst ved brug af grundstammer, gødning, plantesystemer og træformning (Lindhard et al., 2003). Der kræves grundige studier af metoderne i flere kulturer og potentialet for forebyggelse af de vigtigste svampesygdomme. Specielt inden for økologisk produktion er dette emne meget vigtigt, idet der oftest ikke bruges plantebeskyttelsesmidler i produktion. (Daugaard et al., 2001).

3.2.7 Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr.

I de senere år er der opstået problemer med skadedyr, som ikke tidligere var et problem. Tidligere blev disse dyr bekæmpet ved brug af bredspektrede insekticider, som ikke længere er godkendte i Danmark. Disse problemskadevoldere optræder både i almindelig og integreret produktion. Der er opstået problemer med fx pæregalmug, pærebladlopper og bladtæger. Næsten alle skadedyr har naturlige fjender, men i mange tilfælde er sammenhængene ukendte eller dårligt beskrevet. Det er imidlertid nødvendigt, at man kender skadedyrenes naturlige fjender såvel som deres betydning for at kunne tilpasses dyrkningssystemer, så de bliver optimale i forhold til en udnyttelse af de naturlige fjender. Mange skadedyr spredes over relativt korte afstande, hvorfor enkelte foranstaltninger vil kunne begrænse eller forhindre angreb.

I de sidste ca. 15 år, har man forsøgt at reducere insekticidforbruget ved mere og mere at gå over til metoderne i integreret dyrkning. Der eksisterer anvendelige skadetærskler og populationsudviklingsmodeller for enkelte skadedyr i frugt og bær.

I Tabel 3 ses de vigtigste skadedyr i de valgte afgrøder.

Tabel 3. De alvorligste skadedyr i æble, pære, solbær og jordbær.*

Kultur:	Æble	Pære	Solbær	Jordbær
Skadedyr	Æblevikler Div. viklerarter Rød æblebladlus Grøn æblebladlus Æblebladhvepse	Pærebladlopper Pæregalmug	Solbærknopgalmi de Bladlus Solbærgalmug	Jordbærvikler Væksthusspindemide r Hindbærnsnudebiller Tæger

* Ingen alvorlige skadedyr i surkirsebær.

Når der etableres flerårige plantninger er det første skridt til at forebygge angreb af sygdomme og skadedyr at bruge sundt plantemateriale. Hvis der

startes med inficeret plantemateriale vil dette oftest skabe yderligere problemer i hele kultur forløbet. Der er udarbejdet regler og strategier for produktion af sundt plantemateriale (Lindhard et al., 2003).

Mekaniske og fysiske metoder.

Brug af sundt plantemateriale er en meget vigtig og fuldt implementeret metode for at undgå skadevoldere som følger med plantematerialet. Det er dog ikke alle skadevoldere, som kan forebygges på denne måde. Metoder til yderligere at sikre sundt plantemateriale vil have høj prioritet. I øjeblikket forskes der i varmebehandling af solbærestiklinger til forebyggelse mod solbærknopgalmider. Mekanisk fjernelse af det plantemateriale, hvor skadevoldere opholder sig kan praktiseres for visse skadedyr fx æblevikler og pæregalmug. Metoden er dog besværlig og arbejdskrævende. Andre dyr kan hjælpe med at holde bestanden af insekter nede. Fx opsættes der i IP-produktion mejsekasser til at reducere insektbestanden i kernefrugtplantager. Desuden forskes der i øjeblikket i brug af høns eller slagtekyllinger under frugttræer til reduktion af æblebladhveps og pæregalmug (Lindhard et al., 2003). Mekanisk jordbehandling kan skade insekter, som overvintrer i jorden. Disse eller lignende metoder vil have høj prioritet, specielt i økologiske dyrkning.

Biologisk bekæmpelse.

Der er udviklet metoder til biologisk bekæmpelse af frugttræspindemider i æble og pære ved hjælp af rovmider, samt arbejdet på biologisk bekæmpelse med rovmider mod væksthusspindemider i solbær og jordbær. Der arbejdes i øjeblikket på at undersøge effekten af snyltehvepse mod æblehvepse og masseudsætning af rovtæger mod pærebladlopper. Makrobiologisk bekæmpelse på friland har et potentiale i flerårige afgrøder, hvor det er lettere at opnå balancer mellem nyttedyr og skadevoldere. Mikrobiologisk bekæmpelse er vanskeligere end i væksthuse, idet de ukontrollable klimaforhold gør det vanskeligt at arbejde med opformering og bevarelse af mikroorganismer.

Æblebladhveps og solbærknopgalmider er eksempler på skadevolder, hvor det måske er muligt at udvikle en biologisk bekæmpelse. (Lindhard et al., 2003). Der er behov for en screening af egnede nyttedyr mod de vigtigste skadedyr. Egnede nyttedyrs biologiske virkning skal derefter undersøges under plantage forhold, samt undersøges for deres påvirkning på flora og fauna.

Forædling, selektion og vurdering af sorter

Mindre modtagelige sorter overfor diverse skadedyr findes. Planterne er mindre attraktive for skadevoldere, skadevolderen trives måske ikke så godt på sorten eller sorten har udviklet tolerance over for skadevolderen (Lindhard et al., 2003). En mere grundlæggende undersøgelse af disse forhold vil være af interesse for fremtidig forædling eller udnyttelse af eventuelle metoder i dyrkningspraksis.

Desuden vil det være relevant at undersøge nye sorters modstandsdygtighed over for vigtige skadevoldere under markforhold med henblik på anbefalinger af sortsvalg.

Beslutningsstøttesystemer, prognose/varsling.

Prognose/varsling mod æblevikler er udviklet og fuldt implementeret i Danmark.

Under IP-systemet kører behovsbestemt bekæmpelse af skadedyr ved hjælp af skadetærskler.

Skadetærskler fra andre lande bruges uden at være afprøvet under danske forhold. Der er behov for at validere disse skadetærskler til de aktuelle forhold.

Der findes mange forskellige viklearter, som er skadegørere på kernefrugt. Der findes feromoner til fangst af viklerne i det aktuelle viklerkompleks. Men der er ikke udviklet prognose/varslings systemer (Lindhard et al., 2003). Der er behov for udvikling af prognosesystemer, samt bekæmpelsesmetoder som fx forvirringsteknik til dette viklerkompleks.

Der findes limplader til varsling af flyvning af æblehveps og klækkefælder til flyvning af pæregalmyg. Der er behov for en implementering af brugen i erhvervet for at forbedre timingen af en kemisk bekæmpelse.

I England findes et varslingssystem for fremkomst af solbærknopgalmider. Systemet ønskes afprøvet under danske forhold, da tidspunktet for fremkomsten af miderne er meget afhængig af det aktuelle klima.

Kulturteknik og planteernæring.

Brug af insekticider og acaricider, som er skånsomme over for nyttedyr og derfor ikke skader den naturlige balance bruges i IP-dyrkning for at forebygge angreb af frugttræspindemider og pærebladlopper. Metoden har været meget succesfuld til forebyggelse af frugttræspindemider.

For at dette system virker er det nødvendigt at have viden om alle insekticidernes sideeffekter overfor nyttedyr. Det er vigtigt at undersøgelserne af insekticidernes sideeffekter på nytteorganismer specielt rovmidler fortsætter med nye insektmidler.

For at opformere nyttedyr findes der enkelte eksempler på, at der kan plantes eller sås fangplanter eller blomstrende planter for at tiltrække nyttedyr. Dette skulle bl.a. have en reducerede virkning på angreb af røde æblebladlus (Lindhard et al., 2003). En undersøgelse af potentialet for anvendelse af blomstrende urter som opformeringssted for nyttedyr, specielt med henblik på nyttedyr, som lever af bladlus er aktuel.

Enkelte observationer tyder på at frugttræspindemider foretrækker æbletræer med et højt kvælstof indhold. Specielt inden for økologisk produktion er forskning i kulturtekniske emner og virkning af planteernæring vigtig for at finde metoder til forebyggelse af skadedyr, idet der kun er få plantebeskyttelsesmidler godkendt til økologisk dyrkning (Daugaard et al., 2001).

3.2.8 Alternative metoder til vækstregulering.

Der er ikke længere nogen tilladte midler til kemisk vækstregulering i kernefrugt. Indtil 2001 har chlormequatchlorid været brugt til at begrænse skudvæksten og øge knopsætningen i pæredyrkningen. Der er fortsat behov for metoder til at reducere væksten i pærer. I øjeblikket forskes der i brugen af grundstammer, rodbeskæring og rodbegrænsning til væksthæmning (Lindhard et al., 2003). Der er behov for undersøgelser af den vækst begrænsende effekt ved timing for rodbeskæring, ved brug af forskellige metoder i kombination med vanding og gødevanding. Desuden vil det være aktuelt at undersøge potentialet om metoderne til ikke kemisk vækstregulering under glas kan bruges på friland i flerårige afgrøder.

3.2.9 Miljøkonsekvenser af alternative metoder.

Det mest realistiske bud på hurtigt at reducere eller udfase herbicidanvendelsen, er en øget anvendelse af mekanisk eller termisk ukrudtsbekæmpelse. Den miljømæssige fordel herved er, at risikoen for nedsivning og afstrømning af herbicider reduceres eller forsvinder. Mekanisk ukrudtsbekæmpelse har imidlertid også miljømæssige omkostninger. Forbruget af brændstof per ha. øges. En sammenligning af energiforbruget i sprøjtede og ikke sprøjtede plantager kræver imidlertid beregning af

energiforbruget til produktion af herbicider, herunder også fabriksanlæg, samt energiforbrug ved fremstilling af traktorer og redskaber. Ved afdækning af jorden mister arealet sin betydning for floraen og store dele af faunaen. Naturindholdet på afdækkede arealer må derfor betragtes som meget ringe sammenlignet med sprøjtede marker.

De effekter på flora og fauna, der er en konsekvens af en meget effektiv ukrudtsbekæmpelse med herbicider, gælder også ved mekanisk renholdelse, hvis den er lige så effektiv. Det er den dog sjældent.

Miljøvurdering af mikrobiologiske metoder til at reducere smittetryk, udbringning af urea ol. kan ikke foretages på det foreliggende vidensgrundlag. Ved biologisk bekæmpelse ved hjælp af introducerede arter skal det undersøges, om arterne kan etablere sig og udgøre en trussel for dansk natur (Lindhard et al., 2003).

3.2.10 Erfaringer fra økologiske dyrkning af frugt og bær.

Den økologiske produktion er ikke særlig stor, kun ca. 3% af erhvervsarealet for frugt og bær dyrkes økologisk. I rapporten er fokuseret på æbler, pærer, surkirsebær, solbær og jordbær. Især inden for solbær og jordbær er økologisk produktion i dag mulig, ikke mindst med fremkomsten af egnede sorter og udviklingen af ny dyrkningsteknik. Inden for æbler er vanskelighederne store, idet det pga. stort investeringsbehov og lave udbytter er meget vanskeligt at opretholde en rentabel produktion. Selv om der findes en del forebyggende metoder og nogen af dem også anvendes i praksis, kræves der videreudvikling af alternative muligheder til skadevolderbekæmpelse for at gøre produktionen rentabel. Inden for pære og surkirsebær er der i dag praktisk taget ingen økologisk produktion, primært pga. manglende forebyggelses- og bekæmpelsesmuligheder for ødelæggende svampesygdomme (Daugaard et al., 2001).

3.3 Væksthusplanter

3.3.1 Baggrund

I væksthuse produceres hovedsageligt pryddplanter, som pottedplanter og snitblomster, og væksthushønsager. Mens afsætningen af væksthushønsager som tomat, agurk, salat og champignon sker til hjemmemarkedet, eksporteres hovedparten af pryddplanterne. Der eksporteres årligt væksthushønsagerede pryddplanter til en værdi af godt 2.5 mia. kr. Produktionsarealet for væksthushønsager er ca. 5 mio. m² fordelt på ca. 700 virksomheder (kilde: Dansk Erhvervsgartnerforenings statistik, 2001).

3.3.2 Belastning og eksponering med pesticider

Ved pryddplanteproduktion i væksthuse er der ofte et betydeligt pesticidforbrug. Der er imidlertid stor variation i pesticidforbruget hos producenter af forskellige væksthushønsager, hvilket fremgår af en forbrugsundersøgelse fra 2001 til estimering af pesticidforbruget i udvalgte hovedkulturer. Undersøgelsen blev udført af DEG i samarbejde med Danmarks JordbrugsForskning og resultater af undersøgelsen er beskrevet i Hansen et al. (2003), (afsnit 2.3). Ikke alle de adspurgte producenter ønskede at medvirke i undersøgelsen, og resultaterne af undersøgelsen bygger derfor på et spinkelt talmateriale, men viser dog tydeligt, at nogle producenter er væsentlig længere fremme end andre med at anvende dyrkningsmetoder, som medfører

reduceret pesticidforbrug eller dyrker kulturer med mindre problemer med sygdomme og skadedyr.

Hovedparten af pesticidforbruget i væksthuse er til kemisk vækstregulering af pryddplanter. Forbrug af pesticider til vækstregulering svarede i 1999 til en gennemsnitlig behandlingshyppighed på 24,8 (se Tabel 1 i Hansen et al., 2003). Forbruget af insekticider svarede til en behandlingshyppighed på 11,4, og behandlingshyppigheden var 7,2 for fungicider. Beregningerne af behandlingshyppighederne er tillempet, fordi sprøjtninger ofte udføres som pletbehandlinger og med anvendelse af forskellige doseringer. Ovennævnte behandlingshyppigheder kan derfor kun anvendes som en indikator for, hvor ofte de forskellige pesticider benyttes. I Tabel 1 i Hansen et al. (2003) fremgår endvidere hvor mange kg aktivt stof der blev brugt af de forskellige pesticidtyper i perioden 1996 til 1999.

I forhold til miljøvurdering af pesticidanvendelsen udgør væksthuse et særligt område sammenlignet med anvendelsen i åbent land. Væksthuse kan i flere henseender betragtes som lukkede systemer, hvor der ikke skal tages hensyn til naturværdier eller tab til det omgivende miljø. Men der kan ske forurening til det omgivende miljø, hvis pesticidforurenede pottemuld føres ud af systemet. Forurening af jord under væksthuse kan ske, hvis der mangler fast gulv eller ved porøse og utætte gulve, hvor pesticider kan udvaskes eller ophobes i jorden som følge af uheld eller rensning af væksthuse. Forureningen kan blive et problem, hvis pesticiderne udvaskes til grundvandet eller jorden skal benyttes til andet formål. Der er registreret en del sager vedrørende miljøpåvirkninger fra væksthusegartnerier i Danmark. Disse sager kan karakteriseres som utætheder eller utilsigtet udledning af spildevand. På Fyn, hvor over halvdelen af landets væksthusegartnerier er placeret, har man registreret et markant fald i antallet af sager med forurening af vandløb efter udledning af pesticider fra væksthuse. Faldet i forureningssager er et resultat af at man både i Amt og kommunal regi på Fyn fra 1994 opprioriterede arbejdet med oplysning og rådgivning til erhvervet om, hvordan udledninger af pesticider kan undgås (Hansen et al., 2003).

3.3.3 Godkendte pesticider

Som beskrevet for frilandsgrønsager i kapitel 5.1 medførte revurderingen af pesticider i forbindelse med regeringens pesticidhandlingsplan fra 1986 ligeledes en reduktion i antallet af godkendte aktivstoffer som blev anvendt i produktion af væksthuseplanter. Miljøstyrelsen har givet flere dispensationer, men til begrænset anvendelse i forhold til det oprindeligt tilladte og kun for en begrænset periode. Der er skadevoldere som danske væksthusegartnere i dag ikke har midler imod, eller kun ganske få midler imod (se Tabel 2-5 i Hansen, et al., 2003). Der er behov for, at der hurtigt kommer effektive alternative metoder, som muliggør bekæmpelse af skadevoldere, som det ikke pt. er muligt at bekæmpe med pesticider.

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

3.3.4 Forebyggelse generelt

For væksthusegrønsager er der ikke de samme krav til skadedyrsfrie afgrøder som for pryddplanter. En mindre forekomst af skadedyr vil normalt ikke skade

kulturen så længe angreb ikke er på de plantedele, der skal sælges, og biologisk bekæmpelse med nytte dyr anvendes med stor succes i de store væksthushønsagkulturer som tomater og agurker. Pesticider anvendes i disse kulturer oftest kun til at korrigere, hvis den biologiske bekæmpelse kommer ud af kontrol eller til sanering ved afslutningen af en kultur.

Samtlige strategier til reduceret pesticidforbrug, som er nævnt i Hansen et al. (2003) samt i nærværende rapport, kan umiddelbart indbygges i de forskellige miljøstyringssystemer (fx MPS og EMAS), som et stigende antal væksthusholdere tilknyttes. Især reduktion af pesticider, men også energibesparelse og mindre gødningsforbrug er områder, som kan give gartneriet en bedre klassificering inden for miljøstyringssystemet MPS. Pesticidforbruget forventes at kunne reduceres væsentligt, hvis samtlige producenter af væksthusholdere var tilknyttet et velfungerende miljøstyringssystem.

3.3.5 Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt

Der anvendes ikke herbicider i produktion af væksthusholdere.

3.3.6 Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme

De hyppigst forekommende svampesygdomme i væksthusholdere er en række rodpatogener som *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium* og rodfiltsvamp samt bladsvampene gråskimmel og meldug. For væksthusholdere er det ligeledes svampesygdomme som *Pythium*, *Phytophthora*, meldug, gråskimmel, agurkskimmel og salatskimmel, samt *Verticillium* i champignon der hyppigst volder problemer.

Beslutningsstøttesystemer, prognose/varsling for sygdomme i væksthuse.

En stor del af de sygdomsproblemer, som opstår i væksthuse, skyldes problemer med kondens og fugt i væksthuse, og en bedre klimastyring vil kunne reducere fungicidforbruget. I danske gartnerier styres klimaet i væksthuse af klimacomputere, der ud fra indkodede set-punkter holder vækstfaktorer, først og fremmest temperatur og luftfugtighed, indenfor fastsatte grænser. Selv om der således er mulighed for at registrere og styre væksthusholdere, er de muligheder, der anvendes til prognose/varsling af sygdomme på friland, ikke anvendt i væksthuse. Dette kan til dels skyldes, at hovedparten af litteraturen beskriver resultater fra mindre forsøgsveksthuse, som ikke har samme temperatur- og luftfugtighedsdynamik som kommercielle væksthuse, samt at styring af væksthusholdere er en stor og kompliceret opgave med mange parametre. Videreudvikling og implementering af beslutningsstøttesystemer i væksthuse til danske forhold vil bedre mulighederne for alternativ bekæmpelse af sygdomme og skadedyr. Det er vigtigt at ændrede principper for klimastyring til reduktion af svampesygdomme ikke kun afprøves i små forsøgsveksthuse, men at afprøvningerne opskaleres så de er sammenlignelige med kommercielle væksthuse.

Værtplanteresistens.

Der er ofte forskel i sorters følsomhed overfor sygdomme. Den biologiske effekt af værtplanteresistens over for patogenet kan variere fra 100% til 0% hos sorter med fuld resistens til fuld modtagelighed.

Der foreligger ingen undersøgelser af, om forekomst af resistensgener påvirker effekten af nytteorganismer, men ved forædling mod forskellige former for resistens er der en vis risiko for at også uønskede egenskaber overføres, som kan betyde ændrede krav til dyrkningsforhold, og i værste fald medføre

forringet kvalitet og udbytte. Dyrkning af resistente plantesorter har ingen indflydelse på energiforbrug, arbejdsmæssig effekt eller miljøeffekt. På grund af et stort flow af nye sorter i væksthuskulturer, vil der være et kontinuert behov for resistensscreeninger. Simple screeninger af de nu dyrkede sorter vil højst sandsynligt kunne tilvejebringe information om resistensniveauer i sortsmaterialet, som anvendes i dag, og give forædlerne et vigtigt redskab i det fortsatte forædlingsarbejde. Vælges der konsekvent sorter med mest mulig resistens mod skadedyr, vil der umiddelbart kunne registreres et fald i pesticidforbrug og en effektivisering af biologisk bekæmpelse af skadevoldere, som man endnu ikke har opnået fuld resistens imod.

På grund af det store potentiale for pesticidreduktion vha. resistensforædling, anbefales en større forskningsindsats på dette område. Der er blandt andet behov for en forskningsindsats for at opnå en bedre forståelse for biokemien bag planternes resistensmekanismer, herunder undersøgelser som belyser, om man ved dyrkningsmæssige forhold kan fremme dannelsen af planters naturlige forsvarsstoffer mod forskellige sygdomme. En bedre forståelse for genetikken bag dannelsen af forsvarsstoffer fremmer mulighederne for at overføre resistens mellem sorter eller nært beslægtede arter.

Biologisk bekæmpelse

Mange forsøg med mikrobiologisk bekæmpelse i væksthuse af både rod- og bladpatogene svampe i forskellige forskergrupper verden over har givet lovende resultater under laboratorium forhold, men der er kun få eksempler på, at organismerne som man har anvendt i afprøvningerne også virker under gartnerpraktiske dyrkningsforhold. Udbygning af videngrundlaget om mikroorganismene vil kunne skabe baggrund for bedre udnyttelse af mikrobiologisk bekæmpelse af sygdomme i fremtiden. For at få en mere præcis evaluering af mikrobiologiske midlers effektivitet er det nødvendigt at afprøve mikrobiologisk bekæmpelse af sygdomme under gartnerilignende forhold, hvilket også er en betingelse for at få midlerne godkendt. Det er endvidere vigtigt at der fokuseres mere på muligheder for at kombinere forskellige bekæmpelsesmetoder og integrere mikrobiologisk bekæmpelse med gartnerpraksis som en del af en flerstrengt strategi til bekæmpelse af sygdomme i væksthuskulturer.

Oversigt over strategier for anvendelse af alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af sygdomme, samt metodernes effekt kan ses i Tabel 20 i Hansen et al. (2003).

3.3.7 Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr

Biologisk bekæmpelse

Skadedyrsbekæmpelsen kan i mange tilfælde indenfor væksthuseområdet effektivt klares ved hjælp af biologisk bekæmpelse, især ved produktion af *væksthusgrønsager*, hvor der ikke er de samme krav til insektfrie afgrøder som for prydplanter. Derfor foretages skadedyrsbekæmpelse i væksthusegrønsager i dag rutinemæssigt med biologisk bekæmpelse på stort set hele arealet (123 ha), bortset fra arealet med salat (21 ha) og champignon (4 ha). Insekticider anvendes derfor i mange gartnerier i meget begrænset omfang og øget brug af biologisk bekæmpelse i store kulturer som tomat og agurker vil ikke have en væsentlig indflydelse på reduktion af pesticidforbruget. Reduktion af insekticidforbruget i champignon og salat forudsætter forskning og udvikling med henblik på identifikation af egnede nyttedyr og dokumentation af disses effekt.

Skønt biologiske bekæmpelsesmidler udgør en stadig større andel af de samlede omkostninger til bekæmpelsesmidler i potteplantegartnerierne (Ørum

& Christensen, 2001), anvendes biologisk bekæmpelse i væsentligt mindre omfang til *væksthusproducerede pryddplanter* end til væksthushushgrønsager, og potentialet for en øget brug af biologisk skadedyrsbekæmpelse ligger primært indenfor pryddplanteproduktionen. Der er en lang række forhold (barrierer), som gør biologisk bekæmpelse i pryddplanter til en meget mere kompliceret affære end i grønsager. Bl.a. at pryddplanter har en meget lav skadetærskel, og at pryddplanter omfatter mere end 400 plantearter med hver deres specielle dyrkningskrav. Det varierer fra plantearter til plantearter, hvor mange skadedyrarter kulturen angribes af og dermed hvor mange forskellige nytteorganismer, der ved total biologisk bekæmpelse skal udsættes. Såvel plantearternes karakteristika som klima- og dyrkningsforhold påvirker både skadedyrs og nytteorganismers biologi, populationsdynamik og samspil, og dermed udfaldet af en biologisk bekæmpelse. Da den kulturspecifikke viden om de mange skade- og nytteorganismer i det brede pryddplanteudvalg endnu er meget mangelfuld, er det en stor udfordring at håndtere biologisk bekæmpelse i samtlige danske pryddplantekulturer. Biologisk bekæmpelse kompliceres endvidere af, at væksthushushproducerede pryddplanter har en meget lav skadetærskel, da hele planten sælges, for visse skadedyr er der 0-tolerance. Det kan være vanskeligt og dyrt at holde denne tærskel med biologiske midler. Et ultimativt krav om total frihed for skadevoldere, og i visse lande også for nyttedyr, gælder specielt til oversøisk eksport. Der er behov for forskning til identifikation af nye arter af nytteorganismer til biologisk bekæmpelse af skadedyr i pryddplanter, salat og champignon hvor biologisk bekæmpelse endnu ikke anvendes samt behov for efteruddannelse i brug af biologisk bekæmpelse.

Karantæne, arbejdsgang, m.m.

Der er en række forebyggende foranstaltninger, som kan mindske angreb og spredning af skadedyr, og dermed brugen af insekticider, såsom placering af nyligt hjemtaget plantemateriale i karantæne, god hygiejne og indretning af arbejdsgangene i gartneriet, netdækning af vinduer for at undgå indflyvning af skadedyr, samt ved at dyrke sorter som er mindre modtagelige overfor skadedyr. En stor del af skadedyrsproblemerne i danske væksthuse hidrører fra indslæbning på det plantemateriale, der hjemtages til gartneriet. Ved at holde nyligt hjemtaget materiale i karantæne i en periode og løbende observere for forekomst af skadedyr, er det muligt på et tidligt tidspunkt at få identificeret og bekæmpet eventuelle indslæbte skadedyr, før plantematerialet placeres blandt gartneriets øvrige planter. Forebyggende metoder vil øge mulighederne for en stabil biologisk bekæmpelse. Visse forebyggende foranstaltninger er umiddelbart realiserbare i ethvert gartneri, mens andre kræver gartneri-specifikke ændringer, der kan være mere eller mindre tidskrævende og omkostningsfyldte.

Beslutningsstøttesystemer

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

Miljøvenlige gasser

Insektbekæmpelse vha. miljøvenlige gasser er en potentiel interessant metode til behandling af planter umiddelbart før de importeres/eksporteres og således 'rense' planterne for såvel skade- som nyttedyr i de aftagerlande som har en meget lav eller 0-tolerance overfor tilstedeværelse af skade- og/eller nyttedyr på salgstidspunktet. I dag er det normal praksis at anvende insektmidler i sidste del af produktionsforløbet selv i kulturer, hvor der anvendes biologisk bekæmpelse, for at sikre kravet om insektfrie planter på salgstidspunktet. Metoden med miljøvenlige gasser er ikke umiddelbar anvendelig før der bliver udviklet en tilstrækkelig effektiv gasningsmetode, som ikke er planteskadelig. Videreudvikling anbefales på dette område, både forskningsmæssigt og ved afprøvning i erhvervet, således at der åbnes mulighed for at undgå brug af insekticider igennem hele produktionsforløbet i de kulturer, hvor man i dag har gode erfaringer med biologisk bekæmpelse af skadedyr. Hvis metoden er tilgængelig vil dette i sig selv motivere en udvikling af biologiske metoder.

Værtplanteresistens

Brugen af pesticider kan reduceres ved at dyrke sorter som er resistente mod de alvorligste skadegørere. Resistensegenskaber indgår i høj grad i frembringelsen af mange landbrugsafgrøder, og erfaringer og metoder herfra vil kunne benyttes til frembringelse af resistente væksthushplanter. Resistens er et alternativ, som kun i meget begrænset omfang er udnyttet i prydplanter. Hovedkonklusioner vedrørende effekter af at anvende værtplanteresistens overfor skadedyr som en metode til reduktion af pesticidforbrug er de samme som beskrevet for værtplanteresistens overfor sygdomme i afsnit 5.3.6 "Alternative metoder, sygdomme". Også indenfor værtplanteresistens mod skadedyr er der behov for at opnå en bedre forståelse for biokemien bag planters resistensmekanismer, samt at undersøge, om man ved dyrkningsmæssige tiltag kan fremme dannelsen af planternes naturlige forsvarstoffer. Der findes fx insektresistente pelargonier, hvor resistensen skyldes en specifik metabolit (se Hansen et al., 2003 samt referencer heri). Genet som muliggør syntesen af denne metabolit kan overføres til sensitive sorter af Pelargonium, der derved forventes at blive resistente. Med yderligere forskning på dette område samt mulighed for fremover at benytte denne forædlingsteknik til overførelse af resistens mellem sorter eller nærtbeslægtede arter, vil medføre en betydelig effektivisering af resistensforædlingen. Indenfor væksthushproducerede prydplanter er der ofte en hurtig sortsudskiftning og en forholdsvis lille produktion af mange sorter. Den hurtige sortsudskiftning betyder at visse sorter kun har en markedsværdi på 1-2 år. I sådanne situationer vil et forædlingsarbejde for at indarbejde skadedyrsresistens ikke være rentabel. En forskningsindsats indenfor screening og forædling mod sygdom- og skadedyrsresistente sorter anbefales derfor rettet mod kulturer med en langsommere sortsudskiftning.

Den største barriere mod øget anvendelse af værtplanteresistente væksthushgrønsagssorter er, at der undtaget agurk, ikke udvikles resistente væksthushgrønsagssorter. Samarbejde med udenlandske forældre i forædlingsprojekter med formål at screene, teste og vurdere plantegenetiske ressourcer for deres resistensegenskaber, bør derfor prioriteres højt.

Oversigt over strategier for anvendelse af alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr samt metodernes effekt kan ses i Tabel 16 i Hansen et al. (2003).

3.3.8 Alternative metoder til vækstregulering.

På trods af, at kemiske vækstreguleringsmidler udgør hovedparten (ca. 89%) af den mængde pesticider som anvendes til væksthushproduktion af pryddplanter, er forskning i alternative, ikke-kemiske metoder til vækstregulering af pryddplanter kun i meget begrænset omfang medtaget i nuværende forskningsprogrammer. Men der findes forskningsresultater, som viser at der er flere metoder med et stort potentiale, og som med en yderligere forskningsindsats vil kunne medvirke til at reducere brugen af kemiske vækstretarderingsmidler (Hansen et al., 2003). På nuværende tidspunkt anvendes alternative metoder til vækstregulering kun i meget begrænset omfang i gartnerierne og kun i få kulturer, men det er indenfor dette område, hvor en indsats ville have det største potentiale for at kunne reducere pesticidforbruget i væksthushproduktion af pryddplanter. Alternative metoder som reduceret gødning, tørkestress, mekanisk vækstregulering og dynamisk klima (temperatur) til reduktion af kemisk vækstregulering, er under udvikling. Men kun få alternative metoder er færdigudviklet til at kunne anvendes i praksis og udover en øget forskningsindsats til videreudvikling af metoder til ikke-kemisk vækstregulering, som beskrevet under kapitel 4 i nærværende rapport, er der behov for en implementeringsfase i erhvervet, som rådgivningstjenesten bør deltage aktivt i, således at producenterne rådgives i, hvordan metoderne kan tilpasses den enkelte kultur og det enkelte gartneri.

Oversigt over strategier for anvendelse af alternative metoder og deres effekt kan ses i Tabel 21 i Hansen et al. (2003).

En væsentlig barriere for nedsættelse af pesticidforbruget til vækstregulering af pryddplanter vurderes at være manglende viden blandt avlere om hvilke alternative metoder der vil være mest velegnede til pesticidreduktion i de forskellige kulturer. Pryddplanter produceret i væksthush er højværdiafgrøder, og avlers frygt for øgede produktionsomkostninger, kvalitetsforringelse, udbytte- og indtægtstab ved reduceret brug af kemiske vækstreguleringsmidler, vurderes som en væsentlig barriere for implementering af alternative metoder. I relation til rådgivningstjenesten vurderes barriererne at være en lille efterspørgsel på rådgivning om reduceret pesticidanvendelse (N.N, 2001). Efteruddannelse af producenter og erhvervets rådgivere indenfor alternative metoder til vækstregulering anbefales, så passende metoder kan tilpasses det enkelte gartneri. I forbindelse med Pesticidhandlingsplan II blev der udført storskala forsøg i udvalgte demonstrationslandbrug i et tæt samarbejde med planteavlkskonsulenter. Samme princip, med afprøvning af alternative metoder i storskala forsøg i udvalgte gartnerier, kunne være en måde at teste hvor implementerbar forskellige alternative metoder til vækstregulering er.

Udover et begrænset brug af Cerone (ethephon) til modning og farvedannelse i tomater, anvendes ikke kemisk vækstregulering til væksthushgrønsager.

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

Kemiske midler som desinfektionsmidler, spredemidler og holdbarhedsmidler er ikke underlagt bekæmpelsesmiddelovgivningen, hvilket betyder at anvendelsen ikke er reguleret, og omfanget af anvendelsen er ukendt.

Forhandlerne og forbrugerne af potteplanter stiller store krav til planternes holdbarhed. I nogle potteplante kulturer behandles blomsterne med et kemisk holdbarhedsmiddel (natriumsølvthiosulfat), for at den enkelte blomst skal holde sig bedre. Natriumsølvthiosulfat er p.t. er det eneste godkendte holdbarhedsmiddel til pryddplanter. Af potentielle alternative metoder til forbedring af planters holdbarhed har hærkning af planter under produktionen vha. reduceret tilgængelighed af vand- og næringsstoffer (især fosfor og kvælstof) vist lovende resultater, men der er behov for yderligere forskning og implementering af alternative metoder i erhvervet.

Oversigt over strategier for anvendelse af alternative metoder og deres effekt kan ses i Tabel 22 i Hansen et al. (2003).

3.3.10 Miljøvurdering af alternative metoder

Alle foreslåede alternative strategier vil medføre en reduktion i pesticidforbruget, hvilket alt andet lige vil reducere risikoen for forurening via slam og pottemuld, kloakfløb, udsivning osv. Erfaringer fra Fyn tyder på, at en aktiv holdning til erhvervet fra myndigheder og brancheorganisationer kan være nyttigt. Hvis man ved hensigtsmæssige konstruktioner og driftsmetoder reducerer risikoen for forurening af omgivelserne til at være meget lille, vil en yderligere reduktion ved nedsættelse af pesticidforbruget selvsagt kun have ringe numerisk betydning. Større betydning kan et reduceret pesticidforbrug imidlertid have for de personer, som arbejder i væksthuse hvor der pesticidbehandles. Eksponeringen for pesticider vil være større for væksthusemedarbejdere end hos gartnerimedarbejdere med udendørs beskæftigelse, dels fordi der i væksthuse arbejdes i lukkede rum, og fordi der ofte er et intensivt pesticidforbrug og en intensiv håndtering af planterne. Udover en pesticidreduktion kan en bedre udnyttelse og implementering af plantebeskyttelsesmodeller og beslutningsstøttesystemer medføre energibesparelser for enkelte tiltags vedkommende.

3.3.11 Erfaringer fra økologisk dyrkning

Økologisk produktion af *væksthusgrønsager* er forholdsvis beskedent (ca. 3-4% af det samlede areal), men under forudsætning af at afsætningen kan bære en prisforøgelse, er der stor interesse for økologisk producerede væksthusegrønsager (Daugaard et al., 2001).

Økologiske *pryddplanter* produceres i yderst begrænset omfang og ofte på små gartnerier tilhørende produktionsskoler eller institutioner, som ikke er direkte afhængige af indtægt fra produktionen (Daugaard et al., 2001). Mange pryddplanter vil det være vanskeligt at dyrke økologisk med de restriktioner, der i dag findes i Plantesundhedsregulativet.

3.4 Planteskole

3.4.1 Baggrund

Planteskoler producerer planter til skov, landskab, læhegn, anlæg, parker, frugtavl og haver. Produktionen af planteskoleplanter i DK er karakteriseret ved en alsidig produktion med et stort antal arter (omkring 300) og sorter. I produktionen af planteskoleplanterne anvendes i vid udstrækning danske frøkilder og sorter tilpasset det danske klima, og derfor er hårdførhed og tilpasning til klimaet under danske forhold et vigtigt element i produktionen. Et andet vigtigt element i produktionen og eksporten af planteskoleplanter er,

at phytosanitære regler for skadegørere bevirker, at der er 0-tolerancer for visse skadedyr og sygdomme samt for andre accept af et mindre antal skadedyr.

Ifølge Danmarks Statistiks tælling i 1999 er der registreret planteskoleproduktion på i alt 2916,5 ha, heraf er 195 ha containerplads og 20,8 ha væksthuseareal. Det totale antal virksomheder med planteskoleproduktion er opgivet til 414 virksomheder, heraf er 208 virksomheder på under 2 ha, som tilsammen udgør 127,5 ha. Bruttofaktorindkomsten i 1999 var på 527 mill. kr fordelt på de 414 virksomheder (Danmarks Statistik). Geografisk er planteskolerne ifølge Danmarks Statistik fordelt over næsten alle amter med arealmæssigt den største koncentration på Fyn.

3.4.2 Belastning og eksponering med pesticider

Opgørelsen over herbicidforbruget i planteskoler er udført ved ekspertskøn på baggrund af arealanvendelsen og herbicidsalget i 1998 (Andersen et al., 2003). Den gennemsnitlige behandlingshyppighed (B.H.) for herbicider vægtet efter arealet varierede fra 0,7 til 1,4. Opgørelsen over fungicider, jorddesinfektionsmidler og insekticider er foretaget ud fra et skøn over fordelingen af de enkelte midler på planteskoleproduktion ud fra det totale salg. Behandlingshyppighederne skal derfor tages med et vist forbehold. Den skønnede gennemsnitlige B.H. for fungicider var mellem 1,1 og 2,2 og for insekticider tilsvarende fra 0,4 til 1,3 i perioden 1996-1999 (Andersen et al., 2003).

Der er meget lidt litteratur om miljøeffekterne af pesticidanvendelsen i planteskoler (Andersen et al., 2003). Antagelsen er, at effekterne på flora og fauna i marken minder om det, der er observeret i rækkeafgrøder. Den hidtidige brug af jorddesinfektionsmidler har formentlig påvirket flora og fauna i de marker, hvor stoffet er anvendt. Påvirkningen forventes dog at ophøre nogen tid efter stop af brugen afhængig af de enkelte organismers immigrationshastighed. Enkelte pesticider har dispensation til anvendelse i bl.a. planteskoler. Det gælder herbiciderne simazin og diuron. Begge stoffer kan udvaskes til grund- og overfladevand og er registreret i de danske overvågningsprogrammer. Et særligt problemfelt forekommer i forbindelse med dyrkning af containerplanter. De kan være placeret på forskellige former for underlag fx det på stedet forekommende terræn, grus og forskellige typer af membraner. Underlaget kan være af en beskaffenhed, som tillader hurtig nedsivning gennem en biologisk forholdsvis inaktiv matrix, eller underlagets hældning og tæthed kan føre til overfladeafstrømning af pesticider, som falder mellem potteplanterne eller som siver gennem jorden i potterne. Nedbør kort efter sprøjtning kan forøge pesticidtabet ved udvaskning eller overfladeafstrømning.

3.4.3 Godkendte pesticider

Anvendelsen af bekæmpelsesmidler mod ukrudt, sygdomme og skadedyr i planteskolekulturer er begrænset i udvalget af godkendte midler (Andersen et al., 2003, bilag A-C). Tilsvarende som i de andre afgrøder betød revurderingen i forbindelse med regeringens pesticidhandlingsplan fra 1986 medførte en kraftig reduktion i antallet af godkendte aktivstoffer. En mulighed for at afhjælpe mangelsituationer er en såkaldt "off-label" godkendelse af et middel, der allerede er godkendt til andet formål. Dette benyttes af brancheorganisationer og lignende og anvendes en del. For den del af planteskoleproduktionen, der foregår i væksthuse, er det muligt at anvende de

samme midler, som er tilladt til pryddplanter i væksthuse. For specialproduktioner som fx frugttræer og frugtbuske er det tilladt at anvende de midler, der er godkendt til anvendelse i frugtavl.

3.4.4 Forebyggelse generelt

Sædskifter i planteskolerne er som regel 2-3 år, hvilket er langvarigt i forhold til frilandsgrønsager. I sædskiftet indgår korn eller grønafgrøder evt. med en kortvarig braklægning af en del af arealet. Læhegn anvendes overalt for at forbedre klimaet omkring planterne. Omkring og mellem markerne bruges levende læhegn, og i containerplanteskolerne anvendes læhegn af plast eller lign. Et vigtigt element i sygdomsforebyggelsen er brugen af sundt kontrolleret formeringsmateriale, hvor Danmarks JordbrugsForskning har udviklet Dafo[®]-systemet i samarbejde med erhvervet og Planteopformeringsstationen, som opformerer planterne til salg.

3.4.5 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt

Ukrudt er et stort problem i planteskolerne, idet mange af kulturplanterne er langsomtvoksende og har meget lille konkurrenceevne overfor ukrudt. Forbruget af herbicider udgør derfor den næststørste post i pesticidforbruget i planteskolerne. Herbiciderne anvendes især til at behandle jorden inden kulturetablering og som afskærmet sprøjtning i vækstperioden, hvor mekanisk behandling kan være umuliggjort pga. vejret eller kulturforhold. Ukrudtet er især et problem på frø-, prikke- og stiklingebede med lille afstand mellem rækkerne (25 cm). I rækkellemrummene er det først muligt at anvende mekanisk ukrudtsbekæmpelse, når planterne har en vis størrelse. Henved 71 % af det totale planteskoleareal udgøres af bede med lille rækkeafstand. Den forebyggende herbicidanvendelse før kulturetablering skal derfor sikre, at ukrudtet ikke konkurrerer med kulturplanterne, førend mekaniske ukrudtsbekæmpelse kan etableres. De alternative metoder skal derfor især erstatte herbiciderne, der anvendes forud for kulturetablering.

Som alternativ metode før kulturstart har dampbehandling af jorden før såning vist, at der kan opnås en ganske effektiv bekæmpelse af ukrudt, selv i en længerevarende periode. Den nuværende metode med fladedamp er imidlertid energimæssigt dyr og har utilstrækkelig kapacitet. En udvikling af metoden vil derfor være nødvendig for at forbedre kapaciteten. Dampbehandling i afgrænset bånd vil kunne spare energi og øge kapaciteten, men vil kræve en præcis styring af processen (Andersen et al., 2003). Termiske metoder bør derfor udvikles yderligere for at øge kapacitet og reducere energiforbrug, og metodernes energiforbrug og miljøpåvirkning bør samtidig vurderes.

Dækning af jordoverfladen med organisk materiale, plast, papir eller lign. kan være en metode til at hindre lys i at trænge ned til ukrudtsfrøene og dermed være en alternativ metode i ukrudtsbekæmpelsen. Dækning af jorden vil influere på jordtemperatur, gasudveksling med luften, vandfordeling og udstråling til luften. Valg af dækmateriale i relation til kulturforhold er derfor et vigtigt element. Skadegørere og rodsvampe, der favoriseres af lavere eller højere jordtemperatur, kan formentlig være et problem i nogle kulturer, men har så vidt vides ikke været undersøgt. Endelig har mus vist sig at udgøre et problem ved alle dækmaterialer i vedplante kulturer, hvor der sker gnaw af bark og rodhals. Udbringning og fjernelse af jorrdækning er arbejdsmæssigt krævende ved en manuel udbringning. Dækning med en grønafgrøde, som

etableres inden kulturplanterne, er en anden metode, som gør det vanskeligt for ukrudt at etablere sig. Ved "intercropping" forstås en dækafgrøde, som er sået inden kulturplanterne eller som etableres samtidig med kulturplanterne i rækkel mellemrummene. Intercropping medfører i næsten alle forsøg med mindre træagtige planter en reduktion i kulturplanternes vækst, hvor flerårige afgrøder giver den største reduktion (Andersen et al., 2003). Metoder til jorddækning bør udvikles yderligere, og metodernes miljøpåvirkning analyseres.

På de store rækkeafstande over 50 cm anvendes mekanisk ukrudtsbekæmpelse, når jorden tillader færdsel. Radrensning er vidt udbredt, men bekæmper imidlertid ikke ukrudtet i selve kulturrækkerne, hvilket har foranlediget flere avlere til at udstyre radrenseren med ekstraudstyr, som fx børster og skrabeblade, til at klare denne opgave, men den anvendte manuelle styringsteknik er ikke tilstrækkelig nøjagtigt til at undgå skader. Endelig er manuel lugning og metoder til at effektivisere lugning et område, der har været udviklet indenfor i DK (Andersen et al., 2003). Til brug i større vedplante kulturer er der i dag udviklet en redskabstype som vha. en mekanisk føler er i stand til at renholde ganske tæt omkring træer, og som anvendes i allétræsplanteskoler i DK i dag. Afhugning eller afskæring af ukrudt med en CO₂-laser er en helt ny metode, ligesom UV-lys formentligt vil kunne give en energibesparelse i forhold til varmebehandling (Andersen et al., 2003). I vækstsæsonen kan mekanisk ukrudtsbekæmpelse blive mere effektivt og med større kapacitet ved at udnytte sensorteknik, der kan skelne mellem ukrudt og kulturplanter. 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 (Andersen et al., 2003). Metoder, der kan øge kapaciteten og reducere energiforbrug i mekanisk ukrudtsbekæmpelse, bør udvikles yderligere.

Kulturtekniske metoder som placeret gødning har været forsøgt i kornafgrøder til reduktion af ukrudtsbestanden. Til række kulturer af store planter som frugttræer og allétræer anvendes allerede i dag placeret gødning. Kulturtekniske foranstaltninger som ændring af såtidspunkt kan ikke ændres for ret mange af kulturerne (Andersen et al., 2003). Containerpladser udgør et specielt dyrkningsareal, hvor ukrudtet har gode betingelser for at etablere sig på disse arealer, hvor der er rigelig adgang til vanding og gødskning. På en typisk containerplads udnyttes omkring halvdelen af arealet til dyrkningsareal. Ukrudt i containerplanterne er en kvalitetsforringelse af produktet, som medfører, at potterne skal luges inden levering til kunderne med store omkostninger til følge. Ukrudtet kommer især fra ukrudtsfrøbanken i planteskolen. Containerpladsen kan dækkes af med ukrudtsdug som MyPex eller plast, hvor hele dyrkningsfladen med gange bliver dækket for at hindre ukrudtet i at etablere og sprede sig. Termiske metoder (damp, varmt vand, strålevarme) kan bruges i bekæmpelsen på køreveje og andre befæstede arealer. Demonstration af allerede udviklede alternative metoder og økonomiske beregninger af effektivitet i forhold til pesticidforbrug og miljøpåvirkning mangler imidlertid. En oversigt over alternative metoder i ukrudtsforebyggelsen og -bekæmpelsen er vist i Tabel 7 og 8 i Andersen et al. (2003).

3.4.6 Alternative metoder ved forebyggelse og bekæmpelse af plantesygdomme

Fungicidforbruget udgør den største post i pesticidforbruget i planteskolerne. Fungiciderne bruges dels på frø- og stikkebede, og dels som bekæmpelse af blad- og grensvampe under kulturen.

Der er store problemer med høje smittetryk af rodsygdomme i danske planteskoler, hvor jorddesinfektionsmidlet dazomet anvendes på dispensation. Der er imidlertid meget få erfaringer fra alternativ bekæmpelse af rodsvampesygdomme i planteskoler. Termisk behandling af jorden vil være relevant i jorde med stort sygdomstryk og til meget intensive kulturer. Det kan være muligt at hæmme udviklingen af jordboende sygdomme ved tilsætning af specifikke organiske materialer, hvor en forebyggende strategi kan bevare sygdomstrukket under skadestærsklen (Andersen et al., 2003). Metoden er imidlertid langt fra færdigudviklet. Sygdomme på frøet er et specielt problem knyttet til især skovfrø, hvor der sker en smitning af frøet på jorden, inden indsamlingen af frøet har fundet sted. Der er imidlertid ringe viden om, hvor stort problemet er i relation til bekæmpelse af sygdomme på frøbedet. Varmtvandsbehandling har i "gamle dage" været anvendt til bekæmpelse af svampesygdomme i frø, og denne metode er ved at blive taget op igen indenfor økologisk grønsagsfrø.

Termiske metoder og brug af organisk materiale til forebyggelse af rodpatogener bør udvikles yderligere, og metodernes miljømæssige konsekvenser bør ligeledes vurderes.

Kulturtekniske foranstaltninger som udprikling i stedet for direkte såning kan reducere svampesygdomsproblemerne i kimplantefasen. Hos containerplanterne er det især i formeringssituationen, at der er problemer med svampesygdomme. Situationen kan derfor sammenlignes med de vækst- og klimabetingelser, der findes i væksthuse. Ligesom på friland findes en lang række eksempler på, at tilsætning af organisk materiale som fx kompost, bark, slam og halm til voksemedier kan hæmme rodpatogener, ligesom iblanding af mycorrhiza kan være en mulighed. Der forhandles endnu ingen kommercielle præparater af mycorrhiza, der er godkendt i Danmark (Andersen et al., 2003). Anvendelse af organisk materiale som tilsætning til dyrkningsmediet bør udvikles som forebyggelse af rodsygdomme.

Brug af vandige ekstrakter af forskellige typer kompost har i flere tilfælde reduceret udvikling af bladpatogener (Andersen et al., 2003). Indvirkningen af gødningsniveau, især kvælstoftilførsel, på udviklingen af svampesygdomme i planteskolekulturer er der ikke megen viden om. Planter, der er i mangel med næringsstofferne N og K, ophober i første omgang flere kulhydrater i cellerne, hvilket kan bevirke større angreb af fakultative svampe. Derimod kan angreb af obligate svampe som rust favoriseres ved rigelig kvælstofindhold i plantecellerne. Udenlandske erfaringer med bladgødskning mod meldug er en mulighed, som ikke er forsøgt under danske forhold (Andersen et al., 2003). Sammenhænge mellem gødningstilførsel, plantevækst og udvikling af blad- og karsvampe bør analyseres nærmere.

Området planteskole dækker over en lang række kulturer og mange svampesygdomme. Samtidig er hver kultur forholdsvis lille, og der findes derfor ikke målrettet forskning inden for prognose og varsling (Andersen et al., 2003). Det påpeges i Barriererapporten (N.N., 2001), at der mangler pålidelige varslingssystemer.

Varslingsprogrammer, der udvikles til frugtavl, bør overføres til og implementeres i planteskolerne, der producerer frugt- og prydræer.

I praksis sker bekæmpelse ud fra tidligere erfaringer om, hvornår sygdomme plejer at optræde, eller når symptomer observeres. Det kan betyde forvekslinger og unødvendige behandlinger. I mange kulturer dyrkes der flere sorter, der kan have forskellig resistens over for betydende svampesygdomme. Når der introduceres nye sorter, kendes resistensen oftest ikke. Både over for forbrugeren og i den enkelte planteskole har det stor betydning, at en sort er modtagelig og kan lægge et smittetryk på andre sorter. Når en kultur har én eller flere betydende svampesygdomme, bør der udføres resistenstest, før sorten frigives, se endvidere afsnittet vedrørende Selektion og forædling. Implementering af varslingsprogrammer fra frugtavl til frugttræsplanteskoler og uddannelse i brug af varsling vil være relevant. Desuden vil efteruddannelse i diagnostic, anvendelse af biologisk bekæmpelse, korrekt sprøjteteknik, samt justering af sprøjter på de enkelte virksomheder være relevant for at reducere pesticidforbruget. En oversigt over alternative metoder i forebyggelsen og bekæmpelsen af sygdomme er vist i Tabel 9, 13 og 14 i Andersen et al. (2003).

3.4.7 Alternative metoder til forebyggelse og bekæmpelse af skadedyr

Skadedyr indenfor planteskoleplanter omfatter mange forskellige, som kan have en direkte vækstbegrænsende effekt. Dertil kommer problematikken knyttet til Plantedirektoratets krav om 0-tolerance og krav til minimal forekomst af andre skadegørere og de landsspecifikke krav, som kan stilles ved eksport af planteskoleplanter. Insekticidforbruget udgør den mindste del af pesticiderne. De fem skadevoldere, der medfører de største skader eller tab i planteskolerne, er bladlus, herunder bøgebladlus, spindemider, øresnudebiller og fugle, samt snegle (Hansen, 2002).

Der er en yderst begrænset viden om alternative metoder, deres anvendelse og biologiske effekt indenfor bekæmpelse af skadedyr i markkulturer, primært igen på grund af det relativt store antal kulturer i sammenhæng med et begrænset areal. Samtidig mangler skadetærskler for mange skadevoldere, hvorfor mange vælger at behandle kemisk, hvis der er midler til rådighed (N.N., 2001). Det er kendt, at mange plantearter påvirker insekter i negativ retning ved deres repellerende virkning. Eksempelvis kan nævnes *Tagetes* repellerende virkning over for flere skadedyr. Det er også kendt at nogle plantearter ved skadedyrsangreb udsender stoffer, som tiltrækker nyttedyr (Andersen et al., 2003). Der er i dag en stigende interesse for at udnytte naturstoffer fra planter til regulering af skadedyr. Det kan nævnes, at forskellige ekstrakter nedbrydningsprodukter fra korsblomstrede arter, har vist sig effektive til bekæmpelse af bladlus og forskellige billearter under laboratorieforsøg.

En kombination af flere metoder vil være det mest effektive. En sådan kombination af metoder kan lægges ind i et beslutningsstøttesystem sammen med andre systemer, der omhandler ukrudt, sygdomme og vækst, og dermed medvirke til en reduktion i pesticidforbruget, hvis efteruddannelse på området etableres ifølge Barriererapporten (N.N., 2001).

Biologisk bekæmpelse af bladlus, spindemider og øresnudebiller kan være en mulighed i væksthuse og formeringsafsnit under kontrollerede forhold og anvendes allerede (Andersen et al., 2003). Biologisk bekæmpelse af skadedyr, der er begrænset mobile, kan ligeledes være en mulighed. Der vil være sammenfaldende interesser til væksthusekulturer, frilandsgrønsager og frugtavl. Biologisk bekæmpelse vil være relevant for de arter, der er begrænset mobile og som udgør et stort problem, som fx bøgebladlus. Økonomiske beregninger og demonstration af brug af netdækning mangler, ligesom undervisning og demonstration i brug af biologisk bekæmpelse vil være relevant. Beslutningsstøttesystem bør etableres.

En oversigt over alternative metoder i forebyggelsen og bekæmpelsen af skadedyr er vist i Tabel 15 i Andersen et al. (2003).

3.4.8 Selektion og forædling af planteskoleplanter

De fleste plantearter har fra "naturens hånd" en eller anden grad af modstandsdygtighed mod sygdomme og skadedyr. Ved anvendelse af resistensgener, der er udviklet gennem mange år ved naturlig evolution, har de vilde slægtninge til kulturplanterne udviklet de genkombinationer, der sikrer overlevelsen uden brug af pesticider. I selektionen identificeres de kloner, der udover kvalitetskravene med hensyn til form og prydværdi, besidder en hel eller delvis resistens mod en sygdom. En ulempe er, at de fleste gener for resistens kun er effektiv over for en art af insekter. Pesticider er ofte effektive mod et bredt spektrum af skadedyr. Et andet moment er planternes klimatolerance. Planter, der er svækket af klimaskader, angribes lettere af skadevoldere, og det er derfor meget afgørende, at der anvendes klimastærke planter. Med baggrund i de foran beskrevne forhold, er det afgørende at vælge planter til dyrkning, der er klimastærke og besidder en høj grad af resistens. Vi må også være opmærksomme på, at det materiale, der er resistent i fx USA og Holland, ikke behøver at være det under danske klimaforhold (Andersen et al., 2003). Manglen på kendskab til resistente sorter er en væsentlig barriere for økologisk dyrkning af planteskoleplanter (Daugaard et al., 2001). Selektion af sundt plantemateriale er et kontinuert arbejde, som har stor betydning for at minimere miljøbelastningen. Efteruddannelse for plantehandlere og plantebrugere i sortsvalgets betydning er vigtigt i begrænsningen af pesticidforbruget, herunder oplysningskampagne om sunde sorter til brugere af planter. Afprøvning af dyrknings sikkerhed og kvalitet under danske forhold er et vigtigt element heri. En oversigt over effekten af selektion og forædling er vist i Tabel 16 i Andersen et al. (2003).

3.4.9 Sprøjteteknik

Ved lille rækkeafstand (svarende til 71 % af arealet) anvendes traditionel bredsprøjtningsteknologi. Rækkeafstanden er så beskeden, at det er yderst tvivlsomt, om der kan opnås pesticidbesparelse ved båndsprøjtning. Mulighederne for at reducere dosis under disse forhold er betinget af den rigtige kombination i valg af middel, dosering, sort, plantens udviklingstrin og klima. 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 m.m. Udvikling af modeller for planteskoleplanter forudsætter et stort forsøgsarbejde, der kan belyse de væsentligste sammenhænge af betydning for udvikling og bekæmpelse af skadegørere samt et meget stort antal forsøg med de enkelte midler (Andersen et al., 2003).

I ræktedykede kulturer med prikbeede er udvikling af koncepter til sprøjtning af svært gennemtrængelige afgrøder med det formål at afsætte henholdsvis mindste og maksimale mængder sprøjtemiddel på kulturplanterne et ubelyst område, der formentlig både kan reducere pesticidforbruget og åbne nye anvendelsesmuligheder. Dysevalget har også stor betydning for afdriften ved såvel bred- som båndsprøjtning.

I ræktedykede kulturer med stor rækkeafstand over 50 cm foretages plantebeskyttelse som bred- eller båndsprøjtning. En tilstrækkelig kapacitet kan opnås ved båndsprøjtning og radrensning i én arbejdsoperation, hvis effekten ved båndsprøjtning ikke påvirkes negativt af støv fra radrensningen

og kan reducere behandlingsindeks med 1,5 med en merudgift på 780 kr/ha ifølge Ørum & Christensen (2001).

En anden mulighed for reduktion ved bredsprøjtning er positionsbestemt plantebeskyttelse, hvor pesticidvalg og dosering gradueres på arealet efter forekomst af skadegørere. Udvikling af modeller for planteskolekulturer forudsætter et forsøgsarbejde, der kan belyse de væsentligste sammenhænge af betydning for udvikling og bekæmpelse af skadegørere. 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 planteskoleplanter, der dyrkes på relativt små arealer, vil det derfor oftest være en for stor investering i forhold til udbyttet. En anden fremtidig mulighed for ukrudtsbekæmpelse i rækkedyrkede afgrøder er at kombinere mekanisk bekæmpelse med punktsprøjtning af ukrudt i rækkerne, hvor hver enkelt ukrudtsplante behandles separat. Punktsprøjtning kræver dels en metode til selektion af afgrøde- og ukrudtsplanter og dels en præcis sprøjte- og styreteknik (Andersen et al., 2003).

Teknik til selektering mellem ukrudt og kulturplanter og til bestemmelse af angreb med henblik på udstyr til positionsbestemt sprøjtning bør udvikles for vigtige kulturer med stort pesticidforbrug. Efteruddannelse i sprøjteteknik bør prioriteres højt. Beslutningsstøttesystemer for udvalgte kulturer kan være en mulighed til at reducere pesticidforbrug.

En oversigt over alternative metoder i sprøjteteknik er vist i tabe17 i Andersen et al. (2003).

3.4.10 Miljøkonsekvenser af alternative metoder

Mekanisk ukrudtsbehandlinger har også miljømæssige omkostninger. Mere trafik i marken øger risikoen for tryksskader i jorden. Jordbehandlingen kan øge risikoen for nedsivning og afstrømning af næringssalte pga. overfladejordens beskaffenhed. Derudover øges forbruget af brændstof per ha ved mekanisk ukrudtsbehandling. En sammenligning af energiforbruget i sprøjtede og ikke sprøjtede marker kræver imidlertid beregning af energiforbruget til produktion af herbicider, herunder også fabriksanlæg og energiforbrug ved fremstilling af traktorer og redskaber. Ved afdækning af jorden mister marken sin betydning for floraen og store dele af faunaen afhængig af dækningsmetode. Ved containerproduktion er der næppe de store naturinteresser involveret. Det primære miljømål her er derfor at reducere tabet af pesticider til omgivelserne.

3.4.11 Erfaringer fra økologisk dyrkning

Økologisk produktion af planteskoleplanter er meget beskeden, således blev det vurderet at mindre end 1 % af planteskolernes areal var omlagt til økologisk produktion (Daugaard et al., 2001). Den økologiske produktion omfatter dels skov- og læplanter, pil, samt en lille produktion af frugttræer og -buske. Erfaringerne med økologisk produktion er derfor meget begrænsede. En af vanskelighederne ved økologisk produktion er overholdelse af Plantesundhedsregulativet (Daugaard et al., 2001).

4 Kortlægning af igangværende forskning

Der er af Danmarks JordbrugsForskning og Miljøstyrelsen blevet gennemført et udredningsprojekt "Vurdering af mulighederne for forebyggelse og alternativ bekæmpelse inden for gartneri og frugtavl" under Miljøstyrelsens pesticidforskningsprogram. I projektet er gennemgået en række metoder, der kan medvirke til at reducere pesticidforbruget i gartneri og frugtavl. Resultaterne fra projektet er offentliggjort i 4 selvstændige rapporter fra hvert af de 4 erhvervsområder frugt og bær, frilandsgrønsager, væksthushavter og planteskole (Lindhard et al 2003, Henriksen et al 2003, Wang Hansen et al 2003, Andersen et al 2003).

Som opfølgning på udredningsarbejdet er efterfølgende identificeret behovet for nye initiativer for forskning i og udvikling af alternative metoder. Herunder vurderes behovet for tiltag til fremme af en hurtig implementering af allerede udviklede metoder. Som indgang til vurderingen af behovet for nye forskningsinitiativer er det vigtigt med et godt kendskab til de igangværende forsknings- og udviklingsopgaver på området.

Der forefindes imidlertid ingen samlet oversigt over den igangværende offentlige forskning omhandlende metoder til reduktion af pesticidforbruget inden for gartneri og frugtavl. Forskningen på området sker ved institutioner under forskellige styrelser og ministerier med tilsvarende forskelligt bevillingsgrundlag. Det blev derfor besluttet at foretage en kortlægning af de igangværende forsknings- og udviklingsaktiviteter med temaet 'reduktion af pesticidforbruget inden for gartneri og frugtavl'.

Metode

Kortlægningen af den igangværende forskning er gennemført som en spørgeskemaundersøgelse, hvor der blev udsendt 4 skemaer til registrering af titel på aktiviteten, budgetter for henholdsvis 2001 og 2002 samt anvendt VIP årsværk i 2001. De anvendte skemaer A-D er vist i Tabel 4.

Skemaerne er opbygget efter det samme matrix koncept med opdeling henholdsvis efter problemområde og indsatsområde i forskningen.

Spørgeskemaerne blev sammen med en forklarende følgeskrivelse sendt til 25 betydende forskningsinstitutioner med anmodning om at udfylde og returnere skemaerne. Udsendelseslisten er vedlagt som Tabel 5.

Der blev der i spørgeskemaet vedrørende forskningsindsatsen i 2001 supplerende spurgt om, hvor stor en andel af forskningsindsatsen der finansieredes af institutionernes basisbevillinger.

Der blev ikke bedt om angivelse af forskningsmidlernes oprindelse - altså om finansieringen hidrørte fra EU, nationale programmidler eller fonde

Resultater.

Der blev modtaget svar fra 18 ud af de 25 institutioner svarende til en besvarelsesprocent på 72 procent; fra større institutioner indsendtes flere skemaer med besvarelser på afdelingsniveau. I 6 af de 18 besvarelser angav institutionerne, at de ikke udførte forskning inden for undersøgelsens målområde.

I Tabel 6 er i oversigtsform anført alle de kortlagte forskningsaktiviteter med angivelse af budget for årene 2001 og 2002 og indsatsen af VIP måneder for året 2001. Hvert aktivitet er anført med den opgivne titel samt tilhørende institution, jvf. udsendelseslisten i Tabel 5. For hver aktivitet er endelig anført en matrixbetegnelse (kombination af bogstav og tal) svarende til betegnelserne i skemaerne i Tabel 4. Alle de indrapporterede aktiviteter er medtaget i oversigten uanset om titel på projekt eller aktivitet synes at være relateret til temaet for spørgeskemaundersøgelsen.

Med baggrund i institutionernes egne indplaceringer af aktiviteter i matrixskemaet er alle de kortlagte enkeltaktiviteter rubriceret inden for $4 \times 7 = 28$ forskellige kategorier efter en matrixtabel med problemområder og indsatsområder som de 2 ordinatorer. Resultaterne er summeret i skemaerne B. til D. i Tabel 7. Tabellerne er i øvrigt i sin form identisk med skemaerne i Tabel 4.

Det fremgår af Tabel 7, at der i de 2 budgetår 2001 og 2002 er kortlagt aktiviteter for godt 20 mill. kr. De godt 20 mill. kr. i 2001 resulterede i 327,8 månedsværk VIP svarende til i alt 27,3 årsværk forskerindsats.

Ved en nærmere analyse af indsatsen i de 2 budgetår kan konstateres stort sammenfald i de respektive indsatsområder. I begge år er fx den største indsats sket på området sygdomme med indsatsområdet 'biologisk bekæmpelse' som den mest betydende. I den følgende gennemgang tages derfor primært udgangspunkt i kortlægningen for året 2001, idet der refereres til Tabel 6, skema B i Tabel 7 og Figur 1.

Mere end halvdelen af forskningsindsatsen er koncentreret omkring sygdomme, hvor indsatsområdet "Biologisk bekæmpelse" udgør den største indsats. Der var mange projekter i 2001 inden for en bred vifte af afgrøder og sygdomme.

Indsatsområdet "Forædling og selektion af nye sorter samt evaluering af eksisterende sorter" har et betydeligt omfang både inden for sygdomme og skadedyr. Der er iværksat screening for resistens målrettet med henblik på økologisk dyrkning, ligesom der i et større projekt ses på resistensforholdene mod kålfluens larve.

På skadedyrsområdet er der ud over den betydelige indsats vedrørende forædling og screening for resistens tillige væsentlige aktiviteter inden for biologisk bekæmpelse. Under forskningsprogrammet 'Ressourceminimering' arbejdes der med biologisk bekæmpelse af udvalgte skadedyr i potteplanter, med en intention om at opnå samme høje anvendelsesgrad som er praksis i væksthushgrønsager.

Indsatsområderne 'sprøjte- og udbringningsteknik' og 'beslutningsstøtte og prognose/varsling' er omtrent lige store, når det gælder sygdomme. Der er flere projekter der ser på hvordan restindholdet af fungicider i de spiselige produkter kan minimeres ved optimering af sprøjte- og udbringningsteknik. Ressourceminimering går igen i en række projekter inden for væksthusektoren, herunder udviklingen af beslutningsstøttesystemer, der er iværksat i alle erhvervsgræne med bl.a. opbygningen af plante-klima modeller og af prognose/varslingssystemer.

Inden for området ukrudt sker den største forskningsindsats vedrørende mekaniske og fysiske metoder som alternativer til behandlinger med kemiske midler. Der arbejdes bl.a. med termisk intra-række behandling af ukrudtet i rækkeafgrøder og med præcisionsstyring ved rækkebehandlings-systemer. På området vækstregulering er der en betydelig aktivitet vedrørende ikke-kemisk regulering af plantevæksten, bl.a. med styring af væksthushklimaet i kulturer af potteplanter.

De øvrige aktiviteter er spredt på en række mindre områder.

Diskussion

Spørgeskemaet blev sendt ud til 25 betydende forskningsinstitutioner. Besvarelsesprocenten på 72 anses som tilfredsstillende, idet de manglende besvarelser er fra institutioner, der ikke normalt forventes at udføre forskning på undersøgelsesområdet. Vi har ikke med spørgeskema undersøgelsen fået fat i 100% af forskningsindsatsen, men det antages at kortlægningen omfatter nærmere de 100% af forskningsindsatsen end de 72 %, som er undersøgelsens besvarelsesprocent.

Der er en vis usikkerhed om alle aktiviteterne er relevante for denne kortlægning, idet ikke alle titlerne på aktiviteterne lyder lige relevante. Men det er valgt at tage alt med som institutionerne har fremsendt. Desuden har det været svært at få alle aktiviteter til at passe ind i matrix-skemaet, i det en aktivitet ofte vedrører flere indsats- og problemområder. Derfor skal fordelingen i matrix-skemaet ikke tages som fakta, mere som vejledende værdier.

Kortlægningen er et øjebliksbillede og ikke et udtryk for, at der i årene før og efter undersøgelsen bruges ca. 20 millioner til forskning og udvikling inden for gartneri og frugtavl. Aktiviteternes størrelse vil afhænge af politisk interesse, midler afsat til emnet samt erhvervets behov. Årene 2001-2002 var afslutningsår for en stor forskningsindsats på området biologisk bekæmpelse. Denne forskningsindsats kan tydelig aflæses af aktiviteterne og er nu ophørt.

Institutionerne blev ikke bedt om at angive oprindelsen af forskningsmidlerne. Derfor er det ikke muligt at sige om finansieringen stammer fra nationale programmidler, EU, fonde eller erhvervet.

Institutionerne blev bedt om at angive, hvor stor en del af forskningen, som var finansieret af basismidler. Desværre blev dette spørgsmål kun besvaret af enkelte institutioner og besvarelsene var tillige anført i meget generelle vendinger som fx at forskningsindsatsen blev finansieret med 0-80 % basismidler. Dette spørgsmål er derfor ikke gjort til genstand for en nærmere analyse i resultatbearbejdningen.

Mere end halvdelen af forskningsindsatsen er koncentreret omkring sygdomme (Tabel 7, skema B). hvilket må tages som udtryk for, at de mest betydende skadevoldende organismer inden for gartneri og frugtavl er sygdomme og her formentlig især svampesygdomme. Det er også kendetegnende for mange epidemiske svampesygdomme, at de optræder hvert eneste år om end med forskellig angrebsgrad; det angives endvidere, at der kun i begrænset omfang findes svamperesistente sorter (Henriksen et al., 2003, Lindhard et al., 2003).

Den største forskningsindsats mod svampesygdomme sker på området biologisk bekæmpelse. Dette kan formentlig tages som udtryk for den igennem de seneste års reduktion i antallet af tilgængelige og godkendte fungicider til anvendelse i den traditionelle dyrkning og i det stigende omfang af økologiske dyrkning. Til trods for den markante indsats inden for biologisk bekæmpelse er der endnu kun et meget begrænset antal midler og metoder anerkendt til praktisk anvendelse (Henriksen et al., 2003, Lindhard et al., 2003).

Resume.

Denne spørgeskemaundersøgelse blev gennemført i sommeren 2002 for at kortlægge aktiviteter på området 'metoder til reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl' i Danmark. Kortlægningen viser at der i perioden 2001 og 2002 var en indsats på ca. 20 mill. kr årligt med en

indsats af ca. 27 forskerårsværk. Besvarelserne er behæftet med en vis usikkerhed, idet undersøgelsens besvarelsesprocent var 72 % og med risiko for at ikke alle kortlagte aktiviteter er relevante.

De kortlagte aktiviteter er rubriceret inden for $4 \times 7 = 28$ forskellige kategorier efter en matrixtabel med problemområder og indsatsområder som de 2 ordinatorer. Der er kortlagt aktiviteter fra de 2 budgetår 2001 og 2002; der er dog stort sammenfald i udfaldet fra de 2 budgetår, hvorfor der alene er diskuteret resultater fra kortlægningen i år 2001.

Kortlægningen er et øjebliksbillede og ikke et udtryk for, at der i årene før og efter undersøgelsen bruges ca. 20 millioner til forskning og udvikling inden for gartneri og frugtavl.

Det var ikke en del af undersøgelsen at kortlægge oprindelsen til forskningsmidlerne.

Mere end halvdelen af forskningsindsatsen er koncentreret omkring sygdomme. Den største forskningsindsats mod svampesygdomme sker på området biologisk bekæmpelse.

Tabel 4. Matrix. Kortlægning af den igangværende forskning vedrørende metoder til reducere af pesticidforbruget inden for gartneri og frugtavl.

Skema A. Forsknings- og udviklingsindsats 2001, verbal beskrivelse – benyt venligst original betegnelse for projekt eller aktivitet:

Spørgeskema angående igangværende forskning på området 'reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl'.							
Indsatsområder i forskningen							
Problem-område:	1. Mekaniske eller fysiske metoder	2. Sprøjte- og udbringningsteknik	3. Biologisk bekæmpelse	4. Forædling, selektion og vurdering af sorter	5. Beslutningsstøtte, prognose /varsling og lignende	6. Kulturteknik, klimastyring og planteernæring	7. Udredninger
A. Ukrudt							
B. Sygdomme							
C. Skadedyr							
D. Vækstregulering							

Skema B. Forsknings- og udviklingsindsats 2001, økonomi, 1000 kr for projekter/aktiviteter anført i skema A:

Spørgeskema angående igangværende forskning på området 'reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl'.							
Indsatsområder i forskningen							
Problem-område:	1. Mekaniske eller fysiske metoder	2. Sprøjte- og udbringningsteknik	3. Biologisk bekæmpelse	4. Forædling, selektion og vurdering af sorter	5. Beslutningsstøtte, prognose /varsling og lignende	6. Kulturteknik, klimastyring og planteernæring	7. Udredninger
A. Ukrudt							
B. Sygdomme							
C. Skadedyr							
D. Vækstregulering							
I alt							
Forhold 'basis: program' midler							

Skema C. Forsknings- og udviklingsindsats 2001, VIP årsværk for projekter/aktiviteter anført i skema A og B:

Spørgeskema angående igangværende forskning på området 'reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl'.							
Indsatsområder i forskningen							
Problem-område:	1. Mekaniske eller fysiske metoder	2. Sprøjte- og udbringningsteknik	3. Biologisk bekæmpelse	4. Forædling, selektion og vurdering af sorter	5. Beslutningsstøtte, prognose /varsling og lignende	6. Kulturteknik, klimastyring og planteernæring	7. Udredninger
A. Ukrudt							
B. Sygdomme							
C. Skadedyr							
D. Vækstregulering							

Skema D. Forventet forsknings- og udviklingsindsats 2002, økonomi – 1000 kr:

Spørgeskema angående igangværende forskning på området 'reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl'.							
Indsatsområder i forskningen							
Problem-område:	1. Mekaniske eller fysiske metoder	2. Sprøjte- og udbringningsteknik	3. Biologisk bekæmpelse	4. Forædling, selektion og vurdering af sorter	5. Beslutningsstøtte, prognose /varsling og lignende	6. Kulturteknik, klimastyring og planteernæring	7. Udredninger
A. Ukrudt							
B. Sygdomme							
C. Skadedyr							
D. Vækstregulering							

Bemærkninger til alle skemaer: Forskning på indsatsområder andre end de i matrix'en anførte angives separat nedenfor.

Tabel 5. Udsendelsesliste: Kortlægning af igangværende forskning på området 'reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl'.

Forskningsinstitutioner – Universiteter

1. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Jordbrugsvidenskab, Agrovej 10, 2630 Tåstrup
2. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Økonomi, Skov og Landskab, Rolighedsvej 23, 1958 Frederiksberg C
3. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Økologi, Thorvaldensvej 40, 1871 Frederiksberg C
4. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Plantebiologi, Thorvaldensvej 40, 1871 Frederiksberg C
5. Københavns Universitet, Botanisk Institut, Øster Farimagsgade 20 D, 1353 København K
6. Roskilde Universitetscenter, Institut for Miljø, Teknologi og Samfund, Hus 11.2, Postbox 260, 4000 Roskilde
7. Århus Universitet, Afdeling for Zoologi, Bygning 135, Universitetsparken, 8000 Århus C

Forskningsinstitutioner – Sektorforskningsinstitutioner

1. Danmarks Jordbrugs Forskning, Forskningscenter Foulum, Postboks 50, 8830 Tjele
2. Danmarks Jordbrugs Forskning, Forskningscenter Årslev, Kirstinebjergvej 10, Postboks 102, 5792 Årslev
3. Danmarks Jordbrugsforskning, Forskningscenter Flakkebjerg, Forsøgsvej 1, Flakkebjerg, 4200 Slagelse
4. Danmarks Jordbrugsforskning, Forskningscenter Bygholm, Postboks 536, 8700 Horsens
5. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Forskningscenter Foulum, Postboks 50, 8830 Tjele
6. Danmarks Miljøundersøgelser, Grenå vej 14, 8410 Rønde
7. Danmarks Miljøundersøgelser, Vejlsøvej 25, Postboks 314, 8600 Silkeborg
8. Forskningscenter Risø, Frederiksborgvej 399, Postboks 49, 4000 Roskilde
9. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm Kongevej 11, 2970 Hørsholm
10. Statsskovenes Planteavlsstation, Miljø- og Energiministeriet, Krogerupvej 21, 3050 Humlebæk
11. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, Rolighedsvej 25, 1958 Frederiksberg C

Andre:

1. Grønt Center, Råhavegård, Maribovej 9, 4960 Holeby
2. Fødevarerdirektoratet, Institut for Fødevarerikkerhed og Toksikologi, Mørkhøj Bygade 19, 2860 Søborg
3. Det Økologiske Råd, Landgreven 7, 1301 København K

Erhvervs- og interesseorganisationer

1. Landbrugets Rådgivningscenter, Udkærsvvej 15, Skejby, 8200 Århus C.
2. Dansk Planteværn, Amalievej 20, 1875 Frederiksberg C
3. Dansk Skovforening, Amalievej 20, 1875 Frederiksberg C
4. Dansk Erhvervsgartnerforening, Hvidkærvej 29, 4250 Odense SV

Tabel 6. Kortlægning af igangværende forskning vedr. metoder til reduceret pesticidforbrug. Oversigt over aktiviteter og projekter.

Forsknings Institution	Matrix betegnelse	Titel på aktivitet eller projekt	Budget 2001, kkr.	VIP måneds-værk 2001	Budget 2002, kkr.
DJF-PLA	A1	Ressourceminimering, termisk metode og dækning i række kulturer, planteskole	180	1,8	180
DJF-FLA	A1	Rækkestyring, planteetablering og plantepleje	525	7,6	
DJF-FLA	A1	Termisk båndbehandling for intra-række ukrudtsbekæmpelse	230	3,3	486
DJF-FLA	A1	Automatisk præcisionsstyring til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i gartneri og planteskoler	248	3,6	256
DJF-FLA	A2	Undersøgelse af værnemidlers effekt			37
DJF-FLA	A2	Ukrudtsbekæmpelse kål	120	1,7	118
DJF-FLA	A2	Ressourceminimering: Ukrudt i planteskoler	87	1,2	87
DJF-FLA	A2	Bæredygtig produktion af småplanter i forstplanteskoler			45
DJF-F&B	A4	Hyben- udvikling af dyrkningsmetoder og forbedrede kloner	150	1,5	181
DJF-F&B	A4	Værkstedsenheder til forskning i økologiske dyrkningssystemer, frugt	129	1,0	99
DJF-F&B	A6	Øget grundlag for kernefrugt-produktion i Danmark, Fejø	50	1,0	50
DJF-PLA	A6	Dækrodsprojekt og EU-dækrod, planteskole	100	1,0	100
SUM	A		1.819	23,7	1.639
DJF-PLA	B1	Sundt frø, egefremaavl, kontrolleret vandindhold, planteskole	175	1,8	200
STA-PLA	B1	Forbedret kontrol med skadevoldende svampe under lagring af agern	115	1,2	130
DJF-FLA	B2	Re-entry: Mikrobiologiske bekæmpelsesmidler potteplanter	444	6,4	281
DJF-FLA	B2	Minimering af pesticidrestindhold i frugt og grønsager	721	10,4	880
DJF-FLA	B2	Salatskimmel frilandsgrønsager	155	2,0	122
DJF-FLA	B2	Frilandsgrønsager	162	2,6	144
DJF-FLA	B2	Pesticideksponering og re-entry: Undersøgelse af værnemidlers effektivitet			497
DEG-PRY	B2B6	Kobbergødskning og effekt på svampe			80
DJF-PLA	B3	Forebyggelse af rodsygdomme i container- og potteplanter, phytosanitære forhold i allétræer	200	2,0	440
STA-PLA	B3	Forbedret kontrol med skadevoldende svampe under lagring af agern	20	1,2	30
KVL-BIO	B3	Mikrobiologisk bekæmpelse af kirsebærbladplet og æbleskurv	126	3,0	
KVL-BIO	B3	Biologisk sanering af rodpatogener i økologisk planteproduktion	86	1,5	
KVL-BIO	B3	Biologisk bekæmpelse af frø- og jordbårne patogener i gulerod.	248	6,0	
KVL-BIO	B3	Biologisk bekæmpelse af rodtilsvamp i kartoffel	190	2,0	
KVL-BIO	B3	Udvikling af alternative strategier til reduktion af svampeangreb i gulerod	860	16,0	216
KVL-BIO	B3	Bekæmpelse af brunbakteriose i kål	50	0,5	100
KVL-BIO	B3	Control of scab in organic apple growing			499
DJF-FLA	B3	Forebyggelse af rodsygdomme i container-potteplanter ved brug af kompostprodukter tilsat antagonister			321
DJF-FLA	B3	Bæredygtig produktion af frilandsgrønsager med stort P-behov: udnytte fordele af mycorrhiza	311	4,5	
DJF-FLA	B3	Bæredygtig produktion af kvalitetsporrer	54	0,8	54

DJF-FLA	B3	Biologisk bekæmpelse af gråskimmel på frilandsgrønsager	244	3,5	
DJF-FLA	B3	Biologisk sanering af rodpatogener i økologisk plantedyrkning	448	6,5	
DJF-FLA	B3	Ressourceminimering: Biologisk bekæmpelse af bladsvampe	564	8,2	429
DJF-FLA	B3	Ressourceminimering: Biologisk kontrol af plantevækst	181	2,6	184
DJF-FLA	B3	Arbuskulær mykorrhiza og plantesundhed	607	8,8	249
DJF-FLA	B3	Rodsygdomme i planteskoler			75
DJF-FLA	B3	Bæredygtig produktion af småplanter i forstplanteskoler			433
DJF-FLA	B3	Sygdomme i allétræer: Samspil med mycorrhiza	40	0,6	
KVL-BIO	B3B6	Bekæmpelse af rodbland i frøbede af Normannsgran			458
DJF-F&B	B4	Fremtidens æbleproduktion	405	6,0	477
DJF-F&B	B4	Bedre danske jordbær	20	1,0	20
DJF-GRØ	B4	Sygdomsresistens ved øko-dyrkning af frilandsgrønsager	246	1,5	307
DJF-GRØ	B4	Skimmelresistente asiesorter			93
DJF-GRØ	B4	Screening for sygdomsresistens, værdiafprøvning grønsager	149	1,2	153
DJF-PLA	B4	Selektion, fremavl, forædling:Planteskole	769	8,0	720
DJF-FLA	B4	Fremstilling af kerneplanter i gartnerier	189	2,7	225
DJF-FLA	B4	Kerneplanter svampe	40	0,6	40
DJF-FLA	B4	Ressourceminimering: Værtplanteresistens mod sygdomme	188	2,7	122
DJF-FLA	B5	Svampesygdomme gartneriet PKM	77	1,1	98
DJF-F&B	B5	Nedsættelse af smittetryk for æbleskurv	82		50
F&G-SKE	B5	Skurvarsling, æbler	128		285
DJF-FLA	B5	Ressourceminimering: Udvikling af plantebeskyttelsesmodeller for væksthushus	95	1,4	95
DJF-FLA	B5	Ressourceminimering: Udvikling af prognose/varslingsmodeller	238	3,4	238
DJF-FLA	B5	Vertikalt netværk:Miljøvenlige grønsager – beslutningsstøtte	506	7,3	495
DJF-FLA	B5	Ressourceminimering: Plantebeskyttelsesmodeller for væksthushusplanter, svampesygdomme	175	2,6	143
DJF-F&B	B6	Bæredygtig produktion øko-æble	312	4,5	500
DJF-F&B	B6	Determination of leaf damage levels tolerated in a low pesticide production of black currant	408	4,0	
DJF-PLA	B6	Forebyggelse af rodsygdomme i container- og potteplanter	100	1,0	130
DEG-PRY	B6	Dyrkningsmedier			140
KVL-JO	B6	Intelligent styring af væksthushus klima	50	1,2	50
Sum	B		10.178	142,3	10.203
DJF-F&B	C1	Solbærknopgalmider "varmt vand"	40	1,0	40
DJF-GRØ	C1	Netafdækning i kålafgrøder	355	4,0	361
DJF-FLA	C2	Varmtvandsbehandling solbærknopgalmider			42
DJF-FLA	C2	Skadedyrsbekæmpelse i potteplanter ved gasning	200	2,9	
DJF-F&B	C3	Fjerkræets udearealer ved økologisk produktion			342
DJF-FLA	C3	Regulering af skadegørere ved hjælp af naturstoffer fra planter	79	1,1	
DJF-FLA	C3	Ressourceminimering: Biologisk bekæmpelse af skadedyr	821	11,9	545
DJF-FLA	C3	Snyltehvepse til bekæmpelse af tobaksbladlus på Campanula	17	0,2	
DJF-FLA	C3	Svirrefluer til bekæmpelse af lus på Campanula	43	0,6	
KVL-ØKO	C3	The contribution of antochorids to the natural control of winter moth in apples	500	12,0	550

KVL-ØKO	C3	Insect-pathogenic fungi in organic agriculture	500	12,0	550
DJF-PLA	C4	Resistens mod kålfluer	715	7,0	500
KVL-JO	C4	Resistance to cabbage root fly	1183	19,2	1032
DJF-FLA	C4	Resistance to cabbage root fly	169	2,4	
DJF_FLA	C4	Ressourceminimering: Værtplanteresistens mod skadedyr	188	2,7	121
F&G-SKE	C5	Fastlæggelse af seneste bekæmpelsestidspunkt, gulerodsfluer	40		
F&G-SKE	C5	Agerugle- og kålfluevarsling	40		40
DJF-FLA	C5	Ressourceminimering: Plantebeskyttelsesmodeller væksthusplanter, skadedyr	260	3,7	293
KVL-JO	C6	Intelligent styring af væksthushus klima	50	1,2	50
KVL-ØKO	C6	Entomopathogenic nematodes in organic cropping systems	426	12,0	540
DJF-FLA	C7	Slutkonference: Biologisk og mikrobiologisk bekæmpelse	22		
Sum	C		5.648	93,9	5.006
DJF-PRY	D1	Ressourceminimering pryddplanter			600
DJF-FLA	D2	Spirehæmning af spiseløg	120	1,7	118
DEG-PRY	D5	Alternativer til kemisk vækstregulering			100
DJF-PRY	D6	Ressourceminimering pryddplanter	550	6,0	900
KVL-JO	D6	Intelligent styring af væksthushus klima	300	9,6	400
DEG-PRY	D6	Phytomonitering			200
Sum	D		970	17,3	2318
DEG-PRY	BCD2	Pesticidafprøvning/handlingsplaner	80	0,7	200
DEG-PRY	BCD5	Erfagrupper Miljømærke	80	0,7	80
DEG-PRY	BCD5	Forskningsformidling	300	3,5	300
KVL-JO	BCD5	Ressourceminimering pryddplanter	250	2,9	250
Sum	BCD		710	7,8	830
DEG-PRY	ABCD3	Ressourceminimering pryddplanter	225	2,5	240
DJF-FLA	ABCD6	Styrkelse af effektivitetsvurderingen af pesticider/havebrugskulturer	300	4,3	300
DJF-F&B	ABCD7	Konsekvensvurdering for gartneri og frugtavl	277	2,5	53
DJF-GRØ	ABCD7	Konsekvensvurdering for gartneri og frugtavl	329	7,0	76
DJF-PLA	ABCD7	Konsekvensvurdering for gartneri og frugtavl	219	3,1	50
DJF-PRY	ABCD7	Konsekvensvurdering for gartneri og frugtavl	219	3,1	50
DJF-FLA	ABCD7	Konsekvensvurdering for gartneri og frugtavl	235	3,5	57
DMU-SI	ABCD7	Konsekvensvurdering for gartneri og frugtavl	572	9,6	
FØI	ABCD7	Produktionsøkonomiske analyser af mulighederne for reduceret pesticidanvendelse	430	7,2	
FØI	ABCD7	Mulighederne for afsætning af usprøjtet frugt og grønsager			70
Sum	ABCD		2.806	42,8	896
Sum	Alle		22.131	327,8	20.892

Anvendte forkortelser:

DJF-PLA: Danmarks JordbrugsForskning - Planteskole
 DJF-FLA: Danmarks JordbrugsForskning – Flakkebjerg
 DJF-F&B: Danmarks JordbrugsForskning – Frugt og bær
 DJF-GRØ: Danmarks JordbrugsForskning – Grønsager
 DJF-PRY: Danmarks JordbrugsForskning – Pryddplanter
 STA-PLA: Statsskovenes Planteavlstation
 DEG-PRY: Dansk Erhvervsgartnerforening – Pryddplanter
 F&G-SKE: Frugt og Grønt Rådgivningen – Skejby
 KVL-ØKO: Landbohøjskolen – Økologi og Molekylær Biologi
 KVL-BIO: Landbohøjskolen – Plantebiologi
 KVL-JO: Landbohøjskolen – Jordbrugsvidenskab
 DMU-SI: Danmarks Miljøundersøgelser – Silkeborg
 FØI: Fødevarerøkonomisk Institut

Tabel 7. Kortlægning af igangværende forskning ved. metoder til reduceret pesticidforbrug.

Skema B. Forsknings- og udviklingsindsats 2001, 1000 kr.

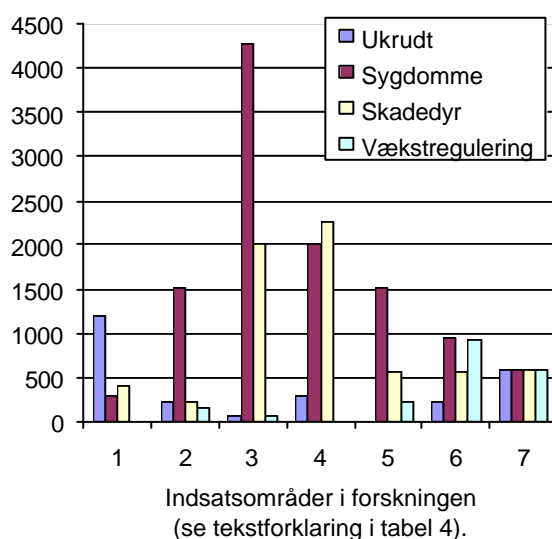
Spørgeskema angående igangværende forskning på området 'reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl'.								
Indsatsområder i forskningen								
Problemområde:	1. Mekaniske eller fysiske metoder	2. Sprøjte- og udbringningsteknik	3. Biologisk bekæmpelse	4. Forædling, selektion og vurdering af sorter	5. Beslutningsstøtte, prognose /varsling og lignende	6. Kulturteknik, klimastyring og planterernæring	7. Udredninger	I alt
A. Ukrudt	1183	207	57	279		225	571	2522
B. Sygdomme	290	1509	4285	2006	1511	945	570	11116
C. Skadedyr	395	227	2016	2255	550	551	592	6586
D. Vækstregulering		146	56		210	925	570	1907
I alt	1868	2089	6414	4540	2271	2646	2303	22131

Skema C. Forsknings- og udviklingsindsats 2001, VIP månedsværk.

Spørgeskema angående igangværende forskning på området 'reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl'.								
Indsatsområder i forskningen								
Problemområde:	1. Mekaniske eller fysiske metoder	2. Sprøjte- og udbringningsteknik	3. Biologisk bekæmpelse	4. Forædling, selektion og vurdering af sorter	5. Beslutningsstøtte, prognose /varsling og lignende	6. Kulturteknik, klimastyring og planterernæring	7. Udredninger	I alt
A. Ukrudt	16,3	2,9	0,6	2,5		3,1	9,0	34,4
B. Sygdomme	3,0	21,7	68,4	23,7	18,2	11,8	9,0	155,8
C. Skadedyr	5,0	3,1	38,4	31,3	6,1	14,3	9,0	107,2
D. Vækstregulering		1,9	0,6		2,3	16,6	9,0	30,4
I alt	24,3	29,6	108,0	57,5	26,6	45,8	36,0	327,8

Skema D. Forsknings- og udviklingsindsats 2002, 1000 kr.

Spørgeskema angående igangværende forskning på området 'reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl'.								
Indsatsområder i forskningen								
Problemområde:	1. Mekaniske eller fysiske metoder	2. Sprøjte- og udbringningsteknik	3. Biologisk bekæmpelse	4. Forædling, selektion og vurdering af sorter	5. Beslutningsstøtte, prognose /varsling og lignende	6. Kulturteknik, klimastyring og planterernæring	7. Udredninger	I alt
A. Ukrudt	922	287	60	280		225	89	1863
B. Sygdomme	330	2031	3319	2156	1613	1164	89	10702
C. Skadedyr	401	109	2047	1654	544	665	89	5509
D. Vækstregulering	600	184	60		310	1575	89	2818
I alt	2253	2611	5486	4090	2467	3629	356	20892



Figur 1. Kortlægning af forsknings- og udviklingsaktiviteter 2001, 1000 kr.

5 Hovedkonklusioner over forskningsbehov indenfor gartneri og frugtavl

I dette afsnit er angivet, indenfor hvilke områder vi mener at en forskningsindsats ville have det største potentiale for at kunne reducere pesticidforbruget i produktionen af gartneri og frugtafgrøder. Forskningsbehovene indenfor de enkelte områder kan dels have langsigtede mål om at fremme økologisk produktion og minimere eller i nogle tilfælde helt afvikle pesticidforbruget i den konventionelle produktion, men kan også have mere kortsigtede mål om at afhjælpe akutte problemer med ukrudt, sygdomme og skadedyr indenfor såvel økologiske som konventionelle dyrkningssystemer.

Der er ikke prioriteret mellem de enkelte indsatsområder, men der skelnes mellem indsatsområder, hvor en mere langsigtet strategi anbefales, som fx resistensforædling i forhold til områder som fx udvikling af kul tekniske metoder med henblik på reduceret pesticidanvendelse samt justering af udenlandske prognose-varslingsystemer til danske forhold, hvor der på kortere sigt kan forventes reduktion i pesticidforbruget, især hvis der samtidig sættes på en effektiv implementering af forskningsresultater. Biologisk bekæmpelse kan kræve en mere langsigtet forskningsindsats især indenfor systemer, hvor man i dag mangler egnede arter af nyttedyr. Baggrunden for anbefaling af forskningsbehovene er behandlet i kapitel 2 og 3.

5.1 Forædling og selektion af sorter

Under forudsætning af at metoden er tilgængelig, er anvendelse af resistente eller modstandsdygtige sorter den mest enkle metode for avlerne til at reducere pesticidforbruget og den mest skånsomme for miljøet. Men hidtil har der ikke målrettet været forsket eller forædlet mod en bredere resistens imod de mest betydende skadevoldere, som kræver en mere langsigtet strategi og anbefales at foregå i et tæt samarbejde med erhvervet for at sikre en kommerciel interesse i brug af sorter med en forbedret resistensegenskaber. Der mangler sorter, som kan bidrage til at opnå et bredere sortiment, der også egner sig til økologisk dyrkning.

Der mangler forskning på følgende områder:

- Forædling mod kompakte sorter af potteplanter med reduceret retarderingsbehov.
- Forskning i resistensmekanismer, herunder identificere naturlige forsvarsstoffer og deres betydning for plantens resistens, undersøge hvorledes dyrkningstiltag og selektion for resistens påvirker indholdet af de bioaktive stoffer, og optimere brugen af disse dyrkningstiltag og selektion for resistens.
- Præforædling med screening for resistens blandt plantegenetiske ressourcer.
- Screening og selektion/forædling mod sygdomsresistente og sunde sorter.

Indenfor afgrødetyper eller forskningsområder, hvor der ikke foregår dansk forædling i dag, men hvor der er kendskab til relevante udenlandske aktiviteter, anbefales at samarbejde med udenlandske forædlere i forædlingsprojekter med formål at screene, teste og vurdere plantegenetiske ressourcer for deres resistensegenskaber, prioriteres højt, og hvor focus fra dansk side rettes mod anvendelse af resultater under danske forhold.

5.2 Dyrkningsteknikker

Ved hjælp af dyrkningsteknikker som klimastyring, planteernæring, planteafstande og -form kan angreb af skadevoldere reduceres. Der mangler mere konkret basisviden om potentialet af dette område for reduktion af pesticidforbruget, men hvor der ved en effektiv indsats kan forventes reduktion i pesticidforbruget på forholdsvis kort sigt (< 5 år), især hvis der samtidig sættes på en effektiv implementering af forskningsresultaterne.

Der mangler forskning på følgende områder:

- Brug af reduceret gødsning, tørkestress, mekanisk regulering, temperatur og kombinationer af disse for at reducere behovet for vækstreguleringsmidler.
- Undersøgelser af potentialet for forebyggelse af svampesygdomme ved brug af viden om plantevækst, gødningsmængder og timing.
- Effekt af dyrkningsforhold på plantens naturlige resistensmekanismer. Her kræves en mere langsigtet strategi, idet der er tale om et forholdsvis nyt forskningsområde inden for de afgrødetyper som anvendes i dansk gartneri og frugtavl.
- Sædskifte og afgrøderækkefølge til forebyggelse af rodpatogener og skadedyr.
- Optimeret klimastyring i væksthuse med henblik på at reducere fungicidforbruget.
- Potentialet for samdyrkning af afgrøder med henblik på opformering af nyttedyr eller som fangplanter for skadedyr.

5.3 Mekaniske og fysiske metoder

Termiske metoder til ukrudtsforebyggelse kan forbedres energi- og kapacitetsmæssigt til brug på friland. Jorddækning med forskellige materialer eller dækafgrøder, herunder som en del af sædskiftet, er metoder, der kan udvikles til at forebygge ukrudtsproblemer. Udvikling af maskinel, der kan selekttere ukrudtsplanter fra kulturplanter, i sammenhæng med mekanisk bekæmpelse, vurderes at have et betydeligt potentiale i bekæmpelsen af ukrudt.

Ved hjælp af sprøjteteknik kan bekæmpelsen af skadevoldere forbedres, og samtidig kan doseringen reduceres. Tekniske forbedringer af sprøjter og dyser, jævnlige justeringer af sprøjter, samt viden om fordelingen af sprøjtevæske afhængig af plante- og træform og afdrift vil optimere brugen af pesticider og dermed reducere restkoncentrationer i fødevarerne og afdriften til miljøet. Dækning af frilandsafgrøder med insektnet kan holde visse skadedyr ude fra afgrøden, men der er behov for videreudvikling og forbedring af metoden ved dækning af afgrøden i meget varme perioder.

Der mangler forskning på følgende områder, som alle kan betragtes som forholdsvis kortsigtede strategier:

- Termisk jordbehandling forud for kulturetablering, kapacitet og intensitet i forhold til effekt på ukrudt og mikroflora.
- Virkning af jorrdækning og dækafrøder på ukrudtsfremspiring, mikroflora og kulturplanter.
- Udvikling af udstyr til hurtig selektering af ukrudt ift. kulturplanter.
- Udvikling af udstyr til ukrudtsbekæmpelse og pesticidbehandling, specielt til flerårige afgrøder på friland.
- Udvikling af sensorsprøjteteknikken.
- Reduktion af pesticidafdrift.
- Udvikling af dyseteknologi til forbedring af sprøjteteknik.
- Optimering af sprøjtetidspunkt til minimering af restindholdet i fødevarerne.
- Undersøgelser af den biologiske effekt ved anvendelse af ny sprøjteteknologi.
- Netdækning af frilandsafgrøder til beskyttelse mod flyvende skadedyr.

5.4 Prognose/varsling

I prognose varsling anvendes de godkendte pesticider på det mest optimale tidspunkt. Derved bekæmpes skadevolderne mest effektivt, produktionen sikres, avlerens dyrkningssikkerhed optimeres, og miljøet udsættes for mindre belastning. Der findes i udlandet en række prognose/varslingsmodeller baseret på lokale sygdomme/skadedyr og klima- og dyrkningsforhold. Disse modeller kan ikke overføres direkte til danske forhold; de fleste vil kræve en tilpasning og en afprøvning under danske klima- og vækstforhold.

Der mangler forskning på følgende områder:

- Udvikling og tilpasning af prognose/varslingssystemer baseret på udvalgte svampesygdomme og skadedyr.
- Videreudvikling af beslutningsstøtte systemer til anvendelse både i væksthuse og på friland.
- Udvikling af skadedyr-/afgrødemodeller til understøttelse af beslutningsstøttesystemer.
- Fastlæggelse af kritiske skadetærskler for betydende skadedyr.

Med udgangspunkt i justering og tilpasning af udvalgte udenlandske systemer, er prognose-varsling et område hvor det med en forholdsvis kortsigtet indsats og samarbejde med udenlandske eksperter er muligt at justere udenlandske systemer, efterfulgt af en implementeringsfase med valideringsforsøg og tilpasning til danske forhold, idet modellerne oprindeligt er udviklede til brug under andre klimazoner. Indenfor frugt- og bærproduktion og produktion af planteskoleplanter er der en del sammenfaldende problemer omkring bladsvampe angreb, med muligheder for samarbejde indenfor udvikling af prognose-varslingssystemer. I kapitel 3 'Resumé af nuværende viden' er angivet, hvilke svampesygdomme og skadedyr som er mest problematiske indenfor de forskellige erhvervssektorer.

5.5 Biologisk bekæmpelse

Biologisk bekæmpelse er fællesbetegnelsen for makrobiologisk og mikrobiologisk bekæmpelse. Makrobiologisk bekæmpelse anvendes

hovedsageligt og med gode resultater i produktion af visse væksthushønsager, og desuden også i nogen grad til pryddplanter i væksthuse. Yderligere forskning kræves for at udvide brugen af makrobiologiske midler til andre væksthushønsager og pryddplantearter. Anvendelse af makrobiologisk bekæmpelse på friland er yderst begrænset, dels fordi der mangler udvikling af egnede arter af nyttedyr, og dels fordi de fleste af nyttedyrene forsvinder fra udsætningsstedet, eller planterne fjernes efter kort tid. Der er behov for forskning til bestemmelse af optimale anvendelsesforhold af mikrobiologiske midler, deres biologiske effekt samt undersøgelser af toksikologiske egenskaber. Anvendelse af organisk materiale som sygdomshæmmer af jordbårne svampe ved dyrkning på friland og i væksthuse er et forskningsområde, der bør udbygges.

Der mangler forskning på følgende områder:

- Identifikation af nye arter til anvendelse i væksthuse (pryddplanter, salat og champignon).
- Identifikation af nye arter til anvendelse på friland.
- Øget viden om samspillet mellem kulturen og de biologiske midler mht. optimale forhold.
- Organisk materiale som sygdomshæmmer af jordbårne svampe.
- Integreret anvendelse sammen med pesticider.

Udover de ovennævnte forskningsbehov er det vigtigt, at der også lægges vægt på det videre forløb med afprøvning af metoder til pesticidreduktion ude i virksomhederne, hvor lovende forskningsresultater afprøves i storskalaforsøg. Samarbejde mellem erhvervsvirksomheden, rådgivningstjenesten og forskningsinstitutionen om implementering af metoder til reduceret pesticidforbrug er en forudsætning for en hurtig og optimal udnyttelse af forskningsresultater i erhvervet. De områder, hvor vi peger på behov for tiltag til fremme af hurtig implementering af alternative metoder i erhvervet, er beskrevet i slutningen af de enkelte afsnit i kapitel 3 'Resumé af nuværende viden'. Anbefalingerne gives på baggrund af de fire rapporter i bilag 1-4. Generelt kan nævnes at grundlaget for en succes indenfor anvendelse af alternative metoder til reduktion af pesticidforbruget vil indebære et samarbejde mellem offentlige og private virksomheder, især indenfor forædling, udvikling af sprøjteudstyr og mekaniske metoder, samt biologisk bekæmpelse, idet anvendelse af disse produkter vil kræve en kommerciel interesse.

5.6 Kortlægning af forsknings- og udviklingsaktiviteter

I sommeren 2002 blev der foretaget en spørgeskemaundersøgelse for at kortlægge aktiviteter på området 'metoder til reduktion af pesticidanvendelsen i gartneri og frugtavl' i Danmark. Oplysningerne fra undersøgelsen skal bruges til at få en samlet oversigt over igangværende forskning på området, som hjælp til at vurdere behovet for nye forskningsinitiativer.

Kortlægningen viste at der i perioden 2001 og 2002 var en indsats på ca. 20 mill. kr årligt, med en indsats af ca. 27 forskerårsværk. Besvarelserne er behæftet med en vis usikkerhed, idet undersøgelsens besvarelsesprocent var 72 % og derved er ikke alle aktiviteter kortlagte. Det antages at kortlægningen omfatter nærmere de 100% af forskningsindsatsen end de 72 %, som er undersøgelsens besvarelsesprocent, idet de manglende besvarelser er fra

institutioner, der ikke normalt forventes at udføre forskning på undersøgelsesområdet.

De kortlagte aktiviteter er rubriceret inden for $4 \times 7 = 28$ forskellige kategorier efter en matrixtabel med problemområder og indsatsområder som de 2 ordinatorer. Der er kortlagt aktiviteter fra de 2 budgetår 2001 og 2002; der er dog stort sammenfald i udfaldet fra de 2 budgetår, hvorfor der alene er diskuteret resultater fra kortlægningen i år 2001.

Kortlægningen er et øjebliksbillede og ikke et udtryk for, at der i årene før og efter undersøgelsen bruges ca. 20 mill. kr til forskning og udvikling inden for gartneri og frugtavl. Det var ikke en del af undersøgelsen at kortlægge oprindelsen til forskningsmidlerne.

Mere end halvdelen af forskningsindsatsen er koncentreret omkring sygdomme. Den største forskningsindsats mod svampesygdomme sker på området biologisk bekæmpelse. Indsatsområdet "Forædling og selektion af nye sorter samt evaluering af eksisterende sorter" har et betydeligt omfang både inden for sygdomme og skadedyr. På skadedyrsområdet er der ud over den betydelige indsats vedrørende forædling og screening for resistens tillige væsentlige aktiviteter inden for biologisk bekæmpelse. Indsatsområderne 'sprøjte- og udbringningsteknik' og 'beslutningsstøtte og prognose/varsling' har en del aktiviteter på sygdomme. Ressourceminimering går igen i en række projekter inden for væksthusektoren, herunder udviklingen af beslutningsstøttesystemer. Inden for området ukrudt sker den største forskningsindsats på mekaniske og fysiske metoder som alternativer til behandlinger med kemiske midler. Vækstregulering er et betydeligt emne som alternativ til kemisk regulering af plantevæksten, bl.a. med styring af væksthusklimaet i kulturer af potteplanter. De øvrige aktiviteter er spredt på en række mindre områder.

6 Referencer

1. Bichel-udvalget: Vurdering af de samlede konsekvenser af en hel eller delvis afvikling af pesticidanvendelsen. Rapporter 1998-99
2. Pesticidhandlingsplan II. Miljø-/Energiministeriet og Fødevareministeriet 2000.
3. Underrapporter 1998 til Bichel-udvalgets arbejde: 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 =% scenarie inden for havebrugets produktionsgrene.
4. Daugaard, H. et al., 2001. Vurdering af økologisk produktion i gartneri og frugtavl, Projektrapport til Kirsten Jensen udvalget.
5. Hansen, L.M. 2002. Skadedyr i planteskoler. Gartnertidende 26, 15.
6. N. N. 2001. Barriererapport. Rapport til Miljøstyrelsen, Kirsten Jensen.
7. Ørum, J. E. & Christensen, J. 2001. Produktionsøkonomiske analyser af mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse i dansk gartneri. Rapport til Miljøstyrelsen, Kirsten Jensen. Revideret udgave 1. oktober 2001.
8. Bælum et al., 2001. Eksponering for pesticider og helbredseffekter for beskæftigede i gartneri og frugtavl. Rapport.
9. Rabølle, M. & Lauridsen, M.G., 2001. Sprøjtestrategier og indhold af pesticidrester. Rapport til Miljøstyrelsen, Kirsten Jensen Udvalg.

Bilag

Bilag 1: Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i planteskoler, der er udarbejdet af Andersen, L. et al.
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 35/2003

Bilag 2: Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i væksthuseproducerede planter, der er udarbejdet af Hansen, C.W. et al.
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 36/2003

Bilag 3: Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i frilandsgrønsager, der er udarbejdet af Henriksen, K. et al.
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 37/2003

Bilag 4: Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i frugt og bær, der er udarbejdet af Lindhard, H. et al.
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 38/2003

Rapportens bilag er kun offentliggjort sammen med rapporten på Miljøstyrelsens hjemmeside, <http://www.mst.dk>.