



Statens
Planteavlsforsøg

Planteværnscenteret
Administrativt
Lottenborgvej 2 - DK-2800 Lyngby

Beretning nr. S 1798

Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø

II. Plantebeskyttelse

Kirsten Høg
Statens Forsøgsstation
St. Jyndeved

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1985



Statens
Planteavlsvforsøg

Beretning nr. S 1798

Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø

II. Plantebeskyttelse

Kirsten Høg
Statens Forsøgsstation
St. Jydevad

Tidsskrift for Planteavlsv Specialserie

København 1985

Forord

I de senere år har der været stigende interesse for at undersøge landbrugets indflydelse på miljøet.

Interessen samler sig især om de moderne driftformers indflydelse på produkt-kvalitet og miljø.

I 1982 besluttede Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd at gennemføre et udredningsarbejde med henblik på at analysere foreliggende forsøgsresultater, der behandler samspillet mellem driftformernes og dyrknings-metodernes indvirkning på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø.

Udredningsarbejdet er gennemført af cand. scient Kirsten Høg, Jydevad Forsøgs-station. Resultatet publiceres i følgende rapporter:

Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø.

I Gødskning.

II Plantebeskyttelse.

III Sædskifte og jordbehandling.

IV Økologisk jordbrug.

V Vanding, slam, industrispildevand og afvanding.

VI Sammendrag af udredningsarbejdet og forslag til forskningsbehov.

En styregruppe med følgende sammensætning har været ansvarlig for udrednings-arbejdet:

A. Dam Kofoed, Askov Forsøgsstation.

J. Jakobsen, Planteværnscentret Lyngby.

M. Blangstrup Jørgensen, Havebrugscentret Årsløv.

V. Jørgensen, Jydevad Forsøgsstation (formand).

INDHOLDSFORTEGNELSE.

INDHOLDSFORTEGNELSE.....	3
SAMMENDRAG.....	5
I. INDLEDNING.....	9
II. KONVENTIONEL PESTICIDANVENDELSE.....	11
II.1. Indledning.....	11
II.2. Indflydelse på udbytte.....	14
II.3. Indflydelse på plantekvalitet.....	26
II.3.1. Pesticidrester i planter.....	26
II.3.1.1. Pesticidrester i danske levnedsmidler.....	26
II.3.1.2. Faktorer, der påvirker størrelsen af restindholdet.....	31
II.3.1.3. Konklusion/diskussion.....	35
II.3.2. Indflydelse på planterets næringsværdi.....	35
II.3.2.1. Landbrugsafgrøder.....	35
II.3.2.2. Frugt- og grønsagsafgrøder.....	37
II.3.2.3. Konklusion/diskussion.....	39
II.4. Indflydelse på flora og fauna.....	40
II.4.1. Indflydelse på fauna.....	40
II.4.1.1. Indflydelse på nyttedyr.....	40
II.4.1.2. Resistens hos skadedyr.....	46
II.4.1.3. Konklusion/diskussion.....	49
II.4.2. Indflydelse på jordens mikroorganismer.....	50
II.4.2.1. Indflydelse på mikrofloraen.....	50
II.4.2.2. Indflydelse på mikrofaunaen.....	54
II.4.2.3. Konklusion/diskussion.....	55
II.4.3. Indflydelse på flora.....	57
II.4.3.1. Indflydelse på kulturplanter.....	57
II.4.3.2. Indflydelse på ukrudt.....	58
II.5. Bestandighed og nedbrydning af pesticider i jord.....	60
II.5.1. Nedbrydningsforløb.....	63

II.5.2. Effekt af dosering.....	64
II.5.3. Bestandighed i jord.....	68
II.5.4. Miljømæssige faktorer af betydning for pesticiders nedbrydn.	70
II.5.5. Muligheder for nedvaskning af pesticider til dybere jordlag.	73
II.5.6. Konklusion/diskussion.....	76
III. INTEGRERET BEKÆMPELSE.....	78
III.1. Definition og principper.....	78
III.2. Prognose og varsling.....	82
III.3. Skadetærskler.....	84
III.3.1. Bekæmpelsestærsklen og den økonomiske skadetærskel.....	84
III.4. Biologisk bekæmpelse.....	86
III.4.1. Steril insekt teknik.....	87
III.4.2. Bekæmpelse v.h.a. prædatorer og parasitoider.....	87
III.4.2.1. Friland.....	87
III.4.2.2. Væksthus.....	88
III.4.2.3. Anvendelse.....	92
III.4.2.4. Begrænsninger for biologisk bekæmpelse - konkl./disk...	92
III.4.3. Mikrobiologisk bekæmpelse.....	95
III.4.3.1. Svampe.....	95
III.4.3.2. Vira.....	96
III.4.3.3. Konklusion/diskussion.....	97
III.5. Forebyggende foranstaltninger.....	99
III.5.1. Resistente sorter.....	99
III.5.2. Kulturfaktorer.....	102
III.5.2.1. Sædsifte.....	103
III.5.2.2. Gødsning.....	106
III.5.2.3. Vanding.....	106
III.5.2.4. Ændret dyrkningsteknik.....	107
LITTERATURLISTE.....	108

SAMMENDRAG.

Til plantebeskyttelse har bekæmpelse med pesticider været dominerende i de sidste 30 år. Fra 1960 og til idag er den årlige omsætning af pesticider godt 3-doblet. Det samlede salg af bekæmpelsesmidler blev i 1982 opgjort til 895.622.000 kr. Af den samlede omsætning af bekæmpelsesmidler udgør ukrudtsmidler (herbicider) 54 %, svampemidler (fungicider) 17 %, insektmidler (insekticider) 5 % og vækstregulerings- og jorddesinfektionsmidler 3 %.

Merudbyttet for sprøjtning med herbicider i forhold til ubehandlet har som gennemsnit af alle benyttede herbicider i samtlige forsøg i vårsæd været godt 1 hkg kerne/ha i de seneste ca. 5 år. Fra 1945 til 1975 er merudbyttet i vårsæd for sprøjtning mod ukrudt i forhold til usprøjtet faldet fra gennemsnitlig 3,1 hkg kerne/ha til 1,2 hkg kerne/ha. Tilsvarende er såvel den samlede mængde ukrudt som antallet af ukrudtsarter reduceret betydeligt i perioden.

Merudbyttet for sprøjtning med insekticider og fungicider kan variere betydeligt, da skadedyrsangreb og svampesygdomme ofte er af varierende styrke i de enkelte år. Derudover kan der være store regionale forskelle.

I den sidste 5-års periode har merudbytterne for sprøjtning mod bladlus i byg som gennemsnit af alle midler været godt 1 hkg kerne/ha.

Med hensyn til restindhold af pesticider i levnedsmidler har undersøgelser i 1982 påvist, at der ud af ialt 5270 udtagne prøver af danske og importerede levnedsmidler kunne påvises ialt ca. 70 forskellige pesticider.

Godt 1 % af de danske prøver havde et restindhold af et pesticid større end de fastsatte danske grænseværdier. Det drejede sig specielt om quintozen i gulerødder, kartofler og salat, lindan i gulerødder og dithiocarbamatrester og meviphos i salat. Ingen kornprøver overskred fastsat grænseværdi, men der kunne i en del prøver påvises rester af bromid og dithiocarbamater. Såvel i Danmark som udland mangler der opgørelser over den samlede faktiske indtagelse af pesticider med kosten.

Pesticidakkumulering i afgrøder afhænger af afgrødevalg, bekæmpelsesmiddel, dosering, antal behandlinger, midlets tilstandsform, periode fra behandling til høst og bekæmpelsesmidlets nedbrydning i jord.

Størst pesticidakkumulering findes i gulerod, salat, løg, kartoffel, solbær og æbler. Pesticider, der er let opløselige i vand, vil lettere kunne optages i afgrøderne. Bejdsemidler bevirker de laveste restindhold, mens granulatmidler bevirker de højeste.

Mange udenlandske forsøg har vist, at pesticidbehandling kan medføre ændringer i en afgrødes kemiske sammensætning. Danske forsøgsresultater foreligger kun i begrænset mængde. Ændringer er observeret i proteinindhold og B-vitaminindhold i kornkerne samt i A- og C-vitaminindhold i mange frugter, bær og grønsager. Ændringens retning er dog ikke altid entydig.

Der mangler flere forsøg, hvor det er muligt at fastlægge, hvilke ændringer i en afgrødes kvalitet, der kan tilskrives genetiske faktorer, dyrknings- og klimatiske forhold samt pesticidanvendelsen.

Et pesticides virkning på nyttedyr i jorden afhænger af jordtype, pesticidtype, nedbrydningstid af pesticidet i jord samt dets mængde. Størst effekt af et givet pesticid observeres på jorde med lille lerindhold. Insekticider er de mest skadelige, hvorimod fungicider og herbicider ikke eller kun i ringe grad skader nyttedyr. Giftigheden af et pesticid stiger med doseringen og midlets persistens i jorden.

Pesticid-resistens er et stigende problem. I Danmark er resistens til nu observeret i væksthuse og kun i få tilfælde på friland. Bedst kendte skadedyr, der har udviklet resistens, er stueflue, bladlus og spindemider. Resistensfremmende faktorer er en høj formeringsevne, kønnet formering og en lav mobilitet af skadedyret samt benyttelse af persistente pesticider, hyppig bekæmpelse og længerevarende brug af samme middel.

De til nu afprøvede pesticider viser kun få langtidseffekter på mikroorganismerne i jorden. Anvendt i normal dosering giver de anvendte midler kun en lille effekt på det totale antal af bakterier, hvorimod svampe ofte bliver negativt påvirket af fungicider og neutralt eller positivt påvirket af herbicider og insekticider. CO_2 -produktion, kulstofmineralisering og kvælstofmineralisering bliver sjældent påvirket af pesticider, mens nitrifikationen er følsom.

Mange pesticider er dog endnu ikke afprøvede med hensyn til effekt på mikroorganismer. Ligeledes ved man kun lidt om, hvordan en kortvarig effekt på en delproces i jorden kan påvirke hele økosystemet.

Pesticider kan nedbrydes kemisk og biologisk. Den mikrobielle (biologiske) nedbrydning er den mest betydningsfulde. Biologisk nedbrydning kan forløbe på to måder. Midler, der nedbrydes metabolisk, vil sjældent give anledning til pesticidakkumulering i jord, selv ikke ved overdosering. Det gælder mange af de mest benyttede midler som 2,4-D, MCPA, MCPB, TCA og dalapon. Pesticider, der nedbrydes cometabolisk, kan specielt ved overdosering medføre risiko for pesticidakkumulering i jord. Det gælder midler som DDT, 2,4,5-T, alachlor, malathion, chlorfenvinphos, maleinhydrazid, atrazin og linuron. Pesticiders nedbrydning i jord vil øges med temperaturen op til ca. 30° C. I intervallet fra visnegrænsen op til 80-90 % af jordens vandkapacitet vil øgning i vandindholdet øge nedbrydningen. Lave reaktionstal kan derimod nedsætte nedbrydningen.

Der er en risiko for, at enkelte pesticider kan nedvaskes til dybereliggende jordlag/grundvand. Risikoen skønnes at være størst for midler som TCA, dalapon og amitrol samt jorddesinfektionsmidlerne 1,3-dichlor. propylen (fra D-D og Ditropex og methylisothiocyanat (fra Basamid, Metam-Na og Ditropex), og der savnes i dag oplysninger, om brugen af disse midler kan være årsag til grundvandsforurening.

De mest benyttede midler som 2,4-D, MCPA og dichlorprop vil trods stor vandopløselighed næppe nedvaskes p.g.a. en hurtig nedbrydningstid. Langsomt nedbrydelige pesticider har gennemgående lav vandopløselighed, hvilket kan hindre nedvaskning.

Integrerede bekæmpelsesprogrammer, der bl.a. inkluderer skadetærskelfastlæggelse, prognoser, og varsling vil have stor betydning m.h.t. reducere af pesticidforbruget med fastholdelse af et rimeligt udbytte.

Fastlæggelse af behandlingstidspunkt for bladlus og meldug kan ofte være vigtigere for opnåelse af maksimalt udbytte end antallet af behandlinger. Merudbyttet for sprøjtning for bladlus og meldug i korn vil i mange år ikke være større for flere behandlinger end én velplaceret behandling.

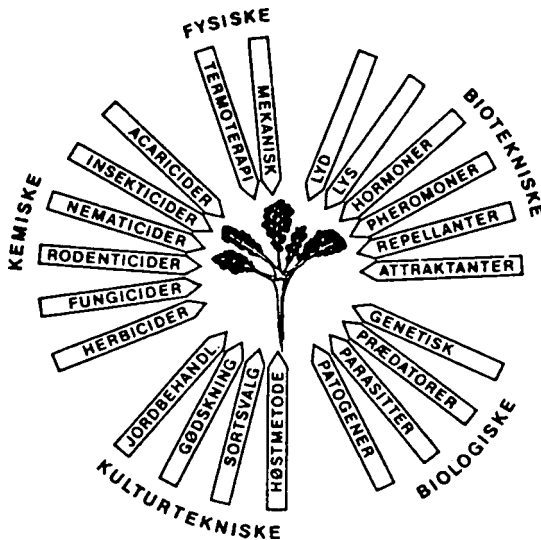
Større viden om behovsprøjtningens betydning for udbytte, plantekvalitet og miljø vil derfor være ønskeligt i fremtiden.

Biologisk bekæmpelse ved hjælp af prædatorer og parasitoider har haft størst succes ved bekæmpelse af spindemider på agurk og mellus på tomater. I danske gartnerier er den biologiske bekæmpelse af disse skadedyr den absolut fremherskende metode. En begrænsning for den biologiske bekæmpelse er, at den kun i begrænset omfang kan benyttes på friland. Derudover kan komme problemer

med klima, samt holdbarhed og beredskabsmulighed af rovdyr og parasitter. Mange biologiske bekæmpelsesprogrammer for et givet skadedyr med et givet nyttedyr er begrænset til én eller nogle få afgrøder. Mikrobiologisk bekæmpelse ved vira, bakterier, svampe og protozoer er kun i Danmark forsøgt overfor gulerodsfluen, nonnen, kåluglen og ageruglen. Den største begrænsning for den mikrobiologiske bekæmpelse er, at kun et mindre antal skadedyr i Danmark forventes at kunne bekæmpes på denne måde.

I. INDLEDNING

Til plantebeskyttelse kan der benyttes forskellige metoder som skitseret i figur 1. Den kemiske bekæmpelse har været den dominerende i plantebeskyttelsen gennem de sidste 30 år; de øvrige metoder har dog i mindre målestok været i brug sideløbende hermed. Dette gælder bl.a. de kulturtekniske foranstaltninger som sædskifte og dyrkning af resistente planter.



Figur 1. Plantebeskyttelsesmetoder (Jørgensen, 1977c).

Princippet i den biologiske bekæmpelse er, at skadedyrenes naturlige fjender (patogener, parasitter og prædatorer) ved menneskets hjælp udnyttes i større omfang, end naturlige forhold betinger. Til denne kategori henregnes også genetiske metoder, hvor indgreb i arveanlæg eller formeringsevne begrænser populations-tilvæksten. Udviklingen i den biologiske bekæmpelse har specielt drejet sig om insekter.

Princippet i den biotekniske bekæmpelse er en forstyrrelse af dyrenes normale adfærd. For de fleste dyr er lugtesansen af væsentlig betydning. Specifikt virkende attraktanter benyttet i forbindelse med fangst i fælder eller tiltrækning til fangplanter kan benyttes til tilintetgørelse af dyret. Brug af repellantter

(afvisende stoffer, som hindrer dyrene i at opsøge og/eller optage føde) er en endnu ret uudforsket mulighed. Mere udviklet er brug af kønsferomoner som forvirringsmiddel f. eks. brug af væksthormoner, der bryder det normale udviklingsforløb hos insekter eks. ved at hindre forpupning.

I gennemgangen af plantebeskyttelsesmidlernes effekt på udbytte, plantekvalitet og det omgivende miljø vil hovedvægten blive lagt på pesticiderne, på grund af disses store betydning i Danmark.

II. KONVENTIONEL PESTICIDANVENDELSE

II.1. Indledning.

Såvel antallet af bekæmpelsesmidler (pesticider) som totalmængden af aktivt stof benyttet i Danmark er steget støt fra 1960'erne og op til i dag (fig. 2.).

I 1960 udgjorde den årlige omsætning af pesticider (ukrudts-, svampe-, insekt- og vækstreg. midler) ca. 2000 t virksomt stof, mens det i 1982 udgjorde ca. 7500 t (fig. 2). Man kan dog ikke ud fra totalsalget sige noget om pesticidanvendelsen per ha. Dette skyldes, at de forskellige pesticider anvendes i meget forskellig dosering. Derudover bliver nogle afgrøder behandlet 1-2 gange årligt (græs- og kornarter), mens andre behandles op til 10-15 gange årligt (bl.a. i frugtplantager).

Af den samlede omsætning af bekæmpelsesmidler i 1982 udgjorde ukrudtsmidler (herbicider) ca. 54 %, mens svampemidler (fungicider) og insektmidler (insekticider) udgjorde henholdsvis ca. 17 % og ca. 5 %.. Tre procent blev udgjort af midler til vækstregulering og jorddesinfektion. De resterende 21% udgør for langt den største part midler til behandling af trævæk (tabel 1).

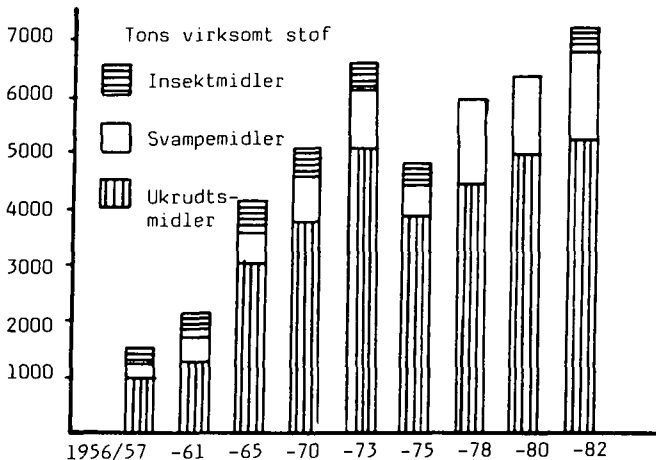


Fig. 2. Mængden af virksomt stof i pesticider benyttet i Danmark 1956 - 1982 (Helweg, 1983a).

Tabel 1. Salg af bekæmpelsesmidler, 1982 (Kemikaliekontrollen, 1957-1983).

	Antal bekæmpelsesmidler	t virkomme stoffer	Værdi af salg i 1000 kr.
Ukrudtsmidler (herbicider) incl. nedvisningsmidler	324	5.157	516.508
Svampemidler (fungicider)	188	1.603	192.856
Insektmidler (insekticider) incl. mide- og sneglemidler	335	438	86.154
Midler til behandling af træværk	85	2.076	43.668
Vækstregulerende midler incl. spiringshæmmende og væksthæmmende midler	31	136	21.752
Midler mod utøj på hus- dyr m.v.	98	5	13.466
Midler mod rotter, mus, mose- grise (gnavemidler) og muld- varpe	72	15	8.129
Kombinerede svampe- og insektmidler	33	25	7.149
Afskrækningsmidler (repellanter)	35	13	2.757
Jorddesinfektionsmidler	7	144	1.282
Midler mod slimdannende organismer i papirmasse	11	8	980
Midler mod algevækst	7	2	921
Ialt	1.226	9.622	895.622

Tabel 2. De almindeligste virksomme stoffer i bekæmpelsesmidler, 1982 (Kemikaliekontrollen, 1957-1983).

Virksomt stof	Mængde i kg *	% af totalmængden af virksomme stoffer *
dichlorprop	1.424.474	21,1
maneb	973.525	14,4
MCPA	760.432	11,3
arsenpentoxid	346.973	5,1
mechlorprop	335.994	5,0
TCA	324.495	4,8
2,4-D	324.136	4,8
parathion og parathion-methyl	257.844	3,8
chromtrioxid	234.363	3,5
natriumchlorat	167.989	2,5
cuprioxid	130.794	1,9
DNOC	125.648	1,9
chlormequat-chlorid	113.516	1,7
cuprisulfat	110.931	1,6
metam-Na	106.147	1,6
dinoseb	95.691	1,4
atrazin	63.125	0,9
cuprihydroxidchlorid	59.822	0,9
captan	47.073	0,7
simazin	46.809	0,7
methylbromid	45.864	0,7
trifluralin	45.053	0,7
svovl	37.578	0,6
arsentrioxid	35.433	0,5
kobber	32.418	
cuprinaphthenat	30.958	
maleinhydrazid	30.581	
3,6-dichlorpicolinsyre	29.766	
thiram	29.585	
carbendazim	29.194	

* det (de) virksomme stof(fer) indgår i præparater fra mindst 3 fabrikanter eller importører.

Af de forskellige aktive stoffer blev der i 1982 solgt knap 300, hvoraf kun 3 udgjorde knap halvdelen af totalforbruget (tabel 2). Disse stoffer var hormonmidlerne dichlorprop og MCPA (henholdsvis 21,1 og 11,3% af salget) samt svampemidlet maneb (14,4% af salget). Derudover har også hormonmidlerne 2,4-D og mechlorprop (hver ca. 5% af salget) og insektmidlet parathion+ parathion-methyl (ca. 4% af salget) stor betydning.

Det samlede salg af bekæmpelsesmidler er i 1982 opgjort til 895.622.000 kr. (tabel 1), hvoraf salget af ukrudtsmidlerne udgjorde de 58% og salget af svampemidlerne 22%.

De anvendte pesticider kan imidlertid have uheldige miljømæssige sideeffekter. Allerede i begyndelsen af 1950'erne blev det observeret, at gentagne anvendelser af parathion i frugtplantager kunne give anledning til udvikling af spindepopulationer, der var mindre følsomme (resistente) mod parathion (Nøddegaard & Hansen, 1980). Pesticider kan også dræbe skadedyrenes naturlige fjender (nytteinsekter) eller ophobes i fødekæder, hvorved bl.a. rovfugle og rovdyr kan påvirkes med en bestandnedgang til følge.

Derudover kan kvaliteten af levnedsmidler forringes ved tilstedeværelse af pesticidrester.

II.2. Indflydelse på udbytte.

Merudbyttet for sprøjtning med herbicider i forhold til ubehandlet har som gennemsnit af alle benyttede herbicider i samtlige forsøg (fællesforsøg og forsøg ved Statens Ukrudtsforsøg) i vårsæd været ca. 1 hkg kerne/ha i de sidste år (Thorup, 1980). I perioden 1945 til 1975 er merudbyttet for sprøjtning mod ukrudt i forhold til usprøjtet faldet fra gennemsnitlig 3,1 hkg kerne/ha til 1,2 hkg kerne/ha. Den væsentligste årsag til reduktionen i merudbyttet er sandsynligvis den reduktion, der samtidig er sket i såvel den samlede mængde af ukrudt som i antallet af ukrudtsarter. Denne reduktion i ukrudtsbestanden har dog ikke medført en tilsvarende reduktion i mængden af herbicider benyttet. Tværtimod er der fra 1956/57 og til 1982 sket ca. en 5-dobling i det årlige salg af herbicider, udtrykt i tons virksomt stof (fig. 2). Det er dog ikke alene de anvendte mængder af herbicider, der har betydning m.h.t. merudbyttet og den risiko, der er forbundet med anvendelsen af herbicider. Det enkelte stof's toksiske potential samt dets stabilitet og nedbrydning vil spille en meget stor rolle. Man kan derfor ikke umiddelbart sammenligne herbicider fra 1950 med de nu anvendte herbicider. De mest anvendte herbicider er nu hormonmidler som 2,4-D,

dichlorprop og MCPA. Det er sket en udvikling af mere selektive midler, og det ændrede afgrødevalg og den ændrede dyrkningspraksis i de sidste 30 år har medført en ændring i herbicidvalget. Arealet med rodfrugt, græs og grønfoder er gået stærkt tilbage i de sidste 30 år, fra 581.000 ha i 1950/54 til 243.000 ha i 1982. Modsat er arealet med korn øget fra 1.311.000 ha til 1.773.000 ha i samme tidsrum (Danmarks Statistik).

Merudbyttet for sprøjtning med insekticider kan variere betydeligt, da skade-dyrsangreb kan forekomme med varierende styrke i de enkelte år. Det er derfor nødvendigt at samle forsøgsresultater over flere år og mange enkeltforsøg spredt over landet i det enkelte år for at kunne vurdere størrelsen af merudbyttet.

Som et eksempel på opnåede merudbytter ved sprøjtning med insekticider er valgt bladlusbekæmpelse i byg (tabel 3). Resultaterne er samlet som gennemsnit af samtlige midler det enkelte år, og merudbytterne er fulgt i perioden 1970 til 1983 (Planteavlsberetninger). Før 1970 forekommer der kun få forsøgsresultater. Da nogle af de benyttede midler er nye midler i det enkelte år, behøver de enkelte midler ikke at repræsentere de på landsplan mest benyttede insekticider mod bladlus. Er der store forskelle m.h.t. de enkelte midlers virkning mod bladlus og indflydelse på udbytte, er det noteret under tabellen.

Tabel 3. Udbytte og merudbytte i byg ved bekæmpelse af bladlus, hkg kerne/ha. Gns. af ubehandlet og alle benyttede insekticider i enkeltforsøg. 1971-1983 (samlet ud fra resultater i Planteavlsberetninger fra Landskontoret for Planteavl).

År	Forsøgs- nr	Lands- del	Jord- type	Udbytte hkg kerne/ha ubehandlet	Merudbytte hkg kerne/ha gns. af behand.
1971	1	-	-	57,0	4,9
	2	-	-	56,7	1,0
	3	-	-	51,9	10,0
	4	-	-	51,7	6,3
	gns.			54,3	5,6
1972	1	S	ler	47,5	3,5
	2	S	ler	46,6	8,3
	3	J	ler	57,8	3,5
	4	LF	ler	49,8	5,1
	5	J	ler	43,6	1,6
	6	LF	ler	41,4	1,5
gns.				47,8	3,9

tabel 3 fortsat

					behovsp.	plansp.
1973	1	J	ler	53,9	1,7	1,3
	2	LF	ler	50,4	5,5	6,1
	3	J	ler	49,8	-0,8	0,6
	4	LF	ler	48,4	12,6	16,3
	5	S	ler	48,4	-1,0	0,8
	6	F	ler	38,8	0,3	0,3
	7	J	sand	34,1	0,6	1,1
	gns.			46,3	2,7	3,8
1974	1	J	ler	62,2	-1,6	-2,7
	2	LF	ler	56,7	2,9	6,0
	3	J	humus	56,7	-2,7	1,9
	gns.			58,5	-0,5	1,7
1975	1	LF	ler	56,5	0,4	2,1
	2	J	ler	50,6	3,7	-0,1
	3	S	ler	46,5	-1,4	5,3
	gns.			51,2	0,9	2,4
1976	1	LF	-	50,3	3,0	
	2	S	-	59,0	5,1	
	3	S	-	47,5	2,9	
	4	S	-	47,0	9,0	
	5	S	-	61,3	5,5	
	6	LF	-	51,3	2,1	
	7	F	-	39,5	4,9	
	8	J	-	53,9	-2,1	
	9	J	-	36,3	-1,2	
	10	J	-	31,4	-0,7	
	11	J	-	16,6	1,6	
	12	J	-	21,6	-1,1	
	gns.			43,0	2,4	
1977	1	LF	-	46,4	5,0	
	2	LF	-	47,3	3,7	
	3	LF	-	47,3	6,9	
	4	LF	-	46,4	4,5	
	5	LF	-	46,4	3,5	
	6	LF	-	47,3	7,4	
	7	S	-	49,4	0,5	
	8	S	-	59,4	0,7	
	9	S	-	70,7	-0,6	
	10	S	-	75,7	0,8	
	11	F	-	57,8	0,7	
	12	J	-	47,8	1,7	
	13	J	-	41,4	1,8	
	gns.			52,6	2,8	

tabel 3 fortsat

1978	1	S	-	55,2	3,1
	2	B	-	54,1	-1,1
	3	B	-	46,7	2,2
	4	F	-	43,0	2,3
	gns.			50,0	1,6
1979	1	S	-	54,8	2,9
	2	J	-	38,7	6,5
	gns.			46,8	4,7
1980	1	S	ler	63,6	1,3
	2	S	sand	45,2	1,4
	3	J	sand	40,6	1,0
	gns.			49,8	1,2
1981	1	S	ler	50,1	0,8
	2	B	ler	47,5	2,4
	3	S	ler	40,4	0
	gns.			46,0	1,1
1982	1	-	ler	49,3	0,4
	2	-	ler	48,7	1,6
	gns.			49,0	1,0
1983	1	-	sand	21,3	0,1
	2	-	-	35,6	5,1
	gns.			28,5	2,6

Appendix til tabel 3:

Behandlinger:

- 1971: plansprøjtning mod både bladlus og svampesygdomme
3 sprøjtninger: 21-26/5, 14/6, 3/7
midler: parathion + maneb
dosis: 0,55 l + 1,8-2,2 kg/sprøjtning og ha
- 1972: plansprøjtning mod både bladlus og svampesygdomme
3 sprøjtninger: 13-16/5, 25/6, 11-16/7
midler: parathion + maneb
dosis: 0,55 l + 1,8-2,2 kg/sprøjtning og ha
- 1973: behovssprøjtning mod bladlus
1 sprøjtning: 18/6-7/7
middel: parathion
dosis: 1,5 l/ha
- plansprøjtning mod både bladlus og svampesygdomme
3 sprøjtninger: 17-18/5, 7-9/6, 25-26/6
midler: parathion + maneb
dosis: 0,55 l + 2,25 kg/sprøjtning og ha

tabel 3 fortsat

1974:

behovsprøjtning mod bladlus

1 sprøjtning: 18-29/6

middel: parathion

dosis: 1,5 l/ha

plansprøjtning mod både bladlus og svampesygdomme

3 sprøjtninger: 10-12/6, 31/5-1/6, 22/6

midler: parathion + maneb

dosis: 0,5 l + 2,25kg/sprøjtning og ha

1975:

behovsprøjtning mod både bladlus og svampesygdomme

1 sprøjtning: ca. 4/7

midler: pirimor + svovl-thiram

dosis: 250 g + 1,8kg/ha

plansprøjtning mod både bladlus og svampesygdomme

3 sprøjtninger: 24-25/6, 9-16/6, 28/6-7/7

midler: sumithion + maneb

dosis: 0,75 l + 2,25kg/sprøjtning og ha

1976:

plansprøjtning mod både bladlus og svampesygdomme

3 sprøjtninger: 2/6, 16/6, 30/6

midler: folithion + benlate + maneb

dosis: 0,5 l + 1,0kg + 2,25kg/sprøjtning og ha

1977:

sprøjtning mod både bladlus og svampesygdomme

1 sprøjtning: 13/6-5/7

middel: parathion + maneb

dosis: 1,0 kg + 2,5kg/sprøjtning og ha

1978:

sprøjtning mod bladlus

1 sprøjtning: 19/6-23/6

middel og dosis: sumithion 1,0 l/ha

croneton 1,0 l/ha

pirimir G 0,25 kg/ha

PLK-pennncap-M 2,0 l/ha

1979:

sprøjtning mod bladlus

1 sprøjtning: 21/6-26/6

midler og dosis: sumithion 1,0 l/ha

crometon 1,0 l/ha

pirimor G 0,25 kg/ha

PLK-Pennncap-M 2,0 l/ha

ekamet 0,5 l/ha

1980:

sprøjtning mod bladlus

1 sprøjtning: 26-27/6

middel og dosis: sumithion 1,0 l/ha

decis 0,3 l/ha

sumucidin 0,5 l/ha

ambush 0,6 l/ha

ripcord 0,5 l/ha

1981:

sprøjtning mod bladlus

1 sprøjtning: 10-27/6

middel og dosis: fenitrothion 1,0 l/ha

decis 0,3 l/ha

sumicidin 0,5 l/ha

ambush 0,25 l/ha

ripcord 0,5 l/ha

polytrin 0,8 l/ha

tabel 3 fortsat

1982:	sprøjtning mod bladlus	
	1 sprøjtning:	16-25/6
	middel og dosis:	fenitrothion 1,0 l/ha
		decis 0,3 l/ha
		sumicidin 1,0 l/ha
		ambush 0,25 l/ha
		ripcord 0,25 l/ha
		fenom-P 0,6 l/ha
1983:	sprøjtning mod bladlus	
	1 sprøjtning	13-14/6
	midler og dosis:	perfekthion EC 20 1,5 l/ha
		cybolt 0,5 l/ha
		fastac 0,1 l/ha
		sumicidin 10 FW 0,6 l/ha
		ripcord 0,25 l/ha
	J = Jylland	
	S = Sjælland	
	F = Fyn	
	LF = Lolland-Falster	
	B = Bornholm	

Som det ses i tabel 3, er merudbyttet for sprøjtning mod bladlus meget varierende i perioden fra 1971 til 1983. I årene 1971, 72 og 73 har der været pæne merudbytter for sprøjtning fra godt 3,5 hkg kerne/ha til 5,6 hkg kerne/ha efterfulgt af en periode (1974-77) med merudbytter fra 1,5 til knap 3 hkg kerne/ha. (Det bør dog bemærkes, at der samtidigt er sprøjtet mod såvel bladlus som svampesygdomme i perioden 1970 til 1976, hvorfor merudbytterne kan være højere, end hvis der kun var sprøjtet mod bladlus). I den sidste femårsperiode har merudbytterne for sprøjtning været beskedne, godt 1 hkg kerne/ha.

I mange af årene har der kun forekommet spredte angreb af bladlus i korn, dette gælder specielt i byg. Sammenligner man forsøgsresultater fra de forskellige landsdele i de enkelte år, kan man se en betydelig variation. Eksempelvis har behovsprøjtning med parathion i 1974 bevirket et negativt merudbytte på over 2 hkg kerne/ha i Jylland, mens en tilsvarende behovsprøjtning på Lolland-Falster har bevirket et merudbytte på næsten 3,0 hkg kerne/ha. Tilsvarende ses det i 1976, at næsten alle enkeltresultater fra Jylland har givet et negativt merudbytte, mens der er opnået et pænt merudbytte for sprøjtning på Øerne. I 1977 er der betydeligt større merudbytter for sprøjtning på Lolland-Falster (gns. 5,2 hkg kerne/ha) end fra det øvrige land (gns. 0,8 hkg kerne/ha).

En gennemsnitsværdi for merudbytter det enkelte år vil derfor kun give begrænsede oplysninger om merudbyttet for sprøjtning i et lokalt område. At der kun opnås et beskedent merudbytte i et givet område kan skyldes et beskedent angreb af bladlus, men det kan også skyldes, at behandlingen ikke er foretaget på det optimale tidspunkt. En for tidlig eller en for sen sprøjtning kan have stor betydning for størrelsen af merudbyttet. Forsøgsresultater fra 1978 viser eksempelvis, at man udbyttemæssigt vil få det største udslag ved sprøjtning 15/6 (tabel 4). For hver 14. dag sprøjtning udsættes, vil merudbyttet halveres. Tilsvarende tendens kan observeres i årene 1981 og 1982. I år med kun meget spredte angreb af bladlus (eks. 1980) vil sprøjtetidspunktet kun have begrænset betydning.

Det er derfor vigtigt at få fastlagt hvor mange skadedyr, der optræder et givet år og på en bestemt lokalitet. Spørgsmålet er, hvor mange skadedyr der kan være på en given afgrøde (eller arealenhed), førend der sker skade på afgrøden og dermed en reduktion af udbyttet (se videre omtale i afsnittene om "prognose/varsling" og "skadetærskler", afsnit III.). Skønnes det ud fra en prognose om skadedyrsforekomst, at sprøjtning er påkrævet, er det vigtigt at få fastlagt det rette tidspunkt for bekæmpelsen, så varsling kan udsendes. Ved tilstrækkelig nøjagtig fastsættelse af bekæmpelsestidspunkt vil antallet af behandlinger ofte kunne nedsættes, hvilket har betydning såvel økonomisk som økologisk.

Tabel 4. Udbytte og merudbytte i byg ved forskellige bekæmpelsestidspunkter, hkg kerne/ha. 1978-83 (samlet ud fra oplysninger i Planteavlsberetninger fra Landskontoret for Planteavl).

År	behandlings- tidspunkt	udbytte og merudbytte hkg kerne/ha	middel
1978	ubehandlet	51,2	fenitro- thion 1,0 l/ha
	15/6	4,1	
	25/6	2,0	
	5/7	0,8	
1979	ubehandlet	52,8	fenitro- thion 1,0 l/ha
	5/6	2,3	
	15/6	2,7	
	25/6	2,0	
	5/7	1,8	

tabel 4 fortsat

1980	ubehandlet	43,7	fenitro- thion 1,0 l/ha
	5/6	0,4	
	15/6	0,4	
	25/6	0,1	
	5/7	0	
	5/6+25/6	0,4	
1981	ubehandlet	48,7	fenitro- thion 1,0 l/ha
	5/6	1,5	
	15/6	0	
	26/6	-0,1	
	5/7	0,2	
	5/6+26/6	0,5	
1982	ubehandlet	55,6	sumicidin 1,0 l/ha
	26/5	6,7	
	8/6	6,5	
	25/6	2,3	
	7/7	0,1	
	26/5+26/6	3,5	
1983	ubehandlet	43,9	sumicidin 1,0 l/ha
	30/5	8,3	
	14/6	8,9	
	25/6	4,7	
	7/7	1,4	
	30/5+25/6	10,3	

Som gældende for skadedyrsangreb kan angreb af svampesygdomme variere meget fra år til år. Derfor vil et evt. merudbytte for fungicidbehandling være behæftet med betydelig variation. Som eksempel på merudbytter og disses variationer er valgt meldugbekæmpelse i vårbyg (tabel 5). Tilsvarende som for insekticider har også valget af fungicider ændret sig i perioden 1970 til 1983.

I de fleste år i perioden 1970-83 har merudbyttet for sprøjtning mod meldug i vårbyg været fra 1,5 til 3,5 hkg kerne/ha (tabel 5). Enkelte år, hvor meldugangreb var beskedent, har merudbyttet været lavere, eks. 1973. Omvendt har år 1976 givet stort merudbytte på Lolland-Falster (gns. 5,9 hkg kerne/ha), p.g.a. relativt store angreb. I de enkelte år kan der imidlertid være store regionale forskelle på merudbytterne. I 1977 gav meldugbekæmpelse på forsøgstederne på fyn et negativt merudbytte, hvorimod der på Lolland-Falster opnåedes et merudbytte på 5,6 hkg kerne/ha.

Ved bekæmpelse af svampesygdomme er det vigtigt at få fastlagt det rigtige sprøjtetidspunkt. Således har to års forsøg (1981 og 1982) ved moderate angreb af svampesygdomme vist, at ved én velplaceret sprøjtning blev der opnået ca. 2/3 af det merudbytte, der blev opnået ved to sprøjtninger.

Tabel 5. Udbytte og merudbytte i byg ved bekæmpelse af meldug, hkg kerne/ha.
 Gns. af ubehandlet og alle benyttede fungicider i enkeltforsøg 1970-82
 (samlet ud fra resultater i Planteavlsberetninger fra Landskontoret
 for Planteavl).

År	Forsøgs- nr.	Lands- del	Udbytte hkg kerne/ha ubehandlet	Merudbytte hkg kerne/ha gns. af behand.
1971	1	F	56,3	-0,2
	2	S	54,1	2,9
	3	J	33,0	1,7
	gns. 1		47,8	1,5
	gns. 2		46,8	1,7
1972	1	J	42,4	1,8
	2	LF	42,3	0,9
	gns. 1		42,4	1,4
	gns. 2		42,3	1,6
1973	1	J	44,3	0,5*
	2	LF	45,8	0,6
		F	42,3	1,3
	gns. 1		44,1	0,8
	gns. 2		44,2	0,7
1974	1	J	53,5	2,1
	2	LF	52,2	0,9
	gns. 1		52,9	1,5
	gns. 2		52,9	1,5
1975	ingen		forsøgsresul. for byg	
1976	1	LF	38,0	5,9
	gns. 1		38,0	5,9
	gns. 2		38,0	5,9
1977	1	J	58,9	1,5
	2	F	44,8	-0,2
	3	S	51,4	2,9
	4	LF	41,9	5,6
	gns. 1		49,3	2,5
	gns. 2		47,3	2,5

tabel 5 fortsat

1978	1	J	42,2	3,7
	2	F	47,3	0,8
	3	S	52,4	1,8
	4	LF	52,8	2,3
	gns. 1		48,7	2,2
	gns. 2		49,0	2,4
1979	1	J	45,4	4,5
	2	S	53,4	2,3
	3	LF	53,4	1,4
	4	F	51,9	5,6
	Gns. 1		51,0	3,5
	Gns. 2		47,9	3,9
1980	1	J	44,0	4,0
	2	S	44,8	3,6
	3	LF	46,8	2,4
	gns. 1		45,2	3,3
	gns. 2		44,6	3,7
1981	1	J	39,9	4,5
	2	F	52,8	4,4
	3	S	44,9	4,5
	4	LF	45,9	1,4
	5	B	47,6	5,0
	gns. 1		46,2	4,0
	gns. 2		42,2	4,1
1982	1	J	45,0	2,6
	2	Øerne	49,3	3,0
	gns. 1		47,2	2,8
	gns. 2		46,5	2,8

* = Et delområde gav udelukkende negativt merudbytte for samtlige midler.

Af pladshensyn er enkeltforsøgene sammenlagt indenfor hver landsdel.

Gns. 1 = gennemsnit af landsdele

Gns. 2 = gennemsnit af antal enkeltforsøg

Appendix til tabel 5:

Behandlinger:

1971: ialt 8 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 26/5-14/6
 midler og dosis: svovl, 80 pct. 5,5 kg/ha
 calixin 0,7 l/ha
 benlate 1,0 kg/ha
 el-273 2,0 l/ha
 ingen forskel mht. midler.

tabel 5 fortsat

- 1972: ialt 12 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 15/5-8/6
 midler og dosis: svovl, 80 pct. 5,5 kg/ha
 calixin 0,7 l/ha
 benlate 1,0 kg/ha
 lucel 3,0 kg/ha
 ingen forskel mht. midler.
- 1973: ialt 4 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 5-15/6
 midler og dosis: calixin 0,7 l/ha
 milgo 1,0 l/ha
 benlate 1,0 kg/ha
 lucel 2,8 kg/ha
 Benlate og calixin har givet større merudbytte
 end øvrige midler.
- 1974: ialt 3 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 28/5-8/6
 midler og dosis: calixin 0,7 l/ha
 milgo 1,0 l/ha
 benlate 0,7 kg/ha
 EF-155 2,3 kg/ha
 ingen forskel mht. midler.
- 1976: ialt 2 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 6-8/6
 midler og dosis: calixin 0,7 l/ha
 sapro 1,5 l/ha
 bayer 1,0 l/ha
 el-228 0,4 l/ha
 Større merudbytte med bayer (gns. 6,7 hkg/ha).
 De øvrige midler gav samme merudbytte (5,6 hkg/ha).
- 1977: ialt 6 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 8-14/6
 midler og dosis: calixin 0,7 l/ha
 sapro 1,5 l/ha
 persulon 1,0 l/ha
 el-228-9 0,5 l/ha
 bayleton 0,5 l/ha
 Calixin og saprol gav det laveste merudbytte (ca.
 1-1,5 hkg/ha). De øvrige midler gav merudbytter
 omkring 3-3,5 hkg/ha.

- 1978: ialt 10 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: ca. 16-18/6
 midler og dosis: calixin 0,7 l/ha
 saprol 1,0 l/ha
 persulon 1,0 l/ha
 bayleton 0,5 l/ha
 trimidal 0,5 l/ha
 Saprol gav det laveste merudbytte (gns. 1,0 hkg/ha)
 De øvrige midler gav merudbytte i samme størrelsesorden.
- 1979: ialt 15 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 5/6-22/6
 midler og dosis: calixin 0,7 l/ha
 calixin M 4,0 kg/ha
 bayleton 25 WP 0,5 kg/ha
 trimidal 0,5 l/ha
 BTS 40.542 1,5 l/ha
 Tendens til lidt større merudbytte efter bayleton.
- 1980: ialt 11 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 5-20/6
 midler og dosis: bayleton 25 WP 0,5 kg/ha
 calixin M 4,0 kg/ha
 tilt 250 EC 0,5 l/ha
 trimidal 0,5 l/ha
 sportak 1,3 l/ha
 Tendens til et lidt større merudbytte efter sportak og tilt.
- 1981: ialt 20 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: medio juni
 midler og dosis: bayleton 25 WP 0,5 kg/ha
 calixin M 4,0 kg/ha
 tilt 250 EC 0,5 l/ha
 trimidal 0,5 l/ha
 sportak 1,0 l/ha
 Sportak og tilt giver det største merudbytte (ca. 5 hkg/ha). Øvrige midler giver merudbytter på ca. 3,5 hkg/ha.
- 1982: ialt 20 enkeltforsøg
 1 sprøjtning: 3-10/6
 midler og dosis: tilt 250 EC 0,5 l/ha
 bayleton 25 WP 0,5 kg/ha
 dyrene 2,5 kg/ha
 trimidal 0,5 l/ha
 sportak 1,0 l/ha
 Tilt og sportak giver størst merudbytte (gns. ca. 4 kg/ha), mens de øvrige midler giver omkring 2,5 hkg/ha i merudbytte.

II.3. Indflydelse på plantekvalitet

II.3.1. Pesticidrester i planter.

Undersøgelser i større omfang over forekomst af pesticidrester i planter er først blevet muligt i de sidste år med fremkomsten af hensigtsmæssige måleapparater som gaskromatograf og spektrofotometer. Tidsserier over pesticidakkumulering i plantevæv fulgt over en længere periode (mere end 10 år) er derfor ikke mulig. Man kan således ikke undersøge, om der fra 1940'erne, hvor de første pesticider blev benyttet, og op til i dag er sket en stigning i afgrøders pesticidindhold.

II.3.1.1. Pesticidrester i danske levnedsmidler.

Statens Levnedsmiddelinstitutets afdeling for pesticider og forureninger udgiver med jævne mellemrum resultater fra stikprøvekontrol over levnedsmidlers indhold af bekæmpelsesmidler. I 1980/81 er der således undersøgt ialt 5270 prøver af dansk producerede og importerede levnedsmidler, og der er i dette prøvemateriale påvist ialt ca. 70 forskellige bekæmpelsesmidler. Der er udelukkende redegjort for undersøgelser, som er foretaget i forbindelse med en regelmæssig stikprøvekontrol, ikke for undersøgelser, der er foretaget ved særlig mistanke. De udtagne prøver er analyseret for restindhold af de bekæmpelsesmidler, som her i landet normalt anvendes i landbrug og gartneri på den pågældende afgrøde (tabel 6, 7, 8). De afgrøder, hvor der hyppigt optræder pesticidrester (størst mængde, størst antal), er grønsagsafgrøder som hovedsalat, gulerødder og kartofler og frugter som æbler, sidstnævnte sandsynligvis som en konsekvens af det hyppige antal behandlinger, der foretages i frugtplantager.

I en række tilfælde har der været tale om prøver, hvori der er påvist pesticidrester i mængder højere end de danske grænseværdier (FAO eller WHO grænseværdiforslag). Det har specielt drejet sig om quintozen i gulerødder, kartofler og selleri, lindan i gulerødder, dithiocarbamater og meviphos i hovedsalat samt carbendazim i kartofler. Det procentiske antal overskridelser er faldet en smule i perioden 1976/77 til 1981 (fig. 3) og udgjorde i 1980/81 knap én procent af alle analyserede prøver. Overskridelsesfrekvensen har så godt som alle årene været højere for de importerede vegetabilier (knap 2%) for de dansk producerede (knap 1%). I enkelte tilfælde er der påvist pesticider, der ikke er tilladt at anvende på den pågældende afgrøde i Danmark. Det drejer sig bl.a. om vinclozolin i hovedsalat og thiabendazol i kartofler.

Tabel 6. Pesticidrester i dansk dyrket hovedsalat. (Voldum-Clausen, 1977; Andersen, 1979; Andersen, 1982).

		1974/75 49 prøver			1977/78 140 prøver			1980/81 173 prøver		
	Dansk grænseværdi, mg/kg	antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg	antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg	antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg
captan	15							2		
chlorthalonil	10*							1	1,11	0,32-1,90
chlorfenvinphos	0,5	0			1	0,01			0,05	
DDT	1	1	0,02							
diazinon	0,5	2	0,03	0,03-0,03						
dieldrin	0,1	0			6	0,02	0,01-0,06			
dimethoat	2				1	0,06		2	0,02	0,01-0,02
dithiocarbamater	1*	8	12,70	0,51-74,0	16	1,33	0,20-6,12	11	0,23	0,10-0,66
endosulfan	0,2				1	0,02				
HCB	-	5	0,02	0,01-0,06	8	0,04	0,01-0,17	10	0,03	0,01-0,05
lindan	2	2	1,30	0,19-2,41	4	0,03	0,03-0,03	4	0,11	0,01-0,26
malathion	5	1	0,10							
mevinphos	0,5	0						7	0,55	0,02-1,67
parathion	0,5	1	0,05		2	0,05	0,01-0,08	5	0,19	0,01-0,53
PCAB	1,0	10	0,07	0,01-0,43	17	0,08	0,01-0,93			
PCTA	1,0									
QC8	-				1	0,01		3	0,01	0,01-0,01
quintozen	1,0	10	0,30	0,01-2,53	9	0,27	0,01-2,11	12	0,03	0,01-0,07
sulfotep	-	0						4	0,19	0,02-0,62
tetradifon	-				1	0,32				
trichloronat	0,1				1	0,01				
vinclozolin	-							9	0,34	0,02-1,10

*FAO/WHO, 1982: Draft part II of the guide to codex maximum limits for pesticide residues by the joint FAO/WHO codex alimentarius commission. CX/PR 2-1982.
FAO and WHO, 1982.

Tabel 7. Pesticidrester i dansk dyrkede gulerødder. (Voldum-Clausen, 1977; Andersen, 1979; Andersen, 1982).

	Dansk grænseværdi, mg/kg	1974/75 48 prøver			1977/78 102 prøver			1980/81 172 prøver		
		antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg	antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg	antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg
aldrin	0,1	1	0,01		1	0,02				
bromophos	1	3	0,02	0,01-0,05	7	0,07	0,02-0,19	4	0,05	0,02-0,08
chlorfenvinphos	0,5	0			1	0,02		5	0,06	0,02-0,16
DDT	1	0						1	0,04	
diazinon	0,5	11	0,03	0,01-0,09	13	0,07	0,01-0,18	17	0,05	0,01-0,12
dieldrin	0,1							1	0,01	
endosulfan	0,2							1	0,04	
fenitrothion	-	0			2	0,02	0,01-0,03			
HCB	-	5	0,09	0,01-0,25	10	0,04	0,01-0,11	18	0,02	0,01-0,09
lindan	0,1	8	0,05	0,01-0,29	4	0,03	0,01-0,08	2	0,26	0,02-0,50
linuron	0,2	27	0,05	0,01-0,69						
parathion	0,5	30	0,07	0,01-0,43	40	0,06	0,01-0,40	87	0,06	0,01-0,29
PCAB		7	0,13	0,01-0,42	10	0,06	0,01-0,14			
PCTA	0,5				2	0,01	0,01-0,01			
QCB	-				3	0,05	0,01-0,07	14	0,05	0,01-0,24
quintozen	0,5	8	0,46	0,02-2,54	14	0,17	0,01-1,25	21	0,09	0,01-0,82
TCNB	0,1						0,01	1	0,03	
trichloronat	0,5	31	0,02	0,01-0,08	15	0,02	0,01-0,05	61	0,02	0,01-0,13
vinclozolin	-							2	0,03	0,03-0,03

Tabel 8. Pesticidrester i dansk dyrkede kartofler. (Voldum-Clausen, 1977; Andersen, 1979; Andersen, 1982).

	Dansk grænseværdi, mg/kg	1974/75 47 prøver			1977/78 161 prøver			1980/81 241 prøver		
		antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg	antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg	antal positive	middel af pos. mg/kg	min-max af pos. mg/kg
aldrin		0								
carbendazim	0,1							2	0,12	0,10-0,13
chlorpropham	-	2	0,01	0,01-0,01						
DDT	1	3	0,03	0,01-0,06	3	0,07	0,02-0,15			
fenson	-				3	0,02	0,01-0,03			
HCB	-	9	0,04	0,01-0,09	28	0,03	0,01-0,09	23	0,02	0,01-0,04
lindan	0,05	0						1	0,01	
linuron	-	1	0,01							
PCAB	0,2	13	0,05	0,01-0,13	35	0,05	0,01-0,17			
PCTA	0,2				10	0,02	0,01-0,04			
QCB	-				10	0,03	0,01-0,07	32	0,03	0,01-0,06
quintozen	0,2	14	0,10	0,01-0,35	19	0,04	0,01-0,14	51	0,05	0,01-0,19
TCNB	1*				3	0,78	0,02-2,30			
thiabendazol	**							19	1,69	0,10-4,48

* = FAO/WHO

** = forslag under ud-
arbejdelse.

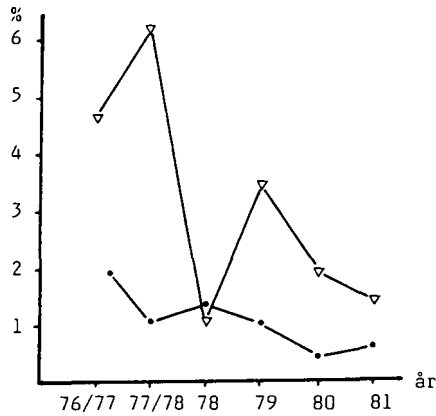


Fig.3. Påviste overskridelser af grænseværdier for pesticider. Angivet i % af antal undersøgte prøver af frisk frugt og grønt for årene 1976-81.

▽ = importeret

● = dansk produceret

(Andersen, 1982).

Der er ikke konstateret overskridelser af dansk grænseværdi eller af FAO/WHO forslag til grænseværdi i undersøgte kornprøver i 1982. Rester af uorganisk bromid er fundet i 73 % af bygprøver. Dithiocarbamater er påvist i 15 % af alle undersøgte kornprøver (Andersen, 1982).

Der foreligger i dag fra mange øvrige landes kontrolmyndigheder et tilsvarende stort datamateriale vedrørende forekomst af pesticidrester i levnedsmidler. Omvendt er der imidlertid meget få opgørelser over den samlede faktiske indtagelse af pesticider med kosten. I USA er det forsøgt at beregne den faktiske indtagelse af pesticider, specielt fra 5 pesticider, som i 1970'erne gav anledning til diskussion (tabel 9) (Frawley & Duggan, 1978). Den faktiske indtagne mængde var for de 4 pesticider i sikker afstand fra det acceptable. Undtagelsen var dieldrin, et klorholdigt insektmiddel. Dette middel er dog nu trukket ud af de fleste anvendelser i næsten alle lande.

Tabel 9. Beregnede totalindtag pr. dag af 5 pesticider i amerikansk kost i relation til acceptabel daglig indtagelse (Frawley & Duggan, 1978).

	Daglig indtagelse (mg/kg)			
	ADI	TDI	SDI	FDI
captan	6,0	18,0	2,8	0,0012
methoxychlor	6,0	10,2	1,7	0,00042
dieldrin	0,006	0,06	0,01	0,024
parathion	0,3	0,78	0,1	0,00006
carbaryl	0,6	5,58	0,06	0,0012

ADI = FAO/WHO-acceptabel daglig indtagelse (60 kg person)
 TDI = teoretisk daglig indtagelse (gennemsnitskost x tolerancer)
 SDI = skønnet daglig indtagelse (gennemsnitskost x hyppighed x koncentration)
 FDI = faktisk daglig indtagelse (analyse af totalcost)

II.3.1.2. Faktorer, der påvirker størrelsen af restindholdet.

Sammenlignes produkter, hvor der ikke er anvendt pesticider, med behandlede produkter, vil der oftest ikke eller kun i få prøver kunne påvises pestidrester i de ubehandlede produkter, hvorimod et større eller mindre antal prøver fra pesticidbehandlede afgrøder kan indeholde pesticidrester (Josefsson, 1980; Josefsson et al., 1980; Andersson & Josefsson, 1982) (tabel 10). I en tidligere svensk undersøgelse er der dog i usprøjtede kartofler fundet relativt høje indhold af bekæmpelsesmiddelrester (Winell, 1975). Usprøjtede produkter kan i princippet indeholde rester fra persistente bekæmpelsesmidler, som er til stede i jorden fra tidligere års brug af bekæmpelsesmidler.

Om der i pesticidbehandlede afgrøder findes pesticidrester samt i hvilke mængder afhænger af mange faktorer: valg af bekæmpelsesmiddel/afgrøde, dosering og antal behandlinger, midlets tilstandsform, periode fra behandling til høst, bekæmpelsesmidlets nedbrydning i jord samt opløselighed i vand. Derudover vil klimatiske faktorer og dyrkningsfaktorer som vanding kunne påvirke restindholdet.

Tabel 10. Bekæmpelsesmiddelrester i sprøjtet og usprøjtet salat og kartoffel.
(Josefsson et al., 1980; Andersson & Josefsson, 1982).

	Usprøjtet			Sprøjtet		
	antal prøver	antal positive	indhold i pos.,mg/kg	antal prøver	antal positive	indhold i pos.,mg/kg
<u>Kartoffel</u>						
pentakloranilin	36	0	-	48	1	0,023
lindan	36	0	-	48	1	0,005
dieldrin	36	0	-	48	3	0,005
dithiocarbamater	36	0	-	48	0	-
captafol	36	0	-	48	0	-
metribuzin	15	0	-	25	1	0,02
chlortalonil	26	0	-	28	0	-
<u>Salat</u>						
DDT	33	2	0,017			
captan			0,029			8,1
quintozen	33	0	-	22	10	0,006
dithiokarbamater						8,2
lindan						0,004
carbendazim						0,54
tolpet						0,26

Anvendt dosering og tid mellem behandling og høst af et givet bekæmpelsesmiddel er ofte fastlagt ud fra kriterier om, at restkoncentrationen i produkt og evt. jord ikke må overskride en given maksimal værdi. Størrelsen af sidstnævnte er afhængig af det givne bekæmpelsesmiddel og produkt, se eksempler i tabel 6-8. Justeringer af midlers dosering og anvendelse sker fortløbende af Miljøstyrelsen. Specielt overdoseringer kan hyppigt lede til betydelige restindhold i udsatte produkter. Løkke (1974) fandt således, at 81 dage efter behandling med ukrudtsmidlet linuron til gulerødder var restmængden 0,13 0,20 og 0,78 mg/kg efter behandling med henholdsvis 1, 2 og 4 kg linuron per ha (tabel 11). (Normal dosering er 1-2 kg per ha.). Løkke & Odgaard (1981) fandt tilsvarende, at restmængden af 2,4,5-T i solbær, spinat og kartoffel forårsaget af vind-driftsskader var stigende med de anvendte mængder 2,4,5-T.

Tabel 11. Restindhold af linuron i gulerødder ved forskellig dosering af linuron, mg/kg (Løkke, 1974).

tid mellem be- handling og prøveudtagning, dage	ubehandlet	linuron, kg/ha		
		1	2	4
57	0,024	0,370	0,830	2,80
81	i.p.	0,130	0,200	0,78
89	i.p.	0,040	0,049	0,26
98	i.p.	0,014	0,120	0,22
117	0,017	0,028	0,082	0,30

i.p. = ikke påviselig

Bekæmpelsesmidler, som er letopløselige i vand, vil kunne transporteres med det optagne vand ind i planten. Helweg & Rasmussen (1982) fandt således en tydelig sammenhæng mellem jordens indhold af vandopløseligt bromid ved plantning og salats bromidindhold ved høst (tabel 12). Behandling med methylbromid til jorddesinfektion (100 g MeBr/m²) kunne medføre en meget kraftig stigning i efterfølgende afgrøders bromidindhold op til flere hundrede mg bromid/kg. Ophobningen foregik hovedsageligt i bladene, hvor vandomsætningen var størst.

Tabel 12. Koncentration af vandopløseligt bromid i jord (gns. af 0-30, 30-60 og 60-90 cm dybde) og de tilsvarende indhold af totalt bromid i salat dyrket i jorden. Jordprøver udtaget før plantning og salatprøver udtaget ved høst af 1. 2. og 3. hold salat (Helweg & Rasmussen, 1982).

vandopløseligt bromid i jord (mg/kg)		bromid i salat (mg/kg)		antal prøver	
		min.	max. gns.		
0,3	.	0,9 -	24,2	5,1	11
0,3 - 4 gns.	1,4	2,9 -	29,7	10,6	11
5,0 - 26 gns.	11,5	54,0 -	453,0	215,0	5

De afgrøder, der er mest disponeret for optagelse af pesticider, er gulerod, salat og løg og tildels kartoffel (Bro-Rasmussen et al, 1970, Lauridsen et al, 1977, 80), og blandt frugter og bær er solbær og æble ret udsat (Lauridsen et al, 1977; Andersen, 1982). Hansen & Voldum-Clausen (1977) fandt således i en sammenligning af 10 forskellige afgrøder behandlet med hver afgrødes typiske bekæmpelsesmidler, at der i gulerod hyppigt optrådte pesticidrester, hvorimod frø

og kerner kun sjældent indeholdt rester af betydning. Tilsvarende er fundet af Lauridsen et al (1980) i en sammenligning af forskellige afgrøder behandlet med dithiocarbamater. Desuden kan der være artsforskell i evne til at optage de anvendte stoffer. Der er således fundet en større restkoncentration af pesticider i chalotteløg end i kepaløg (Hansen & Voldum Clausen, 1977).

Behandlingsformen kan ligeledes have betydning for størrelsen af restindholdet af pesticider i afgrøder. Bejdsning vil ofte p.g.a. de små anvendte mængder per arealenhed bevirke de færreste tilfælde af restindhold, mens granulatbehandling er den anvendelsesmetode, der medfører de fleste forekomster af pesticider i afgrøder (Bro-Rasmussen et al, 1967, 70a, b; Hansen & Voldum-Clausen, 1977). Sprøjtning kan i nogle tilfælde efterlade ret store restmængder i kornprodukter ved analysering kort tid efter behandling, men i perioden før høst findes restindhold hovedsageligt i strået (Hansen & Voldum-Clausen, 1977).

Lauridsen et al (1977) fandt, at sprøjtning af agurk ikke gav påviseligt restindhold, hvilket nok skyldes, at de glatte frugter med lille overflade i forhold til vægt kun vil tilbageholde en lille mængde pesticid. Restindholdet var imidlertid stort efter jordbehandling i denne afgrøde.

Vanding kan i nogle tilfælde medføre en større total mængde pesticid i plantevæv, omend koncentrationen ikke behøver at være ændret eller endda kan være faldende (Lauridsen et al, 1977; Dejonckheere et al, 1983). En større bladvægt ved vanding kan koncentrationsmæssigt kompensere for en øget optagelse af pesticider i bladvævet.

Ved stærk vanding (nedbør) kan den samlede pesticidmængde i plantevævet være mindre p.g.a. nedvaskning af pesticider fra rodzonen, resulterende i mindre optagelse i afgrøden. Petersen (1967) har således fundet, at kartofler nedvisnet med Reglone (diquat) i anerkendt dosering i en forholdsvis tør periode indeholdt 5-6 gange så stor restmængde som normalt.

Hansen & Voldum-Clausen (1977) har fundet, at jordtypen kan have betydning for størrelsen af pesticidrester i planter. Restindholdet af trichloronat og diazinon i gulerødder var højere i afgrøder dyrket på humusjord end på sandjord.

Øvrige klimafaktorer vil også kunne påvirke restindholdet.

Petersen (1967) fandt, at døgnvariationer i temperatur og vindforhold kunne påvirke indholdet af sprøjtemiddelrester i forskellige afgrøder. For salat dyrket i væksthuse er der observeret stor årstidsvariation i restindholdet (Lauridsen et al, 1977), hvilket kan skyldes, at såvel salats væksthastighed som pesticiders nedbrydningshastighed er afhængig af temperatur og lysmængde.

II.3.1.3. Konklusion/diskussion.

Pesticidakkumulering i afgrøder er afhængig af en række faktorer. Størst akkumulering ses i grønsagsafgrøder som salat, gulerødder og kartofler, samt i frugter og bær som solbær og æbler. Derimod er restmængden mindre i kornkerner. Forskelle i, hvor disponibel en afgrøde vil være for pesticidakkumulering, kan dels ligge i afgrøden selv, men kan også skyldes valget af bekæmpelsesmiddel (bekæmpelsesmiddel og afgrøde er tilpasset hinanden), tid mellem behandling og høst, samt antallet af behandlinger. Ved netop grønsagsafgrøder, bær og frugter sammenlignet med korn vil der ofte være en relativ kort periode mellem behandling og høst, og antallet af behandlinger kan være stort. Begge disse forhold vil fremme pesticidakkumulering.

På trods af at der foreligger et stort materiale om, hvilke pesticider, der forefindes i en given afgrøde, mangler der beregninger over den faktiske indtagelse af pesticider med føden, beregnet ud fra en dansk gennemsnitskost. En sådan undersøgelse vil give et bedre billede af faren for forgiftninger med pesticider ved indtagelse af føden, da de enkelte afgrøder vil blive vægtet i forhold til deres betydning i kosten. Salat, som er en af de afgrøder, der indeholder flest pesticid-restmængder, vil således vægtmæssigt kun udgøre en meget lille del af den samlede daglige indtagelse af fødevarer.

II.3.2. Indflydelse på planter's næringsværdi.

De parametre m.h.t. pesticidpåvirkning af plantekvalitet, der kan komme på tale i forbindelse med landbrugs- frugt- og grønsagsafgrøder, vil være råproteinindhold, renproteinindhold, aminosyresammensætning, 1000-kornsvægt og B-vitaminindhold (primært gældende for korn), samt indhold af plantefibre, sukkerstoffer, A- og C-vitamin (primært gældende for frugt- og grønsagsafgrøder).

I forbindelse med ovenstående områder er et større litteraturstudium under udarbejdelse (Nielsen, 1984; Kirknel, 1984), hvorfor kun de vigtigste forsøgsresultater og konklusioner vil blive beskrevet her.

II.3.2.1. Landbrugsafgrøder.

De fleste undersøgelser er foretaget i korn, hvor specielt herbicidernes virkning på proteinindhold, aminosyresammensætning og B-vitaminindhold er belyst.

Det er fundet af flere, at proteinindholdet i kornkerne kan øges med herbicidbehandling (Ries et al, 1968, 70; Mc Neal et al, 1969). Ofte vil herbicidets effekt afhænge af klimatiske eller dyrkningsmæssige faktorer som gødskningsniveau og sort (østeuropæiske forsøg, ref. i Nielsen 1984), og de normale variationer i pesticideffekten (5-15 %) vil ofte lige så vel kunne tilskrives dyrkningsforhold i øvrigt.

Kun få undersøgelser forefindes om effekten af fungicider og insekticider på kornkerners næringsværdi, og de der foreligger, er vanskelige at sammenligne p.g.a. forskelle i benyttede pesticider og dyrkningsforhold i øvrigt.

Undersøgelser af Förster et al (1980) (ref. i Nielsen 1984) viser, at bejdsning af byg med triadimefon kan ændre planters hormonbalance og forøge indholdet af de fleste frie aminosyrer. Således kunne lysinindholdet øges med 33 % og methioninindholdet med 112 % i 11-12 dage gamle planter.

Carlsberg Bryggerierne har ligeledes gennemført undersøgelser af systemiske fungiciders indflydelse på maltkvaliteten (ref. i Nielsen 1984). De benyttede midler var triadimefon (= bayleton) og propiconazol (= tilt). Den vigtigste ændring var en øgning af proteinprocenten på næsten 9. Reyes et al. (1969) fandt en øgning i proteinindholdet i modne kerner som følge af fungicidbehandling (sprøjtning), mens bejdsning med samme middel ingen effekt havde. Omvendt har Adele et al (1973) fundet et fald i proteinindhold i hvedekerne ved benomyl behandling. Decallonne et al (1979) og Moyer & Paulsen (1977) fandt ikke en ændring af betydning i kernerne proteinindhold ved behandling med forskellige fungicider.

M.h.t. aminosyresammensætning i kornkerne er det fundet, at mængden af tilgængeligt lysin, som er den begrænsende aminosyre i korn, vil kunne mindskes ved sprøjtning med 2,4-D og MCPA (østeuropæiske forsøg, ref. i Nielsen 1984). Pellett & Saghir (1971) har derimod fundet, at aminosyresammensætningen i modne byg- eller hvedekerner ikke ændredes signifikant ved marktilførsel af 2,4-D. Spørgsmålet vil være, om de observerede forskelle vil have nogen ernæringsmæssig betydning. Dette kunne evt. afprøves ved fodringsforsøg med dyr. I øjeblikket er forsøg igang med fodring af rotter med fungicidbehandlet byg og hvede (Kirknel, 1984).

Det må anses for sandsynligt, at B-vitaminindholdet kan påvirkes af de almindeligt anvendte herbicider i Danmark. Der er dog endnu ikke udført forsøg i Danmark, men forsøg i østeuropæiske lande (ref. i Nielsen, 1984) har vist, at B₂-vitaminindholdet (riboflavin) i vinterhvedekerner kan øges efter sprøjtning

af afgrøden med 2,4-D og MCPA. Størst effekt er observeret ved sprøjtning med 2,4-D. I gennemsnit af to år kunne riboflavinindholdet øges med 50 %. B₁-vitaminindholdet er rapporteret både at kunne øges og mindskes ved pesticidanvendelse. Muligvis vil effekten afhænge af pesticidtypen.

II.3.2.2. Frugt- og grønsagsafgrøder.

De vigtigste kvalitetskriterier for bær og frugt vil foruden evt. pesticidrester omfatte vitaminindhold (primært vitamin C = ascorbinsyre) og parametre som smag, farve og holdbarhed. De fleste refererede forsøgsresultater viser ikke signifikante ændringer i kvaliteten af bær efter pesticidbehandling. Indholdet af C-vitamin skal primært være genetisk bestemt og vil derfor mere afhænge af sortsvalg. Dette er bl.a. fundet i jordbær, hvor indholdet af tørstof, fruktose, C-vitamin, farve, samt smag og konsistens var sortsafhængig, men ikke afhængig af 4 forskellige benyttede pesticider, bl.a. ferbam og captan (Sweeney et al, 1968).

Enkelte undersøgelser viser dog, at kvaliteten af bær kan ændres ved pesticidanvendelse. En svensk undersøgelse har vist, at ud af 41 prøver af blåbær, hindbær og tyttebær sprøjtet med 2,4-D, 2,4,5-T, glyphosat og MCPA blev kun 2 prøver godkendt ved en organoleptisk prøve (Ingelög et al, 1977). Man ved dog ikke, om de pågældende bær var skyllet, før testen blev udført. True et al. (1978) og Byther & Briston (1980) viser i amerikanske forsøg, at stofferne phosmet og triforine ikke bevirker smagsforskel i skyllede blåbær.

Nogle russiske forsøg (ref. i Nielsen, 1984) har vist, at C-vitaminindholdet kan ændres i opadgående retning ved pesticidanvendelse.

Undersøgelser af en mulig kvalitetsændring ved pesticidanvendelse i frugt er primært udført i æbler. Da antallet af pesticidbehandlinger i frugtplantager er meget højt (op til 10-15 pr. sæson), og dette ofte resulterer i pesticidakkumulering i frugten, vil det synes sandsynligt, at pesticidanvendelsen også kunne resultere i kemiske ændringer. Det er i nogle forsøg vist, at pesticider, som anvendes i normal plantebeskyttelse, er i stand til at ændre den kemiske sammensætning i æbler. I carbarylbehandlede æbler er der eks. observeret en reduktion i C-vitaminindhold, sukkerindhold, tørstof, karakter for udseende og smag (østeuropæiske forsøg, ref. i Nielsen, 1984). Derimod har tyske undersøgelser ikke vist signifikante ændringer i sukker- og C-vitaminindhold i æbler som følge af fungicidbehandling med thiram, insekticidbehandling med dimethoat og herbicidbehandling med atrazin og simazin (Schubert, 1970, 74). Man må derfor

sige, at visse pesticider, som anvendes i normal plantebeskyttelse i frugtplantager sandsynligvis er i stand til at ændre den kemiske sammensætning i frugt, men da ændringens retning ikke kan fastlægges ud fra de givne forsøg, kan man ikke karakterisere pesticidets effekt. Forskellige midler kan have forskellig effekt, og yderligere er de givne forsøg udført under meget forskellige dyrkningsforhold.

Grønsagers kvalitet som næringsmiddel vil ofte bedømmes på indholdet af A-vitamin og C-vitamin samt på udseende, smag og konsistens. Dertil kan komme fiberindhold og proteinindhold. Ud fra mange østeuropæiske forsøg (ref. i Nielsen 1984), må det konkluderes, at pesticider øver en signifikant indflydelse på indholdet af næringsvigtige stoffer i kartofler. Ændringerne er ikke entydige; dog oftest negative. Som det er gældende for mange øvrige afgrøder, er en sammenligning mellem de forskellige forsøg vanskelig, da der sjældent er benyttet samme pesticid og/eller dyrkningsforhold.

A-vitaminindholdet i gulerødder er fundet at kunne nedsættes signifikant ved behandling med mange pesticider, deriblandt linuron (Bhagat et al, 1976; Chroboczek, 1976; Salminen et al, 1970) prometryn og chloroxuron (Bhagat et al, 1976). Visse pesticider er dog i stand til at øge A-vitaminindholdet (Sweeney & Marsh, 1971; Wu et al, 1970), deriblandt chlorfenvinphos (Rouchard et al, 1982). Såvel det enkelte pesticid som klima og jordbund kan indfluere på retningen af påvirkningen (Bhagat et al, 1976). C-vitaminindholdet og fiberindholdet kan reduceres af linuron (Salminen et al, 1970).

Modsat kartoffel og gulerod er der ikke påvist de store ændringer i løgs kemiske sammensætning ved pesticidbehandling (Chroboczek, 1976, Saghir & Senzai, 1970). For mange afgrøder som bederoer og tomat er der påvist ændringer ved pesticidanvendelse i en eller flere af de parametre, der karakteriserer plantekvalitet, men af en beskeden størrelsesorden. Der foreligger dog kun sporadisk materiale herom.

Bladafgrøder som kinakål, hvid- og rødkål og hovedsalat kan have forskellig følsomhed overfor pesticidbehandling. Forskellige organophosphater (insekticider som fenitrothion og chlorfenvinphos) kan nedsætte klorofyl- og A-vitaminindholdet i kinakål (Yukimoto, 1981). Derimod er en afgrøde som hvidkål meget lidt følsom overfor pesticidbehandling, da et ret bredt udsnit af pesticider ikke viser effekt (Nielsen, 1984). For en afgrøde som hovedsalat er det fundet, at methylbromid kan øge nitratindholdet (Wambeke et al, 1979; Holtkamp, 1980b), og malathion kan nedsætte C-vitaminindholdet (Nielsen, 1984).

Dog kan variable parametre som lokalitet og sort overskygge pesticideffekten (Holtkamp, 1980a). Eksempelvis kan samme dosis propyzamid anvendt i samme sort hovedsalat dyrket på to forskellige lokaliteter medføre en ændring i C-vitaminindholdet i afgrøder på begge lokaliteter, men i hver sin retning.

II.3.2.3. Konklusion/diskussion.

Det er dokumenteret, at der kan ske uønskede ændringer i plantekvaliteten ved brug af pesticider.

Mange udenlandske forsøg har vist, at pesticidbehandling af visse afgrøder kan medføre ændring i den pågældende afgrødes kemiske sammensætning. De fleste forsøgsresultater er imidlertid kun gældende for én afgrøde og ét pesticid, og forsøget er gennemført under én bestemt slags dyrkningsforhold. Ofte er ændringer i en given parameter ikke entydig, når de forskellige forsøgsresultater sammenlignes. Nogle forsøgsresultater har vist, at faktorer som klima, dyrkningsforhold og sort influerer i en større udstrækning på den kemiske kvalitet af afgrøden end pesticidanvendelsen. Der er kun udført meget få danske forsøg over pesticiders mulige effekt på afgrøders kemiske kvalitet.

Der mangler flere forsøg, som gennemføres over en årrække, hvor det er muligt at fastlægge, hvilke ændringer i en afgrødes kvalitet, der kan tilskrives genetiske faktorer, dyrknings- og klimatiske forhold samt pesticidanvendelsen. Der bør benyttes det (de) pesticid(er), evt. kombinationer af pesticider, som normalt benyttes til den pågældende afgrøde. Ud fra de før omtalte enkeltforsøg, der er udført i udlandet, kan følgende konklusioner drages.

Korn: proteinindholdet i kornkerne kan øges med herbicidanvendelse og anvendelse af visse fungicider, men ofte kan effekten afhænge mere af dyrkningsforhold og klima. Om aminosyreindholdet samt aminosyresammensætningen ændres med pesticidanvendelse kan ikke siges, da nogle forsøg viser en ændring, mens andre ikke gør det. En evt effekt kan måske afhænge af det benyttede pesticid. Det må anses for sandsynligt, at de almindeligt anvendte herbicider i Danmark som 2,4-D og MCPA kan påvirke B-vitaminindholdet i kornkerne. Derimod ved man ikke, om ændringerne er i positiv (stigende) eller negativ (faldende) retning.

Frugt- og grønsagsafgrøder: de fleste forsøgsresultater viser ikke signifikante ændringer i plantekvaliteten i bær efter pesticidanvendelse. Visse pesticider, som anvendes i normal plantebeskyttelse i frugtplantager i Danmark, er sandsyn-

ligvis i stand til at ændre den kemiske sammensætning i frugter, men ændringerne kan være i såvel positiv som negativ retning, måske afhængig af dyrkningsforhold, sort og pesticidvalg.

Om pesticider ændrer den kemiske sammensætning i grønsagsafgrøder kan afhænge af afgrødevalget (måske også pesticidvalget, da bestemte pesticider benyttes til bestemte afgrøder). Således kan pesticider øve en indflydelse på indholdet af næringsvigtige stoffer i kartofler, oftest i negativ retning, samt på indholdet af A- og C-vitaminer i gulerødder. Derimod er afgrøder som løg og kål relativt ufølsomme overfor pesticidanvendelse.

II.4. Indflydelse på flora og fauna.

II.4.1. Indflydelse på fauna.

II.4.1.1. Pesticiders indflydelse på nyttedyr.

Som skadelige insekter betegnes de insekter, der kan konkurrere med mennesket om føden. Normalt udgør de skadelige insekter i antal kun en lille del af den øvrige fauna på et givet område. En del af denne fauna enten fortærer eller parasiterer på de skadelige insekter.

Viden om kemiske bekæmpelsesmidlers virkning på nytteinsekter er især vigtig ved benyttelse af nedsatte doseringer af bekæmpelsesmidlerne, da man her må forvente, at skadedyrenes naturlige fjender må have en mere fremtrædende plads.

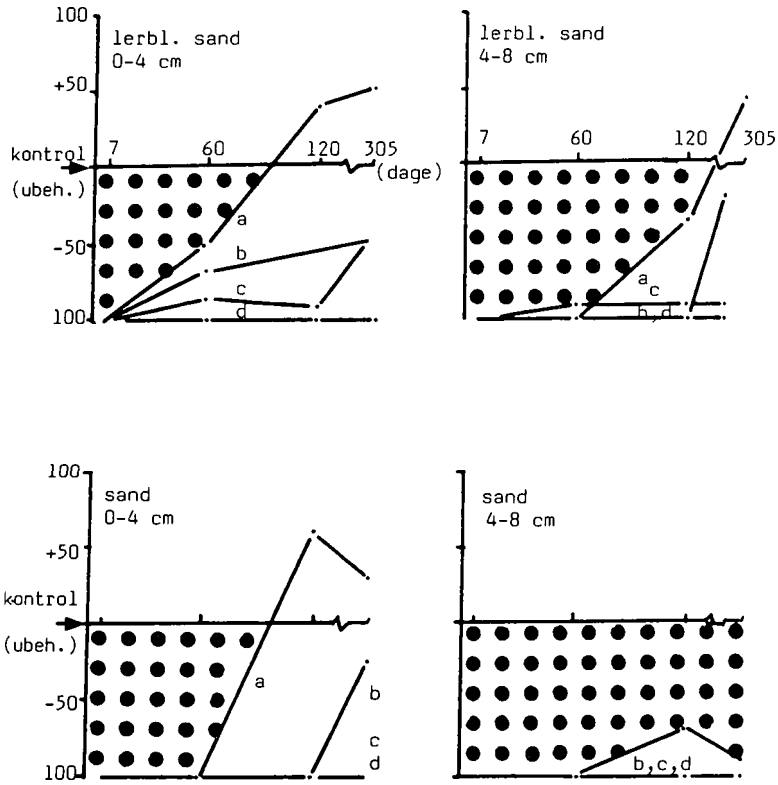
Et pesticides effekt på nyttedyr udtrykkes ofte for parasitter i en formindskelse i parasiteringsevnen og for en predator i en nedsat ædekapacitet. For bi-er i antallet af forgiftede individer.

Kirknel (1978) har fundet, at specielt 5 faktorer har betydning m.h.t. pesticides indflydelse på nytteinsekter. Med faldende betydning kan de opstilles som følger:

Jordtype, pesticid, nedbrydningsforløb, dosering og jorddybde.

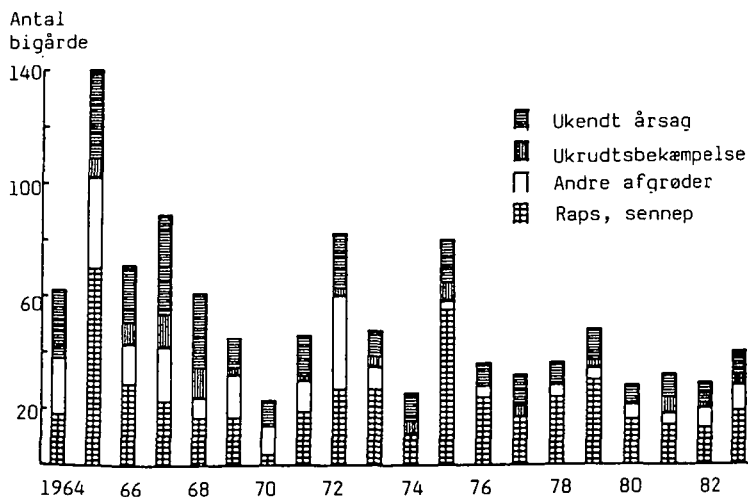
Jordtype. I en sammenlignende undersøgelse af insekticiderne diazinon, tri-chloronat, carbofuran og chlorfenvinphos i forskellige koncentrationer på ler- og sandjord er virkningen overfor mariehøns og rovbiller undersøgt (Kirknel, 1977 a,b, 78). Undtagen for carbofuran mistede insekticiderne hurtigere deres virkning i den fine lerblandede sandjord end i sandjorden (fig. 4). Tilsvarende fandt Lofs-Holmin (1982), at virkningen af plansprøjtning af vinterhvede på regnormeantallet i parcellen var størst på jorde med et lille lerindhold.

(Pct. afvigelse i parasitering fra ubehandlet)



Figur 4. Rovbillen *A. bilineata*'s parasiteringskapacitet ved ophold i 2 jordtyper (fin lerblandet sandjord og sandjord) der indeholder 4 koncentrationer (1, 2, 4 og 16 kg akt. st. pr. ha.) af diazinon i forskellige dybder (0-4 cm og 4-8 cm) til forskellige tider (7, 60, 120 og 305 dage) (Kirknel, 1978).

Pesticid. Normalt kan man regne med, at insektmidlerne er de mest skadelige overfor nyttedyr. I en undersøgelse over biforgiftningsskader (Svendsen, 1983, 84) er det fundet, at ukrudtsmidlerne, der bruges mængdemæssigt i meget større omfang end insektmidlerne, ikke tilnærmelsesvis forårsager så mange forgiftningsskader som insektmidlerne (fig. 5). Herbiciderne benyttes dog også mest på tidspunkter, hvor insekterne ikke er aktive.



Figur 5. Biforgiftningsskader anmeldt til Statens Biavlsvforsøg, 1964-83. Undersøgelserne omfatter kun skader, hvor man har ønsket at føre erstatningssag, eller hvor man har ønsket nærmere oplysninger om årsag til skaden. Den reelle sum af biforgiftningsskader må derfor anses for at være større (Svendsen, 1984).

Herbicidernes virkning på dyr er dog forholdsvis ringe belyst, men det kendte tyder på en ret ringe direkte indflydelse. DNOC og simazin er dog vist at kunne have en reducerende virkning på jordbundens collembol- og midebestand (Edwards, 1970).

Fungicidernes andel i biforgiftningsskader er praktisk taget uden betydning (Svendsen, 1984). Overfor skadedyrenes naturlige fjender og andre nyttedyr som eks. regnorme kan visse svampemidler som carbendazim og benomyl være moderat

skadelige (Lofs-Holmin, 1982), men fungicider er som oftest mindre skadelige end insektmidler (Samsøe-Petersen, 1983). Der er dog laver meget få undersøgelser af disse sammenhænge.

Blandt de mest bifarlige midler er de organiske fosforforbindelser, de klorholdige forbindelser, carbamatmidlerne og de aromatiske nitrosforbindelser (Svendson, 1983, 84). På grund af den ringe mængde aktivt stof per arealenhed og den repellerende (afskrækkende) virkning er pyrethroider relativt skånsomme overfor bier. M.h.t. hvilke insekticider, der specielt er giftige overfor de forskellige grupper af nytte dyr (thrips, næbmunde, netvingede, biller, tovingede, spindere m.m.) henvises til Kirknel (1974), Hassan et al (1983) og Samsøe-Petersen (1983).

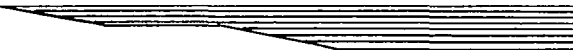
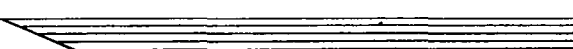
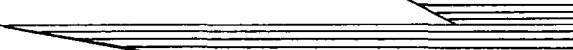
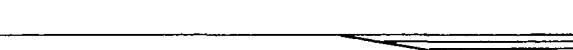
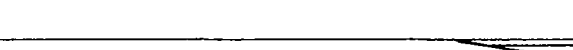
Nedbrydningsforløb-persistens. Kirknel (1977b, 78) har fundet, at insekticiderne mister deres giftighed proportionalt med persistensen i jorden.

Doser. Generelt vil giftigheden af et givet pesticid stige med doseringen (Kirknel, 1975a,b) (Tabel 13). Små doser af et pesticid kan dog under nogle forhold give bedre parasitering af nytte dyr end ingen behandling (Kirknel, 1978). Dette kan måske tilskrives et ændret konkurrenceforhold mellem nytteinsekt og det skadelige insekt.

Jorddybde. Kirknel (1977b,78) har vist, at insekticiders giftighed aftager hurtigere i jordlaget (0-4 cm) end i 4-8 cm dybde (fig. 4). Hassan (1969) har derimod fundet, at insekticider er mest skadelige overfor nytte dyr ved jordoverfladen. Sidstnævnte kan måske skyldes, at nytte dyr er udsat for en langt større koncentration af pesticidet i jordoverfladen, hvor stoffet ikke er "blandet op med jord".

Derudover kan virkningen af et pesticid tilført i normal dosering afhænge af individets alder. Kirknel (1975b) fandt, at for både voksne individer og larver af mariehøns var følsomheden mod forskellige insekticider størst jo yngre individet var. Derudover var kontaktvirkningen af pesticiderne større end virkningen af at fortære insekticidbehandlet føde.

Label 13. Kontaktvirkning af forskellige insekticider på den syvplettede mariehøne (Kirknel, 1978).

Aktivt stof	pct. konc.	Døde biller efter antal dage					Grænsen for overlevende efter antal dage				
		1	2	4	8	16	1.	2.	4.	8.	16.
Oxydemeton-methyl 50 %	0,1	10	10	10	10	10					
	0,025	0	6	10	10	10					
	0,0062	0	0	1	1	1					
	0,0016	0	0	0	0	0					
Malathion 45 %	0,4	10	10	10	10	10					
	0,1	0	9	9	10	10					
	0,025	0	5	8	10	10					
	0,0062	0	0	0	1	2					
Parathion 35 %	0,3	10	10	10	10	10					
	0,075	10	10	10	10	10					
	0,019	5	7	9	9	10					
	0,0047	0	3	8	10	10					
Formothion 25 %	0,4	10	10	10	10	10					
	0,1	0	10	10	10	10					
	0,025	0	3	8	9	10					
	0,0062	0	2	2	2	2					
Endosulfan 35 %	0,75	0	10	10	10	10					
	0,19	0	3	8	8	10					
	0,047	0	0	0	0	0					
	0,012	0	0	0	0	0					
Pirimicarb 50%	0,5	0	8	8	10	10					
	0,013	0	1	1	1	1					
	0,0031	0	0	0	0	0					
	0,00078	0	0	0	0	0					
Thiometon 25 %	0,2	0	8	9	9	10					
	0,05	0	2	4	5	5					
	0,013	0	0	1	1	1					
	0,0031	0	0	0	0	0					
Ledningsvand	-	0	0	0	0	0	Skraveret område repræsenterer 100 % dødelighed.				

Effekt af pesticider på vilde fugle og pattedyr.

Effekten af pesticider på agerlandets fauna er undersøgt sporadisk i Danmark og udlandet, men mange af undersøgelserne er af ældre dato (fra omkring 1970'erne) og behandler derfor primært effekterne af de "gamle pesticider". Mange af disse undersøgelser kan dog give et indtryk af problematikken omkring anvendelsen af pesticider.

Ofte er forsøgene udført med de "sædvanlige" forsøgsdyr under laboratoriemæssige forhold og med husdyr, hvorimod et mindre antal forsøg er udført med vilde fugle og dyr. Netop ved vilde fugle og pattedyr kan det være vanskeligt at adskille en evt. pesticideffekt fra øvrige effekter, da så mange omgivelsesmæssige forhold kan influere.

En del af pesticidernes uheldige effekter på agerlandets fugle og pattedyr er samlet i et review af Stickel (1975) med hovedvægt lagt på de organiske klorholdige forbindelser.

Det ser ud til, at specielt dyr og fugle, som er carnivore, er udsat for pesticidernes uheldige effekter, her tænkes specielt på effekter, som er skadelige for individet, men ikke dødeligt.

Pesticiders effekt på rovfugle er kendt. Reduktionen af mange rovfuglearter ved pesticidanvendelse er dels sket ved en effekt af pesticiderne (ofte DDT) på æggeskallen, så den bliver tøndere, del ved en akkumulering af pesticider op gennem fødekæderne, så en stor koncentration kan findes i rovfuglenes fedtvæv (Cecil et al 1973, Mc. Lane, 1972).

Reproduktionen kan også påvirkes af pesticider, og dette kan ske ved at benytte pesticiderne i mængder langt under hvilke, som dræber voksne individer.

Reproduktionen hos ænder blev reduceret med op til 50%, når de blev fodret med methylmercury i føden (3 ppm i tørvægt) (Stickel, 1975). Effekten skyldtes primært en reduceret ægproduktion. Meget af litteraturen om pesticiders effekt på pattedyrs reproduktion er dog ikke entydig. Faren for en nedsættelse af reproduktionen ser ud til at være størst for carnivore dyr (Stickel, 1975).

I Danmark er de "gule midler" rapporteret at kunne skade vildtet (Clausen & Karlog, 1977, Clausen, 1975). De gule midler omtales ofte som svidningsmidler, fordi de kun ødelægger den del af planten, der dækkes af sprøjtevæsken. Afdelingen for Vildtskygdomme på Statens Veterinære Serumlaboratorium har hvert efterår gennem de sidste ca. 10 år modtaget selvdøde harer med gulfarvet pels. Gulfarvningen er fundet at være forårsaget af dinitrofenolerne DNOC og dinoseb (dinitrobutylfenol), der anvendes som herbicider.

Tilstedeværelse af DNOC i dyrenes pels giver dog ikke nødvendigvis anledning til tilstedeværelse af påviselige mængder i de indre organer hos harer. Blandt vildtet er dinitrofenolforgiftninger næsten udelukkende set hos harer, men dødsfald efter sprøjtning er dog set blandt agerhøns og fasaner (Clausen, 1975).

Nøhr & Klug-Andersen (1983) har foretaget et litteraturstudium om pesticiders indflydelse på agerlandets fugle, med hovedvægten lagt på stoffernes letale effekt på forsøgsfugle. Subletale effekter er dog i mindre omfang inddraget. Kun et fåtal af de mulige potentielle stoffer er undersøgt, så man må sige, at langt hovedparten af de stoffer, der i dag anvendes i landbruget, må betegnes som værende mangelfuldt undersøgt med hensyn til deres eventuelle effekter overfor fugle. Stoffers subletale effekt samt indirekte effekt (via en forringelse af fuglenes fødevalg) er dårligt kendt. Dette er uheldigt, da den indirekte effekt sandsynligvis er mere fremherskende end den direkte forgiftningseffekt, fordi man i de senere år har begrænset brugen af de mest miljøfarlige pesticider.

I litteraturstudiet er det konkluderet, at for følgende arter må det siges, at være sandsynligt, at pesticider har været en af hovedårsagerne til bestandsnedgangen:

musvåge (misbrug af gift, manglende føde)
 tårnfalk (direkte virkning, manglende føde)
 agerhøne (manglende føde)
 vibe (manglende føde)
 råge (kviksølv-bejdsning af såsød, manglende føde)
 landsvale (manglende føde, direkte virkning)
 sanglærke (manglende føde)
 ringdue (kviksølv-bejdsning af såsød, direkte virkning)
 tornirisk (manglende føde)
 gulspurv (kviksølv-bejdsning af såsød, manglende føde)
 bomlærke (manglende føde).

Yderligere må samtlige top-konsumenter i økosystemerne (især rovfugle og ugler) generelt betegnes som værende negativt påvirket af pesticider, både gennem reduceret fødemængde og direkte forgiftning, bl.a. betinget af en høj akkumuleringsrate.

II.4.1.2. Resistens hos skadedyr.

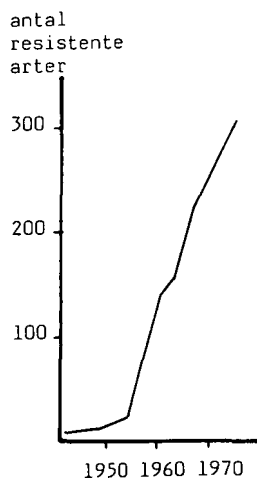
Kemoresistens kendes både hos planter og dyr, men den er mest udbredt hos insekter og mider (Jørgensen, 1977c).

Ifølge WHO er resistens mod insekticider en udvikling af en evne i en stamme af insekter til at tolerere doser af gifte, som er dødelige mod hovedparten af individer i en normal population af samme art. Der kan også udvikles krydsresistens. Herved forstås, at en stamme udvikler resistens mod to eller flere insekticider, som et resultat af behandling med kun et af insekticiderne.

Der er i de sidste 20 år på verdensplan sket en stor stigning i antallet af resistente arter (fig. 6).

I Danmark er resistens bedst kendt fra stueflue, ferskenbladlus og spindemider. I laboratorieforsøg er der fundet stor variation i følsomhed overfor parathion i forskellige stammer af ferskenbladlus (Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur, 1970). Mange af de undersøgte stammer var så resistente, at 50 % af bladlusene overlevede den koncentration, der er anerkendt til bekæmpelse af bladlus (0,01 - 0,02 pct. aktivt stof).

Indsamlede stammer af ferskenbladlus fra friland og i væksthuse viste resistens mod parathion og andre organofosfater plus enkelte tilfælde af lindanresistens (Kirknel & Reitzel, 1973).



Figur 6. Det internationale antal insektarter, hvor insekticid resistens er påvist (Georghiou & Taylor, 1976).

LC_{50,24h} (den koncentration, hvor 50 % af individerne er døde inden 24 timer) kunne variere 200 gange for parathion og thiometon, 50 gange for fenitrothion og 4 gange for lindan (tabel 14). Følsomheden steg gennemsnitligt 16 gange fra sommer til vinter og kunne være afhængig af, hvilken planteart, ferskenbladlusen opformeredes på.

For at resistens kan udvikle sig, skal selektionstrykket, dvs. hyppigheden og koncentrationen af behandlingen have en vis størrelse.

Derfor ses i plantedyrkningen i Danmark til nu kun resistens i væksthuse og kun i ganske få tilfælde på friland.

Tabel 14. Følsomhed overfor pesticider hos ferskenbladlus (*Myzus persicae*) fra friland og væksthuse (Kirknel & Reitzel, 1973).

stamme	værtsplante	LC _{50,24h} index			
		para-thion	thio-meton	fenitro-thion	lin-dan
16 s	bederoefrøplanter (v)	5,5	5,5	4,5	3,0
18 s	spinatfrøplanter (v)	4,5	5,5	4,5	2,5
19 j	kartoffel	3	3	3	3
20 s	bederoe	4,5	6,5	5,5	3
21 s	chrysanthemum (v)	4,5	5,5	4,5	3,0
22 s	salat	4,5	6,5	5	3,5
24 s	bederoe	3	3	3	3
25 l	bederoe	5,5	6,5	5,5	3,5
26 l	bederoe	6,0	5,5	4,5	3,0
27 l	bederoefrøplanter (v)	4,0	5,5	6,0	3
28 l	tomat (v)	3,5	-	3	3,5
29 j	chrysanthemum (v)	5,5	6,5	5,5	7
34 f	bederoe (v)	3	3,5	3	3,5
35 j	bederoe	3	3	3	3
39 j	nellike (v)	5,5	-	-	5,5
39 s	tobak (v)	3	6,5	5,5	3,5

(v) = væksthuse	Index	Koncentration aktivt stof
	1	0,000097%
	2	0,00039
	3	0,00156
	4	0,00625
	5	0,025
	6	0,1
	7	0,4
	8	1,6
	9	6,4

Resistensbestemmende faktorer:

(Petersen, 1980).

A. Skadedyrets formeringspotential.

En høj formeringsevne vil betinge hyppigere bekæmpelse og dermed mere intensiv resistensudvikling.

B. Skadedyrets formeringsmåde.

Kønnet formering giver større risici for resistensudvikling.

C. Skadedyrets mobilitet.

Høj mobilitet medfører mulighed for opblanding af den selekterede bestand med dyr fra ikke behandlede områder, hvilket kan neddæmpe resistensudvikling.

D. Bredde af fødevalg.

Når der er tale om et bredt værtsplantevalg, kan mængden af ubehandlede bestande være store, hvilket kan neddæmpe resistensudvikling.

E. Insekticidets art.

F. Insekticidets persistens og formulering.

Bekæmpelsesmidler med lang virketid vil fremme resistensudvikling.

G. Dosering og hyppighed af bekæmpelse.

Hyppig bekæmpelse vil fremme resistensudvikling.

II.4.1.3. Konklusion/diskussion.

Benyttelse af specielt insekticider vil kunne influere på antallet af nytte dyr, der normalt lever af skadedyrene. Man kunne sige, at havde man sikkerhed for, at et givet skadedyr blev dræbt, var en eventuelt nedsættelse af antallet af nytte dyr en ulempe, man måtte tage med. I omtalte situation "behøvede" man ikke nytte dyret til udryddelse af skadedyret, da dette blev bekæmpet med insekticidet. På lang sigt vil denne situation være uholdbar. Dels ville den omtalte fremgangsmåde fremme resistensudvikling hos skadedyret. Selv om resistensudvikling i Danmark til nu primært er begrænset til væksthuse, kan den godt om nogle år være mere udbredt også på friland. Yderligere vil den hyppige bekæmpelse med pesticider føre til andre uheldige miljømæssige konsekvenser. I integrerede bekæmpelsesprogrammer (afsnit III), hvor man tager mere hensyn til miljøet samtidig med bevarelse af et højt udbytte, kan udryddelse eller nedsættelse af nytte dyrs antallet have alvorlige konsekvenser, da man netop i integreret bekæmpelse søger at udnytte naturlig bekæmpelse mest mulig. Specielt i væksthuse er det nu lykkedes at udvikle gode integrerede bekæmpelsesprogrammer

af flere forskellige afgrøder, hvor såvel pesticider som nyttedyr udnyttes til bekæmpelse. De benyttede pesticider er valgt, så de i mindst mulig udstrækning skader nyttedyrene. Med udvikling af de nye typer pesticider, som er mere skånsomme mod nyttedyr, vil det forventes, at integreret bekæmpelse vil vinde stigende udbredelse også på friland.

II.4.2. Indflydelse på jordens mikroorganismer.

Selv om mange pesticider kan nedbrydes mikrobielt (se afsnit II.5.), og nogle udnyttes til bakteriers og svampes vækst, så behøver pesticider ikke at være ugiftige for jordens mikroorganismer. Man må også tage hensyn til, at blandinger af pesticider kan have en større effekt og blive langsommere nedbrudt end stofferne hver for sig, fordi tilstedeværelse af et stof måske kan forøge virkningen eller hæmme nedbrydningen af et andet.

II.4.2.1. Indflydelse på mikrofloraen.

Der er foretaget en del undersøgelser af pesticiders indflydelse på jordens mikroflora (bl.a. Helweg 1972, 73a-d, 75a,b, 76a-c; Lewis et al, 1978; Tu, 1979; Eisenhardt, 1975) deriblandt litteraturreviews (Audus, 1970; Anderson, 1978; Torstensson, 1978, 79; Helweg, 1983b). Konklusionerne på oversigtsartiklerne er, at mange pesticider påvirker den mikrobielle omsætning i jorden. Påvirkningen kan være enten en stimulering eller en hæmning, og varigheden kan være fra få dage til flere uger. Det er imidlertid svært endeligt at vurdere resultaterne, hvilket bl.a. skyldes:

* Der er benyttet mange forskellige testmetoder til at studere virkningen af samme pesticid. Som forskellige testmetoder er oftest benyttet: antal bakterier/alger/ svampe, CO_2 -produktion, kvælstofmineralisering, kulstofmineralisering, nitrifikation og biologisk kvælstofbinding. For at koordinere de europæiske undersøgelsesmetoder holdt man mellem 1973 og 1979 nogle møder på initiativ af K.H. Domsch, Braunschweig. Møderne resulterede i, at man har foreslået at anvende følgende testmetoder til at beskrive pesticiders effekt på jordens mikroflora. 1) Respiration (CO_2 -udskillelse), 2) Ammonifikation, 3) Nitrifikation og i visse tilfælde desuden nedbrydning af plantemateriale (hvedehalm) og symbiotisk kvælstofbinding. Metoderne er beskrevet af Helweg (1983b).

- * Det kan ofte være vanskeligt at opstille en "kontrol" eller "normal". Eksempelvis vil der i en ikke-pesticidbehandlet parcel kunne optræde en kraftig ukrudtsbestand, som afhugges mekanisk og således tilfører en øget mængde af organisk stof til jorden, hvilket kan stimulere mikroorganismerne.
- * Forsøgene er ofte udført på forskellige jordtyper, deriblandt jord uden afgrøder (laboratorieforsøg).
- * Der kan i de forskellige forsøg anvendes forskellig dosisopgivelse for pesticidtilførsel (procent, mol, ppm, kg/ha l/ha o.a.), og der opgives ikke altid, om det drejer sig om aktivt stof eller formuleret præparat. Det kan være vanskeligt at overføre en dosering opgivet i ppm i laboratorieforsøg til kg/ha i markforsøg, hvilket vanskeliggør en sammenligning til normal dosering.
- * Hvis et givet pesticid giver sideeffekter, må man vide, hvilken betydning de forskellige organismer eller processer har i det aktuelle økosystem. Hvordan en evt. reduceret diversitet og dermed funktionskapacitet virker på markens produktivitet er ikke nærmere klarlagt.

Pesticiders påvirkning af de enkelte processer.

Når man anvender målinger af individantallet pr. arealenhed til at beskrive en pesticideffekt, må man være opmærksom på, at der kan ske forskydninger indenfor de enkelte grupper af mikroorganismer, uden at det derved behøver at give sig udtryk i den samlede aktivitet/det samlede individantal.

Det totale antal af individer.

De anvendte bekæmpelsesmidler i normale doseringer giver kun en lille effekt på det totale antal af mikroorganismer (review- Torstensson, 1978). Helweg (1976b) nævner således i et review, at chloroxuron, parathion, DDT, fenitrothion og pyrazon ikke påvirker det totale antal organismer i jorden. Midler, der benyttes til jordsterilisation, vil dog ofte have større indflydelse end andre midler (Audus, 1970; Helweg, 1972, 75a, 76b). Helweg (1975a) fandt, at antallet af bakterier kunne falde lige efter en jorddesinfektion, hvorefter der efter kun 10 dage kunne ske en kraftig stimulering i antallet, specielt for de heterotrofe bakterier. Efter ca. 50 dage var antallet som før behandlingen. Antallet af svampe ville derimod falde. Man ved imidlertid ikke ret meget om, hvilken betydning forskydninger mellem mikroorganismer kan have.

Bakterier og aktinomyceter er i reglen mindre følsomme overfor pesticider end alger og svampe (Torstensson, 1979). Alger er meget følsomme overfor bekæmpelsesmidler, specielt herbicider, hvilket skyldes, at alger er afhængige af fotosyntesen, og mange herbicider påvirker denne proces (Torstensson, 1979). I agermarken i Danmark spiller algerne imidlertid en underordnet rolle. Svampe vil naturligt nok være ret følsomme overfor fungicider, hvorimod herbicider og insekticider oftest er neutralt virkende eller stimulerende (Andersson, 1978).

CO₂-produktion.

En kraftig negativ påvirkning af CO₂-produktionen vil tyde på en alvorlig påvirkning af den metaboliske aktivitet i marken. Derimod kan en positiv påvirkning ikke tolkes i samme retning. Den kan skyldes en partiel sterilisation efterfulgt af en forøget CO₂-udskillelse, når de dræbte mikroorganismer nedbrydes. Desuden kan mange mikroorganismer metabolisere mange bekæmpelsesmidler med medfølgende stigning i respirationen. Eksempelvis er ukrudtsmidlet MH (maleinhydrazid) og fungicidet benomyl (carbendazim) uden indflydelse på den totale CO₂-udskillelse, når de bliver tilsat i koncentrationer nær normalen i neutral jord (Helweg, 1973b, 83b). Derimod kan pesticider som DNOC og endothal midlertidigt stimulere CO₂-produktionen, oftest dog kun i koncentrationer over normalen (Helweg, 1976b).

Kulstofmineralisering og kvælstofmineralisering.

Cellulosenedbrydende og ammonificerende organismer er de vigtigste grupper for de humusdannende processer i jorden.

Mindre ændringer i disse delprocesser er observeret ved tilførsel af pesticider, men større er sjældent forekommende (Audus, 1970; Helweg, 1976b; Torstensson, 1979). Der er dog rapporteret om påvirkninger i ammonifikationen og cellulosenedbrydningen ved anvendelse af jorddesinfektionsmidler (Helweg, 1972, 75a; Torstensson, 1978) og fungicider (Helweg, 1973c,d).

Nitrifikation.

Nitrifikationen, som hovedsageligt udføres af bakterieslægtere Nitrosomonas og Nitrobacter, er en proces, der er meget følsom overfor pesticider (Torstensson, 1979). Effekten skulle være større på sandjord end på mere humusrig jord og stigende med koncentrationen af det pågældende pesticid (Hofer et al, 1971).

Helweg (1972) nævner, at høje koncentrationer (over normal dosering) af ziram, carbofuran og chlorfenvinphos hæmmede nitrifikationen. Helweg (1983b) har dog fundet, at hverken 0, 10 eller 100 mg benomyl/kg jord påvirkede reaktionen.

Nitrifikationsprocessen er mest sensitiv overfor fungicider, men såvel insekticider som herbicider kan påvirke processen; for insekticider i såvel positiv som negativ retning (Andersson, 1978).

Man må dog huske på, at en blokering af nitrifikationen kan være en fordel set ud fra et udvaskningssynspunkt, da konsekvensen vil være, at ammonium, men ikke nitrat ophobes i jorden. At pesticider vil påvirke en delproces i jorden kan imidlertid i sig selv tolkes som en uheldig miljømæssig påvirkning.

Kvælstofbinding.

Mange fritlevende kvælstofbindende bakterier som *Azotobacter* og *Clostridium* er m.h.t. antal ret ufølsomme overfor de fleste herbicider og insekticider tilført i normal dosering (Audus, 1970). Tilsvarende er gældende for symbiotiske bakterier (*Rhizobium*) (Torstensson, 1979). Jensen (1969) fandt ingen indflydelse af 2,4-D, MCPA, DNOC, dinoseb og TCA på antallet af lucerne- og kløverrodknoldbakterier (*Rhizobium meliloti* og *R. trifolii*) i 5 forskellige jorde.

Nogle fungicider kan være toksiske for *Rhizobium*, selv i normale doseringer, eks. methylbromid (Audus, 1970).

Selve kvælstofbindingen kan derimod godt påvirkes af forskellige pesticider tilført i normal dosering, deriblandt phoxim (Eisenhardt, 1975). Pesticiders indflydelse på kvælstofbindingen bør dog primært omhandle de pesticider, der indgår i dyrkningen af bælgranteafgrøder. Fisher (1976) og Helweg (1973c,d, 83b) har fundet, at benomyl og carbendazim ikke påvirker den symbiotiske kvælstofbinding hos kløver.

Forskelle i pesticider.

Store forskelle med hensyn til virkning overfor mikroorganismer foreligger mellem forskellige pesticider, beroende specielt på deres vandopløselighed samt hvor stærkt, de bindes til markens kolloider.

Blandt de mest persistente pesticider er midler som DDT, lindan, diquat, zineb, dieldrin, aldrin, linuron og pyrazon. Blandt de letopløselige er TCA, dicamba 2,4-D, amitrol og bromacil. Letopløselige midler, som hurtigt forsvinder fra jorden, vil sjældent influere på mikroorganismerne.

M.h.t. virkning af de enkelte pesticider på mikroorganismer henvises til literaturstudium af Torstensson (1979).

For at vurdere et pesticides virkning på markmikroorganismerne er det ønskeværdigt undersøge det under alle forhold og mht. alle parametre. Dette er i dag kun udført ved et fåtal af midlerne (eks. atrazin, 2,4-D, linuron, MCPA og simazin). Ligeledes mangler der såvel danske som udenlandske undersøgelser over en mulig samlet påvirkning af de almindeligste kombinationer af pesticider, som benyttes til mange afgrøder. Helweg (1983b) har dog undersøgt den samlede effekt af kombinationen af fungicidet benomyl, insekticidet parathion og herbicidet pyrazon på nitrifikationen. Koncentrationer svarende til markforhold (2 mg/kg) påvirkede ikke nitrifikationen, hvorimod større koncentrationer gjorde.

II.4.2.2. Indflydelse på mikrofauaen.

Mikrofauaen betegner dyr, der er mindre end 400 µ lange, og disse inkluderer Protozoa, Tardigrada, Rotifera, Nematoda og Collembola.

Kendskabet til mikrofauaens rolle i terrestiske og akvatiske økosystemer er stadig meget mangelfuldt.

Et pesticid kan have en direkte effekt på mikrofauaen ved at dræbe individer, men alternativt kan det indirekte indvirke på dyrets væksthastighed og metaboliske processer.

Der foreligger kun lidt information om de indirekte effekter, så hovedvægten vil blive lagt på pesticiders direkte (toksiske) indflydelse på mikrofauaen.

Med hensyn til nematoder viser de fleste undersøgelser at pesticider (-nematicider) tilført i normal dosering kun har ringe indflydelse (Wicke, 1968; Whitehead & Storey, 1970; Edwards & Thompson, 1973; Edwards, 1978).

Edwards (1978) har summeret effekten af pesticider på arthropoder:

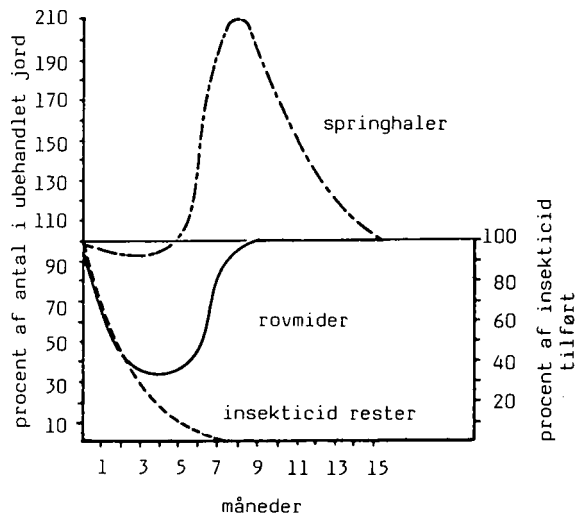
- A. Pesticider kan ofte resultere i et øget antal af visse mikroarthropoder, når deres hovedpredatorer er dræbt (fig. 7).
- B. Herbicider kan indirekte påvirke antallet af invertebrater, som ernærer sig af planterødder, ved at ændre overfladefloraen. M.h.t. en direkte effekt har såvel herbicider som fungicider kun ringe indflydelse på jordens mikrofaua.
- C. De fleste insekticider kan nedsætte artsdiversiteten af mikroarthropoder. Selvom de forskellige arter adskiller sig meget i følsomhed overfor pesticider, er det vist, at forholdet mellem dosis og effekt logaritmisk (Edwards & Thompson, 1973). En tidobling af dosering vil eks. "kun" dræbe

dobbelt så mange individer sammenlignet med normal dosering. I jordøkosystemet behøver der dog ikke at være en klar logaritmisk sammenhæng, da insekticidet kan adsorberes til jordfraktioner og dermed inaktiveres.

D. Nematicider er meget giftige for mikroarthropoder.

E. Alle insekticider undtagen aldrin er meget giftige for rovmider (fig. 7).

F. Insekticider indeholdende klorid- og carbamatforbindelser har større giftvirkning end insekticider indeholdende fosfat.



Figur 7. Forandring i antal springhaler og rovmider efter behandling af jorden med chlorfenvinphos (Edwards, 1978).

II.4.2.3. Konklusion/diskussion.

Bekæmpelsesmidler kan indvirke enten direkte eller indirekte på jordens mikroflora og -fauna både i renkultur og i jord. Effekten er betydeligt større for mikroorganismer dyrket i næringssubstrater, hvilket sandsynligvis kan tilskrives, at disse organismer udsættes for en mere direkte kontakt med de pågældende pesticider.

Såvel herbicider som fungicider har kun ringe indflydelse på jordens mikrofauna, hvorimod mange insekticider kan være giftige, specielt overfor mider.

Påvirkningen af mikrofloraen kan være stimulerende eller hæmmende (tabel 15), hvilket kan resultere i forandringer i mikrofloraens sammensætning. Bakterieveantallet er ikke særligt påvirkeligt af pesticider, hvorimod svampe og actinomyceter ofte bliver negativt påvirket af fungicider og neutralt eller positivt påvirket af herbicider og insekticider.

Nitrifikationen er den mest følsomme proces, specielt overfor fungicider.

Antallet af kvælstofbindende organismer er kun sjældent påvirket af pesticider, hvorimod aktiviteten (kvælstofbindingen) kan være påvirkelig.

Med den nuværende metodik har der ikke kunnet konstateres nogen stor effekt af pesticider på markøkosystemets funktion. En væsentlig årsag til at de til nu afprøvede pesticider kun viser få langtidseffekter kan være, at de fleste anvendte pesticider bliver nedbrudt relativt hurtigt af jordbundens mikroorganismer.

Der findes imidlertid mange bekæmpelsesmidler, hvor antallet af til nu udførte tests er utilstrækkelig for en vurdering (tabel 16), deriblandt mange af de mest benyttede.

Tabel 15. Pesticideffekter (forholdstal*) på de mikrobielle processer i jorden (Anderson, 1978).

Parameter	herbicider *	fungicider *	insekticider *	andre *
bakterieveantal	1,20	3,50	1,30	1,00
nitrifikation	1,40	0,54	0,82	0,32
denitrifikation	1,82	-	-	-
antal Rhizobium bakterier	0,94	1,00	0,78	-
fritlevende N_2 -fixerende bakterier	1,65	-	1,75	-
antal svampe og actinomyceter	1,09	0,50	1,43	0,55
antal alger	0,45	-	-	-
nedbrydning af organisk stof	1,31	-	1,10	0,62
respiratorisk aktivitet	0,91	0,40	2,00	1,40
andre enzym aktiviteter	1,70	0,44	2,00	0,66
ammonifikation	1,74	1,30	1,84	1,20

- = utilstrækkeligt datamateriale

alle stimulerende og neutrale effekter er lagt sammen og betegnet positive
alle hæmmende effekter er samlet lagt sammen og betegnet som negative

* = $\frac{\text{antal positive effekter}}{\text{antal negative effekter}}$

en værdi > 1,0 betegner, at det pågældende pesticid påvirker den givne parameter i positiv retning.

Tabel 16. Forskellige pesticiders virkning på markøkosystemets funktion (Tors-
tensson, 1979).

ingen påvist effekt på nogle af markøkosystemets funktioner

herbicider: alachlor, bentazon, chloridazon, chlorpropham, chlorthia-
 mid, chloroxuron, dichlorbenil, dichlorbenilsyre, diuron,
 EPTC, glyphosat, ioxynil, lenacil, linuron, metribuzin,
 monolinuron, monuron, picloram, prometryn, TCA, triflura-
 lin.

insekticider: aldicarb, aldrin, DDT, diazinon, dieldrin, lindan, para-
 thion.

fungicider: captafol, folpet.

påvist effekt på enkelte funktioner i markøkosystemet

herbicider: 2,4D, 2,4-DB, 2,4,5-T, MCPA, MCPB, natriumchlorat.

påvist effekt på et flertal af de forskellige funktioner i markøkosystemet

herbicider: amitrol, atrazin, diallat, dicamba, dinoseb, paraquat, si-
 mazin.

fungicider: benomyl, carbendazim.

jordbehandlingsmidler: dazomet, DD.

ingen påvist effekt på markøkosystemet.

(kun få tests udført. Resultaterne er derfor kun vejledende)

herbicider: dichlorprop, diquat, mechlorprop, metamitron, methabenz-
 thiazuron, metobromuron, metoxuron, nitrofen, propachlor,
 propanil, terbacil, terbutryn, triallat, 2,3,6-TBA.

insekticider: chlorfenvinphos, chlorpyrifos, fenitrothion, malathion,
 methoxychlor, propoxur, trichlorfon, trichloronat.

fungicider: captan, mancozeb, maneb, thiram, zineb.

II.4.3. Indflydelse på flora.

II.4.3.1. Indflydelse på kulturplanter.

Af pesticiderne er det meget naturligt herbiciderne, der forvolder flest uønskede virkninger på de dyrkede planter. Herbicidernes uønskede virkninger kan variere fra knap synlige beskadigelser til alvorlige udbytte- og kvalitetsforringelser. Bladsvidning og kortvarig væksthæmning efter de "gule midler" i korn var tidligere almindelige. Derudover kan herbiciderne føre til bladabnormiteter, misfarvning af bladrande og uensartet vækst. Hormonbeskadigelser af naboafgrøder er ofte betinget af sprøjtetidspunkt, dysetype, væskemængde og kørehastighed (Petersen, 1960; Permin, 1980,82).

Skade på specielt følsomme kulturer som salat er undersøgt af Permin (1980) som har fundet, at 2 g MCPA/ha, svarende til 2 promille af det udspøjtede, var den mindste mængde, der forårsagede synlige forandringer på salat. 10 g MCPA/ha gav varige deformiteter.

Mange bejdsemidler er vist at kunne påvirke antallet af fremspirede planter i svag negativ retning (Hansen, 1979, 81, 82; Kristensen & Pedersen, 1983). Som helhed har der dog kun været tale om små udsving, der ikke har påvirket udbyttet.

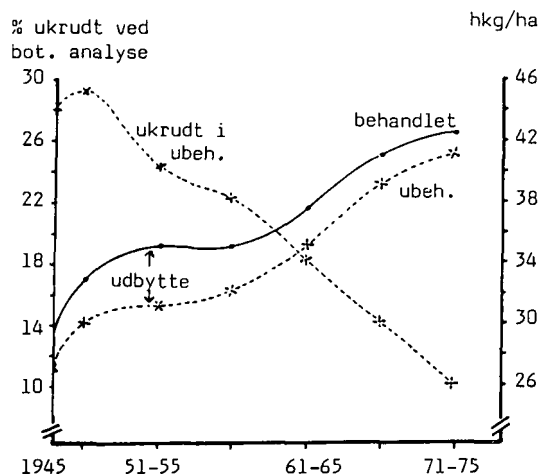
Specielt ved overdosering kan enkelte midler medføre spirehæmning af betydning (1-3 pct. lavere plantebestand) (Hansen, 1981). Om spireevnen i forhold til ubehandlet er forringet vil afhænge af, hvor stærkt angrebne de givne planteprover er. Hansen (1982) fandt således, at når der blev anvendt stærkt angrebne kornpartier (vårbyg, vinterrug, vinterhvede) blev spireevnen forøget (omkring 10 % som gennemsnit af samtlige afprøvede midler). For nogle bejdsemidler som Sportak-bejdse blev der fundet en tydelig sammenhæng mellem spireforsinkelsen og doseringens størrelse.

II.4.3.2. Indflydelse på ukrudt.

Såvel den samlede mængde af ukrudt som antallet af ukrudtsarter på danske sædskiftearealer er reduceret betydeligt siden slutningen af 40'erne (fig. 8). Årsagen er dels sprøjtning i korn- og rodfrugtafgrøder, dels øvrige produktionsfremmende foranstaltninger som ændret sædskifte, øget gødskning, andet sortvalg m.m. Ukrudtsandelen af plantebestande i usprøjtete parceller er over 30 års perioden reduceret fra 30 % ukrudt til 10 % ukrudt. Samtidig er merudbyttet for sprøjtning i forhold til usprøjtet aftagende (fra gen. 3,1 hkg kerne/ha til 1,2 hkg/ha).

Mængden af fremspiret ukrudt er afhængig af mange faktorer. Vigtigst er jordens frøbeholdning og dens indhold af rødder og udløbere, som kan variere betydeligt selv indenfor små områder. Klimaet, jordens temperatur, beskaffenhed og fugtighed i spiringsperioden har også betydning. En tæt voksende afgrøde som korn vil ofte p.g.a. en stor, hurtigt udviklet bladmasse være i stand til at konkurrere med frøudkrudtet i dettes yngste stadium, hvorimod "åbne" afgrøder som opiatvalmuer og frøafgrøder er dårlige konkurrenter overfor samtlige ukrudtsarter.

Haas (1971) har nævnt, at herbicider kan have en uønsket virkning på ukrudtsfloraens sammensætning ved at værdifulde arter for videnskabelige studier går tabt, værdifulde gener mistes, og livsbetingelser for nyttige arter blandt jordbundsfaunaen og den højere fauna indskrænkes.



Figur 8. Ukrudtsmængde og kerneudbytte, gns. af ubehandlet og alle benyttede herbicider i samtlige forsøg i vårsæd. Fællesforsøg samt forsøg ved Statens Ukrudtsforsøg, 1945-75 (Thorup, 1980).

I den sidste 30 års periode er der sket en ændring i ukrudtsfloraen, som er påvist ved at sammenligne tællinger fra begyndelsen af 40'erne og fremefter (tabel 17). Ukrudtsarter i fremgang har bl.a. været al. fuglegræs, enårig rapgræs, fersken pileurt og nat-limurt.

Faktorer, der har medvirket til ensretning af ukrudtsfloraen, er specielt herbicidanvendelsen. Anvendelsen af selektive herbicider til ukrudtsbekæmpelse kan medføre ændringer i konkurrenceforholdene ukrudtsarterne indbyrdes. Koch (1964) har vist, at anvendelsen af DNOC i kun 3 år bevirkede en stærk opformering af græsukrudtsarter på bekostning af tokimbladede arter. Ændret sædskifte vil kunne fremme udviklingen af ukrudtsarter (sommerannuelle) som vej-pileurt, fersken-pileurt, alm. fuglegræs, ager-stedmoderblomst, enårig rapgræs og

markærenpris (Haas, 1971). Det øgede gødskningsniveau, specielt den øgede kvælstoftilførsel, vil prioritere ukrudtsarter, der kan tåle stærkere skygning eller er skyggetolerante, samt specielle nitrofile (kvælstofelskende) arter som alm. kvik, hvidmelet gåsefod og alm. hanekro.

Tabel 17. Ændringer i ukrudtsfloraen i de sidste 30 år (delvis efter Petersen, 1943; Haas, 1971; Haas & Laursen, 1974; Laursen & Haas, 1971; Helweg, 1975b).

art	tilbagegang	status quo eller fremgang
agertidsel	X	
agersvinemæk	X	
følfod	X	
agerkål	X	
køllevælmue	X	
klinte	X	
stor knopurt	X	
agersnerle	X	
kornblomst	X	
kornvælmue	X	
alm. fuglegræs		X
enårig rapgræs		X
ferskenpileurt		X
nat-limurt		X
ager-stedmoderblomst		X
hvidmelet gåsefod		X
alm. kvik		X
rød arve		X
ager-gåseurt		X
hundepersille		X
haremad		X
storkr. ærenpris		X
markærenpris		X

II.5. Bestandighed og nedbrydning af pesticider i jord.

Pesticider kan komme i kontakt med jorden enten ved direkte tilførsel til jorden eller efter sprøjtning af planter, idet en del sprøjtevæske vil løbe af eller blive vasket af med nedbøren. Ofte vil anvendelse af plantebeskyttelsesmidler på åben mark medføre, at den største part af disse midler vil havne på jorden. Ved nedbrydning af planterester, der har været pesticidbehandlet, vil der også kunne tilføres pesticider til jorden.

Faktorer, som medvirker ved fjernelse af pesticider fra jordbunden, er (fig. 9):

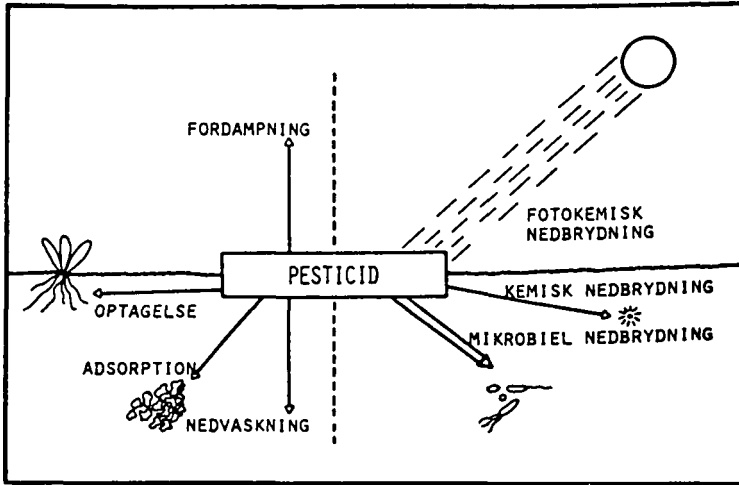
Nedbrydning

Nedvaskning og afskylning

Fordampning

Adsorption

Optagelse i afgrøden



Figur 9. Nedbrydning, fjernelse og binding af pesticider i jord (Helweg, 1976b).

Fordampning fra jordoverfladen kan være årsag til fjernelse af mere end halvdelen af et pesticid med højt damptryk (Helweg, 1980). Meget stabile forbindelser, som f.eks. de klorerede kulbrinter, fjernes i væsentlig udstrækning ved fordampning fra overfladen af jord og planter. En del af pesticidmængden fjernet fra jorden ved fordampning vil dog kunne komme retur via nedbøren.

Binding (adsorption) til ler- og humuspartikler kan nedsætte mængden af tilgængeligt pesticid i jorden. Jordens indhold af organisk stof er den mest betydende faktor for binding af pesticider. Mange pesticider kan omdannes og delvis nedbrydes i planter. Derudover kan mange pesticider optages i afgrøder (se afsnit II.3.1.).

Nedbrydning af pesticider i jorden involverer en serie biologiske og/eller ikke biologiske processer, som resulterer i en detoxikation (afgiftning) eller inaktivering af det tilførte pesticid. Det afgørende miljø for nedbrydning af pesticider i det terrestiske miljø er de øverste 20-25 cm jordlag (Helweg, 1980).

Nedbrydning af et pesticid kan ske på forskellig måde (Torstensson, 1978):

A. Kemisk nedbrydning

1. Fotokemiske reaktioner
2. Kemiske reaktioner i jordbunden

B. Biologisk nedbrydning.

1. Planter
2. Markdyr
3. Mikroorganismer
 - a. metabolisme (catabolisme)
 - b. cometabolisme
4. Ikke-cellebundne enzymer i marken

Pesticider som DDT, pyrethrum (planteekstrakt), simazin og reglone kan delvis nedbrydes fotokemisk (Helweg, 1973a). Den fotokemiske nedbrydning har dog ikke nogen væsentlig betydning, når først pesticiderne har ramt jorden, idet kun små mængder bliver udsat for bestråling.

Jord kan være et godt reaktionsmedium for kemisk nedbrydning af pesticider, da der er vand til hydrolysering og ilt til oxidation samt ioner og kolloide overflader til katalysering af processerne.

Det er vist i mange undersøgelser (bl.a. Torstensson, 1978; Helweg, 1976b, 80, 83b), at den mikrobielle nedbrydning for de fleste pesticider er den kvantitativt mest betydningsfulde. Ved litteraturstudier har Helweg (1983b) vurderet betydningen af den biologiske og kemiske nedbrydning af de almindeligst anvendte herbicider, insekticider og fungicider. Af de ca. 70 herbicider, der anvendes i Danmark, er den mikrobielle nedbrydning vigtigst for de 41 af midlerne, mens den kemiske nedbrydning kun har størst betydning for amitrol, atrazin, dichlorbenil og diquat. Blandt de ca. 63 insekticider, der er i handlen, er den biologiske

nedbrydning vigtigst for de 26 af midlerne. Kun for azinphosmethyl, malathion og pyrethrum er den kemiske nedbrydning vigtigst. For 11 ud af ca. 48 fungicider er den biologiske nedbrydning vigtigst. For mange af pesticidernes vedkommende har man endnu ikke undersøgt mikrofloraens betydning for nedbrydningen. Nedbrydning af maneb, zineb, mancozeb og den indledende spaltning af benomyl foregår hovedsageligt kemisk. For mange af pesticiderne kan der være tale om såvel en biologisk nedbrydning som en kemisk nedbrydning.

Ved den mikrobielle nedbrydning medvirker både bakterier og svampe.

II.5.1. Nedbrydningsforløb.

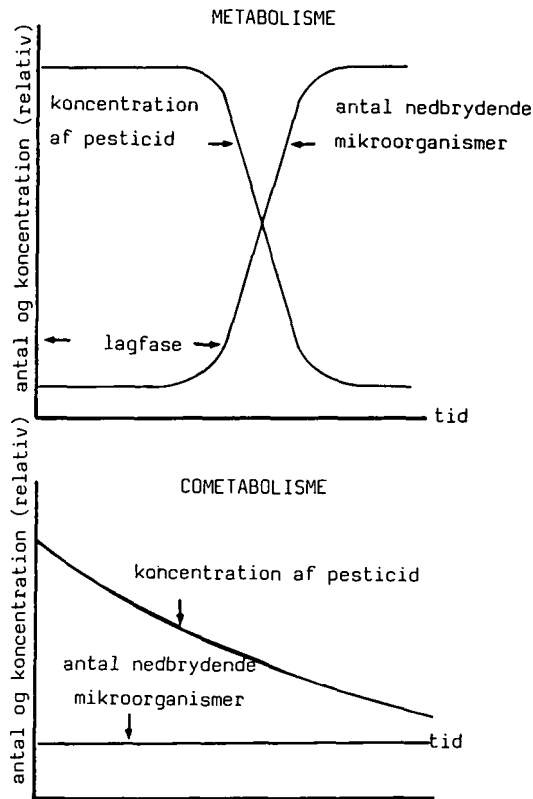
Den mikrobielle nedbrydning af pesticider kan ske på to måder: ved metabolisme (catabolisme) og ved cometabolisme (Torstensson, 1977b, 78, Helweg, 1977a,b, 83b).

Ved metabolisme (catabolisme) kan mikroorganismene udnytte pesticidet som energikilde til egen vækst. Nedbrydningsforløbet vil først have en lag-fase, hvilket er den tid, der går, mens de nødvendige pesticidnedbrydelige enzymer dannes. Når produktionen er kommet i gang, vil der ske en hastig tilvækst i mikroorganismernes antal.

Nedbrydningen vil gå hurtigere og hurtigere, indtil der er så lidt pesticid tilbage, at kontakt mellem pesticid og mikroorganismer bliver den begrænsende faktor (fig. 10). Eksempel på stoffer, der nedbrydes metabolisk, er 2,4-D, dalapon, DNOC, MCPA, MCPB, monochloracetat og TCA (Helweg, 1983b).

Ved cometabolisme kan de enzymer, som produceres af visse mikroorganismer ved deres tilvækst på et bestemt substrat (som ikke er et pesticidmolekyle), også katalysere en omdannelse af et pesticidmolekyle. Denne biologiske nedbrydning af pesticidet giver således ikke noget udbytte (vækst) for mikroorganismene (fig. 10). En art af mikroorganismer behøver ikke udføre hele kæden af nedbrydningsreaktioner, flere arter kan samvirke. Ved at tilføre energi til jorden skulle det teoretisk være muligt at øge nedbrydningsforløbet. Dette gælder dog kun, hvis netop de organismer, der også kan nedbryde pesticidmolekyler, fremmes af den tilførte energi. Organisk gødning (fast kvæggødning) virkning på 14 forskellige pesticider har vist stimulerende effekt på nedbrydningen af 6, en hæmmende effekt af 1 og ingen virkning på 7 (Doyle et al, 1978). En lang række pesticider kan nedbrydes ved cometabolisme, herunder DDT, 2,4,5-T, alachlor, malathion, chlorfenvinphos, carbendazim, MH (maleinhydrazid), atrazin, linuron og picloram (Helweg, 1983b).

Kemisk nedbrydning af pesticider følger samme principdiagram som mikrobiologisk cometabolisme.



Figur 10. Principdiagram for mikrobielle nedbrydningsforløb af pesticider (Torstensson, 1977b).

II.5.2. Effekt af dosering.

De miljømæssige effekter af pesticider i jorden vil i høj grad afhænge af det pågældende pesticides nedbrydningsforløb. Hvis et pesticid nedbrydes ved metabolisme, vil midlet sjældent have nogen langvarig virkning i jorden, selv ikke hvis der skulle ske en overdosering (Helweg, 1977b). En forøgelse i antallet af nedbrydende organismer vil bevirke en hurtigt nedbrydning af selv store rester af midlet i jorden. Ved gentagne behandlinger med det samme pesticid vil man i jorden få opbygget en population af mikroorganismer, som hurtigt vil kunne

nedbryde det pågældende stof (ophobning eller berigelse af jorden med pesticidnedbrydende organismer). Virkningen kan ofte holde længe. I nogle tilfælde mere end 1 år (Torstensson, 1977a, Torstensson et al., 1975). Da virkningen kan holde længere end pesticidet er til stede i jorden, må de pågældende mikroorganismer enten skaffe sig energi fra andet stof end pesticider eller må befinde sig i en hvilefase (Torstensson, 1978).

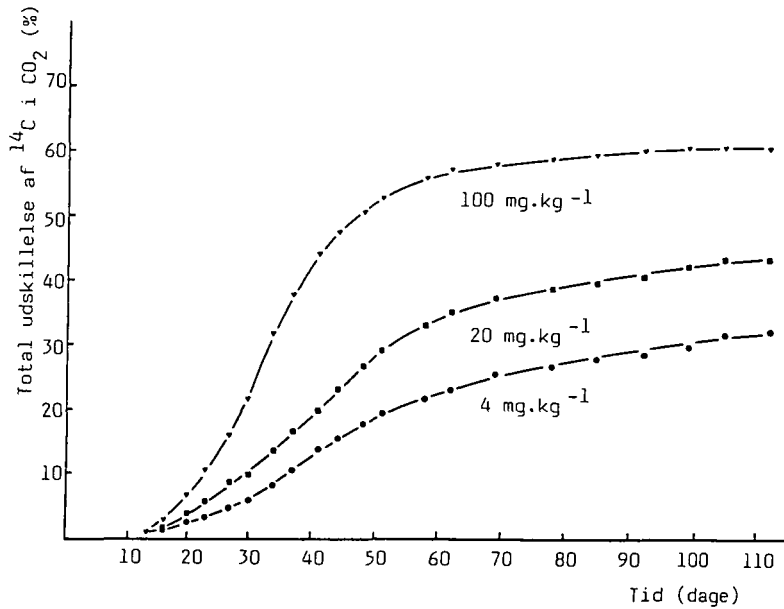
Ved stigende dosering kan man i nogle tilfælde se en stigning i den totale nedbrydning (udtrykt i procent af tilført). Helweg (1983b) har ved hjælp af ^{14}C -mærket 2-AB fundet, at efter 50 dage var henholdsvis ca. 20 %, 29 % og 50 % af det tilførte ^{14}C udskilt i CO_2 for jord tilsat 4, 20 og 100 mg 2-AB/kg (fig. 11).

Den større nedbrydning ved en høj pesticidkoncentration hænger rimeligvis sammen med, at ved den høje koncentration er en mindre procent-del bundet så fast i jorden, at nedbrydningen er hæmmet.

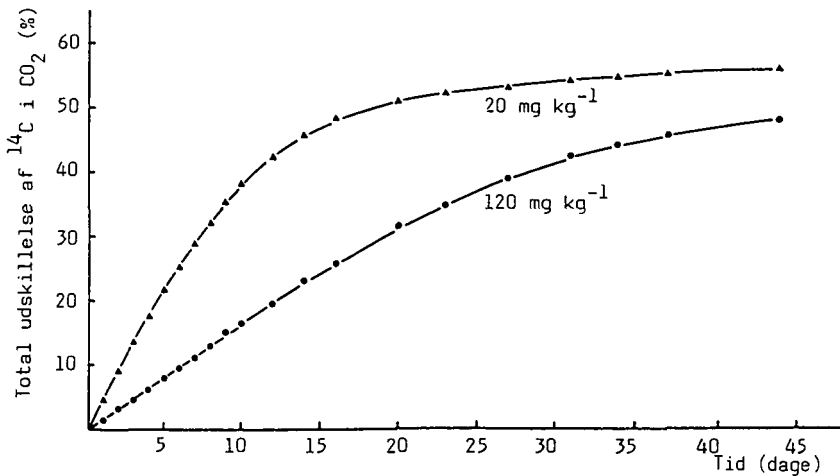
Pesticider, der har cometabolisk nedbrydningsforløb, vil i forhold til pesticider med metabolisk nedbrydningsforløb medføre større risiko for ophobning af pesticider i jord, specielt ved høje (over) doseringer. Ved relativt lave koncentrationer af pesticider med cometabolisk nedbrydning vil nedbrydningshastigheden stige med koncentrationen, men ved høje koncentrationer af pesticider er nedbrydningshastigheden ofte konstant. Det vil sige, at jorden har en øvre kapacitet for nedbrydningen af disse stoffer. Helweg (1983b) har vist, at med MH (maleinhydrazid) var ca. 45 % af tilsat ^{14}C -MH udskilt i CO_2 efter 2 uger ved en lille dosering (20 ppm) mod kun 22 % vil være nedbrudt ved en overdosering (120 ppm) (fig. 12).

Da nedbrydningsforløbet af den kemiske nedbrydning er analog med den cometaboliske, vil effekten af overdosering med pesticider med kemisk nedbrydning principielt være som denne.

Det meste litteratur omhandlende nedbrydning og persistens af pesticider i jord refererer til enkelte tilførsler af de pågældende stoffer, mens man i praksis ofte benytter gentagne behandlinger. Undersøgelser af effekten af gentagne tilførsler af pesticider (bl.a. Torstensson, 1977, Torstensson et al., 1975) er primært udført med midler som 2,4-D, MCPA og TCA, som nedbrydes ved mikrobiel metabolisme. Her vil gentagne behandlinger medføre en hurtigere nedbrydning af det pågældende pesticid, og uheldige miljømæssige effekter på jorden vil forventes at være begrænset. Der er kun udført relativt få undersøgelser over effekten af gentagne behandlinger med pesticider, der nedbrydes cometabolisk.

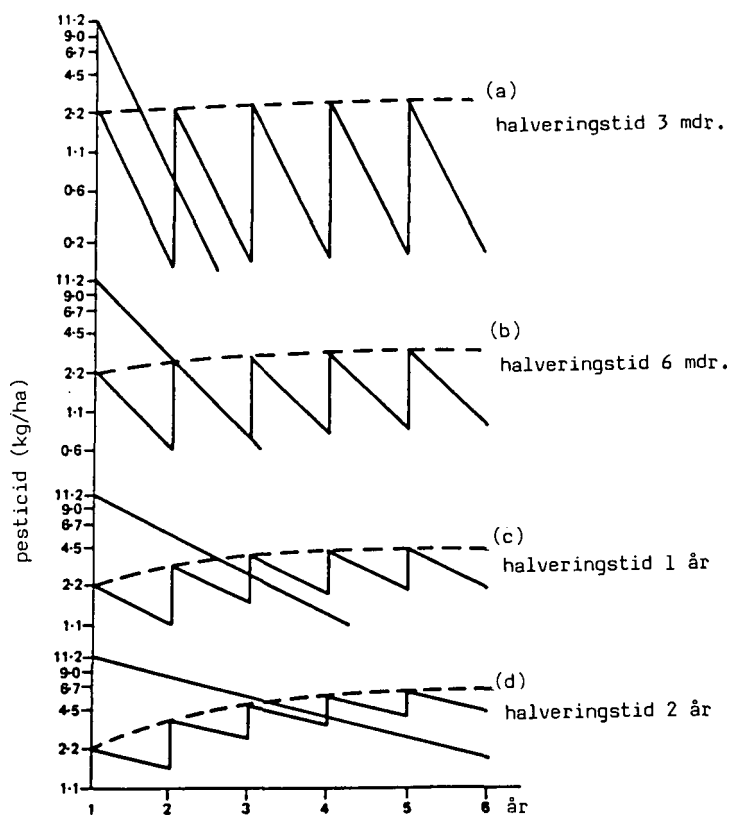


Figur 11. Nedbrydning af ^{14}C -mærket 2-AB i fin lerblandet sandjord. Vist ved den akkumulerede udskillelse af ^{14}C i CO_2 (Helweg, 1983b).



Figur 12. Nedbrydning af ^{14}C -mærket maleinhydrazid i fin lerblandet sandjord. Vist ved den akkumulerede udskillelse af $^{14}\text{CO}_2$ (Helweg, 1983b).

Effekten af enkelt eller delt tilførsel af et pesticid er undersøgt af Edwards & Thompson (1973). Virkningen af én enkelt stor dosering af et pesticid og en ækvivalent mængde tilført over flere år i tilsvarende mindre doseringer er forskellige, specielt for ikke-persistente pesticider. For persistente pesticider med en halveringstid på 2 år eller mere vil der de første 3-4 år efter tilførsel være en højere restmængde i jorden ved en stor éngangstilførsel end ved delt tilførsel, hvorimod restmængden ved éngangsdosering kun vil være højere det første år efter tilførslen af hurtigt nedbrydelige pesticider (fig. 13).



Figur 13. Sammenligning af enkelt og delt tilførsel af pesticider med forskellig halveringstid. Kurverne er baseret på forudsætningen, at nedbrydningen er simpel og eksponentiel (Edwards & Thompson, 1973).

11.5.3. Bestandighed i jord.

Der vil ofte være en konflikt mellem på den ene side behovet for opretholdelse af en tilstrækkelig stor (biologisk) aktivitet af et pesticid i jorden i et vist tidsrum for at sikre stoffets virkning og på den anden side behovet for en hurtig nedbrydning af pesticidet til mindre toksiske og mere miljøvenlige produkter. Det er ikke nok at vide, at mange pesticider nedbrydes i løbet af kort tid. Man må også vide, om nedbrydningsprodukterne er stabile og/eller giftige. Omdannelse til stabile produkter er set ved herbicidet pyrazon og fungiciderne quintozen, maneb, zineb og mancozeb, samt ved persistente klorholdige insekticider.

Der er meget stor forskel i nedbrydningstid mellem forskellige pesticider (tabel 18 og 19).

Visse klorerede kulbrinter, der benyttes ved insektbekæmpelse, har en bestandighed på over 10 år (Bro-Rasmussen et al, 1970a; Beck, 1974; Helweg, 1976b), mens et herbicid som 2,4-D kan nedbrydes på mindre end en måned. De store forskelle i nedbrydningstid hænger sammen med pesticidmolekylernes stabilitet overfor kemisk og mikrobiologisk nedbrydning (tabel 18).

Nedbrydningstiden for det enkelte middel er imidlertid ikke konstant, hvilket skyldes midlets koncentration samt miljømæssige faktorer som jordens temperatur, reaktionstal, vandindhold og sammensætning. Derimod har pesticidets nedvaskning, fordampning og optagelse i afgrøden i forhold til ovennævnte faktorer kun en mindre betydning for nedbrydningstiden i jorden.

Tabel 18. Sammenhæng mellem en række ukrudtsmidlers mulighed for at blive mikrobielt nedbrudt og midlernes bestandighed i jord. Tabellen angiver midlernes internationale betegnelser og nogle af de anvendte handelsnavne (Helweg, 1976a,b).

Ukrudtsmiddel	Mikrobiel nedbrydning		*Bestandighed
	Hurtig	Middel Langsom	
2,4 D	X		2-4 uger
maleinhydrazid (antergon)	X		2-4 uger
EPTC (Eptam, Eradicane)	X		1-2 mdr.
CIPC (chlorpropham)	X		1-3 mdr.
amitrol (atrizol, weedazol)	X		1-3 mdr.
dalapon (basfaron, gramevin)	X		1-4 mdr.
ICA (kvicta, tecane)	X		1-4 mdr.
DNOC (stirpan, dinamon extar, trifocid)	X		2-4 mdr.
MCPA	X		2-4 mdr.
pentachlorphenol (aamergens)		X	1-6 mdr.
2,4,5-T (herbatox-T, tormona-80, top KH)		X	4-8 mdr.
pyrazon (pyramin)		X	2-12 mdr.
triflulin (Treflan)			X
linuron (afalon)			X
atrazin (pramitol AT)			X
simazin (geigy)			X
chlorthiamid (profix)			X
dichlobenil (casoron)			X
monuron (telvar W, CMU)			X
diquat (reglone)		X	
paraquat (gramaxone)		X	

* = Ved bestandighed forstås den tid, der forløber til der er under 5 pct. af den tilførte mængde tilbage.

Tabel 19. Nogle insektmidlers bestandighed i jord, (efter review af Helweg, 1971, 83b).

Insektmiddel	*Bestandighed
malathion	1- 8 dage
m-parathion	20-30 dage
dimethoat	4-40 dage
parathion	30-90 dage
lindan	3-10 år
dieldrin	5-25 år
DDT	4-30 år

* = Ved bestandighed forstås den tid, der forløber, til der er under 5 pct. af den tilførte mængde tilbage.

II.5.4. Miljømæssige faktorer af betydning for pesticiders nedbrydning.

Flere miljømæssige forhold har betydning for pesticiders nedbrydningshastighed.

Dette gælder:

jordens reaktionstal (pH)

jordens vandindhold

jordens temperatur

jordtype (indhold af organisk stof, næringsstofftilgængelighed).

Da så mange omgivelsesmæssige faktorer influerer på pesticiders nedbrydning, vil det være vanskeligt at fastlægge et givet pesticides nedbrydningstid, selv hvis nedbrydningsforløbet og doseringen er kendt. Flerfaktorielle forsøg vil derfor være ønskeligt for på en mere sikker måde at kunne estimere et givet pesticides nedbrydning og dermed vurdere pesticidets mulige risici for miljøet. Sådanne forsøg er til nu kun udført i begrænset omfang, specielt gældende under markforsøg. Walker & Barnes (1981) har opstillet en computermode til simulering af pesticiders bestandighed i jord ved varierende temperatur og vandindhold. Nedbrydningstiden og -forløbet i den jordtype, hvor undersøgelsen skal udføres, skal være kendt på forhånd fra laboratorieundersøgelser, hvilket begrænser modellens generelle værdi.

Vurdering af de givne miljømæssige effekter på pesticiders nedbrydning er derfor primært udført ud fra forsøg, hvor kun én given faktor varieres.

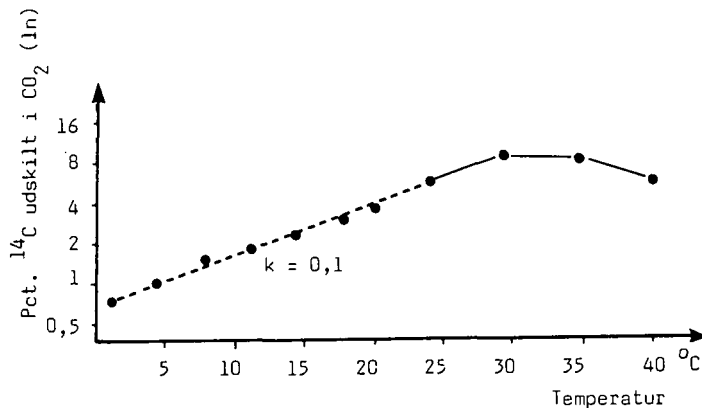
Temperatur.

I praksis vil der ofte ske en 2-4 dobling af nedbrydningshastigheden for hver 10° C, jordtemperaturen stiger.

Jensen (1959) og Helweg (1976b) har fundet, at nedbrydningstiden for TCA og MCPA i jord var mere end 4 gange så lang ved 7° C som ved 15° C. Helweg (1983b) fandt en forøgelse af nedbrydningshastigheden for MH, carbendazim og 2-AB på henholdsvis 3, 6 og 4 gange ved en stigning i jordtemperaturen på 10° C (fig. 14). Sammenhængen var gældende i intervallet 1 - 30 °C.

Nedbrydningens temperaturafhængighed er sandsynligvis korreleret med mikroorganismernes temperaturafhængighed.

Efter temperaturforholdene i Danmark vil nedbrydningstiden for et pesticid være væsentligt længere om efteråret end om sommeren.



Figur 14. Sammenhæng mellem jordens temperatur og nedbrydningen af ukrudtsmidlet maleinhydrazid (kulstof 14 -mærket). Nedbrydningens hastighed udtrykkes ved den procentdel af tilsat kulstof- 14 , som er udskilt i kuldioxid efter 2 dages forløb ved temperaturer fra 1 til 40° C. Den stiplede linie er den beregnede bedste sammenhæng fra 1 - 30 °C (udskillelsen er logaritmisk) (Helweg, 1979a).

Jordens vandindhold.

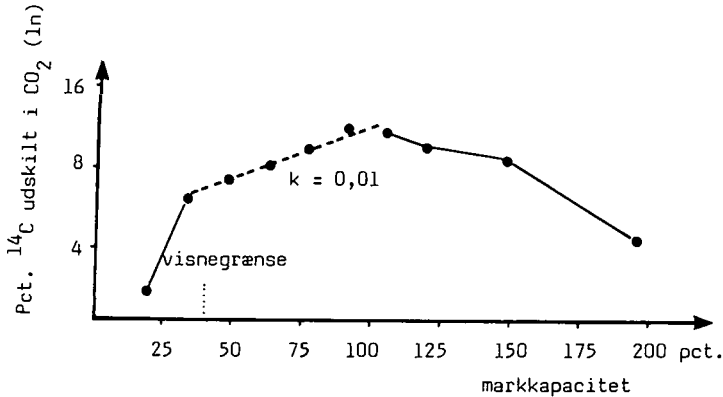
Under meget tørre forhold vil den mikrobielle aktivitet i jorden være lav, hvorfor også den biologiske nedbrydning af pesticider vil være lille. Hurle & Kibler (1976) har vist, at nedbrydningen af atrazin går næsten i stå i lufttør jord.

I intervallet fra visnegrænsen til omkring 80-90 % af jordens vandkapacitet vil en øgning i vandindholdet bevirke en stigning i nedbrydningshastigheden af pesticider (Bro-Rasmussen et al, 1968; Helweg, 1976b, 79a,b, 83b), tilvækstens størrelse er afhængig af det enkelte pesticid. Eksempelvis bevirker en forøgelse af jordens vandindhold fra 30 til 80 % af markkapaciteten en 2, 4 og 10-dobling af nedbrydningen af henholdsvis MH, carbendazim og 2-AB (Helweg, 1983b).

Der er sandsynligvis en logaritmisk sammenhæng mellem nedbrydningshastigheden af pesticider og jordens vandindhold, omend sammenhængen ikke endeligt er klarlagt. Walker (1978) fandt, at der var en retlinet sammenhæng mellem logaritmen til nedbrydningshastigheden og logaritmen til vandindholdet i jorden. Derimod fandt Helweg (1983b) en retlinet sammenhæng mellem logaritmen til nedbrydningshastigheden og jordens vandindhold, beregnet som procent af markkapaciteten.

Høje vandindhold, der kan skabe anaerobe forhold i jorden, kan hæmme nedbrydningen af pesticider, specielt de pesticider, der mikrobielt nedbrydes af aerobe mikroorganismer.

Et vandindhold svarende til mere end 100 % af markkapacitet vil hæmme nedbrydningen af de fleste pesticider (Helweg, 1983b) (fig. 15).

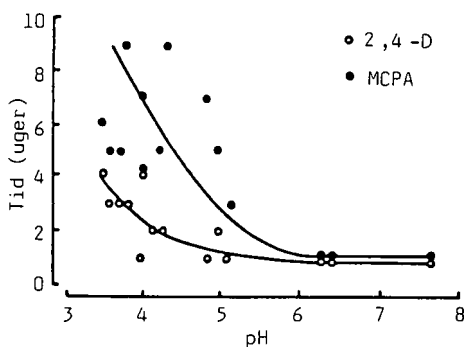


Figur 15. Sammenhæng mellem jordens vandindhold og nedbrydningen af ukrudtsmidlet maleinhydrazid (MH) (kulstof- ^{14}C mærket). Udskillelsen er afsat logaritmisk (Helweg, 1979a).

Jordens reaktionstal (pH).

For pesticiderne 2,4-D (Hörling, 1970; Torstensson, 1977b, 78; Helweg, 1976b) MCPA og TCA (Torstensson, 1977b, 78) er der observeret en langsommere nedbrydning af pesticiderne, når pH værdien i jorden blev sænket til under neutral (fig. 16). Øget kalkning på sur jord kan derfor forventes at øge en evt. pesticidnedbrydning.

Forklaringen på, at der sker en hurtigere nedbrydning af pesticider i neutral (og basisk) jord kan være, at de mikroorganismer, der nedbryder de pågældende pesticider, ikke trives ved lave pH-værdier. Reaktionstallet kan evt. også påvirke pesticidernes binding til jordpartikler eller deres giftighed overfor populationen af mikroorganismer.



Figur 16. Nedbrydning af 2,4-D og MCPA ved forskellige reaktionstal i jord. Laboratorieforsøg (Tørstensson, 1978).

Jordtype.

Det er fundet, at nedbrydningen af pesticider sker hurtigere i lerjorde, da disse har en høj biologisk aktivitet (Bro-Rasmussen et al, 1968, Helweg, 1973c). Et højt humusindhold kan dog også hæmme nedbrydningen, idet pesticider kan adsorberes til humuspartikler, hvilket gør dem vanskeligt tilgængelige for mikrobiologisk nedbrydning (Streibig, 1979, 80). Hvilken indflydelse jordtypen har på nedbrydningen af pesticider kan derfor bero på arten af pesticid d.v.s. hvor let det pågældende pesticid vil adsorberes til humuspartikler.

II.5.5. Muligheder for nedvaskning af pesticider til dybere jordlag.

Der vil i jorden være en ligevægt mellem pesticid adsorberet til ler/humuspartikler og pesticid opløst i jordvandet. Denne ligevægt vil være afhængig af pesticidets molekulære opbygning og jordpartiklernes natur.

Hvis en jord er vandmættet, og der til stadighed tilføres vand, vil der ske en nedadgående vandbevægelse. Dette vil medføre, at et pesticid vil transporteres nedad med en hastighed, der er afhængig af ligevægtskoncentrationen af pesticid adsorberet til jorden og pesticid opløst i jordvandet.

For en given jord og et bestemt pesticid vil dette system kunne karakteriseres ved en fordelingskoefficient, K_d (Petersen, 1977) (tabel 20).

$$K_d = \frac{\text{pesticid adsorberet til jord.}}{\text{pesticid opløst i jordvandet.}}$$

Et lille Kd tal betyder, at midlet ikke adsorberes ret stærkt til jordpartikler, dvs. at midlet har en stor vandopløselighed.

Kd værdier under 1 tyder erfaringsmæssigt på, at midlet kan udvaskes, hvis forholdene betinger det (Helweg, 1984).

Tabel 20. Fordelingskoefficienter (Kd) for udvalgte pesticider (Samlet af Helweg, 1984).

Pesticid	Kd	
dicamba	0	
TCA	0	*
maleinhydrazid	0,4	**
picloram	0,4	
2,4-D	0,8	
1,3-dichlorpropylen	0,9	
chloridazon	1,5	*
atrazin	1,7	*
simazin	1,8	*
carbendazim	4,9	**
lindan	25	
paraquat	25	***
DDT	130.000	

* = gennemsnit af 5 danske jordtyper

** = gennemsnit af 3 danske jordtyper

*** = udført ved meget høje koncentrationer

De mest betydende faktorer m.h.t. muligheder for nedvaskning af pesticider til dybere jordlag er pesticidets fordelingskoefficient, vanding/ nedbør og mængden af ler/humuspartikler i jorden. Rene mineraljorde vil lettere end humusjorde kunne bevirke nedvaskning af pesticider (Helweg, 1976b, 80; Dejonckheere et al., 1983).

Helweg (1980) har dog sandsynliggjort, at det kun er relativt få pesticider, som udvaskes til større dybde og dermed skaber risiko for forurening af dræn- og grundvand. Af de godt 200 pesticider, som anvendes i Danmark, viser en litteraturgennemgang, at mere end 30 pesticider eller pesticid nedbrydningsprodukter på grund af ringe binding i jorden kan betragtes som potentielt udvaskelige stoffer. På grundlag af anvendelsestidspunkt, statistik og anvendt mængde vil ca. 1/3 af de potentielt udvaskelige stoffer være særlig kritiske.

Ved litteraturgennemgang af ukrudts-, insekt- og svampemidlers bevægelighed i jord (Helweg, 1976b, 84) har det vist sig, at ukrudtsmidlerne amitrol, 2,3,6-TBA, dicamba og picloram er så vandopløselige og har så lille affinitet til jordpartikler, at der er risiko for nedvaskning til dybere jordlag. Også et herbicid som TCA kan formodentligt udvaskes p.g.a. stoffets store vandopløselighed (tabel 21). Jorddesinfektionsmidlerne D-D, ditrapex, basamid og metam-Na kan muligvis indebære en udvaskningsrisiko. For insekticider og fungicider viste ingen af de undersøgte stoffer særlig risiko for nedvaskning. Hormonmidler som 2,4-D, MCPA og dichlorprop vil på trods af en stor vandopløselighed næppe indebære en risiko for udvaskning, da de under normale dyrkningsforhold i Danmark nedbrydes i løbet af 3-4 måneder.

Tabel 21. Resultater af undersøgelser vedrørende nedvaskning af pesticider i jord. På grundlag af undersøgelsernes resultater er midlerne skønsmæssigt placeret i tre grupper efter deres bevægelighed i jord (samlet af Helweg, 1984).

	næppe nedsivning I	risiko for svag nedsivning II	risiko for nedsivning III
aldicarp		X	
amitrol			X
atrazin	X		
benazolin (forår, sommer)	X		
benazolin (efterår)		X	
bromacil			X
carbaryl	X		
carbofuran	X		
chlorsulfuron	X		
cyanazin	X		
2,4-D	X		
dalapon (forår)	X		
dalapon (efterår)			X
dicamba		X	
3,6-dichlorpicolinsyre (forår, sommer)		X	
3,6-dichlorpicolinsyre (efterår)			X
dichlorprop	X		
1,3-dichlorpropylen (forår)		X	
1,3-dichlorpropylen (efterår)			X
dimethoat	X		
dinoseb (forår)	X		
dinoseb (efterår)			X
diuron (grusunderlag)	X		
ethylenthiourea (maneb, zineb, mancozeb)	X		
hexazinon		X	

tabel 21 fortsat

MCPA	X		
methomyl	X		
methylbromid			X
methylisothiocyanat			X
metribuzin	X		
natriumchlorat			X
oxamyl		X	
phosalon	X		
phosphamidon	X		
2,3,6-TBA			X
TCA (forår)		X	
tetradifon	X		

-
- I karakter efter skønnet
 II risiko for nedsivning/udvaskning
 III (III = største udvaskningsrisiko)

II.5.6. Konklusion/diskussion.

Pesticider kan nedbrydes kemisk og biologisk. Den mikrobielle nedbrydning vil for de fleste pesticider være den mest betydningsfulde. Biologisk nedbrydning kan forløbe på 2 måder, ved metabolisme og ved cometabolisme. Ved metabolisme udnyttes pesticidet som energikilde til mikroorganismernes vækst. Ved cometabolisme udnyttes andre energikilder til mikroorganismernes vækst. Mange af de mest benyttede pesticider som 2,4-D, MCPA, MCPB, TCA og dalapon nedbrydes metabolisk. Midler, der nedbrydes metabolisk, vil sjældent give anledning til pesticidakkumulering i jorden, selv ikke ved overdosering. Derimod kan stoffer, der nedbrydes cometabolisk, specielt ved overdosering, give risiko for pesticidakkumulering i jord. Det gælder stoffer som DDT, 2,4,5-T, alachlor, atrazin og linuron. Bestandighed af pesticider i jorden vil foruden pesticidets natur afhænge af jordens temperatur, reaktionstal, vandindhold og indhold af organisk stof. Nedbrydningen vil øges med temperaturen op til ca. 30°C. I intervallet fra visnegrænsen og op til knap 100 % af jordens vandkapacitet vil øgning i vandindhold øge nedbrydningen. Lave reaktionstal kan nedsætte nedbrydningen.

Risikoen for nedvaskning af pesticider i jord er størst ved anvendelse af store mængder vandopløselige pesticider på jordtyper med lavt indhold af ler og humus. Risikoen vil yderligere forøges ved lav jordtemperatur (langsommere nedbrydningsforløb) og ved stor vandbevægelse.

Betingelserne for at pesticider kan nedvaskes til dybere jordlag, hvilket vil sige, at jorden skal være vandmættet, og der er en nedadgående vandbevægelse, er normalt ikke til stede ved den almindelige anvendelse af midlerne om foråret eller i forsommeren. I perioden fra april til oktober foregår der kun en

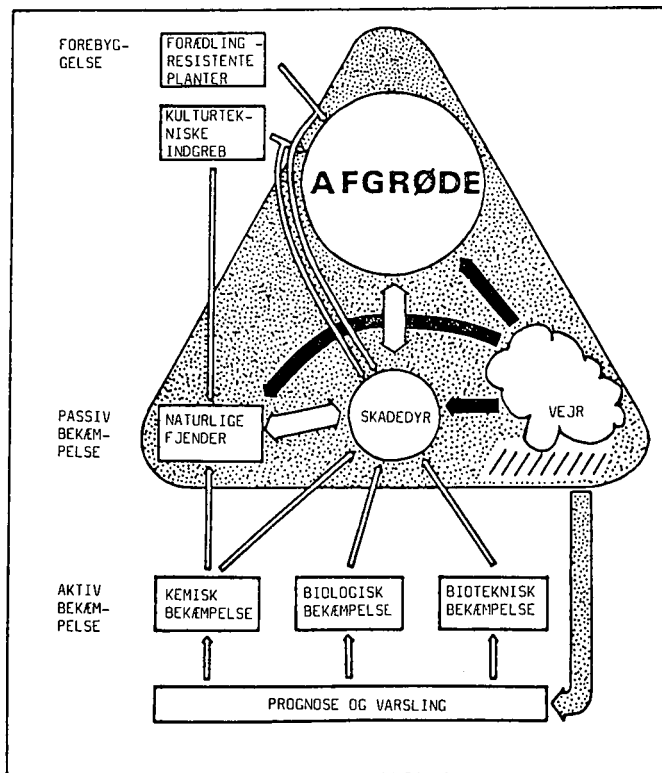
begrænset vandbevægelse nedad. Nedbørsmængder, der forekommer i sommerhalvåret, vil dog kunne give anledning til små bevægelser af midlerne ned i pløjelaget. Dette vil imidlertid ofte være en nødvendighed for midlernes virkning. En høj jordtemperatur i sommerperioden vil bevirke at de fleste midler vil være mikrobielt nedbrudt, inden afstrømningsperioden sætter ind i efteråret. Sprøjtning med pesticider om efteråret, hvor lav jordtemperatur nedsætter den mikrobiologiske aktivitet, og nedvaskningen tager til, vil øge faren for forurening af undergrunden.

De herbicider, der nedbrydes langsomt, har gennemgående en lav vandopløselighed (Petersen, 1974). Dette vil nedsætte faren for nedvaskning af disse stoffer. Mange af de mest benyttede herbicider som 2,4-D, MCPA og dichlorprop vil trods en stor vandopløselighed næppe nedvaskes til dybere jordlag p.g.a. midlernes hurtige nedbrydning. Der er en risiko for, at enkelte midler kan udvaskes. Risikoen skønnes at være størst for midler som TCA, dalapon og amitrol samt jorddesinfektionsmidlerne 1,3-dichlorpropylen (fra D-D og ditropex) og methylisothiocyant (fra basamid, metham-Na og ditropex), og vi mangler i dag oplysninger, om brugen af disse midler kan være årsag til grundvandsforurening.

III. INTEGRERET BEKÆMPELSE.

III.1. Definition og principper.

Ifølge FAO og IOBC kan integreret bekæmpelse defineres som: "bekæmpelse af skadedyr og sygdomme ved brug af alle metoder, der er i overensstemmelse med økonomiske, økologiske og toksikologiske krav, idet der lægges vægt på udnyttelse af naturlig regulering og økonomiske skadetærskler" (Esbjerg, 1983a). Den integrerede bekæmpelse inddrager brug af kemikalier som en mulighed, men søger at undgå mange af de uheldige miljømæssige konsekvenser, som der optræder ved den kemiske bekæmpelse (afsnit II.), såsom for hyppige og forsikringsbetonede behandlinger, resistensudvikling i bestande af skadedyr, ophobning af pesticider i jord og mindskelse af mængden af naturlige fjender.



Figur 17. Principielle indgrebsmuligheder ved integreret bekæmpelse (Esbjerg, 1983a).

Man kan sige, at integreret bekæmpelse starter, når man bevæger sig ud over én skadegører og/eller én bekæmpelsesform (fig. 17). I praksis vil integrationsniveauet være økonomisk bestemt. Integreret bekæmpelse bygger på, at ethvert bekæmpelsesmæssigt tiltag skal bygge på en behovsanalyse og en beslutningsproces. Dertil behøves grænseværdier eller tætheder.

Den økonomiske skadetærskel er et udtryk for det angrebsniveau, hvor omkostningerne ved indsatsen, der gøres for at undertrykke angrebet eller skaderne, økonomisk opvejes af det merudbytte foranstaltningerne giver (Esbjerg, 1983a).

Til integreret plantebeskyttelse kan følgende metoder benyttes (Esbjerg, 1977):

Bekæmpelse A. Kemiske midler.

B. Biologiske midler. Tilførsel af dræbende fjendtlige organismer eller deres produkter.

C. Biotekniske midler. Et samlebegreb for meget forskelligartede metoder til at dræbe skadedyr, begrænse deres populationsudvikling og undgå deres angreb.

o hormoner. Insekternes egne vækstregulerende hormoner kan være ødelæggende for dem, hvis de tilføres på et unaturligt tidspunkt i livscyklus.

o feromoner. Duftstoffer, hvormed insekterne påvirker hinanden. Udspredning af kunstige hunner i form af duftkapsler kan hindre hannerne i at finde de rigtige hunner.

o attraktanter. Tiltrækkende stoffer. Ved deres hjælp kan insekterne tiltrækkes til noget andet end afgrøderne.

o repellanter. Frastødende stoffer. Med disse kan insekter holdes væk fra en afgrøde.

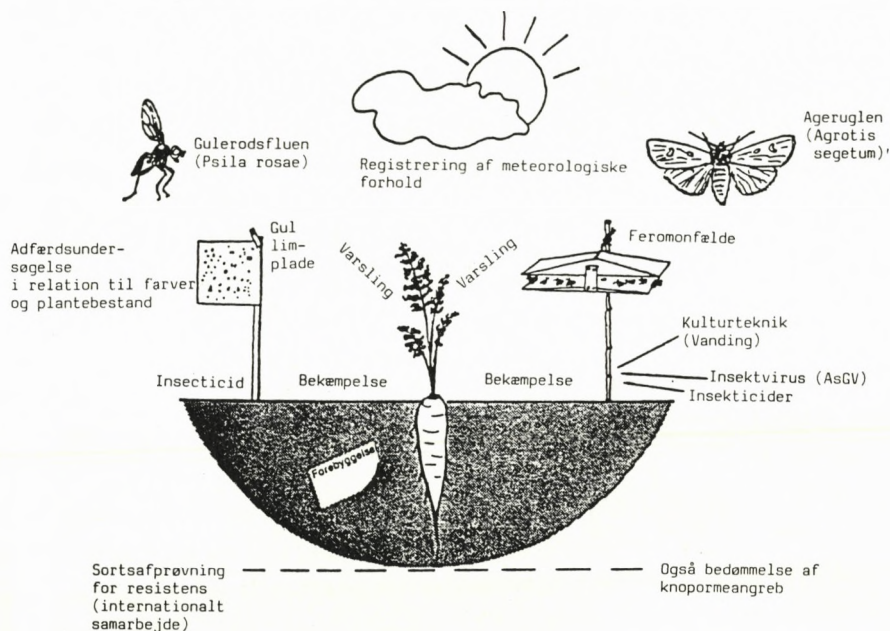
Forebyggelse A. Valg af plantemateriale - resistente sorter.

B. Kulturtekniske metoder.

- o sædskifte
- o jordbearbejdning
- o gødskning
- o vanding

I integreret bekæmpelse arbejder man ud fra en helhedsvurdering af afgrøde, skadevoldere, disses naturlige fjender og for så vidt også jordbund og andre dyrkningsmæssige forhold. Kendskab til vejrforholdene, de enkelte plantebeskyttelsesmidler samt skadetærskler er således nødvendigt.

Integreret bekæmpelse er således ikke en ny bekæmpelsesform. En betydelig grad af integration er af dyrkerne udført i årevis gennem kombinationer af sædskifte, jordbearbejdning, såtidspunkt og sortsvalg.



Figur 18. Monitoringsmetoder og indgrebsformer ved integreret bekæmpelse i gulerødder.

- sammenhæng mellem populationsniveau og skadeniveau, specielt under indflydelse af forskellige vejrforhold - skadetærskler.
- registrering af parasiteringsforhold og sundhedstilstand i naturlige populationer, herunder kortlægning af den naturlige udbredelse af baculovirus.
- adfærdsundersøgelser i relation til f.eks. fugtighed, temperatur, lysforhold og populationstæthed. (Esbjerg et al 1983).

Integrerede bekæmpelsesprogrammer, hvor mange forskellige metoder er inddraget kombineret med bekæmpelse af flere skadedyr/sygdomme, er kun udført i et begrænset antal afgrøder. Som eksempel på sådanne programmer kan nævnes bekæmpelse af skadedyr gulerodsfluen, knoporme) i gulerødder (fig. 18) (Esbjerg et al. 1983) og bekæmpelse af svampesygdomme/skadedyr i mange væksthushorsager (bl.a. Hassan, 1980; Ramakers, 1982) (Tabel 22). Mindre bekæmpelsesprogrammer, hvor 2 eller 3 af de omtalte metoder er anvendt, er derimod hyppigere.

Tabel 22. Integrerede bekæmpelsesprogrammer for tomat og agurk i væksthushorsager. Holland. (Ramakers, 1982).

TOMAT		
	<u>bekæmpelse</u>	<u>under afprøvning</u>
Mellus	<i>Encarsia formosa</i> ¹	-
Aphider	pirimicarb	-
Spindemider	fenbutationoxid <i>phytoseius persimilis</i> ²	- -
Bladmider	trichlorfon +	<i>Dacnusa sibirica</i> ¹ <i>Opius pallipes</i> ¹
AGURK		
	<u>bekæmpelse</u>	<u>under afprøvning</u>
Spindemider	<i>Phytoseius persimilis</i> ² (Fenbutatinoxid)	- -
Meldug	triforin ditalimfos pyrazofos + imazalil +	resistente sorter
Mellus	<i>Encarsia formosa</i> ¹	<i>Aschersonia aleyrodis</i> ³
Aphider	pirimicarb	-

tabel 22 fortsat

Thrips	diazinon +	Amblyseius mackenziei ²
Mycosphaerella triforin	imazalil +	

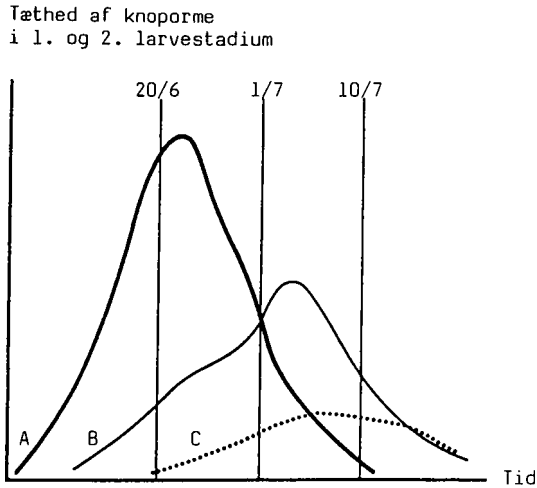
-
- ¹ = Snyltehveps
² = Rovmide
³ = Pathogen svamp

+ = Bør ikke benyttes jævnligt.

III.2. Prognose og varsling

En varsling bygger i første række på en konstatering af en skadevolders tilstedeværelse. Varslingen forbedres, hvis den bygger på en tæthedsbestemmelse (antal organismer eller svampeangreb/arealenhed). Den bedste form for varsling bygger på en prognose, der ud fra konstatering og tæthedsbestemmelse forudsiger angrebets udvikling og økonomiske betydning. Hvis en prognose forudsiger, at den økonomiske skadetærskel vil blive overskredet, må en bekæmpelse foretages. De klimatiske forhold har ofte en meget stor indflydelse på angrebsudviklingen, så klimaobservationer bør så vidt muligt indregnes i varslingen (oftest ud fra et skøn). Betydningen af prognose/varsling kan ses af resultaterne i figur 19, der viser tre hypotetiske års kurver over knoporme i 1-2 stadium og et sæt kalenderbaserede rutinebehandlinger markeret med pile ovenover. Tre sådanne fastliggende behandlinger hvert år vil i langt de fleste tilfælde være en sikring, men kan være uheldigt såvel økonomisk som økologisk. Ifølge figuren vil kun én behandling 20. juni i A-året, 1. juli i B-året og 10 juli i C-året være rimelige. En prognose/varsling vil kunne estimere, hvornår og hvor mange behandlinger, det er rimeligt at foretage, idet larvekurven kan placeres ved parallelforskydning af de tilsvarende fangstkurver for agerugler. Især for visse svampesygdomme er det ofte muligt at foretage en varsling alene på basis af meteorologiske data som temperatur og fugtighed på bladoverfladen (Esbjerg et al, 1979).

Nogle af de bedst kendte eksempler på prognose/varsling af angreb er varslingstjenesten for kartoffelskimmel samt varslingstjenesten for virusgulrot på bederoer, der har virket i snart 30 år (Stapel, 1965; Bagger, 1973). Af andre eksempler kan nævnes varslingstjenesten for æblevikleren, der er baseret på fangst af skadevolderen i lysfælder (Thygesen, 1971a,b). Tilsvarende varslingen for kartoffelskimmel er varslingen mod knækkefodsyge i vintersæd baseret på klimaobservationer. I de fleste år har bekæmpelse kun været rentabelt ved et vist sygdomsniveau, oftest ved mere end 15-20% angrebne planter (Schulz, 1979).



figur 19. Forekomstkurver af 1. og 2. stadium knoporme i tre hypotetiske år (A, B og C). De tre lodrette linier angiver omtrentlig tidsplacering af rutinebehandlinger (Esbjerg et al., 1983).

Bagger (1977) prøvede at opstille en varsling for bladlus dels ved fangst af bladlus i fælder dels ud fra en prognose om forekomst af overvintringsstadier på de forskellige værtsplanter. Han fandt god overensstemmelse mellem størrelsen af bladlusangrebet(erne) og forekomsten af overvintringsstadier på de respektive værtsplanter.

For visse svampesygdomme kan en prognose/varsling imidlertid være ret vanskelig at opstille. Welling (1979) fandt ved at sammenligne virkningen af plansprøjtning mod meldug og rust på korn med behovsprøjtning, at samtlige sprøjtninger efter behov havde mindre effekt på reduktionen i sygdommene end plansprøjtning, hvilket skyldtes, at kriterierne for sprøjtning efter behov var vanskelige at opstille.

Varsling/prognose for gulerodsfluen ved hjælp af fangst på limplader er forsøgt (Esbjerg et al., 1983; Nielsen, 1983; Philipsen, 1983) Ved at sammenholde fangsttallene på limpladerne med æg og puppetal og med det senere konstaterede skadeniveau blev det vist, at fangsttallene fra limpladerne kan benyttes som et mål for angrebsrisiko.

En af de bedst udviklede og udbyggede varslings-tjenester i Danmark er prognose/varsling mod knoporme. Knoporme er typiske som eksempel på skadedyr, der i nogle år er uden økonomisk betydning (feks. 1980 og 1981), og i andre år kan være ødelæggende (f.eks. 1975 og 1976) (Esbjerg, 1982a,b). Desuden hører knopormene til de skadedyr, der først opdages, når bekæmpelsestidspunktet er passeret. En løsning på sidstnævnte problem vil være at fange de voksne individer, agerugler, i fælder, hvorved æglægningstidspunktet kan estimeres. De først udviklede varslings-systemer var baseret på fangst af agerugler i lysfælder (Thygesen, 1971a). For at undgå sorteringsarbejde er det imidlertid en fordel at have en fælde, der kun fanger det eftersøgte skadedyr. Under de voldsomme knopormeangreb i 1975-76 blev den forbedrede varsling vha. feromonfælder udviklet, denne fælde er specifik for netop agerugler.

I begyndelsen blev der benyttet jomfruelige hunner i fælderne (Esbjerg et al 1980), senere er der brugt et syntetisk feromon. (Esbjerg 1982b, 1983b; Esbjerg et al, 1983). Fældefangst er imidlertid ikke blot afhængig af insektpopulationens størrelse, men også af dyrenes flyveaktivitet, der igen er afhængig af vejrforhold. Mikkelsen & Esbjerg (1981) opstillede derfor en model, hvor klimavariationer indgik. Ud fra fældefangsterne kunne en tilnærmet populationsbestemmelse foretages ved korrektion for klimaets indflydelse. Simulering af vejr-situationen omkring juni måned for de efterfølgende måneder kan bruges til udarbejdelse af tidlig prognose. Egentlig varsling kan udsendes 2-4 uger senere med udgangspunkt i aktuelle vejr-situationer og fangster. Eks. kunne behandling frarådes i 1980 og 1981, men tilrådes i visse områder i 1982.

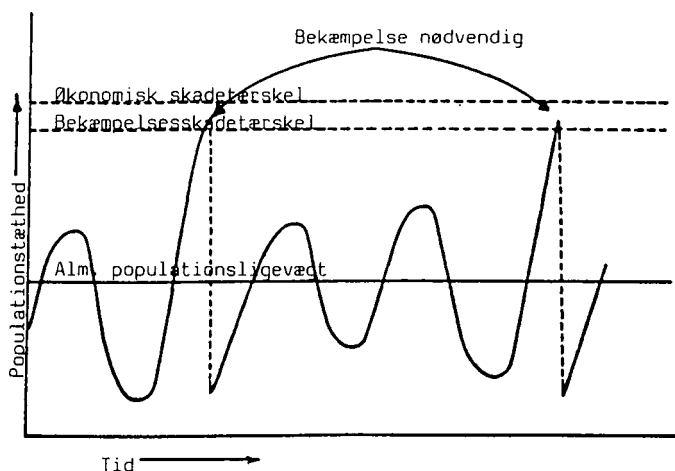
III.3. Skadetærskler.

III.3.1. Bekæmpelsestærsklen og den økonomiske skadetærskel.

Hvorvidt et dyr, en svamp eller en ukrudtsplante skal betegnes som skadelig er et spørgsmål om mængden indenfor et givet område.

I figur 20 er anført to skadetærskler.

Bekæmpelsestærsklen, der nås, når mængden af en skadevolder når et niveau, som medfører et udbyttetab. Det er imidlertid den økonomiske skadetærskel, som vil være aktuel i praktisk plantebeskyttelse, idet denne er udtryk for det angrebsniveau, hvor omkostningerne ved indsatsen, der gøres for at undertrykke angrebet eller skaderne, økonomisk opvejes af det merudbytte foranstaltningerne giver.



Figur 20. Skadetærskler i relation til populationsstørrelser.

I praksis vil det ikke være rette linier på grund af ydre faktorerers påvirkninger. Endvidere vil afstanden mellem de to linier afhænge af omkostninger og produktpriser (Jørgensen, 1977b).

Ud fra en skadetærskelfastlæggelse for et givet insekt er det muligt at udsende en varsel. Skadetærsklerne er imidlertid meget vanskelige at bestemme i praksis med tilstrækkelig sikkerhed, da en skadetærskel ikke er noget statisk. Værdien vil hele tiden kunne ændre sig afhængig af driftsform, planternes modstandskraft, konstitution, udvikling, klimatiske forhold, pris af bekæmpelsesmidler m.m.

På grund af de ovenfor nævnte vanskeligheder er skadetærskelfastlæggelse kun udført for relativt få skadevoldere og da primært overfor skadedyr. Problemer med fastlæggelsen af skadetærsklen for mange svampesygdomme er særligt komplicerede, bl.a. fordi visuel bedømmelse oftest ikke er tilstrækkelig. Fastlæggelse af skadetærsklen for flere skadevoldere vil dog såvel økonomisk som økologisk have en positiv effekt, hvorfor videreudvikling af skadetærskler kan forventes i fremtiden.

Foruden fastlæggelse af skadetærskler for knoporme (agerugler) (afsnit III. 2.) er der forskning i gang vedrørende registreringsmetoder og skadetærskelfastlæggelse for henholdsvis glimdebøsser (*Meligethes* spp.), skulpegalmyg (*Ceutorrhynchus assimilis*) og skulpegalmug (*Dasyneura brassicae*) i raps samt bladlus (*Rhopalosiphum padi*, *sitobium avena*) i korn (Esbjerg, 1981).

Skadetærskelfastlæggelse er forsøgt for forskellige jordboende skadedyr i sukkerroer i 1982 blandt 135 fabriksavlere. De undersøgte skadedyr var springhaler, tusindben, symflyer, runkelroebiller, smældelarver og fritlevende nematoder (Hansen, 1983). I samtlige fund var antallet af dyr så lille, at det ikke kom over skadetærsklen. Ud fra undersøgelser blev det konstateret, at højst 7 % af de undersøgte marker havde behov for at få nedlagt granulat.

Dette skal sammenlignes med, at omkring 16 % faktisk var blevet behandlet. Granulatforbruget var altså i 1982 dobbelt så stort som nødvendigt.

Fastlæggelse af skadetærskler for meldug og andre bladsygdomme på korn er påbegyndt i Danmark. I 1983 er der anvendt en computerbaseret model ("Epidan") til forudsigelse af sprøjtebehov i byg i 41 parcellforsøg, 5 storkmarkforsøg og 43 bygmarker fordelt over hele landet (Stetter, 1984). De foreløbige resultater sandsynliggør, at der på denne måde kan opnås en rimelig sikker angivelse af, om/ hvornår fungicidbehandling er økonomisk fordelagtig. Egentlige forsøg vil senere blive udført i "storkmarker". Næste trin forventes at blive en model for hvede, for hvilken fire forsøg (1982-83) danner det første grundlag, hvorefter modellen efter udbygning vil blive testet i et antal forsøg.

III.4. Biologisk bekæmpelse.

Biologisk bekæmpelse af en insektart er brug af naturlige fjender og giftige produkter af naturlige fjender til bekæmpelse af arten, samt brug af steriliserede individer af arten selv til tilvækstbegrænsning (Esbjerg, 1981).

Princippet i den biologiske bekæmpelse er at holde skadedyrene nede på et lavt og for afgrøderne harmløst niveau, således at nyttedyrene hele tiden er til stede til at bekæmpe en eventuel opformering. Modsat pesticidanvendelse ønsker man med biologisk bekæmpelse ikke at udrydde skadedyrene totalt, da nyttedyrene så vil uddø af mangel på føde og/eller æglægningsmuligheder. Biologisk bekæmpelse har specielle fordele, hvor der kan være tale om udelukkelse af kemisk behandling, fordi tidsrummet mellem behandling og høst af et konsumprodukt er for kort til at opfylde de lovbefalede krav om sprøjtefrist. Desuden kan man stå over for en bestand af skadedyr, som er blevet resistente over for de mulige bekæmpelsesmidler (se afsnit II.4.1.2.), eller planter, som dårligt tåler de pågældende midler (fytotoksiske midler). Desuden vil mange bekæmpelsesmidler (bredt virkende midler) også ramme skadedyrenes naturlige fjender (afsnit II.4.1.1.).

Ved biologisk bekæmpelse er der følgende muligheder:

- A. Steril insekt teknik
- B. Bekæmpelse vha. prædatorer (rovdyr) og parasitoider (snyltehvepse og -fluer).
- C. Mikrobiologisk bekæmpelse
 - vira
 - bakterier
 - svampe
 - protozoer

III.4.1. Steril insekt teknik.

Metoden bygger på masseopdræt af voksne insekter og udsættelse af disse efter sterilisation (f.eks. via bestråling), således at de frugtbare, naturligt forekommende individer har en stor chance for at parre sig med en steril partner (Esbjerg, 1981).

Metoden er begrænset p.g.a. dens selektivitet, da den er begrænset til kun at omfatte én art skadedyr ad gangen.

I Danmark har der praktisk talt ikke været arbejdet med denne mulighed undtagen for æblevikleren.

III.4.2. Bekæmpelse v.h.a. prædatorer og parasitoider.

Bekæmpelse med prædatorer (rovdyr) og parasitoider (snyltehvepse og -fluer) er det bedst kendte og størst udbredte område af den biologiske bekæmpelse. Anvendelsesområdet er for langt størstedelen væksthuse, omend nogle få forsøg foreligger fra friland.

III.4.2.1. Friland.

Masseopdræt og udsættelse af en naturlig fjende er forsøgt i markforsøg med rovbilleren *Aleochara bilineata* mod den lille kålflue (*Hylemya brassicae*) i blomkål (Esbjerg & Bromand, 1977). Billerne blev mærket radioaktivt med ⁶⁵Zink (⁶⁵ZnCl₂) og blev genfanget i faldgruber. Ud fra genfangstprocenten blev det konkluderet, at det var usandsynligt, at mere end nogle få stykker af de udsatte biller var fløjet væk fra marken. Det blev estimeret, at omkring 20.000 biller/ha bør udsættes for at holde den lille kålflue nede (Bromand, 1980). Metoden er dog standset, da det ikke var muligt at få et tilstrækkeligt effektivt opdræt af billen.

Scheller (1983a,b) har vist, at løbebillers prædation på bladlus tidligt i sæsonen kan have stor betydning for det senere populationsforløb af bladlusene.

Vurdering af mulighederne for biologisk ukrudtsbekæmpelse under danske driftsforhold er foretaget ved litteraturstudier (Leth, 1984). Den biologiske ukrudtsbekæmpelse består i anvendelse af fytofage (planteædende) insekter, mider og nematoder samt plantepatogene organismer. Pemberton & Hoover (1980) har opstillet en liste over ukrudtsplanternes naturlige fjender, deriblandt ovennævnte organismer. Plante taxa indkluderede 23 slægter og 71 arter og insekt taxa indkluderede 351 insektarter. Hovedparten af indsamlingen er udført i Italien, men mange af ukrudt/fytofag insekt forholdene kan overføres til øvrige europæiske lande.

Konklusionen af den danske undersøgelse var, at anvendelse af planteædende insekter som bekæmpelsesmetode ikke har realistiske muligheder under danske driftsforhold. I øjeblikket forskes der på Landbohøjskolen i muligheder for at anvende visse svampe til bekæmpelse af agertidsel og vej-pileurt (Leth, 1984).

III.4.2.2. Væksthus.

Flere vellykkede resultater med biologisk bekæmpelse foreligger fra væksthusektoren, og biologisk bekæmpelse er i dag den absolut fremherskende måde til behandling af skadedyrsproblemer i agurk- og tomatgartnerier i Danmark (tabel 23). Over 80 % af landets tomat- og agurkavlere anvender således biologisk bekæmpelse (Esbjerg, 1981; Hansen, 1980, 82).

Set på verdensplan udgør væksthusearealet ca. 80.000-90.000 ha, hvoraf de 20.000 ha potentielt kan benyttes til biologisk kontrol (Lenteren et al. 1980).

I 1979 blev omkring 2000 ha biologisk kontrolleret, hvilket ca. er 10 % af det totale potentielle areal. Der er således store muligheder for udvidelse af den biologiske kontrol i væksthuse i fremtiden.

Biologisk bekæmpelse i væksthuse er ikke en ny metode. Bekæmpelse af mellus biologisk blev tillempet i 1920'erne og 1930'erne i England, Canada og Australien i tomat- og agurkdyrking (Nielsson, 1975). Efter 2. verdenskrig gik den biologisk bekæmpelse næsten i stå p.g.a. indførsel af de kemiske bekæmpelsesmidler.

At specielt væksthuse har været en succes i biologisk bekæmpelse skyldes dels, at disse sikrer stabile klimaforhold, som giver nyttedyret gode livsvilkår, dels at nyttedyret har begrænset mulighed for at slippe ud af væksthuset.

Tabel 23. Biologisk bekæmpelse i væksthuse i Danmark 1979 (Esbjerg, 1981).

afgrøde	areal i alt	skadedyr	naturlig fjende	arealandel m. biol. bekæmp.
agurk	40 ha	Mellus	Encarsia formosa	10%
		Spindemide	Rovmide	80%
tomat	90 ha	Mellus	Encarsia formosa	85%
		Spindemide	Rovmide	2%
peber	5 ha	Mellus	Encarsia formosa	25%
		Spindemide	Rovmide	25%
Prydplanter ialt 650 ha.				
Grønsager ialt 250 ha.				

Skadedyr- naturlig fjende

På nuværende tidspunkt anvendes biologisk bekæmpelse overfor to skadedyr i danske erhvervsvæksthuse, og flere nyttedyrers muligheder i biologisk bekæmpelse afprøves i øjeblikket (tabel 24).

Tabel 24. Biologisk bekæmpelse af forskellige skadedyr.

<u>skadedyr</u>	<u>biologisk bekæmpelse ved udsættelse af naturlig fjende</u>
spindemider (Tetranychus urticae)	rovmider (Phytoseiulus persimilis)
mellus (Trialeurodes vaporariorum)	snyltehveps (Encarsia formosa)
bladlus	galmyg (Aphidoletes aphidimyza)
ferskenbladlus (Myzus persicae)	snyltehveps (Ephedrus cerasicola)
tomatminérfluen	snyltehveps (Dacnusa sibirica)
thrips	rovmiden (Amblyseius mackenziei)
stor kålflue (Hylemya floralis)	galhveps (Trybliographa rapae)
lille kålflue (Hylemya brassicae)	+ rovbille (Aleochara bilineata)

1. Spindemider (*Tetranychus urticae*) på agurk bliver bekæmpet med en rovmide (*Phytoseiulus persimilis*), som fortærer dem og deres æg (Reitzel, 1980; Esbjerg, 1981; Hansen, 1982).

Forudsætningen for brug af rovmider mod væksthusspindemider er, at planterne tåler et vist angreb, uden at der opstår et alvorligt avlingstab (Stenseth, 1973). Spindemiders angrebsstyrke kan vurderes på grundlag af bladskaderne.

2. Væksthummellus (*Trialeurodes vaporariorum*) på tomat bliver bekæmpet med en snyltehveps (*Encarsia formosa*), som lægger æg i melluslarverne (Reitzel, 1980; Esbjerg, 1981; Hansen, 1982)

I det øvrige Europa er biologisk bekæmpelse af ovenstående to skadedyr ligeledes almindelig (Lenteren, 1980; Hofsvang & Hågvar, 1978). Derudover arbejdes der i øjeblikket med følgende muligheder for biologisk bekæmpelse af andre skadedyr.

3. Bladlus i væksthuse forsøges bekæmpet med bladlusmyggen (*Aphidoletes aphidimyza*), hvis larver fortærer en lang række bladlusarter (Hansen, 1980, 82; Samsøe-Petersen, 1982). Modsat rovmiden *Phytoseiulus persimilis*, der fungerer som prædator over for spindemider i hele sit livsforløb, må man ved introduktion af den prædatoriske larve af *A. aphidimyza* (larvestadiet udgør ca. 25 pct. af livsforløbet) undgå, at dyrene er synkroniserede i livsstadium. Ellers vil man risikere at få pauser i bekæmpelsen, hvor skadedyrene kan formere sig frit.

Her i landet vil *A. aphidimyza* kunne sættes ind overfor bladlus i grønsagskulturer som peber og salat (ikke prøvet endnu), hvorimod en samordning af kemisk og biologisk bekæmpelse sandsynligvis vil give de bedste resultater i prydplanteskulturer (Hansen, 1980).

4. Ferskenbladlus (*Myzus persicae*) på peberkulturer (rød- og grøn peber til konsum) og paprika søges bekæmpet med en snyltehveps (*Ephedrus cerasicola*) (Esbjerg, 1981; Hofsvang & Hågvar, 1978). Forsøg i Norge viser, at udlægning af pupper af *E. cerasicola* er en brugbar metode til bekæmpelse af ferskenbladlus (Hofsvang & Hågvar, 1978). Pupper er lette at håndtere og kan desuden tåle lagring i køleskabet i ca. 2 mdr., uden at klækningsprocenten nedsættes alvorligt.
5. I Holland er der startet "large scale" forsøg med udsætning af snyltehvepsen *Dacnusa sibirica* mod tomatminérfluen (Ramakers, 1982).

6. Såvel i Danmark som Holland er der undersøgelser i gang angående biologisk bekæmpelse af trips med rovmiden *Amblyseius mackenziei* (Ramakers, 1982; Samsøe-Petersen, 1982)

Nygård (1983) har i et litteraturstudium summeret nogle alternative metoder til bekæmpelse af nogle udvalgte skadelige insekter op. Foruden opretholdelse af en god bestand af de naturlige fjender vil ændrede dyrkningsfaktorer som alsidigt sædskifte og dyrkning af mellemkulturer og blandingsafgrøder også kunne holde antallet af skadedyr nede på et acceptabelt niveau.

I tabel 25 er summeret de naturlige fjender til de udvalgte skadedyr. Langt de fleste af de nævnte naturlige fjender har ikke været testet for, om de kan indgå i et egentligt biologisk bekæmpelsesprogram. Efter de i begrænsninger, der er for biologisk bekæmpelse (afsnit III.4.2.4.) er det sandsynligt, at mange af de nævnte naturlige fjender vil være vanskelige at benytte til biologisk bekæmpelse.

Tabel 25. Nogle udvalgte skadedyrs naturlige fjender (Nygård, 1983).

skadedyr	naturlig fjende	
gulerodsfluen (<i>Psila rosae</i>)	snyltehvepse:	<i>Dacnusa</i> sp. <i>Apharete cepalotes</i> <i>Loxotropa triloma</i>
	rovbiller:	<i>Aleochara sparsa</i> æg-prædaterende løbebiller
ferskenbladlus (<i>Myzus persicae</i>)	mariehøns + larver guldøje + larver larver af galhvepse løbebiller snyltehvepse	
knoporme (larver af <i>ageruglen</i> <i>Agrotis segetum</i>)	svampe:	<i>Tarichium megaspermum</i> <i>Entomophthora</i> sp.
	snyltehvepse:	f.eks. <i>Trichogramma evanescens</i>
	nematoder:	<i>Neoaplectana</i>
	fugle muldvarper (kapselvira)	
lille kålflue (<i>Hylemya brassicae</i>)	mange arter af løbebiller rovbiller:	<i>Aleochara</i> sp. <i>Tachyporus</i> sp.
	snyltehvepse:	<i>Trichogramma</i> sp.
æblevikleren (<i>Laspeyresia pomonella</i>)	snyltehvepse:	<i>Trichogramma</i> sp. <i>Ascogaster quadridentatus</i>
	blomstertæger:	<i>Blepharidopterus angulatus</i> <i>Malococoris chlorizans</i>
	ørentviste: (kapselvira)	<i>Forficula auricularie</i>

III.4.2.3. Anvendelse.

En kommerciel anvendelse af biologiske bekæmpelsesmidler forudsætter, at man kan få organiseret en opformering og distribution af nyttedyr. Nyttedyrene, som bruges i danske gartnerier, leveres hovedsageligt fra England og Sverige, men også i Holland foregår der en produktion (Reitzel, 1980). Distributionen af snyltehvepse sker via indsamlede blade med parasiterede melluslarver, og rovmidler sendes i pakninger sammen med spindemider på bønneblade.

En del undersøgelser over biologisk bekæmpelse opgiver et fast mængdeforhold mellem nyttedyr og skadedyr ved hver udsætning. En sådan metode indebærer, at dyrkerne må foretage en vurdering af skadedyrsbestanden (eller skaden) for at kunne estimere, hvor mange nyttedyr, som må sættes ud. Reitzel (1980) angiver, at ved angreb af spindemider på agurker, kan disse skadedyr bekæmpes ved at introducere 2-4 rovmidler i hver af de spindemidekolonier, der har en diameter på ca. 5 cm. En sikrere og mindre arbejdskrævende metode opnås ved allerede i marts/april at introducere såvel et vist antal skadedyr som nyttedyr. Reitzel (1980) angiver ca. 1 rovmidle for hver 9 spindemider. Et godt resultat i mellusbekæmpelse vil være afhængigt af, at snyltehvepsen introduceres umiddelbart efter iagttagelse af de første melluslarver, da snyltehvepsen lægger sine æg i mellusenes 3. larvestadium.

III.4.2.4. Begrænsninger for biologisk bekæmpelse. - konklusion/diskussion.

1. Sikring af en stabil population af de udsatte nyttedyr på lokaliteten.

Dette vil være meget vanskeligt at opnå på friland, da der ofte vil være en risiko for, at de udsatte nyttedyr vil forsvinde fra arealet. Biologisk bekæmpelse er derimod bedre egnet i væksthuse, hvor de udsatte nyttedyr ikke kan slippe ud.

2. Klimaet

Da klimaet i Danmark er ustabil, og klimaet for mange skadeinsekter udgør den kraftigste udslagsgivende faktor for bestandssvingninger, kan vejrforholdene nogle år bevirke så voldsomme bestandudsving, at selv ikke effektive og veletablerede snylttere og rovdyr kan holde bestanden nede (Esbjerg, 1981).

Netop p.g.a. klimaet er der på friland begrænsede muligheder for biologisk bekæmpelse ved introduktion af nye snylttere eller rovdyr. I væksthuse, hvor man kan sikre et mere stabilt klima, vil temperatur og luftfugtighed spille en stor rolle for effektiviteten af den biologiske bekæmpelse.

Både spindemider og rovmidler vil være stærkt afhængige af temperaturen for deres udviklingshastighed. Jönsson & Andersson (1978) har fundet, at ved en temperatur omkring 25°C er der den bedste balance mellem de to dyr. Ved 20°C er rovdryene bedre i konkurrencen, ved højere temperatur end 25°C er spindemiderne bedre (Nielsson, 1975; Jönsson & Andersson, 1978).

3. Holdbarhed og beredskabsmulighed

I forhold til kemiske midler vil det for de fleste biologiske bekæmpelsesmidler være vanskeligt at have tilsvarende beredskabsmuligheder. Nogle mikrobiologiske bekæmpelsesmidler (bakterier, vira, svampe) (se afsnit III.4.3.) kan dog nedfryses, hvilket giver stor fleksibilitet. Samme muligheder er der ikke for rovdyr og parasitter. Problemet er specielt stort ved bekæmpelse af de skadedyr, som kun optræder sporadisk. Her vil man være nødt til at masseproducere nyttedyr hvert år, selv om behovet måske kun er til stede enkelte år. Mellus og spindemider i henholdsvis tomat- og agurkkulturer er nærmest permanente skadedyr (Esbjerg, 1981), hvilket nok har medvirket til succesen med den biologiske bekæmpelse.

4. Udviklingstid, fremstillingspris og markedsstørrelse.

Udviklingstiden for biologiske bekæmpelsesmidler er ofte langvarig. Dertil kommer, at fremstillingspriserne vil afhænge af, om midlet kan industrialiseres. Dette er vanskeligt for mange snyltere og rovdyr, men lettere for visse bakterier og vira.

5. Værtsplantespecifitet.

Mange biologiske bekæmpelsesprogrammer for et givet skadedyr med et givet nyttedyr er begrænset til én eller nogle få afgrøder. Eksempelvis kan mellus nemt bekæmpes med snyltehvepsen *Encarsia* på tomat, men meget dårligt på agurk (Lenteren et al, 1977). Dette kan måske skyldes, at agurk giver bedre opformeringsmuligheder for mellus i forhold til tomat, eller at de stivere hår på agurkebladene vil hindre snyltehvepsens effektivitet.

Afgrøder som *Nicotiana tabacum*, *N. virginica*, *Pelargonium zohale*, *Abutilon* spp. og *Datura* spp. er fundet at have en repellerende virkning på parasiteringsgraden af snyltehvepsen (Nielsson, 1975).

6. Pesticidvirkning på nyttedyr (se også afsnit II.4.1.1.).

Der kan opstå problemer i det øjeblik der i væksthus (eller friland) med biologisk bekæmpelse forekommer skadedyr eller plantesygdomme, som kræver kemisk bekæmpelse (Et integreret bekæmpelsesprogram). Man kan risikere, at brug af visse pesticider vil kunne udrydde nyttedyrene samtidigt. Scheller

(1983b) og Rosengård (1984) har fundet et drastisk fald i fangsten af løbebiller i vårbygmarker, hvor der lige var sprøjtet med parathion mod bladlus. Således blev der før sprøjtningen optalt 596 løbebiller, men under 10 i op til 14 dage efter sprøjtningen. På lang sigt må sprøjtningen med uspecifikke midler antages at føre til en generel formindskelse af prædatorfaunaen, med øget behov for sprøjtning mod bladlus og andre skadedyr til følge.

I væksthushus kan der også opstå problemer, da specielt rovmidten *Phytoseiulus persimilis* er følsom over for flere forskellige præparater (Nielsson, 1975; Samsøe-Petersen, 1982). I et litteraturstudium har Nielsson (1975) fundet, at rovmider er følsom (i dødelig grad) overfor dichlorvos, dicofol, fenitrothion, malathion, meviphos og sulfotep. Samsøe-Petersen (1982) har ved udvikling af en laboratorietest fundet, at foruden nogle af de ovenfor nævnte midler er permethrin, chinomethionat og pyrazofos skadelige for rovmider i let til dødelig grad (tabel 26).

Snyltehvepsen *Encarsia formosa* er følsom i dødelig grad overfor midlerne bioresmethrin, diazinon, dichlorvos, fenitrothion, malathion, meviphos, phoxim og sulfotep (Nielsson, 1975). Pupper og larver er ofte mere modstandsdygtige end voksne individer.

Tabel 26. Forskellige pesticiders virkning på rovmider (Samsøe-Petersen, 1982).

Handelsnavn	Activ bestanddel	Koncentration pct.	Nedgang i æglægning, pct.	Vurdering*
ambush	permethrin	0,02	100	4
malathion NA	malathion	0,15	100	4
tedion V-18	tetradifon	0,10	ingen	1
kelthane 35 W	dicofol	0,125	65	2
torque	fenbutatinoxid	0,05	40	1
morestan	chinomethionat	0,05	84	3
afugan	pyrazofos	0,04	72	2
saprol	triforin	0,10	ingen	1
ronilan	vinclozolin	0,05	23	1

* Vurdering: 1 = uskadeligt, nedgang i æglægning mindre end 50 pct.

2 = let skadeligt, nedgang i æglægning 50-79 pct.

3 = ret skadeligt, nedgang i æglægning 80-99 pct.

4 = skadeligt, nedgang i æglægning over 99 pct.

I integrerede bekæmpelsesprogrammer, hvor der benyttes såvel pesticider som biologiske bekæmpelsesmidler, har Lenteren et al (1980) foreslået følgende kombinationer af de to behandlingsformer:

- A. Sprøjtning med pesticider på tidspunkter, hvor de naturlige fjender ikke skades væsentligt.
(Adskillelse af behandling i tid - "selektiv timing")
- B. "Plet"- behandling, så kun de mest alvorlige angreb sprøjtes.
(Adskillelse af behandling i rum - "selektiv spacing")
- C. Samtidig behandling med selektive pesticider
(Adskillelse af behandling i virkning- "selektiv action")

III.4.3. Mikrobiologisk bekæmpelse.

Udnyttelse af sygdomsfremkaldende mikroorganismer i skadedyrsbekæmpelsen (insektpatogener) har vundet stigende indpas. Her tænkes på vira, bakterier, svampe og protozoer. Insektpatogenerne kan fremstilles enten i vivo (opformering i værtsdyr) eller in vitro (opformering udenfor værtsdyr, enten i celler og vævskultur eller på kunstigt næringsmedium). De fleste bakterier og svampe er fakultative parasitter og kan derved vokse på kunstige medier, hvorimod insektvira er obligate parasitter, hvorfor de ikke kan opformeres på kunstige næringsmedier.

I Danmark er der kun udført meget begrænsede forsøg med bakterier og svampe, hvorimod flere forsøg har været udført med vira.

III.4.3.1. Svampe.

Forsøg med bekæmpelse af gulerodsfluen med svampen tilhørende slægten *Entomophthora* (insekt skimmelsvamp) er opstartet i Danmark (Eilenberg, 1983). Bekæmpelse med svampen er også forsøgt i udlandet, bl.a. overfor bladlus (Wilding, 1982). Bekæmpelsen virker enten ved at indsætte svampen som en naturlig reguleringsfaktor eller ved at anvende svampen som et mikrobiologisk pesticid, der skal udbringes, hver gang populationen af skadedyr passerer skadetærsklen. Resultaterne af bekæmpelsesforsøgene i udlandet har været stærkt vekslende, oftest dog med ringere resultat end den kemisk bekæmpelse. Flere svampearter er taget i anvendelse i udlandet, men disse er anvendt på afgrøder, som ikke dyrkes i Danmark, hvorfor resultater herfra ikke kan overføres til danske forhold. En svamp (*Verticillium lecanii*) kan dog også benyttes herhjemme, da den kan anvendes til bekæmpelse af mellus og bladlus i væksthuse. Forsøg med denne svamp er udført i Sverige (Ekbohm, 1979a, b) mod mellus i væksthuse. Svampen har den fordel at være uskadelig overfor såvel tomater som agurker og uden besvær være i

stand til at inficere mellusen. Der er imidlertid den ulempe ved metoden, at snyltehvepsen *Encarsia formosa*, en naturlig fjende, som benyttes til biologisk bekæmpelse af mellus, let bliver inficeret med svampen. Den biologiske og den mikrobiologiske bekæmpelse kan dog evt. kombineres ved at benytte svampen i forårs/efterårs måneder, hvor temperaturen er ugunstig for snyltehvepsen.

III.4.3.2. Vira

I Danmark er der til nu udført forsøg med bekæmpelse af 3 skadedyrsarter med vira:

1. Nonnen (*Lymantria monacha*)
(Zethner, 1976)
2. Kåluglen (*Mamestra brassicae*)
(Øgaard, 1981, 1983)
3. Knoporme (ageruglen) (*Agrotis segetum*)
(Zethner & Jørgensen, 1976; Zethner, 1980; Zethner & Øgaard, 1982; Esbjerg et al 1983)

Langt de fleste undersøgelser har været koncentreret om bekæmpelsen af knoporme med et kapselvirus. Foruden markforsøg med små parceller er der for dette virus foretaget undersøgelser over den naturlige udbredelse og holdbarhed, samt muligheder for massefremstilling (Zethner & Øgaard, 1982; Bolet, 1983; Esbjerg et al 1983). Det er fundet, at i naturen forsvinder op til 99% af viruskapslerne i jorden om året, primært ved udvaskning (Esbjerg et al 1983).

Virkningen af kapselvirus mod knoporme er baseret på 4 års forsøgsresultater med rødbeder, gulerødder og kartofler (Zethner, 1980) (tabel 27).

Tabel 27. Nedsættelse af knopormeskader efter kapselvirusbehandling. Lammefjord (Zethner, 1980).

forsøg	år	afgrøde	skade, % af ubehandlet	bemærkninger
1	1975	rødbeder	21	under net
3	1975	rødbeder	33	åben
4	1975	rødbeder	21	under net
5	1975	rødbeder	31	åben
6	1976	gulerødder	19	under net
7	1975	rødbeder	26	åben
8	1978	kartofler	14	under net
10	1978	kartofler	49	under net

I de fleste undersøgelser har kapselvirus nedsat knopormeskaderne med mellem 65 og 85 pct. i forhold til ubehandlede forsøgsparceller. Virkningen var mindst i "naturlige" populationer (ikke under net). Bolet (1984a, b) fandt i forsøg med knopormebekæmpelse i bederoer på friland, at en virusdosering på $10^8 - 5 \times 10^8$ capsules/ml (tilført som 500 l/ha) bevirkede en skadereduktion på 80 %. Ved anvendelse af syntetiske pyretroider kan man imidlertid opnå en skadereduktion på omkring 95 pct. En forøgelse i effektiviteten af virus vil sandsynligvis kræve en tilvækst i virusdosis på 5-10 gange den højeste benyttede virusdosis (Bolet, 1984a) (5×10^8 capsules/ml - 518 larvækvivalenter per ha). Dette vil nok være urealistisk under kommercielle forhold.

Da virus' halveringstid kun er 8,4 timer i solskin (Bolet, 1984b) vil forbedret sprøjteteknik eller selektion for en mere virulent stamme muligvis kunne øge effektiviteten.

III.4.3.3. Konklusion/diskussion.

Flere punkter skal tages i betragtning, for at man kan anvende mikrobiologisk bekæmpelse (Øgaard, 1983; Øgaard et al 1984).

o Effektivitet

Den anvendte mikroorganisme må have høj effekt (patogenitet) overfor værtsdyrene, men må ikke være skadelige for andre organismer.

o Massefremstilling

Metoder til massefremstilling af insektvirus mod knoporme er under udarbejdelse i Danmark (Esbjerg et al, 1983).

I udlandet massefremstilles flere mikrobiologiske midler, der næsten alle er relativt specifikke. Af disse midler vil svampen *Verticillium lecanii* (handelsnavn: Mycotal og Vertales) og bakterien *Bacillus thuringiensis* (handelsnavn: Muscabac) måske kunne anvendes i Danmark.

o Udbringningsmåde

De fleste mikroorganismer skal benyttes på samme måde som de kemiske bekæmpelsesmidler, d.v.s. udbringes hver gang, der er optræk til angreb. De mikrobiologiske midler kan udbringes sammen med tilsætningsstoffer eller klæbemidler. Udbringningen kan ske med traditionelt sprøjteudstyr, hvilket er en fordel.

o Virkningstid og virkespektrum

De fleste insektpatogener er mere specifikke end de kemiske midler. Blandt de mest specifikke findes kapselvirusarter (Øgaard et al, 1984). Et bredt virkespektrum (lav specifitet) må prioriteres ud fra et bekæmpelsesmæssigt synspunkt (færre behandlinger), mens et snævert virkespektrum (høj specifitet) må prioriteres ud fra et miljømæssigt (færre gavnlige insekter påvirkes).

o Behandlingstidspunkt og holdbarhed

Modsat traditionelle insekticider vil behandlingseffekten af vira først fremkomme 10-14 dage efter udsprøjtning (Øgaard, 1983). Praktiske erfaringer viser, at holdbarheden af patogener på planter almindeligvis er 1-2 uger (Øgaard et al 1984). På soleksponerede blade kan patogenet inaktiveres på få dage (Bølet, 1984b). Sammenholdt med holdbarheden i naturen har patogenerne en meget stor lagerholdbarhed (nedkølet i dybfryser mange år), hvilket i forhold til biologiske midler (prædatorer og parasitter) er en fordel.

o Sikkerhed

Eventuelle problemer vedrørende miljøet ved udsprøjtning af insektpatogener er ikke undersøgt endnu. I Danmark omfatter bekæmpelsesmiddeloven (endnu) ikke mikrobiologiske midler.

o Muligheder for integreret bekæmpelse

Om traditionel insekticidbehandling skader insektpatogener er endnu ikke undersøgt i Danmark, men der er igangsat undersøgelser (Esbjerg et al 1983).

o Hvilke insekter kan bekæmpes

Den største begrænsning for større udnyttelse af mikrobiologisk bekæmpelse i Danmark er, at kun et mindre antal skadedyr kan tænkes bekæmpet med insektvirus indenfor de næste 10-20 år (tabel 28). De fleste af disse insekter er imidlertid af begrænset betydning eller optræder relativt sjældent.

Tabel 28. Skadedyr der nu eller i nærmeste fremtid kan tænkes bekæmpet med insektvirus (Øgaard, 1983).

Skadedyr	Virustype	
<u>Skovbrug</u>		
rød fyrrehveps	Neodiprion sertifer	NPV
penselspinder	Orygia antiqua	NPV
nonne	Lymantria monacha	NPV
frostmåler	Operophtera brumata	NPV
<u>Frugtavl</u>		
æblevikler	Cydia pomonella	GV
ringspinder	Malacosoma neustria	NPV
<u>Landbrug</u>		
kålugle	Mamestra brassicae	NPV
agerugle	Agrotis segetum	GV
udråbstegnugle	Agrotis exclamationis	GV
stor kålsommerfugl	Pieris brassicae	GV
lille kålsommerfugl	Pieris rapae	GV
stankelben	Tipula spp.	TIV
stueflue	Musca domestica	NOV
<u>Væksthus/gartneri</u>		
armyworms	Spodoptera spp.	NPV
tobak/bomuldsugler	Heliothis spp.	NPV

III.5.Forebyggende foranstaltninger.

III.5.1. Resistente sorter.

De betydelige fordele, der ligger i at anvende resistente sorter, har medvirket til den store udbredelse, de har fået i plantedyrkingen. I byg har de mest almindelige sorter alle mindst ét resistensgrundlag for meldugsvampe. Sorten "Mandolin" har således 3 resistensgrundlag, La (Laevigatum), LG (Long Glumes) og W (Weihenstephan) (Ullerup, 1982, 84). Der optræder mindst 9 forskellige resistensgrundlag i de bygsorter, som i øjeblikket er på sortsliste. De 3 hyppigst anvendte bygsorter "Triumph", "Ida" og "Harry" har hver 2 resistensgrundlag for meldug. Nogle af de benyttede sorter er også resistente mod havrenematoderace I eller II, evt. begge.

I øvrige landbrugsafgrøder er der tilsvarende udført sortsforsøg. Undersøgelse i kartofler har vist, at ringrust i kan undgås ved anvendelse af resistente sorter (Engsbros, 1973)

Tilsvarende er der udført mange sortsforsøg i frugter og bær, deriblandt jordbær (Thuesen, 1981) og solbær (Groven, 1961, 1971). Jordbærsorten "Dania" er så-

ledes fundet at have en større modstanddygtighed overfor gråskimmel end sorten "Sengana". Sortsforsøg i solbær 1964-1969 har vist, at der er temmelig store forskelle i sorters modstandsdygtighed overfor meldug. "Risager" er eksempelvis meget modstandsdygtig.

Ved anvendelse af sorter til forebyggelse af svampesygdomme er det vigtigt, at sortsanvendelsen spredes, ved at der anvendes sorter med forskellig resistensgrundlag. Jo mere resistensgrundlaget spredes, des bedre virker resistensen.

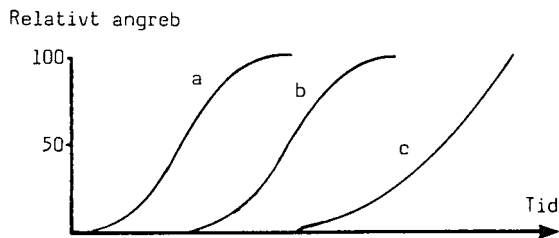
Det hidtidige forædlingsarbejde har især været koncentreret om frembringelse af udbytterige sorter og udvikling af resistens mod plantesygdomme, hvorimod der kun er forsket begrænset i udvikling af planter med skadedyrsresistens. Der findes dog eks. nematoderesistente byg-, havre- og kartoffelsorter.

De fleste nematoderesistente kornarter findes blandt vårbygsorterne. Udvikling af nematoderesistente sorter har været meget vellykket i forhold til udvikling af planteresistens overfor andre skadedyr.

Fremstillingen af sorter af kulturplanter er hidtil kendetegnet ved en stræben mod en øget homogenitet, så langt dette er muligt. Homogenitet kan være ønskelig af flere grunde. Ud fra et dyrkningsmæssigt synspunkt kan man opnå en bestand, som nøje er tilpasset dyrkningsteknik og derfor er velegnet for maskinel behandling. Heterogene sorter kan dog ud fra et biologisk synspunkt være bedre, da en epidemi af skadegørere bliver mindre dominerende i et heterogent plantemateriale. Dyrkning af den samme vårbygsort år efter år kan således betyde, at sorten efterhånden kan tabe sin resistens over for meldug, fordi der med tiden kan opformeres aggressive meldugracer, der kan angribe den pågældende sort.

Ved at anvende en blanding af bygsorter, der har forskellig meldugresistens, kan man som regel undgå en sådan ensidig opformering.

Anvendelse af sortsblandinger af byg er på trods af fordelene med hensyn til angreb af svampesygdomme ikke særlig udbredt i Danmark. I 1982 var salget 14.187 t sortsblandinger af byg certificeret til udsæd (Olsen, 1982). Dette svarer til et tilsået areal på ca. 78.800 ha eller 5 % af vårbygarealet. Forskelle i angrebsgrad mellem en resistent sort og en sortsblanding er vist i fig. 21 (Plank, 1968, Welling et al 1983). I en bygmark vil et meldugangreb normalt udvikles epidemisk (kurve b), Hvis den dyrkede sort er resistent mod meldug vil angrebskurven forskyldes mod højre (kurve b), og i en blanding af sorter med forskellig resistensgrundlag vil angrebskurven følge kurve c.



Figur 21. Relativt meldugangreb som funktion af tiden (Plank, 1968).

a= modtagelig sort

b= resistent sort

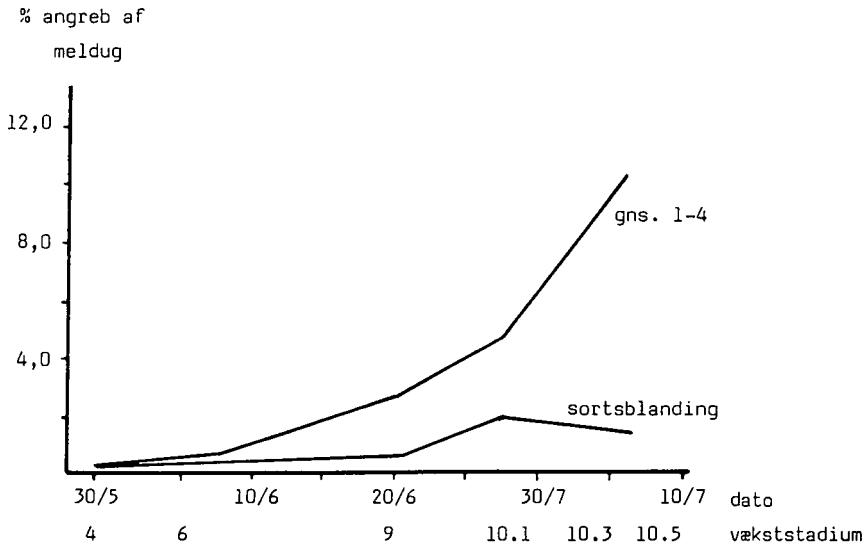
c= blanding af sorter med forskelligt resistensgrundlag

Årsagen til det nedsatte angreb i sortsblandinger er, at en del meldugsporer vil gå tabt, fordi de lander på en sort, som de ikke er i stand til at inficere (Wolfer, 1978).

Danske undersøgelser har vist, at i en blanding af bygsorter med forskellig meldugresistens kan meldugangreb reduceres med halvdelen til tre fjerdedele, og udbyttet bliver forøget med 1 1/2 til 3 hkg kerne/ha i forhold til gennemsnittet af enkeltsorterne (fig. 22) (Welling et al., 1983, 84). Dette resultat er i overensstemmelse med, hvad Landsforsøgene viser (Ullerup, 1982, 84).

Det vil sige, at man ved valg af de rigtige sorter i blandingen kan dæmpe behovet for sprøjtning mod meldug. De opnåede resultater for anvendelse af sortsblandinger af havre har ligeledes været positive både i 1982 og 1983 (Ullerup, 1984), hvor der i 1983 blev høstet 1,1 hkg kerne/ha mere af blandingen end i gennemsnittet af de benyttede 5 sorter. Der var derimod i 1983 ingen sikre forskelle hverken i dyrkningsegenskaber eller udbytte mellem gennemsnit af enkeltsorter og en blanding af vinterhvedesorter.

Meldugbekæmpelse med tilt i bygsorter bevirker et større merudbytte i gns. af de enkelte sorter end i blandingen. Meldugbekæmpelse i sortsblandinger bør derfor kun foretages efter et skønnet behov.



Figur 22. Meldugangreb i en sortsblanding af byg og i gennemsnittet af de 4 sorter. Roskilde 1983 (Welling et al., 1984).

sorter: Jenny (Ru)	Ru = Rupee
Gunhild (Al+W)	Al = Algerian
	W = Weihenstephan
Vega (La)	La = Laevigatum
Harry (MC+W)	MC = Monte Christo

III.5.2. Kulturfaktorer.

Til kulturfaktorer regnes alle de områder, hvor mennesket har rimelig mulighed for at påvirke planternes vækst (Jensen, 1975).

Mange af de benyttede kulturforanstaltninger vil kunne have indvirkning på angrebsgraden af insekter og svampesygdomme og mængden af ukrudt.

III.5.2.1. Sædskefte.

Skadedyr.

Mulighederne for at afbryde eller ødelægge et skadedyrs livscyclus ved hjælp af et sædskefte er først og fremmest afhængig af skadedyrets spredningsevne, f.eks. er sadelgalmyg's angreb stærkt afhængig af forfrugten, og spredning fra mark til mark foregår kun i begrænset omfang. For insekter med ringe spredningsevne er arealernes størrelse og indbyrdes afstand i sædskeftet af særlig betydning.

Faren for angreb af galmyg i korn, snudebiller i rødkløver og skulpegalmyg i korsblomstrede frøafgrøder vil aftage, når afgrøderne dyrkes i stor afstand fra arealet, hvor samme art blev dyrket året før (tabel 29). Omvendt vil ensidig dyrkning af sukkerroer ikke give udbrud af runkelroebillen. Tværtimod vil gennemførsel af sædskefte føre til udbrud, fordi det naturlige vært-parasitforhold bliver slået i stykker.

Svampesygdomme.

Knækkefodsyge, der forårsages af svampepatogener uden hvilestrukturer, er i vårhvede, byg og havre ikke sædskeftebetinget, hvorimod angreb i vinterhvede, vinterrug og vinterbyg kan være sædskefteafhængig (Stetter, 1973).

Derimod er goldfodsyge sædskefteafhængig og kan begrænses stærkt efter 1 kornfrit år og helt efter 2. Ved ensidig korndyrkning opformeres fodsygepatogenet dog ikke ubegrænset, der vil opstå en vis balance efter nogle år. Jensen (1975) fandt, at der ved ensidig bygdyrkning synes at kunne opbygges mere antagonisme (modstandsevne) mod goldfodsyge i jorden end ved dyrkning af vinterhvede og vinterrug.

Ved sygdomme som visnesyge, rodbrand, bladskimmel, kålbrok og kartoffelbrok, der overføres ved svampe, som overvintrer ved hvilesporer, vil det ofte være svampens livscyclus i forhold til egnede værtsplanter, der afgør om et sædskefte kan udsulte eller begrænse svampen. Den mest specialiserede (mest værtsplanteafhængige) svamp er kålbroksvampen, der lettest vil kunne udsultes ved et sædskefte. Derimod vil rodbrand kun i begrænset omfang kunne begrænses ved sædskefte p.g.a. svampens alsidighed m.h.t. værtsspektrum og overlevelsessevne.

Ukrudt.

Rasmussen (1983) og Sloth & Feddersen (1983) har studeret ukrudtsfloraen i økologiske jordbrug, som var karakteriseret ved alsidige sædskifter, brug af organiske gødninger og mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Artsmæssigt var ukrudtsfloraen mere forskelligartet i de økologiske afgrøder end afgrøder dyrket konventionelt. Især i herbicidsprøjtede afgrøder var floraen stærkt ensrettet.

Tabel 29. Oversigt over arter, som kan have skadevirkning ved ensidig dyrkning, "fri dyrkning" eller sædskifte.

art:	angriber/værtsplanter	sædskifteforanstaltning:
<u>galmyg:</u>		
hessiske flue	korn, græsser	Ved større angreb er sædskifte tilrådeligt. Tidlig såning.
hvedegalmyg (orange-gule + almindelige)	hvede, byg	Ved kraftige angreb undgå hvede og byg i en årrække. Undgå kvik. Dybpløjning.
krusesyge-galmyg	korsblomstrede	Dårlig flyver. God afstand mellem korsblomstrede fra år til år. Undgå korsblomstret ukrudt.
sadelgalmyg	hvede, byg, (rug, havre) græsser, kvik	Dårlig flyver. Ved kraftige angreb anbefales sædskifte med stor afstand mellem kornafgrøder fra år til år. Undgå kvik.
skulpegalmyg	korsblomstrede - gul sennep	Sædskifte kan formindske skadevirkningen. Dybpløjning.
ærtegalmyg	ærter	Stor afstand til forrige års mark.
<u>fluer:</u>		
brakfluen	korn (vintersød) - havre	Flyver ikke langt. Undgå brak. Vinterhvede kan f.eks. dyrkes hvert andet år.
kålfluen	korsblomstrede	Måske risiko for opformering ved kontinuerlig kåldyrkning (blomkål).
løgfluen	løg	Overvintrer i jorden, mulighed for opformering.

tabel 29 fortsat

<u>biller:</u>		
lucernerod- gnaveren	lucerne, kløver, jordbær, o.a.	Lille spredningsradius. God afstand mellem nye og gamle kløver og lucerne marker.
roegnaveren	bederoer (kålroer) o.a.	Sædskefte kan øge angrebet. God sædskefteplan kan give nogen kontrol.
runkelroe- billen	bederoer o.a.	Sædskefte kan øge angrebet. God sædskefteplan kan give nogen kontrol.
rød- og hvid- kløversnude billen	rød- og hvid- kløver og andre kløverarter	Bevæger sig langsomt og ikke langt. God afstand mellem frømarker fra år til år og mellem frømarker og udlægs- marker kan nedsætte angrebs- risikoen en del.
smældere	de fleste kultur- planter	Risiko for angreb i afgrøder 1-2 år efter ompløjning af græs, især hvis græsmarken har været flerårig. Æglæg- ningen foregår i græsbevok- set jord, evt. kvik.
stribede blad- randbille	bælgplanter (ærter og bønner)	Ved kraftige angreb kan sædskefte være effektivt.
<u>sommerfugle:</u> frøgræsuglen og hvidaks- uglen	frøgræsmarker	Som regel kun af betydning i frøgræsmarker over 1 år gamle. Ikke korn efter græs- marker med kraftigt angreb.
ærtevikleren	ærter	Stor afstand mellem ærteare- alerne fra år til år vil re- ducere skaderne og i store marker er angrebene stort set begrænset til randene.
<u>hvepse:</u> halmhvepsen	hvede, rug, byg	Ved store angreb kan sæd- skefte holde bestanden i ave. Som regel løses pro- blemet ved halmafbrending.
<u>nematoder:</u> havrenematode	havre, vårbyg vårhvede	Jordboende stationære skadedyr, som giver anledning til problemer i et ensidigt sædskefte med værts- planter for de pågældende arter.
kartoffelnematode	kartofler (tomat)	Sædskefter, hvor der er 4-6 år mel- lem de pågældende værtsplanter vil forhindres angreb.
roenematode	bederoer, raps, kål	

Sloth & Feddersen (1983) har opstillet 3 forholdsregler, som benyttet i sædskifte, vil mindske ukrudtsproblemerne:

1. et varieret sædskifte, hvor der veksles mellem korn, rækkeafgrøder og flerårige foderafgrøder til slæt.
2. undgå flere år med vår- eller vintersæd.
3. ved de skiftede afgrøder at få mulighed for mekanisk bekæmpelse på forskellige tidspunkter.

III.5.2.2. Gødskning

Gødskning med alle de nødvendige næringsstoffer i passende mængder samt kalkning kan forhindre eller hæmme angreb af mange svampesygdomme, især rodbrand- og bladpletsvampe (Jensen, 1975). 5 års forsøg med stigende mængder kalksalpeter (0-233 kg N/ha) til havrenematodeinficeret jord har vist, at den stigende kvælstoftilførsel hæmmede nematodens opformering. Ved 233 kg N/ha var opformeringen reduceret til 1/3 af opformeringen ved 47 kg N/ha (Juhl, 1981).

Derimod vil meldug og rust, som er tvangssnyltere, ofte trives godt, når planterne er velnærede (Mygind, 1970, Jensen, 1975). Kraftig kvælstofgødskning af vårhvede er vist at medføre et fald i goldfodsygeangrebet, men en stigning i knækkefodsygeangrebet.

Flere af de mest almindelige ukrudtsarter er indifferente overfor de fleste gødskningsfaktorer. Dette gælder alm. fuglegræs, alm. hønsetarm, markforglemmigøj, agerstedmoder, hvidmelet gåsefod, markærenpris og alm. kvik (Sloth & Feddersen, 1983). Ændring i gødskningspraksis vil derfor næppe kunne influere på frekvensen af disse ukrudtsarter. Derimod vil gødskning/kalkning/dræning kunne influere på arter, som rødknæ, alm. spergel, alm. stedmoder og hejrenæb (Sloth & Feddersen, 1983).

III.5.2.3. Vanding

Vanding som direkte middel mod svampesygdomme er kun begrænset udforsket. Overfor bl.a. angreb af kartoffelskurv har vanding en udmærket virkning (Jensen, 1975). Forebyggelse af angreb af kartoffelskimmel kan ske bl.a. ved overholdelse af stor rækkeafstand, tilstrækkelig hypning og vanding (Henriksen, 1980a, b). Vanding kan i helt specielle tilfælde fremme skimmelangreb.

Esbjerg et al (1983) har vist, at vanding kan være et middel til begrænsning af knopormeangreb, specielt på tidspunkter, hvor der er/forventes små larver. Det er selve jordfugtigheden, der har betydning, ikke den højere luftfugtighed eller dråbepåvirkningen. Analyse af variationerne i knopormeangrebene over en 71-årig periode har til underbyggelse af ovenstående vist, at et væsentligt

nedbørsoverskud i maj-juni-juli giver en meget høj sikring mod knopormeangreb (Stapel, 1977, Zethner & Jørgensen, 1976). Vanding vil næppe være en realiserbar løsning i mange gulerodsmarker, hvorimod situationen er en anden i kartoffelmarker.

Faktorer som jordbehandling (Stetter, 1971; Jensen, 1975) kan ligeledes have betydning.

III.5.2.4. Ændret dyrkningsteknik.

Kemisk behandling kan i nogle tilfælde undgås i frugt/bær og grønsagsafgrøder, hvis afgrøderne kan afdækkes. Jordbær- og hindbærplanter kan afdækkes med plast-folie, og hvor dyrkningsmediet er fri for nematoder vil kemisk behandling kunne undgås (Bøvre, 1977, 78). Ubeskadiget agryl (polypropylen produkt) kan være et ret effektivt værn imod flyvende skadedyr. Det holder større skadedyr ude som f.eks. kålfluen og bladribbesnudebillen, samt mindre insekter som bladlus, thrips og glimmerbøsser (Thorhauge, 1981, 83). Fjernelse af agryl 10-14 dage før høst bevirker, at skadedyrsangrebene i kinakål ikke når at få betydning for den høstede kvalitet (Thorhauge, 1983). Bibeholdelse af netdækning til indtil 14 dage før høst giver således samme høstudbytte og kvalitet som behandling med Basudin 25. Såfremt kinakålen vokser godt og ensartet under agrylen, er ukrudtsbekæmpelse unødvendigt. Derimod var svampeangreb (meldug og skulpesvamp) mest udbredt under de agryldækkede planter. Dette påvirkede dog ikke plantekvaliteten.

Ekstrakter fra visse planter kan benyttes mod skadedyrsangreb (Rasmussen, 1970; Nygård, 1983) Pyrethrum, som er et ekstrakt fra *Chrysanthemum linerariæ* folium, kan benyttes mod mange skadedyr, idet ekstraktet har en lammende virkning. Der er visse begrænsninger for ekstraktets virkning. Sprøjtning skal helst ske om natten, da stoffet er lysfølsomt. Skadedyrene skal rammes direkte, og temperaturen skal være 10-20°C højere end luftens og dermed de vekselvarmes insekters temperatur. Rotenon og kvassia, der udvindes af visse tropiske planter, kan ligeledes benyttes som insekticid. Rotenon er et middel mod insektlarver, og kvassia kan benyttes i stedet for pyrethrum og rotenon, men er ikke så totalt virkende. Derimod er stoffet mere langtidsvirkende.

LITTERATURLISTE

- Adele, S., Baku, T. & Ceausescu, S. (1973): Effects of some new fungicides on the amino acid, protein and sugar levels in wheat seedlings. An. Univ. Bucur. Biol. veg. 22, 189-196.
- Andersen, K.S. (1979): Rapport over pesticidrester i danske levnedsmidler, 1976-78. Statens Levnedsmiddelinstitut, 80 pp.
- Andersen, K.S. (1982): Pesticidrester i danske levnedsmidler 1978-80. Statens Levnedsmiddelinstitut, 75 pp.
- Anderson, J.R. (1978): Pesticide effects on non-target soil microorganisms. In: Pesticide microbiology. Ed. Hill, I.R. and Wright, S.J.L. kap. 7, 313-533.
- Andersson, A. & Josefsson, E. (1982): Pesticide residues in conventionally grown and unsprayed lettuce. Vår Föda suppl. 3, 217-223.
- Audus, L.J. (1970): The action of herbicides and pesticides on the microflora. Medd.Fac. Landbouww. Gent. 35, 465-492.
- Bagger, O. (1973): Kommer der bladlus og virusgulsot i bederoemarkerne i år? Landbonyt 27, 359-365.
- Bagger, O. (1977): Bladlus på kornafgrøder. Ugeskr.,Agron., Hort., Forst.og Lic. 122 (4), 51-55.
- Beck, J. (1974): The degradation of quintozone, pentachlorobenzene, hexachlorobenzene and pentachloroaniline in soil. Pestic. Sci. 5, 41-48.
- Bhagat, P., Saimbhi, M.S., Sharma, B.N. & Yash, P. (1976): Effect of some herbicides on the chemical composition of carrot roots (*Daucus carota* L.) Journal of Research 13 (2), 202-205.
- Bolet, B. (1983): Produktion af insektvirus til biologisk bekæmpelse. Udvikling af metode til produktion af ageruglens kapselvirus (AsGV). Tidsskr. Planteavl 87, 417-424.
- Bolet, B. (1984a): A field trial using granulosis virus to control of the Turnip moth *Agrotis segetum* (Lep: Noctuidae) in beetroots, ikke publiceret.
- Bolet, B. (1984b): Field persistence of *Agrotis segetum* (Lep: Noctuidae) granulosis virus on beetroot leaves, ikke publiceret.
- Bromand, B. (1980): Bekæmpelse af den lille kålflue ved hjælp af en naturligt forekommende rovbilleart. Ugeskr. Jordbrug 125 (4), 127-129.
- Bro-Rasmussen, F., Nøddegaard, E. & Voldum-Clausen, K. (1968): Degradation of diazinon in soil. J. Sci. Fd. Agric. 19, 278-281.

- Bro-Rasmussen, F., Nøddegaard, E. & Voldum-Clausen, K. (1970a): Comparison of the disappearance of eight organophosphorus insecticides from soil in laboratory and in outdoor experiments. *Pestic. Sci* 1, 179-182.
- Bro-Rasmussen, F., Orbæk, K., Voldum-Clausen, K. & Nøddegaard, E. (1970b): Undersøgelser for restindhold af 5 phosphorholdige insekticider i gulerødder, kålroer, løg og kål. *Tidsskr. Planteavl* 73, 382-392.
- Bro-Rasmussen, F., Voldum-Clausen, K., Jørgensen, J. & Thygesen, I. (1967): Restindhold af aldrin og dieldrin i danske afgrøder, specielt rodfrugter, efter behandling med insektmidlet aldrin. *Tidsskr. Planteavl* 70, 232-243.
- Byther, R.S. & Briston, P.R. (1980): No flavor changes detectible in triforinetreated highbush blueberries. *Hort. Sci.* 15 (2), 152.
- Bøvre, O. (1977): Produktion af tidlige jordbærplanter på formeringssted. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1355.
- Bøvre, O. (1978): Produktion af hindbærplanter. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1417.
- Cecil, H.C., Bitman J., Fries, G.F., Harris, S.J. & Lillie, R.J. (1973): Changes in egg shell quality and pesticide content of laying hens or pullets fed DDT in high or low calcium diets. *Poult. Sci.* 52 (2), 648-653.
- Chroboczek, E. (1976): Some remarks on the role of vegetable plants of nutritional value in food production. *Qual. Plant. - Pl.Fds. Hum. Nutr.* 26 (1/3), 199-210.
- Clausen, B. (1975): Annual report. Section for wild life discases. State Veterinary Serumlaboratory, Copenhagen 1975.
- Clausen, B. & Karlog, O.C. (1977): De gule midler og vildtet. *Ugeskr., Agron., Hort., Forst. og Lic.* 122, (39), 838-839.
- Danmarks Statistik (Landbrugsstatistik)
- Decallonne, J., Soliman, M.S., Weyns, J. & Meyer, J. (1979): Characterization of potential side-effects of systemic pesticides applied to plants. An analysis of the grain proteins of barley after treatment with triforine. *Med. Fac. Landbouww. Gent* 44 (2), 943-950.
- Dejonckheere, W., Steurbaut, W., Melkebeke, G. & Kips, R.H. (1983): Leaching of aldicarb and thiofanox, and their uptake in soils by sugarbeet plants. *Pestic. Sci.* 14, 99-107.
- Doyle, R.C., Kaufman, D.D. & Burt, G.W. (1978): Effect of dairy manure and sewage sludge on ¹⁴C-pesticide degradation in soil. *J. Agric. Fd. Chem.* 26, 987-989.

- Edwards, C.A.** (1970): Effects of herbicides on the soil fauna. Proc. 10th Weed Control Conf. 1970, 1052-1061.
- Edwards, C.A.** (1978): Pesticides and the micro-fauna of soil and water. In: Pesticide microbiology, Ed. Hill, I.R. and Wright, S.J.L., kap.9, s. 603-622.
- Edwards, C.A. & Thompson, A.R.** (1973): Pesticides and the soil fauna. Res. Rev. 45, 1-80.
- Eilenberg, J.** (1983): Entomophthora-svampe på gulerodsfluen (*Psila rosae* F). Muligheder for anvendelse af Entomophthora-svampe til biologisk bekæmpelse af skadedyr. Tidsskr. Planteavl 87, 399-406.
- Eisenhardt, A.R.** (1975): Influence of the insecticide phoxim on symbiotic and non-symbiotic nitrogen fixation determined by the acetylene reduction method. Tidsskr. Planteavl 79, 254-258.
- Ekbom, B.S.** (1979a): Biologisk bekæmpning av växthus vita flygare (*Trialeurodes vaporariorum*). Kort historik och några from tidsvisioner. Entomol. Tidskr. 100 (1), 1-10.
- Ekbom, B.S.** (1979b): Investigations on the potential of a parasitic fungus (*Verticillium lecanii*) for biological control of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). Swedish J. Agric. Res. 9 (4), 129-138.
- Engsbom, B.** (1973): Undersøgelser og forsøg vedrørende jordbårne vira. I. Rattale-virus, fortsatte undersøgelser i kartofler. Tidsskr. Planteavl 77, 103-117.
- Esbjerg, P.** (1977): Integreret plantebeskyttelse. Statens Planteavlsmøde 1977, 10-13.
- Esbjerg, P.** (1981): Biologisk- og biologisk baseret insektbekæmpelse i Danmark. Naturens Verden 1981, 339-347.
- Esbjerg, P.** (1982a): Insektfælder og vejrregistrering som varslingsværktøj. Landbrugsmagasinet 32 (27), 8.
- Esbjerg, P.** (1982b): Sommerfuglesex og plantebeskyttelse. Statens Planteavlsmøde 1982, 7-10.
- Esbjerg, P.** (1983a): Integreret bekæmpelse-principper og definitioner. Tidsskr. Planteavl 87, 357-364.
- Esbjerg, P.** (1983b): Fangst af agerugler (*Agrotis segetum*) og nedbørsmåling som baggrund for knopormevarsling. Tidsskr. Planteavl 87, 371-377.
- Esbjerg, P. & Bromand, B.** (1977): Labelling with radioisotopes, release and dispersal of the rove beetle, *Aleochara bilineata* Gyll. (Coleoptera: Staphylinidae) in a danish cauliflower field. Tidsskr. Planteavl 81, 457-468.

- Esbjerg, P., Jørgensen, J., Nielsen, J.K., Philipsen, H., Zethner, O. & Øgaard, L. (1983): Integreret bekæmpelse af skadedyr i gulerødder med gulerodsfluen (*Psila rosae* F., Dipt. Psilidae) og ageruglen (*Agrotis segetum* Schiff. Lep. Noctuidae) som afgrøde-skadedyr model. Tidsskr. Planteavl 87 (4), 303-356.
- Esbjerg, P., Philipsen, H. & Zethner, O. (1980): Monitoring of flight periods of *Agrotis segetum* using sex traps baited with virgin females. Tidsskr. Planteavl 84 (5), 387-397.
- Fisher, D.J. (1976): Effects of some fungicides on *Rhizobium trifolii* and its symbiotic relationship with white clover. Pestic. Sci. 7, 10-18.
- Frawley, J.P. & Duggan, R.E. (1978): Techniques for deriving realistic estimates of pesticide intakes. Proc. 4th Inter. Congr. Pesticide Chem. (IUPAC) Adv. Pest. Sci. 3, 696-700.
- Georghiou, G.P. & Taylor, C.E. (1976): Operational influences in the evolution of insecticide resistance, J. Econ. Entomol. 70, 653-658.
- Groven, I. (1961): Sortsforsøg med solbær. Tidsskr. Planteavl 65, 411-434.
- Groven, I. (1971): Sortsforsøg med solbær. Tidsskr. Planteavl 75, 433-445.
- Haas, H. (1971): Herbicidernes uønskede virkninger på floraen. Forureningsrådet-sekretariatet. Publikation nr. 17. "Pesticider" s. 99-139.
- Haas, H. & Lauersen, F. (1974): Ændringer i ukrudtsvegetationen. Afsnit IV i : Noter til støtte ved undervisning i ukrudtsbiologi. Afd. f. Plantekultur, KVL.
- Hansen, K.E. (1979): Forsøg med plantebeskyttelsesmidler i landbrugs- og specialafgrøder 1978. Tidsskr. Planteavl 83, 550-562.
- Hansen, K.E. (1981): Forsøg med afsvampning af sædekorn. Tidsskr. Planteavl 85 (1), 77-96.
- Hansen, K.E. (1982): Forsøg med afsvampning af sædekorn. Tidsskr. Planteavl 86, 79-94.
- Hansen, K.E. & Voldum-Clausen, K. (1977): Undersøgelser for restindhold af pesticider i landbrugs- og specialafgrøder 1970-75. Tidsskr. Planteavl 81 (1), 1-24.
- Hansen, L.M. (1983): Jordboende skadedyr. Hvor stor er risikoen for angreb, og hvilke muligheder er der for bekæmpelse. Dyrkernyt, juli 1983, 3-8.
- Hansen, L.S. (1980): Biologisk bekæmpelse af bladlus i væksthuse. Månedsoversigt over plantesygdomme 519, 24-25.
- Hansen, L.S. (1982): Biologisk bekæmpelse af bladlus i væksthuse. Haven 82, 384-385.

- Hassan, S.A. (1969): Observations on the effect of insecticides on coleopterous predators of *Erioisshia brassicae* (Diptera: Anthomyidae). Ent. exp. et appl. 12, 157-168.
- Hassan, S.A. (1980): Integrated control on glasshouse vegetable crops. Integrated control in agriculture and forestry, Vienna, 1979. Proceeding. International Symposium af IOBS/WPRS, 485-486.
- Hassan, S.A., Bigler, F., Bogenschütz, H., Brown, J.U., Firth, S.I., Hvang, P., Ledieu, M.S., Naton, E., Oomen, P.A., Overmeer, P.J., Rieckmann, W., Sam-søe-Petersen, L., Viggiani, G. & Zon, A.G. (1983): Results of the second joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-working group "Pesticides and Beneficial arthropods". Z. ang. Ent. 95 (2), 151-158.
- Helweg, A. (1971): Biologisk nedbrydning af kemiske bekæmpelsesmidler i jord. Ugeskr. Agron. 116 (5), 77-100.
- Helweg, A. (1972): I. Chlorthiamids bestandighed i jord. II. Chlorthiamid og di-chlobenils indflydelse på CO₂-udskillelse, ammonifikation og nitrifikation i jord. Tidsskr. Planteavl 76, 145-155.
- Helweg, A. (1973a): Pesticidanvendelse og miljø. Ugeskr. Agron. og Hort. 118 (28), 481-486.
- Helweg, A. (1973b): Pesticidernes indflydelse på jordens mikroflora. Statens Planteavlsmøde 1973, 15-19.
- Helweg, A. (1973c): Undersøgelser over fungicidet benomyl i jord. I. Stabilitet og biologisk nedbrydning. Tidsskr. Planteavl 77 (2), 232-243.
- Helweg, A. (1973d): Undersøgelser over fungicidet benomyl i jord. II. Benomyls indflydelse på jordbundens mikroflora. Tidsskr. Planteavl 77 (3), 375-384.
- Helweg, A. (1975a): Følgevirkning af jorddesinfektion. Ugeskr. Agron. og Hort. 4 (27-28), 543-548.
- Helweg, A. (1975b): Hvordan påvirker jordbrugets kemikalieanvendelse vort miljø belyst ved forsøgsvirksomhedens undersøgelser og erfaringer gennem ca. 30 år. Statens Planteavlsmøde 1975, 7-12.
- Helweg, A. (1976a): Bestandighed af pesticider i jord. Tolvmandsbladet 48, 387-392.
- Helweg, A. (1976b): Biologisk nedbrydning af pesticider i jord og deres indflydelse på jordbundens mikroflora. 1275. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Planteavl. 51 pp.
- Helweg, A. (1976c): Nedbrydning af plantebeskyttelsesmidler i jord. Gartner Tidende 92, 796-799.

- Helweg, A.** (1976d): Pesticidernes indflydelse på jordbundens mikroorganismer. *Tolvmandsbladet* 48, 437-440.
- Helweg, A.** (1977a): Degradation and adsorption of carbendazim and 2-aminobenzimidazole in soil. *Pestic. Sci.* 8, 71-78.
- Helweg, A.** (1977b): Nedbrydning af pesticider i jord. *Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic.* 122 (14-18), 341-343.
- Helweg, A.** (1979a): Betydning af jordens temperatur og vandindhold for nedbrydningen af kemiske bekæmpelsesmidler. *Statens Planteavlsmøde 1979*, 18-21.
- Helweg, A.** (1979b): Persistens af pesticider ved forskellige temperatur- og fugtighedsforhold i jord. *Nordisk Jordbrugsforskning* 61, 335- 336.
- Helweg, A.** (1980): Nedbrydning og transport af pesticider i terrestriske systemer. *Ugeskr. Jordbrug* 125 (4), 103-107.
- Helweg, A.** (1983a): Konsekvenser af kemisk plantebeskyttelse. Fra mødet: Alternative dyrkningsmetoder. 25/11 1983, Nyborg Strand, s. 15-16
- Helweg, A.** (1983b): Mikrobiologisk nedbrydning og effekt af maleinhydrazid, carbendazim og 2-aminobenzimidazol i jord. *Doktordisputats*, 153 pp.
- Helweg, A.** (1984): Beskrivelse af pesticiders nedvaskning i jord, 51 pp.
- Helweg, A. & Rasmussen, A.N.** (1982): Indflydelse af jorddesinfektion med methylbromid på indholdet af bromid i jord og planter. *Tidsskr. Planteavl* 86 (5), 461-469.
- Henriksen, J.B.** (1980a): Eftersmitte med kartoffelskimmel. *Kartoffelproduktion* 6, 14.
- Henriksen, J.B.** (1980b): Kartoffelskimlens angreb på knolde i marken. *Kartoffelproduktion* 6, 13.
- Henriksen, J.B.** (1981): Forebyggelse og bekæmpelse af kartoffelskimmel. *Kartoffelproduktion* 7, 5-6.
- Hofer, I., Beck, T. & Wallhöfer, P.** (1971): Der Einfluss des fungizides Benomyl auf die Bodenmikroflora. *Z. Pfl. Krankh., Pfl. Schutz.* 78, 399-405.
- Hofsvang, T. & Hågvar, E.B.** (1978): Biologisk bekjempelse av ferskenbladlus *Myzus persicae* (sulzer), i veksthus med paprika: to metoder for utslipp av snyltevepsen *Ephedrus cerasicola* starej. *Forskning og forsøg i landbruget* 29 (6), 565-572.
- Holtkamp, S.** (1980a): Untersuchungen zum Einfluss von Kerb 50 W (Propyzamid) auf den Gehalt an Vitamin C in Kopfsalat (*Lactuca Sativa* L.). *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 32 (9), 133-138.

- Holtkamp, S. (1980b): Untersuchungen zum Einfluss von Kerb 50 W (Propyzamid) auf den Nitratgehalt von Kopfsalat (*Lactuca sativa* L.). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. 32 (10), 145-146.
- Hurle, K. & Kibler, E. (1976): The effect of changing moisture conditions on the degradation of atrazine in soil. Proc. Brit. Crop Prot. Conf., Weed, 627-633.
- Hörling, G. (1970): Herbicider och markens mikroorganismer. Grundförbättring 23, 75-80.
- Ingelög, T., Erne, K., Paulsson, A.M., Jonasson, H. & Holmgren, A. (1977): Smakoch luftförändringar hos skogsbär efter herbicidbesprutning. Vår föda 29 (6), 223-238.
- Jensen, A. (1975): Alternativer til kemisk bekæmpelse af planternes sygdomme og skadedyr: a. kulturfaktorernes indflydelse på angreb af svampesygdomme. Statens Planteavlsmøde 1975, 13-17.
- Jensen, H.L. (1959): Biologisk sønderdeling af ukrudtsmidler i jordbunden. Tidsskr. Planteavl 63, 470-499.
- Jensen, H.L. (1969): Om rodknoldbakteriernes forhold overfor visse ukrudtsmidler. Tidsskr. Planteavl 73, 309-317.
- Josefsson, E. (1980): Bekämpningsmedelsrester i besprutad och obesprutad potatis. Växtskyddsrapport nr. 12, 107.
- Josefsson, E., Andersson, A. & Ohlin, B. (1980): Kontroll av bekämpningsmedelsrester i besprutad och obesprutad potatis. Vår Föda 32, 409-414.
- Juhl, M. (1981): The influence of increasing amounts of nitrogen on the propagation of the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll) II. Tidsskr. Planteavl 85, 281-289.
- Jørgensen, J. (1977a): Biologisk bekæmpelse af skadedyr Kaskelot. Biologforbundets forlag, p 13.
- Jørgensen, J. (1977b): Alternative muligheder for plantebeskyttelse. Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic. 122 (14-18), 351-355.
- Jørgensen, J. (1977c): Langsigtede konsekvenser af pesticidernes virkninger. Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic. 122 (14-18), 347-350.
- Jönsson, P. & Andersson, K. (1978): Biologisk bekämpning av växthusspinnkvalster i Sverige. Växtskyddsnotiser 42 (3), 65-71.
- Kemikaliekontrollen. Årsberetninger 1957-1983.**
- Kirknel, E. (1974): Review of the effects of the relevant insekticides on insects parasitic or predatory on insects harmful to plants. Tidsskr. Planteavl 78 (5), 615-626.

- Kirknel, E. (1975a): Insekticiders effekt i laboratorieforsøg mod to bladluspredatorer, den syvplettede mariehøne (*Coccinella septempunctata* (L)) og syrphidelarver (*Metasyrphus corollae* Fabr.) Tidsskr. Planteavl 79 (3), 393-404.
- Kirknel, E. (1975b): Utilsigtede virkninger af pesticider? Ugeskr. Agron. og Hort., 120. (31/32), 574-577.
- Kirknel, E. (1977a): Insekticiders virkemåde. Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic. 122 (14-18), 323-327.
- Kirknel, E. (1977b): Pesticiders indvirken på nytteinsekter. Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic. 122 (24), 483-485.
- Kirknel, E. (1978): The influence of diazinon, trichloronate, carbofuran and chlorfenvinphos on the parasitization capacity of the rove-beetle *Aleochara bilineata* (gyll.) Tidsskr. Planteavl 82 (1), 117-129.
- Kirknel, E. (1984): Personlig meddelelse.
- Kirknel, E. & Reitzel, J. (1973): Kemoresistens hos ferskenbladlus (*Myzus persicae* Sulz.). Tidsskr. Planteavl 77 (2), 191-199.
- Koch, W. (1964): Einige Beobachtungen zur Veränderung des Unkrauts während mehrjährigen Getreidebaus und verschiedenartiger Unkrautbekämpfung. Weed Res. 4, 351-356.
- Kristensen, H. & Pedersen, H.E. (1983): Bekæmpelse af sygdomme, skadedyr og ukrudt. I: Oversigt over Landsforsøgene. Forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger. (Ed. Frank Bennetzen), 66-141.
- Lauridsen, M.G., Dahl, M.H., Hansen, K.E. & Hansen, T. (1980): Undersøgelser over restindhold af dithiocarbamater og ethylenthioninstof (ETU) i forskellige afgrøder. Tidsskr. Planteavl 84 (3), 245-256.
- Lauridsen, M.G., Voldum-Clausen, K., Dahl, M., Hansen, K. E. & Hansen, T. (1977): Undersøgelser for restindhold af svampemidlet benomyl i forskellige afgrøder og i jord. Tidsskr. Planteavl 81 (1), 33-48.
- Laursen, F. & Haas, H. (1971): Faktorer af betydning for ukrudtsarternes forekomst i danske afgrøder. I. Livsvarighedens betydning. NJF-kongressen 1971, sektion II, plantedyrkning, 29-31.
- Lenteren, J.C. (1980): Biological control of vegetable pests in greenhouses in the Netherlands. Proceedings International Symposium of IOBC/WPRS., Vienna 1979 (2), 498-499.
- Lenteren, J.C. Ramakers, P.M.J. & Woets, J. (1980): World situation of biological control in greenhouses with special attention to factors limiting application. Med. Fac. Landbouww. Gent. 45 (3), 537-544.

- Lenteren, J. Woets, J. & Baxtel, W.** (1977): Biological control of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) (homoptera: Aleyrodidae) by *Encarsia formosa* (hymenoptera: Aphelinidae) in Holland, an example of successful applied ecological research. Med. Fac. Landbouww. Gent. 42 (2) 1333-1342.
- Leth, V.** (1984): Foredrag på I. Danske planteværnskonference/Ukrudt. 1984.
- Lewis, J.A., Papavizas, G.C. & Hora, T.S.** (1978): Effect of some herbicides on microbial activity in soil. Soil Biol. Biochem. 10, 137-141.
- Lofs-Holmin, A.** (1982): Influence of routine pesticide spraying on earthworms (Lumbricidae) in field experiments with winter wheat. Swedish J. Agric. Res. 12, 121-123.
- Løkke, H.** (1974): Residues in carrots treated with linuron. Pestic. Sci. 5, 749-757.
- Løkke, H. & Odgaard, P.** (1981): Residues in blackcurrants, fodder peas, spinach and potatoes treated with sublethal doses of 2, 4, 5-T to simulate wind drift damage. Pestic. Sci. 12, 375-384.
- McLane, M.A.R. & Hall, L.C.** (1972): DDE thins screech owl eggshells. Bull. Environ. Contam. Toxicol 8 (2), 65-68.
- McNeal, F.H., Hodgson, J.M. & Berg, M.A.** (1969): Effects of dilute sprays of simazine on spring wheat. Can. J. Plant Sci. 49, 155-158.
- Mikkelsen, S.A. & Esbjerg, P.** (1981): The influence of climatic factors on cutworm (*Agrotis segetum*) attack level, investigated by means of linear regressions models. Tidsskr. Planteavl 85 (3), 291-301.
- Miljøstyrelsen** (1983): Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler 1983, 205 pp.
- Moyer, J.L. & Paulsen, G. M.** (1977): Nitrogen use in winter wheat in response to systemic pesticides. Agron. J. 69 (1), 58-60.
- Mygind, H.** (1970): Nogle faktorerers indflydelse på angrebsgraden af meldug (*Erysiphe graminis*) på kornplanter. Tidsskr. Planteavl 74, 177-195.
- Nielsen, A.L.** (1984): Pesticiders indflydelse på afgrødernes kvalitet og næringsindhold, ikke publiceret.
- Nielsen, J.K.** (1983): Bestemmelse af æg- og puppeantal af gulerodsfluen (*Psila rasae* F.) ved indsamling af jordprøver. Tidsskr. Planteavl 87, 379-387.
- Nielsson, B.** (1975): Kemisk-biologisk-integrerad bekämpning av vita flygaren. Växtskyddsnotiser 39 (5), 107-113.
- Nygård, V.** (1983): Alternative metoder til plantebeskyttelse i jordbruget, ikke publiceret.

- Nøddegaard, E. & Hansen, K.E.** (1980): Anvendelsen af fungicider og insekticider. Ugeskr. Jordbrug 125 (4), 99-103.
- Nøhr, H. & Klug-Andersen, B.** (1983): Pesticiders indflydelse på agerlandets fugle. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 132 pp.
- Olsen, K.J.** (1982): Meddelelse fra afd. for certificering af sædekorn. Statsfrøkontrollen - Beretning for det III. arbejdsår, p. 89.
- Pellett, P.L. & Saghir, A.R.** (1971): Amino-acid composition of grain protein from wheat and barley treated with 2,4-D. Weed Res. 11, 182-189.
- Pemberton, R.W. & Hoover, E.M.** (1980): Insects associated with wild plants in Europe and the middle East. Miscellaneous publication U.A. Department of Agric. 33 pp.
- Permin, O.** (1980): Forskellige metoder til at undgå afdrift ved marksprøjtning og virkningen på ukrudt ved sprøjtning med herbicider. Tidsskr. Planteavl 84, 75-88.
- Permin, O.** (1982): Virkning af reduceret væskemængde og dosis på afdriftens omfang og ukrudt. Tidsskr. Planteavl 86, 151-165.
- Petersen, E.J.** (1967): Kemikalierester i planter efter brug af herbicider. Ugeskr. Agron. 112 (51), 922-925.
- Petersen, E.J.** (1974): Herbicidernes vertikale bevægelse i jord. Ugeskr. Agron. og Hort. 119 (26-27), 501-524.
- Petersen, E.J.** (1977): Plantebeskyttelsesmidlernes bevægelse i jord. Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic. 122 (14-18), 339-340.
- Petersen, H.I.** (1943): Undersøgelser over ukrudtsarter i rugmarker. Ugeskr. Landmænd 88, 493-497.
- Petersen, H.I.** (1960): Nogle ukrudtsbekæmpelsesmidlers virkning på kornarternes spiring, udbytte og kvalitet. Tidsskr. Planteavl 63, 197-284.
- Petersen, O.C.** (1980): Resistensudvikling ved insekticidanvendelse. Ugeskr. Jordbrug 125 (4), 115-118.
- Philipsen, H.** (1983): Brug af gule limplader til vurdering af risiko for angreb af gulerodsfluen (*Psila rosae* F.) Tidsskr. Planteavl 87, 389-397.
- Plank, J.E. van der** (1968): Disease resistance in plants. Academic Press, New York & London, 206 pp.
- Planteavlsberetninger:**
 Planteavlsarbejdet i Landboforeningerne i Jylland. 1935-1970.
 Beretninger om Landboforeningernes Virksomhed for Planteavlen på Sjælland. 1942-1970.

- Beretninger om Planteavlsarbejdet i Landboforeningerne i Fyns Stift. 1959-1970.
- Beretninger om Planteavlsarbejdet i De samvirkende Lolland-falsterske Landboforeninger 1949-1970.
- Planteavlen på Bornholm. 1950-1970.
- Planteavlsarbejdet i Landboforeningerne. 1971-1972.
- Planteavlsarbejdet i Landbo- og Husmandsforeningerne. 1973-1978.
- Planteavlsarbejdet i de Landøkonomiske Foreninger. 1979-1983.
- Ramakers, P.M.J.** (1982): Biological control in dutch glasshouses. Practical application and progress in research. Integrated crop protection. Proceedings of a symposium held at Valence, France, 1980, 265-286.
- Rasmussen, J.** (1983): Byg og vinterhvedes vækst, næringsstofoptagelse og ukrudtsbestand på en biodynamisk og en konventionelt drevet gård. Lic. afh. afd. f. Planternes ernæring og afd. f. Landbrugets Plantekultur. 116 pp.
- Rasmussen, O.E.** (1970): Undersøgelser over kvassia, rotenon og pyretrum. Nordisk Forskningsring. Meddelande nr. 22.
- Reitzel, J.** (1980): Biologisk bekæmpelse af spindemider og mellus i agurk - og tomatkulturer. Ugeskr. Jordbrug 125 (4), 121-122.
- Reyes, J.C., Moyer, J.L., Hansing, E.D. & Paulsen, G.M.** (1969): Increased protein in winter wheat grain following use of oxathiin fungicides. Phytopathology 59, 104.
- Ries, S.K., Moreno, O., Meggitt, W.F., Schweizer, C.J. & Ashkar, S.A.** (1970): Wheat seed protein:chemical influence on and relationship to subsequent growth and yield in Michigan and Mexico. Agron. J. 62, 746-748.
- Ries, S.K., Schweizer, C.J. & Chmiel, H.** (1968): The increase in protein content and yield of Simazine-treated crops in Michigan and costa Rica. Bio Science 18 (3), 205-208.
- Rosengård, H.** (1984): Specialafh. ikke publiceret.
- Rouchard, J., Moons, C. & Meyer, J.A.** (1982): Effects of soil treatment with the insecticide chlorfenvinphos and of covering of the culture with plastic film on the provitamin A content of early carrots. J. agric. Food Chem. 30, 1036-1038.
- Saghir, A.R. & Senzai, M.D.** (1970): Effects of herbicides on the dry matter content, total soluble solids and pungency of onion. Hort. Sci. 5 (2), 83-84.

- Salminen, K., Karinpää, A. & Koivistoinen, P.** (1970): Postharvest chemistry of carrots as such and modified by the preharvest use of herbicides chlorpropham (CIPC) and linuron. *Acta agric. Scandinavica* 20.
- Samsøe-Petersen, L.** (1982): Rovmider og kemiske midler. *Gartner Tidende* 98, 784-785.
- Samsøe-Petersen, L.** (1983): Laboratory method for testing side effects of pesticides on juvenile stages of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (acarina, phytoseiidae) based on detached bean leaves. *Entomophaga* 28 (2), 167-178.
- Scheller, H.V.** (1983a): Pitfall trapping as the basis for studying ground beetle (Carabidae) predation in spring barley, ikke publiceret.
- Scheller, H.V.** (1983b): The role of ground beetles (Carabidae) as predators on early populations of cereal aphids in spring barley, ikke publiceret.
- Schubert, E.** (1970): Einfluss organisch-synthetischer Fungizide auf die Fruchtqualität des Apfels. *Die Nahrung* 14 (6), 491-494.
- Schubert, E.** (1974): Einfluss ausgewählter Insektizide und Herbicide auf die Fruchtqualität des Apfels. *Nahrung* 18 (5), 557-562.
- Schulz, H.** (1979): Knækkefodsyge i vintersæd. *Landbonyt* 33, 328-332.
- Sloth, A. & Feddersen, I.A.** (1983): Regulering af ukrudt i økologiske landbrug. DSR forlag. Landbohøjskolen, København 134 pp.
- Stapel, C.** (1965): Prognose- og varslings-tjeneste for bekæmpelse af bladlus og virusgulsot. *Tidsskr. Landøkonomi* 152, 173-198.
- Stapel, C.** (1977): Den økonomiske betydning af plantesygdommenes og skadedyrernes bekæmpelse i landbruget. *Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic.* 122, 735-746.
- Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur** (1970) 915 meddelelse. 72. årg. 1970.
- Stenseth, C.** (1973): Retningslinjer for integreret bekjæmpelse af skadedyr på agurk og tomat i veksthus. *Gartneryrket* 63 (4), 44-46.
- Stetter, S.** (1971): Forsøg med jordbehandlingens indvirkning på fodsygeangreb i byg. *Tidsskr. Planteavl* 75, 625-630.
- Stetter, S.** (1973): Forskellige kornarters evne til at overføre goldfodsyge (*Gaeumannomyces graminis*) og knækkefodsyge (*Cercospora herpotrichoides*) til vårhvede. *Tidsskr. Planteavl* 77 (4), 568-572.
- Stetter, S.** (1984): pers. meddelelse.

- Stickel, W.H.** (1975): Some effects of pollutants in terrestrial ecosystems. Kap. 2 p. 25-74 from: Ecological toxicology research. Edited by A.D. McIntyre and C.F. Mills. Plenum Publishing Corporation, New York.
- Streibig, J.C.** (1979): Soil properties influencing soil adsorption and phytotoxicity of atrazine and simazine in nine danish soils. *Acta Agric. Scandinavica* 29, 33-41.
- Streibig, J.C.** (1980): Phytotoxicity and adsorption of TCA and chloridazon in nine danish soils. *Acta Agric. Scandinavica* 30, 364-368.
- Svendsen, O.** (1983): De anerkendte rapsskadedyrsmidlers farlighed over for honningbier. *Tidsskr. Biavl* 117 (6), 152-154.
- Svendsen, O.** (1984): Biforgiftninger. *Tidsskr. Biavl* 118 (1), 11-38.
- Sweeney, J.P., Chapman, V.J. & Hepner, P.A.** (1968): Effect of selected pesticides on quality of strawberries. *J. agric. Food Chem.* 16 (4), 632-634.
- Sweeney, J.P. & Marsh, A.C.** (1971): Effects of herbicides on provitamin A content of vegetables. *J. agric. Food Chem.* 19 (5), 854-856.
- Thorhauge, F.** (1981): Netbeskyttelse af grønsager mod flyvende skadedyr. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1589.
- Thorhauge, F.** (1983): Netdækning af kinakål med agryl P 17 som beskyttelse imod skadedyr, ikke publiceret.
- Thorup, S.** (1980): Ukrudt og ukrudtsbekæmpelse i økologisk perspektiv. *Ugeskr. Jordbrug* 125 (4), 107-113.
- Thygesen, T.** (1971a): Om korrelation imellem knopormeangreb, lysfældefangster og vejrforhold. *Tidsskr. Planteavl* 75, 807-815.
- Thygesen, T.** (1971b): Varsling imod æblevikleren. *Dansk Frugtavl* 43, 158-161.
- Thuesen, A.** (1981): Sortsforsøg med jordbær 1978-79. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1598.
- Torstensson, L.** (1977a): Effect of repeated applications on degradation of some herbicides. *Proc. EWRS Symp. Methods Weed Control and their Integr.* 113-120.
- Torstensson, L.** (1977b): Herbicidernes inverkan på marken. Sveriges Skogsvårdsförb. *Tidsskr.* 75, 201-211.
- Torstensson, L.** (1978): Kulturåtgärdernas inverkan på markorganiserna-markvård eller markförstörelse? II. Skogs- o. Lantbr.- akad. *Tidsskr.* 117, 49-56.
- Torstensson, L.** (1979): Bekämpningsmedlens inverkan på markens organismer. 2. Mikroorganismer. Naturvårdsverket, rapport snv. pm. 1208, 152 pp.

- Torstensson, L., Stark, J. & Göransson, B. (1975): The effect of repeated applications of 2,4-D and MCPA and their breakdown in soil. *Weed Res.* 15, 159-164.
- True, R.H., Forsythe, Jr.H.Y., & Barden, E.S. (1978): No off-flavor associated with imidan-treated blueberries. *Hort. Sci.* 13 (2), 154-155.
- Tu, C.M. (1979): Influence of pesticides on acetylene reduction and growth of microorganisms in an organic soil. *J. Environ. Sci. Health* 14 (6), 617-624.
- Ullerup, B. (1982): Blanding af bygsorter. *Oversigt over Landsforsøgene* 1981, 30-31.
- Ullerup, B. (1984): Sorter og arter af korn og bælgssæd. *Oversigt over Landsforsøgene* 1983, 17-49.
- Voldum-Clausen, K. (1977): Rapport over pesticidrester i danske levnedsmidler, 1974-76. *Statens Levnedsmiddelinstitut*, 72 pp.
- Walker, A. (1978): Simulation of persistence of eight soil-applied herbicides. *Weed Res.* 18, 305-313.
- Walker, A. & Barnes, A. (1981): Simulations of herbicide persistence in soil, a revised computer model. *Pestic. Sci.* 12, 123-132.
- Wambeke, E.v., Vanachter, A., De Winter, E. & Van Assche, C. (1979): Behaviour of some Lettuce components grown in soil disinfected with methyl bromide. *Acta. Horticulturae* 93, 235-241.
- Welling, B. (1979): Bladsygdomme hos byg i relation til sprøjtetidspunkt. *Nordisk Jordbrugsforskning* 61, 333-334.
- Welling, B., Hovmøller, S. & Olsen, C.C. (1984): Sortsblandinger af vårbyg 1983. *Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr.* 1785.
- Welling, B., Lønbæk, M., Olsen, C.C. & Hovmøller, M.S. (1983): Sortsblandinger af vårbyg. *Tidsskr. Planteavl* 87, 527-538.
- Whitehead, A.G. & Storey, G. (1970): Control of potato cyst-nematode. *Rep. Rothamsted Exp. Stn.* 199-203.
- Wicke, E. (1968): Weed control in fruit- Side effects on the fauna. *Z. Pflanzenkr. PflPath. PflSchutz.* 4, 163-167.
- Wilding, N. (1982): Entomophthorales: Field use and effectiveness. *Proceedings. Intertebrate Pathology and Microbial Control. IIIrd Int. Coll. Inv. Path.*, 6-10 sept. 1982, Brighton, Uk, 1970-175.
- Winell, B. (1975): Ditiokarbamatrester i frukt, bär, grönsaker och potatis. *Vår Föda* 27, 94-102.

- Wolfe, M.S.** (1978): Some practical implications of the use of cereal variety mixtures. In: *Plante disease epidemiology*. Ed: Scott, P.R. & Bainbridge, A. Blackwell. Oxford, 201-207.
- Wu, M., Singh, B., Wu, M.T., Salunkhe, D.K. & Dull, G.G.** (1970): Effects of certain soil fumigants on essential nutritive components and the respiratory rate of carrot (*Daucus Carota* L.) roots. *Hort. Sci.* 5 (4), 221-222.
- Yukimoto, M.** (1981): Effects of organophosphorus insecticides on chlorophyll, carotene and carbohydrate content in chinese cabbage leaves. *J. Pestic. Sci.* 6 (1), 51-57.
- Zethner, O.** (1976): Control experiments on the nun moth (*Lymantria monacha* L.) by nuclear-polyhedrosis virus in Danish coniferous forests. *Z. ang. Ent.* 81, 192-207.
- Zethner, O.** (1980): Bekæmpelse af knoporme med kapselvirus. *Ugeskr. Jordbrug* 125 (4), 122-125.
- Zethner, O. & Jørgensen, A.S.** (1976): Angreb af knoporme i 1975, Skader, tab og bekæmpelsesmulighed. *Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic.* 121, 530-534.
- Zethner, O. & Øgaard, L.** (1982): Studies on the specificity of *Agrotis segetum* Granulosis Virus fed to larvae of 17 species of noctuoids. *Tidsskr. Planteavl* 86, 471-475.
- Øgaard, L.** (1981): Virus til bekæmpelse af skadedyr i kål. *Gartner Tidende* 97, 434-436.
- Øgaard, L.** (1983): Mulighederne for anvendelse af insektvirus til biologisk bekæmpelse af skadelige insekter. *Tidsskr. Planteavl* 87, 407-415.
- Øgaard, L., Eilenberg, J. & Bolet, B.** (1984): Mikrobiologisk skadedyrsbekæmpelse. *Ugeskr. Jordbrug* 129 (8), 195-202.

Institutter m.v. under Statens Planteavlsforsøg

Sekretariatet

Statens Planteavlskontor, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 50 57
Informationstjenesten, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 53 27
Dataanalytisk Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Sekretariatet for Sortsafprøvning, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Statens Bisygdomsnævn, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 62 00
Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng	(06) 65 25 00

Landbrugscentret

Statens Forsøgsstation, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsareal, Bornholm, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	(03) 97 53 10
Statens Biavlsforsøg, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsstation, Rønhave, 6400 Sønderborg	(04) 42 38 97
Statens Forsøgsstation, Tylstrup, 9380 Vestbjerg	(08) 26 13 99
Statens Forsøgsstation, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Institut for Grovfoder, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng . .	(06) 65 25 00
Statens Forsøgsstation, Borris, 6900 Skjern	(07) 36 62 33
Statens Forsøgsstation, Silstrup, 7700 Thisted	(07) 92 15 88
Statens Forsøgsstation, Askov, 6600 Vejen	(05) 36 02 77
Statens Forsøgsstation, Lundgård, 6600 Vejen	(05) 36 01 33
Statens Forsøgsstation, 6280 Højer	(04) 74 21 04
Statens Forsøgsstation, St. Jyndeved, 6360 Tinglev	(04) 64 83 16
Statens Planteavls-Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng . . .	(06) 65 25 00

Havebrugscentret

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

Planteværnscentret

Institut for Pesticider, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Institut for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Planteværnsafdelingen på »Godthåb«, Låsbyvej 18, 8660 Skanderborg . .	(06) 52 08 77
Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00
Analyselaboratoriet for Pesticider, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00