

Pesticider

Forbrug, fordele, ulemper, fremtidsperspektiver

En statusrapport

Planteværnscentret 1986



**Sammendrag
af Beretning S. 1820**

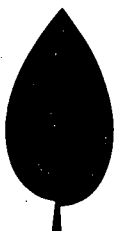
**Udgivet af
Statens Planteavlsforsøg**

Pesticider

Forbrug, fordele, ulemper, fremtidsperspektiver

En statusrapport

Planteværnscentret 1986



**Sammendrag
af Beretning S. 1820**

**Udgivet af
Statens Planteavlsforsøg**

Forord

Rapporten, som er et sammendrag af Beretning nr. S 1820 fra Statens Planteavlsforsøg, er udarbejdet af medarbejdere ved Planteværnscentret. Centret er en forskningsinstitution under Landbrugsministeriet, som beskæftiger ca. 180 medarbejdere, heraf 55 med videnskabelig uddannelse, inden for et årligt budget på ca. 35 mio. kr.

Centrets opgaver kan i korte træk opdeles i følgende hovedelementer:

Grundlæggende forskning, erhvervsrettet forskning, afprøvning af bekæmpelsesmidler og informationsvirksomhed for jordbrugets konsulentvirksomhed og offentligheden. Den grundlæggende forskning beskæftiger sig med belysning af sygdomme, skadedyr og ukrudtsbiologi med henblik på at fastlægge bekæmpelsesstrategier.

Den erhvervsrettede forskning anvender de førnævnte resultater i konkrete forebyggelses- og bekæmpelsesprogrammer.

Enkelte forskningsprogrammer indeholder alene biologisk eller mekanisk bekæmpelse. Andre integrerede programmer kombinerer mekanisk eller biologisk bekæmpelse med brugen af kemiske midler. Endelig findes der programmer for den mest hensigtsmæssige anvendelse af kemiske midler. I tilslutning hertil gennemføres undersøgelser, der belyser pesticidernes indflydelse på det omgivende miljø.

Disse undersøgelser koncentrerer sig i særlig grad om pesticidernes transport i jord og mulige påvirkning af dræn- og grundvand, ligesom de inddrager pestici-

dernes indflydelse på jorden som dyrkningsmedium.

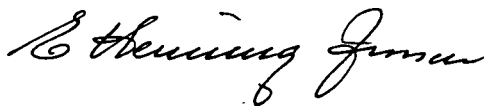
Rapporten tilsigter at analysere og beskrive den aktuelle situation omkring forbrug af pesticider og konsekvenserne heraf.

Det bør allerede her bemærkes, at jordbrugserhvervets umiddelbare nettoudbytte af brugen af pesticider kan anslås til en størrelsesorden på 3-4 mia. kr. på årsbasis. Betydningen af visse skadegørere vil på længere sigt øges, hvis pesticider ikke er til rådighed for planteproduktionen.

For at sikre den mindst mulige og mest hensigtsmæssige anvendelse af pesticider til gavn for jordbrugserhvervet og hensynet til miljøet er forudsætningen: Forskning og information. Den stærke stigning i brugen af pesticider giver kemikaliebranchen en stigende omsætning og konkurrenceevne, der igen giver branchen grundlag for en forstærket markedsføring og samtidig har muliggjort en udvidet firma-rådgivning til jordbrugerne.

Som modvægt til dette forhold bør den offentlige forskning og rådgivning styrkes for at give jordbrugserhvervet en neutral rådgivning vedrørende brugen af pesticider.

Lyngby, januar 1986



E. Henning Jensen
Centerleder

Indholdsfortegnelse

	Forord	3
1.	Indledning	7
2.	Baggrund for anvendelsen	9
3.	Regulering af anvendelsen	10
3.1.	Love og bekendtgørelser	10
3.2.	Godkendelse og effektivitetsvurdering	10
3.3.	Revurdering	10
3.4.	Anerkendelse	10
3.5.	Maximale grænseværdier for indhold af bekæmpelses- midler i levnedsmidler	12
4.	Udvikling i forbruget af pesticider og vækstregulerende midler 1956-1984	13
5.	Behandlede arealer af de vigtigste landbrugsafgrøder	15
6.	Nettomerudbytte ved anvendelse af pesticider	17
7.	Udbringning af pesticider	19
8.	Oplysning, undervisning og efteruddannelse	20
9.	Problemer ved pesticidanvendelsen	23
9.1.	Planter og planteprodukter	23
9.2.	Jord	24
9.3.	Vand	25
9.4.	Pesticider og flora	25
9.5.	Nytteinsekter og øvrige fauna	26
9.6.	Mikroflora	27
9.7.	Honningbier	28
9.8.	Resistensudvikling	28
10.	Fremtidig plantebeskyttelse, forskning og udvikling	30
10.1.	Biologisk bekæmpelse af planteskadegørere i Danmark	31
10.2.	Godkendelse af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler	32
10.3.	Pesticiddoseringer	32
10.4.	Skadetærskler	33
10.5.	Prognose- og varslingstjeneste	35
10.6.	Jordbrugsmeteorologi og plantebeskyttelse	36
10.7.	Alternative jordbrugsformer	38
10.8.	Resistente sorter	39
10.9.	Pesticidfrie randzoner	40
10.10.	Integreret plantebeskyttelse	41

1. Indledning

I 1970 nedsatte det daværende forureningsråd et hovedjordudvalg, der fordelte arbejdsopgaverne mellem 5 arbejdsgrupper med henblik på udarbejdelse af statusrapporter over forureningssituationen. En af disse rapporter, forureningsrådets publikation nr. 17 »Pesticider« omhandler anvendelsen af pesticider.

På Statens Planteværnscenters centerrådsmøde d. 12. februar 1985 blev det besluttet at udarbejde en situationsrapport for den nuværende anvendelse af pesticider og vækstregulerende midler. Rapporten indeholder bl.a. en beskrivelse af det forsknings-, forsøgs- og oplysningsarbejde, der inden for Statens Planteavlsforsøg gennemføres i forbindelse med og som grundlag for jordbrugets anvendelse af pesticider og vækstregulerende midler.

Indholdet af pesticidredegyrelsen, der omfatter 9 hovedafsnit med underafsnit, fremgår af indholdsfortegnelsen og er i korthed følgende:

I afsnit 2 beskrives kort baggrunden for behovet for anvendelse af pesticider og vækstregulerende midler ved en økonomisk og rationel jordbrugsproduktion.

I afsnit 3 omtales de love og bekendtgørelser, der regulerer pesticidanvendelsen samt Planteværnscentrets samarbejde med Miljøstyrelsen vedrørende godkendelse af nye midler og revurdering af gamle midler. Desuden beskrives afprøvnings- og anerkendelsesordningen, der hviler på en frivillig aftale mellem Landbrugsministeriet (Statens Planteavlsudvalg) og Dansk Agrokemisk Forening. Endelig omtales fastsættelsen af »max-

imale grænseværdier« for indhold af bekæmpelsesmidler i levnedsmidler.

Afsnit 4 indeholder grafiske fremstillinger af det registrerede salg og forbrug af pesticider og vækstregulerende midler i årene 1956 til 1984 samt en beskrivelse af udviklingen i forbruget i denne tidsperiode.

I afsnit 5 er der med baggrund i salget af virksomme stoffer foretaget en beregning af størrelsen af det areal af landbrugets hovedafgrøder, der kan behandles med de solgte mængder af pesticider. Disse beregninger er foretaget i samarbejde med Jesper Kjølholt, Miljøstyrelsens Center for Jordøkologi.

Afsnit 6 indeholder beregninger af nettoudbyttet for anvendelsen af pesticider til landbrugets hovedafgrøder.

I afsnit 7 gives en beskrivelse af udbringningsapparaturets betydning for midlernes dosering, virkning og afdrift.

I afsnit 8 gives en kort omtale af den oplysning, undervisning og efteruddannelse, der findes i tilknytning til jordbrugets anvendelse af pesticider.

I afsnit 9, der indeholder 8 underafsnit, gives en udførlig beskrivelse af problemer i forbindelse med pesticidanvendelsen, specielt behandles indflydelse på og konsekvenser for 1. Planter og planteprodukter, 2. Jord, 3. Vand, 4. Flora, 5. Nytteinsekter og øvrige fauna, 6. Mikroflora, 7. Honningbier og 8. Udvikling af pesticidresistens.

Afsnit 10 indeholder en beskrivelse af den forskning og udvikling, der er i gang eller påtænkes iværksat med henblik på, at fremtidens plantebeskyttelse foretages

med mindst mulig anvendelse af pesticider. Foranstaltningerne, der findes i 10 underafsnit, er følgende:

1. Biologisk bekæmpelse af planteskadegørere i Danmark, 2. Mikrobiologiske bekæmpelsesmidler, 3. Pesticiddoseringer, 4. Skadetærskler, 5. Prognose- og varslingstjeneste, 6. Jordbrugsmeteorologi og plantebeskyttelse, 7. Alternative jordbrugsformer, 8. Resistente sorter, 9.

Pesticidfrie randzoner og 10. Integreret plantebeskyttelse.

Redegørelsens enkelte afsnit er, med undtagelse af afsnittene om honningbier og jordbrugsmeteorologi, skrevet af medarbejdere ved Statens Planteværnscenter.

Samling og redigering er foretaget af E. Nøddegaard, Jørgen Jakobsen, K. E. Thonke og Lise Nistrup Jørgensen.

2. Baggrund for anvendelsen

Ukrudt, plantesygdomme og skadedyr har altid været en vigtig konkurrencefaktor ved dyrkningen af planter. Der kendes mange eksempler på, at optræden af plantesygdomme og skadedyr har forårsaget svigtende udbytte og hungersnød.

Foruden direkte udbyttetab kan ukrudt, plantesygdomme og skadedyr også forvolde store kvalitetsforringelser af de høstede produkter. Sygdomsangrebne planteprodukter kan desuden forårsage sygdomme hos både mennesker og husdyr. Den store nedgang i landbrugets arbejdsstyrke, der har fundet sted siden 2. verdenskrig, har umuliggjort tidligere tiders manuelle ukrudtsbekæmpelse.

Fremkomsten af de syntetiske pesticider i årene efter 2. verdenskrig har været en væsentlig forudsætning for øgningen og stabiliseringen af jordbrugsproduktionen og dermed for det relative fald i fødevarerpriserne, der har fundet sted i denne periode.

Desuden har specielt herbiciderne virket arbejdskraftbesparende og været en delvis forudsætning for de moderne høstmetoder. I mange tilfælde medfører anvendelsen af pesticider også en kvalitetsforbedring af jordbrugsprodukterne og er ofte en forudsætning for vinteropbevaringen af bl.a. frugt og grønsager.

Vækstregulerende midler har ingen umiddelbar bekæmpende virkning, men anvendes for kornets vedkommende for at begrænse forekomsten af lejesæd og for frugttræer, frugtbuske og pryddplanter vedkommende for at bibringe planterne en hensigtsmæssig størrelse, form, blomstring og udbytte.

Et væsentlig mindre udbytte og dårligere kvalitet vil være resultatet, hvis der i planteavl ikke anvendes kemisk bekæmpelse af ukrudt, plantesygdomme og skadedyr. Vedrørende det økonomisk opnåede merudbytte for pesticidanvendelsen henvises til afsnit 6.

3. Regulering af anvendelsen

3.1. Love og bekendtgørelser

Dette afsnit indeholder en fortegnelse over love og bekendtgørelser, der regulerer anvendelsen af bekæmpelsesmidler, pesticider og vækstregulerende midler. Desuden omtales nogle ændringsforslag til bestående bekendtgørelser samt en ny bekendtgørelse om mikrobiologiske bekæmpelsesmidler, der er under udarbejdelse.

3.2. Godkendelse og effektivitetsvurdering

Miljøstyrelsens godkendelse er en forudsætning for markedsføring af pesticider og vækstregulerende midler. I bekendtgørelsen om godkendelse af kemiske stoffer og produkter indgår effektivitet mod skadegørerne som en af forudsætningerne for Miljøstyrelsens godkendelse, mens dette ikke var tilfældet ved det tidligere Gift-nævns klassificering. Vurderingen af midlernes effektivitet er ved bekendtgørelsens paragraf 38 stk. 2 henlagt til Landbrugsministeriets forsøgsinstitutioner og overdraget Statens Planteværnscenter.

Effektivitetsvurderingen skal tjene til sikring af, at markedsførte pesticider og vækstregulerende midler er rimelig effektive og hensigtsmæssige til det godkendte anvendelsesområde, uden at der dog ved effektivitetsvurderingen stilles så store krav til forsøgsgrundlaget som ved anerkendelsesordningen.

Effektivitetsvurderingen baseres på firmainsendte forsøgsresultater og oplysninger, andre foreliggende forsøgsresultater og erfaringer samt litteraturstudier. Resultaterne kan være fra officielle og pri-

vate, danske og udenlandske forsøg. Udenlandske forsøg skal være udført under klimatiske og jordbrugsmæssige forhold, der er sammenlignelige med danske.

Resultatet af vurderingen tilsendes Miljøstyrelsens Kemikalie-/bekæmpelsesmiddelkontor og danner, sammen med bl.a. toksikologisk og miljømæssigt materiale, baggrund for Miljøministeriets godkendelse af pesticider og vækstregulerende midler.

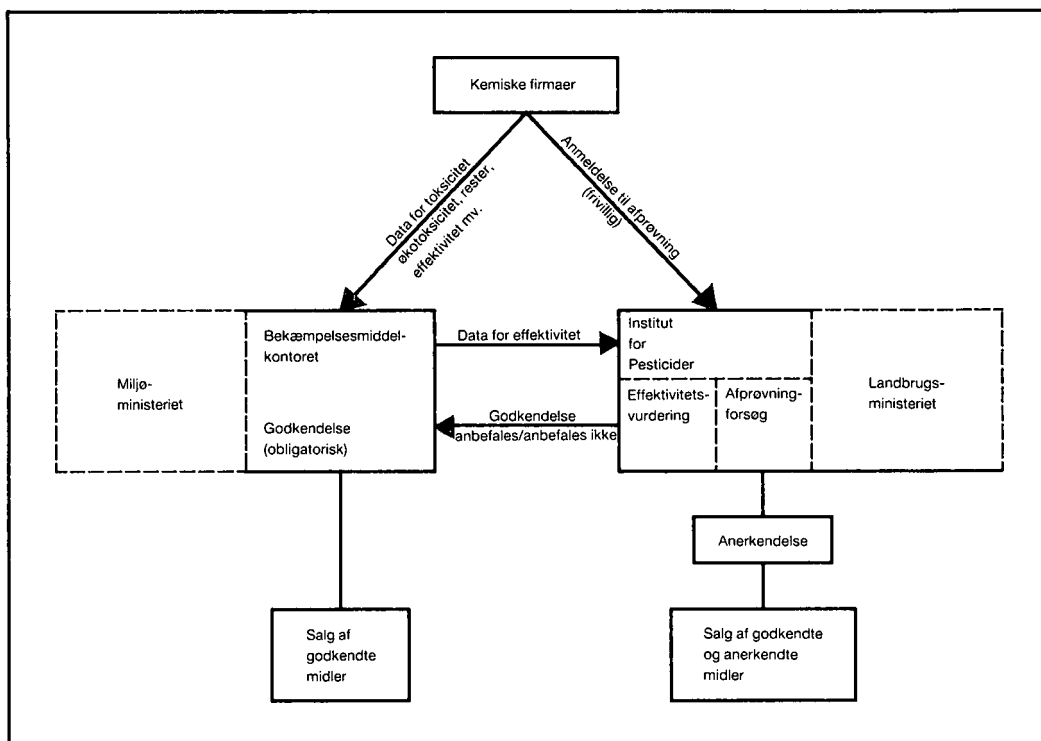
3.3. Revurdering

I medfør af aftale af 17. november 1982 mellem Miljøstyrelsens Kemikalie-/bekæmpelsesmiddelkontor og Statens Planteværnscenter skal Planteværnscentret bistå Miljøstyrelsen med revurderingen af de af Landbrugsministeriets Giftnævn klassificerede midler, hvad angår midlernes effektivitet og mulige alternative midler.

Med baggrund i foreliggende viden, erfaringer, forsøgsresultater og anden dokumentation afgives skriftlige udtalelser til Miljøstyrelsen vedrørende berørte midlers betydning og anvendelse, mulige alternative midler og metoder samt økonomiske konsekvenser ved begrænsning af midlernes anvendelsesområde.

3.4. Anerkendelse

For pesticider og vækstregulerende midler findes foruden godkendelsesordningen, en frivillig afprøvnings- og anerkendelsesordning, der har sin oprindelse i de første skrevne regler om afprøvning, der



Procedure for godkendelse og anerkendelse af pesticider og vækstregulerende midler.

blev godkendt af Statens Planteavlsudvalg den 4. juli 1930.

Den nugældende aftale om afprøvning og anerkendelse, der er indgået i 1983, har benævnelsen: »Aftale mellem Dansk Agrokemisk Forening og Landbrugsministeriet (Statens Planteavlsforsøg) vedrørende anmeldelse, afprøvning og anerkendelse af pesticider og vækstregulerende midler«.

Til finansiering af afprøvningen betales afgifter efter et betalingsreglement, der justeres en gang årligt i henhold til den almindelige pris- og lønudvikling.

Afprøvningen gennemføres efter »Retningslinier for afprøvning af midler mod ukrudt, plantesygdomme og skadedyr samt vækstregulerende midler«, hvoraf der findes en for hver af de væsentligste skadegørere.

Anerkendelsesafprøvningen gennemføres med henblik på tilpasning af midlerne til danske jordbrugsmæssige og klimatiske forhold, og tager i første række sigte på at belyse virkningen på skadegørerne og midlernes eventuelle fytotoksiske virkning, samt at fastsætte dosering og behandlingstidspunkt.

Et middel anses almindeligvis for egnet til anerkendelse, hvis virkningen er på højde med eller højere end virkningen af et anerkendt standardmiddel (sammenligningsmiddel), og hvis risikoen for fytotoksicitet ikke overstiger standardmidlets. En lavere virkningsgrad kan dog accepteres, hvis midlet har ønskelige egenskaber, som standardmidlet ikke har.

Anerkendte midler optages i publikationen: »Plantebeskyttelsesmidler anerkendt til bekæmpelse af plantesygdomme,

skadedyr og ukrudt, til nedvisning af frøafgrøder og kartoffeltop samt til vækstregulering».

Fortegnelsen over anerkendte midler revideres årligt og udgives af Statens Planavlfsforsøg pr. 1. februar.

Til markering af anerkendte midler findes et »indregistreret mærke«, som firmaerne anvender på anerkendte midlers etiketter og i forbindelse med annoncering m.v.

Desuden anvendes fællesmærket i offentlige og private publikationer i forbindelse med omtalen af anerkendte midler.



*Fællesmærke
for anerkendte pesticider og
vækstregulerende midler.*

3.5. Maximale grænseværdier for indhold af bekæmpelsesmidler i levnedsmidler

For at sikre forbrugerne mod, at de ved fortæring af de behandlede planteprodukter indtager uacceptable rester af de anvendte midler, er der fastsat bestemmelser for, hvad der maksimalt må forekomme af pesticidrester i markedsførte levnedsmidler.

De maksimale grænseværdier fastsættes af Miljøstyrelsen på baggrund af fodring af forsøgsdyr med en doseringsrække af kendte koncentrationer i fodret af de pesticider, der ønskes undersøgt. Herved findes den koncentration, der ikke har nogen påviselig effekt på forsøgsdyrene (nul effekt level). Før fastsættelsen af de maksimale grænseværdier bliver de ved dyreforsøgene fundne talstørrelser reduceret med en faktor 100 (10×10). Den ene faktor 10 skal tage højde for, at mennesket

evt. kan være mere følsom end forsøgsdyrene. Den anden faktor 10 skal tage højde for, at børn kan være mere følsomme end voksne.

Inden den endelige fastsættelse af de pesticidrester, der maksimalt må forekomme i fødevarer anvendes begrebet »God Landbrugsmæssig Praksis«. Ved »God Landbrugsmæssig Praksis« forstås, at hvis nødvendig bekæmpelse kan foretages med mængder og på en måde, der efterlader mindre pesticidrester end de sundhedsmæssigt acceptable mængder, der er fundet ved ovennævnte beskrevne måde, er det disse lavere værdier, der kommer til at udgøre de maksimale grænseværdier.

Størrelsen af eventuelle pesticidrester i planteprodukter er bl.a. afhængig af længden af den tid, der hengår fra anvendelse til høst. Ved Miljøstyrelsens godkendelse af pesticider og vækstregulerende midler fastsættes derfor, blandt flere anvendelsesbetingelser, en behandlingsfrist. Dvs. det korteste tidsrum, der skal være mellem den sidste anvendelse og høst af de behandlede planter. Behandlingsfristerne, der fastsættes på baggrund af kontrollerede forsøg, skal sikre, at eventuelle pesticidrester ikke overskrider de gældende maksimale grænseværdier (tolerancer).

Hvis nødvendig bekæmpelse i praksis muliggør længere behandlingsfrister, end hvad der er nødvendigt for at sikre overholdelse af de maksimale grænseværdier, kan Miljøstyrelsen fastsætte sådanne længere behandlingsfrister og dermed medvirke til, at forekomsten af pesticidrester i levnedsmidler bliver lavest mulig.

Overholdelsen af de maksimale grænseværdier kontrolleres af Levnedsmiddelstyrelsen under Miljøministeriet samt af 5 landsdelslaboratorier, der er tilknyttet kommunale levnedsmiddelkontrollenheder. Kontrollen viser, at indholdet i frugt og grønsager normalt er betydeligt lavere end grænseværdierne.

4. Udvikling i forbruget af pesticider og vækstregulerende midler 1956-1984

Beskrivelsen af forbruget er baseret på Kemikaliekontrollens offentliggjorte statistik over salget af virksomt stof, og udviklingen er anskueliggjort ved hjælp af grafiske fremstillinger.

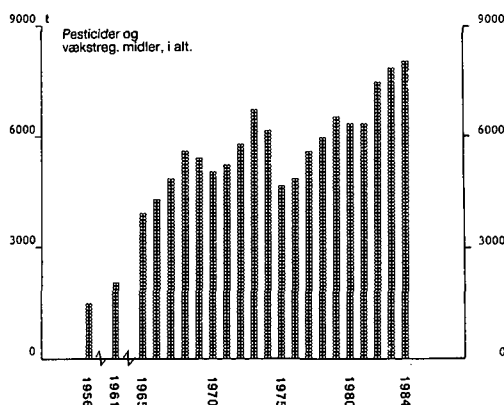
Af det totale forbrug af bekæmpelsesmidler i 1984 på 10.464 tons virksomt stof udgør jordbrugets anvendelse af pesticider og vækstregulerende midler ca. tre fjerdedele 8.049 tons.

Af pesticidforbruget udgør herbiciderne lidt under to tredjedele 4.701 tons, mens fungiciderne udgør lidt over en fjerdedel 2.453 tons. Af insekticider og vækstregulerende midler er der i 1984 brugt lige meget 400 tons af hver kategori. Forbruget af jorddesinfektionsmidler udgør 96 tons.

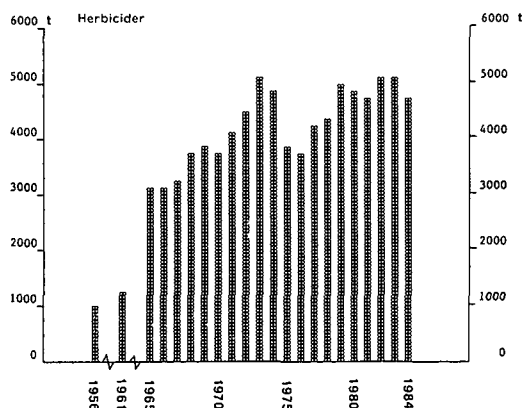
Hovedtendenserne i udviklingen af forbruget af pesticider og vækstregulerende midler er følgende (se figur 1).

Fra 1956 til 1984 er forbruget femdoblet, fra 1.527 til 8.049 tons. I 1974, 1975 og 1976 er der et markant fald i forbruget. Der er flere årsager til forbrugsnedgangen midt i 70'erne. I 1974, 1975 og 1976 var nedbøren meget lav i månederne maj, juni og juli. Tørre år betinger et mindre forbrug af fungicider og vækstregulerende midler, men giver ofte anledning til stærke skadedyrsangreb. Oliekrisen bevirkede et fald i aktivitets- og investeringsniveauet affødt af de stigende oliepriser. Desuden antages det, at der i 1973 i forbindelse med de stærkt stigende priser på pesticider er sket en øgning i jordbrugets lagerbeholdninger.

Forbruget af herbicider femdobles fra 1.026 tons i 1956 til 5.157 tons i 1982, hvor mængden af herbicider, målt i virksomt stof, kulminerer. I 1984 er forbruget 4.701 tons (se figur 2).

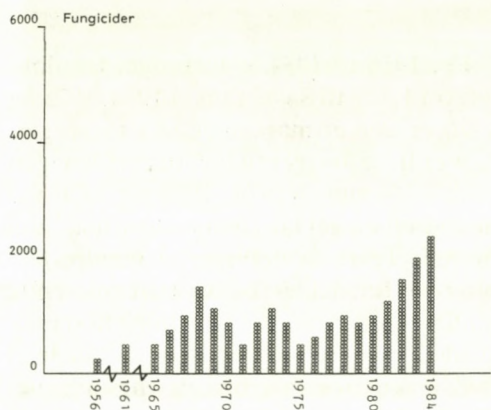


Figur 1. Salg af virksomme stoffer, tons, 1956-84.



Figur 2. Salg af virksomme stoffer, tons, 1956-84.

Forbruget af fungicider ottedobles fra 305 tons til 2.423 tons i perioden fra 1956 til 1984. Udsvingene i de enkelte års forbrug er større end for herbicidernes vedkommende (se figur 3).

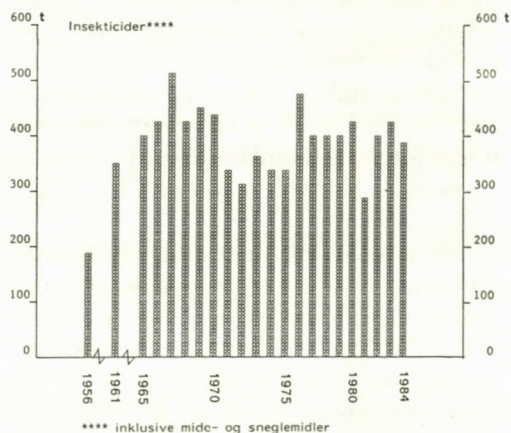


Figur 3. Salg af virksomme stoffer, tons, 1956-84.

Den store udvidelse af forbruget af fungicider i de sidste 4-5 år skyldes dels den store stigning i vintersædsarealet, der er meget fungicidkrævende og dels, at der i den pågældende periode er kommet nye og mere effektive fungicider på markedet, hvilket har sænket den økonomiske skadetærskel. Samtidig er en bedre bekæmpelse af kornets svampesygdomme indgået i strategien for opnåelse af det stigende hektarudbytte af korn. Under forudsætning af, at der ikke sker en yderligere stigning i vintersædsarealet, og at der ikke sker udvidet dyrkning af andre fungicidkrævende afgrøder, er der grund til at antage, at stigningen i fungicidforbruget nu vil aftage.

Siden 1967 er der ikke sket nogen stigning i forbruget af virksomt stof af insekticider. Dette skyldes dog hovedsagelig, at der i de senere år anvendes midler med mindre mængde aktivt stof pr. ha. Det årlige forbrug svinger i takt med varierende skadedyrsangreb. Særlig bemærkelsesværdig er den stærke stigning i forbruget i 1967

og 1976 og det store fald i forbruget i 1981. 1967 og 1976 var meget store bladlusår. Da bladlus er landbrugets mest udbredte skadedyr, medfører store bladlusår et stort insekticidforbrug. 1981 var karakteriseret af meget store nedbørsmængder, der bl.a. medførte meget sen såning, lave forekomster af skadedyr og et fald i forbruget af insekticider på mere end 25% (se figur 4).



Figur 4. Salg af virksomme stoffer, tons, 1956-84.

Forbruget af vækstregulerende midler begynder at stige omkring 1979. De 3-4 sidste års meget stærke stigning i forbruget af vækstregulerende midler falder sammen med stigningen i vintersædsarealet, hvor langt den største mængdemæssige anvendelse finder sted. Der forventes en yderligere stigning i de kommende år, bl.a. fordi nyudviklede midler antages at medføre en udvidelse af plantesortimentet, hvortil det vil være hensigtsmæssigt at anvende vækstregulering.

Forbruget af jorddesinfektionsmidler har, med undtagelse af 1982, været ret uændret de sidste 10 år, nemlig ca. 100 tons pr. år.

Forbrugstallene bør sammenholdes med udviklingen i det behandlede areal for at placeres i deres rette perspektiv (se kapitel 5).

5. Behandlede arealer af de vigtigste landbrugsafgrøder

Særlig i de seneste år har fremkomsten af nye midler med indhold af mere effektive virksomme stoffer reduceret mængden af virksomt stof, der anvendes pr. arealenhed, og dermed øget arealet, der kan behandles med en given mængde virksomt stof.

Kemikaliekontrollens statistik over salget af bekæmpelsesmidler indeholder ikke oplysninger om enkelmidler, hvis det virksomme stof i disse ikke forekommer i midler fra mindst 3 fabrikater eller importø-

rer. Oplysninger om salget af sådanne midler findes imidlertid hos miljøstyrelsen. Efterfølgende opgørelser over, hvor store arealer der har kunnet behandles med det solgte kvantum er derfor udført i samarbejde med Jesper Kjølholt fra Miljøministeriets Center for Jordøkologi. Beregningerne er foretaget af Jesper Kjølholt, og vurderingerne af, hvordan forbruget er fordelt på de enkelte afgrøder, af Planteværnscentret.

Tabel 1. Antal gennemsnitlige årlige behandlinger af landbrugets hovedafgrøder i årene 1981-1984.

	Korn	Raps	Frø	Kar- tofler	Roer	Ærter	Majs	Grøn- sager	Græs	Gns.
Herbicer										
1981	0.9	1.3	1.3	1.6	1.8	1.4	1.0	2.6	0.1	1.0
1982	1.1	1.4	1.8	1.6	2.0	1.7	1.0	2.7	0.1	1.2
1983	1.3	1.3	1.8	2.3	2.2	1.3	1.0	2.9	0.2	1.3
1984	1.3	1.5	1.6	2.0	2.4	1.5	1.0	2.4	0.3	1.4
Fungicider										
1981	0.4	—	—	3.1	0.01	1.4	—	2.2	—	0.3
1982	0.7	0.03	—	3.0	0.01	1.4	—	2.2	—	0.5
1983	1.3	0.04	—	3.0	0.01	1.6	—	2.2	—	1.0
1984	1.8	0.04	—	3.0	0.01	1.2	—	2.2	—	1.2
Insekticider										
1981	0.2	1.1	0.1	0.2	0.7	1.2	0.2	2.3	0.01	0.2
1982	0.3	1.3	0.1	0.2	0.7	1.5	0.3	2.4	0.01	0.4
1983	0.5	1.5	0.2	0.2	0.8	1.5	0.3	1.8	0.01	0.5
1984	0.5	1.6	0.4	0.2	0.8	1.6	0.3	1.9	0.02	0.6
Vækstregulerende midler										
1981	0.07	—	—	—	—	—	—	0.04	—	0.05
1982	0.11	—	—	—	—	—	—	0.04	—	0.08
1983	0.23	—	—	—	—	—	—	0.03	—	0.15
1984	0.34	—	—	—	—	—	—	0.03	—	0.23

Beregningerne er gennemført for landbrugets hovedafgrøder i årene 1981-84.

Ved beregningerne er anvendt Kemikaliekontrollens salgstal, anført i afsnit 4, suppleret med Miljøstyrelsens tal over midler, der ikke findes i Kemikaliekontrollens statistik, de doseringer, der normalt anvendes, samt en vurdering af den procentdel af et givet middel, der er brugt til den pågældende afgrøde.

Sådanne beregninger er naturligvis behæftet med nogen usikkerhed. Den reelt anvendte dosering kan afvige fra den anerkendte eller godkendte dosering i såvel opadgående som nedadgående retning. Den største usikkerhed knytter sig til de midler, som anvendes i flere afgrøder. Hos disse kræves et skøn over, hvor mange

procentdele af et middel der skal tilskrives de enkelte afgrøder. Usikkerheden er størst, når forbruget skal fordeles på mange afgrøder, der kun har en lille arealmæssig anvendelse. De beregnede tal for enkelafrøder er behæftede med større usikkerhed end gennemsnittallet for alle afgrøder. Mindre forskelle mellem de årligt behandlede arealer bør ikke tillægges for stor værdi, da skønnet over variationer i forbruget fra år til år er noget usikkert.

De behandlede arealstørrelser er opgivet med afrundede tal. I omstående tabel er anført de beregnede antal gange, som landbrugets hovedafgrøder årligt har kunnet sprøjtes med det solgte kvantum af hhv. herbicider, fungicider, insekticider og vækstregulerende midler.

6. Nettomerudbytte ved anvendelse af pesticider

Dette afsnit indeholder en vurdering af hvilke nettoudbytter, der opnås ved anvendelse af pesticider.

Denne vurdering er baseret på forsøgsresultater udført af De Landøkonomiske Foreninger og Planteværnscentret. For en del afgrøder og skadegørere er der kun få resultater. For de dominerende kornafgrøder er resultaterne mere omfattende.

De anførte nettoudbytter er gennemsnitsværdier, som dækker over meget store variationer, både mellem udbredelse og angrebsgrad af de forskellige skadegørere inden for det enkelte år og over en længere årrække.

Vurderingen er endvidere baseret på anvendelse af de midler, som er mest effektive, og for en række skadegørere vil det være midler, som er markedsført inden for de seneste år.

Det »gennemsnitlige« bekæmpelsesbehov, som er anført, er baseret på registrering af angreb af sygdomme og skadedyr, som er foretaget i de Månedsoversigter, som samles af Planteværnscentret, samt de forskellige mere systematiske registreringer af forskellige skadegørere, som er udført ved Planteværnscentret. Også her er hovedvægten lagt på udbredelse og angreb, som er forekommet i det seneste årti med den begrundelse, at skadegørernes forekomst er snævert knyttet til den aktuelle afgrødefordeling, de anvendte sorter og den anvendte dyrkningsteknik.

Det skal endelig understreges, at de foretagne vurderinger i væsentlig udstrækning er baseret på skøn foretaget af medarbejdere ved Planteværnscentret.

Sådanne skøn indeholder naturligvis en

betydelig usikkerhed, og derfor vil der være behov for en fortsat justering af de anførte værdier i takt med, at fremtidige undersøgelser medfører mere præcise oplysninger om de enkelte skadegørere.

De foretagne beregninger og vurderinger, som ikke medregner kvalitetsforringelsen, viser, at den umiddelbare nettoværdi ved anvendelse af pesticider. Vurderet på baggrund af arealfordelingen i 1984:

Herbicer	1,7 milliarder
Fungicer	1,3 milliarder
Insekticer	0,6 milliarder
Pesticider i alt	3,6 milliarder

De samlede omkostninger ved anvendelse af pesticider anslås til ca. 2 milliarder fordelt med 1,3 mia. til indkøb af pesticider og 0,7 mia. til udbringning. Dette svarer samlet til, at hver investeret krone har givet et nettoafkast på lidt under 2 kroner.

I rapporten »Pesticider, forbrug, fordele, ulemper og fremtidsperspektiver« (Beretning nr. S 1820, Statens Planteavlsforsøg, 1986) gennemgås i kapitel 6 i detaljer, hvordan Planteværnscentret har regnet sig frem til nettoudbyttet.

Som målestok for størrelsen af nettofortjenesten ved pesticidanvendelse kan nævnes, at landbrugets samlede bruttofaktorindkomst, inkl. både vegetabilsk, animalsk og specialproduktion i 1984, er opgjort til 26,5 milliarder.

Ser vi på udbyttet ved pesticidbehandling i de forskellige afgrøder, er der meget store forskelle. I visse afgrøder, som f.eks. afgræsningsarealer, er pesticidanvendelse af mindre betydning.

For en vigtig landbrugsafgrøde som vinterhvede anslås derimod bekæmpelse af sygdomme og skadedyr at give en netto-merfortjeneste på mere end 1000 kr. pr. ha i gennemsnit af de ca. 300.000 ha, som dyrkes med denne afgrøde.

I andre afgrøder eller kulturer er pesticidanvendelse en afgørende forudsætning for, at produktionen kan finde sted overhovedet. Som eksempel kan følgende nævnes:

- Roedyrkning uden kemisk ukrudtsbekæmpelse vil gøre afgrøden urentabel, idet omkostningerne til manuel renholdelse vil være for høje.

Inden for frugt- og havebrugssektoren, hvor det har været meget vanskeligt at vurdere nettoværdien ved sprøjtning, kan følgende eksempler nævnes:

- Sygdoms- og skadedyrsbekæmpelse i gartneri og frugtavl er en forudsætning for, at dyrkerne kan leve op til de meget

høje kvalitetskrav, der stilles til produkter inden for disse områder. Således regner man det bl.a. for givet, at det ikke længere vil være muligt at afsætte halvdelen af æbleproduktionen som 1. kvalitet, som det sker i øjeblikket.

- Potteplanter, der er en stor dansk eksportartikel, kan kun forventes afsat, såfremt de er fri for sygdomme og skadedyr.

Den skønnede værdi af pesticidbekæmpelse af ukrudt, sygdomme og skadedyr indeholder ikke de langtidseffekter, der ville opstå, hvis pesticider ikke er til rådighed for planteproduktionen.

Udbyttetabet betinget af ukrudt vil herved blive væsentligt større end de tal, der er anført som det aktuelle potentielle udbyttetab. Det samme vil gælde for visse sygdomme specielt de frøbårne, hvorimod det kun i beskedent omfang vil gælde skadedyr.

7. Udbringning af pesticider

Langt den overvejende del (mere end 80%) af de pesticider, som anvendes i dansk jordbrug, udsprøjtes opblandet i vand.

Marksprøjtning

Heraf udbringes langt den største del med traktortrukne marksprøjter, hvor sprøjtevæsken under tryk forstøves fra en række dyser placeret på en sprøjtebom på op til 24 m bredde.

Sprøjtning i frugtavl

Af andre sprøjtetyper skal nævnes de såkaldte tågesprøjter, hvor den forstøvede sprøjtevæske spredes med en kraftig luftstrøm. Denne sprøjteform anvendes fortrinsvis i frugtavl og skovbrug. Endvidere er udviklet andre specialsprøjter ligeledes egnet til koncentratsprøjtning.

Ensartet fordeling

Den størst mulige effekt ved udsprøjtning af pesticider opnås, når sprøjtevæsken fordeles ensartet over det behandlede areal samtidig med, at sprøjtevæsken i videst mulige omfang når frem til de organismer, der skal bekæmpes.

Vinddrift

Ved små dråbestørrelser får man en bedre fordeling og afsætning af sprøjtevæsken på de enkelte planter, men samtidig stiger risikoen for, at der sker afdrift af de udsprøjtede pesticider. Foruden vindhastigheden har sprøjtevæskens koncentration, forstøvningsgrad, retning og spredeshøjde betydning for afdriftens omfang.

Hvordan skal der sprøjtes?

Hvilken indstilling af sprøjteudstyret, der er bedst for at opnå optimal virkning af det middel, der sprøjtes med, afhænger af, hvilke skadegørere der skal bekæmpes, plantebestandens tæthed, midlets virkemåde og formulering samt vejrforholdene ved udsprøjtningen og den nærmeste tid derefter.

Fremtidig forskning og teknisk udvikling

Dette komplicerede samspil er kun i et vist omfang kendt, og derfor bør undersøgelser på dette felt være ret så centrale i den fremtidige plantebeskyttelsesforskning.

Der må fortsat forventes en stærk udvikling af sprøjteteknisk udstyr for at opnå en bedre afsætning på de steder i plantebestanden, hvor der er mest brug for det, samt en jævn fordeling, der er grundlaget for fuld virkning af midlerne, og for at dosis kan reduceres.

Uddannelse i sprøjteteknik

De tekniske muligheder kombineret med en stadig større indsigt i, hvordan man opnår en optimal udnyttelse af pesticiderne, stiller store krav til det personel, der skal udføre behandlingerne i praksis.

En bedre uddannelse af de mennesker, som udfører dette arbejde, er derfor også afgørende for en optimal og sikker anvendelse af pesticider. Landbrugsskolerne og Landbrugets Informationskontor er da også i færd med at planlægge et kursus, som skal afsluttes med teoretiske og praktiske prøver for personer, som skal udføre pesticidsprøjtninger.

8. Oplysning, undervisning og efteruddannelse

Det ret store udbud af pesticider, der kan anvendes i planteproduktionen, medfører et stort behov for oplysning og undervisning om den mest hensigtsmæssige anvendelse, både set ud fra et økonomisk og et miljømæssigt synspunkt.

Erhvervsorganisationerne, erhvervsskolerne og Statens Planteavlsforsøg udfører da også løbende et betydeligt arbejde for at tilgodese det stigende behov for undervisning og efteruddannelse. I det følgende omtales kort nogle af disse aktiviteter.

Landbrugs- og havebrugsskolerne

Både på grundskole og ved driftslederkurser indgår plantebeskyttelsen som en integreret del af undervisningen. Fra 1986 indgår endvidere på landbrugsskolerne et specielt kursus med henblik på opnåelse af »sprøjteførerbevis«.

Brancheudvalget for jordbrugets arbejdsmarkedsuddannelser

Brancheudvalget arrangerer forskellige kurser blandt andet vedrørende plantebeskyttelse. Kurserne, der afholdes på specialarbejderskolerne, tilbydes inden for alle jordbrugets driftsgrene. Kurserne, der varer 14 dage, er åbne for alle, der søger beskæftigelse ved jordbruget.

Havebrugsskolerne

afholder hvert år kurser af 3-5 dages varighed med henblik på efteruddannelse af erhvervets udøvere. Også ved disse kurser indgår plantebeskyttelsen som en del af programmet.

Landbrugets Informationskontor

tilbyder i samarbejde med Landboorganisationernes Faglige Landscenter og landbrugsskolernes specielle efteruddannelseskurser – »en uge på landbrugsskole«. Disse kurser er oftest afgrødeorienterede, hvor plantebeskyttelsen indgår som en del af programmet. De kan dog være specielt rettet mod anvendelse af pesticider.

Landbrugets Informationskontor udgiver endvidere forskelligt kursusmateriale og en lang række pjecer, der også omfatter plantebeskyttelse. Blandt det udgivne materiale kan anføres »Planteværn i landbruget«, der giver en omtale af plantebeskyttelsesmidlerne samt en vejledning i anvendelsen.

Landboorganisationernes lokale konsulenttjeneste

I de lokale landbo- og husmandsforeninger gennemføres hvert år et stort antal markforsøg bl.a. med pesticider. Resultaterne af disse forsøg danner – sammen med resultater fra Statens Planteavlsforsøg – grundlag for den faglige vejledning bl.a. vedrørende plantebeskyttelse.

De lokale konsulentcentre har stor betydning for efteruddannelse af driftsledere. Der arrangeres korte kurser, afholdes markvandring og forskellige møder. Der udsendes forskelligt informationsmateriale, avlerbreve m.v. Den individuelle vejledning med bl.a. bedriftsbesøg spiller en væsentlig rolle.

Havebrugsorganisationernes konsulenttjeneste

Havebrugets Plantebeskyttelsesudvalg

gennemfører hvert år en lang række forsøg med pesticider. Resultaterne samles i en beretning, som udsendes til erhvervets konsulenter.

Disse resultater danner, sammen med resultater fra Statens Planteavlsforsøg, grundlaget for konsulenternes faglige artikler og foredrag vedrørende plantebeskyttelse. Vigtigt i denne forbindelse er gartnerierhvervets klubber, som er kulturorienterede. Disse klubber afholder gartnerivandringer, mødeaftener etc., hvori konsulenterne deltager.

Landboorganisationernes faglige Landscenter

Landskontoret for Planteavl samler, bearbejder og udgiver »Beretning over planteavlsarbejdet i de landøkonomiske foreninger«. Beretningen udkommer hvert år, og sammendrag og oversigter samles i »Oversigt over landsforsøgene«. Materialet har stor vejledningsværdi, også på plantebeskyttelsesområdet. Materialet anvendes i vid udstrækning ved forskellige møder.

Der arrangeres de såkaldte »sprøjtekurser«, der er dagskurser specielt rettet mod anvendelse af pesticider. Der afholdes et kursus pr. region hvert år. Landskontoret udarbejder forskellige oversigter og artikler, holder en lang række foredrag og medvirker ved kurser og møder.

»Markstyring«, der fuldt udbygget er et EDB-baseret styringsredskab for produktionen i den enkelte mark, er udviklet af Landskontoret for Planteavl. I dette system søges indarbejdet et af Statens Planteavlsforsøg udviklet varslingsprogram for bekæmpelse af plantesygdomme og skadedyr, foreløbig i byg. Landskontoret udarbejder endvidere forskelligt materiale til støtte for de lokale planteavlskonsulenter, bl.a. oplæg til telefonavis og »Planteavlsorientering«. Sidstnævnte indeholder aktuelt nyt fra ind- og udland.

Ligeledes med henblik på efteruddan-

nelse af planteavlskonsulenterne afholdes forskellige møder og 1-dages kurser.

Kursusinstitutionen Tune Landboskole og kursusinstitutionen Koldkærgård Landboskole

Disse institutioner afholder hele året kurser af 1 uges varighed. Kurserne, der omhandler alle emner inden for jordbrugserhvervet, herunder plantebeskyttelse, tager specielt sigte på efteruddannelse af rådgivere og lærere inden for jordbruget.

Kurserne tilrettelægges i samarbejde med brugerne, hvorved der sikres en meget høj grad af aktualitet. Efteruddannelsen tillægges stor betydning og udnyttes i vid udstrækning.

Dansk Erhvervsgartnerforening, Dansk Erhvervsfrugtavl og Dansk Planteskoleejerforening

Disse foreninger arrangerer 1-2 dages kurser i plantebeskyttelse for erhvervets udøvere. Kurserne afholdes efter behov.

Statens Planteavlsforsøg

Planteværnscentret udarbejder og udsender »Planteværnsmeddelelser«, der omhandler prognose og/eller varslings for bekæmpelse af plantesygdomme og skadedyr. Disse meddelelser sendes primært til planteavlskonsulenterne. Resultaterne af forsøg og undersøgelser offentliggøres i »Tidsskrift for Planteavl« og »Meddelelser«. Planteværnscentret udgiver desuden vejledninger for plantebeskyttelse i de vigtigste landbrugsafgrøder og »Grønne Blade«, der omhandler plantepatologiske emner i en kortfattet, populær form. Endvidere udarbejdes der forskellige oversigter og en lang række artikler i fagblade og fagbøger.

»Dansk Planteværnskonference«, der planlægges og afholdes af Planteværnscentret, er et 2-dages møde, hvor de nyeste resultater fremlægges. Konferencen er åben

for alle, men deltagerne er i hovedsagen personer fra rådgivningstjenesten og forskningsinstitutionerne.

Ved Planteværnscentrets afdelinger udføres et ret omfattende diagnosticeringsarbejde på indsendte planteprøver, hovedsagelig fra rådgivningstjenesten. Der ydes ligeledes en omfattende telefonservice for erhvervsorganisationernes fagkonsulenter.

Endelig medvirkes ved kurser og ekskursioner, og der holdes en lang række foredrag om emnet plantebeskyttelse.

Miljøstyrelsen

afholder kurser i brugen af Tx-midler, de såkaldte »rygekurser«. Det er dagkurser, der afsluttes med en skriftlig prøve, der skal bestås for at opnå tilladelse til indkøb og brug af midler i fareklassen »meget giftig« samt brug af »giftige« midler i tågesprøjte i væksthuse.

Kurserne, der afholdes en gang årligt på de 3 havebrugsskoler Beder, Søhus og

Vilvorde, indgår som et led i den teoretiske uddannelse af væksthushavere.

Kurserne omfatter bl.a. lovgivning, personlige værnemidler og udbringningsteknik.

Miljøstyrelsen har endvidere de senere år arrangeret 1-dages kurser vedrørende muldvarpebekæmpelse. Disse kurser afsluttes med en skriftlig prøve. Den opnåede tilladelse gælder i 3 år.

Fremtiden

De ovennævnte aktiviteter vil formentlig blive øget i de kommende år. Dertil kommer, at datateknikken uden tvivl fremover i stadig stigende grad vil blive udnyttet i informations- og vejledningstjenesten. Som et led i denne udvikling arbejder såvel Statens Planteavlsforsøg som Landskontoret for Planteavl med projekter vedrørende informatik i jordbruget, herunder bl.a. opbygning af en informationsdatabase for planteværnsrådgivning og database til brug ved produktionsstyring.

9. Problemer ved pesticidanvendelsen

Anvendelse af pesticider medfører risiko for en række utilsigtede effekter umiddelbart i forbindelse med udbringelsen såvel som på længere sigt.

De umiddelbare konsekvenser er vurderet ved de betingelser, der fastsættes for godkendelse og anvendelse af midler.

De sikkerhedsmæssige og miljømæssige krav til pesticider fastsættes af Miljøstyrelsen og skal sikre, at en forskriftsmæssig anvendelse af pesticider ikke medfører risici for de mennesker, som arbejder med pesticiderne. De skal ligeledes sikre, at der ikke er risici i forbindelse med anvendelse af de behandlede afgrøder, samt at de miljømæssige påvirkninger holdes på et acceptabelt niveau.

Hvor forskrifterne ikke følges, vil der kunne opstå umiddelbart negative effekter ved pesticidanvendelsen som f.eks. forgiftning af bier, overskridelse af fastsatte grænseværdier for indhold af pesticider i planteprodukter eller skade på afgrøder. Disse forhold vil forholdsvis let kunne registreres.

Det er derimod yderst vanskeligt at fastslå en evt. diffus langsigtet påvirkning af flora og fauna, en evt. langsom nedsivning af pesticider til dræn- og jordvand eller en langsom stigning i den generelle baggrundsbelastning af disse stoffer i vores omgivende miljø.

Pesticiders indflydelse på planteproduktets kemiske sammensætning og pesticidernes indflydelse på mikrofloraen i jord og på planter er andre forhold, som kun i ringe grad er belyst, og som samtidig er vanskelige at påvise.

Ved stadig anvendelse af pesticider er

udvikling af pesticidresistens hos skadegørere et andet aspekt af betydning. Den udbredte stuefluebekæmpelse, som blev indledt i midten af dette århundrede, medførte hurtigt udvikling af resistente stuefluer, og dermed blev mulighederne for en effektiv bekæmpelse stærkt reduceret. Lignende men mindre udtalte eksempler kendes blandt ukrudt, sygdomme og skadedyr.

Den effektive skadegørerbekæmpelse, som kan opnås ved anvendelse af pesticider kan også medføre positive langsigtede effekter – f.eks. vil en effektiv ukrudtsbekæmpelse ikke alene medføre umiddelbar gevinst, men indebærer også, at den totale ukrudtsbestand bliver reduceret på længere sigt. Et mindre hensigtsmæssigt forhold i denne forbindelse er, at ukrudts sammensætningen samtidig ændres imod arter, der er vanskelige at bekæmpe med de i praksis mest anvendte midler.

9.1. Planter og planteprodukter

Anvendelse af pesticider i plantedyrknin-gen medfører ligesom alle andre kulturforanstaltninger både positive og negative effekter. Den tilstræbte effekt, en bedring af planternes livsvilkår og dermed et større udbytte, må anses for positiv. At man ofte tillige får planteprodukter af en højere kvalitet og fri for sygdomme, er salgsmæssigt og opbevaringsmæssigt en fordel.

Pesticidrester

Pesticidanvendelse medfører imidlertid også, at der kan findes rester af pesticider i de behandlede afgrøder. Forekomst af

rester begrænses gennem de lovhjemlede restriktioner/tilladelser og forbud mod andre anvendelser end dem, der er angivet på pesticidemballagen. Som baggrund for tilladelserne til brug af de forskellige pesticider ligger en vurdering af »mulige pesticidrester« efter forskellige anvendelsesmåder under varierende klimaforhold fastlagt ved kontrollerede sprøjteforsøg.

De nationale og internationale fastsatte maksimale grænseværdier ligger generelt meget langt under det niveau, som kan karakteriseres som sundhedsskadeligt selv ved indtagelse af ensidig pesticidbehandlingst kost.

Kontrol med pesticidrester

Den offentlige stikprøvekontrol er forbrugernes garanti for, at de fastsatte grænser for pesticidindhold i fødevarer overholdes. Overskridelserne var i 1981 i størrelsesordenen 2% for importeret, men under 1% for danskavlet frugt og grønt.

Pesticiders indflydelse på næringsværdien

Undersøgelser, der belyser pesticiders indflydelse på planteprodukters næringsværdi, er kun udført i meget begrænset udstrækning. I danske forsøg med fungicid- og insekticidbehandlet korn blev der konstateret ændringer i næringsværdien, men disse ændringer kan forklares med baggrund i ændrede udbytteforhold. Forskelligt gødskningsniveau, jordtyper, vandforsyning, sorter osv. er faktorer, som i langt højere grad påvirker næringsværdien af plantemateriale til foder end forskriftsmæssigt udførte behovsbestemte pesticidbehandlinger. Yderligere forsøg og undersøgelser på dette område gennemføres.

9.2. Jord

Nedbrydningen af pesticider i jord foretages primært af jordbundens bakterier og

svampe. Hastigheden er stærkt afhængig af hvilket stof, der er tale om, og af jordmiljøet (temperatur, vandindhold og jordtype). Nedbrydningstiden for forskellige stoffer varierer fra år for de mest stabile og helt ned til få dage for de lettest nedbrydelige.

Pesticidnedbrydning – temperatur og jordfugtigheds indflydelse

Temperaturens indflydelse hænger sammen med, at denne faktor påvirker både væksten og aktiviteten af de nedbrydende mikroorganismer, reaktionshastigheden af enzymatiske og af andre kemiske processer i jorden og pesticidets absorption og opløselighed. Jordens vandindhold påvirker også væksten og aktiviteten af de nedbrydende mikroorganismer og adsorption og opløselighed af pesticidet. Samtidig vil vandindholdet også påvirke pesticidets transport i jorden.

Jordtemperaturen i 10 cm's dybde varierer fra 0°C om vinteren til 18-20°C om sommeren, medens vandindholdet varierer fra vandmættet i vintermånederne til større eller mindre grad af udtørring i sommerperioden. I de kolde vintermåneder vil nedbrydningen forløbe meget langsomt, og i sommerperioder med ringe nedbør kan jorden blive så udtørret, at nedbrydningen går i stå.

Pesticidnedbrydning – jordtype og koncentrations indflydelse

Jordtypen og koncentrationen af pesticidet har også en stor indflydelse på nedbrydningshastigheden. Generelt tager nedbrydningen af en høj koncentration længere tid end en lavere, medens det er mere vanskeligt at generalisere om jordtypens indflydelse.

Pesticider kan bindes til jordpartikler og den mængde pesticid, der kan optages i planterne vil derfor ofte afhænge af jordtypen. I humusrige jorde vil en mindre

mængde normalt være tilgængelig for planterne end i sandjorde.

Behov for videre forskning

En dyrkningssikker og miljømæssigt forsvarlig pesticidanvendelse kræver, at man har kendskab til pesticidernes opførsel i jord. Man søger derfor at tage hensyn til disse forhold både i vejledningen om brug af pesticider og i Miljøstyrelsens godkendelsesordning. Forsøg og undersøgelser til yderligere belysning af problematikken er under gennemførelse.

9.3. Vand

Det er vanskeligt at vurdere risikoen for udvaskningen af et pesticid til grundvandet, idet man ved laboratorieforsøg ikke kan kopiere miljøet fuldstændigt. Ved laboratorieforsøg kan man dog opstille nogle parametre for henholdsvis pesticidets egenskaber og miljøets. Jo flere af nedennævnte karakteristika pesticidet og miljøet er i besiddelse af, jo større sandsynlighed er der for, at pesticidet når grundvandet.

Pesticider: egenskaber, der øger risikoen for grundvandsforurening

- en vandopløselighed større end ca. 30 ppm (mg/l)
- Kd-værdi mindre end 1 eller 2
- et vist damptryk
- en negativ ladning ved pågældende pH
- halveringstiden for hydrolysen skal være større end 25 uger
- halveringstiden for photolysen skal være større end 1 uge
- halveringstiden for jordens nedbrydning skal være større end 23 uger

Miljøet: indflydelse, der øger risikoen for grundvandsforurening

- områder med et vandoverskud til ned-sivning

- områder med højtliggende grundvand
- jordtyper, som har en høj hydraulisk ledningsevne
- jorde med et pH, som virker stabiliserende på det pågældende pesticid
- lav temperatur (øger nedbrydningstiden)
- områder, hvor grundvandet har et højt nitratindhold

Der foretages p.t. forskning, der skal klarlægge, hvorvidt jordbrugets pesticidanvendelse har bevirket nedsivning til grundvandet.

De områder, som formodes at være de mest risikable med hensyn til pesticidnedvaskning til grundvandet, er de sandede aflejringer i Jylland.

9.4. Pesticider og flora

Agerjordens vilde flora gennemgår til stadighed ændringer i intensitet og artssammensætning med baggrund i skiftende sædskifte og dyrkningsteknik.

Sædskiftet er en af de væsentligste faktorer for, at jordbrugeren kan få det størst mulige økonomiske overskud. Udvidet anvendelse af kunstgødning, nye maskintyper og maskinkombinationer samt fremkomst af nye pesticider er eksempler på de væsentligste dyrkningstekniske fremskridt, der har ændret sædskiftet op igennem dette århundrede.

Kemisk ukrudtsbekæmpelse med organiske forbindelser blev indført i dansk landbrug sidst i 40'erne.

Det blev nu muligt at foretage en effektiv bekæmpelse af en række ukrudsarter i korn, f.eks. tidsel, agersennep, pileurt m.fl., hvilket øgede kornudbyttet.

I 60'erne fremkom en lang række nye ukrudtsmidler, således at der nu kunne bekæmpes ukrudt i næsten alle afgrøder.

Forandringer i ukrudtsfloraen

Botaniske optællinger først i dette århundrede, omkring 1945 og 1963/71, viser at ukrudtsfloraen har undergået tydelige forandringer. Ukrudtsmængden er totalt reduceret fra 1945-1968 med ca. 25%. Antallet af to- og flerårige tokimbladede arter er generelt gået tilbage (f.eks. agertidsel, svinemælk og skræppearter). Imellem de tokimbladede sommer- og vinterannuelle arter er der sket markante forskydninger. Visse arter er reduceret kraftigt i deres udbredelse, andre er tiltaget.

At herbiciderne har medvirket til disse artsforskydninger er sikkert. F.eks. har de 30 års anvendelse af hormonmidler til ukrudtsbekæmpelse i korn næsten fjernet agersennep fra markerne. De seneste års stærke stigning i rapsarealet har dog givet agersennep en fornyet opformeringsmulighed.

Øget mængde græsukrudt

De senere års store omlægning fra vår- til vintersæd har givet en opformering af ukrudtsgræsser, således at bekæmpelse af f.eks. enårig rapgræs og vindaks vil være aktuell i de kommende år. Flyvehavrens udbredelse er ikke kortlagt i de senere år, men indberetninger tyder på, at arten spredes til flere ejendomme. Den eksisterende lovgivning for denne art samt den kemiske bekæmpelse har dog betydet, at der ikke er sket en markant opformering.

Samspil af mange faktorer

Den tidligere omtalte reduktion af ukrudtsbekæmpelse, som har fundet sted fra 1945 til i dag, skyldes et samspil af flere faktorer, bl.a. sædskifte, maskinanvendelse, gødsning og ukrudtsprøjtning. Alle disse dyrkningstekniske faktorer har til formål at optimere afgrødens vækst. Sker der væsentlige ændringer i en eller flere af disse faktorer, vil det påvirke den vilde floras artssammensætning i intensitet. Sæn-

kes f.eks. anvendelsen af gødsning væsentligt, vil det bevirke mere åbne afgrøder og give den vilde flora bedre etablerings- og udviklingsmuligheder, hvilket vil betyde behov for en mere intensiv herbicidbehandling.

9.5. Nytteinsekter og øvrige fauna

Forekomsten af skadedyr begrænses i et vist omfang af naturligt forekommende insekter og mider (ofte kaldet nyttedyr). Disse kan være rovdyr eller snylttere. Ved bekæmpelse af skadedyrene med insekticider skades nyttedyrene i større eller mindre omfang, afhængig af det anvendte middel, idet midlerne påvirker nyttedyrene forskelligt. Fungicider og specielt herbicider kan også mindske mængden af nyttedyr og nedsætte deres nytteproduktion.

Test af pesticiders effekt på nytteinsekter

For at kunne anvende midler, der skader mindst muligt, er det vigtigt at kende adskillige detaljer af de enkelte midlers påvirkning af nyttedyrene (f.eks. om snyltekapacitet nedsættes). Med henblik herpå har en række forskere fra forskellige europæiske lande indledt et samarbejde under den Internationale Organisation for Biologisk Bekæmpelse (IOBC). En arbejdsgruppe har udviklet standardiserede testmetoder til forskellige nyttedyrsarter. På denne måde er 62 pesticiders virkning på op til 18 arter af nyttedyr undersøgt, mens 20 andre pesticider er under testning.

Ved Planteværnscentret er der udviklet testmetoder til den rovvide, der bruges mod spindemider i agurkkulturer og til en rovbille, der er en naturlig fjende af kålfluer. Desuden er der testmetoder under udvikling til en snyltehveps, der bruges mod mellus i tomatgartnerier og til en meget udbredt løbebille.

Bedre kendskab til pesticidernes indflydelse på nyttedyrene muliggør udnyttelse af midler, der skåner nyttedyrene. Dette kan medføre større brug af biologisk og integreret bekæmpelse med en formindsket pesticidanvendelse til følge.

De opnåede resultater fra testninger på enkeltarter giver en god baggrund for at antage, at en lang række leddyr påvirkes ved brug af pesticider. Mangel på viden om disse dyrs rolle i det samlede system forhindrer imidlertid en rubricering af påvirkningerne. Virkningstiden af sådanne påvirkninger er ligeledes vanskelig at fastslå.

9.6. Mikroflora

Jordens mikroflora er en uundværlig brik i agerjordens økologi. Mikrofloraen består primært af bakterier og svampe og udgør i en almindelig agerjord flere tons pr. ha. Mikrofloraen bidrager til omsætning af organisk materiale, til opretholdelse af jordstrukturen og til at forhindre opformering af patogene mikroorganismer, der tilføres jorden sammen med døde planterester. Derfor er det meget vigtigt, at brug af pesticider hverken på kortere eller længere sigt ødelægger disse funktioner.

Testmetoder

Der findes mange forskellige metoder til at måle pesticiders effekt på jordens mikroflora. De vigtigste omfatter undersøgelser af mikroorganismers metaboliske aktivitet, antal og sammensætning i jordprøver, der er blevet behandlet med pesticider under naturlige forhold i markforsøg eller under standardiserede betingelser i laboratorieforsøg.

Metoder til undersøgelse af mikroorganismers metaboliske aktivitet er hurtige, billige og forholdsvis lette at standardisere. Til gengæld er de ikke så følsomme som metoder til undersøgelse af mikroorganis-

mers antal og sammensætning. Danske og udenlandske undersøgelser viser generelt, at funktioner som ånding og kvælstofomsætning kun er udsat for svage og forbigående påvirkninger, når pesticider anvendes i realistiske doser.

Resultater fra undersøgelser

En række udenlandske undersøgelser viser, at mikroorganismernes antal og sammensætning kan påvirkes stærkt af pesticider. Hvor ikke skadevoldende organismer hæmmes, har dette i nogle tilfælde medført en opformering af sygdomsfremkaldende mikroorganismer.

I naturen er mikrofloraen udsat for en lang række stresspåvirkninger, som skyldes svingninger i temperatur, nedbør, næringsindhold m.m. Hvis mikroorganismene i marken restitueres lige så hurtigt eller næsten lige så hurtigt efter behandling med pesticider som efter naturlige påvirkninger, er der næppe grund til at antage, at påvirkningen indebærer en økotoksikologisk risiko. Den kaldes derfor »ubetydelig« eller »tolerabel«. Er effekterne derimod af en sådan størrelse og/eller varighed, at man sjældent ser tilsvarende i naturen, kan der være tale om en økotoksikologisk »kritisk« effekt.

Fremtidige krav til pesticidundersøgelser

I forbindelse med godkendelse af pesticider anbefaler man fra europæisk side, at kemikaliefirmaerne får foretaget undersøgelser af mikroorganismers metaboliske aktivitet. Det understreges dog samtidig, at disse tests ikke i tilstrækkelig grad belyser pesticiders eventuelle økotoksikologiske konsekvenser. Der er derfor et stort behov for at intensivere forskningen på disse områder med henblik på at finde egnede metoder til at undersøge pesticiders indflydelse på

- rhizosphærens mikroorganismer
- den mikrobielle balance mellem skade-

voldende og ikke-skadevoldende mikroorganismer

- omsætning af organisk materiale
- mikroorganismer, der har indflydelse på jordstrukturen
- mikroorganismer under markforhold

9.7. Honningbier

Antallet og omfanget af biforgiftningsskader i de senere år har vist en betydelig nedgang i forhold til årene fra begyndelsen af halvtredserne til midten af halvfjerderne. Dette til trods for en meget betydelig rapsavl i de seneste 5-6 år.

Årsagen til dette må hovedsageligt tilskrives en betydelig bedre forståelse i landbrugskredse for anvendelse af pesticider og farligheden af dem. En nedgang i anvendelse af de meget bifarlige organiske fosformidler spiller formentlig også en rolle. Yderligere er den forbedrede sprøjte-teknik samt ophør med anvendelse af pudring også årsag til, at overdoseringer undgås.

Den nye lov om biavl, der har været i kraft siden 1982, har givet en bedre vejledning samt en mere ensartet vurdering af biforgiftningsskaderne, hvilket allerede har kunnet spores de sidste par år. Desuden har den nu indførte differentierede bifare-mærkning af pesticiderne medført en større respekt om de meget bifarlige midlers anvendelse.

Der synes dog fortsat at kunne opstå problemer i forbindelse med vinddrift til blomstrende naboarealer. Ikke mindst i forbindelse med sprøjtninger i ikke-blomstrende marker, hvor der ofte anvendes meget bifarlige midler. Endvidere har bladlusprøjtninger i bl.a. korn, roe og ærtemarker givet problemer i de senere år, da disse sprøjtninger ofte foregår på sensommeren, hvor hovedtrækket for bier er ophørt. De søger i denne tid den tilfældigt

blomstrende udkrudtsflora på skel og i afgrøderne samt bladlusenes honningdug, der undertiden kan medføre et betydeligt bitræk.

9.8. Resistensudvikling

Ved pesticidresistens forstås, at en population af ukrudt, svampe eller skadedyr viser en arveligt betinget nedsat følsomhed over for de pesticider, de tidligere har kunnet bekæmpes af. Pesticidresistens er inden for visse dele af jordbruget blevet et stadig større problem, og især efter brug af visse nyere svampemidler har det vist sig, at problemer med svigtende virkning ret hurtigt opstår efter gentagen anvendelse.

Herbicidresistens

Til trods for at fremkomsten af herbicidresistente planter er blevet forudsagt siden midten af 50'erne, var det først i løbet af 70'erne, at de første tilfælde blev konstateret.

Resistens er primært fundet over for S-triaziner, men i de senere år er der også konstateret resistens over for trifluralin og paraquat. Derimod er der hidtil ikke konstateret resistens over for de meget anvendte hormonmidler.

Hvordan og hvor hurtigt resistens udvikles i en plantepopulation, ved man endnu kun lidt om, men fælles for de ovenfor nævnte herbicider er, at de har udøvet et selektionstryk ved enten at være meget persistente (triaziner og trifluralin) eller være anvendt flere gange pr. vækstsæson (paraquat), samt at de har en meget specifik virkemåde i planten. Hormonmidler besidder ingen af disse karakteristika.

I Danmark synes det første tilfælde af resistens over for S-triazinen (atrazin) nu ved at være konstateret i majsmarker, hvor der har været dyrket majs og anvendt triaziner over flere år.

Fungicidresistens

Problemet med fungicidresistens er først blevet alvorligt i de senere år efter udbredelsen af de nyere fungicider med specifik virkemåde. Disse midler virker, i modsætning til de ældre kontaktfungicider, kun et eller få steder i svampens stofskifte, og netop dette forhold er årsag til den større risiko for resistensudvikling. Visse fungicidtyper kan karakteriseres som »risiko«-midler og efter gentagen brug af disse midler vil der være en stor risiko for hurtig resistensudvikling, mens der efter brug af andre typer i praksis vil være en meget lille risiko.

Fungicider af benzimidazoltypen er udprægede risikomidler og i de senere år er der i Danmark konstateret resistensudvikling hos sneskimmel og knækkefodsyge på korn. Dette har ført til en ændring i brugen af midler til bekæmpelse af disse sygdomme. I havebrug og frugtavler er der konstateret svigtende virkning efter sprøjtning med benzimidazoler mod æbleskurv, grå monilia på kirsebær og gråskimmel på jordbær. Udvikling af fungicidresistens antages her at være hovedårsag til den faldende virkning. Ved Planteværnscentret undersøges også andre middeltyper, men intet tyder på, at en truende resistensudvikling er i gang for øjeblikket.

Insekticidresistens

Den mest almindelige måde insekticidresi-

stens opstår på er, at resistente insekter danner specielle enzymer, der er i stand til at nedbryde insekticiderne, før de når nervesystemet, som er målet for de fleste insektmidler.

I Danmark begyndte det i 1940'erne med DDT-resistens hos stuefluen, som senere yderligere har udviklet resistens mod flere andre insektekticider.

I frugtavlen og væksthushavet kendes tilsvarende alvorlig resistens mod adskillige insekticider hos flere arter spinde-mider.

Ved forædling af bederoer i væksthuse ses også resistente ferskenbladlus, og under markforhold synes der at være en mindre bestand af svagt resistente ferskenbladlus til stede.

Behov for bekæmpelsesstrategier

Pesticider bør bruges med omtanke. Ikke alene af miljømæssige grunde, men også fordi en forkert brug på længere sigt kan føre til resistensdannelse og svigtende virkning.

Hvis udviklingen har løbet så langt, at resistente skadegørere dominerer, er det for sent at gøre noget, og den pågældende middelgruppe er tabt.

Nøje kendskab til de forskellige pesticidtyper og deres virkning er derfor af stor betydning for at kunne anvise en bekæmpelsesstrategi med mindst mulig risiko for resistensudvikling.

10. Fremtidig plantebeskyttelse, forskning og udvikling

I de følgende afsnit er der peget på en række aktiviteter, som er centrale i den fremtidige forskning vedrørende plantebeskyttelsesforhold.

Anvendelse af kemiske pesticider er helt afgørende for at opnå en økonomisk rentabel planteproduktion.

Derfor vil en række af de fremtidige forskningsopgaver blive koncentreret om at udnytte de kemiske pesticider økonomisk og økologisk optimalt.

De mest centrale opgaver er en fortsat udvikling af arbejdet med at fastsætte økonomisk baserede skadetærskler for de enkelte afgrøder og de skadegørere, som er væsentlige i de pågældende afgrøder. Endvidere er en fortsat udvikling af prognoser for og varsling imod skadegørere en vigtig støtte til den enkelte avlers afgørelse af, hvornår der bør sættes ind med bekæmpelsesforanstaltningen.

For at opnå de bedst mulige forudsætninger for en behovsbaseret anvendelse af pesticider er det afgørende, at der er metoder til rådighed, som gør det muligt for den enkelte avler at foretage en sikker og rimelig præcis bestemmelse af den aktuelle angrebsgrad af forekommende skadegørere.

Praktisk anvendelige metoder til en sådan bestemmelse af aktuelle angreb skal være relativt simple og hurtige for at kunne konkurrere med en rutinemæssig bekæmpelse. Det samlede arbejdsforbrug ved avanceret korndyrkning er nemlig kun 4-6 timer pr. ha.

Bedre kendskab til de enkelte pesticiders virkemåde i forhold til de tilstande, der er til stede ved behandlingen, vil muligvis gøre en mere nuanceret fastsættelse af de

mængder (doseringer), som er nødvendige for at opnå det ønskede bekæmpelsesresultat.

Udnyttelse af sorter, som er resistente eller tolerante over for vigtige skadegørere, har en central betydning på visse områder – resistens over for nematoder hos korn og kartofler – resistens hos kartofler over for brok og rattlevirus – og ikke mindst kornsorters resistens over for en række svampesygdomme.

Udvikling af flere og mere effektive resistente sorter har betydelige potentielle muligheder, som yderligere er blevet intensiveret med udvikling af de bioteknologiske teknikker, hvor kombination af gener i hidtil ukendt målestok er inden for rækkevidde.

Bedre indsigt i kulturforanstaltningers indflydelse på udviklingen af skadevoldende angreb af ukrudt, sygdomme og skadedyr og større udnyttelse af de naturligt forekommende organismer, som hæmmer opformering af skadegørere, er andre vigtige aspekter ved den fremtidige forskning vedrørende plantebeskyttelse.

Biologisk bekæmpelse anvendes som rutine inden for visse afgrøder og skadedyr i væksthuse. Ved en videreudvikling af biologisk bekæmpelse inden for disse afgrøder bør der sættes på både økonomiske og arbejdsmiljømæssige forhold. En anden væsentlig grund til at satse på biologisk bekæmpelse specielt i disse afgrøder er, at risikoen for resistensudvikling over for pesticider hos skadegørere er særdeles udtalt i væksthuseafgrøder. I opvarmede væksthuse sker der en opformering af skadegørerne året igennem, hvilket medfø-

rer, at der er behov for hyppige behandlinger med pesticider og dermed øget risiko for resistensudvikling hos skadegørerne.

Bedre viden om pesticiderne ønskes ligeledes i forbindelse med deres eventuelle påvirkninger af økosystemerne på vore dyrkede arealer, såvel som den samlede effekt på den danske natur.

10.1. Biologisk bekæmpelse af planteskadegørere i Danmark

Biologisk bekæmpelse omfatter brugen af to typer af nytteorganismer, nemlig nyttedyr (rovdyr og snylttere) og mikroorganismer. Arbejdet med biologisk bekæmpelse har indtil videre hovedsageligt koncentreret sig om nyttedyrsanvendelsen.

Biologisk bekæmpelse i væksthuse med nyttedyr

Indtil videre bruges biologisk bekæmpelse i større stil kun inden for væksthusektoren her i landet. Brug af nyttedyr er normal praksis i næsten alle danske væksthuse med agurk og tomat. En udbredelse af disse metoder til andre kulturer ligger inden for rækkevidde. På nuværende tidspunkt kan de fem vigtigste skadedyr i væksthuse bekæmpes med nyttedyr. Der forestår dog et tilpasningsarbejde for at sikre metodernes succes i prydplante-kulturer, da dyrkningspraksis og krav til bekæmpelsesresultatet er anderledes end i grønsagskulturer. Der vil være et udvidet behov for vejledning af gartnere, hvis biologisk bekæmpelse af skadedyr i alle væksthuskulturer skal blive almindelig praksis.

Biologisk bekæmpelse på friland med nyttedyr

På friland vil brug af nyttedyr til biologisk bekæmpelse muligvis kræve mange udsætninger, bl. a. fordi vejret kan mindske nyttedyrbestandene meget kraftigt. De mu-

ligheder, som synes umiddelbart inden for rækkevidde under danske forhold, omfatter frugtplantager og grønsagskulturer på friland, dvs. ikke egentlige markafgrøder. Disse afgrøder er karakteriseret ved enten at byde på beskyttede dyrkningsbetingelser (læ, varierede biotoper) eller ved at kunne bære de omkostninger, som særlige foranstaltninger til fordel for nyttedyrene (vanding) kan medføre.

Mikrobiologisk bekæmpelse

Der foreligger adskillige muligheder for at bruge mikroorganismer mod skadedyr både på friland og i væksthuse. Fordelen ved disse metoder er stor selektivitet, hvorved bekæmpelsen ofte kan gennemføres uden at påvirke andet end målorganismen. De kan desuden formuleres som et vandopløseligt pulver, lagres og udbringes med almindeligt sprøjteudstyr.

Der vil utvivlsomt kunne findes arter eller racer af mikroorganismerne, som er effektive under danske forhold, dette kræver dog en stor forskningsindsats på dette felt. Tilskyndelsen til at gennemføre disse undersøgelser er de senere år blevet hæmmet af usikkerhed om proceduren og omkostningerne ved at få godkendt mikrobiologiske præparater. Mikrobiologiske præparater vil fortrinsvis kunne bruges på mindre afgrøder (frilandsgrønsager, frugtavl, planteskoler, væksthuse). Dette gør imidlertid markedet for lille til at kunne bære store omkostninger til godkendelse. På den anden side er netop disse afgrøder karakteriseret ved relativt mange pesticid-behandlinger, som kan mindskes, hvis alternative bekæmpelsesmuligheder foreligger.

Biologisk bekæmpelse af ukrudt ved hjælp af skadedyr, svampe eller virus anses for nærværende ikke for at være realistisk under danske dyrkningsforhold.

Den bioteknologiske forskning kan imidlertid indebære sådanne muligheder

på længere sigt. Udnyttelsen af afgrødens konkurrence over for ukrudtsfloraen indgår i nogen grad i den almindelige dyrkningsteknik.

Kan biologisk bekæmpelse nedsætte pesticidforbruget?

Ved en udvidet brug af biologisk bekæmpelse vil man altså kunne nedsætte pesticidforbruget mod en række skadegørere i specielle afgrøder især i væksthuse, men også på friland. Ikke mindst privathavebruget vil kunne nyde godt af en udvidet adgang til biologiske bekæmpelsesmetoder. Altafgørende for denne udvikling er imidlertid, at avlerne kan skaffe sig nytteorganismerne. Dette forudsætter dels, at en godkendelse af mikrobiologiske præparater til brug i Danmark ikke er urimeligt dyr eller krævende. Desuden må der især for nyttedyrs vedkommende sikres en dansk produktion, således at transportvejen bliver så kort som mulig. Derved sikres dyrenes overlevelse i transportfasen og dermed deres effektivitet. Endelig må denne udvikling følges op af en adgang til rådgivning, hvilket er nødvendigt, hvis metoderne skal vinde indpas på nye kulturer og arealer.

10.2. Godkendelse af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler

Svampe, bakterier, virus og andre biologiske bekæmpelsespræparater rummer nogle potentielle muligheder som erstatning for pesticider.

Særlige risici

Markedsføring af sådanne produkter rummer imidlertid en række særlige problemer i forhold til almindelige bekæmpelsesmidler. Da det er levende organismer, der skal bruges, vil det kræve, at der foretages en

særlig vurdering af de risici, der kan være til stede. Der skal bl.a. være sikkerhed for, at organismene ikke forvolder skade på andre organismer end de tilsigtede.

For at imødekomme disse problemer har Miljøstyrelsen nedsat en arbejdsgruppe, som skal fastsætte regler for godkendelse og anvendelse af mikrobiologiske bekæmpelsesmidler.

For mikroorganismer til bekæmpelsesbrug, som bliver udviklet ved gensplejningsmetoder, gælder de særlige regler, som omfatter disse produkter generelt.

Krav til standardisering

Mikrobiologiske præparater er vanskelige at karakterisere. Det store antal organismer, som indgår i disse præparater, rummer mulighed for opformering af mutanter med andre egenskaber end den oprindelige godkendte organisme.

Det vil derfor være hensigtsmæssigt, hvis man internationalt får organiseret referencestammer af de enkelte organismer, som kan bruges til vurdering af de organismer, som findes i forskellige præparater.

Særlige krav til holdbarhed og effektivitet

Biologiske præparater vil i højere grad påvirkes af opbevaringsbetingelser og lagringstiden. Derfor bør det af præparatpakningerne fremgå, hvilken holdbarhed præparaterne har under definerede opbevaringsbetingelser.

Karakteristik af midlets indhold af aktive organismer

Biologiske præparater bør på linie med kemiske være forsynet med oplysninger om indholdet af aktive bestanddele.

10.3. Pesticiddoseringer

Den praktiske anvendelse af pesticiderne er i dag baseret på de såkaldte anbefalede

doseringer, som er fastlagt på grundlag af resultaterne dels fra kemikaliefirmaernes egne forsøg og dels fra flere års forsøg ved Statens Planteavlsforsøg. Den anbefalede dosering kan, udtrykt forenklet, siges at være fastlagt således, at der i 95% af de tilfælde, hvor pesticidet anvendes, opnås en tilfredsstillende effekt. I en del af de 95% tilfælde gælder det imidlertid, at en tilfredsstillende effekt kunne have været opnået med en lavere dosering, dvs. den anbefalede dosering har været en overdosering.

Hvorfor varierer den nødvendige dosering?

Årsagen til, at effekten af pesticiderne varierer fra sprøjtning til sprøjtning, er, at effekten af de fleste af pesticiderne er afhængig af en lang række ydre variable faktorer. Ændres en eller flere af disse faktorer, ændres effekten af pesticidet mere eller mindre – afhængigt af de pågældende faktors betydning. De faktorer, der er af størst betydning for effekten af pesticidet er:

- 1) hvilke skadegørere der forekommer og hvilke mængder
- 2) sprøjteteknikken, herunder tilsætning af additiver
- 3) klimafaktorerne før, under og efter sprøjtningen
- 4) hensyntagen til de forskellige jordtypers evne til at binde pesticider

Kan doseringerne nedsættes i i praksis?

I den mere detaljerede rapport er der givet en status over den viden, vi på nuværende tidspunkt besidder vedrørende de forskellige faktors betydning, samt en oversigt over dels igangsatte og dels foreslåede projekter, som har til formål at anviser veje til at reducere de anvendte pesticiddoseringer på grundlag af en mere nuanceret viden omkring de forskellige faktors indflydelse.

10.4. Skadetærskler

Skadetærskler er en beskrivelse af sammenhænge mellem forekomst og angreb af ukrudt, sygdomme og skadedyr i dyrkede afgrøder og de udbyttetab, som angrebene medfører.

Disse sammenhænge påvirkes af en række forhold som f.eks. planternes udviklingsstadium og væksttilstand, forekomst af andre skadegørere, dyrkningsbetingelserne (jordtype, sædskifte, vand og næring), vejret, høstteknik og potentielt høstudbytte.

Sammenhængene kan kun i grove træk beskrives, og det er da også karakteristisk for de skadetærskler, som foreligger, at de er meget simple. Skadetærskler er imidlertid en forudsætning for enhver behovsbetinget bekæmpelse af ukrudt, sygdomme og skadedyr og er derfor et centralt element i de bestræbelser, der udfoldes for at få udviklet integrerede plantebeskyttelsessystemer eller andre former for behovsbetinget anvendelse af pesticider. I praksis er der vejledende skadetærskler til rådighed for de fleste angreb af sygdomme og skadedyr, men praktisk anvendelse af disse skadetærskler forudsætter, at der foreligger simple, men anvendelige metoder til bestemmelse af den aktuelle angrebsgrad af en given skadegører.

Udvikling af metoder til en standardiseret registrering af skadegørere er også en afgørende forudsætning for at udvikle en empirisk fastsættelse af skadetærskler ud fra de mange bekæmpelsesforsøg, som gennemføres som parcellforsøg. Sådanne forsøg gennemføres af Statens Planteavlsforsøg, konsulentvirksomheden og private firmaer. Alene konsulentvirksomheden gennemfører årligt adskillige hundrede markforsøg af denne type, og der er således mulighed for at få belyst skadetærskler for en række skadegørere/afgrøder under meget forskellige dyrkningsvilkår.

Skadetærskelforsøg

En anden måde at fastlægge skadetærskler for de forskellige afgrøder er at påføre skadegøreren i varierende mængder på forskellige tidspunkter i afgrødens udvikling.

Sådanne forsøg bør ideelt gennemføres under helt veldefinerede og kontrollerbare dyrkningsbetingelser i klimakamre eller andre faciliteter, hvor alle vækstforhold kan varieres efter ønske.

Imidlertid har det vist sig, at resultater opnået under sådanne betingelser ikke umiddelbart kan overføres til praktiske dyrkningsforhold. Derfor vil en nærmere bestemmelse af praktisk anvendelige skadetærskelværdier blive en kombination af laboratorie- og markundersøgelser sammen med resultater fra markforsøg.

Den økonomiske skadetærskel

I praktisk anvendelige skadetærskler indgår ikke alene de enkelte skadegøreres skadelige effekt, men også prisrelationerne mellem værdien af udbyttetab, gevinst og omkostninger og effekt ved anvendelse af de aktuelle bekæmpelsesmidler. Denne udvidelse af skadetærskelbegrebet benævnes ofte den økonomiske skadetærskel – dvs. angreb, som forårsager tab, som svarer til, hvad det koster at gennemføre en bekæmpelse.

Anvendelse af skadetærskelværdier kompliceres endvidere af, at der ofte optræder flere forskellige skadegørere i afgrøden samtidig, således at skade- og bekæmpelseseffekt skal beregnes ud fra samspillet mellem flere skadegørere, afgrøden og de aktuelle vækstbetingelser.

Anvendelse af skadetærskler skal være bedre end rutinebehandling

På Planteværnscentret er fastsættelse af skadetærskelværdier for de enkelte afgrøder/skadegørere en af de centrale opgaver.

Det har imidlertid vist sig, at det er sær-

deles vanskeligt på overbevisende måde at udvikle praktisk anvendelige skadetærskler, som har været i stand til at konkurrere økonomisk med en rutinemæssig bekæmpelse – en såkaldt plansprøjtning.

En væsentlig årsag til disse vanskeligheder er, at skadetærskelfastsættelse ofte er foretaget ud fra en temmelig usikker bestemmelse af angrebsgraden af skadegørere i de forsøg, der har ligget til grund for fastsættelsen.

I de senere år er der imidlertid udviklet registreringsteknikker, som kombineret med en hyppigere registrering giver et væsentligt mere præcist billede af angrebsgraden igennem vækstperioden og dermed en mere sikker skadetærskelfastsættelse.

Fastsættelse af skadetærskler ud fra markforsøg kompliceres yderligere, da der ved anvendelse af visse svampemidler opnås et merudbytte, uden at der har været påvist visuelle angreb af skadegørere. At der ikke er påvist forekomst af skadegørere er imidlertid ikke ensbetydende med, at de ikke har været til stede – det er primært, fordi de anvendte registrerings-teknikker har været utilstrækkelige.

Bedre registreringsteknikker, der anvendes som fast standard i de mange forskellige forsøg, der udføres vedrørende planteskadegørere, vil derfor forbedre muligheden for fastsættelse af brugbare skadetærskler markant.

Skadetærskler for ukrudtsbekæmpelse

Anvendelsen af skadetærskelbegrebet er påbegyndt senere i forbindelse med ukrudtsbekæmpelse end på svampe- og insektområdet og er derfor ikke kommet til anvendelse i praksis, som det er tilfældet på disse to områder. Det kan imidlertid forventes, at opstillingen og anvendelsen af skadetærskler vil medføre en reduktion af det herbicidbehandlede areal for en række af landbrugets hovedafgrøder, specielt korn og raps.

I tyske forsøg med ukrudtsbekæmpelse har anvendelsen af skadetærskler således været den rutinemæssigt udførte ukrudtsbekæmpelse økonomisk overlegen, og en gennemgang af danske forsøg med ukrudtsbekæmpelse i vårbyg har vist resultater, der stemte overens med de tyske.

Ved skadetærsklen forstås den mængde ukrudt, hvis bekæmpelse giver et merudbytte, der netop betaler for omkostningerne ved bekæmpelsen. Er ukrudtsmængden mindre end skadetærsklen, kan ukrudtsbekæmpelsen med økonomisk fordel undlades.

Anvendelsen af skadetærskelbegrebet i forbindelse med ukrudtsbekæmpelse bygger på, at en række afgrøder hurtigt udvikler en bestand, der dækker jorden og dermed delvis selv er i stand til at skygge en 'lettere' ukrudtsbestand bort. Dette gælder især korn- og rapsafgrøder. I disse afgrøder kan derfor tolereres en vis ukrudtsmængde, før bekæmpelse bliver økonomisk rentabel.

Vigtigheden af afgrødens konkurrenceevne giver sig udslag i, at skadetærsklen for ukrudtsbekæmpelse ligger højere på lerjord end på sandjord. På grund af afgrødens bedre vækstvilkår på de bedre jorder er afgrøden her bedre i stand til at konkurrere med ukrudtet uden udbyttetab til følge.

Fastsættelsen af skadetærskler for ukrudtsbekæmpelse kompliceres af, at ukrudtets indflydelse er flersidig. I det år, hvor ukrudtsbekæmpelsen gennemføres, er formålet at hindre udbyttetab samt undgå høstbesvær og øget vandindhold i den høstede vare.

På længere sigt har ukrudtsbekæmpelsen imidlertid også en effekt, idet ukrudtet er stedbundet. Hvis ukrudtsbekæmpelsen undlades et år, må der påregnes en vis opformering og dermed en øget ukrudtsmængde de kommende år. Ved anvendelsen af skadetærskler skal der således ikke

kun tages hensyn til den afgrøde, hvor ukrudtsbekæmpelsen undlades, men også til, hvilke følger der kan opstå for kommende afgrøder i sædskiftet.

10.5. Prognose- og varslingstjeneste

Udvikling af prognose- og varslingssystemer for skadegørere i jordbruget har til hensigt at forudsige sandsynligheden for skadelige angreb og orientere herom så betids, at eventuel bekæmpelse kan udføres rettidigt. Anvendelsen af sådanne systemer kan i høj grad medvirke til at nedsætte økonomiske tab ved angreb af sygdomme og skadedyr og samtidig medvirke til at hindre unødigt bekæmpelse.

Plantesygdommes og skadedyrs udvikling

De forskellige skadevoldere er påvirket af mange forhold, bl.a. klimatiske forhold, planteart/-sort, sædskifte, såtid, gødskning og naturlige fjender. Niveauet af den enkelte skadevolder varierer derfor overordentlig meget fra år til år og dermed behovet for direkte bekæmpelse. Prognose- og varslingstjenestens værdi ligger i at påvise disse forskelle rettidigt i det enkelte år, så jordbrugeren enten kan træffe foranstaltninger til at undgå betydende tab eller kan undgå unødvendig behandling.

Varslingstjenesten

Planteværnscentret har gennem mange år udsendt prognoser og/eller varslinger for en række skadevoldere, fortrinsvis i landbrugsafgrøder. Varslingen har fra begyndelsen af 30'erne primært omfattet skadevoldere, som er vanskelige at erkende for jordbrugeren og sådanne, som har stor økonomisk betydning. Rækken af skadegørere, for hvilke der varsles, er i de senere år udvidet betydeligt.

En varsling er ikke at opfatte som »start-

skud« til anvendelse af pesticider, men et varsko om, at nu er der risiko for en udvikling, der kan nødvendiggøre direkte bekæmpelse. En varslingskædes ofte sammen med den økonomiske skadetærskel samt de forhold, der betinger en udvikling af den aktuelle skadevolder.

Metoder

Der udføres et omfattende registreringsarbejde som grundlag for udarbejdelsen af prognose og varslinger.

I mange systemer indgår specielt udviklede fælder til registrering af angrebsstyrke og -tidspunkt. For andre skadevoldere bygger varslingen i hovedsagen på en direkte registrering af angrebssniveau i de enkelte afgrøder.

Samarbejde med planteavlskonsulenter

Prognoser og varslinger tilsendes først og fremmest landets planteavlskonsulenter, som videregiver oplysningerne tilrettet de lokale forhold.

Planteavlskonsulenter, forsøgsstationer, sukkerfabrikkerne m.fl. samt interesserede jordbrugere medvirker i vid udstrækning ved indsamling af de data, der danner grundlag for udarbejdelse af prognoser og varslinger.

Udviklingsarbejde

Der udføres til stadighed et betydeligt arbejde med afprøvning, udvikling og forbedring af metoder til registrering, indfangning m.v. og beregning af angrebsrisiko, og der inddrages fortsat flere skadevoldere i prognose- og varslings-tjenesten.

I januar 1983 blev den Jordbrugsmeteorologiske Tjeneste oprettet bl.a. med det formål at medvirke ved prognose- og varslings-tjenesten. Dette har medført øgede muligheder for udnyttelse af klimadata bl.a. fra automatiske vejrstationer.

Indførelsen af EDB-teknikken har åbnet nye muligheder på flere områder. Eks-

empelvis arbejdes der med udvikling af et avlerbaseret registrerings- og varslings-system for sygdomme og skadedyr i kornafgrøder. Dette søges indpasset i det af Landskontoret for Planteavl udviklede markstyringssystem, der er et styringsredskab for produktionen i den enkelte mark.

Prognose- og varslings-systemets betydning

Prognose- og varslings-tjenesten har gennem årene været stærkt medvirkende til at nedsætte tabvoldende angreb af en række skadegørere, hovedsagelig sådanne, som jordbrugeren har vanskeligheder med at erkende. En anden vigtig side af systemet er, at det i høj grad er medvirkende til at hindre unødigt anvendelse af pesticider.

De hidtil opnåede resultater med prognose- og varslings-tjeneste opfordrer til intensivering af arbejdet. Indførelsen af datateknik, der bl.a. muliggør hurtigere behandling af en stor datamængde, vil formentlig kunne medføre øget sikkerhed til gavn for jordbrugeren.

10.6. Jordbrugsmeteorologi og plantebeskyttelse

Meteorologien er læren om vejret. Jordbrugsmeteorologien omfatter studier af meteorologiske forhold af særlig betydning for planteproduktionen, f.eks. strålingsforhold, mikrometeorologiske forhold og jordens tilstand med hensyn til temperatur og vandhold.

Plantebeskyttelse er i flere henseender en stærkt vejrafhængig foranstaltning, der både afhænger af det forløbne, det aktuelle og det fremtidige vejr. Vejrforholdene øver indflydelse på behovet og tidspunktet for plantebeskyttelse og på virkningen af bekæmpelsen. Vejret spiller endvidere også en rolle ved nedbrydningen af bekæmpelsesmidler i jorden.

Klimaets indflydelse på skadegørere

Klimaet, det vil sige det gennemsnitlige vejr for en årrække, er medbestemmende for, hvilke skadegørere der potentielt kan forekomme. De aktuelle vejrforhold er medbestemmende for arten og mængden af skadegørere, der faktisk forekommer inden for et område og på et givet tidspunkt i vækstsæsonen.

Vejret påvirker skadegørere i forskellige stadier af deres livscyklus. Det gælder f.eks. etableringsfasen (infektion, spiring), væksten, udviklingen, formeringen, spredningen og overvintringen. Nogle vejrelementer udøver afgørende indflydelse i alle faser, mens andre især er af betydning i bestemte stadier.

Optimale vejrforhold for sprøjtning

Tidspunktet for iværksættelse af plantebeskyttelse afhænger først og fremmest af behovet, men også af de aktuelle og fremtidige vejrforhold. Det er en betingelse, at man kan færdes i marken. Endvidere har pesticiderne ofte specifikke krav til vejrforholdene, for at der opnås den bedst mulige udbringning, optagelse og efterfølgende virkning af midlet. Hvilke vejrelementer der især spiller en rolle i denne sammenhæng, afhænger af skadegøreren, afgrøden og bekæmpelsesmidlet.

Statens Planteavlsforsøg har etableret et tæt samarbejde med Meteorologisk Institut om jordbrugets behov for vejrinformation. Emnet udgør en del af Jordbrugsmeteorologisk Tjenestes arbejdsområde og drøftes endvidere i Jordbrugsmeteorologisk Udvalg, hvor Meteorologisk Institut er repræsenteret.

'Skadegører-gunstige' vejrforhold

Planteværnscentret gennemfører et omfattende arbejde med udvikling af metoder til vurdering af behovet for plantebeskyttelse over for sygdomme, skadedyr og ukrudt. Et væsentligt element i dette ar-

bejde er fastsættelse af skadetærskler. Med baggrund i vejrets store indflydelse på skadevoldernes vækstvilkår har Planteværnscentret og Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste indledt et samarbejde, som sigter på at fastlægge 'skadegører-gunstige' vejrforhold for udvalgte sygdomme og skadedyr og indbygge denne viden i metoder til vurdering af bekæmpelsesbehovet. Målet med dette arbejde er at udvikle modeller til beregning af skadegørernes angreb. Forudsat at fremtidens vejrudsigter opnår tilstrækkelig pålidelighed, vil modellerne kunne anvendes på de forudsagte meteorologiske data og dermed åbne mulighed for en egentlig fremskrivning (prognose) af skadegørernes angreb.

Vejrets påvirkning af skadegørerne og dets betydning i plantebeskyttelsen er af en meget kompleks karakter, og vores viden om disse samspil er i flere henseender mangelfuld. For at kunne gennemføre økonomisk og miljømæssig optimal plantebeskyttelse er der behov for modeller, der giver en kvantitativ beskrivelse af de komplicerede processer. Udvikling af sådanne modeller kræver yderligere forskning over en længere årrække.

Betydningen af forbedrede vejrudsigter

Økologisk og økonomisk optimal plantebeskyttelse afhænger af pålidelige metoder til vurdering af bekæmpelsesbehovet og af pålidelige kort- og mellemfristede vejrudsigter til brug i planlægningen af bekæmpelsen.

Forbedrede vejrudsigter vil styrke beslutningsgrundlaget for iværksættelse af plantebeskyttelse, bl.a. med hensyn til valg af behandlingstidspunkt og valg af middel. For visse bekæmpelser er det påvist, at doseringsbehovet afhænger af vejrforholdene. I sådanne tilfælde vil pålidelige, regionaliserede vejrudsigter åbne mulighed for anvendelse af faktorkorrigeret dosering, dvs. en dosering der er afpasset

de aktuelle forhold. Herigennem opnås såvel økonomiske som miljømæssige fordele.

10.7. Alternative jordbrugsformer

Betegnelsen økologisk jordbrug anvendes ofte om jordbrug, hvor man ikke anvender pesticider og i øvrigt i begrænset omfang anvender kunstgødning.

En stadig større efterspørgsel efter produkter, som er dyrket efter disse principper, samt den almindelige usikkerhed om forureningsrisikoen ved den almindelige jordbrugspraksis har medført en større interesse for økologiske dyrkningsformer.

Omfanget af økologisk jordbrug

Antallet af brug, som praktiserer denne dyrkningsform, er imidlertid beskeden både i Danmark og i andre lande. En undersøgelse, som blev gennemført for nogle år siden, viste, at der her i landet er ca. 150 brug, som praktiserer økologisk planteavl på et samlet areal på 2000 ha. Tilsvarende opgørelser fra andre lande viser, at mindre end én procent af det dyrkede areal drives økologisk. Mere end 40 procent af de økologisk drevne brug i Danmark er under 5 ha store. Grønsager og kartofler er vigtige afgrøder på disse brug. Sammenlignende undersøgelser viser, at udbyttet fra økologisk dyrkede arealer er mindre (5-25%).

Den betydelige interesse, som visse forbrugergupper udviser over for økologisk dyrkede afgrøder, indebærer, at det hidtil har været muligt at opnå en ikke uvæsentlig merpris for afgrøder dyrket på denne måde.

Bekæmpelse af skadegørere i alternative jordbrug

Ukrudtsbekæmpelse gennemføres ved mekanisk bekæmpelse og ved sædskifte, særligt tilrettelagt med henblik på skift

mellem rensende og forurenende afgrøder. Termisk ukrudtsbekæmpelse (flammebehandling) anvendes kun i ringe udstrækning.

Arbejdsindsatsen ved at foretage en mekanisk ukrudtsbekæmpelse er betydelig større i forhold til anvendelse af herbicider, men det er her væsentligt at erindre, at de fleste økologisk drevne brug har et beskeden areal.

Sygdoms- og skadedyrsbekæmpelse gennemføres i en vis udstrækning ved anvendelse af planteekstrakter eller andre naturpræparater, men forebyggelse via sædskifte og resistente sorter er den vigtigste »bekæmpelsesmåde«.

Endvidere dyrkes økologiske afgrøder gennemgående med et mindre gødningsforbrug med organiske kvælstofgødninger, som frigøres langsommere end de uorganiske kvælstofgødninger. Afgrøder dyrket på denne måde regnes for at være mindre udsatte for angreb af visse sygdomme og skadedyr (meldug, bladlus).

Kendskabet til effektiviteten af de naturpræparater, som anvendes til bekæmpelse af sygdomme og skadedyr, er meget begrænset. Nogle præparater – udtræk af pyrethrum og derris – ligner i princippet de kemiske plantebeskyttelsesmidler, men er mindre effektive. Andre præparater antages at have en fysisk effekt over for skadegørere (kiselpræparater m.v.).

Dobbeltafgrøder eller samplantning kan også hæmme angreb af sygdomme og skadedyr. Den hæmmende effekt opnås ved mindre gunstige opformeringsbetingelser af en skadegører på linie med den »fortyndingseffekt«, som er påvist ved angreb af svampesygdomme i sortsblandinger af korn.

Den større biologiske aktivitet, som er påvist i økologisk dyrkede arealer kan muligvis også have en begrænsende effekt over for angreb af sygdomme.

Et mere varieret sædskifte og ingen pe-

sticidanvendelse giver også en mere talrig og artsvarieret fauna og dermed mulighed for en større tæthed af arter, der æder eller parasiterer planteskadelige insekter.

Det skal imidlertid understreges, at der kun foreligger få resultater fra undersøgelser af disse forhold.

10.8. Resistente sorter

Resistens er værtplantens evne til at modstå angreb af en skadegører, og en effektiv resistens er med til at sikre høje og stabile udbytter og samtidig reducere behovet for anvendelse af kemiske bekæmpelsesmidler. Kendskab til resistensens arvelige og fysiologiske baggrund er vigtig for en rationel udnyttelse i planteafgrøden, og for fastlæggelse af en optimal strategi for anvendelsen af resistente sorter i plantedyrkningen.

Resistens i korn

I dansk landbrug er eksempelvis resistens mod sygdomme som meldug og rust hos korn særdeles vigtig på grund af de store intensivt dyrkede kornarealer og på grund af disse sygdommes evne til at udvikle voldsomme sygdomsepidemier. Selv om der i vid udstrækning anvendes meldugresistente bygsorter herhjemme, forekommer der alligevel jævnlige meldugepidemier, da der hele tiden opformerer nye virulensgener. Der vil efterhånden ske en selektion i retning af bestemte virulensgener, hvilket i praksis udtrykkes ved, at de aktuelle sorter »taber« deres resistens, og der ses sygdomsangreb i marken.

Mulige strategier for en optimal udnyttelse af resistensgenerne

Jordbrugerne bliver gennem rådgivningstjenesten vejledt til at benytte de til enhver tid mest resistente sorter, såfremt disse i øvrigt opfylder de ønskede egenskaber, og

derved minimeres behovet for fungicidanvendelse. Udover den kemiske bekæmpelse er der i de senere år udviklet nye dyrkningsstrategier for at forlænge resistensgenernes levetid og dermed mindske risikoen for ødelæggende epidemier.

Virulensgenovervågning

Ved en virulensgen-overvågning følges de forskellige virulensgeners hyppighed i patogenpopulationen løbende på forskellige lokaliteter. Der opnås herved et forvarsel om, hvilke sorter der vil være specielt udsatte for sygdomsangreb i de forskellige egne af landet, og en eventuel bekæmpelse kan dermed udføres, før en ødelæggende epidemi opstår. Resultaterne benyttes i sygdomsvarslinger, som udsendes fra Oplysningstjenesten ved Planteværnscentret hvert forår. En sådan varslings, som både er baseret på kvantitative iagttagelser (sygdommens styrke) og kvalitative iagttagelser (sygdommens sammensætning) vil i fremtiden kunne bidrage væsentligt til forbedring af den behovsorienterede bekæmpelse, og dermed til formindskelse af fungicidanvendelsen i jordbruget.

Spredning af sortsvalget

En anden mulighed er at sprede sortsvalget, såvel på landsplan som på lokalt plan, hvorved ensidig brug af en enkelt eller få sorter undgås, og derved mindskes »preset« også på de forskellige resistensgener.

Sortsblandinger

Anvendelse af sortsblandinger bestående af sorter med forskellig resistens har i flere forsøg vist, at sygdomsudviklingen i en sortsblanding har været mere end halveret i forhold til gennemsnittet af sorterne i renbestand. En sådan reduktion af sygdomsniveauet vil ofte overflødig gøre en kemisk bekæmpelse, og under alle omstændigheder gøre den mere effektiv, hvis den alligevel skulle vise sig nødvendig.

Bioteknologi

Nyere teknikker inden for bioteknologien er i øjeblikket under udvikling ved Planteværnscentret. Disse åbner op for nye måder til fremskaffelse af sygdomsresistente plantematerialer.

Ved isolation af svampetoksiner fra diverse svampesygdomme kan disse bruges til at screene og selekttere for resistens på celle- og vævskulturer. Dette vil, når metoderne er færdigudviklede, resultere i en hurtigere og mere effektiv planteforædling henimod planter med øget tolerance over for sygdomme.

Forskning vedrørende den kemiske og genetiske baggrund for værtspecifikke toksiner kan på længere sigt få betydning for udvikling af nye pesticider.

10.9. Pesticidfrie randzoner

Behandling med pesticider medfører udover de tilsigtede effekter også en reduktion af arter, som ikke er planteskadelige. Sådanne arter kan optræde som naturlige fjender over for arter, som er planteskadelige. Endvidere kan udryddelse eller reduktion af bestanden af ukrudtsplanter og insekter have betydning for fugle og andre vilde dyr.

Specielt af hensyn til fuglevildtbestanden er der i England gennemført undersøgelser af, hvilken effekt der opnås ved at undlade pesticidbehandling af markkanten, specielt hvor marker afgrænses af levende hegn. Undersøgelserne, som er udført af »The Game Conservancy«, har vist, at pesticidfrie randzoner forøger bestanden af agerhøns og fasaner, samt at udbyttet i ubehandlede randzoner ikke er væsentligt mindre end de, som opnås ved pesticidbehandling.

De nævnte undersøgelser har kun været gennemført i nogle få år, og der er således ikke belæg for at slutte, at en konsekvent

undladelse af pesticidbehandling af randzoner ikke på længere sigt fører til markante udbyttenedgange, specielt på grund af voksende problemer med ukrudt og smitte af plantepatogene svampe fra randzonen.

Danske undersøgelser

Inspireret af de engelske undersøgelser har miljøstyrelsens Center for Jordøkologi iværksat tilsvarende undersøgelser i Danmark.

Disse undersøgelser er i 1985 gennemført på Vildtbiologisk Station på Kalø og på Gjorslev Gods på Stevn.

Undersøgelserne har bl.a. til formål at belyse, i hvilket omfang forskellige billearter vandrer fra hegnet i løbet af foråret og ind i marken, samt hvor hurtigt bestanden i de behandlede randområder retableres efter pesticidbehandling.

Planteværnscentret har deltaget på kontraktbasis i undersøgelserne på Gjorslev. Disse undersøgelser har til formål at undersøge pesticidbehandlingens effekt på billefaunaen og bladlusforekomsten i en bygmark, som afgrænses af levende hegn. I løbet af vækstperioden er der ved hjælp af faldfælder foretaget en aktivitets-/tæthedsbestemmelse af billearter, som har særlig betydning som bladlusprædatorer (bladlusædere).

Undersøgelsen omfatter tæthedsbestemmelse af de nævnte arter i hegnet, som afgrænser marken, i pesticidbehandlede og ikke-pesticidbehandlede dele af markranden samt i marken i forskellig afstand fra hegnet.

Området, hvor undersøgelserne gennemføres, er utypisk for Danmark, fordi markerne på Gjorslev afgrænses af gamle brede hegn. Denne lokalitet er imidlertid valgt for at få belyst, hvad der kan opnås med en sådan pesticidfri randzone, hvor betingelserne for en rig billefauna er til stede.

Fremtidige undersøgelser

Fører undersøgelserne til det resultat, at bestanden af bl.a. de billearter, som kan spille en væsentlig rolle som begrænsende faktor for opformering af bladlus, øges mærkbart ved undladelse af randbehandlinger med pesticider (insekticider), vil undersøgelserne blive suppleret med undersøgelser på arealer, som er mere typiske for det danske agerland.

Undersøgelser har vist, at bladlusprædatorer kan spille en væsentlig begrænsende rolle for opformering af bladlus i kornafgrøder. Effekten af bladlusprædatorer gør sig særligt gældende, når bladlusene invaderer afgrøderne i den tidlige del af vækstperioden. En decimering af de indflyvende bladlus kan på dette tidspunkt forhindre, at der udvikler sig tabsgivende angreb. Har bladlusene derimod etableret sig i en afgrøde, så er deres formerings evne af en sådan størrelsesorden, at naturlige fjender ikke kan holde trit med opformeringen.

Det skal understreges, at de her omtalte undersøgelser, som organiseres af Center for Jordøkologi, har et bredere sigte end de af Planteværnscentret udførte undersøgelser. I lighed med de engelske undersøgelser, som er nævnt indledningsvis, er der tale om undersøgelser, som skal belyse, i hvilken udstrækning der kan opnås en rigere flora og fauna i markranden, hvis man undlader behandling med pesticider – samt hvilken pris i form af mindre udbytte en sådan praksis indebærer. Belysning af disse komplekse forhold vil kræve undersøgelser over en årrække på en række forskellige lokaliteter, før man har et generelt dækkende billede af mulige effekter.

10.10. Integreret plantebeskyttelse

Denne betegnelse er en fordanskning af »Integrated Pest Management« og bety-

der ideelt set en afbalanceret anvendelse af de muligheder, som er til rådighed for at begrænse og bekæmpe angreb af plante-skadegørere. Udviklingen af sådanne plantebeskyttelsesprogrammer foregår intensivt verden over.

Hvad indgår i integreret plantebeskyttelse?

De væsentlige komponenter, som indgår i disse programmer, er:

- Valg af sædskifte, som formindsker angreb af ukrudt, sygdomme og skadedyr.
- Udnyttelse af afgrødesorter, som har en bedre konkurrenceevne over for ukrudt, og som er resistente eller tolerante over for angreb af sygdomme og skadedyr.
- Udvikling af jordbearbejdningsstrategier i forhold til såtidspunkt, som formindsker betydningen af ukrudt og andre skadegørere.
- Fastsættelse og udnyttelse af skadetærskler for de enkelte skadegørere, således at bekæmpelse kan foretages, når angreb indebærer udbyttetab, som er større end udgifterne til bekæmpelse.
- Udvikling af prognose- og varslingssystemer, som kan beskrive risikoen regionalt for angreb af skadegørere på kort eller længere sigt i vækstperioden jf. 10.5 og 10.6.
- Udvikling af modeller, der med baggrund i de aktuelle klimatiske og botaniske forhold optimerer pesticidernes effekt ved behandling, herunder muliggør anvendelse af reducerede doseringer.
- Udsætning af masseproducerede organismer, som kan bekæmpe de forekommende skadegørere (biologisk bekæmpelse).
- Anvendelse af bekæmpelsesmidler, som er specifikke over for de skadegørere, som aktuelt forekommer.
- Udsætning af masseproducerede sterile hanindivider af skadegørere.

- Etablering og pleje af områder (hegn m.v.), hvor der er en mere artsrig flora og fauna – og som kan have betydning for udvikling af bl.a. skadedyrenes naturlige fjender.

Integreret plantebeskyttelse i praksis

Det særlige ved integreret plantebeskyttelse er ikke anvendelse af forskellige foranstaltninger til begrænsning af skadegørernes betydning. Dette har altid været indeholdt i plantedyrkningspraksis. Det særlige ved integreret plantebeskyttelse er, at der tilstræbes en systematisk undersøgelse af hvilke kombinationer af de forskellige foranstaltninger, der giver den økonomisk (og økologisk) optimale udnyttelse.

Derfor er udviklingen af integrerede plantebeskyttelsesorganismer snævert forbundet med udviklingen af elektronisk databehandling.

Denne teknik muliggør bearbejdning af komplekse modelsammenhænge og analyser af store datamængder.

Integreret plantebeskyttelse i fremtiden

EDB gør det muligt at foretage indsamling og bearbejdning af produktionsdata i stor skala, f.eks. produktionsdata fra det markstyringsprogram, som Landskontoret for Plantavl har under udvikling.

På dette datamateriale kan der foretages omfattende statistiske analyser som kontrol og supplement til de forsøgsdata som indgår som grundlag for udviklingen af integrerede plantebeskyttelsesprogrammer.

Denne generering af data og den hermed større indsigt i samspillet mellem plantedyrkningsforanstaltninger og udvikling og betydning af skadegørere er et væsentligt element i en dynamisk udbygning af beskyttelsesprogrammerne.

Det indebærer på længere sigt udvikling af egentlige »ekspertprogrammer«, hvor plantebeskyttelse blot er en del af et samlet dyrkningsprogram for forskellige afgrøder med hensyntagen til de forhold, der gør sig gældende for den enkelte bedrift.

Kr. 35,-