

15

Miljøbiblioteket

Pesticider



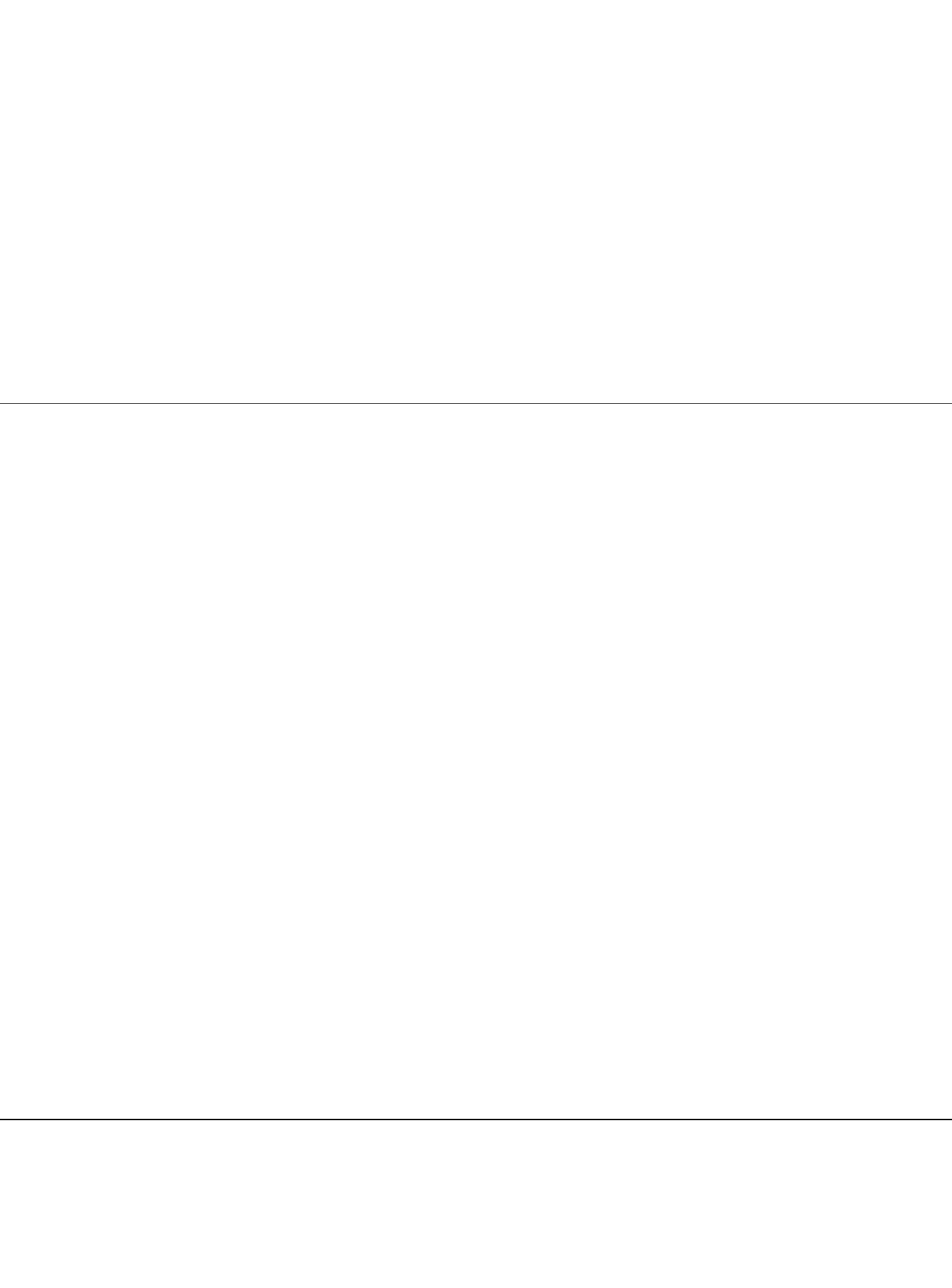
– påvirkninger i naturen

Trine Hedemand
Morten Strandberg

Hovedland







Pesticider

– påvirkninger i naturen

Trine Hedemand
Morten Strandberg



Pesticider – påvirkninger i naturen

Trine Hedemand og Morten Strandberg

© 2009 Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, forfatterne og Forlaget Hovedland

Alle rettigheder forbeholdes.

Ingen del af denne bog må gengives, lagres i et søgesystem eller transmitteres i nogen form eller med nogen midler grafisk, elektronisk, mekanisk, fotografisk, indspillet på plade eller bånd, overført til databanker eller på anden måde, uden forlagets skriftlige tilladelse. Enhver kopiering af denne bog må kun ske efter reglerne i lov om ophavsret af 20. juni 2008 med evt. senere ændringer. Det er tilladt at citere med kildeangivelse i anmeldelser.

Forlagsredaktion: Anne Drøgemüller Lund og Ole Jørgensen

Illustrationer og montage: Tinna Christensen og Kathe Møgelvang, Grafisk værksted, Danmarks Miljøundersøgelser.

Omslag: Grafisk værksted, Danmarks Miljøundersøgelser.

Omslagsfoto: Morten Strandberg.

Tryk: Arco Grafisk A/S, Skive

Denne bog er trykt på 130 g Cyclus Print
Overskydende papir og pap er genbrugt.

ISBN 978-87-7070-147-1

1. udgave, 1. oplag 2009



Forlaget Hovedland

www.hovedland.dk

E-mail: mail@hovedland.dk

Forord 7



Pesticider 9



Styr på pesticider 15



Pesticider på afveje 31



Liv i landbruget 51



Fremtiden udfordrer 69



Hvor forsigtige skal vi være? 87

Litteratur 98

Ordliste 99

Stikordsregister 102



Forord

Over halvdelen af Danmarks areal bliver udnyttet til landbrug. Med størstedelen af landbruget følger brugen af pesticider.

Denne bog er skrevet for at give et billede af, hvordan anvendelsen af pesticider påvirker naturen i og omkring agerlandet. Bogen omfatter ikke effekter på menneskers sundhed, problemer i forbindelse med pesticiders nedsvivning til grundvandet og problemer med pesticidrester i fødevarer.

En litteraturliste bagest i bogen giver forslag til yderligere læsestof. Bagest i bogen finder man desuden en ordliste, hvor særlige ord, der er brugt i denne bog, bliver forklaret.

Bogens indhold er blevet til i dialog med følgende bidragydere fra Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet (DMU), Beate Strandberg, Christian Kjær, Gösta Kjellsson, Hans Løkke, Jens Christian Pedersen, Marianne Bruus, Peter Borgen Sørensen, Peter Wiberg Larsen, Tommy Asferg og Peter Odderskær, som alle takkes for deres indsats.

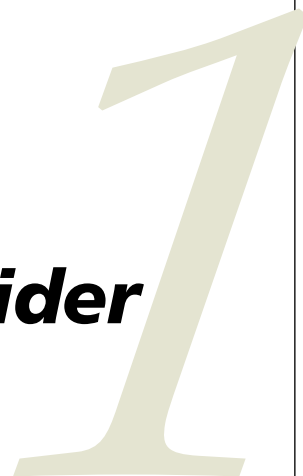
Tak til Jørgen E. Olesen, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, for kommentarer til afsnittet "ændret klima – ændret landbrug" og Louise Hjorth Nørremark for nyttige råd og kommentarer til en tidligere version af bogen. Det skal dog understreges, at indholdet udelukkende er DMU's valg, og at de meninger, der forekommer i bogen, således udelukkende er DMU's.

Endelig skal der lyde en stor tak til de mange fotografer, som har leveret billeder til bogen.





Pesticider



Pesticider er en gruppe kemiske forbindelser, som landmanden bruger til at bekæmpe skadevoldere, der forringer høstudbyttet. Ordet stammer fra latin, hvor ordet pest betyder skadevolder, og cide betyder dræbe – pesticider er altså midler, der bruges til at dræbe insekter, svampe og arter af ukrudt, der skader afgrøden.

Foto: Arnold Paul, <http://commons.wikimedia.org>

Pesticider er som regel kunstigt fremstillede stoffer, der ikke forekommer naturligt i miljøet. Når landmanden sprøjter pesticidet ud over sin afgrøde for at bekæmpe skadevoldere, kommer de også andre steder hen end der, hvor det er hensigten, de skal virke. De organismer, der lever i og på jorden, vil derfor blive udsat for stoffer, de ikke bliver udsat for under naturlige forhold.

De fleste pesticider er organiske forbindelser, hvis giftighed er knyttet til deres kemiske struktur. Mikroorganismer i jorden, vandløb og søer nedbryder mere eller mindre hurtigt pesticiderne til andre forbindelser, der som regel er ugiftige. De fleste pesticider, som er godkendt i Danmark, bliver hurtigt nedbrudt. Jo hurtigere de bliver nedbrudt, des mindre er risikoen for, at pesticiderne bliver ophobet i jorden, og dermed også risikoen for, at de bliver optaget af dyr, planter og mennesker.

Nogle pesticider er fedtopløselige, og dette er medvirkende til, at de bliver ophobet i fødekæden og bliver givet videre via mælk fra køer eller fra ammende kvinder til spædbørn. Det er specielt de pesticider, der indeholder klorforbindelser, der har denne evne.

Pesticider kan skade andre organismer, fordi de er designet til at slå skadevolderne ihjel. Når man sprøjter med pesticider rammer en relativ stor del af dem ved siden af de skadevoldere, man ønsker at bekæmpe. Herved kan uskadelige og gavnlige organismer blive påvirket – det kalder man sideeffekter eller effekter på ikke-målorganismer. Det er både organismer, der lever i og uden for agerlandet, der bliver påvirket af pesticiderne, som med vejr og vind kan føres langt omkring.

Pesticiderne er dog ikke alene om ansvaret for tilbagegangen i den biologiske mangfoldighed i agerlandet. Andre vigtige årsager til tilbagegangen er brugen af kunstgødning, der medfører en belastning af den marknære natur, og husdyrgødning, for eksempel i form af gylle, der medfører en vidt udbredt kvælstofbelastning af både den marknære natur og de naturområder, der ligger langt fra landbrugene. Dertil kommer den almindelige landbrugsudvikling med færre landbrug, større og mere effektive maskiner og større marker, som tilsammen medfører, at agerlandet bliver mere ensartet og dermed ringere som levested for vilde dyr og planter. Med dette står det også

klart, at de mere diverse landbrug med små marker med forskellige afgrøder og varierede randråder giver naturen de bedste vilkår.

Der er i disse år fra mange sider fokus på, hvordan naturen kan få de bedste vilkår i et moderne landbrugsland som det danske. Nogle af de virkemidler, der er eller skal i spil, er sprøjtefrie randzoner, støtte til afgræsning, naturplaner og mere miljøvenlig udnyttelse af husdyrgødningen. Du kan læse mere om dette i nogle af de forslag til yderligere læsning, som er bagest i bogen.



Tilbage står dog, at selv om pesticiderne ikke er den eneste og vigtigste årsag til forringelse af naturen, fører de i sig selv til en tilbagegang i den biologiske mangfoldighed og naturen i agerlandet. Den store brug af pesticider betyder, at påvirkningen er meget udbredt, og at der ikke er meget natur i landbrugslandet, som er upåvirket. Samtidig sker naturens tilbagegang i landbrugslandet langsomt, og derfor er pesticidernes virkninger ikke så iøjnefaldende som visse andre miljøpåvirkningers, fx iltsvind eller algeopblomstring i vandmiljøet, der først og fremmest skyldes, at næringsstoffer fra landbruget ender de forkerte steder. Det gør det ikke nemmere at vurdere effekten af pestici-

Figur 1-1
Humlebi i kløver. Pesticider kan påvirke bier og andre insekter, der bestøver blomsterne i naturen og i erhverv som bær- og frugtavl.

Foto: Gösta Kjellson.

derne, at pesticiderne ikke er alene om at påvirke den biologiske mangfoldighed i agerlandet.

Så selv om vi ved meget om pesticiderne, er der stadig meget, vi mangler viden om. Vi ved ikke nok om kombinationseffekterne. Hvordan virker pesticiderne sammen med andre former for stress, som for eksempel gødning, metaller og tørke, og hvordan virker pesticiderne i kombination med hinanden? Vi mangler også viden om de indirekte effekter, lige som vi også har behov for at vide mere om påvirkningen af landjordens økosystemer. Som eksempel på det sidste kan nævnes et meget aktuelt, uløst problem, som går ud på at forklare tilbagegangen for bestøvende insekter som honningbier og humlebier, der søger for, at mange plantearters blomster bliver bestøvet og kan udvikle frø og frugter (figur 1-1). Det sidstnævnte er vigtigt både for naturen og for jordbrugserhvervene. Det er klart, at insektmidler (insekticider) kan være en vigtig årsag, men årsagen kan også være, at de vilde planter har fået det dårligere i Danmark i de senere år, hvilket giver mindre pollen og nektar til bierne. Den type spørgsmål er ikke behandlet i denne bog, fordi der endnu ikke er forsket nok til, at man kan besvare dem.

Figur 1-2

Grønåret kålsommerfugl er en art, som både er gavnlig, fordi den kan bestøve landbrugsafgrøder, og skadelig, fordi dens larver æder arter af kålfamilien.

Foto: Gösta Kjellson.



Men selv om der stadig er behov for en stor indsats, har fortiden også vist, at det nytter at arbejde for forbedringer. Anvendelsen af pesticider er et af de mest regulerede områder i den danske miljøforvaltning, og det er med god grund, da pesticider er giftstoffer. Reguleringen har betydet, at de pesticider, der bliver anvendt i dag, nedbrydes lettere, ikke ophobes så let i naturen, er mere smalspekrede, og at de mest giftige pesticider er blevet forbudt.

I kapitel 2 beskrives, hvordan kombinationen af viden og myndighedernes indsats med lovgivning og pesticid-handlingsplaner har ført til de forbedringer, der er opnået frem til i dag. I kapitel 3 og 4 kan du læse om resultater fra forskningen i, hvordan pesticider påvirker naturen i agerlandet og dets omgivelser. Kapitel 5 kommer ind på de krav anvendelsen af pesticider stiller til os i fremtiden, hvor et ændret klima og opbygning af resistens hos flere af skadevolderne udfordrer både landbruget og myndighederne, der regulerer det. Endelig handler kapitel 6 om, hvordan pesticiderne bliver vurderet, så de anvendes under betingelser, der gør den skadelige påvirkning af natur og miljø så lille som mulig.

Målet er, at pesticiderne skal påvirke naturen så lidt som muligt. Der er ingen grund til, at plantebeskyttelsen skal indvirke på naturen i og uden for agerlandet. Plantebeskyttelsen skal beskytte afgrøden uden at belaste naturen.



Styr på pesticider



De kemikalier, der bliver brugt til at bekæmpe ukrudt, insekter og plantesygdomme i landbruget, kaldes pesticider. Ordet pesticider hentyder til, at de dræber skadevolderne. Pesticiderne holder sig imidlertid ikke til kun at dræbe skadevolderne i landbruget. De dræber eller påvirker også en mængde gavnlige organismer som for eksempel humlebier både i landbruget og i de grøftekanter, markskel og hegn, som ellers gør, at naturen i agerlandet kan være rig og varieret.

Foto: Morten Strandberg.

Fra håndkraft til kemi

Der er pesticider alle vegne i miljøet. Både over og under jorden. Det betyder, at det ikke kun er naturen, der er forurenset, men også vores fødevarer og drikkevand.

Sådan har det ikke altid været. Siden bondestenalderen for 6.000 år siden har mennesket dyrket jorden. Men selv om der tidligere har været anvendt forskellige typer af bekæmpelsesmidler, er det først i de sidste halvtreds år, at brugen af kemiske bekæmpelsesmidler rigtigt har vundet indpas i det danske landbrug. Indtil da bekæmpede man ukrudt på den hårde måde, først med de bare hænder eller simple redskaber, siden med dyretrukne (figur 2-1) eller motoriserede redskaber.

Figur 2-1

Frem til omkring 1950 blev landbruget drevet af muskelkraft fra mennesker og dyr. Hver gård havde præcis så mange dyr, som planterne på markerne gav foder til. Når dyrene blev for gamle til at trække læsset, endte de som føde for mennesker. Fra dyrenes gødning fik bønderne næringsstoffer til markerne, og i forsommeren blev engene slået for at skaffe vinterfoder til dyrene.

Foto: Hjerl Hedes Frilandsmuseum.



Kært barn har mange navne

Sprøjtmidler, bekæmpelsesmidler, plantebeskyttelsesmidler, planteværn og pesticider. Det er nogle af de navne, der bliver brugt om de midler, der hjælper os til at beskytte vores afgrøder. Midlerne er opdelt i en lang række kategorier, alt efter hvilket formål de bliver anvendt til. På markerne bruger vi især ukrudtsmidler, insekt- og svampemidler.

De fleste haveejere kender ukrudtsmidlet Roundup®. Ukrudtsmidler bliver i fagsprog kaldt herbicider, og de bliver brugt til at slå planter ihjel. Langt de fleste af de pesticider, der i dag bliver solgt til landbrugsformål, er herbicider. Insektmidler er gifte, der bliver anvendt til at

bekæmpe insekter. I fagsprog bliver de kaldt insekticider. Svampemidler kaldes fungicider. Det er gifte, der bliver brugt til at bekæmpe svampeangreb.

Ud over de mest almindeligt anvendte pesticider på markerne findes der en række andre bekæmpelsesmidler, som hører under betegnelsen biocider, for eksempel rodenticider, som vi bruger til at bekæmpe gnavere som rotter og mus. Disse er reguleret efter andre regler i EU. Denne bog omhandler kun de tre vigtigste kategorier af pesticider, nemlig ukrudts-, insekt- og svampemidler, som landbruget benytter sig af.

Mad på bordet

Når landmanden forsøger at få så stort et udbytte af sin høst som muligt, spiller mange faktorer ind. Man kan bare tænke på sin egen have. Planterne har behov for vand, lys, og næringsstoffer. Ukrudtet konkurrerer med afgrøden om både lys, vand, plads og næringsstoffer. Nogle insekter æder afgrøderne.

Plantesygdomme, som kartoffelskimmel, kan også ødelægge hele høsten. Flere gange i historien har kartoffelskimmel indirekte slået millioner af mennesker ihjel, simpelthen fordi de døde af sult som følge af en ødelagt kartoffelhøst.

Landmanden lever af at sælge sine afgrøder. For at forbedre udbyttet bruger han derfor pesticider til at bekæmpe ukrudt, insekter og svampe.

Fortidens bekæmpelsesmidler

Allerede før vores tidsregning anbefalede filosoffer i Grækenland at bruge kemiske midler til at beskytte afgrøderne. Grækeren Demokrit foreslog, at man lagde såsæden i blød i saft fra stenurt inden såningen. Derved blev frøet beskyttet mod sygdomsangreb. Romeren Plinius Den Ældre fortalte i første århundrede efter vores tidsregning om brugen af aske, urin, knuste cypresblade og arsenik som bekæmpelsesmidler. Kineserne brugte frem til 1500-tallet arsenulfid for at beskytte afgrøderne.

På trods af de gode påfund var det først i 1800-tallet, at man rigtigt begyndte at anvende bekæmpelsesmidler.

Endnu var det ikke noget, man benyttede i landbruget, da det var for dyrt og besværligt. I frugtavlens derimod, brugte man naturligt forekommende giftmidler som niko-



Figur 2-2

I 1938 blev det danske firma Cheminova grundlagt. Det producerer insekt-, svampe- og ukrudtsmidler, og firmaet tegner sig for mellem 1 og 2 % af den globale handel med pesticider. Kemisk Værk Køge og Esbjerg Kemikaliefabrik er eksempler på andre danske virksomheder, der producerede pesticider til det moderne landbrug, der opstod efter anden verdenskrig.

Foto: Morten Strandberg.

tin, arsenik og svovlholdige produkter til at bekæmpe skadedyr. Men det indebar en stor risiko at bruge midlerne, for de var ikke bare giftige for insekter, men også for mennesker. I slutningen af 1800-tallet begyndte kemikere at fremstille pesticider, der var knapt så skadelige for de mennesker, der anvendte dem.

I 1930 blev der for første gang indført regler om pesticider i Danmark. Man skulle afprøve midlernes effektivitet mod skadevoldere og sygdomme, men kun hvis fabrikanterne var villige til at stille deres produkter til rådighed. Året efter kom Danmarks første lov om kemikalier – Giftloven. Den satte rammen for, hvem der måtte sælge bekæmpelsesmidlerne.

I 1939 blev der for første gang udarbejdet en liste over hvilke midler, man måtte benytte i Danmark. Listen indeholdt 54 forskellige insekt- og svampemidler. Først i 1950 blev de første ukrudtsgifte godkendt.

Det moderne samfund

Indtil 1945 blev der kun anvendt simple kemiske forbindelser i det danske landbrug, og landmændene brugte stadig hestetrukne redskaber. Men pesticidindustrien var i hastig vækst. Der blev produceret giftige forbindelser, blandt andet midler, der indeholdt kviksølv og arsenik, der blev bragt ud på markerne – stoffer, der i dag er bandlyst til markbrug. I Danmark blev midler med kviksølv anvendt til at bejdse såsæden af kornarter som hvede, rug, byg og havre helt frem til begyndelsen af 1980'erne.

Fra 1956 begyndte Kemikaliekontrollen at registrere forbruget af pesticider. Siden da har der været anvendt cirka 500 forskellige aktivstoffer i pesticiderne. I 2006 blev 73 pesticider anvendt til henholdsvis vækstregulering (5) og bekæmpelse af insekter (8), svampe (19) og ukrudt (41) i Danmark.

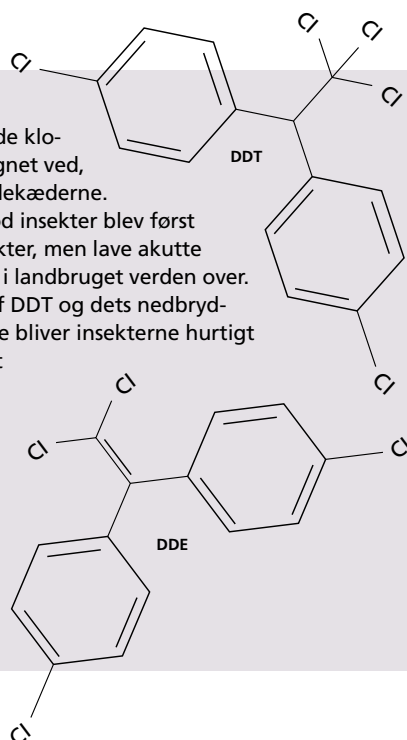
Fra 1950 og de følgende 20 år oplevede man en hastig forandring i landbruget, og mekanisk harvning og lugning blev gradvist erstattet af kemiske midler. Men allerede i 1960'erne begyndte man at se følgeproblemerne i miljøet. Insekticidet DDT (boks 2-1) har de fleste hørt om. DDT og lignende stoffer bliver ophobet i fødekæden, med alvorlige konsekvenser for flere dyrearter, blandt andet var vandrefalkene i Nordamerika og Vesteuropa tæt på at uddø (boks 2-2).

Boks 2-1 DDT

DDT (dichlordiphenyltrichlorethan) er et insekticid. DDT tilhører de klorerede kulbrinter, som er en gruppe forbindelser, der er kendetegnet ved, at de kun langsomt nedbrydes i naturen og derved ophobes i fødekæderne.

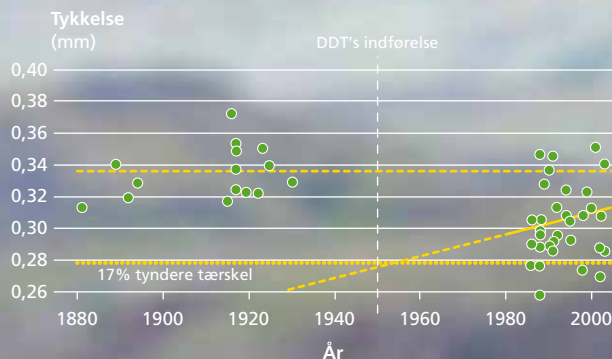
DDT blev første gang fremstillet i 1874, men dets giftvirkning mod insekter blev først opdaget i 1939. På grund af stoffets store giftighed over for insekter, men lave akutte giftighed over for mennesker, vandt DDT hurtigt stor udbredelse i landbruget verden over. Det viste sig i løbet af 1960'erne og 1970'erne, at anvendelsen af DDT og dets nedbrydningsprodukt DDE har store uønskede sideeffekter. For det første bliver insekterne hurtigt modstandsdygtige over for stoffet. For det andet viste det sig, at en del rovfugle ophobede høje koncentrationer af DDT. Dette medførte tyndskallede æg og få unger med deraf følgende tilbagegang for mange arter af rovfugle.

I dag er anvendelsen af DDT forbudt eller stærkt begrænset de fleste steder i verden, men det anvendes dog stadig i mange ulande, især i forbindelse med bekæmpelse af malariamyg. Begrænsningerne i forbruget af DDT har medført, at mange rovfuglebestande nu atter trives. I 2006 begyndte WHO at anbefale brugen af DDT indendørs til bekæmpelse af de myg, der spreder malaria.



Boks 2-2 DDT påvirker rovfugle

Det hører ikke kun fortiden til, at de store rovfugle bliver påvirket af pesticider; dog er situationen i dag væsentligt forbedret. Det viser en rapport udarbejdet af forskere fra Danmarks Miljøundersøgelser i samarbejde med to biologer, der hver sommer mellem 1986 og 2003 har indsamlet æg i Sydgrønland. Æggene blev herefter undersøgt for mange forskellige miljøfremmede stoffer, som fuglene har optaget på deres trækruter mellem Syd- og Mellemamerika og Grønland. Undersøgelsen viste blandt andet, at næsten halvdelen af æggene indeholdt rester af DDE (nedbrydningsproduktet fra DDT), der overskred den koncentration, hvor skallen bliver tyndere. Derved steg risikoen for, at æggene knækkede, når fuglen rugede. Falk et al. 2006.



Tykkelser af æggeskaller fra hele æg hos vandrefalke i Grønland fra før DDT blev anvendt (1881-1930) og fra efter DDT's indførelse (1980-2003). De vandrette linjer repræsenterer hhv. den gennemsnitlige skaltykkelse før DDT (0,336 mm), og den tykkelse på 0,279 mm (17 % tyndere), der førte til tilbagegangen for vandrefalkene. Den skrå linje viser ægtykkelsen bagud i tiden.

Foto: Knud Falk.

Biologen Rachel Carson skrev i 1962 en bog, hun blev meget kendt for, og som var startskuddet til den globale miljøbevægelse. Bogen havde den sigende titel "Det tavse forår", der refererer til den totale tavshed, der opstod i naturen efter brugen af visse insekticider. Fuglene forsvandt simpelthen. Forklaringen er, at midler som DDT bliver ophobet i fedtvæv. Dermed kan de blive ophobet i fødekæderne og på den måde ende i fuglene, selv om de i første omgang kun rammer planterne og de insekter, som skader planterne. Men insekterne bliver spist af små pattedyr og fugle, og bladene bliver spist af regnorme, som igen

bliver spist af fugle. Når fuglene og pattedyrene eventuelt bliver spist, ender midlerne i rovdyrene.

En af konsekvenserne har været, at DDT nu er forbudt i en lang række lande. Visse steder i Afrika og Syd- og Mellemamerika bliver DDT dog stadig brugt som middel mod malariamyg.

Nutidens bekæmpelsesmidler

Pesticiderne udgør en risiko for vores natur og miljø. Derfor bliver der hele tiden udviklet nye og mindre giftige midler og forsket i at undgå de uheldige sideeffekter. Med kemikalieloven, der trådte i kraft i 1980, blev miljøet taget ind i godkendelsen af nye pesticider, og efterfølgende er pesticiderne generelt blevet mindre giftige for miljøet. Dette har gjort det muligt at udfase de mest miljøbelastende pesticider.

Pesticiddirektivet fra 1991, som regulerer og godkender anvendelsen af de samme pesticider i alle EU-lande, godkendte et par af de pesticider, som var på Danmarks forbudsliste. Et af disse pesticider var diquat, som er aktivstoffet i herbicidet Reglone, som bliver brugt til nedvisning af kartofler. Da det blev dokumenteret, at det hurtigt blev inaktiveret i jorden på grund af dets binding til lermineraller, og giftigheden over for insekter i vandmiljøet blev bestemt, så der kunne udarbejdes begrænsninger for dets anvendelse, blev det igen godkendt i Danmark, med et afstandskrav til vandløb og søer. I Danmark har pesticiddirektivet haft en mindre betydning, fordi vi i forvejen havde en stram regulering af anvendelsen af pesticider.

Hvis et EU-medlemsland er utilfreds med en godkendelse, kan landet klage. I 2003 blev stoffet paraquat godkendt til at blive anvendt i hele EU. Dette førte til, at Sverige, med støtte fra Danmark, Østrig og Finland anlagde sag ved EU-retten med krav om, at direktivet blev annulleret. I 2007 vandt Sverige sagen, og direktivet blev annulleret.

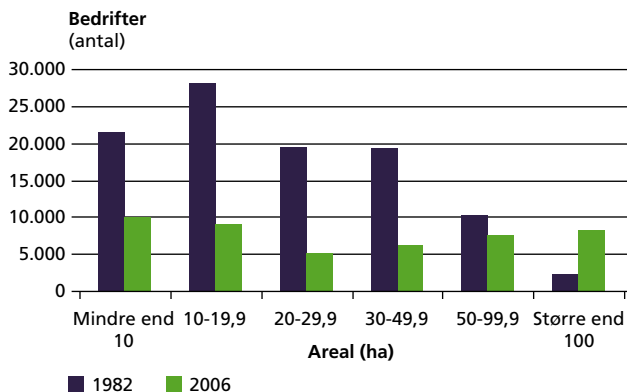
Fra ord til handling

Mængden af vilde planter i landbruget er gået stærkt tilbage de sidste 25 år. I rapporten fra det såkaldte Bicheludvalg i 1999, viste analyserne, at antallet af arter af vilde planter i agerlandet cirka er halveret i de foregående 25 år. Dette gælder både mængden af levende planter og mængden af levende frø i jorden. Derudover er små områder

Figur 2-3

Bedrifternes areal i 1982 og 2006. I 1980'erne var der mange små landbrugsbedrifter. I 2006 var der færre bedrifter, men de var blevet meget større.

Kilde: Danmarks Statistik, 2007.



som vandhuller og læhegn, hvor vilde dyr og planter lever, blevet færre, og afstanden imellem dem er blevet større. Siden 1976, da man begyndte at have landsdækkende tællinger af fugle, har man kunnet konstatere, at antallet af fugle i agerlandet er gået markant tilbage (se også afsnittet "Fuglene i agerlandet" side 59).

Med 62% dækker landbruget mere end halvdelen af Danmarks samlede areal. I mange år har mønstret været, at antallet af landbrugsbedrifter falder, mens størrelsen på de enkelte bedrifter stiger. De sidste 25 år er antallet af bedrifter i Danmark mere end halveret. Gennemsnitstørrelsen på en landbrugsbedrift i Danmark i 2006 var 57 ha, hvilket er langt højere end gennemsnittet i EU på 11,5 hektar (figur 2-3). Jo større en bedrift er, des større bliver markerne ofte. Det kan betyde meget for dyrene. Jo større marken er, des færre levesteder er der, fordi større marker giver et mindre forhold mellem længden af randen af marken, hvor mange af dyrene lever, og markfladen, hvor færre dyr kan leve.

I starten af 1980'erne gik det op for politikerne, at det var nødvendigt at gribe ind over for pesticider for at redde naturens dyr og planter. Siden da har lovgivning, planlægning og evaluering vedrørende pesticidforbruget fyldt en del i den danske miljøpolitik.

Den første handlingsplan for pesticider

I 1986 kom Danmarks første plan for at sænke brugen af pesticider. Planen skulle løbe over de næste ti år. Igen-

nem en længere periode var brugen af pesticider forøget kraftigt, og der var et voksende fokus på at beskytte mennesker, dyr og natur mod de uheldige sideeffekter af pesticiderne. Planen lagde konkret op til, at pesticidforbruget ved en frivillig indsats fra landbruget skulle halveres både med hensyn til, hvor mange gange det enkelte landbrugsareal kunne sprøjtes, og med hensyn til mængden af aktivstof. Derudover skulle godkendelsesordningerne for pesticider strammes. I 1996, ti år efter den første pesticidplan, var 209 aktivstoffer revurderet af Miljøstyrelsen. Heraf var 29 blevet forbudt eller strengere reguleret. Det danske forbrug af pesticider målt som mængden af aktivstoffer var samtidig blevet nedsat med 36%.

Danmark uden pesticider?

I efteråret 1997 nedsatte den daværende regering et uafhængigt udvalg, Bichel-udvalget, der skulle vurdere konsekvenserne ved helt eller delvist at afvikle brugen af pesticider – både de positive og de negative konsekvenser. En af udvalgets mange konklusioner var, at en total afvikling af pesticider ville føre til et produktionstab på mellem 3 og 50%, dog med et større tab på visse afgrøder, fx sukkerroer og kartofler. Et sygdoms- eller insektangreb ville kunne medføre tab af hele produktionen. Alt i alt ville et dansk stop for pesticider give et fald i bruttonationalproduktet på 0,8%, hvilket svarer til nedgang på 5.700 kr. om året for en gennemsnitsfamilie. Til gengæld ville der være en besparelse på op til 141 kr. pr. familie pr. år, fordi det ville være lettere indvinde rent drikkevand. Det koster nemlig hver gang, en boring må lukkes på grund af for store koncentrationer af pesticider eller pesticidrester i vandet.

Det danske dyre- og planteliv ville til gengæld opnå bedre livsvilkår, hvis landbruget stoppede brugen af pesticider. Vores insektfauna ville blive rigere, og flere fuglearter ville nyde godt af de øgede forekomster af insekter. Alternativet til at bekæmpe ukrudtet kemisk er at bekæmpe det mekanisk. Det kan til gengæld ødelægge dyre- og plantelivet på andre måder (se også "Fuglene i agerlandet" side 59).

På baggrund af undersøgelserne anbefalede udvalget en trestrengt strategi for at nedsætte anvendelsen af pesticider. Det skulle gøres uden væsentlige drifts- eller samfundsøkonomiske tab og med fordele for dyre- og plantelivet.

Den anden pesticidhandlingsplan

Konklusionerne fra Bichel-udvalgets rapporter medførte, at der blev udarbejdet en ny handlingsplan for at sænke forbruget af pesticider. Den kom til at hedde Pesticidhandlingsplan II og forelå i 2000. Målet var at følge udvalgets trestrengede strategi:

- at nedsætte brugen af pesticider,
- at udvide det økologiske landbrugsareal, og
- at nedsætte pesticidpåvirkningen på dyrs og planters levesteder.

For at opfylde de tre mål blev der vedtaget 5 konkrete delmål. På den måde kunne man bedre vurdere, om målene var nået ved udgangen af 2003. Målene var blandt andet ved en frivillig indsats fra landbruget:

- at reducere behandlingshyppigheden,
- at beskytte udvalgte vandløb og søer,
- at nedbringe anvendelsen af pesticider på særligt følsomme områder, dvs. steder hvor der er risiko for udvaskning til grundvandet, og sprøjtning med pesticider langs private haver,
- at øge de økologiske arealer, og
- at revurdere godkendelsesordningen for pesticider.

Kun målet om at revurdere godkendelsesordningen for pesticider, som ikke var afhængigt af landbrugets frivillige indsats, var opfyldt i 2003, da handlingsplanen blev evalueret. Loven om kemiske stoffer og produkter var justeret, så det var blevet nemmere at ændre på eksisterende godkendelser. Behandlingshyppigheden, der i 1999 var 2,33, skulle ned på 2,0. Målet blev næsten nået med 2,03. Behandlingshyppigheden er nærmere forklaret i boks 2-3.

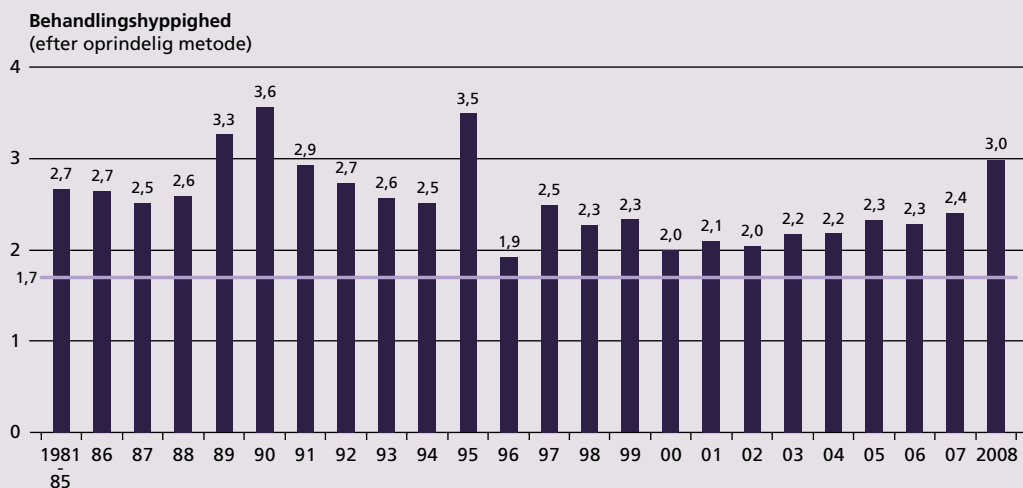
Målet om at beskytte målsatte søer og vandløb var ikke nået. Det var planen, at der skulle etableres 20.000 ha sprøjtefrie randzoner langs udvalgte søer og vandløb, men ved udgangen af 2002 var der blot udlagt 8.000 hektar.

Målet om at nedbringe anvendelsen af pesticider på særligt følsomme områder var heller ikke nået. Man havde dog forsøgt at udpege relevante områder for indvinding af drikkevand, så man havde et vurderingsgrundlag.

Boks 2-3 Behandlingshyppighed, behandlingsindeks og måltal

Behandlingshyppigheden er et udtryk for, hvor mange gange landbrugsarealet i gennemsnit kan behandles med den solgte mængde pesticider anvendt i normal dosis. Det er herbiciderne, der udgør den største del af pesticider, typisk lidt over halvdelen, mens den resterende del udgøres af fungicider, insekticider og vækstregulerende midler. Der bliver typisk brugt flere fungicider end insekticider, og de vækstregulerende midler udgør kun nogle få procent af den samlede behandlingshyppighed.

Hvis behandlingshyppigheden eksempelvis er 2,0 betyder det, at landbruget kan sprøjte arealet to gange med normal dosis. I figuren ses udviklingen i behandlingshyppigheden fra 1981-2008 opgjort efter den gamle eller oprindelige metode. I 1998 blev der indført en ny metode for at tage højde for, at nogle midler indeholder flere aktivstoffer. Eksempelvis tæller fungicidet Tilt top, der indeholder aktivstofferne propiconazol og fenpropimorph, 1 BI efter gammel metode (se nedenfor) og 1,5 BI efter den ny metode. Den oprindelige beregningsmetode er brugt i figuren, fordi det er denne metode, der blev brugt til at vurdere, om Pesticidhandlingsplan 2004-2009 (se næste side) levede op til sit mål for nedbringelse behandlingshyppigheden. Den høje behandlingshyppighed i 1995 skyldes lageropbygning som følge af indførelse af lov om afgift af bekæmpelsesmidler, der trådte i kraft den 1. januar 1996. Årsagerne til stigningen i 2008 er endnu ukendte, men kan fx skyldes øget sprøjtning, hamstring pga. en mulig prisstigning og inddragelse af brakarealer.



Behandlingsindeks og belastningsomfang

Behandlingsindeks (BI) er et udtryk for opgørelse af pesticidforbruget/behandlingshyppigheden i de enkelte afgrøder og på bedrifter som helhed. Sammenlignes behandlingsindeks med måltal, giver det et billede af, hvordan bedrifternes anvendelse af pesticider ligger i forhold til målet i pesticidplanen.

Med introduktionen af planen "Grøn Vækst" i 2009 blev der indført en ny indikator, belastningsomfang. Den adskiller sig fra behandlingshyppigheden ved at inkludere det usprøjtede landbrugsareal, fx det økologisk dyrkede.

Måltal

Pesticidplanens målsætning er udmøntet i en række måltal. Tallene er nogle retningsgivende behandlingsindsatser, som den enkelte landmand kan forholde sig til, hvis målet for behandlingshyppigheden på 1,7 fra Pesticidplan 2004-2009 skulle nås. Måltallene er udspecificerede som måltal for herbicider, fungicider, insekticider og vækstreguleringsmidler i hver afgrøde. Hvis måltallene opfyldes i alle afgrøder på alle bedrifter, vil den samlede behandlingshyppighed – landsresultatet – ende på 1,7.

De økologiske arealer skulle ifølge handlingsplanen udvides med 70.000 hektar og således nå op på i alt 230.000 hektar. I 2003 var det økologiske areal kun udvidet med 8.022 hektar.

Den tredje pesticidplan

I slutningen af 2003 forelå der en ny plan fra regeringen – Pesticidplan 2004-2009. Det overordnede formål var at nedsætte pesticidforbruget. Igen var delmålene at øge omlægningen til økologisk landbrug, denne gang dog uden målsætning for arealet, at øge de sprøjtefrie randzoner langs vandløb til 25.000 ha, samt at øge udviklingen af præcisionsjordbrug, som er anvendelse af GPS til stedspecifik tildeling af eksempelvis kunstgødning og pesticider.

Regeringen havde igen sat sig det mål, at behandlingshyppigheden skulle ned til 1,7 (fra de 2,03). Idéen var, at dette kunne opnås ved at rådgive landmændene og ved at udvikle bedre sprøjteudstyr.

Den seneste status for behandlingshyppigheden i 2008 viste, at den var steget fra 2,28 i 2006 til 2,97 i 2008. Også samlet havde hyppigheden været stigende siden 2003.

Da målet var en behandlingshyppighed på 1,7, stod det allerede før tallene for 2008 forelå klart, at Pesticidplan 2004-2009 ikke nåede i mål. Derfor blev evalueringen af planen fremskyndet, så den kom til at foregå i efteråret 2008 i stedet for i første halvdel af 2010. Dette gjorde landbruget nervøs for, at politikerne skulle vedtage stærkere virkemidler for eksempel i form af forhøjede afgifter på pesticider for at nå målet. Derfor argumenterede landbruget for et alternativ til behandlingshyppighed som indikator for påvirkning af miljøet. Det førte foreløbig til, at Fødevareministeriet og Miljøministeriet igangsatte et arbejde med at undersøge, om der kunne findes en anden indikator, der bedre end behandlingshyppigheden kan vurdere miljøbelastningen fra landbrugets brug af pesticider.

Pesticidplan 2004-2009 har ligesom de to tidligere pesticidhandlingsplaner fulgt frivillighedsprincippet. Efter tre kun delvist opfyldte pesticidhandlingsplaner, hvor det dominerende virkemiddel har været frivillighedsprincippet, er spørgsmålet, om ikke de skiftende regeringer med større succes kunne have fået opfyldt målene, hvis de havde anvendt andre virkemidler?



Grøn Vækst

Den 16. juni 2009 blev regeringens forslag til en plan for "Grøn Vækst" vedtaget. Planen, der tænker natur, miljø, klima og landbrug sammen, rækker frem til 2020, og indeholder bl.a. forslag til en strategi for landbrugets produktion, som sigter mod at forene en forbedring af miljøet og biodiversiteten i det åbne land med en mere værdiskabende fødevarerindustri. På pesticidområdet ligger der en række virkemidler, som bl.a. inkluderer:

- tilskyndelse til omlægning til økologisk jordbrug for at opnå en fordobling af arealet inden 2020,
- fremme af pesticidfri dyrkningsformer,
- 50.000 hektar sprøjte-, gødnings- og dyrkningsfrie randzoner langs vandløb og søer inden udgangen af 2012,
- miljøbelastningen fra anvendelse af pesticider i gartneri og frugtavl skal nedsættes mest muligt,
- ændring af afgiftssystemet på pesticider, så afgiften stiger med pesticidernes risiko for miljøet, hvor afgiften i dag følger prisen,
- indberetning af jordbrugerens sprøjtejournaler,
- øget forskningsindsats i integreret plantebeskyttelse, beslutningsstøttesystemer og pesticiders skadevirkninger.

Figur 2-4

Forbrugerne i Danmark køber flere og flere økologiske varer. Motiverne til at købe økologiske varer inkluderer sundhed, dyrevelfærd og miljø. Statistikkerne viser, at økologiske fødevarer oplever et salgs-boom i disse år. Forskning i økologisk jordbrug vinder også indpas, for eksempel har regeringen i 2006 igangsat det tredje forskningsprogram for økologisk jordbrug, FØJO III.

Foto: Morten Strandberg.

Hertil kommer, at regeringen foreslår, at behandlingshyppigheden bliver ændret til en ny forbrugsindikator "belastningsomfang" som indikator for miljøbelastningen. Målet for nedbringelse af forbruget bliver herved ændret fra en behandlingshyppighed på 1,7 til et belastningsomfang på 1,4. Dette skyldes at også medtager det usprøjtede landbrugsareal. Med vedtagelsen af Grøn Vækst forventer regeringen, at måltallet på 1,4 bliver nået i 2014.

Forslaget er ambitiøst ved at præsentere en samlet vision for natur, miljø, klima og landbrug. Denne ambition er blevet rost fra flere sider, mens der er mindre tiltro til at målene vil blive nået med de virkemidler, der er i planen.

Hovedkritikpunkterne går på blandt andet på at:

- planen på en række punkter ikke er konkret nok, fx er det ikke klart, hvordan omlægningen til økologisk jordbrug kan blive opnået i et omfang, der sikrer, at målet for belastningsomfang nås,
- udlæggelsen af randzoner er uambitiøs ved ikke at omfatte tørre naturtyper,
- belastningsomfang, der skal erstatte behandlingshyppighed, ikke er en belastningsindikator, så længe den ikke medtager stoffernes skadelighed for naturen og inddrager en geografisk relation mellem pesticidanvendelse og naturområder. Reelt er belastningsomfang en forbrugsindikator, og den er som indikator for belastningen af naturen ikke noget fremskridt i forhold til behandlingshyppighed; den burde kaldes behandlingsomfang, da den ikke opgør belastningen af naturen.

Den aktuelle behandlingshyppighed på 2,97 for 2008 understreger, at der med Grøn Væksts virkemidler er meget lille sandsynlighed for, at "belastningsomfanget" i 2014 kan komme ned på 1,4.

EU spiller i øvrigt en stadig større rolle for reguleringen af pesticidanvendelsen. Reguleringen i EU-regi sikrer, at der i alle medlemslande bliver taget hensyn til, at anvendelsen af pesticider sker under hensyntagen til natur, miljø og sundhed. Dette har betydning for landbruget og miljøpåvirkningen i alle medlemslande. Senest er pesticidanvendelsen i EU blevet opdelt i en nordlig, en central og sydlig zone, hver med ensartede regler – se boks 2-4.

Boks 2-4 Love og regler på pesticidområdet

I 1979 kom Kemikalieloven. Kemikalieloven er stadig gældende, dog med visse omskrivninger og tilføjelser siden 1979. EU's love og direktiver er blandt andet blevet indskrevet i loven.

Kemikalieloven indeholder et særlig vigtigt kapitel for pesticider: "Godkendelse af kemiske stoffer og produkter til særlige formål". Særligt §33 er vigtig. Den siger, at intet bekæmpelsesmiddel må sælges, importeres eller anvendes, med mindre stoffet er godkendt af Miljøministeren.

I 1980 kom bekendtgørelsen om bekæmpelsesmidler, som er udsprunget af Kemikalieloven. Bekendtgørelsen omfatter detaljer omkring godkendelse, klassificering, emballering, mærkning, salg, opbevaring, anvendelse og straf i forbindelse med bekæmpelsesmidler.

Det vigtigste EU-direktiv på pesticidområdet er Direktiv 91/414/EØF, også kaldet Pesticiddirektivet. Formålet med dette direktiv er, at der skal være ensartede love og bestemmelser hos medlemslandene, så der ikke opstår nogen hindring for indbyrdes handel med pesticider. Det er desuden direktivets mål, at de godkendte pesticider ikke må have en uacceptabel virkning på miljøet, på dyr og menneskers sundhed samt på grundvandets tilstand.

EU vedtog i januar 2009 en ny forordning for pesticider der, når det træder i kraft i starten af 2011, skal afløse 91/414/EØF. Forordningen indfører tre geografiske zoner i forhold til godkendelsen af pesticider. Konsekvensen af dette er, at pesticider i EU fremover bliver godkendt for en hel zone. Forordningen betyder, at medlemslandene stadig kan afvise at godkende enkeltstoffer, der er en trussel mod grundvandet. Derudover indeholder forordningen blandt andet retningslinjer for bufferzoner til beskyttelse af vandmiljø og grundvand, samt beskyttelse af særligt følsomme grupper af mennesker fx børn, anbefalinger om at anvende miljøvenlige dyrkningsformer (IPM), hvor det er muligt, og regler om uddannelse af dem, som håndterer og bruger pesticider.

I det vedtagne forslag bliver Danmark sammen med Sverige, Finland og de Baltiske lande placeret i én nordeuropæisk zone, mens lande som fx Tyskland, Holland og Storbritannien kommer i en centraleuropæisk zone. Overordnet set udgør de danske aktivstoffer afhængigt af afgrøden mellem 30-50 % af det samlede antal godkendte aktivstoffer i den nordeuropæiske zone, mens de udgør 10-30 % af de stoffer, som er godkendt i den centraleuropæiske zone. Zoneregistreringen vil altså give landbruget mulighed for at anvende flere forskellige pesticider, navnligt i den central- og sydeuropæiske zone i EU.

I det vedtagne forslag bliver Danmark sammen med Sverige, Finland og de Baltiske lande placeret i én nordeuropæisk zone, mens lande som fx Tyskland, Holland og Storbritannien kommer i en centraleuropæisk zone. Overordnet set udgør de danske aktivstoffer afhængigt af afgrøden mellem 30-50 % af det samlede antal godkendte aktivstoffer i den nordeuropæiske zone, mens de udgør 10-30 % af de stoffer, som er godkendt i den centraleuropæiske zone. Zoneregistreringen vil altså give landbruget mulighed for at anvende flere forskellige pesticider, navnligt i den central- og sydeuropæiske zone i EU.

De tre geografiske zoner for godkendelse af pesticider, hvor Danmark er placeret i den nordeuropæiske grønne zone, hvor landbruget kan anvende det laveste antal pesticider. Det skyldes bl.a., at der er færre afgrøder og færre skadedyr, jo længere nordpå man kommer.





Pesticider på afveje

I mere end 6.000 år har mennesket dyrket jorden. Alligevel var det først rigtigt i 1950'erne, at brugen af giftige stoffer på markerne rigtig vandt indpas. Anvendelse af pesticider er en del af den effektivisering af landbruget, der siden har ført til en negativ udvikling i naturens mangfoldighed. Nu bliver der fra myndigheder, interesseorganisationer og forskere gjort meget for at bremse denne udvikling med love og handlingsplaner.

Foto: Bjarne Jensen.

Med vind og vejr

Pesticider kan blive grebet af vinden og blæse ind til naboen, de kan fordampe og havne i atmosfæren, sive med regnen ned til grundvandet eller strømme på jordoverfladen til søer og vandløb i nærheden.

Der er altså mange faktorer, landmanden skal tage højde for, inden han sprøjter. For megen regn lige efter sprøjtning kan vaske pesticiderne af afgrøden og sprede det i miljøet. De vigtigste vejrmæssige forholdsregler er, at det ikke må regne under og lige efter sprøjtningen, og der må heller ikke være ret meget vind. Udfordringen for landmanden er, at han samtidig skal sprøjte på det rigtige tidspunkt i forhold til afgrødens og skadevolderens udvikling.

Pesticiderne bliver overvåget

Til indsamling af oplysninger om naturen og miljøet i vand såvel som på land har man opbygget det såkaldte nationale overvågningsprogram NOVANA. Det administreres af overvågningssekretariatet i By- og Landskabsstyrelsen, og Danmarks Miljøundersøgelser samt De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) samler informationer herfra i landsdækkende rapporter og indberetter data til internationale organisationer og konventioner, herunder Det Europæiske Miljøagentur. Overvågningen finder mange forskellige pesticider i miljøet og grundvandet.

I en tredjedel af de udtagne prøver fra det såkaldte overfladenære grundvand, som er det grundvand, der findes mellem 0 og 20 meter under jordoverfladen, finder forskerne fra GEUS også pesticider. I 10 % af prøverne er koncentrationerne så høje, at de overskrider grænseværdien på 0,1 mikrogram. Flertallet af fundene stammer dog fra pesticider, der ikke længere er i brug – ofte på grund af, at de kan sive ned til grundvandet. For eksempel kommer det hyppigt fundne nedbrydningsprodukt BAM fra herbicidet dichlobenil.

For at finde ud af, om pesticiderne i grundvandet stammer fra regelret brug på markerne besluttede Folketinget i 1998 at oprette et varslingsystem for pesticidudvaskning til grundvandet. I varslingsystemet undersøger forskerne fra GEUS nedsivningen under marker, der er sprøjtet med pesticider.

Som vinden blæser

Når landmanden sprøjter afgrøderne på marken, er der en forholdsvis stor risiko for, at vinden tager pesticiderne. Sprøjteudstyret betyder meget for, i hvor høj grad pesticiderne bliver grebet af vinden. Jo længere væk fra jordoverfladen, sprøjten er placeret, og jo mindre pesticidråberne er, des større er risikoen for, at de bliver fanget af vinden. Dette kaldes afdrift.

Afdriften afhænger blandt andet af pesticidets egenskaber. For eksempel betyder det meget, hvilke stoffer der er tilsat, fordi tilsætningsstofferne ofte påvirker dråbestørrelsen. De store dråber fordeler sig ikke jævnt over de planter, svampe og insekter, man ønsker at bekæmpe, og derfor er små dråber ofte at foretrække for at få så stor en effekt af sprøjtningen som muligt. Men små dråber er ikke på samme måde som store påvirket af tyngdekraften – de bliver let grebet af vinden og ført væk.

Især når vinden blæser, og når landmanden sprøjter tæt ved kanten af marken, er der stor risiko for, at pesticiderne spreder sig uden for marken. For at forhindre, at pesticiderne påvirker omgivelserne, fastsætter myndighederne den mindste afstand til vandløb og søer, hvor det er tilladt at sprøjte. Disse afstandskrav fra mark til vandløb og søer bliver fastsat ud fra nogle generelle værdier for afdrift, men de tager hverken højde for landmandens teknik eller vejrforholdene. For eksempel er det ofte bedst at sprøjte morgen eller aften, da vinden generelt er kraftigere midt på dagen.

Hvor langt de pesticider, der ender uden for marken, bliver spredt, afhænger i høj grad af, om forhindringer, i form af læhegn eller lignende, kan standse pesticiderne.

Figur 3-1

På billedet undersøger forskere fra Danmarks Miljøundersøgelser afdriften af pesticider til læhegnene ved at tilføje væsken et gult sporstof. Efter sprøjtningen kunne forskerne analysere, hvordan pesticidet blev spredt, hvor i hegnet det var havnet, og hvor stor forskel det gjorde, om man sprøjtede med eller uden afstandskrav i forhold til hegnet.

Foto: Morten Strandberg.



Regn i stride strømme

Når det regner kraftigt, er der stor risiko for, at vandet flyder på jordoverfladen. Når der lige er sprøjtet, kan regnen skylle nogle af pesticiderne af planterne og ned på jorden. Her kan de flyde med vandet, især hvis jorden allerede er mættet med vand på grund af tidligere regnskyt.

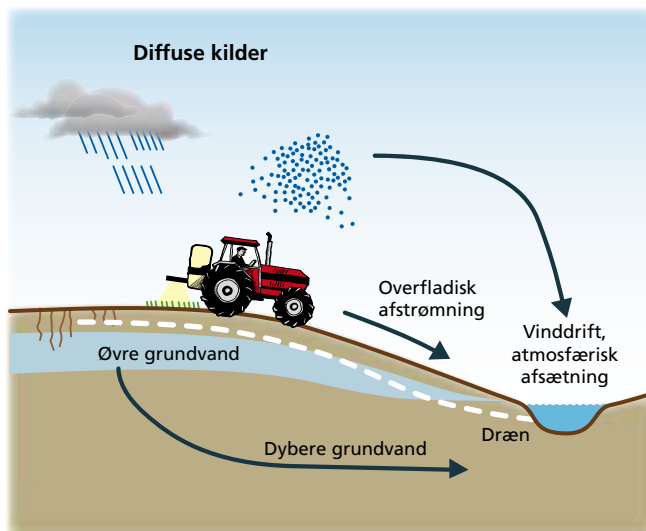
Generelt er risikoen for, at pesticider strømmer på markoverfladen til det omkringliggende miljø ganske lav. Men under særlige forhold som store nedbørsmængder i kombination med skrånende marker, er der alligevel en betydelig risiko for stor afstrømning.

Pesticider, der bliver ført med overfladevandet på marken, vil typisk havne i nærvedliggende søer og vandløb. Forskere har for Bichel-udvalget vurderet, at afstrømningen fra de nærmeste to hektar landbrugsareal langs 100 meter vandløb kan udgøre mere end 0,2% af den udbragte pesticidmængde. Det lyder af lidt, men hvis man for eksempel har en lille sø på 500 kvadratmeter, der ligger midt i et landbrugsområde, vil 0,2% af den mængde pesticider, der i alt er blevet udbragt på de to hektar, betyde, at søen modtager en dosis, der per arealenhed svarer til 8% af den mængde pesticider, den sprøjtede mark modtager. Dertil kommer, at pesticidet også kan komme til vandhullet med drænvandet eller ved afdrift med vinden (figur 3-2).

Figur 3-2

En del af de pesticider, som egentlig er beregnet til at slå ukrudtet på marken ihjel, ender i stedet på jordoverfladen og siver enten ned til drænvandet eller føres med vandet på jordens overflade. Samtidig kan vinden føre små luftbårne dråber langt væk, og endelig kan fordampning fra plante- og jordoverflader bringe pesticider op i atmosfæren, hvorfra de igen med nedbør kan komme tilbage til jordoverfladen eller overfladevand.

Kilde: DMU.



Regnvejr renser luften for pesticider

Efter et ordentligt regnskyl føles luften frisk og ren, fordi den har afgivet en stor del af sit indhold af luftforurening, deriblandt pesticider til jord, vandløb og søer.

Når landmanden har sprøjtet med pesticider på marken, fordampes en lille smule af aktivstoffet fra overfladen. Derfor er der pesticider i regnvandet og i atmosfæren. Fordampningen aftager efterhånden, og typisk vil der gå mellem 3 og 20 dage, før alt det pesticid, der kan fordampe, også er det. Mængden af pesticider, der fordampes, afhænger af de fysiske og kemiske egenskaber ved det enkelte pesticid og kan afhængig af pesticidet være fra 0,1 til 10 % af den udbragte mængde inden for den første uge efter sprøjtning. Derefter er yderligere fordampning minimal.

I de fleste tilfælde er der en tydelig sammenhæng mellem sprøjtningen og pesticiderne i regnen. Men ikke altid. For eksempel er pesticidet DDT fundet i Antarktis – et sted der af gode grunde aldrig har været sprøjtet. DDT er transporteret i atmosfæren fra fjerne egne til Antarktis. I regnen over Danmark er der også set pesticider, der stammer fra anvendelse i andre lande. Det ved man, fordi der ofte er tale om stoffer, som der er forbud mod at bruge her i landet. Pesticiderne i luften respekterer ikke landegrænser.

Pesticiderne forsvinder igen fra atmosfæren, når de kommer ned med regnen eller bliver afsat på planter, træer og buske eller på overfladen af vandløb og søer. De kan også blive nedbrudt i atmosfæren, hvis de reagerer med andre kemiske stoffer, hvorved pesticidet bliver omdannet. Det kan både resultere i uskadelige stoffer som vand og kuldioxid, eller et andet skadeligt eller harmløst stof. Derfor er det mest de svært nedbrydelige pesticider som DDT, man finder spredt over lange afstande.

Kontrol over pesticiderne

Man finder pesticider mange steder i naturen, og det er ikke bare dem, der bliver brugt i dag, der bliver fundet i miljøet (boks 3-1). Pesticider, der har været forbudt at anvende i mange år, dukker stadig op i naturen. Et eksempel er herbicidet atrazin, der stadig bliver fundet i danske vandløb til trods for, at det siden 1994 har været forbudt at anvende i Danmark. Forskerne regner med, at midlet

Boks 3-1 Pesticider i miljøet

- Ud af de ca. 64.000 kilometer vandløbsstrækning, vi har i Danmark, opfyldte de 11.000 kilometer ifølge Bichel-udvalget ikke målsætningerne. Bichel-udvalget vurderede i 1999, at 2 % af disse ikke opfyldte målsætningen for deres biologiske tilstand på grund af pesticider, og at det specielt var pyrethroiderne, der var årsagen.
- I overvågningsprogrammets rapportering fra 2000 og 2001 fandt man i de vandløb, man undersøgte i landbrugsområder, 43 ud af de 68 pesticider, der blev målt for.
- Blandt de hyppigst anvendte og fundne pesticider og pesticidrester er glyfosat fra herbicidet Roundup®, dets nedbrydningsprodukt AMPA og BAM, der er et nedbrydningsprodukt fra herbicidet dichlobenil.
- Grænseværdien for pesticider og pesticidrester i grundvand, der skal bruges til drikkevand, er 0,1 milligram pr. liter, hvilket svarer til ca. to dråber i 25 meters bassinet i svømmehallen
- Mellem 0 og 10 % af de udbragte pesticider fordamper. Mængden afhænger af, hvilket pesticid der er tale om.

er blevet bundet i lerminerale i de øvre jordlag, og at det herfra kun langsomt bliver frigivet til miljøet. Herbicidet diuron, der hæmmer planternes fotosyntese, er i 2008 fundet i lave koncentrationer i Ringkøbing Fjord, hvortil det kan være kommet fra bundmaling til både eller fra landbruget. Man har derfor ikke et realistisk bud på, hvor mange pesticidrester, der rent faktisk er i naturen, og som vi endnu ikke har opdaget. Ofte forekommer disse pesticidrester i koncentrationer, der er så lave, at de er uden biologisk betydning.

Pesticider, der havner uden for de tiltænkte steder, kan have mange uønskede effekter, og både planter og dyr kan blive påvirket. Dette kan have betydning for mangfoldigheden i naturen og medføre en ændring i fødekæden.

Hvis landmanden ændrer sine sprøjteteknikker, kan man reducere spredningen af en stor del af de pesticider, der i dag utilsigtet ender i miljøet. Man kan afhjælpe meget ved at tage simple forholdsregler som at forebygge udslip til miljø og natur ved påfyldning og afvaskning af sprøjteudstyr og undlade at sprøjte, når der er udsigt til regn og blæst. Man kan vælge at sprøjte i vækstsæsonen, når afgrøden er i god vækst, hvor planterne typisk opsamler mere end 95 % af pesticiderne, eller man kan bruge bedre sprøjteudstyr, der minimerer afdriftsrisikoen.

Tanglopper mister taget

Det myldrer af liv i vandløbene. Fisk, der slår med halen, og ferskvandssnegle, der kryber hen over de nedfaldne blade og grene. Men der er også liv i vandløbene, som vi ikke umiddelbart får øje på, når vi kigger ned i vandet. Under sten, sand, grene og planterester gemmer der sig et hav af små dyr. Her søger de mæge og føde, samtidig med at de gemmer sig for rovdyr. Tanglopper og andre smådyr udgør nemlig en vigtig del af menuen for fisk som laks og ørreder.

Men vandløbets dyreliv er i fare. Langs de fleste danske vandløb ligger dyrkede marker. Her anvender landmændene insekticider for at undgå skadedyr på afgrøderne. Insekticiderne lammer insekternes nervesystem og dræber dem. Uforsigtighed i forbindelse med afvaskning af sprøjteudstyr, kraftig regn eller blæst og manglende overholdelse af afstandskrav til vandløbene kan føre insekticiderne til vandmiljøet. Hvis de små dyr i vandløbene bliver påvirkede af insekticidet, kan det have effekter på fødekæden og dermed på hele økosystemet. Effekterne er altså ikke kun koblet til et enkelt dyresamfund, men til hele vandløbet som økosystem. Dette indikerer, at det kan være nødvendigt i højere grad, end man gør i dag, at undersøge pesticider for effekter på interaktioner mellem arterne i økosystemet (se også "Blinde pletter i risikovurderingen" side 88).

Dyr i drift

De fleste smådyr, man finder i vandløbet, gemmer sig under sten og grene eller ligger gravet ned i bunden. Det skyldes, at strømmen i et vandløb ofte er så stærk, at et liv i det frie vand ikke er muligt.

Selvom vandløbsdyrene er tilpasset et liv i strømmende vand, driver der hele tiden små dyr med strømmen ned ad vandløbet. Dette kaldes drift. Hver gang vandløbsdyrene søger føde, er der en risiko for drift. Når dyrene bliver grebet af strømmen, søger de ned mod bunden, hvorfra de igen kan vandre opstrøms.

Smådyrenes drift kan opdeles i to forskellige typer. Den "naturlige" type er en adfærdsdrift. Adfærdsdriften er karakteriseret ved, at det enkelte dyrs aktivitet, fx når det søger efter føde, resulterer i, at dyret bliver taget af strømmen og ført ned gennem vandløbet.

Den anden type drift er en katastrofedrift. Denne drift er karakteriseret ved, at en stor gruppe dyr på samme tid slipper taget og bliver ført væk med strømmen. I modsætning til den naturlige drift, der typisk sker om natten, kan katastrofedrift ske på alle tidspunkter af døgnet. Katastrofedrift sker for eksempel, når dyrene pludselig bliver udsat for insekticider i vandet.

Selv små koncentrationer af insekticider, der knapt nok kan måles med moderne måleudstyr, har vist sig at ændre adfærden markant hos ferskvandstangloppen *Gammarus pulex* (boks 3-2). Tangloppen bliver hyperaktiv, når den bliver udsat for koncentrationer på 10 nanogram pr. liter eller 0,000.000.01 gram pr. liter af fire testede pyrethroider. Ved et femte insekticid ændrede tangloppen aktiviteten allerede ved 1 nanogram pr. liter.

Når man undersøger, om der er pesticider i drikkevandet i det danske overvågningsprogram, er kravet til den grænse, hvor man skal kunne måle pesticiderne, 10 nanogram pr. liter, mens grænsen for, hvornår grundvandet accepteres som drikkevand, er maks. 100 nanogram pr. liter, hvilket svarer til 0,1 mikrogram pr. liter.

Boks 3-2 Ferskvandstangloppe

Ferskvandstangloppen, *Gammarus pulex*, er et lille krebsdyr, der er meget almindeligt i danske vandløb, hvor den foretrækker de øvre, hurtigt strømmende dele af vandløbene. Den lever mellem grus, sten og grene på bunden af vandløbene. Der er typisk op til 3.000 tanglopper pr. kvadratmeter, men på særligt egnede steder er der fundet 20-30.000 individer pr. kvadratmeter.

Tangloppen formerer sig herhjemme fra april, og dyrene gemmer deres æg under halen, indtil ungerne bliver født. Den får op til 5-6 kuld fra april til hen på sensommeren. Det enkelte dyr lever kun ét år, og voksne dyr overvintrer.

Tangloppen ernærer sig primært som ituriver. Det vil sige, at den lever af henfaldende plantedele, men den kan også være rovdyr og ådselæder.



Foto: Henrik Baktoft.

Fødekæden knækker

Når insekticiderne havner i vandløbene, flyder døde og levende, men påvirkede dyr med strømmen. Nogle af de lammede dyr kan være heldige og få grebet fat i en gren, en sten eller andet på deres vej ned ad vandløbet, hvis de ikke bliver ædt af en fisk. Drifter smådyrene midt på dagen, er de nemlig lette ofre for sultne bækørreder.

Man har i laboratoriet lavet undersøgelser, hvor man udsætter tanglopper for lugten af ørred. Tangloppens strategi er at nedsætte sin aktivitet, så ørreden ikke ser den. Men bliver den udsat for selv små koncentrationer af insekticider, forsvinder dens naturlige adfærd. I stedet bliver tangloppen hyperaktiv og derved et let bytte for fisk, som er mindre følsomme over for insekticider. Det er godt for fisken på kort sigt, men på længere sigt kan det have uheldige konsekvenser, idet fiskens fødegrundlag kan forsvinde.

Balancen tipper

Fisk er imidlertid ikke de eneste, smådyrene i vandløbet skal være på vagt overfor. Smådyr æder nemlig også hinanden. For eksempel står larverne af slørvingen på tangloppens menukort. Under laboratorieforhold, hvor smådyrene gik i rent vand, observerede man, at kun 8 % af slørvingerne overlevede, hvis de gik sammen med tanglopperne i en time. Resten blev ædt. Udsætter man derimod systemet for selv meget små mængder af insekticider, æder tanglopperne markant færre slørvinger, og efter en time lever halvdelen af slørvingerne stadig. Påvirkningen med insekticider ændrer altså balancen mellem dyrene i økosystemet.

Algeopvækst i vandløb

I kunstige vandløb – også kaldet strømrender (figur 3-3), har forskerne fra DMU og Syddansk Universitet lavet mange forsøg med vandløbsdyr. For eksempel har man lavet undersøgelser for at finde ud af, om insekticider betyder noget for omsætningen af organisk stof, typisk planterester, i vandløbet. Omsætningen af organisk stof er vigtig for at opretholde vandløbet som et sundt økosystem med hele samspillet mellem planter, mikroorganismer, insekter, krebsdyr og fisk.



Figur 3-3
Forskere fra DMU i Silkeborg og Syddansk Universitet i Odense opstiller kunstige vandløb, strømrønder, som de bruger til forskellige analyser. Her kan forskerne tilsætte et insekticid til vandet og stille opsamlingsnet for enden af de kunstige vandløb. De efterfølgende timer opsamles og registreres de vandløbsdyr, der er havnet i nettet som konsekvens af katastrofedrift.

Foto: Trine Hedemand.

Forskerne opdagede, at omsætningen af det organiske stof falder, og at algerne ikke bliver ædt, når vandløbet bliver udsat for visse insekticider. I vandløb gror algerne på sten og andre faste overflader, og her danner de tykke lag, når insekticider påvirker de dyr, der ellers ville spise dem.

Laboratorieforsøgsdyr

Ferskvandstangloppen er et typisk vandløbsdyr, der bliver brugt til undersøgelser i laboratoriet. Dette skyldes mange ting. Dels er tangloppen det mest almindelige dyr i danske vandløb, dels er den meget følsom over for insekticider, og endelig er den nem at holde i laboratoriet. Det vil sige, at tangloppen let bliver påvirket af selv små koncentrationer af insekticider, og at den forholdsvis let kan holdes gående i et laboratorium under "unaturlige" forhold, det vil sige under forhold med ikke-strømmende vand.

De andre dyr, der også bruges i laboratorieundersøgelser af insekticiders effekter i vandløb, vælges ud fra samme kriterier som tangloppen. En forudsætning for, at dyr er egnet til test i laboratorier, er, at de skal kunne tåle de ikke-naturlige forhold, laboratoriet byder dem. Andre vigtige egenskaber for testdyrene er, at de er følsomme, repræsentative for vandløbsdyr og levesteder i vandløb og gode til at give ensartede resultater fra gang til gang. Derudover er det vigtigt at få et bredt billede af effekterne. Der

skal altså vælges dyr ud fra, hvilken fødebiologi de har (nogle er iturivere, nogle er rovdyr, andre filtrerer vandet osv.), hvor længe de lever, og hvilken adfærd de har.

I naturlige rene vandløb indgår mange forskellige organismer i et komplekst samspil med hinanden. Derfor er det vigtigt at have en så miljørealistisk sammensætning af dyr som muligt for at kunne vurdere, hvordan insekticiderne påvirker vandløbet som helhed (se også "Blinde pletter i risikovurderingen" side 88).

To typer undersøgelser

Når forskerne vurderer vandløbsdyrs reaktioner på miljøfremmede stoffer, kan de vælge mellem metoder, som foregår i laboratoriet, og metoder, som efterligner det, der sker i naturen. Man kan ikke lave undersøgelserne i naturen, dels fordi det er uacceptabelt at påvirke naturen, dels fordi det kan være vanskeligt at opstille kontrollerede forsøg. I det følgende beskrives to forskellige metoder til at vurdere vandløbsdyrenes respons på de miljøfremmede stoffer – en metode, som efterligner naturen i kunstige vandløb, og en metode, der udføres i laboratoriet. Metoden, der efterligner naturen, er omtalt på de foregående sider.

Den anden metode overvåger dyrene ved hjælp af et videosporingssystem (figur 3-4). Systemet kan observere de ikke-dødelige effekter, insekticider har på smådyrene. Man placerer et antal smådyr, typisk tanglopper, i små plastikskåle, der fyldes med vand og pesticider. Herefter filmes tanglopperne i en given tid, for eksempel en time, og systemet oversætter dyrenes bevægelser til grafer. Ud fra disse grafer kan forskerne vurdere de udsatte dyrs bevægelser i forhold til dyr, der går i rent vand.

I modsætning til andre metoder, der i dag bliver anvendt i laboratoriet, kan systemet med videosporing hurtigt måle forskellige typer af adfærd hos dyrene. I traditionelle korttidsforsøg i laboratoriet udsætter man eksempelvis tanglopper for en given koncentration af et insekticid, fx pyrethroider (boks 3-3), og så observerer man, hvor lang tid der går, inden de dør. Hvis tanglopperne ikke dør, vurderer man koncentrationen til at være uden dødelig effekt (se også "Blinde pletter i risikovurderingen" side 88).

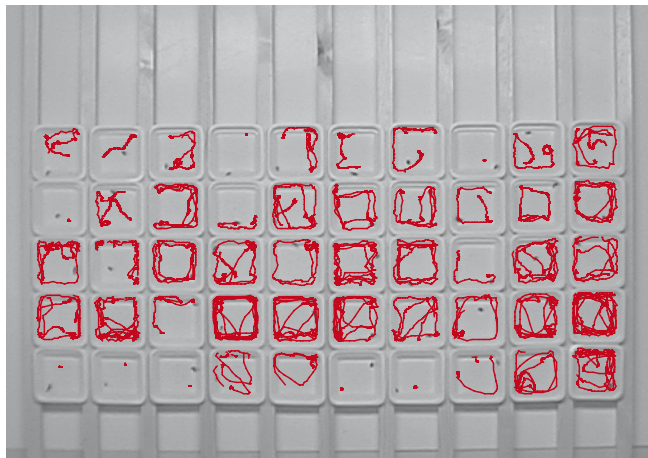
Med videosporing kan man måle dyrenes evne til at komme sig igen, efter at de har været udsat for insekticider.

Figur 3-4

Opstillingen på billedet viser fem rækker med ti plastik-skåle, som hver indeholder en ferskvandstangloppe. Den øverste række er kontrolstyr, det vil sige, de går i rent vand. Herefter er dyrene, fra oven, udsat for henholdsvis 1, 10, 100 og 1.000 nanogram pr. liter af pyrethroidet, lambda-cyhalothrin.

De røde streger viser, hvordan dyrene har vandret de sidste 30 minutter. En lang streg viser således, at dyret har været meget aktivt. Som det fremgår af billedet, er de dyr, der har været udsat for 10 og 100 nanogram pr. liter, generelt mere aktive end kontrolgruppen og de dyr, der kun er udsat for 1 nanogram pr. liter. Samtidig ses det, at flere af de dyr, der opholder sig i vand med 1.000 nanogram pr. liter (den nederste række), ikke bevæger sig.

Foto: Ulrik Nørum, SDU.



Man kan også observere deres adfærd, når de bliver udsat for flere insekticider på samme tid. Fordelen ved denne metode er, at forsøget er lettere og hurtigere at udføre end strømrendeforsøg.

En cocktail af pesticider

I naturen sker det ofte, at det ikke kun er ét pesticid, dyrene bliver udsat for, men en blanding af mange forskellige. Derfor er det vigtigt at vide, hvordan de forskellige pesticider virker, når de optræder sammen. De kan spille sammen på flere forskellige måder.

Hvis effekten af flere stoffer i blandinger er den samme som den samlede effekt af stofferne hver for sig, kalder man effekten for additiv, eller man siger, at stofferne har uafhængig virkning. Når pesticiderne forstærker hinandens effekt, kalder vi effekten synergistisk. Det vil sige, at når stofferne optræder sammen, er virkningen større end af den samlede virkning af stofferne hver for sig. En tredje mulighed er, at pesticiderne ophæver eller mindsker hinandens virkning. Denne virkning kaldes antagonistisk.

Samspelet mellem kemiske forbindelser er undersøgt for udvalgte stoffer siden 1960'erne. Undersøgelserne har vist, at den additive effekt er den mest almindelige. Men det er vigtigt at undersøge flere kombinationer, især dem man kan forvente at se ude i naturen. Et stort EU-projekt, NoMiracle, skal afhjælpe disse usikkerheder ved

Boks 3-3 Pyrethroider

Pyrethroider er gifte, der virker på insekters nervesystem. Pyrethroiderne påvirker nervecel- lernes elektrisk ladede natriumkanaler hos både hvirveldyr og hvirvelløse dyr ved at forsinke både aktiverings- og inaktiveringssignalerne. Efter få minutter bliver de ramte dyr ude af stand til at koordinere bevægelser, derefter får de kramper, lammelser, og til sidst dør de.

Pyrethroiderne er kunstige forbedringer af naturlige giftstoffer i planter, såkaldte pyrethriner, som krysantemumarterne rosenkrave og ægte pyrethrum (også kaldet hvid pyrethrum) danner naturligt. Aktivstofferne pyrethrin I og pyrethrin II udvindes fra blomsterne. Plantens virkning blev opdaget i Kaukasus i 1800-tallet, da en kvinde, der brugte tørret hø fra pyrethrumplanten i sin madras på grund af dets duft, viste sig at være den eneste, som ikke var plaget af utøj som lopper og lus.

Pyrethroider er mere effektive end pyrethriner samtidig med, at de er mindre giftige for men- nesker og varmblodede dyr. Derfor har de afløst fosformidler og carbamater i bekæmpelsen af insekter i landbrug, gartnerier og private haver. I 2006 blev der i Danmark anvendt 57.455 kg insek- ticider til landbrugsformål. Heraf var de 19.316 kg pyrethroider. Pyrethroiderne anses for at være blandt de i Danmark tilladte insekticider, der er mest skadelige for vandmiljøet. De er de areal- mæssigt mest anvendte insekticider i Danmark. I 2006 blev de anvendt på ca. 87 % af det samlede insekticidbehandlede areal.

I videosporingsystemet blev de fire pyret- hroider, der i dag er lovlige i Danmark, testet: alpha-cypermethrin, cypermethrin, lambda-cyha- lothrin og tau-fluvalinat. Alle fire har effekter på tangloppers aktivitet ved koncentrationer ned til 10 nanogram pr. liter.



Rosenkrave *Tanacetum coccineum* er en af de to arter af krysantemum, hvorfra man udvinder giftstoffet pyrethrin. Rosenkrave stammer fra det sydvestlige Asien og er i familie med vores hjemlige regnfan *Tanacetum vulgare*.

Foto: Morten Strandberg (øverst),
Marianne Bruus (nederst).

at udvikle metoder, der er egnede til at vurdere risikoen ved kombinationer af flere stoffer, således at man bliver i stand til at forudse virkningen af blandinger uden i hvert eneste tilfælde at skulle foretage undersøgelser, hvilket i praksis er en uoverkommelig opgave.

Færre bær – færre fugle

Vi kender dem alle – de levende hegn, der pryder det danske landskab. Træer og buske som tjørn, hyld og røn, der sidst på året står med flotte røde og sorte bær (boks 3-4). Solsorten er Danmarks mest almindelige fugl. Man ser den ikke bare i haverne, men også på marker, i skove og i parker. Omkring halvdelen af solsortens føde består af bær, mens den anden halvdel består af insekter og orme. Men det er ikke kun solsorten, der spiser efterårets bær. Hvert år trækker flere millioner fugle hen over Danmark på vej mod varmere himmelstrøg. Nogle af disse overvintrer her i landet. Solsorten må konkurrere om føden med fugle som sangdrossel, sjagger og silkehale (figur 3-5), der er typiske vintergæster i Danmark.

Figur 3-5

I gamle dage troede man, at silkehaler fløj mod ruden, fordi de var fulde og derfor ikke kunne navigere. Silkehaler lever nemlig primært af bær fra træer og buske under deres vinterophold i Danmark. De fleste bær gærer hurtigt, og de kan indeholde to til tre procent alkohol. Alkohol optages let fra tarmen, og da silkehalen kan spise 5 til 15 gram bær i et enkelt måltid, er det oplagt at tro, den må blive fuld. Men det sker ikke. Sammenlignet med andre fugle har silkehalen en meget stor lever, og kan derfor let omsætte alkoholen. Andre fugle, som fx stære og drossler bliver derimod let fulde af bærrene.

Foto: Henrik Knudsen.





Det er blevet vurderet af DMU, at omkring fem millioner solsorte overvintrer i Danmark hvert år, og selvom variationen fra år til år er meget stor, vurderer forskerne, at yderligere cirka ti millioner drosselfugle hvert år passerer Danmark. Derudover kommer alle de andre bærspisende fugle, som for eksempel silkehaler og støere, der visse år kan invadere Danmark og æde alt på deres vej. For eksempel afhænger antallet af silkehaler i Danmark om vinteren i høj grad af mængden af bær i de nordskandinaviske lande (figur 3-5). Når der er mange bær til rådighed her, vælger fuglene ofte at blive i det nordlige Skandinavien, og kun få trækker sydpå mod Danmark. Er mængden af bær derimod ringe i Nordskandinavien, vælger mange fugle at trække sydpå, og så kan antallet af silkehaler og drosselfugle i Danmark blive stort.

Som beskrevet i næste kapitel kan herbicider, der er blevet afsat på læhegnets træer og buske, nedsætte disses bærproduktion (figur 3-6). På denne måde kan herbiciderne få negative følger for de bærspisende fugle.

Tjørn er ikke bare torne

Hvidtjørnen er et af de mest almindelige træer i læhegnene. Den har lange kraftige torne, smukke hvide blomster, og hen imod august begynder de flotte røde bær at blive modne. Det er dem, fuglene er ude efter.

Figur 3-6

Forsøg med tjørn fra 2002 der viser, hvordan planterne sætter færre blade året efter, at de blev sprøjtet med sprøjtemidlet Ally i 2001. Yderst til venstre en gren, der i 2001 blev sprøjtet med 5 % af det, der normalt sprøjtes ud på afgrøden, og yderst til højre én, der blev sprøjtet med 40 %.

Foto: Morten Strandberg.

Danmarks Miljøundersøgelser har lavet flere undersøgelser på hvidtjørn. Formålet har blandt andet været at undersøge, om produktionen af bær falder, når træet bliver udsat for herbicider. I de første undersøgelser har man sprøjtet hvidtjørn med metsulfuron. Man har sprøjtet med lave koncentrationer, så det svarer til den afdrift med vinden, som kan forekomme i virkeligheden. Træerne er blevet sprøjtet, når de sætter knopper og senere, lige inden de sætter frugt.

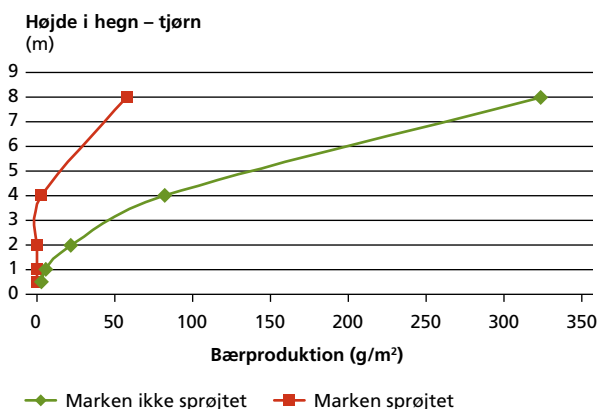
Resultaterne er opsigtsvækkende. Produktionen af blomster eller blade bliver ikke påvirket negativt, når træerne bliver sprøjtet om foråret, men antallet af bær bliver derimod kraftigt reduceret (figur 3-7). Selv koncentrationer helt ned til 2,5 % af den dosis, landmændene bruger på markerne, har en negativ virkning.

En anden observation, der har interesseret forskerne, er virkningen af metsulfuron på længere sigt. Selv om antallet af blade på træerne ikke falder det år, man sprøjter, har de samme træer året efter et betydeligt lavere antal blade. Årsagen til denne effekt er ikke kendt. Det kan muligvis skyldes, at herbicidet forhindrer hvidtjørnen i at overføre energi fra bladene til resten af træet. Dermed får træet ikke samlet energi til næste vækstsæson. Men det kan også skyldes, at ledningsvævet bliver påvirket på en måde, der gør, at det fungerer dårligt året efter. Faktum er, at træerne ikke bare bliver påvirket negativt det år, de bliver sprøjtet, men også året efter (figur 3-6).

Figur 3-7

Mængden af bær på hvidtjørn falder markant, når den udsættes for sprøjtemidlet Ally fra sprøjtningen af en mark med den normale dosis på 4 gram aktivt stof pr. hektar. Man kan se, at et træ som tjørn sætter flere bær jo højere oppe i hegnet, man er. I toppen sætter tjørnen flest bær, og heroppe er det absolutte tab efter sprøjtningen på 300 gram pr. kvadratmeter meget stort.

Kilde: Bruus et al. Bekæmpelsesmid-delforskning fra Miljøstyrelsen, 2008.



Bufferzonens betydning

På baggrund af de alarmerende resultater har forskerne efterfølgende undersøgt, hvilke tiltag der kan nedsætte afdriften af de herbicider, der når ud og beskadiger træerne.

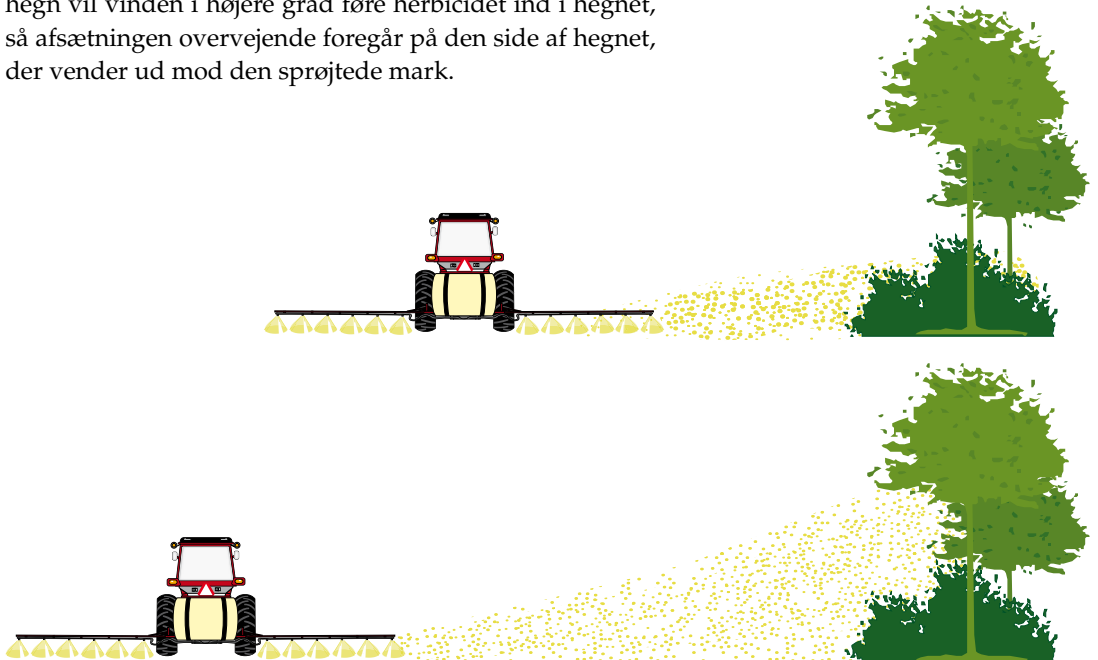
Undersøgelserne viser, at jo længere væk fra læhegnet landmanden sprøjter, des højere oppe i hegnet bliver herbicidet afsat. I den sammenhæng har man undersøgt, hvad en bufferzone, altså en usprøjtet zone ind mod læhegnet, betyder for afsætningen af herbicider. Det har vist sig overvejende at være en fordel for lave arter som hyld, mens der stadig bliver afsat herbicider på højere træer (figur 3-8). Vegetationen under træerne, den såkaldte fodpose, vil dog nyde godt af en bufferzone. Undersøgelser har vist, at mangfoldigheden af plantearter i en fodpose langs en økologisk mark er betydeligt højere end langs en konventionelt dyrket mark.

Læhegnenes gennemtrængelighed har stor betydning for, hvor meget herbicid, der bliver afsat på dem. Når læhegnene er meget tætte, kan der blive afsat en del herbicider på den side, der vender væk fra marken. Dette skyldes, at luftstrømmen og dermed herbiciderne, hvirvler op over træerne og lander på den anden side. I mindre tætte hegn vil vinden i højere grad føre herbicidet ind i hegnet, så afsætningen overvejende foregår på den side af hegnet, der vender ud mod den sprøjtede mark.

Figur 3-8

Jo tættere på læhegnet landmanden kører med sin sprøjte, des lavere i hegnet bliver pesticidet afsat. Når sprøjten kommer længere væk fra hegnet, bliver pesticidet også afsat højt oppe i træerne. Derfor kan lave træer som for eksempel hyld og urter og græsser under træerne have en fordel af en sprøjtefri zone, mens det reelt betyder meget lidt for afsætningen højere oppe på høje træer som hvidtjørn og seljerøn, der tilmed sætter flere bær øverst.

Efter Bruus m.fl. 2008.



I modsætning til bufferzonerne har forbedringer af sprøjtedyser vist sig at have en positiv effekt på alle træer. Hvis sprøjtedyserne sprøjter med store dråber, kan man reducere den mængde af herbicider, der ender i læhegnene. Store dråbestørrelser kan til gengæld føre til, at herbicidet i højere grad løber af planterne og ender på jorden. Dette kan igen føre til, at der skal bruges mere sprøjtemiddel for at opnå den ønskede effekt på det, der skal bekæmpes. Herved stiger risikoen for, at der kommer andre effekter på miljøet.

Langtidsvirkninger

Når man skal vurdere, hvor farligt et herbicid er for miljøet, undersøger man giftigheden af det enkelte herbicid over for en række land- og vandlevende organismer. Disse test skal påvise eventuelle effekter på natur og miljø, der er uønskede. Testene har imidlertid en række svagheder. De påviser kun akut, negative påvirkninger, og de tager ikke højde for langtidsvirkninger, som fx rammer planternes formering. Testene bliver desuden udført på enårige planter, som regel landbrugsafgrøder. De fleste vildtvoksende planter er derimod flerårige, hvilket betyder, at de kan bære effekterne af herbiciderne videre til det efterfølgende år, ligesom det er tilfældet for hvidtjørn.

Regeringens pesticidhandlingsplan sigter mod at nedsætte anvendelsen af pesticider i landbruget. Samtidig siger direktiver fra EU, at det hidtidige fald i naturens mangfoldighed skal vendes. Pesticidhandlingsplanen foreslår, at dette blandt andet kan ske ved at begrænse brugen af pesticider eller ved at udlægge bufferzoner langs markerne.

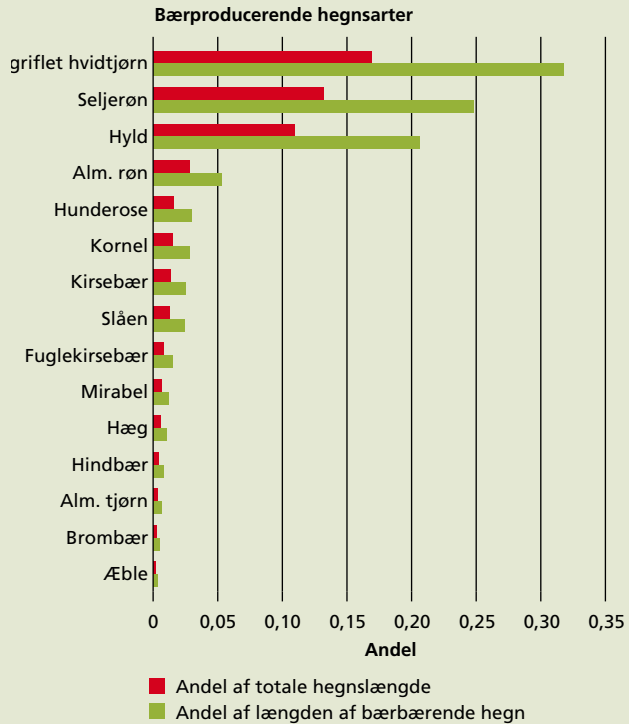
De ovennævnte undersøgelser viser, at bufferzoner ikke nødvendigvis giver den ønskede effekt på træernes produktion af bær. Hvis regeringen vil opfylde målet om at stoppe faldet i naturens mangfoldighed og måske endda øge den, er det nødvendigt at supplere de nuværende forslag med at udvikle sprøjteudstyr, der begrænser afdriften af pesticider mest muligt. Kun derved kan vi beskytte læhegnene og den biologiske mangfoldighed, de understøtter.

Boks 3-4 Danmarks læhegn

Den samlede længde på læhegnene i Danmark er vurderet til at være ca. 97.000 kilometer.

De træarter, der sætter bær, udgør omkring halvdelen af den samlede hegnslængde i Danmark. De fire mest almindelige hegnstræer er hvidtjørn, seljerøn, hylde og hvidgran. Alle undtagen hvidgran sætter bær. Hvidgran er særlig udbredt i de vestlige dele af Danmark, mens de øvrige træer er udbredt i hele landet. Undersøgelsen anslår, at hvidtjørn, seljerøn, hylde og almindelig røn udgør mere end 80 % af de hegnsarter, der sætter bær.

De læhegn, der er med i opgørelsen, findes på ca. 2.600.000 hektar, der i Danmark er udlagt til landbrug, hvilket svarer til cirka ca. 60 % af det samlede areal.



Forekomsten af arter i levende hegn, der sætter bær, som andel af den totale hegnslængde i Danmark og som andel af længden af bærbærende hegn. Efter Bruus m.fl. 2008.



Engriflet hvidtjørn.
Foto: Morten Strandberg.



Tjørnebær.
Foto: Morten Strandberg.



Almindelig hylde.
Foto: Trine Sørensen.



Hyldebær.
Foto: Kathe Mogelvang.



Liv i landbruget

Pesticider er udviklet til at slå levende organismer ihjel, og de udgør derfor en trussel mod de dyr og planter, der har deres naturlige levested i agerlandet. Spørgsmålet er, hvor meget natur der skal være i det danske agerland?

Foto: Klaus Lundfold.

Planterne der forsvandt

Mange arter af ukrudt forsvinder fra de danske marker. Smukke blomsterplanter som rød arve og natlimurt er efterhånden et sjældent syn på markerne og i deres omgivelser. Hvor grøftekanter med blomster i massevis før var almindelige, er de i dag et sjældent syn. I dagens Danmark er markkanterne præget af ensartet plantevækst, ofte domineret af få arter af græs. Det ukrudt, der ses på markerne i dag, er domineret af færre arter, for eksempel enårig rapgræs og fuglegræs.

Ukrudt er imidlertid ikke bare ukrudt. Ukrudt er også direkte eller indirekte fødekilde for mange vilde dyr, lige fra insekter og edderkopper til fugle og pattedyr. Færre ukrudtsplanter i markerne giver mindre føde til dyrene. På lang sigt kan det have alvorlige konsekvenser for det danske dyreliv.

Antallet af vilde plantearter er i en sammenlignende undersøgelse af økologiske og konventionelt dyrkede marker fundet at være ca. 1,6 gange højere i de økologiske marker. I undersøgelsen blev der i alt fundet 140 vilde plantearter i de økologiske marker og 88 plantearter i de konventionelle marker. Antallet af individer og den samlede biomasse af arter var også højest i de økologiske marker. Flere forsøg viser, at først og fremmest sprøjtning med herbicider sammen med kvælstof bærer ansvaret for tilbagegangen for de vilde planter i de mange små levesteder, der findes i agerlandet. Insekticider og fungicider kan også påvirke den vilde flora – direkte som følge af kombinationseffekter og formentlig indirekte via en påvirkning af de insekter, der bestøver planterne og også via en påvirkning af de svampe, som mange planter er afhængige af.

Før og nu

I slutningen af 1960'erne var markerne i højere grad end i dag præget af vilde blomster, der groede sammen med afgrøden i markerne. Tyve år senere, i 1989, var kun almindelig fuglegræs og enårig rapgræs almindelige ukrudtsarter i agerlandet, selv om førstnævnte dog var gået tilbage i perioden. Siden da er der sket en fremgang i antallet af ukrudtsarter i de danske marker (tabel 4-1), men der er stadig færre end i 1960'erne.

Selv om de arter, der var dominerende for 40 år siden, stadig er dominerende i dag, har sammensætningen ændret sig. Dengang var det almindeligt, at ukrudtet rummede mange forskellige arter, mens det som nævnt i dag er karakteriseret ved få arter. De planter, hvor der er observeret de største fald i hyppigheden de sidste 40 år, er typisk blomsterplanter som natlimurt, rød arve, glat vejbred og burre-snerre. Rød arve (figur 4-1) er en enårig plante, der ikke er noget særlig stort problem for landmænd. Den kan sætte op til 300 frø per plante, hvilket er noget mindre end planter som fuglegræs og enårig rapgræs (figur 4-2), der giver landmanden langt større ukrudtsproblemer. Rød arve forekommer af og til på lermuldede jorder i forårssåede afgrøder. Den indeholder mange æteriske olier med ubehageligt lugt. Derudover er den allergifremkaldende. For mange pattedyr og fugle er planten oven i købet giftig.

Figur 4-1

Rød arve, som her ses i stor forstørrelse, kaldes også "grine til middag". Det skyldes, at den først folder sine blomster ud, når solen skinner kraftigt – og kun fra kl. 7 til 14. I det øjeblik en sky går for solen, lukker den sig igen. Derfor kaldes den også "bondens vejrglas".

Foto: Carsten Hunding.



Fremgang for visse plantearter, tilbagegang for de fleste

I 1964 og årene derefter undersøgte Landbohøjskolen (KVL) indholdet af levende frø i jorden. De samme marker blev genundersøgt af DMU i 1989. I løbet af de 25 år, der var gået, var det gennemsnitlige antal af ukrudtsarter næsten halveret. I 1964 var der i næsten alle undersøgte marker i gennemsnit mere end 10 levedygtige ukrudtsarter i frøpuljen. I 1989 var det kun i en tredjedel (figur 4-3).

I perioden 2001-2004 blev ukrudtet igen undersøgt, denne gang af Landbohøjskolen. Nu så det faktisk ud til, at tendensen var vendt. Siden undersøgelsen i 1987-1989 var frekvensen af de 67 arter, der blev optalt på små prøveflader (cirkler på 0,1 m²), steget med mellem 45 og 75 % (tabel 4-1).

De vilde blomster i de danske marker er måske i fremgang. En del af årsagen kan ligge i, at forsøgene på at nedbringe behandlingshyppigheden har ført til, at mere ukrudt kan overleve i markerne.

Arter i græsfamilien er blevet mere udbredte i markerne. For eksempel er enårig rapgræs, knæbøjet rævehale, rød svingel og rajgræs alle blevet mere almindelige i de danske marker. Dette indikerer, at græsukrudt er blevet et større problem for de danske landmænd de seneste årtier. En af de mest almindelige ukrudtsarter er enårig rapgræs (figur 4-2). Det skyldes især, at den formerer sig meget hurtigt. Hver plante sætter hvert år cirka 500 frø, og

Tabel 4-1

Det gennemsnitlige antal ukrudtsarter optalt inden for en cirkel på 0,1 kvadratmeter i fem forskellige afgrøder. Tendensen fra den første til den anden undersøgelse var et markant fald, mens der siden 1987-1989 har været en stigning, så artsantallet i de fleste afgrøder i dag ligger mellem tallene for 1964-1970 og tallene for 1987-1989. Undersøgelsen er baseret på forekomsten af de samme 67 arter af ukrudt optalt på forskellige marker i tre forskellige perioder. Efter Andreasen og Stryhn (2008).

	Vårbyg	Vårraps	Vinterrug	Vinterhvede	Græs og kløver i omdrift
1964-1970	6,9	5,8	6,6	5,8	3,4
1987-1989	2,9	2,7	2,8	2,1	1,5
2001-2004	4,2	4,6	4,9	3,4	1,5



Figur 4-2

Enårig rapgræs er den almindeligste ukrudtsplante i de danske marker og har været det i mindst 50 år. Dette skyldes blandt andet, at den bruger meget kort tid fra den spirer til den sætter frø. I perioder med tørke eller frost går enårig rapgræs i hvile, men ellers kan den blomstre hele året rundt. Den ses ofte langs veje, på gårdspladser, mellem brosten eller på terrassen, hvor konkurrencen med andre planter er svag.

Enårig rapgræs formerer sig udelukkende ved hjælp af frø, og dem producerer hver plante ca. 500 af. Arten forekommer hyppigt i alle slags afgrøder hele året rundt og kan derfor være ret generende for landmanden, især i åbne afgrøder.

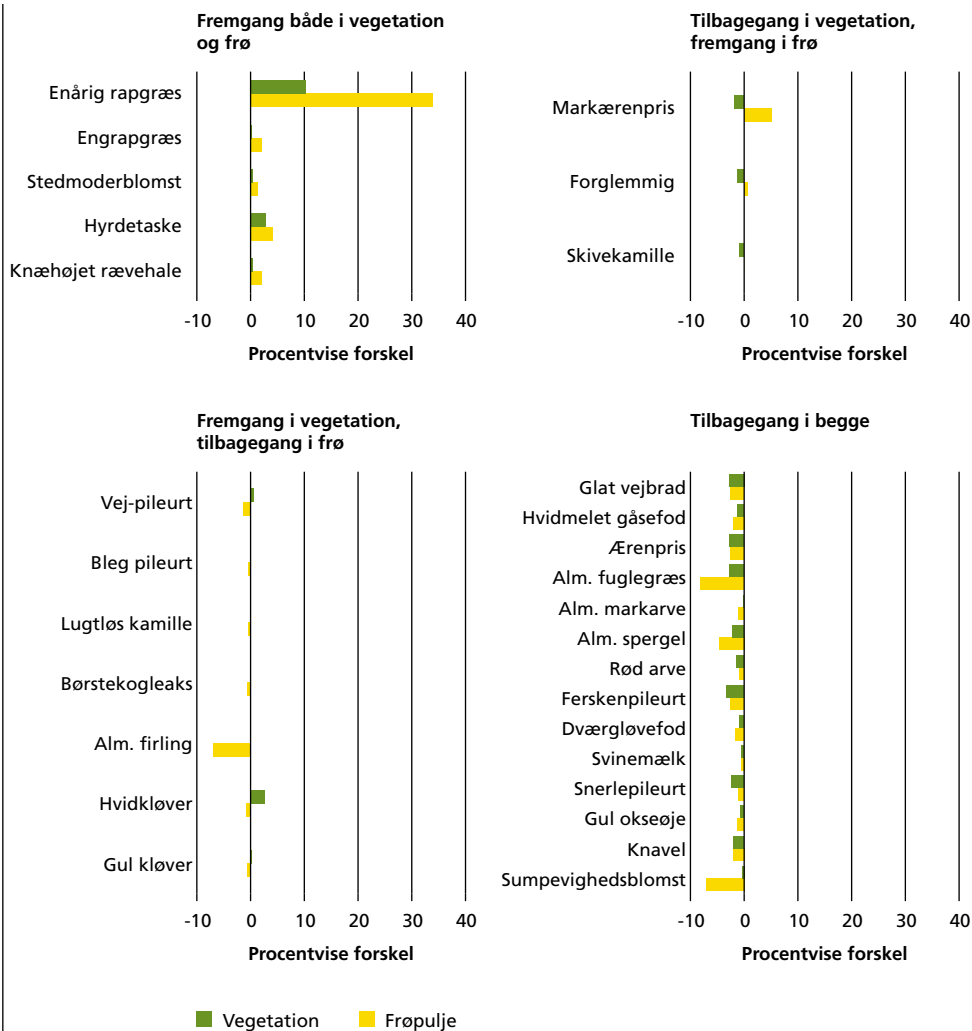
Enårig rapgræs foretrækker gødet jord med masser af næring, men den er set på alle kontinenter overalt i verden, lige fra Antarktis til tropenerne.

Foto: Morten Strandberg.

den blomstrer det meste af året. Den forekommer hyppigt i alle slags marker, og den kan derfor være ret generende for landmanden.

Følsomme planter

DMU's undersøgelser i sprøjtede og usprøjtede marker har vist, at både antallet af arter og individer af ukrudt i de usprøjtede marker er markant højere end i de sprøjtede marker. Dette er ikke kun en konsekvens af årets sprøjtning. I undersøgelserne blev ukrudtet undersøgt et år, hvor sprøjtningen i den konventionelle mark var udeladt. Også her var der en markant forskel i markernes ukrudt.



Figur 4-3

Figuren viser udviklingen i antallet af ukrudtsarter og disses hyppighed i herbicidsprøjtede marker i perioden 1964-1989 (den senere forbedring i situationen er ikke medtaget). Opgørelsen omfatter både fremspirede planter og frø i jorden. Arter som hvidmelet gåsefod, ærenpris, almindelig fuglegræs, almindelig spergel og sumpevigheidsblomst er blevet mere sjældne i perioden, mens kun få arter, som fx enårig rapgræs, hyrdetaske og engrapgræs har oplevet en fremgang i forekomst. På trods af at almindelig fuglegræs er gået tilbage i perioden, er den i dag stadig næstefter enårig rapgræs den mest almindelige ukrudtsart.

Kilde: Kjellsson og Rasmussen 1995.



Det viser, at den mindre mængde ukrudt i de sprøjtede marker er et resultat af tidligere års sprøjtninger.

Mange forskere har i årenes løb tilskrevet faldet i mængden og antallet af arter af vilde blomster det øgede forbrug af pesticider. Undersøgelser har for eksempel vist, at mellem 25 og 30 % flere planter overlever i usprøjtede marker end i sprøjtede marker. Dette skyldes blandt andet, at planternes evne til at overleve stress, fx tørke, bliver forringet, når de bliver udsat for pesticider.

Visse arter, eksempelvis fuglegræs (figur 4-4) og mark-forglemmigøj, får en nedsat evne til at sætte frø sig, når der er sprøjtet med herbicider, mens andre arter, eksempelvis storkronet ærenpris og enårig rapgræs, er mindre påvirkede. Dette ændrer konkurrenceforholdene mellem arterne og medvirker til, at nogle få arter oplever en fremgang med det øgede forbrug af pesticider.

Hvordan planterne bliver påvirket af herbiciderne, afhænger blandt andet af, hvilket stadium de er på i deres udvikling, når der bliver sprøjtet. Generelt er små nye planter mere følsomme over for giftene end planter, der er længere fremme i deres udvikling. Derfor har tidspunktet, hvor landmanden sprøjter, en stor betydning for, hvor meget ukrudtet bliver påvirket.

Ukrudt er ikke bare ukrudt – ukrudt er også føde

Når markernes bestand af ukrudt bliver mindre, er der en mulighed for at mindske anvendelsen af herbicider. Mindre ukrudt – færre gifte. Dette er ønskeligt ud fra et driftsøkonomisk synspunkt, og ud fra et naturforvaltningsmæssigt synspunkt er det selvfølgelig positivt, at

Figur 4-4

Fuglegræs i blomst.

Foto: Morten Strandberg.

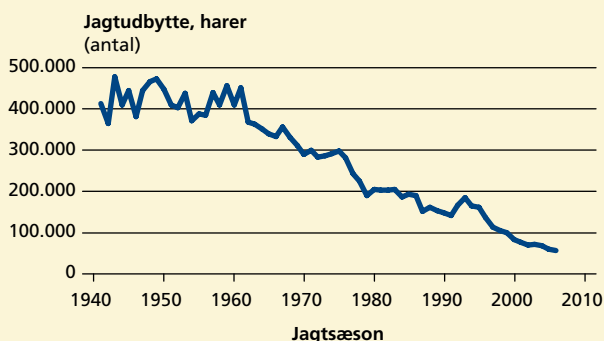
der kan bruges færre pesticider. Samtidig betyder færre ukrudtsplanter dog ringere levevilkår for de dyr, der direkte eller indirekte er afhængige af ukrudtet. Omvendt vil en nedgang i ukrudtsbekæmpelsen sandsynligvis føre til, at der kommer mere ukrudt, som på et tidspunkt bliver bekæmpet. Der er altså tale om en balance mellem produktion og naturindhold, som det kan være svært at styre. Mange insekter, fugle og pattedyr lever af markens vilde blomster. For eksempel viser undersøgelser af harens føde, at mængden af føde om sommeren er faldet i takt med det stigende forbrug af herbicider, se også boks 4-1.

Floraen i det danske agerland er, ud over at være føde for mange dyr, også til glæde for mennesker. Områder, der ikke er landbrug, indgår ofte i en mosaik med agerlandet, og derfor oplever mange mennesker agerlandet som en rekreativ værdi i sig selv.

Boks 4-1 Harebestanden går tilbage

Jagtudbyttet af harer har været faldende i Danmark gennem de seneste 40-50 år. I jagtsæsonen 2007/08 blev der nedlagt ca. 57.000 harer, og det svarer til lidt mindre end en syvendedel af det udbytte, jægerne fik hvert år i perioden 1941-1960. For en del vildtarter er udviklingen i jagtudbyttet over tid en afspejling af udviklingen i bestandene. Det gælder også i vid udstrækning for haren, men faldet i bestanden er formentlig mindre end faldet i udbyttet, især fordi mange jægere helt eller delvist har fredet haren, efterhånden som det er tyndet ud i bestanden.

Den faldende tendens ses overalt i Europa, og der har været fremsat mange forskellige teorier om årsagen til den: mangel på føde, dårlig ynglesucces, nedsat killingeproduktion og større dødelighed blandt killinger i løbet af sommeren. På baggrund af en gennemgang af litteraturen og et nyligt afsluttet ph.d.-projekt mener Danmarks Miljøundersøgelser forskere ved Aarhus Universitet, at den mest sandsynlige forklaring er, at der i modsætning til tidligere er langt mindre føde for harer i landbrugslandskabet i sommerperioden, hvor de fleste killinger skulle vokse op. De udstrakte marker, hvor stort set alle vilde planter er sprøjtet væk, er kun fødemæssigt interessante for haren, så længe afgrøderne er lave. Senere på vækstsæsonen duer de ikke. Nu om dage får haren tilsyneladende lige så mange killinger som tidligere, men killingerne har en meget ringere chance for at overleve sommerperioden. Resultater er, at antallet af harer falder, og det samme gør jagtudbyttet.



Antallet af harer er gået stærkt tilbage gennem de seneste 40-50 år. Det afspejles bl.a. i det årlige jagtudbytte, der er faldet til mindre end en syvendedel af udbyttet før 1960. Ved at undersøge haren i laboratoriet kan man finde ud af, om tilbagegangen skyldes ændringer i harnes helbredstilstand eller formeringsevne.

Fuglene i agerlandet

Undersøgelser af Danmarks fugle helt tilbage fra 1980 viser, at der er færre fugle på de konventionelt dyrkede marker end på de økologiske marker. Forskellen skyldes dels, at der ikke bliver anvendt pesticider i det økologiske jordbrug, dels at de økologiske marker ofte er mindre. Fugletællinger foretaget af Dansk Ornitologisk Forening har vist, at de syv mest hyppige fuglearter i agerlandet – stær, vibe, agerhøne, landsvale, gulspurv, sanglærke og bomlærke, alle har været i stagnation eller tilbagegang siden 1976.

Viben har tidligere været en almindelig ynglefugl i det åbne danske landskab (figur 4-5). Efter en kraftig tilbagegang yngler viben ikke længere i store dele af Danmark. Den foretrækker åbne levesteder med lav vegetation, for eksempel strandenge, enge og marker. På markerne er

Figur 4-5

Viben – en af det åbne lands karakterfugle.

Foto: Mirko Thiessen,
<http://commons.wikimedia.org>.



Ynglesuccesen oftest meget lav – mindre end 1 overlevende unge pr. ynglepar. Siden 1950'erne, hvor bestanden formodentlig var på sit højeste, er viben gået stærkt tilbage. Siden 1970'erne er bestanden af viber i Danmark blevet halveret.

De primære årsager til denne tilbagegang er forøget dræning af enge, større forbrug af pesticider og den mere intensive udnyttelse af græsarealerne. I Danmark er tilbagegangen fra 1970'erne også sat i forbindelse med tørre ynglesæsoner, hårde vintre og en nedgang i arealet med vedvarende græs.

Tilbagegangen for agerlandets fugle har flere årsager. Det stadig mere intensive landbrug har bevirket en kraftig tilbagegang i antallet af egnede yngleområder og et forringet fødeudbud. Flere undersøgelser viser, som tidligere beskrevet, at ukrudtet over de sidste årtier er reduceret i de konventionelle marker, og at fødemængden for agerlandets fugle dermed også er formindsket. Fuglene lever i perioder af året af insekter, og disse mister enten deres fødegrundlag – planterne, eller bliver sprøjtet væk med insekticider.

Forskningsegne fuglearter

Når forskerne undersøger, hvordan pesticider påvirker agerlandets bestande af fugle, er det vigtigt, at de vælger en art med nogle bestemte egenskaber. Arten skal først og fremmest være blandt karakterfuglene i det danske agerland, og den skal udnytte marken til at søge føde i. Fuglene skal være naturligt forekommende, og de må ikke være kunstigt udsatte til jagt eller lignende. Det skal endvidere være muligt at fremskaffe information om artens produktion af unger for et tilstrækkeligt stort antal individer, hvis eventuelle forskelle i fuglenes ynglesucces skal kunne illustreres.

De danske agerhøns, der helt og holdent knytter sig til det åbne landskab, er svære at bruge i undersøgelser som disse. Dette skyldes, at agerhøns er i kraftig tilbagegang, og at jægerne opretholder bestandene med udsatte fugle. Vibe og bomlærke er arter, der de senere år er gået meget tilbage. Derfor er de heller ikke egnede til denne slags forskning. Grunden til, at det er vanskeligt at anvende disse fugle, er, at de er blevet så sjældne, at undersøgel-

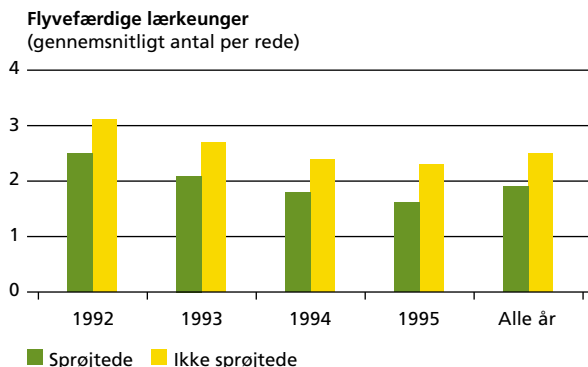
serne bliver mere følsomme over for tilfældige udsving i forekomsten af dem. Gulspurven og sanglærken er derimod gode eksempler på almindelige arter i det dyrkede land. De søger begge føde og lægger æg i eller nær marken og bliver nærmere omtalt i de næste to afsnit.

Færre sanglærker

Sanglærken er tæt knyttet til agerlandet, og man mener, den oprindeligt kom til Danmark sammen med agerdyrkingen. Antallet af sanglærker er dog gået kraftigt tilbage de seneste årtier, og undersøgelser viser, at det intensive landbrug sandsynligvis bærer skylden. Dansk Ornitologisk Forening har vurderet, at bestanden af sanglærker i Danmark fra 1976 til 1980 blev reduceret med en tredjedel, og at bestanden alt i alt er halveret siden første halvdel af 1970'erne. Til trods for dette er sanglærken i dag stadig Danmarks tredjemest almindelige ynglefugl.

Fra 1992 til 1995 undersøgte Danmarks Miljøundersøgelser sprøjtede og usprøjtede marker for bestande af lærker. Resultaterne viste, at lærkerne bliver påvirket af herbicider og insekticider. Påvirkningen sker ikke direkte, da de midler, der bliver brugt i dag, ikke er giftige for fuglene i de mængder, der sprøjtes med, men indirekte som følge af at pesticiderne gør, at der bliver mindre føde til lærkerne.

I de år forskerne undersøgte lærkebestandene i agerlandet, blev der gennemsnitligt produceret 38% færre flyvefærdige unger i de sprøjtede marker sammenlignet med de



Figur 4-6

Når man sammenligner antallet af flyvefærdige lærkeunger pr. rede i henholdsvis de sprøjtede og de usprøjtede marker, ses det tydeligt, at antallet af unger er højest i marker, der ikke er sprøjtet.

Kilde: Odderskær et al. 1997.

usprøjtede. Undersøgelserne viste desuden, at ungerne chance for at overleve var ca. 20 % højere i de usprøjtede marker end i de sprøjtede (figur 4-6).

På de usprøjtede marker havde de voksne lærker en længere yngleperiode end på de sprøjtede marker, hvor fuglene sidst på sæsonen måtte opgive at yngle. Dette skyldes højst sandsynligt, at fuglene på de usprøjtede marker har lettere ved at finde en rig og varieret føde og dermed har lettere ved at opfostre deres unger (boks 4-2).

Boks 4-2 Årsager til tilbagegang for sanglærken i Danmark

DMU har undersøgt sanglærkens biologi i det dyrkede land mellem 1992 og 2005. Undersøgelserne har blandt andet vist, at sanglærker i kornmarker foretrækker at søge deres føde i form af insekter, grønne plantedele og frø i sprøjtesporene og andre områder med lav eller ingen plantevækst frem for i selve afgrøden. Da fødeudbuddet i sprøjtesporene er lavere end i afgrøden, formoder forskerne, at lærkerne foretrækker de åbne områder, fordi de bedre kan bevæge sig uhindret rundt, både under fødesøgningen, og når de skal flyve til og fra marken. Lærkerne foretrækker altså at søge føde i et område, hvor der er færre byttedyr, som er lette at se, frem for i et område, hvor der er flere byttedyr, som er svære at se.

Når afgrøden bliver mellem 10 og 15 centimeter høj, falder andelen af nøgen jord markant. I begyndelsen af juni, når sanglærkernes æg klækker, er afgrøden i en mark med vårbyg mellem 25 og 40 centimeter høj og med en tæthed, der gør den uegnet til at søge føde i. Åbne, ikke tilsåede områder vil derfor have en positiv effekt på antallet af ynglende sanglærker i det danske agerland.

Sanglærken er en rigtig vejrfugl. Både dens ankomst til og afrejse fra Danmark afhænger nøje af vejret. Med et par plusgrader og solskin kan lærkerne ankomme til landet allerede i begyndelsen af januar. Men slår vejret om igen, flyver de atter sydpå, hvor de kom fra. Man siger, at sanglærkens træk varer fra januar til maj. Og en enkelt fugl kan trække frem og tilbage mange gange, før den slår sig til ro sommeren over. Dette finurlige træk mønster skyldes sandsynligvis, at kampen om de gode territorier er hård og foregår efter "først til mølle-princippet". Derfor gælder det for lærken om at ankomme så tidligt som muligt, så den kan nå at finde det bedste territorium, inden den anden tager det.

Vejret har meget at sige for lærkernes ynglesucces. Et koldt og regnfuldt vejr betyder nemlig, at den ene forælder er nødt til at blive ved reden for at varme ungerne. Derved er der kun én til at finde føde. Har lærkeparret valgt at slå sig ned i en sprøjtet mark, som de bruger til at søge føde i, bliver det en hård opgave at opfostre ungerne.



Sanglærke i sprøjtespor.

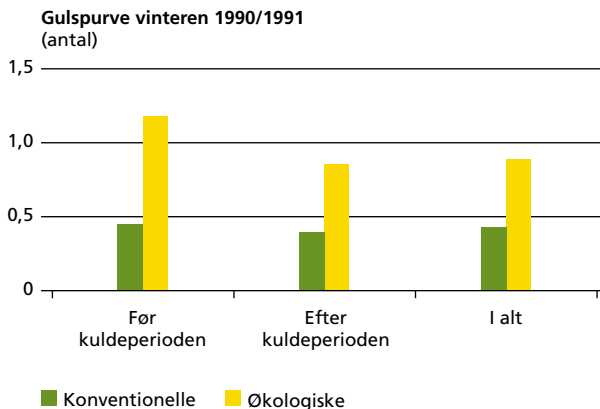
Foto: Anders Riis.

Det er ikke bare anvendelsen af insekticider, der reducerer insekternes antal. Når ukrudtet forsvinder som følge af, at der bliver sprøjtet med herbicider, forsvinder mange planteædende insekter også. Sprøjtningen med insekticider falder uheldigvis ofte sammen med, at fuglenes yngleaktivitet topper.

Undersøgelser af insekterne i marker, der bliver sprøjtet med insekticider, har vist, at de i høj grad er domineret af løbebiller. Løbebiller har et stort ydre skelet, der består af kitin. Kitin er ufordøjeligt, og der er derfor ikke meget næring for fuglene at hente i dem.

Færre gulspurve

Gulspurve er afhængig af det åbne land og undgår alt for tæt skov. Den danske bestand af gulspurve er gået tilbage med cirka 25 % siden 1976. Denne tilbagegang skyldes især intensiveringen af landbruget. I 1989 begyndte Ornis Consult for Miljøstyrelsen en række undersøgelser af gulspurvenes livsvilkår i både konventionelle og økologiske landbrug. Resultaterne var opsigtsvækkende. De gulspurve, der var tilknyttet de økologiske marker, havde betydeligt flere unger i reden end gulspurvene i de konventionelt dyrkede marker. Dette viser sig også i det gennemsnitlige antal af gulspurve i læhegnene. I sommerhalvåret fandt forskerne næsten dobbelt så mange gulspurve langs de økologiske marker som langs de konventionelt dyrkede. Om vinteren var forskellen endnu mere markant.



Figur 4-7

Grafen viser forekomsten af gulspurve i konventionelle marker og økologiske marker hen over vinteren 1990-1991. Tabellen viser det gennemsnitlige antal gulspurve i et område på 100 meter gange 300 meter i marken.

Der er foretaget to tællinger af gulspurvene. Den første tælling blev foretaget inden februar, hvor kuldeperioden kom. Den anden tælling er foretaget efter kuldeperioden. Der er cirka 2,5 gange flere gulspurve på de økologiske marker end på de konventionelle.

Kilde: Miljøstyrelsen 1992.

Her blev der observeret 2,5 gange flere gulspurve i prøvefelterne i de økologiske marker (figur 4-7).

Undersøgelserne bekræftede, hvad man hidtil havde formodet – når der sprøjtes med pesticider, især insekticider og herbicider, reduceres fødegrundlaget for agerlandets fugle. Når fødeudbuddet er lavt, får fuglene sværere ved at forsørge deres unger, og flere fugle dør om vinteren.

Sprøjtningen med insekticider foretages typisk efter, at gulspurvene har lagt deres æg, og størrelsen på kullet kan derfor ikke være direkte påvirket af pesticiderne. Man formoder i stedet, at størrelsen på gulspurvnes kuld er tilpasset et ringere fødegrundlag på de konventionelt dyrkede arealer. Helt præcist, hvorfor gulspurve på økologiske marker lægger flere æg vides ikke med sikkerhed, men forskerne formoder, at det kan skyldes, at hunnen er i bedre kondition i perioden op til æglægningen på grund af et bedre og rigere fødeudbud. Gulspurvene lægger altså det antal æg, der svarer til det antal unger, de kan nå at opfostre. Størrelsen af gulspurvnes kuld i de under-



Figur 4-8

Gulspurv.

Foto (højre): Klaus Lundfold.

Foto (venstre): Malene Thyssen,
<http://commons.wikimedia.org>



søgte marker var i gennemsnit 4,2 unger i de økologiske landbrug og 3,6 unger i de konventionelle landbrug. Til gengæld blev der ikke observeret nogen forskelle på størrelsen af æggene, procentdelen af æg der blev udklækket, eller på antallet af døde unger i reder i de konventionelle marker i forhold til reder i de økologiske.

Gulspurven forekommer overalt i landet, hvor der er åbent landskab kombineret med trævækst (figur 4-8). I disse områder overgås gulspurven kun talmæssigt af sanglærken.

Gulspurve er meget territoriale fugle, ofte med meget små, men hidsigt bevogtede territorier. Kravet til territoriet er, ud over rigelige fødemængder og gode skjulesteder, at der er høje steder, hvor hannerne kan sidde og synge.

I yngletiden lever gulspurvvene især af insekter, de finder i det åbne landskab. Uden for yngletiden og i vinterhalvåret lever de primært af frø, de finder på jorden. Gulspurvvene er derfor meget afhængige af føderigdom i det dyrkede land og påvirkes markant af det intensiverede landbrug, der ikke levner meget føde.

Økologi er ikke bare lykken

Livet på de økologiske marker kan synes idyllisk. Men lykken er lunefuld. Med den øgede intensivering af de økologiske jordbrug op gennem 1990'erne har markerne efterhånden fået mindre af det ukrudt og færre af de insekter, som man ellers forbinder med økologi. De økologiske bedrifter, der i forhold til de konventionelle har en øget tilbøjelighed til at have en formindsket vekslen mellem forskellige afgrøder på samme mark, har vist sig at have en negativ effekt på fuglenes tæthed og på produktionen af unger.

På de økologiske marker, hvor der bliver foretaget intensiv markstrigling, bliver størstedelen af rederne ødelagt, hvis striglingen forekommer for sent om foråret. Det er vurderet, at mindst halvdelen og ofte alle reder på marken, er ødelagt efter striglingen, enten fordi de direkte er ødelagt, eller fordi de er overdækket med sand og jord. Tidspunktet for striglingen er således meget vigtigt, idet den bestemmer, hvor mange reder der bliver ødelagt.

Samlet anbefaler forskerne, at man for at tage mest muligt hensyn til rederne i marker med vårsæd højst strigler to gange og ikke senere end 30 dage efter såning.

I vintersæd bør man undgå strigling om efteråret for ikke at påvirke bestandene af leddyr som visse edderkopper og løbebiller, og om foråret bør man højst strigle én gang inden den 10. april. Hvis der er ynglende viber på marken, skal man helt undgå at strigle, da vibens reder er meget følsomme for strigling.



Færre fugle i marken

Tilbagegangen for agerlandets fugle var kraftigst i årene før 1980. Tendensen har derefter ændret sig, hvilket skyldes, at Danmark i 1980'erne blandt andet med den første pesticidhandlingsplan i 1986 for alvor begyndte at tage miljøet alvorligt.

Figur 4-9

Agerhønen – én af de agerlandsarter, som har oplevet tilbagegang i takt med landbrugets effektivisering.

Foto: Jørgen Witved, www.feltfoto.dk.





Fremtiden udfordrer



Med den globale opvarmning kommer nye og flere arter af skadevoldere til Danmark, og behovet for pesticider stiger. Et højere forbrug af pesticider øger risikoen for, at organismerne bliver modstandsdygtige. Dermed skal der sprøjtes endnu mere. Mange mennesker ser agerlandet som en rekreativ værdi i sig selv. Derfor er det i fremtiden vigtigt at beskytte dyr og planter i agerlandet mod uønskede effekter af pesticiderne samtidig med, at vi sikrer mad på bordet.

Foto: Ben Aveling, <http://commons.wikimedia.org>.

Ændret klima – ændret landbrug

Vådere og mildere vintre – længere og tørrere somre. Det er scenarierne for det fremtidige danske klima. Men hvad betyder det for landbruget, som vi kender det i dag?

Landbruget i Danmark har, i forhold til landbrug i mange andre lande, en meget stor tilpasningsevne. Netop tilpasning kan blive afgørende for, om vi bliver vindere eller tabere i den globale opvarmning. Landbruget har en god kapital og en politisk velvilje med sig. Derudover er der opbygget en stor viden og ekspertise i Danmark, fordi der bliver forsket meget på landbrugsområdet. Det betyder, at landbruget hurtigt kan gennemføre ændringer i både afgrødevalg og -dyrkning, hvis det bliver nødvendigt. Man forventer derfor, at det danske landbrug vil nyde godt af klimaændringerne. Men hvad med naturen?

Øget temperatur giver flere skadevoldere

Stigende temperatur og øget luftfugtighed medfører formentlig et større behov for pesticider, for med den globale opvarmning følger flere skadevoldere. Højere temperaturer betyder, at nye arter af insekter indvandrer til landet. Samtidig betyder de mildere vintre, at insekterne oftere overlever vinterhalvåret. Det giver en større risiko for insektangreb om sommeren. Det varmere klima kan også betyde, at insekterne kan nå flere generationer på én sæson. Dette kan for eksempel bevirke, at coloradobillen bliver et alvorligt skadedyr i kartoffelmarkerne.

Hvis gennemsnitstemperaturen stiger én grad, forventer forskerne fra det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet, at brugen af insekticider kan blive fordoblet, således at behandlingshyppigheden for insekticider stiger fra cirka 0,3 til cirka 0,6. Større temperaturstigninger kan øge behovet for insekticider yderligere. Eksempelvis er temperaturen i Nord- og Vestjylland i dag cirka ½ grad lavere end i Sønderjylland, på Sjælland, Lolland og Falster. I de sidstnævnte områder er angreb af bladlus cirka 50 procent kraftigere end i resten af landet – med deraf følgende ekstra behov for sprøjtning med insekticider. I majs, som i dagens Danmark er en afgrøde med en behandlingshyppighed for insekticider på 0,04, hvilket er meget lavt sammenlignet med andre afgrøder, vil en stigning i gennemsnitstemperaturen på 1-2 °C medføre, at



insekter som majsrodorm og majsborer bliver skadedyr på majs. Dette vil enten medføre, at der skal anvendes mange insekticider i majsdyrkingen, hvilket kan øge behandlingshyppigheden til mellem 0,5 og 1, eller at landbruget går over til at anvende genmodificerede majssorter, der er blevet gjort modstandsdygtige over for disse skadedyr.

Det er mere usikkert, hvor meget klimaændringerne vil påvirke behovet for de to andre grupper af pesticider – herbicider og fungicider. Men også her forventer både forskerne og landbruget, at behovet bliver forøget.

Især temperaturstigningen er skyld i, at der de sidste 15 år er sket en ændring af afgrødevalg, og at skadedyr som coloradobillen og sygdomme som bladpest og brunrust på hvede har været i fremgang. Coloradobillen er i stigende grad begyndt at overvintrere i Danmark (figur 5-1). Dens overvintringssucces afhænger af temperaturen. I en fugtig jord med bare et par minusgrader vil dens overlevelsessevne falde markant. En gennemsnitlig temperaturstigning på bare én grad vil sandsynligvis betyde, at den

Figur 5-1
Coloradobillen kan blive et problem i kartoffelavlten, hvis klimaet bliver mildere.

Foto: Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.

bedre overlever vinteren, og at den vil kunne gennemføre to generationer på én sæson. Hvor mange æg coloradobiller lægger afhænger også af temperaturen. I kolde somre lægger hunnen omkring 300 æg, mens den i de meget varme somre kan lægge op mod 700 æg. Selv en lille temperaturstigning vil altså kunne føre til betydeligt flere coloradobiller, hvilket vil øge behovet for insekticider.

Meget nedbør og en højere luftfugtighed fører til en øget svampevækst i korn og andre afgrøder, hvilket igen kræver flere pesticider. Til gengæld kan højere temperaturer fremskynde landmandens høst af mange afgrøder. Dermed undgår han måske at høste i de regnfulde efterårsmåneder.

Nye afgrøder og længere vækstsæson øger behovet for pesticider
Solens lys bestemmer sammen med temperaturen og koncentrationen af kuldioxid i luften i nogen grad, hvor meget planterne er i stand til at få ud af deres fotosyntese. Men tilgængeligheden af vand og næringsstoffer er i lige så høj grad med til at bestemme, hvor stort et udbytte landbruget kan opnå.

Tabel 5-1

Oversigt over, hvilke nye afgrøder Danmark kan forventes at få i fremtiden, hvis udviklingen kommer til at følge et eller flere af de scenarier, FN's klimapanel har udarbejdet. Samtidig viser tabellen, hvilke områder i 2009-Europa det danske klima vil være at sammenligne med fremover. A2-scenariet forventer en stor udledning af CO₂, mens B2-scenariet opererer med, at man har formået at reducere CO₂-udledningen.

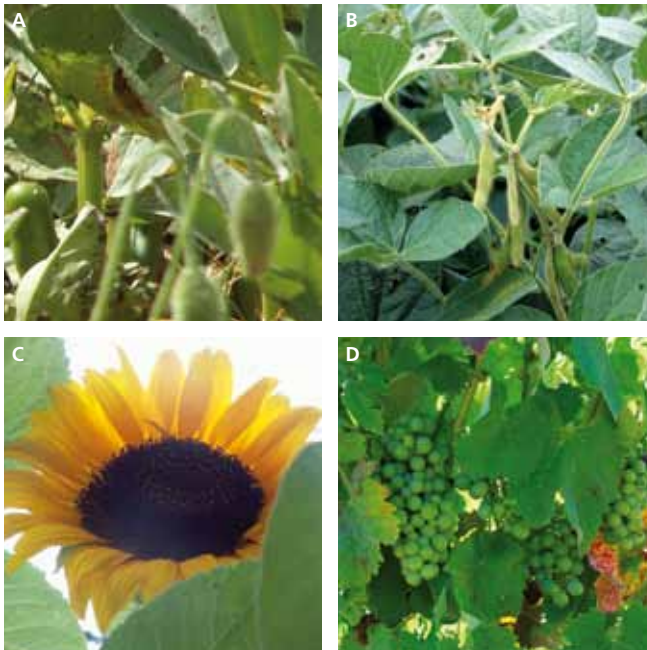
Periode	Scenario	Gns. temperaturstigning	Nye afgrøder	Område med tilsvarende temperatur i dag
2010-2020	Alle	0,6	Majs til modenhed Hestebønne Vinterhavre To afgrøder pr. sæson	Hamburg, Luxemburg
2040-2050	A2, B2	1,4	Vinterhestebønne	Stuttgart, Holland
2090-2100	B2	2,2	Solsikke Sojabønne Hvidvinsdruer	Nordfrankrig, Midtengland
	A2	3,1	Rødvinsdruer	Midtfrankrig, Sydengland

Bearbejdet efter: Jørgen E. Olesen, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.

Vækstsæsonen er den periode, hvor middeltemperaturen overstiger fem grader. Forskerne ved Aarhus Universitets Jordbrugsvidenskabelige Fakultet regner med, at en temperaturstigning på bare én grad vil føre til, at vækstsæsonen bliver en måned længere (se også tabel 5-1). Dette betyder både, at der kan blive dyrket nye afgrøder (figur 5-2), og at den periode, hvor afgrøderne har behov for pesticider, bliver længere.

De nye afgrøder medfører i mange tilfælde behov for både flere og andre pesticider. Fx er vin en af de mest pesticidkrævende afgrøder. Således blev der fra 1992 til 1996 i de 15 EU-lande brugt over 100.000 ton aktive stoffer om året til vinplanter. Det svarer til ca. 40 % af det samlede pesticidforbrug i hele landbrugssektoren. Det er særligt fungicider, som der er et stort behov for i vinavlen.

Pesticidernes effektivitet kan endvidere blive negativt påvirket af det ændrede klima, enten fordi pesticiderne i højere grad regner væk med den øgede nedbør, inden de når at virke, eller fordi fysiske ændringer i afgrøden vil ændre den måde, planterne optager, omsætter og fordeler pesticidet.



Figur 5-2
Hestebønne, sojabønne, solsikke og vin er nogle af de afgrøder, der i større stil ventes at komme til Danmark med et varmere klima.

Fotos:

- (A) Hestebønne, Morten Strandberg.
- (B) Sojabønne, iHuwmanbeing/
<http://commons.wikimedia.org>.
- (C) Solsikke, Morten Strandberg.
- (D) Vin, Gösta Kjellsson.

Resistens

Verden over oplever landmænd, hvad det betyder, når en plante, en svamp eller et insekt bliver modstandsdygtig eller resistent dvs. når pesticidet ikke længere har den ønskede effekt på det, landmanden vil bekæmpe. Resultaterne af resistens kan være, at landmanden øger dosen af pesticidet, fordi han endnu ikke er klar over, at der er tale om resistens. Hvis pesticidet stadig ikke har den ønskede effekt, er landmanden nødt til at prøve med et andet pesticid. Dette fører til et øget brug af pesticider, og derved øges belastningen af miljøet.

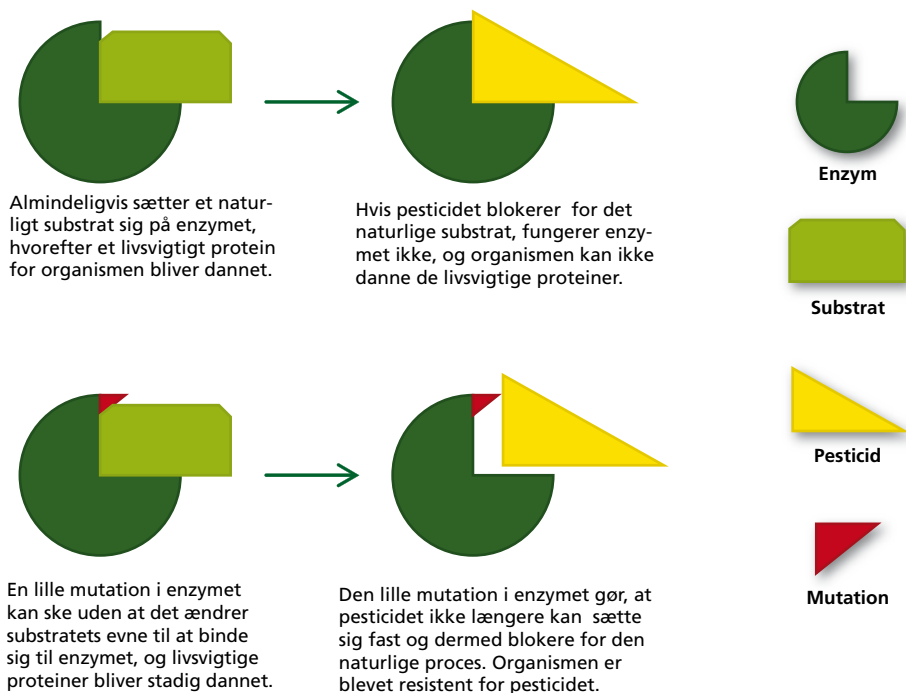
For at undgå at resistens opstår, er det vigtigt at bruge forskellige typer af pesticider, det vil sige pesticider, der virker på forskellig måde. Problemet med resistens opstår nemlig især, hvis organismer bliver udsat for samme type gift i flere generationer. Forklaringen på det er, at resistens som regel skyldes, at der opstår en mutation i et individs arvemasse – en mutation, som sætter det i stand til at tåle pesticidet (figur 5-3). Lidt forenklet kan man sige, at pesticidet udrydder de individer, som ikke har mutationen, og tilbage er kun dem, der er resistente. Og dermed har vi problemet.

Ved den mest almindelige form for mutation ændres et gen, der er af betydning for organismens stofskifte. Det medfører, at pesticidet ikke længere kan virke på organismen. For eksempel var det denne mekanisme, der gav resistens mod sulfonyl-urea-herbicer (SU) hos en dansk fuglegræsbestand, som blev opdaget i 1991. Enzymet ALS (acetolactat-synthase), hvis virkning normalt bliver blokeret af SU-midlerne, kunne ikke længere binde SU. Derfor var fuglegræsset også resistent over for andre SU-midler, men ikke over for herbicer med andre virkemåder.

En anden, men mere sjældne form for mutation gør, at organismen bliver i stand til at nedbryde eller inaktivere pesticidet, så det ikke længere virker.

Når ukrudtet bare vokser videre

Siden det første tilfælde af resistens blev opdaget i Danmark, har der været en stigning i forekomsten af resistent ukrudt. For eksempel opdagede man i 2004, at der i en mark med vinterbyg på Djursland voksede en kornvalmue, der var resistent over for herbicerne Express og



Hussar, som begge er sulfonyleureamidler. Resistensen betød, at landmanden skulle sprøjte 50 gange så meget med disse herbicider, hvis han ville bekæmpe valmuerne (boks 5-1).

Allerede i 1968 blev de første resistente ukrudtsplanter fundet i USA. De var resistente over for det dengang meget anvendte herbicid atrazin. I årene efter blev der rapporteret om atrazinresistent ukrudt fra flere dele af verden. På verdensplan er der siden da omtrent sket en fordobling hvert tiende år i udviklingen af resistens hos ukrudt, og i dag er der registreret over 250 tilfælde. I Canada opdagede man i 1977, at agerkål, der er meget nært beslægtet med raps, var blevet resistent over for atrazin. På den måde fik man idéen med at lave genmodificerede afgrøder (GM-afgrøder), der var resistente.

Herbicidresistente afgrøder, der avles ved hjælp af gensplejsning, repræsenterer en teknologi i fremgang. Afgrøderne er typisk resistente over for ét slags herbicid, eksempelvis glyfosat. Hvis landmanden anvender dette

Figur 5-3

En mutation i en organisme kan føre til, at den bliver resistent over en type pesticid, der virker netop dér, hvor mutationen er opstået.

Boks 5-1 Survival of the fittest

I naturen er det den bedst tilpassede, der overlever. Det lærte Darwin os allerede for mere end hundrede år siden. Dette gælder i høj grad også for det ukrudt, de svampe og de insekter, landmændene forsøger at komme til livs med pesticider.

Inden for en art vil der ofte være nogle individer, der på grund af den naturlige variation er i stand til at overleve pesticidet. De individer vil, med naturlig udvælgelse, være dem, der overlever og fører deres gener videre. Dermed har pesticidet medvirket til at skabe et problem i form af en resistent art, som landbruget skal bruge andre pesticider til at bekæmpe.



Kornvalmuen er et eksempel på en tokimbladet ukrudtsplante, som landmændene bekæmper i kornmarker ved hjælp af sulfonylureamidler som Express og Hussar.

Foto: Morten Strandberg.

Da valmuerne begyndte at overleve sprøjtningen, kom forskerne fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF) på sporet af, at valmuer var blevet resistente over for sulfonylureamidlerne. De resistente valmuer blev fundet på en mark med vinterbyg, hvor der gennem flere år var blevet sprøjtet med samme type herbicid. Nu frygter forskerne fra DJF, at den resistente kornvalmue bliver spredt ved, at bierne bestøver valmuer andre steder med pollen fra de resistente valmuer.

herbicid år efter år, stiger risikoen for, at ukrudtet bliver resistent. Hvis ukrudtet bliver resistent, forsvinder fordelene ved den herbicidresistente afgrøde. Man kan mindske denne risiko ved ind imellem at dyrke andre afgrøder, som kræver andre herbicider.

Resistens hos ukrudt bliver ikke udviklet så hurtigt som resistens hos insekter og svampe, da der er store forskelle i genetik og livscyklus mellem disse organismer. Planter har ofte en længere generationstid end svampe og insekter, og det er sandsynligvis derfor, det tager længere tid at udvikle resistens hos dem.

Modstandsdygtige svampe

Siden 1970'erne er flere af de fungicider, der bliver brugt i Danmark, blevet mindre effektive. Første gang man i Danmark oplevede resistens over for midlerne, var da de viste en svækket effektivitet mod knækkefodsyge. Knækkefodsyge er en svampesygdom, der forekommer i vintersæd, især hvede og rug, og kan betyde et tab i udbyttet på 10-15%.

I 1998 blev de såkaldte strobuliner indført i Danmark. Det var fungicider, der skulle bekæmpe svampeangreb i korn. Men allerede samme sommer blev de første resistente svampe opdaget, og de findes nu i hele Nordeuropa. Man mener, at cirka 75 % af den meldug, der angriber kornet, er resistent over for strobulin, og man ved, at resistens over for fungicider kan opstå, når svampene får en mutation i et enkelt gen. Derfor bruger landbruget ikke længere strobuliner.

I dag går udviklingen i to retninger. Dels forsøger man at finde nye midler mod svampene, dels arbejder man på at udvikle resistente afgrøder, hvilket både sker ved traditionel forædling og ved hjælp af genmodificering.

Insekter der trodser landmandens gift

Siden 1940'erne er der set resistente insekter verden over. Problemet er størst i områder, hvor temperaturen er høj, og hvor skadedyrene derfor har en kort generationstid (se også "Ændret klima – ændret landbrug" side 70). Når der er flere skadedyr, bliver der sprøjtet mere, og dette øger risikoen for resistens yderligere.

I 2003 var der på verdensplan registreret 540 arter af insekter, der udviklede resistens over for insekticider.

Undgå resistens

Ved at bruge forskellige typer pesticider fra år til år kan problemet med resistens som nævnt minimeres. Dette kan eksempelvis opnås ved, at landmanden skifter afgrøde hvert år, da det typisk er forskellige skadevoldere, der er i forskellige afgrøder.

Ved at bekæmpe ukrudtet mekanisk vil landmanden også kunne spare på forbruget af herbicider (figur 5-4), og derved både hjælpe til at nedsætte behandlingshyppigheden (se også "Fra ord til handling" side 21) og til at komme resistensen til livs. Samtidig vil mindre gift på markerne komme naturen til gode.

Strengere regulering af fungicider, hvor problemerne med resistens er størst, kan for eksempel ske ved kun at tillade sprøjtning med det samme middel én gang pr. sæson. Herved kan man bremse udviklingen af resistens hos svampene. Dette kræver dog, at flere forskellige typer fungicider bliver godkendt til brug.

Figur 5-4

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse kan spare miljøet for pesticider.

Foto: Peter Odderskær.



Kan man begrænse pesticidernes miljøbelastning?

Pesticider er fremstillet for at bekæmpe levende organismer. Derfor er det svært at undgå, at organismer uden for målgruppen ikke også bliver påvirket. Miljøstyrelsen i Danmark og lignende myndigheder sørger for, at pesticidernes effekt på miljøet bliver risikovurderet, inden de bliver anvendt på markerne. Det er formålet ved den miljømæssige risikovurdering at klarlægge og vurdere de eventuelle risici for miljøet, som et pesticid kan give anledning til.

For pesticider anvender man med Grøn Vækst belastningsomfang (se side 28) som indikator for pesticiders miljøbelastning. Men der er opmærksomhed på, at belastningsomfang ikke er nogen særlig velegnet indikator for miljøpåvirkningen fra pesticider. En indikator, der måler den samlede miljøeffekt fra pesticiderne hvert år, kan derfor bedre bruges til at vurdere, hvordan pesticiderne påvirker miljøet. I regeringsgrundlaget fra 2007 er det derfor indskrevet, at der skal udvikles en ny miljøindikator.

Der er blandt andet i forbindelse med pesticidhandlingsplan 2 udviklet metoder til, hvordan landbruget kan mindske brugen af pesticider. Biomarkører kan fortælle, om pesticidet virker ved en lavere dosis end den anbefalede. Planteværn Online er et værktøj, der ud fra oplysninger om afgrøde, vækststadium og skadegørere eller ukrudt hjælper med at beregne det præcise behov for behandling. Brugen af herbicidtolerante GM-afgrøder kan gøre det muligt at anvende herbicider, der er mere miljøvenlige end dem, der er i brug i dag, og insektresistente GM-afgrøder kan mindske behovet for insekticider. Moderne robotteknologi kan også identificere ukrudt og "skyde" de enkelte planter med den korrekte dosis pesticider.

Hot spots i naturen

Belastningsomfang fortæller som nævnt side 25 ligesom behandlingshyppigheden, hvor mange gange årligt man gennemsnitligt sprøjter de danske landbrugsarealer med de solgte pesticider brugt i standarddosis. Den siger altså mest noget om det årlige forbrug af de forskellige pesticider og ikke ret meget om miljøbelastningen. Alligevel bliver begrebet i dag brugt til at vurdere, hvor meget miljøet er belastet af pesticider.

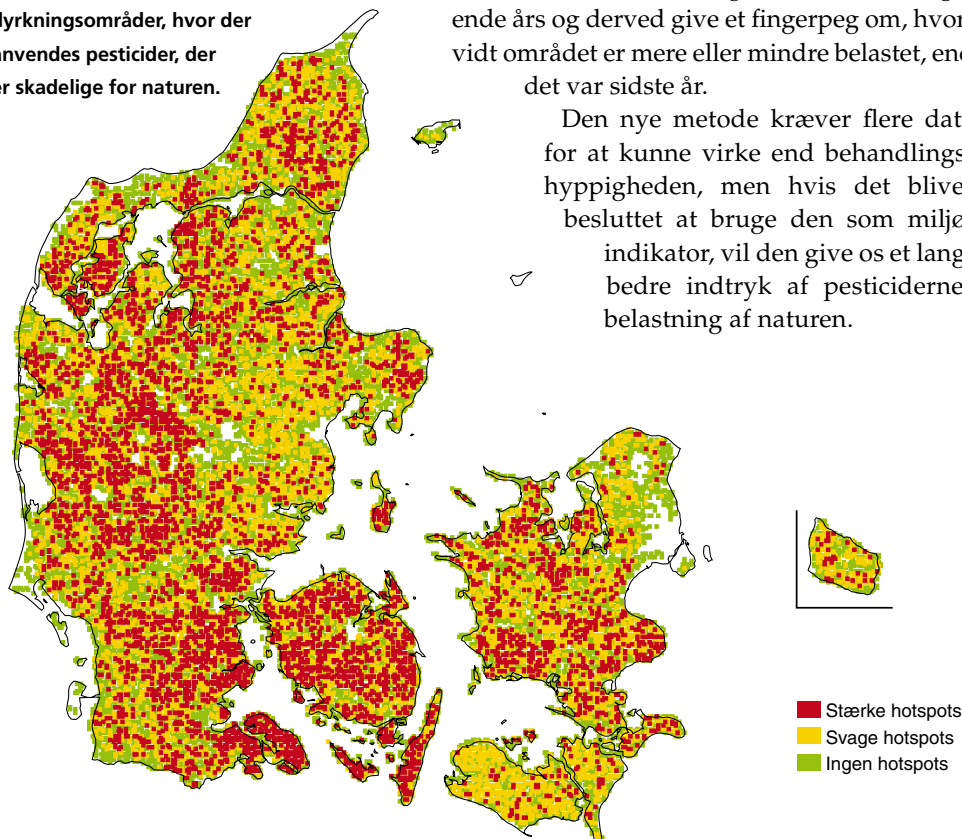
Forskere fra Danmarks Miljøundersøgelser er derfor kommet med deres bud på, hvordan en indikator for pesticiders belastning af naturen og miljøet kan se ud. Forslaget bygger på, at belastningen med pesticider skal ses som en række enkelthændelser. Hver gang der bliver sprøjtet, bliver miljøet påvirket i større eller mindre grad. Nogle områder er mere belastede end andre, og ikke alle områder er lige følsomme.

Den ny indikator skal både afdække effekterne inde i marken og effekterne i randområderne. Den skal give et mål for, i hvilket omfang naturen bliver påvirket.

De områder, der bliver mest følsomme, kalder man "hot spots" (figur 5-5). Det er områder, hvor marken møder den bevaringsværdige natur. Disse områder skal være målestok for den nye indikator. Hvert "hot spot" skal indeholde en række nøgelfaktorer som for eksempel forekomsten af sårbar natur, forbruget af pesticider og de anvendte pesticiders giftighed over for dyr og planter. De indsamlede resultater skal sammenlignes med det foregående års og derved give et fingerpeg om, hvorvidt området er mere eller mindre belastet, end det var sidste år.

Den nye metode kræver flere data for at kunne virke end behandlingshyppigheden, men hvis det bliver besluttet at bruge den som miljøindikator, vil den give os et langt bedre indtryk af pesticidernes belastning af naturen.

Figur 5-5
Eksempel på visualisering af pesticidbelastningen af den tørre natur i 2007. Den røde farve viser de steder, hvor der er sammenfald mellem landbrugsnære naturområder og dyrkningsområder, hvor der anvendes pesticider, der er skadelige for naturen.



Andre metoder

Hvis man kan nedsætte forbruget af pesticider, uden at det går ud over udbyttet, er der både penge at spare for landmanden og fordele for miljøet. Planteværn Online er en elektronisk guide til, hvordan og hvor meget landmanden skal sprøjte (figur 5-7). Her er en mulighed for at reducere forbruget af pesticider ved at optimere behandlingen i forhold til vejret og graden af angreb på afgrøderne. Sammen med Planteværn Online kan landmanden benytte biomarkører i form af en simpel test, der kan undersøge, om mængden af herbicidet har været tilstrækkelig (figur 5-6), hvilket giver mulighed for at anvende reducerede doser. Normalt kan effekten af herbicidet først ses flere uger efter sprøjtningen. Med biomarkørmetoden kan landmanden vurdere effekten allerede efter 4-6 dage. Dette er yderst nyttigt. Hvis den givne dosis herbicid ikke har været effektiv nok, er det nødvendigt at sprøjte igen, og jo tidligere man kan gentage sprøjtningen, jo mindre pesticid skal der til.



Figur 5-6
Herbicide Weed Response (HWR) Test. Ved hjælp af biomarkører afslører testen hurtigt efter sprøjtning planternes reaktion på pesticider, hvilket giver mulighed for at anvende reducerede doser af herbicider. Testen hjælper landmanden til at vurdere, om pesticidet har virket.

Foto: Helle Weber Ravn.

Nye gener i landbruget

I konventionelt dyrkede marker bekæmper landmanden ukrudtet med flere forskellige selektive herbicider. Det er herbicider, der udrydder bestemte grupper af planter, for eksempel det tokimbladede ukrudt. Korn, der er enkimbladede planter, tager derimod ikke skade.

Planteværn Online
Ukrudt - Problemløsning <>

Forudsætninger for beregning Strategi for en vækstsæson

Afgrøde
Afgøde: Byg, vår | Udlæg: Rajgræs, alm | Forventet udbytte: 40-55 hg/ha

Vækstbetingelser
Min. temp.: 12°C | Max. temp.: 20°C

Ukrudt, fundet ved markinspektion

Ukrudsarter	Udviklingsstadi	Tæthed	Behov	Slet
Forglemmig, mark	0-2 blade	1/2 - 1 pl./m ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fuglegræs	0-2 blade	11 - 40 pl./m ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hånekro	0-2 blade	41 - 150 pl./m ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vælg	Vælg	Vælg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tærestress: Ingen

Betingelser for beregning
Find bedste bekæmpelsesmuligheder m.h.t. Pris

Gem mine valg på denne side i URL-adressen | [Behandlingsmuligheder >>](#)

Figur 5-7
Skærbillede fra Planteværn Online, som landmanden ved at indtaste oplysninger om afgrøde og skadevoldere kan benytte til at afgøre, hvordan man bedst og billigst bekæmper skadevoldere. Undersøgelser har vist, at Pesticidplan III's mål om en behandlingshyppighed på 1,7 og Grøn Væksts mål om et belastningsomfang på 1,4 faktisk kan nås, hvis alle landmænd brugte Planteværn Online.

Kilde: DJF ved Aarhus Universitet og Dansk Landbrugsrådgivning.

Mange herbicider er beregnet til at blive brugt, mens afgrøden er nyspiret og kun har nogle få blade. Derfor bliver der sprøjtet tidligt på året, og det gør, at mængden af føde til insekter og andre dyr bliver meget lille først i dyrkningssæsonen. Til gengæld vil der spire planter i afgrøden, som både kan levere føde til insekter og frø, der kan sørge for, at der også er vilde planter i marken året efter.

Udviklingen af genetisk modificerede, herbicidtolerante planter (GMHT-planter) giver mulighed for at sprøjte senere. Det kan øge forekomsten og mangfoldigheden af ukrudtet i marken. Til gengæld vil ukrudtet producere færre frø, hvis

Boks 5-2 Glyfosat – ukrudtsmidlet Roundup®

Glyfosat, der er det aktive stof i Roundup®, bliver brugt over det meste af verden og udgjorde 1.128 ton aktivt stof i 2006, hvilket svarer til næsten halvdelen (42 %) af det danske landbrugs anvendte mængde (kilo aktivt stof) herbicid i 2006 og ca. en tredjedel (32 %) af det samlede pesticidforbrug til udbringning på marken i 2006 (3.212 tons aktivt stof).

Glyfosat er et systemisk herbicid, hvilket vil sige, at det bliver optaget gennem blade og stængler og transporteres til alle plantens vækstpunkter. Glyfosat virker ved at hæmme et enzym, der deltager i plantens produktion af aromatiske aminosyrer. Mennesker og dyr producerer ikke selv aromatiske aminosyrer, og derfor er aktivstoffet glyfosat stort set ugiftigt for dyr og mennesker. Det er derimod meget giftigt for planter og alger, og sammen med spredningen af næringsstoffer og de intensive driftsformer er glyfosat medvirkende til tilbagegangen for den vilde flora i agerlandets grøftekanter og hegn.

Ukrudtsmidlet Roundup® er mere giftigt end den rene glyfosat på grund af en række til sætningsstoffer. De bliver typisk tilsat for at nedsætte overfladespændingen på væsken, så den bedre bliver spredt på planterne.

Mange vilde planter og afgrøder lever i et symbiotisk forhold med svampe. Planterne modtager mineraler fra svampene, mens svampene modtager næringsstoffer fra planten. Symbiosen kaldes mykorrhiza, og den er et gensidigt forhold, hvor begge parter nyder godt af samarbejdet. Undersøgelser i laboratoriet har vist, at glyfosat kan hæmme væksten af svampe selv i lave doser. Om dette også gør sig gældende i marken er endnu uvist. Her er svampene nemlig mere beskyttede, idet jorden udgør en slags barriere mellem dem og herbicidet.



Totalbekæmpelse af plantevækst med RoundUp® anvendes før pløjning til at bekæmpe ukrudt som kvik, som ellers overlever pløjning og kan sprede sig yderligere i næste års afgrøde. Tv: pløjning, th: den RoundUp®-behandlede plantevækst.

Foto: George Slickers, <http://commons.wikimedia.org>.

landmanden sprøjter sent, da ukrudtet ikke kan nå at spire og sætte frø, hvilket på længere sigt kan betyde færre vilde planter og insekter på markerne og i markkanterne.

De fleste GMHT-planter er resistente over for enten glyfosat eller glufosinat. Begge herbicider er næsten uskadelige for insekter, orme, fugle og pattedyr i marken, mens de er meget giftige for næsten alle planter.

Glyfosat er aktivstoffet i det meget kendte og brugte ukrudtsmiddel Roundup® (se boks 5-2). Ved at anvende planter, der er genetisk modificerede til at kunne tåle glyfosat, kan landmanden sprøjte med glyfosat på markerne, mens afgrøden er på marken. Fordelen er, at landmanden kan udsætte sprøjtningen, indtil det er synligt, om ukrudtet bliver et problem. Dette er vigtigt for mængden af dyr som edderkopper, sommerfugle, stankelben og biller – dyr, der udgør en vigtig fødekilde for andre dyr, for eksempel for sanglærken og agerhønen, som dermed også får bedre vilkår.

Intensivt dyrkede marker uden ukrudt og et stort afgrødeudbytte har en meget høj prioritet i landbruget (figur 5-8). Udfordringen for den enkelte landmand består i at finde balancen mellem ukrudt og afgrøde – måske ligefrem genopdage, at hvis ukrudtet ikke udgør en konkurrence for afgrøden, er der ikke behov for at sprøjte. Fordelen ved GMHT-planterne er netop, at landmanden ikke behøver at sprøjte markerne i den tidlige sommer, hvor naturen er særlig sårbar. Men det kræver, at landmændene skifter holdning og ændrer deres sprøjteadfærd.

I fremtiden kan genmodificerede afgrøder, der er tolerante over for herbicider, måske være med til at forbedre miljøet i det danske agerland. Men konsekvenserne af en langsigtet brug er endnu ikke klarlagt, og det er svært at spå om fremtiden. Muligheden for at sprøjte med glyfosat år efter år, mens der er afgrøde på marken, kan for eksempel øge udviklingen af resistent ukrudt.

Robotter

Med den moderne teknologi inden for robotter er det muligt at begrænse brugen af pesticider. Robotter kan lokalisere og identificere ukrudtet og kun sprøjte, hvor det er nødvendigt og med den helt rigtige dosis. Robotsprøjten er altså et intelligent udstyr, der kan hjælpe landbruget



Figur 5-8

Det afvekslende danske landskab giver på en og samme tid grundlag for intensivt landbrug og for natur, som mange steder forekommer i en mosaik af marker og små naturområder i form af små skove, græssede skråninger og vandhuller. De intensivt dyrkede marker er for mange planter og dyr som en ørken, samtidig med at dyrkningen også skader de omgivende naturarealer når næringsstoffer og pesticider bliver spredt uden for dyrkningsarealet.

Foto: Michael Stjernholm.

med at minimere forbruget af pesticider. På nuværende tidspunkt er der tre typer af robotter med dertil hørende niveauer af præcision og teknologi: pletsprøjten, cellesprøjten og mikrosprøjten.

I pletsprøjten inddeles sprøjtebommen i en række sektioner, der hver styres af et kombineret kamera og computersystem. Systemet finder og identificerer ukrudtet og analyserer derefter sprøjtebehovet. Det fungerer ved hjælp af et ukrudtskort, der viser, hvor ukrudtet vokser. Det er effektivt, fordi ukrudtet ofte vokser i pletter. Forsøg med pletsprøjtning reducerer i gennemsnit forbruget af herbicider med 39 % i en række forskellige afgrøder.

Også cellesprøjten anvender et system med et kamera monteret på sprøjtebommen. Selve sprøjten er inddelt i en række små celler, hvor hver enkelt celle styrer en sprøjtedyse, der sprøjter små rektangulære områder af jorden. Hvis cellerne rummer ukrudt, tændes dysen – hvis ikke, bliver den slukket. Cellesprøjtning kan reducere forbruget af herbicider i landbruget med mere end 50 %.

Med mikrosprøjten benyttes en lille pumpe, der meget præcist kan ramme hver enkelt ukrudtsplante. Denne sprøjte kræver stor præcision og derfor meget lav hastighed. Den er derfor ikke velegnet til personlig bemanding, men skal udvikles således, at robotten selv kører rundt, mens landmanden laver andre ting. Landmanden kan med mikrosprøjten reducere forbruget af herbicider med helt op til 99 %.

Problemet ved alle tre teknologier er, at det for tiden ikke kan betale sig for landbruget at anvende dem, fordi den sparede mængde af herbicider ikke opvejer udgifterne til udstyret.

Fremtidens bæredygtige jordbrug

Hvis vi skal gribe ind på de rigtige steder, kræver det, at vi har overblik over sprøjtingens miljømæssige konsekvenser. Dette overblik får myndighederne sandsynligvis inden for de nærmeste år med den nye indikator for miljøbelastning.

I fremtidens agerbrug må man forvente, at landmændene bliver dygtigere til at bekæmpe ukrudtet, at pesticiderne bliver mindre giftige for miljøet, og at der bliver udviklet intelligente sprøjteroboter, der kan nedsætte landmandens brug af gift på markerne.

Verden oplever i dag en mangel på fødevarer og foder. Årsagen er blandt andet, at brugen af biobrændsel, der er CO₂-neutralt, har vundet kraftigt indpas. Dette har fået EU til at ophæve kravet om, at en del af markerne skulle lægges brak. Det kan have negative konsekvenser for miljøet. Samtidig vil en stigende efterspørgsel på fødevarer, foder og biobrændsel betyde, at landmændene vil bruge flere pesticider og mere gødning.

Kunsten i fremtiden bliver at producere mest muligt, uden samtidig at lægge mere pres på naturen. Mulighederne er mange – økologisk jordbrug, genmodificerede planter, intelligent sprøjteudstyr og udviklingen af værktøjer, der kan mindske sprøjtemængden.

Det er på tide, at der udvikles en plan for, hvad og hvordan landbruget dyrker, således at både produktion, miljø og natur bliver sikret. Fremtiden vil vise, om regeringens "Grøn vækst" er en sådan plan.



Hvor forsigtige skal vi være?



Myndighederne vurderer altid den risiko, der er ved at bruge et nyt pesticid, inden det bliver godkendt, men det er en umulig opgave at forudsige alle konsekvenser. Vi ved ikke, hvordan pesticiderne virker på økosystemet som helhed. Vi ved, at naturens mangfoldighed bliver mindre ved brugen af pesticider. Men hvor forsigtige skal vi være?

Foto: Martin Søndergaard.

Blinde pletter i risikovurderingen

Inden et pesticid bliver tilladt til brug på marken, skal det ifølge lovgivningen igennem en risikovurdering (boks 6-1). Denne procedure skal sikre, at pesticidet ikke får uacceptable virkninger på miljøet. Men stoffets giftighed bliver som hovedregel kun vurderet på nogle få arter af test-organismer, og der er mange arter, der aldrig bliver testet, selv om de også bliver udsat for pesticidet. For at kompensere for dette anvender man sikkerhedsfaktorer, som sandsynliggør, at der ikke vil ske skade på naturen. Jo højere sikkerhedsfaktor, jo mindre risiko er myndighederne villige til at acceptere, når landmanden sprøjter pesticider på markerne.

Når et stof bliver risikovurderet af myndighederne, er den største usikkerhed manglende viden. Udfordringen er at sikre, at naturen og miljøet har det godt, samtidig med at det er tilladt at sprøjte markerne med kemiske stoffer, der er designede til at dræbe levende organismer.

Boks 6-1 Regler for godkendelse af et pesticid

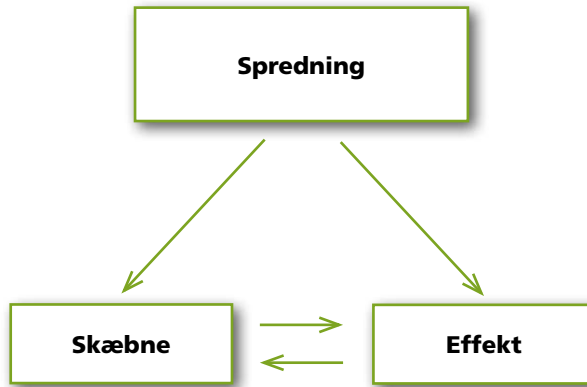
I 1991 kom EU's direktiv om herbicider, 91/414/EØF. Direktivet trådte i kraft i Danmark i 1993 med loven om kemiske stoffer og produkter. Lovgivningen betyder, at det kun er pesticider, der er optaget på en særlig liste, Direktivets bilag 1, der kan blive godkendt til brug i de enkelte medlemsstater.

De aktivstoffer, der er optaget på bilag 1, skal på baggrund af videnskabelige og tekniske data opfylde en række krav:

- De skal være effektive.
- De må ikke have en uacceptabel effekt på afgrøder.
- De må ikke forårsage unødigt lidelse på hvirveldyr.
- De må ikke have en skadelig effekt på menneskers eller dyrs sundhed.
- De må ikke have uacceptable effekter på miljøet, og effekter på ikke-målorganismer.

De stoffer, der ikke er optaget på Direktivets bilag 1, skal vurderes nationalt, inden de kan blive godkendt i det enkelte land. Også stoffer, der er optaget, skal vurderes nationalt, inden de kan blive godkendt. I Danmark er det Miljøministeren, der skal godkende midlet. Den nationale vurdering kan være anderledes end EU's, fordi der kan være forhold i det enkelte land, der gør, at man ikke kan godkende midlet. For eksempel drikker vi i Danmark grundvand uden, at det er nødvendigt at rense det før brug. Derfor er myndighederne i Danmark meget opmærksomme på, at midlerne ikke kan forurene grundvandet.

Risikovurderingen i EU omfatter en række væsentlige undersøgelser, som producenterne af pesticiderne skal foretage, fx hvilke effekter midlet har på land- og vandlevende dyr, hvordan det bliver nedbrudt i jorden, hvordan det bevæger sig i miljøet, og om det bliver ophobet i fødekæden (bioakkumulering).



Figur 6-1

Risikovurderingen af pesticider, der spredes i miljøet, omfatter både deres skæbne, fx hvor lang tid de er om at blive nedbrudt, eller om de siver ned i grundvandet, og deres effekt på en lang række organismer.

Risikovurderingen er opdelt i to hovedområder (figur 6-1):

1. Hvordan bliver pesticidet spredt i miljøet, og hvilken skæbne har det der?
2. Hvilke effekter har det på de organismer, der ikke skal bekæmpes?

Pesticidets skæbne i miljøet

Hvis et pesticid er persistent – det vil sige, har en lang nedbrydningstid – eller hvis det bliver ophobet i fødekæden, kan det være i miljøet i en meget lang periode. Det gør det ekstra svært at forudsige effekterne.

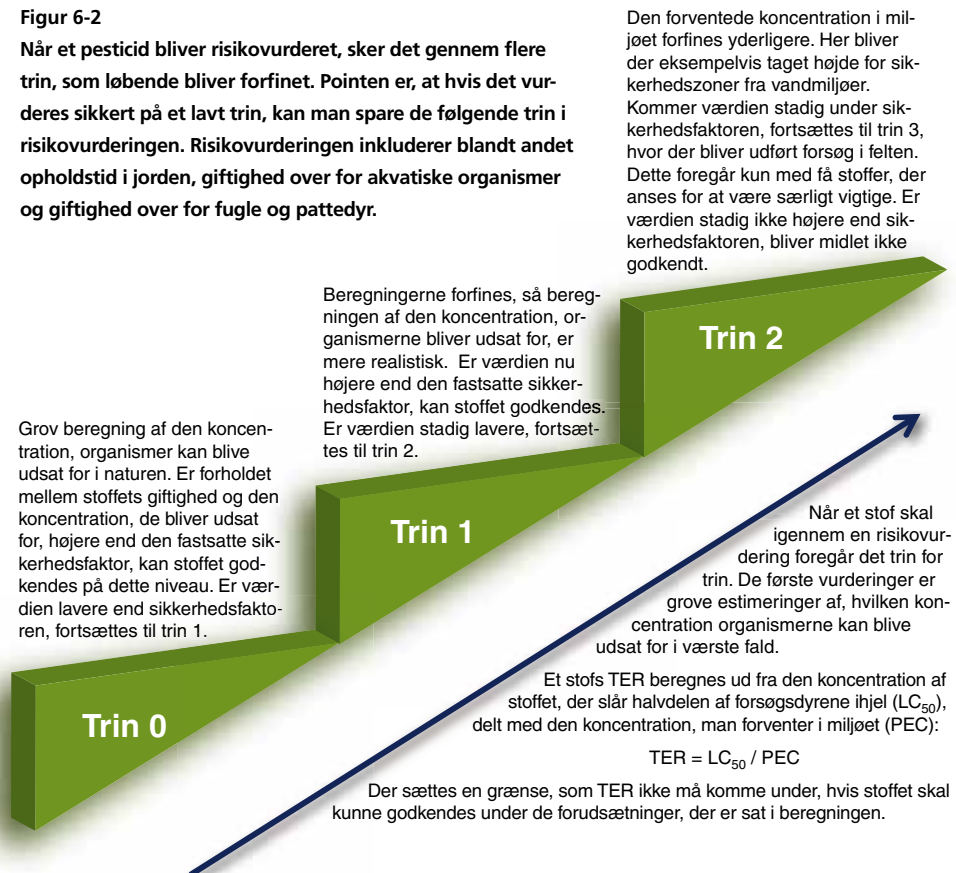
Derfor må man tage højde for stoffets fysiske og kemiske egenskaber, inden man tillader, at det bliver brugt på markerne. Midlerne kan kun blive godkendte til brug, hvis det ved en videnskabelig dokumentation er vurderet, at de restkoncentrationer, der bliver i miljøet, ikke udgør nogen uacceptabel risiko. Hvis stoffet har en halveringstid på mere end tre måneder, kræver man en yderligere vurdering af effekterne i miljøet, før stoffet bliver godkendt. Hvis stoffet har en halveringstid på mere end et halvt år, er det ikke muligt at forudsige effekterne, og stoffet bliver derfor ikke godkendt i Danmark. Det bliver heller ikke godkendt, hvis der er en risiko for, at stoffet bliver ophobet i fødekæden.

Effekter på ikke-målorganismer

De land- og vandlevende dyr, som bliver udsat for pesticiderne, og som ikke er målorganismer for sprøjtningen, må ikke blive uacceptabelt påvirkede. Man udfører kun forsøg på udvalgte test-organismer, da man selvsagt ikke kan undersøge effekten på samtlige dyr og planter. Derfor er der indført en sikkerhedsfaktor, der sandsynliggør, at alle organismer er beskyttet (figur 6-2). Sikkerhedsfaktoren er forskellig alt efter, hvilken gruppe af organismer der er tale om, og alt efter om det er danske eller europæiske regler.

Figur 6-2

Når et pesticid bliver risikovurderet, sker det gennem flere trin, som løbende bliver forfinet. Pointen er, at hvis det vurderes sikkert på et lavt trin, kan man spare de følgende trin i risikovurderingen. Risikovurderingen inkluderer blandt andet opholdstid i jorden, giftighed over for akvatiske organismer og giftighed over for fugle og pattedyr.





Figur 6-3

Insekticider kan i vandløb medføre alt fra drift af insekter til fiskedød.

Foto: Morten Strandberg.

Mangel på viden er den største usikkerhed

Til trods for sikkerhedsfaktorerne (TER-værdiernes nedre grænse), er der stadig mange aspekter, som ikke kommer med i risikovurderingen. Et stof kan blive godkendt alene ud fra TER-værdien (Toksicitet-Eksponerings-Ratio) i laboratorieforsøg. TER-værdien er forholdet mellem et stofs giftighed og den koncentration, dyrene kan blive udsat for i naturen, og angiver derved en værdi for, hvor meget organismen bliver belastet af pesticidet.

For eksempel er sikkerhedsfaktoren i EU for TER for akut giftighed for fisk 100. Det vil sige, at hvis forholdet mellem pesticidets giftighed over for fisk og den koncentration, man har beregnet, fiskene kan blive udsat for i naturen, er større end 100, så regner man med, at brugen af pesticidet ikke vil påvirke fiskene. Modsat er det, hvis TER med sikkerhedsfaktoren 100 viser, at der skal mindre end 100 gange den beregnede koncentration i naturen til at slå fiskene ihjel. Så forventer man, at der er en uacceptabel risiko for, at pesticidet kan have effekter på fisk ved almindelig brug.

Figur 6-4

Forsøgssprøjtning, der har til formål at undersøge sammenhænge i naturen, som ikke kan påvises ved "hurtige" test i laboratoriet.

Foto: Morten Strandberg.

På første trin i risikovurderingen ser man ikke på forskellen mellem laboratorieforsøg og de faktiske forhold i naturen (figur 6-4). Man ser heller ikke på, hvilken effekt en blanding af forskellige pesticider kan have, eller på interaktioner dyrene imellem, for eksempel i fødekæden. Derfor har man sikkerhedsfaktorer, som med stor sandsynlighed sikrer, at der ikke vil forekomme uønskede effekter.

Et stof bliver ikke godkendt af myndighederne, hvis der er uacceptable følgevirkninger ved brugen. Uacceptabelt er det fx, hvis dyrenes formeringsrate falder, eller hvis der er en reduktion i overlevelsesraten. Ved at teste pesticiderne på velvalgte organismer, som repræsenterer



forskellige eksponeringsveje, og hvoraf nogle har en stor følsomhed, og andre er vigtige for økosystemets funktion, sikrer man med stor sandsynlighed, at man ikke kommer til at godkende pesticider, som bagefter viser sig at have uacceptable effekter.

Der er altså mange ting at tage hensyn til, når et stof bliver risikovurderet. Man skal tage højde for de tekniske muligheder og for økonomiske og politiske faktorer. Testene skal være mulige at gentage, og de skal kunne blive udført på mange forskellige organismer. Samtidig er det meget vigtigt, at testene er fyldestgørende nok til, at der ikke bliver godkendt et stof, der giver uacceptable effekter i miljøet.



Figur 6-5

Hylde der er blevet påvirket af afdrift af herbicider fra juletræssprøjtning.

Foto: Morten Strandberg.



Kan man være for forsigtig?

Brugen af pesticider fører til utilsigtede effekter i naturen (figur 6-5). Spørgsmålet er, hvor meget viden der skal være om kemikalierne, inden de bliver brugt i miljøet? Man kan også stille spørgsmålet på en anden måde, nemlig hvor forsigtig er det nødvendigt at være?

I EU har man valgt at "besvare" spørgsmålet ved at anvende det såkaldte forsigtighedsprincip. Det gør man ikke kun i "her og nu"-situationer, men også for at beskytte fremtidige generationer mod utilsigtede virkninger. I praksis bliver princippet anvendt, hvor de videnskabelige data ikke er tilstrækkelige, men hvor der er en begrundet frygt for pesticidets negative virkning på dyr eller menneskers sundhed eller på miljøet. Det kan i høj grad være pres fra forbrugere eller industrigrupper, der indirekte bestemmer, om forsigtighedsprincippet bliver anvendt. I en tid med udbredt kommunikation er der ikke meget, der undgår interessegruppernes opmærksomhed, og ofte bliver politiske beslutninger vedtaget ud fra, hvor meget befolkningen er villige til at acceptere.



Den menneskelige faktor

Gennem mange forskellige undersøgelser er det i dag godtgjort, at pesticider bliver spredt til andre områder end markerne. Det er for eksempel læhegn og vandløb, der grænser op til agerlandet (figur 6-6), men pesticiderne er også i regnvand, i overfladevand, i drikkevand og i jorden, og endda på den grønlandske indlandsis.

Der bliver taget højde for spredningen, når eksperterne risikovurderer et stof. Men ligesom ved mange andre aktiviteter, der involverer mennesker, kan man ikke sikre sig mod den menneskelige faktor. Hvis landmanden sprøjter i kraftig vind, ikke er påpasselig ved påfyldning og rensning af sprøjteudstyr eller ikke overholder lovens krav om afstand til vandmiljøet, så kan risikovurderingen være nok så grundig, uden at miljøet bliver beskyttet. Omvendt kan landmanden også anvende bedre sprøjteudstyr og vise større hensyn, end loven kræver. Disse menneskelige faktorer kan have stor betydning for mængden af pesticider, der spredes til de arealer, der omgiver de pesticidbehandlede arealer.

Figur 6-6

Vandløb uden bræmmer er mere udsat for påvirkninger fra marksprøjtning og gødskning.

Foto: Finn Sivebæk.

Vejen frem

Der er meget, der endnu ikke er opdaget om pesticidernes effekt på økosystemerne. Med en ny indikator for naturbelastning kan myndighederne måske få et bedre overblik over, hvor der rent faktisk kan forventes effekter på økosystemerne som følge af, at landbruget sprøjter med pesticider. Dette kan hjælpe myndighederne, når de skal vurdere, om kommende pesticidhandlingsplaner rent faktisk formindsker effekterne på naturen, og forskerne, når de skal undersøge effekterne og forklare deres årsager.

Figur 6-7

Vejen frem kan måske føre til, at blomstrende grøftekanter igen bliver et almindeligt syn.

Foto: Morten Strandberg.



Nye metoder til at vurdere risikoen ved at bruge pesticider er også en mulighed, hvormed man bedre kan forudsige effekterne ude i miljøet. For eksempel er videoovervågningssystemer en nem mulighed for at se på ikke-dødelige effekter af pesticider på vandløbenes smådyr.

Med et ændret klima kommer der nye afgrøder og dermed sandsynligvis flere og andre skadevoldere end dem, vi slås med nu. Det vil med stor sandsynlighed både kræve flere og nye pesticider. Samtidig kan en højere gennemsnitlig temperatur medføre, at skadedyr kan gennemføre flere generationer per sæson, hvilket også kræver et større forbrug af pesticider. Det ændrede klima kan påvirke både pesticider og organismer, så optagelsen, nedbrydningen og giftvirkningen bliver anderledes, end den er nu. Hvordan skal risikovurderingen tage hensyn til det i en fremtid med et ændret klima? Skal vi kigge på, hvordan man i dag gør hos vore sydligere naboer? Eller betyder den tætte sammenhæng, som vi i Danmark har mellem landbrug på den ene side og natur og miljø på den anden, at vi har særlige udfordringer, som kræver, at vi laver vores egne løsninger.

Vejen frem er blandt andet at blive ved med at forske i brugen af pesticider, så flere effekter bliver opdaget, inden de sker ude i naturen. Det kan være effekter af flere pesticider i kombination, kombinerede effekter af pesticider og andre kemikalier, kombinerede effekter af pesticider og tungmetaller, og effekter af pesticider i kombination med naturligt stress.

Endelig er der dagens dyrkningspraksis i det moderne landbrug, hvor hjælpemidler, som gødningsstoffer og pesticider, og stadig større maskiner og bedrifter, er det, der har den største betydning for den tilbagegang for naturen i det åbne land, der er sket i de sidste 50-60 år. Der er i dag et pres på naturen i det åbne land for at imødekomme målsætninger om byudvikling, vejanlæg, større andele biobrændsel og større fødevarerproduktion. Men kun ved til stadighed at udvide vor viden og fastholde fokus på beskyttelse af naturen kan vi opretholde eller øge naturens mangfoldighed og samtidig producere landbrugsafgrøder til en stadig stigende efterspørgsel.

Litteratur

- Andreasen, C. & Stryhn, H. (2008). Increasing weed flora in Danish arable fields and its importance for biodiversity. *Weed Research* 48, 1–9.
- Bichel-udvalget, 1998. Rapport fra hovedudvalget. Udvalget til vurdering af de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen.
- Damgaard, C., Kjellsson, G., Kjær, C. & Strandberg, B., (2005). Genmodificerede planter. Danmarks Miljøundersøgelser og Forlaget Hovedland. 88 s. – MiljøBiblioteket 7. http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_miljobib/rapporter/MB07.pdf
- Ejrnæs, R., Berthelsen, J.P. & Fredshavn, J., (1998). Naturen og landbruget. Miljø- og Energiministeriet og Danmarks Miljøundersøgelser. 76 s. – Tema-rapport fra DMU nr. 20, 1998. http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_temaraapporter/rapporter/87-7772-401-1b.pdf
- Helweg, A. (red.) (2000). Kemiske stoffer i miljøet. 272 s. Gads Forlag, København.
- Hald, A.B. & Reddersen, J., (1990). Fugleføde i kornmarker – insekter og vilde planter. Undersøgelser på konventionelle og økologiske landbrug 1987 – 88. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen. – Miljøprojekt nr. 125.
- Holmstrup, M., (2003). Økologisk landbrug og naturen. Danmarks Miljøundersøgelser og G.E.C. Gads Forlag. – MiljøBiblioteket 1.
- Jensen, J. & Løkke, H., (1998). Kemiske stoffer i landbruget. Miljø- og Energiministeriet og Danmarks Miljøundersøgelser. – Tema-rapport fra DMU nr. 19, 1998.
- Kjær, C., Strandberg, M.T. & Erlandsen, M., (2004). Effekten af sprøjtemiddelafdrift på buske og træer i læhegn. Miljøstyrelsen. – Bekæmpelsesmiddelforskning 92: 62 s.
- Kudsk, P. & Mathiassen, S.K., (2004). Herbicidresistens – status. DJF rapport. – Markbrug nr. 99.
- Løkke, H., (2000). Risiko og usikkerhed – miljø og fødevarer. – Tema-rapport fra DMU nr. 32, 2000.
- Mogensen, B.B., Spliid, N.H. & Helweg, A., (1999). Bekæmpelsesmidler – anvendelse og spredning i miljøet. – Tema-rapport fra DMU nr. 26, 1999.
- Odderskær, P., Topping, C., Bruus Pedersen, M., Rasmussen, J., Dalgaard, T. & Erlandsen, M., (2006). Ukrudtsstriglingens effekter på dyr, planter og ressourceforbrug. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen nr. 1005. – Miljøministeriet.
- Olesen, C.R. & Asferg, T., (2006). Assessing potential causes for the population decline of European brown hare in the agricultural landscape of Europe – a review of the current knowledge. National Environmental Research Institute. – NERI Technical Report 600. 32 pp.
- Olesen, J.E., Jacobsen, B.H., Thorup-Kristensen, K., Andersson, N., Kudsk, P., Jørgensen, L.N., Hansen, L.M., Noelsen, B.L. & Boelt, B., (2006). Tilpasning til klimaændringer i landbrug og havebrug. DJF rapport. – Markbrug nr. 128.
- Streibig, J.C., (2005). Landbrug, anvendt biologi og kemi. – Planteforskning, DK.
- Sørensen P.B., Vorkamp K., Thomsen M., Falk K. & Møller, S., (2004). Persistent organic Pollutants (POPs) in the Greenland environment – Long-term temporal changes and effects on eggs of a bird of prey. – Faglig rapport fra DMU nr. 509, 126 s.

Ordliste

Afdrift: Pesticiders vindbårne spredning til andre områder end de arealer, der skulle rammes.

Aktivstof: Den del af et pesticid, der udøver midlets primære virkning, at slå en skadevolder ihjel, dvs. selve giften. Derudover indeholder pesticider ofte flere forskellige tilsætningsstoffer, hjælpestoffer, opløsningsmidler og vand, som medvirker til at konservere midlet, øge aktivstoffets opløselighed i vand eller øge midlets vedhæftning til blade.

AMPA: Aminomethylphosphorsyre (-acid). Simpelt aminosyre-lignende molekyle, der opstår ved nedbrydning af fx aktivstoffet glyfosat fra herbicidet Roundup®, fosfonater fra vaskemidler og produkter til behandling af industrielt vand.

BAM: Forkortelse for benzamid, egentlig 2,6-dichlorbenzamid, et nedbrydningsprodukt fra dichlobenil, som er aktivstoffet i herbiciderne Prefix® og Casoron®. Solgt i Danmark i perioden fra 1970 til 1997. BAM nedbrydes meget langsomt i grundvandet.

Behandlingshyppighed (BH): Det antal gange landbruget i gennemsnit kan sprøjte deres arealer med den mængde pesticider, der årligt sælges, hvis man benytter den angivne standarddosis.

Behandlingsindeks (BI): Pesticidforbruget divideret med behandlingshyppigheden i de enkelte afgrøder og på bedrifter som helhed.

Bichel-udvalget: Et af regeringen i 1997 nedsat udvalg, der har gennemgået alle aspekter af landbrugs pesticidanvendelse, herunder de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen over 10 år. Udvalgets rapport udkom i 1999, og Pesticidhandlingsplan II er udarbejdet på baggrund heraf.

Bioforgasning: En proces, hvor gylle fra husdyr mikrobielt omsættes til gas, som kan benyttes til energikilde.

Biotop: Naturområde med et karakteristisk plante- og dyreliv.

Bufferzone: En usprøjtet zone langs marken, der skal beskytte det omkringliggende miljø.

Dichlobenil: Aktivstoffet i ukrudtsmidlerne Prefix® og Casoron®. Se også BAM.

Fodpose: Vegetationen under et læhegns træer og buske.

Fotosyntese: Proces, hvorved planter og alger ved hjælp af energien fra sollyset kan omdanne kuldioxid og vand til sukker, samtidig med at de frigiver ilt til atmosfæren.

Fungicider: Svampemidler. Betegnelse for giftstoffer, der bliver brugt til at bekæmpe svampeangreb på afgrøderne.

Glyfosat: Det aktive stof i Roundup®.

Grænseværdi: Fastsat værdi for den maksimale koncentration et stof, for eksempel et pesticid, som må være til stede i eksempelvis drikkevand eller fødevarer.

Ha: Se hektar

Halveringstid: Den tid, det tager før en given mængde (fx af et pesticid) er forsvundet pga. nedbrydning eller borttransport.

Hektar: Arealenhed, 1 hektar (ha) er 10.000 m².

Herbicider: Ukrudtsmidler. Kemiske forbindelser, der er giftige for planter – og i nogle tilfælde også for andre organismer.

Insekticider: Insektmidler. Kemiske forbindelser, der er giftige for insekter – og ofte også for en række andre organismer.

Kartoffelskimmel: Plantesygdom, der bliver forårsaget af ægsporesvampen *Phytophthora infestans*. Trods navnet er *Phytophthora* ikke en svamp, idet dens nærmeste slægtninge er alger og højere planter. Dette ses blandt andet ved, at den mangler kitin i cellevæggen og ergosterol i cellemembranen – i stedet har den ligesom højere planter cellulose i cellevæggen.

Klimascenarium: En type forudsigelser, der bruges til at tegne et billede af, hvordan fremtidens klima bliver. Som forudsætning for scenariet fremskriver man en række forhold af betydning for klimaet, fx befolkningstal, samfundsøkonomi og den teknologiske udvikling. FN's Klimapanel (IPCC) har udarbejdet en række sådanne fremskrivninger for at kunne beregne de deraf følgende udslip af drivhusgasser. Disse udslip er derefter anvendt i klimamodeller, der har kunnet forudsige fremtidens klima.

Markstrigling: Mekanisk ukrudtsbekæmpelse, fx i form af pløjning, harvning eller radrensning, der river ukrudtplanterne op af jorden uden at skade afgrødeplanterne. Alternativ til kemisk bekæmpelse af ukrudt. Anvendes bl.a. i økologisk jordbrug.

Metsulfuron: Herbicid indeholdende aktivstofket metsulfuron-methyl, der hører til stofgruppen sulfonylurea. Optages gennem ukrudtets blade og rødder. Forhindrer dannelsen af de grenede aminosyrer valin, leucin og isoleucin.

Mykorrhiza: Græsk mykor = svamp og rhiza = rod = svamperod. Symbiose mellem en svampeart og rødderne af en planteart. Planterne får øget deres optagelse af fosfor og andre mineralske næringsstoffer fra jorden gennem svampenes hyfer og beskyttelse mod nogle svampesygdomme, mens svampene får sukkerstoffer fra planternes fotosyntese.

Måltal: Udmøntning af pesticidplanens målsætning. Tallene er retningsgivende for den behandlingsindsats, som den enkelte landmand kan forholde sig til, hvis målet for behandlingshyppigheden på 1,7 skal nås.

ng: Nanogram. Et nanogram er 10⁻⁹ gram, det vil sige 0,000.000.001 gram.

Pesticider: Samlet betegnelse for insekt-, ukrudts- og svampegifte mv.

Pyrethroider: Giftstoffer, der virker på insekters nervesystem. Fremstilles ud fra giftstoffer. såkaldte pyrethriner, som findes naturligt i arter af krysantemum, rosenkrave og ægte pyrethrum (også kaldet hvid pyrethrum). Eksempler på pyrethroider er cypermethrin, alpha-cypermethrin, lambda-cyhalothrin, tau-fluvalinat og esfenvalerat.

Resistens: Modstandsdygtighed over for eksempelvis pesticider eller antibiotika. Bestemt ved gener, såkaldte resistensgener.

Sprøjteboom: Den del af sprøjteudstyret, hvorpå sprøjtedyserne er placeret.

Sprøjtedyse: Snævert rør, hvorigennem selve pesticidet sprøjtes ud.

Sprøjtejournal: Lovpligtig optegnelse af pesticidforbruget på markniveau. Skal udfyldes og opbevares på valgfri skemaform af alle jordbrugere med bedrifter større end 10 hektar. Hidtil har der ikke været pligt til at indberette sprøjtejournalerne, men med regeringsplanen "Grøn Vækst" er der nu stillet forslag om, at sprøjtejournalerne bliver indberettet.

Sprøjtespor: Spor eller sti gennem afgrøde, som sprøjteføreren kører i, når marken bliver sprøjtet.

Substitutionsprincippet: Det at udskifte skadelige stoffer med mindre skadelige.

Symbiose: Græsk ord for samliv. Betegnelsen for samliv mellem forskellige arter, fx mellem planter, dyr eller bakterier, eller mellem disse grupper indbyrdes.

Sædskifte: Vekslen mellem forskellige afgrøder fra sæson til sæson på samme mark.

Såsæd: De frø eller korn landmanden bruger til at så på marken – vårsæd sås om foråret og vintersæd om efteråret.

Varslingssystemet: System til tidlig varsling om risiko for påvirkning af grundvandet ved regelret anvendelse af godkendte pesticider. Resultater fra varslingssystemet skal danne grundlag for, at Miljøstyrelsen kan igangsætte en revurdering af det pågældende pesticid.
<http://www.pesticidvarsling.dk/>

Økosystem: Afgrænset del af naturen, der omfatter både de levende og de ikke-levende bestanddele. I et økosystem er der et samspil mellem organismene og deres omgivelser.

Stikordsregister

A

additiv effekt · 42
 adfærdsdrift · 37
 afdrift · 33, 47, 99
 afgrødevalg og klimaændringer · 70
 afvikling af pesticider · 23
 agerhøne · 60, 67
 agerkål, resistent · 75
 aktivstof · 99
 algeopvækst · 39
 Ally · 45
 alpha-cypermethrin · 43
 AMPA · 99
 antagonistisk effekt · 42
 arsenik · 17-19
 arve, rød · 53
 atrazin · 35
 atrazinresistens · 75

B

BAM · 32, 99
 bedriftsstørrelser · 22
 behandlingshyppighed · 24-26, 99
 og klimaændringer · 70
 behandlingsindeks · 25, 99
 belastningsomfang · 25, 28, 79
 bejdsemiddel · 19
 bekæmpelsesmidler · 16
 beskyttelsesmidler · 16
 Bestøvning · 11-13, 52, 76
 Bichel-udvalg · 21, 23, 99
 bier · 12
 biocider · 17
 bioforgasning · 99
 biotop · 99
 bomlærke · 60
 bufferzone · 47, 99
 burresnerre · 53
 bæredygtigt jordbrug · 85
 bærproduktion og pesticider · 44, 49

C

Carson, Rachel · 20
 celsesprøjte · 84
 coloradobille · 70
 cypermethrin · 43

D

DDE · 20
 DDT · 19, 20, 35
 Det tavse forår · 20
 dichlobenil · 99

drift: se adfærdsdrift, afdrift og katastrofedrift
 driftsformer og afgrødevalg · 70
 drikkevandsforurening · 23
 dyrkningspraksis · 97

E

enårig rapgræs · 54, 57

F

ferskvandstanglopper · 38, 42
 fodpose · 99
 fordampning af pesticider · 35
 fotosyntese · 99
 frivillighedsprincippet · 26
 fugle og pesticider · 44
 fuglegræs · 57
 fungicider (svampemidler) · 17, 99
 fødekædeeffekt af pesticider · 39

G

Gammarus pulex · 38
 Giftloven · 18
 glat vejbred · 53
 glufosat · 82, 99
 GM-afgrøder · 75, 79
 GMHT-planter
 gnavere · 17
 grundvand · 32
 grænseværdi · 100
 for pesticider i grundvand · 32
 Grøn Vækst · 27
 gulspurv · 61, 63

H

halveringstid · 100
 harebestandens udvikling · 58
 Herbicide Weed Response Test · 81
 herbicider (ukrudtsmidler) · 16, 100
 herbicidtolerante planter (GMHT) · 82
 hestebønne · 72
 honningbier · 12
 hot spot · 79
 humlebier · 12
 hvidtjørn · 45

I

ikke-målorganismer · 10, 90
 insekter; resistente · 77
 insekticider (insektmidler) · 17, 100
 insektmidler · 16
 antal · 19
 kartoffelskimmel · 17, 100

katastrofedrift · 38
klimascenarium · 100
klimaændringer · 70
knæbøjet rævehale · 54
kombinationseffekter af pesticider · 12
kornvalmue · 76
korttidsvirkninger af pesticider · 37
krysantemumarter · 43
kviksølv · 19

L

laboratorieforsøg · 40
lambda-cyhalothrin · 43
langtidsvirkninger af pesticider · 48
læhegn · 33, 47, 49
læhegnsplanter · 49

M

majs · 72
majsborer · 71
majsrodorm · 71
mark-forglemmigej · 57
markstrigling · 65, 78, 100
mekanisk ukrudtsbekæmpelse · 78
metsulfuron · 46, 100
mikrosprøjte · 85
miljøindikator · 79
musemidler · 17
mutation · 75
mykorrhiza · 100
måltal · 25, 100

N

natlimurt · 53
nedbrydning af pesticider · 10
nikotin · 17
NoMiracle · 42
NOVANA · 32

O

opløselighed af pesticider · 10
organisk stofs nedbrydning og pesticider · 39
overvågning af pesticider · 32

P

paraquat · 21
persistensvurdering · 89
pesticider · 10, 16, 100
 antal registrerede · 19
 gamle · 17
 begrænsning af miljøbelastning · 79
 klimaændringers betydning · 70
 konsekvenser af afvikling · 23
 opløselighed · 10
 nedbrydelighed · 10
 regler og love for · 18, 29
 sideeffekter af · 10
 undersøgelse af miljøeffekter · 37

pesticidforbrug og klimaændringer · 70
pesticidgodkendelse · 88
pesticidhandlingsplan
 første · 23
 II · 24
 2004-2009 · 26
pesticidspredning · 32
peticiddirektiv, EU's · 21
planteværn · 16
Planteværn Online · 80
pletsprøjte · 84
pyrethorider · 43, 100
pyrethriner · 43
pyrethrum · 43

R

rajgræs · 54
randzone · 11, 25
rapgræs, enårig · 54, 57
Reglone · 21
resistens · 74, 101
resistensudvikling · 74
resistent ukrudt · 75
resistente insekter · 77
resistente svampe · 77
risikovurdering · 88-90
robotter · 83
rodenticider (midler mod gnavere) · 17
rosenkrave · 43
rottemidler · 17
Roundup® · 82, 99
rævehale, knæbøjet · 54
rød arve · 53
rød svingel · 54

S

sanglærke · 61, 62
sideeffekter af pesticider · 10
sikkerhedsfaktor · 88, 90
silkehale · 44
sjagger · 44
sojabønne · 72
solsikke · 72
solsort · 44
spredning af pesticider i miljøet · 32, 36
 se også afdrift og vandspredning samt
 fordampning
sprøjtebom · 101
sprøjtedyse · 48, 101
sprøjtefri zone · 24, 47
sprøjtejournal · 101
sprøjtemidler · 16
sprøjtespor · 101
sprøjteteknik, forbedring af · 36
storkronet ærenpris · 57
strigling · 65
 se også markstrigling
strømmende · 39

substitutionsprincip · 101
sulfonyl-urea-herbicid · 74
survival of the fittest · 76
svampe, resistente · 77
svampemidler · 16
 antal · 19
svingel, rød · 54
svovlmidler · 18
symbiose · 101
synergistisk effekt · 42
sædskitte · 101
såsæd · 101
 bejdse til · 19

T

tau-fluvalinat · 43
temperaturstigning og pesticider · 71
TER-værdi · 90

U

ukrudt · 52
 betydning for dyreliv · 52
 resistent · 75
 som føde for dyr · 57
 udvikling i artsrigdom · 52, 54, 56
ukrudtsbekæmpelse, mekanisk · 78
ukrudtsmidler · 16
 antal · 19
undersøgelse af pesticiders miljøeffekter · 37, 41
usprøjtet zone · 47

V

vandrefalk · 19
vandspredning af pesticider · 34
varslingssystem · 101
vejbred · 53
vibe · 60
videoovervågning · 97
videosporing · 41
vin · 72
vindspredning af pesticider (afdrift) · 33
vinterhavre · 72
vinterhestebønne · 72
vækstregulering · 19
vækstsæson · 73

Z

zoneregistrering · 29

Æ

ærenpris, storkronet · 57

Ø

økologiske marker som levested · 65
økosystem · 101

Pesticider – påvirkninger i naturen

Trine Hedemand & Morten Strandberg

Denne bog gør rede for, hvad pesticider er, hvorfor man bruger dem, og hvordan udviklingen frem til i dag har været. Men først og fremmest handler den om, hvordan pesticiderne påvirker naturen i og omkring de behandlede marker.

Bogen beskriver bl.a.

- De forskellige pesticidtyper og deres virkemåde.
- Myndighedernes og landbrugets forsøg på at få styr på pesticidanvendelsen.
- Hvordan pesticider kan komme til at påvirke andre dele af naturen end dem, det var meningen at ramme.
- De ændringer i dyrs og planters levevilkår og forekomst i agerlandet, som pesticiderne har forårsaget.
- Hvordan fremtidens klimaforandringer kan tænkes at påvirke pesticidanvendelsen – og dermed naturen.
- Mulighederne for at begrænse pesticidernes miljøbelastning.
- Hvordan man undersøger et pesticides virkninger, før det godkendes til brug.

Bogen rummer den nyeste viden, og indholdet er formidlet til ikke-eksperter uden at slække på den faglige kvalitet.



ISBN 978-87-7070-147-1



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET