



Kemiska bekämpnings- medel i svenskt jordbruk – användning och risker för miljö och hälsa

Maria Wivstad

Utgivare: Centrum för uthålligt lantbruk (CUL), SLU, Box 7047, 750 07 Uppsala,
tel. 018-67 10 00, www.cul.slu.se

Författaren kan kontaktas på adress: maria.wivstad@evp.slu.se

Tryckår: 2005

Tryckeri: Centraltryckeriet

Foto: Mats Gerentz; sid 28, 29, 62, Jan Grahn/N; sid 25, Tore Hagman/N; omslag, sid
42, Gunte Hansson; sid 54, Bruno Helgesson/N; sid 30 (ris), Thomas Henrikson; sid
40, Ola Jennersten/N; sid 30 (bananer), Klas Rune/N; sid 9, Underhuset; sid 37, 39,
Karin Ullvén; sid 32, 45, 48, 57.

Produktion: Centrum för uthålligt lantbruk, SLU

Textgranskning: Skrivupp

Form och layout: underhuset.com

ISBN 91-576-6827-2

Förord

Initiativet till detta arbete togs med utgångspunkt i dagens debatt om bekämpningsmedlens vara eller icke vara i jordbruket. En sammanfattning av nuläget saknades. Mycket har skrivits och tyckts när det gäller jordbrukets kemikalieanvändning, och hot har varvats med lugnande besked. Skriften du håller i handen är tänkt att vara ett kunskapsunderlag i den debatten. Jag har lagt stor vikt vid att diskutera försiktighetsprincipen och att hantera det något vaga begreppet risk på ett korrekt sätt. Det finns en mycket stor mängd information inom det breda ämnesområde som rapporten behandlar. Därför är den delvis baserad på tidigare gjorda översikter och review-artiklar. Det gäller speciellt tidigare breda sammanställningar över hälsoeffekter, bland annat den omfattande danska utredningen Bichel-udvalget från 1999.

I rapporten definieras begreppet bekämpningsmedel som växtskyddsmedel som används i jordbruket och trädgårdsnäringen. Bekämpningsmedel som används i hushåll och i skogsbruk och industri ingår inte.

Jag vill tacka ett stort antal kollegor inom universitetet, likväl som från andra organisationer och myndigheter för värdefulla synpunkter under arbetets gång. Ett speciellt stort tack vill jag rikta till Peter Bergkvist, Kemikalieinspektionen, och Håkan Fogelfors, SLU, för hjälp med faktagranskning och för kommentarer på utkast till rapporten.

Arbetet är initierat och finansierat av CUL vid SLU, Uppsala.

Maria Wivstad

Uppsala i april 2005

Innehåll

Förord	1
Innehåll	3
Sammanfattning	5
Inledning	7
Försiktighetsprincipen	8
Historiska exempel.....	8
Historiska lärdomar.....	9
Kan vi bli för försiktiga?.....	10
Miljömål och politik	11
Svenska miljömål.....	11
Giffri miljö – när vi målet?.....	12
EU:s bekämpningsmedelspolitik.....	12
Användning av bekämpningsmedel i jordbruket	15
Fyra politiska handlingsprogram.....	15
Bekämpningsmedel måste vara godkända.....	17
Ökad användning i Sverige.....	18
Orsaker till ökad användning – specialisering och lönsamhetskrav.....	20
Stor skillnad mellan grödor.....	21
Högre användning i många andra länder.....	26
Bekämpningsmedel i vår omgivning	33
Nationell miljöövervakning av svenska vatten.....	33
Nya riktvärden för ytvatten 2004.....	34
Gemensamma gränsvärden för dricksvatten inom EU.....	35
Högst halter i vattendrag under odlingssäsongen.....	35
Fynd i bäckar och åar avspeglar andelen jordbruksmark.....	36
Låga halter i sjöar och havsvikar.....	38
Svårslösliga ämnen lagras i sediment.....	38
Färre ämnen i grundvatten än i ytvatten.....	41

En fjärdedel av dricksvattenproven innehöll rester.....	41
Många bekämpningsmedel i regnvatten.....	42
Bekämpningsmedelsrester hittas i grundvatten i hela Europa.....	43
Rester av bekämpningsmedel i livsmedel.....	44
Rester i hälften av stickproven av frukt och grönsaker.....	44
Thailändska grönsaker med höga resthalter.....	45
Mycket rester i druvor, päron och citrusfrukter	45
Oklart om integrerad produktion ger mindre rester	46
Låga halter av DDT i kött och mejerivaror.....	46
Rester av bekämpningsmedel i europeiska livsmedel	47
Risker för miljö och hälsa.....	49
Risker snarare än säkra effekter	50
Med indikatorer kan risktrender följas	50
Långlivade ämnen – långlivade problem	51
Blandningar av ämnen.....	52
Okända egenskaper hos nedbrytningsprodukter.....	53
Miljöeffekter av användningen av bekämpningsmedel.....	53
Hälsoeffekter av användningen av bekämpningsmedel.....	61
Avslutande diskussion	67
Referenser.....	69

Sammanfattning

Den här rapporten är en kunskapssammanställning om användningen av kemiska bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen, och om risker för miljö och hälsa. Försiktighetsprincipen och utbytesregeln är vägledande vid godkännandet av bekämpningsmedel i Sverige. Försiktighetsprincipen är dock inte lätt att tolka och vägs dessutom mot den ekonomiska nyttan av ett kemiskt ämne.

Inom EU finns en gemensam reglering av användningen av bekämpningsmedel och ämnen som bedöms vara acceptabla förs upp på en positivlista. Ett tiotal ämnen som tidigare varit förbjudna i Sverige har hittills förts upp på denna lista, inget av dessa säljs dock för närvarande här.

Sedan mitten av 1980-talet har olika svenska politiska handlingsprogram haft målet att minska bekämpningsmedelsanvändningen. Mängderna har också minskat, men behandlingsfrekvensen var år 2003 lika stor som under första halvan av 1980-talet. Herbicider utgör knappt 90 procent av den använda mängden bekämpningsmedel. Specialisering och högre lönsamhetskrav är de främsta anledningarna till den ökade bekämpningsfrekvensen som skett sedan år 1995. Användningen skiljer sig kraftigt mellan olika grödor och regioner i Sverige. För några år sedan användes hälften av landets bekämpningsmedel i Skåne där knappt tjugo procent av åkerarealen finns.

I många andra länder är användningen av bekämpningsmedel större än i Sverige. I exempelvis Sydeuropa används 30–80 kg/ha aktiv substans i frukt- och vinodlingarna, vilket kan jämföras med medeldosen i Sverige år 2003: 0,4 kg/ha aktiv substans. Användningen av bekämpningsmedel i äppelodlingar är ett

exempel där behandlingsintensiteten är högre utomlands. Dessutom används medel som är förbjudna i Sverige.

Rester av bekämpningsmedel finns i vår miljö, i sjöar och vattendrag, regn- och grundvatten och i livsmedel. Högst halter återfinns i vattendrag i jordbruksområden under odlings säsongen och ogräsmedel som till exempel glyfosat, bentazon och MCPA dominerar. Ofta hittas flera bekämpningsmedel i samma vattenprov. I grundvatten och dricksvatten förekommer inte rester lika ofta som i ytvatten. Även i regnvatten finns rester av bekämpningsmedel.

Livsmedelsverkets kontroll av bekämpningsmedel i livsmedel påträffade rester i cirka hälften av proverna av frukt och grönt år 2003. Vindruvor och päron är exempel på frukt med höga resthalter, ibland flera gånger högre än den högsta tillåtna akuta referensdosen. Denna dos motsvarar den mängd av en kemikalie som kan intas under en dag utan märkbar risk för hälsan.

Under de senaste decennierna har det pågått ett arbete med att minska riskerna med bekämpningsmedel i Sverige. Kemikalieinspektionen har gjort en riskbedömning av samtliga bekämpningsmedel och ett stort antal substanser med farliga egenskaper har förbjudits. Hanteringen av bekämpningsmedel ute på gårdarna har även förbättrats genom informations- och utbildningsåtgärder. Så länge bekämpningsmedel fortsätter att användas sprids de dock till miljöer utanför fältet och påverkar floran och faunan där.

Det är komplicerat att värdera riskerna med kemikalier. Riskerna handlar till en del om långsiktiga och

indirekta effekter på hälsa och ekosystem och blir därigenom svårbedömda. I rapporten betonas särskilt bristen på kunskap om blandningar av ämnen. Vid riskbedömningen i samband med ett godkännande testas enbart enskilda substanser, inte blandningar, vilka kan förstärka ett ämnes giftighet jämfört med om ämnet förekommer ensamt.

Användningen av kemiska ogräsmedel är en av anledningarna till att antalet ogräsarter minskat kraftigt sedan 1970-talet. Det har skapats ett selektionstryck så att svårbekämpade arter gynnats på de lättbekämpades bekostnad. Det har även skett en förskjutning mot mer motståndskraftiga typer, varav vissa utvecklats till en fullt utbildad resistens mot kemiska ogräsmedel. Resistens är även ett problem när det gäller insektsmedel. Rapsbaggar har exempelvis blivit motståndskraftiga mot syntetiska pyretroider.

Fåglarna i odlingslandskapet har också minskat kraftigt sedan 1970-talet. Nya brukningsmetoder och en annorlunda landskapsstruktur spelar stor roll för förändringen, förutom effekter av användningen av bekämpningsmedel. Minskningen anses främst vara en indirekt effekt genom att bekämpningsmedlen medför en minskad mängd mat i form av insekter och ogräsfrön.

Många bekämpningsmedel är giftiga för vattenlevande organismer och det registreras regelbundet halter som kan ge skadliga effekter på flora och fauna i vattnet. Flera studier i artificiella vattenmiljöer har påvisat ekologiska störningar efter tillsats av bekämpningsmedel.

Flera i dag använda insektsmedel, syntetiska pyretroider, har i låga doser visat sig påverka fortplantningen hos laxfiskar. Hannarna förlorar sin förmåga att känna igen honornas könshormon.

I dag finns det inga omfattande hälsoundersökningar som visar att användningen av bekämpningsmedel orsakar kroniska hälsoproblem. Sprutförare utsätts dock för en större risk än den övriga befolk-

ningen. Det råder stor kunskapsbrist när det gäller långsiktiga effekter av en exponering för låga doser av många olika ämnen samtidigt. Akut hälsovådliga halter, speciellt för barn, förekommer ibland i importerad frukt och grönt. I många utvecklingsländer är förgiftningsfall av bekämpningsmedel vanligt förekommande. Resultat från djurförsök tyder på att det finns samband mellan vissa bekämpningsmedel och cancer. Vissa cancerformer drabbar också oftare lantbrukare, som exempelvis leukemi och hjärntumör. Ett fåtal bekämpningsmedel som är godkända i Sverige misstänks kunna orsaka cancer, bland annat substansen mankozeb.

Det anses att neurologiska sjukdomar som till exempel Alzheimers och Parkinsons sjukdom, orsakas av ett samspel mellan miljögifter och ärftliga faktorer. Flera insektsmedel har en nervpåverkan, men orsakssammanhangen bakom ovan nämnda sjukdomar är mycket lite kända.

Inledning

Bekämpningsmedlen spelar en viktig roll i dagens svenska jordbruksproduktion och har bidragit till lönsamhet och ökade skördar. Men kemikalieanvändningen kan även ses ur ett annat perspektiv. Undersökningar som har visat att jordbrukets bekämpningsmedel finns spridda i hela vår omgivning och finns som rester i den mat vi äter har fått stor uppmärksamhet under de senaste åren. I dag måste vi hantera en annan och mer komplicerad problem-bild när det gäller riskerna med kemiska bekämpningsmedel än tidigare. Många av de bekämpningsmedel som används i Sverige är exempelvis inte lika akut giftiga som tidigare. Miljön och vi människor exponeras dock kontinuerligt för låga doser av en blandning av många bekämpningsmedel. Kunskapsbristen är stor kring vilka risker och effekter detta medför. Det handlar om både långsiktiga och direkta effekter, och inte minst om indirekta effekter på hälsa och ekosystem som dessutom är svåra att värdera.

Samtidigt förs det fram argument som säger att riskerna med jordbrukets bekämpningsmedel är små och dessutom har minskat. Man hävdar också att

hanteringen har förbättrats, att gränsvärden i livsmedel är satta med stor säkerhetsmarginal, och att medlen är ovärderliga i livsmedelsproduktionen.

Målet med denna rapport är att skapa ett aktuellt kunskapsunderlag för en diskussion om användningen av kemiska bekämpningsmedel i jordbruket, och om risker för miljö och hälsa. Ett särskilt intresse har ägnats försiktighetsprincipen som i Sverige är vägledande för att minska riskerna med kemikalieanvändningen.

Avsikten med arbetet är främst att behandla frågor som rör användningen av bekämpningsmedel i Sverige. Vi ger endast enstaka internationella utblickar. Samtidigt är vi väl medvetna om att riskerna med användningen av bekämpningsmedel ofta är större i andra delar av världen.

Försiktighetsprincipen

Försiktighetsprincipen är ingen ny företeelse – den har länge använts inom medicin och folkhälsa. Principen utvecklades under 1970-talet också för miljöfrågor. Redan vid den tiden, för 30 år sedan, fanns medvetenheten om att man nästan alltid kom för sent när det gällde att förebygga skador. Detta kom till uttryck i den svenska kemikalielagen från 1973. Där räckte det med en vetenskapligt grundad misstanke om risk för skada för att en kemikalie skulle kunna förbjudas. Försiktighetsprincipen utvecklades för att användas i en situation där det fanns en möjlighet att allvarliga och irreversibla hot mot hälsa och miljö skulle kunna uppstå. Den skulle användas i situationer när det fanns behov att agera för att minska potentiella faror, innan man hade starka bevis på skadliga effekter.

Sedan 1970-talet har det politiska intresset för försiktighetsprincipen stigit snabbt. Den har införts i många olika internationella överenskommelser, speciellt när det gäller den marina miljön. I den ofta refererade Riodeklarationens princip nr 15, 1992, om miljö och utveckling, omfattas hela den omgivande miljön: "För att skydda miljön ska försiktighetsprincipen tillämpas, i vid bemärkelse, av stater efter deras förutsättningar. Om där finns hot om allvarlig och oåterkallelig skada, ska brist på säkra vetenskapliga bevis inte användas som skäl för att skjuta upp kostnadseffektiva åtgärder för att förhindra miljöförstöring" (fritt översatt).

Orsakerna till att det är viktigt att tillämpa försiktighetsprincipen är att många effekter i vår omgivning uppkommer först efter många års exponering, alternativt många år efter det att kemikalien har använts. Riskbedömningar för ämnen som inte är akut giftiga, utan kan misstänkas ge effekter på lång sikt,

är mycket svåra att göra. Det kan ta en livstid innan hälsoeffekter uppträder eller kan kopplas till kemikaliepåverkan.

Historiska exempel

Ett historiskt perspektiv kan hjälpa till att hantera miljörisker och hur försiktighetsprincipen skulle kunna tillämpas. I en rapport från Europeiska miljöbyrån analyseras fjorton miljö- och hälsokatastrofer som inträffade under 1900-talet. Det framgår att försiktighetsprincipen knappast i något fall kommit till användning¹. Tvärtom, har det nästan alltid krävts höga beviskrav och därför har det tagit lång tid innan åtgärder har genomförts. De åtgärder som har satts in har kommit för sent och varit för lama. Ett exempel är asbest där den första varningen kom redan 1898. En arbetsmiljöinspektör pekade ut asbestdamm som en hälsofara och noterade särskilt asbestpartiklarnas form och storlek, de egenskaper som långt senare visade sig vara grunden till asbestens farlighet. Först under 1970-talet minskade asbestanvändningen genom regleringar. Ett annat exempel är kollapsen av världens rikaste torskbestånd utanför Newfoundland, som inträffade 1992 efter år av varningssignaler från lokala fiskare.

Ett exempel där försiktighetsprincipen tillämpats rör tillsatser av tillväxthormon i foder. Under tidigt 1970-tal kom varningar om att det syntetiska tillväxthormonet DES, som liknar det naturliga hormonet oestradiol-17 β , var cancerframkallande för människor. I USA togs redan under 1970-talet beslut om ett förbud med försiktighetsprincipen som grund. Ett förbud i EU kom först 1987 och var även det baserat på försiktighetsprincipen. Man ansåg att det inte gick att fastställa en "0-effektdos" för DES möjliga cancerframkallande effekter.

Redan i början av 1950-talet upptäckte en brittisk ornitolog krossade ägg i bon från pilgrimsfalkar i Skottland². Vid en kemifabrik i Kalifornien där insektsgiftet DDT tillverkades, upptäcktes samma problem: tunnskaliga ägg hos pelikaner. Men sambanden förnekades och det dröjde många år innan vi hade kunskap för att förstå de komplicerade biologiska effekterna. År 1970 förbjöds DDT i svenskt jordbruk och 1975 också i skogsbruket. Övriga länder i Västeuropa följde efter. Det hade då gått ungefär tjugo år efter de första varningssignalerna.

Historiska lärdomar

Författarna till den ovan nämnda rapporten från Europeiska miljöbyrån menar att det finns läxor att lära av historien, vilka kan sammanfattas i följande punkter³:

- Erkänna okunskap – vi vet inte vad vi inte vet
- Utnyttja lokal och erfarenhetsbaserad kunskap, som ett komplement till vetenskaplig kunskap
- Undvika tekniska monopol
- Undvika att alla intressen – politiska, ekonomiska och miljömässiga intressen – samlas i en och samma organisation

En utmaning är att hantera kunskapsbristen. Hur stor är den och hur ska vi hantera att vi vet att det är oundvikligt med överraskningar och oförutsedda effekter? Okända risker är svåra att hantera. Författarna hävdar att först måste okunskapen erkännas och att ett av de större problemen när det gäller att förutse miljöfaror är forskarsamhällets ovilja att klargöra okunskapens omfattning. "Det finns inget vetenskapligt i inställningen att låtsas kunskap", framhåller man. En ödmjukare inställning till kunskap och erkännande av brister skulle öppna för ett samarbete mellan olika vetenskapliga discipliner och bättre underbyggda beslut. I rapporten ges exempel på att bättre och tidigare beslut skulle ha kunnat fattas om beslutsfattarna inte enbart hade lyssnat till forskarna, utan också till lekmän, och till lokal och praktisk kunskap. En slutsats inför framtiden är att den lokala kunskapen hos exempelvis lantbrukare

skulle kunna användas för att på ett tidigt stadium signalera förändringar i miljön, i flora och fauna. Den kunskapen skulle sedan kunna användas för att upptäcka eventuella samband med förändringar i användningen av bekämpningsmedel.

Rapporten framhåller en möjlig koppling mellan tekniska monopol och miljöproblem. Freoner, PCB och asbest har varit framgångsrika kommersiella produkter som påståtts vara oersättliga. Om de här

¹ European Environment Agency, 2001. Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000, 210 pp. EEA, Copenhagen.

² Olsson, R. 2002. Om falkägg och människors minne. I: Kemikalier i samhället, naturen och människan. Svenska Naturskyddsföreningen, s. 2–4. <http://www.snf.se/kemikalier>, 2005-03-02.

³ European Environment Agency, 2001. Twelve late lessons. In: Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000, p. 168–191. EEA, Copenhagen.

ämnena inte varit så dominerande inom sina områden så hade det varit enklare att styra över till andra alternativ. En av läxorna är således att undvika tekniska monopol och att stödja utvecklingen av alternativa lösningar.

En annan lärdom är att organisationer och institutioner som har ekonomiska och politiska intressen i en verksamhet inte tillåts att samtidigt ansvara för miljö- och hälsofrågor. Ett varnande exempel som tas upp är galna kosjukan (BSE) i Storbritannien, där alla intressen var samlade på det brittiska jordbruksministeriet. Ministeriet ville inte göra något som kunde hota exporten av kött, trots att det fanns starka misstankar att BSE kunde överföras till människor och ge upphov till Creutzfeldt-Jacobs sjukdom.

När åtgärder ska genomföras måste man alltid göra en avvägning mellan den potentiella skadan respektive nyttan. Ett grundläggande problem är att identifiera nytta och kostnad. Det gäller inte minst i de fall en uppenbar nytta nära i tiden (kortsiktig vinst), ska

vägas mot diffusa kostnader i framtiden eller på en annan plats (långsiktig global miljöskada). Politiskt är det svårt att genomföra åtgärder som är kostsamma och som innebär stora förändringar av samhället. Det gäller särskilt om osäkerheten är stor om kemikalierna i fråga verkligen utgör ett allvarligt hot.

Det handlar som sagt om hot och osäkerhet. Viktiga frågor att söka svaren på är: Hur allvarliga ska hoten vara för att man ska tillämpa försiktighetsprincipen? Finns allvarliga hot med dagens bekämpningsmedel och vilka vetenskapligt grundade misstankar finns?

Kan vi bli för försiktiga?

Det kan finnas en risk att vi felaktigt förbjuder ämnen på grund av en misstänkt risk som senare visar sig vara obefogad. I Miljöbyråns rapport har redaktörerna letat efter sådana exempel, men inte funnit några. Det finns så många hinder på vägen och fordras så mycket kunskapssökande och handling för att åstadkomma inskränkningar och förbud, så risken för onödiga förbud kan anses vara mycket liten.

Miljömål och politik

Svenska miljömål

Sedan 1980-talet har de politiska signalerna i Sverige varit tydliga med att kemikalieanvändningen i hela samhället utgör en oförutsägbar risk för människa och djur. Därför bör ansträngningar göras för att minska användningen så långt det är möjligt. Ett ambitiöst miljöarbete inleddes i och med att femton nationella miljö kvalitetsmål antogs av riksdagen i april 1999 (faktaruta 1)¹. Nya mål för kemikaliepolitiken sattes i miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö som tar avstamp i försiktighetsprincipen. Enligt miljö målet ska halterna av naturfrämmande ämnen i miljön minska till nivåer som är nära noll i ett generationsperspektiv (20–25 år). Halterna av naturliga ämnen ska på motsvarande sätt ned till bakgrunds nivåer (faktaruta 2). Kemikalieinspektionen (KemI) är ansvarig myndighet för målet Giftfri miljö.

Ett ytterligare steg i arbetet med att förverkliga miljö målen togs i juni 2002 då riksdagen antog Kemikalie strategi för Giftfri miljö² samt Svenska miljö mål – delmål och åtgärdsstrategier³. För kemikalieanvändningen är försiktighetsprincipen framträdande i delmålen i Giftfri miljö (faktaruta 3). Produktvalsprincipen (utbytesregeln) är en annan viktig princip som har varit och ska vara vägledande när det gäller godkännande, respektive indragningar av bekämpningsmedel. Den innebär att skadliga ämnen ska ersättas med mindre skadliga eller ofarliga ämnen med samma användningsområde. Ämnen vars egenskaper och risker inte finns dokumenterade eller är osäkra ska fasas ut om det finns andra mer säkra alternativ. Denna princip har varit mycket betydelsefull och har utnyttjats av KemI i arbetet med att fasa ut ett stort antal bekämpningsmedel där det har funnits mindre skadliga alternativ.

Användningen av bekämpningsmedel är även kopplad till miljö målen Levande sjöar och vattendrag, Grundvatten av god kvalitet, samt Ett rikt odlingslandskap. Det finns dessutom övergripande politiska mål om minskade miljö- och hälsorisker med bekämpningsmedel⁴. En rad handlingsprogram har genomförts och pågår. Arbetet omfattar såväl för-

Faktaruta 1

Femton miljö kvalitetsmål antogs av riksdagen 1999 (prop. 1997/98:145).

- Begränsad klimatpåverkan
- Frisk luft
- Bara naturlig försurning
- Giftfri miljö
- Skyddande ozonskikt
- Säker strålmiljö
- Ingen övergödning
- Levande sjöar och vattendrag
- Grundvatten av god kvalitet
- Hav i balans samt levande kust och skärgård
- Myllrande våtmarker
- Levande skogar
- Ett rikt odlingslandskap
- Storslagen fjällmiljö
- God bebyggd miljö

¹ Regeringens proposition 1997/98:145. Svenska miljö mål.

² Regeringens proposition 2000/01:65. Kemikalie strategi för Giftfri miljö.

³ Regeringens proposition 2000/01:130. Svenska miljö mål – delmål och åtgärdsstrategier.

⁴ Regeringens proposition 1997/98:2. Hållbart fiske och jordbruk.

Faktaruta 2

Miljökvalitetsmålet Giffri miljö

(prop. 1997/98:145).

Miljön ska vara fri från ämnen och metaller som skapats i, eller utvunnits av, samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.

Inriktningen är att målet ska nås inom en generation. Preciseringsen av Giffri miljö innebär att:

- Halterna av naturfrämmande ämnen i miljön är nära noll
- Halterna som förekommer naturligt i miljön är nära bakgrunds nivåerna
- Den sammanlagda exponeringen i arbetsmiljö, yttre miljö och inomhusmiljö för särskilt farliga ämnen är nära noll, och för övriga kemiska ämnen inte skadlig för människor
- Förorenade områden är undersökta och vid behov åtgärdade

handsgranskning av bekämpningsmedel som åtgärder för att minska den totala användningen, utveckla alternativa bekämpningsmetoder och förbättra hanteringen. I nästa kapitel finns mer att läsa om handlingsprogrammen och användningen av bekämpningsmedel.

Giffri miljö - när vi målet?

Inom en generation ska miljökvalitetsmålen vara uppnådda, eller åtminstone ska alla nödvändiga åtgärder vara genomförda. Enligt Miljömålsrådet som övervakar miljömålsarbetet på regeringens uppdrag, tyder den nuvarande utvecklingen när det gäller samhällets totala kemikalieanvändning på att målet Giffri miljö inte kommer att nås¹. Det finns tendenser till att halterna av bekämpningsmedel i miljön har minskat under 1990-talet, framför allt i ytvatten, men kunskapsunderlaget är ännu så länge litet. Samtidigt har bekämpningsmedelsanvändningen, räknat i mängd verksamt ämne, gått från en kraftig minskning under 1980-talet till att återigen öka efter 1995. Frågan är om vi kan klara målet om att halterna av naturfrämmande ämnen i miljön ska vara nära noll,

utan att minska användningen av kemikalier i jordbruket? Kan vi komma tillräckligt långt med produktutveckling och säkrare hantering?

EU:s bekämpningsmedelspolitik

En del av de bekämpningsmedel som används runt om i världen transporteras långa sträckor. Då hjälper det inte att förbjuda deras användning i ett land, utan det krävs internationella överenskommelser. Bekämpningsmedel som inte används i Sverige når oss också via foder och livsmedel som importerats.

Finns det risk att EU:s politik om bekämpningsmedel motverkar de svenska strävandena om minskade risker? Sverige tillhör de länder som har den mest restriktiva synen på användningen av bekämpningsmedel i jordbruket. Det pågår också ett arbete med att påverka EU:s politik i riktning mot det svenska synsättet med försiktighetsprincipen som grund. Godkännandet av växtskyddsmedel i EU regleras i Växtskyddsmedelsdirektivet 91/414/EEG. Erfarenheter av registrerings- och riskminskningsarbete inom bekämpningsmedelsområdet skiljer sig kraftigt åt mellan medlemsländerna. Sverige är det enda medlemsland som har omprövat godkännandet för alla gamla bekämpningsmedel.

I flera länder finns det en tendens att riskbedömningen inte tar full hänsyn till att en felanvändning kan förekomma. Därigenom underskattar man problemen med att medlen inte alltid hanteras enligt föreskrifterna. Detta är bakgrunden till att vissa ämnen, exempelvis ogräsmedlet paraquat, godkännts på EU-nivå, trots att det är mycket giftigt. Varje år rapporteras medlet ha orsakat ett stort antal förgiftningsfall i utvecklingsländer².

I EU pågår ett arbete med att utvärdera alla verk samma ämnen i växtskyddsmedel, bekämpningsmedel, i lantbruket. De ämnen som bedöms vara acceptabla för användning förs upp på en bilaga till Växtskyddsmedelsdirektivet (91/414/EEG); positivlistan. Det handlar bland annat om att s.k. CRM-

Faktaruta 3**Kemikaliestrategi för en giffri miljö. Delmål som berör användningen av kemiska bekämpningsmedel. Beslut om preciseringar antogs i juni 2002 av riksdagen (prop. 2000/01:65).**

Delmål: Utfasning av särskilt farliga ämnen

Nyproducerade varor ska så långt det är möjligt vara fria från:

- cancerframkallande, arvsmassepåverkande och fortplantningsstörande ämnen senast år 2007
- nya långlivade och bioackumulerande ämnen senast år 2005
- övriga mycket långlivade och bioackumulerande ämnen senast år 2010
- övriga långlivade och bioackumulerande ämnen senast år 2015

Mycket långlivade ämnen har en halveringstid som är längre än 26 veckor vid 20°C.

Långlivade ämnen har en halveringstid som är längre än åtta veckor vid 20°C.

Kriterier för en utfasning av hormonstörande, allergiframkallande och nervskadande ämnen, samt ämnen som är skadliga för immunsystemet, bör tas fram senast år 2005. Redan befintliga varor ska hanteras så att ämnen inte läcker ut i miljön. Målen omfattar också ämnen som är "naturliga" och som utvunnits från naturen

Delmål: Riskminskning

Hälsa- och miljöriskerna med användningen av kemiska ämnen ska minska fortlöpande fram till år 2010, enligt indikatorer och nyckeltal

Delmål: Riktvärden för miljö kvalitet

För minst 100 utvalda kemiska ämnen som inte omfattas av delmålet Utfasning, ska det år 2010 finnas riktvärden som anger vilka halter som får förekomma i miljön, eller vilka halter människor högst får utsättas för.

ämnen ska fhasas ut, vilket i stort sett redan har skett i Sverige. CRM-ämnen är cancerframkallande, stör fortplantningen (reproduktionen), och/eller påverkar arvsmassan (är mutagena). I dag finns det beslut om cirka 560 av drygt 800 existerande ämnen, varav drygt 100 är upptagna på positivlistan³. I Sverige arbetar vi för att undvika att bekämpningsmedel som är förbjudna här hos oss ska föras in på listan. Ett tiotal ämnen som tidigare varit förbjudna i Sverige har hittills förts in på positivlistan. Våra möjligheter att inte tvingas godkänna användning av medel som innehåller ämnen som är upptagna på listan är små, men det finns vissa möjligheter till nationella undantag. Det kan exempelvis vara klimatskäl; att ett bekämpningsmedel bryts ner långsammare här hos oss än i länder längre söderut. Om ett icke önskvärt medel trots allt blir godkänt kan det ändå hållas bor-

ta från den svenska marknaden genom att lantbrukarna avstår från att använda det. Ett sådant beslut skulle ligga i linje med den svenska ambitionen att nå världens renaste jordbruksproduktion. Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) har tagit ett policybeslut att rekommendera sina medlemmar att inte använda de ämnen som tidigare var förbjudna.

¹ Naturvårdsverket, 2004. Miljömålen – allas vårt ansvar. Miljömålsrådets utvärdering av Sveriges 15 miljömål, Stockholm. <http://miljomal.nu>, 2005-03-02.

² Eddleston, M., Karaliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G., Isbister, G., Konradsen, F., Murray, D., Piola, J. C., Senanayake, N., Sheriff, R., Singh, S., Siwach, S. B. & Smit, L. 2002. Pesticide poisoning in the developing world – a minimum pesticide list. *The lancet* 360, 1163–1167.

³ <http://www.kemi.se>, 2005-02-09.

EU:s växtskyddsmedelsdirektiv är nu under omarbetning. Sverige har stöd av andra medlemsländer när det gäller en skärpning av direktivet mot ett tydligare försiktighetsperspektiv och att utbytesregeln ska införas i direktivet. Som en uppföljning av EU:s sjätte Miljöhandlingsprogram har EU-kommissionen också lagt ett förslag till en tematisk strategi för en hållbar användning av växtskyddsmedel. Strategin siktar ytterst mot att minska riskerna, användningen och beroendet av växtskyddsmedel i unionen. EU-kommissionens förslag till ny kemikalielagstiftning (REACH¹) föreslår ett nytt godkännandesystem för kemikalier inom EU. Man vill införa liknande krite-

rier för godkännande av allmänkemikalier som av bekämpningsmedel, exempelvis när det gäller CRM-egenskaper. EU:s ministerråd vill att även långlivade och bioackumulerande ämnen ska omfattas av systemet, på motsvarande sätt som i Sveriges godkännandekriterier för bekämpningsmedel.

¹ REACH – Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals. Registrering, utvärdering och godkännande av kemiska ämnen. <http://www.kemi.se>, 2005-03-02.

Användning av bekämpningsmedel i jordbruket

Fyra politiska handlingsprogram

Mål om minskad användning

För att minska användningen av, och riskerna med, kemiska bekämpningsmedel i jordbruket, har riksdagen fattat beslut om olika handlingsprogram. Besluten fattades redan innan miljö kvalitetsmålen formulerades (faktaruta 4). En del i handlingsprogrammen har varit de så kallade halveringsmålen. Det första halveringsmålet (P I) för bekämpningsmedel, som i stort sett uppnåddes, innebar att användningen inom jordbruket (uttryckt i mängd aktiv substans) skulle halveras fram till 1990, jämfört medelanvändningen under åren 1981 till 1985. Riksdagen beslutade 1990 att arbetet med att minska användningen skulle fortsätta och att den skulle halveras ytterligare en gång fram till mitten av 1990-talet (P II)¹. Detta mål uppnåddes inte.

Ett tredje handlingsprogram (P III) utarbetades för perioden 1997–2001 efter ett nytt riksdagsbeslut. Utgångspunkten var propositionen Hållbart fiske och jordbruk^{2,3}. Målet om minskad användning stod kvar, och användningen uttrycktes i både aktiv substans, antalet doser och obehandlad areal (faktaruta 4). En nyhet i programmet var ett mer uttalat fokus på hälso- och miljörisker, givet att minskade mängder inte nödvändigtvis innebär reducerade risker. Vid slutet av perioden (2001) hade målet om

¹ Jordbruksverket, 1999. Minskade hälso- och miljörisker vid användning av bekämpningsmedel i Sverige. Jordbruksinformation 22-1999.

² Regeringens proposition 1997/98:2.

³ Jordbruksverket, 2000. Minskade hälso- och miljörisker vid användning av bekämpningsmedel. Rapport 2000:4.

Faktaruta 4

Miljömål om användningen av växtskyddsmedel i handlingsprogrammen.

P I:	1986–1990	Användningen uttryckt i mängd aktiv substans ska under perioden vara högst 50 procent av användningen 1981–1985
P II:	1991–1996	Användningen uttryckt i mängd aktiv substans ska vara högst 25 procent av användningen 1981–1985
P III:	1997–2001	Användningen uttryckt i mängd aktiv substans ska vara högst 25 procent av användningen 1981–1985. Det genomsnittliga antalet doser/behandlings per hektar ska minska med 10 procent jämfört med mitten av 1990-talet. Den del av landets odlade areal som hålls obehandlad per säsong ska öka med 10 procent jämfört med mitten av 1990-talet, från 50 till 55 procent av åkerarealen.
P IV:	2002–2006	Användningsmålen i Program III är oförändrade.

minskad användning (ned till 25 procent av användningen 1981–1985) inte heller uppnåtts. Från mitten av 1990-talet började istället användningen, mätt i mängd verksam substans samt behandlingsfrekvens, återigen att öka.

Vid halvårsskiftet år 2002 lade Jordbruksverket och KemI fram ett förslag till ett fjärde handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel (P IV)¹. Det nya programmet som löper till och med år 2006 har en tydlig koppling till de nationella miljömål som berör bekämpningsmedel. I förslaget tonas målet om minskad användning ned, men målen från Program II och III står fortfarande kvar eftersom de inte uppnåtts. Man konstaterar dock samtidigt att många möjligheter att minska användningen redan har utnyttjats. I stället betonas andra sätt att minska hälso- och miljöriskerna. Man talar om att exponeringen av människor och miljö ska minska.

Ambitionen i det nya programmet är att användningen av kemiska bekämpningsmedel ska vara långsiktigt hållbar på en risknivå som kan accepteras. När det gäller risknivå finns naturligtvis många olika synsätt bland forskare och inom olika myndigheter om vilken nivå som kan sägas vara långsiktigt hållbar. I handlingsprogrammet sägs att det är realistiskt att helt komma bort från kemisk bekämpning utan dramatiska socioekonomiska konsekvenser. Man menar att ett konkurrenskraftigt jordbruk förutsätter användning av dessa medel, enligt nu gällande marknadsregler och inom överskådlig tid. Man kan fråga sig hur detta konstaterande kan vara förenligt med det svenska miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö; att halterna av naturfrämmande ämnen i miljön ska vara nära noll inom en generation (år 2020).

Detta fjärde handlingsprogram poängterar också att EU:s nuvarande gemensamma jordbrukspolitik (CAP) innebär svårigheter för Sverige att framgångsrikt fortsätta arbetet med riskminskning. Myndigheternas handlingskraft har därigenom beskurits och arbetet bör framöver inriktas på att försöka påverka EU:s kemikaliepolitik. Man föreslår också en utred-

ning om att införa en miljöersättning för en minskad användning och en förbättrad hantering av bekämpningsmedel.

Riskerna ska minska

I de två senaste handlingsprogrammen (P III, P IV) finns specificerade mål för att minska riskerna vid användning av kemiska bekämpningsmedel.

Mål i P III 1997–2001

- Riskindikatorertalen² för miljö och hälsa ska minska jämfört med 1996. Minskningen av riskindikatorertalen ska vara större än minskningen av den använda mängden bekämpningsmedel
- Övergång till mindre farliga medel och en fortsatt restriktiv prövning av bekämpningsmedel. Den nuvarande skyddsnivån ska behållas. Användningen av s.k. avvecklingsämnen³ ska minska avsevärt.
- Bekämpningsmedelsrester i livsmedel ska kontrolleras.

Mål i P IV 2002–2006

- Riskindikatorertalen för miljö och hälsa ska vidareutvecklas.
- Rester av kemiska bekämpningsmedel i vatten och livsmedel ska följas genom miljöövervakning.
- Den nuvarande risknivån ska så långt som möjligt bibehållas och att EU ska uppfylla de svenska kraven genom ökade insatser vad gäller prövning och godkännande.

Säkert växtskydd

Informations- och utbildningskampanjen "Säkert växtskydd" syftar till att förbättra hanteringen av kemiska bekämpningsmedel i svenskt jordbruk⁴. Kampanjen startade 1997 och drivs av LRF i samarbete mellan Naturvårdsverket, Lantmännen, Jordbruksverket, Kemikalieinspektionen och Industrin för Växt- och Träskydd.

Målet med kampanjen är att nå flertalet jordbrukare som använder bekämpningsmedel och öka deras kunskaper om en säker och omdömesgill hantering av medlen. Syftet är framför allt att minska miljöpå-

Tabell 1. Användning av olika typer av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen år 2003.

Jordbruk	Verksamt ämne		Antal hektardoser		Genomsnittlig dos <i>kg/ha verksamt ämne</i>
	<i>ton</i>	<i>%</i>	<i>tusental</i>	<i>%</i>	
Ogräs	1818	87	2 691	58	0,68
Svamp	229	11	1 427	31	0,16
Insekter	23	1	461	10	0,05
Tillväxtreglering	17	1	26	1	
Totalt	2087		4 605		0,40

Frukt och trädgård	<i>ton</i>	<i>%</i>
Ogräs	61	64
Svamp	29	30
Insekter	5	5
Tillväxtreglering	1	1
Totalt	96	

verkan av användningen. En annan viktig aktivitet är att informera om nya lagkrav vad gäller spridning av bekämpningsmedel.

Forskning och utveckling

Forskning och utveckling är viktiga delar av arbetet med att minska användningen av bekämpningsmedel. Flera program har genomförts sedan mitten av 1990-talet⁵. En prognos- och varningsverksamhet har utvecklats för att främja integrerat växtskydd där den kemiska bekämpningen behovsanpassas. Vidare har forskningen inriktats på olika sätt att minska doserna av bekämpningsmedel. Att utveckla och ta fram alternativ till kemisk bekämpning, och att utveckla odlingsmetoder och odlingsystem för att minimera och förebygga problem med ogräs och skadegörare, har också ingått i forskningsprogrammen. En ytterligare del har bestått av olika projekt med målet att minska doserna genom förbättrad spridningsteknik och sprututrustning.

Bekämpningsmedel måste vara godkända

Den viktigaste riskbedömningen görs vid godkännandet av ett bekämpningsmedel. Användningen regleras genom EG:s direktiv 91/414/EEG (Växtskyddsmedelsdirektivet) som är infört i den svenska

¹ Jordbruksverket, 2002. Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen till år 2006. Rapport 2002:7, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen.

² Riskindikatorer – en beräkningsmodell utvecklad av Kemil för att möjliggöra riskanalyser. Indikatorerna är baserade på substansernas miljö- och hälsofara, exponeringsrisker samt behandlingsfrekvens. <http://www.kemi.se>, 2005-03-09.

³ Avvecklingsämnen = aktiva substanser som utifrån sina inneboende egenskaper anses vara olämpliga men där konsekvenserna av ett förbud skulle bli mycket stora.

⁴ <http://www.lrf.se>. Sökväg: Vi arbetar med, Miljö, Säkert växtskydd, 2005-04-06.

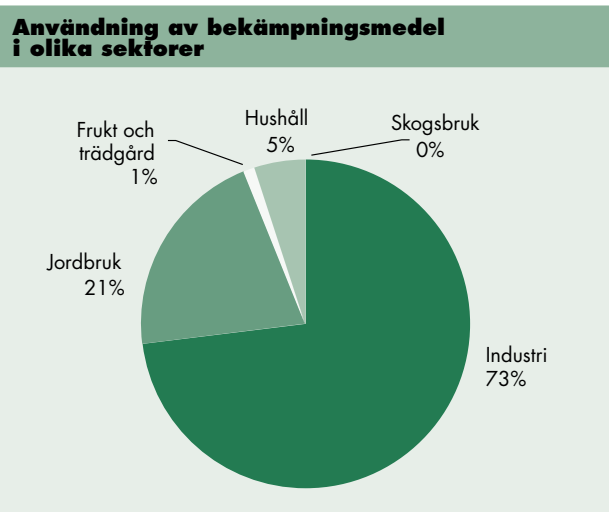
⁵ Bland annat: Jordbruksverket, 2000. Verksamhet inom bekämpningsmedelsprogrammet, programmen för minskat växtnäringssläckage och för ekologisk produktion. Rapport 2000:3.

lagstiftningen¹. De verksamma ämnena i bekämpningsmedlen bedöms gemensamt inom EU. De som bedöms vara godtagbara ur hälso- och miljösynpunkt listas i bilaga 1, positivlistan, till Växtskyddsdirektivet. För att ett bekämpningsmedel ska få säljas och användas i Sverige måste det också godkännas av KemI. Medlen godkänns för en period på maximalt tio år.

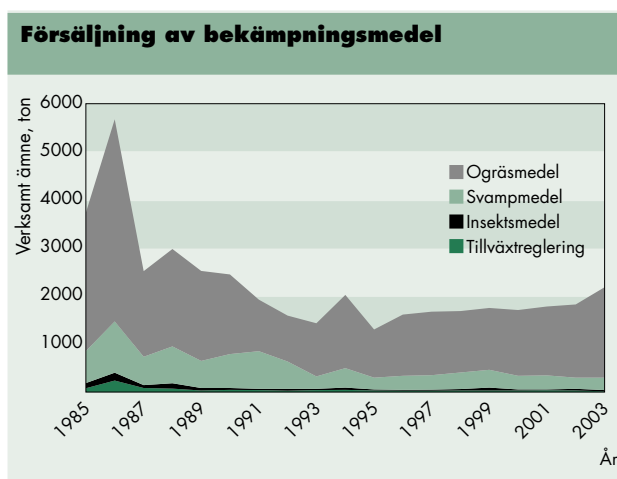
För att ett bekämpningsmedel ska kunna godkännas krävs en omfattande vetenskaplig dokumentation från tillverkningsföretaget. Riskbedömningen görs sedan av KemI. Riskbedömningen sker dels av varje ingående verksamt ämne, dels av själva produkten. Det nuvarande regelverket möjliggör däremot inte en riskbedömning av eventuella samverkans effekter mellan flera produkter. Det verksamma ämnets effekter på vattenlevande organismer studeras på ett antal utvalda arter, vilka representerar olika nivåer i näringskedjan. Vidare görs nedbrytningsstudier för att bedöma ämnets persistens, och rörlighetsförsök för att avgöra risken för läckage till vatten. Hälsosäkerheten bedöms utifrån studier på försöksdjur.

I januari 2005 var 203 preparat som innehöll 129 olika verksamma ämnen godkända av KemI för användning i Sverige¹. Många av ämnena på EU:s positivlista är inte aktuella för användning i Sverige. Det kan vara medel som används i grödor som vi inte odlar, eller preparat mot skadegörare som inte är ett problem hos oss. Av de drygt 100 ämnen som finns på positivlistan är 39 godkända i Sverige. Ytterligare ett tiotal substanser har tidigare varit godkända men förbjudits av hälso- och/eller miljöskäl. Ingen av dessa substanser säljs för närvarande i Sverige.

När ett kemiskt bekämpningsmedel godkänns placeras det i olika behörighetsklasser: 1, 2 eller 3¹. Klass 1 omfattar de giftigaste medlen. Ämnen i klass 1 och 2 får endast användas yrkesmässigt, medan klass 3-ämnena får användas av var och en. För att få använda medel i klass 1 och vissa medel i klass 2 krävs utbildning, och för klass 1 krävs dessutom tillstånd. Klass 1-medlen utgjorde år 2003 endast cirka fyra procent av den totala användningen i jordbruket².



Figur 1. Försäljning av bekämpningsmedel i olika sektorer i samhället under 2003.

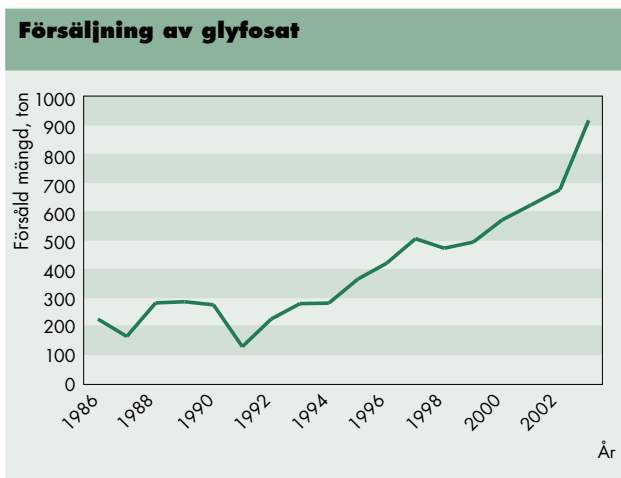


Figur 2. Försäljning av bekämpningsmedel inom jordbruk och trädgård 1985–2003 i Sverige, ton verksamt ämne. En hamstring skedde år 1986, 1994 och 2003 på grund av aviserade höjningar av avgifter.

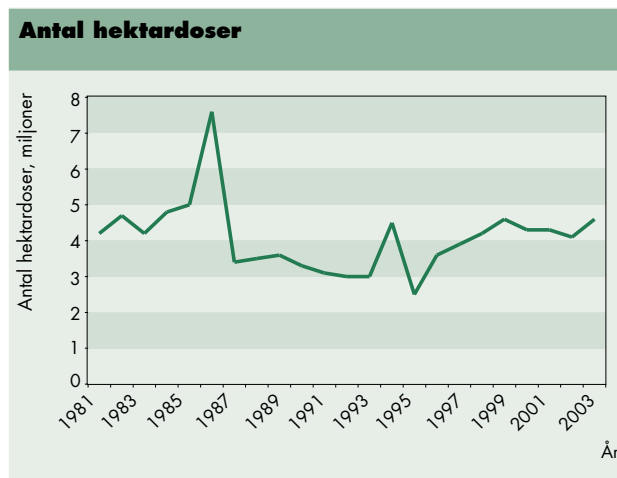
I denna rapport förekommer kemiska namn på verksamma ämnen i bekämpningsmedel. En närmare specificering av ämnena finns i KemI:s bekämpningsmedelsregister³. Ämnesöversikter finns också i rapporter från miljöövervakningen⁴.

Ökad användning i Sverige

Användningen av bekämpningsmedel i jordbruket, samt frukt- och trädgårdsodlingen, mätt i mängd



Figur 3. Försäljning av ogräsmedlet glyfosat 1986 till 2003 inom jordbruket i Sverige, ton verksamt ämne.



Figur 4. Antalet använda hektardoser i jordbruket 1981 till 2003, miljoner doser.

verksamt ämne, har ökat sedan mitten av 1990-talet. Ser man till den totala försäljningen av bekämpningsmedel inom samtliga sektorer i samhället dominerar dock impregneringsmedlen som används i industrin (figur 1)². År 2003 utgjorde försäljningen inom trädgårdsnäringen 4,4 procent av den totala försäljningen till jord- och trädgårdsbruket. Försäljningen år 2003 på 2 200 ton aktiv substans var 48 procent av användningen under första hälften av 1980-talet (figur 2)⁵. Den 15-procentiga ökningen år 2003 jämfört med 2002 tros dock bero på den aviserade höjningen av bekämpningsmedelsskatten den 1 januari 2004: från 20 till 30 kronor per kg verksamt ämne². Den lägsta försäljningen under de senaste decennierna var 1 300 ton år 1995, vilket utgjorde 29 procent av användningen 1980–1985, vilket är nära det aktuella 25-procentmålet. Vi fjärrar oss dock nu alltmer från detta mål. En ökad försäljning av ogräsmedlet glyfosat, som är ett totalbekämpningsmedel, är en av de främsta anledningarna till försäljningsökningen under senare år (figur 3). År 2003 utgjorde glyfosat 42 procent av den totala försäljningen av bekämpningsmedel till jordbruket.

Den största anledningen till att mindre mängder används i dag än för 20 år sedan är att dosen per

besprutning är betydligt lägre än tidigare. En minskande åkerareal spelar också in. I genomsnitt för alla typer av medel var dosen 0,45 kg/ha 2003 jämfört med 1,1 kg/ha 1982^{2,6}. Orsaken till de lägre doserna har till stor del varit att nya och mer specifika lågdosmedel börjat användas. I dag anpassar man i större utsträckning också storleken på dosen till den aktuella situationen vad gäller ogräs och skadegörare. En tredje orsak är utvecklingen av besprutningstekniken.

¹ <http://www.kemi.se>, 2005-01-25.

² Kemikalieinspektionen, 2004. Försälda kvantiteter av bekämpningsmedel 2003.

³ <http://www.kemi.se>, bekämpningsmedel/bekämpningsmedelsregistret, 2005-02-02.

⁴ Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, K. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar, samt i nederbörd under 2003. Ekohydrologi 81, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.

⁵ Statistik från Kemikalieinspektionen, årliga rapporter om försälda kvantiteter, <http://www.kemi.se>, 2005-03-02.

⁶ Statistiska centralbyrån, 2004. Bekämpningsmedel i jordbruket 2003. Statistiska meddelanden MI 31 SM 0401. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.

I praktiken har beroendet av kemisk bekämpning inte minskat i takt med den minskade förbrukningen. Ett mer rättvisande mått på bekämpningens omfattning är det antal hektardoser som de sålda mängderna räcker till, vilket är ett mått på antalet bekämpningar med kemiska medel. Nya preparat som är verksamma i lägre doser har gjort det möjligt att spruta lika ofta som förr, trots en minskad mängdanvändning. Antalet hektardoser var 4,6 miljoner år 2003, vilket var bland de högsta som uppmätts sedan mitten av 1980-talet (figur 4)¹. I SCB:s dosstatistik ingår inte frukt och trädgård. Inkluderas denna användning i beräkningen var antalet doser 4,8 miljoner år 2003². Utvecklingen har således inte heller gått i riktning mot målet om ett minskat antal doser med tio procent, jämfört med mitten av 1990-talet. Antalet sålda hektardoser 2003 var 82 procent högre än den lägsta nivån år 1995 (2,5 miljoner doser). Andelen av arealen som inte behandlas har inte förändrats nämnvärt under de senaste åren utan ligger stilla på drygt 50 procent³. I relation till den totala åkerarealen ökade det genomsnittliga antalet doser per hektar trendmässigt under andra halvan av 1990-talet; från 1,1 till 1,6–1,7 doser per hektar. Räknar man bort den stora vallarealen (36 procent av åkerarealen 2003), där kemisk bekämpning sällan förekommer, sprutar man i genomsnitt cirka 2,5 gånger per säsong på den återstående svenska åkermarken⁴. Den kemiska bekämpningen skiljer sig dock mycket mellan olika grödor och mellan olika regioner, vilket vi kommer tillbaka till senare.

Mest ogräsmedel

I jordbruket används kemiska medel för att bekämpa ogräs, svamp och insekter, samt en mindre mängd för tillväxtreglering. En övervägande del av bekämpningen år 2003 gjordes mot ogräs (tabell 1)^{1,5}. Om användningen uttrycks i antal bekämpningar (hektardoser), dominerade ogräsbekämpningen inte lika stort, vilket berodde på att en större mängd medel användes per hektar av ogräsmedel jämfört med andra bekämpningsmedel. Av antalet doser av svampmedel var hela 64 procent betningsmedel mot utsädesburna svampsjukdomar. Tillväxtreglerande medel är främst stråförkortningsmedel, vilka i Sverige endast

är tillåtna i råg. Cirka hälften av rågen behandlades med stråförkortningsmedel 1998³. Svampbekämpningen är förhållandevis mer betydelsefull i trädgårdsgörödnerna än i jordbruksgrödnerna.

Orsaker till ökad användning - specialisering och lönsamhetskrav

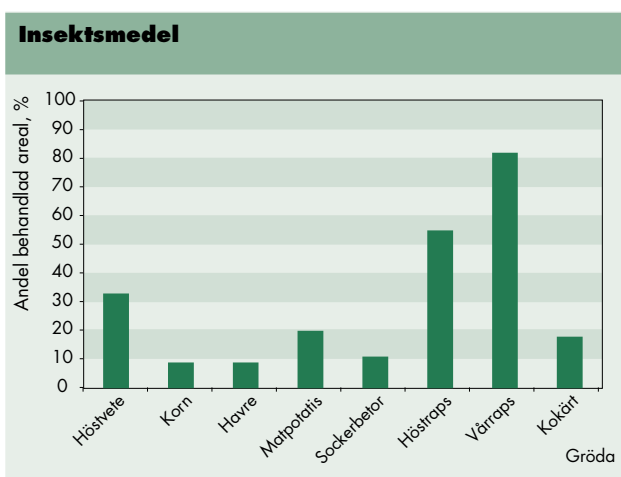
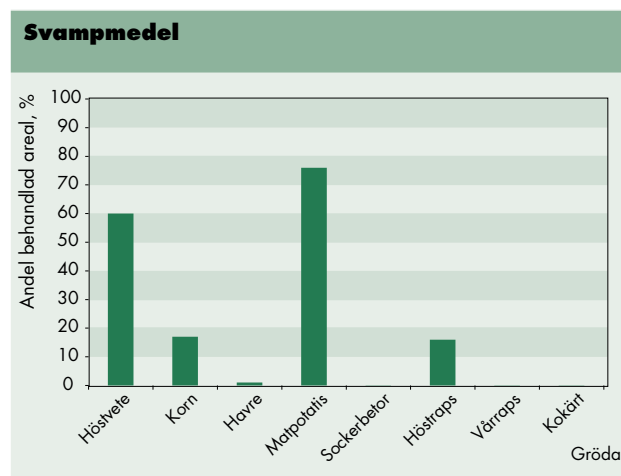
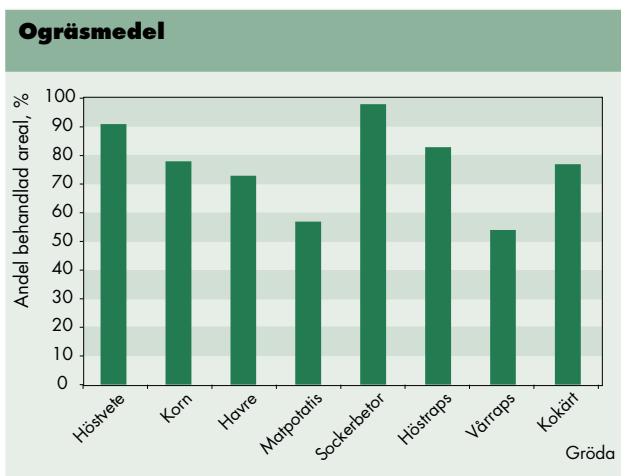
Det kan finnas många orsaker till den ökade användningen av bekämpningsmedel. Sedan mitten av 1990-talet har arealen av olika grödor förändrats. Odlingen av höstsäd med en relativt hög användning av bekämpningsmedel har ökat samtidigt som grödor med ett lägre bekämpningsbehov har minskat, såsom vall⁶ och vårsäd (tabell 2)⁵.

Tabell 2. Förändring av odlingsarealer för några grödgrupper från 1994 till 2003.

	Areal, tusentals ha		Andel av åkermarken, %	
	1994	2003	1994	2003
Gröda				
Vall och grönfoder	1 173	965	42	37
Vårsäd	850	715	31	27
Höstsäd	323	439	12	16

En annan orsak till den ökade användningen är EU:s krav på träda för att få arealstöd och regler med syfte att minska kväveutlakningen. För att bryta trädan används ofta ett glyfosatpreparat. Kostnaden för denna bekämpning är betydligt lägre än för mekanisk bekämpning. Glyfosat har blivit billigare, medan dieselpiserna har ökat betydligt den senaste tioårsperioden. Kravet på vinterbevuxen mark begränsar dessutom möjligheterna till mekanisk ogräsbekämpning, med en ökad kemisk bekämpning som följd.

Utvecklingen går mot allt större gårdar. En förbättring av lönsamheten sker ofta genom ökad maskinkapacitet och minskad insats av arbetskraft, vilket innebär att kemisk bekämpning väljs framför mekanisk. I ett kort tidsperspektiv leder också ökade lönsamhetskrav ofta till en ökad specialisering och mer



Figur 5 a-c. Andel av arealen av olika grödor som behandlats med olika typer av kemiska bekämpningsmedel under säsongen 1997/1998.

ensidiga växtföljder, där variationen av grödor minskar. Detta har sannolikt ökat problemen med vissa skadegörare och ogräs, och därigenom har behovet av kemisk bekämpning också ökat. Vissa sjukdomar har även blivit mer svårbekämpade, till exempel bladmögel i potatis⁷.

Stor skillnad mellan grödor

Jordbruksgrödor

Skillnaderna i användningen av bekämpningsmedel i olika grödor är stora. Angrepp av skadegörare liksom konkurrensförmågan mot ogräs varierar. I vissa fall görs flera behandlingar under en säsong, medan en del grödor enbart behöver bekämpas enstaka år, beroende på stora skillnader i förekomst av exempelvis skadeinsekter. Värt att notera är dock att den

senaste statistiken för användningen i olika grödor är från 1998³. Då dominerade användningen i spann-

- ¹ Kemikalieinspektionen, 2004. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2003.
- ² Peter Bergkvist, pers. komm., Kemikalieinspektionen 2005-02-04.
- ³ Statistiska centralbyrån, 1999. Bekämpningsmedel i jordbruket 1997/98. Förbrukning i åkergrödor. MI 31 SM 9902. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen. Statistiska centralbyrån och Jordbruksverket.
- ⁴ Statistiska centralbyrån, 2004. Jordbruksstatistisk årsbok 2004, med data om livsmedel.
- ⁵ Statistiska centralbyrån, 2004. Bekämpningsmedel i jordbruket 2003. Statistiska meddelanden MI 31 SM 0401. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.
- ⁶ Vall är en flerårig klöver-gräsgröda som odlas för foder till idisslare som nötkreatur och får.
- ⁷ Jordbruksverket, 2002. Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen till år 2006. Rapport 2002:7, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen.

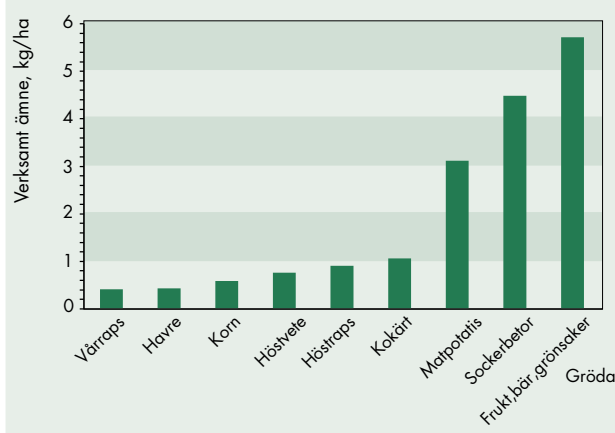
mål på grund av den omfattande odlingen (tabell 2)¹. Dessutom användes bekämpningsmedel på en stor andel av spannmålsarealen, speciellt i höstvetete (figur 5 a–c)². Det har inte skett några stora förändringar av grödfördelningen sedan 1998, men till år 2003 har exempelvis andelen spannmål minskat med tre procent och andelen träda ökat lika mycket¹. Den mest omfattande användningen av ogräsmedel förekom i sockerbetsodlingen där nästan 100 procent av arealen behandlades (figur 5 a). Tjugotvå procent av ogräsmedlen (mängd verksamt substans) användes i sockerbetor trots att de bara odlades på två procent av totalarealen. Användningen av svampmedel dominerade i potatis där drygt 30 procent av alla svampmedel användes. Insektsmedel var vanligast i oljeväxten vårraps.

Det är viktigt att notera att det vanligaste ogräsmedlet glyfosat inte ingår i statistiken när man studerar bekämpningen i olika grödor. Glyfosat används i odlingsystemet mellan olika grödor och för att bryta en träda.

Ett mått på intensiteten i bekämpningsmedelsanvändningen är hur mycket som används per hektar. Här ligger potatis och sockerbetor i topp (figur 6)². Detta beror på att det görs många bekämpningar mot potatisbladmögel varje säsong och på att flera ogräsbehandlingar i höga doser används i sockerbetor. Den mängd som används ger inte ensamt en tydlig bild av intensitet och beroende av bekämpningsmedel. Olika typer av medel används i helt olika doser. Dosen per hektar av insektsmedel är ofta endast några tiotals gram, medan en del ogräsmedel används i mängder på över kilot. I figur 6 ser det ut som om bekämpningsbehovet i vårraps är begränsat, men så är det inte. Över 80 procent av vårrapsarealen bekämpas med insektsmedel, men dosen är låg.

En mer detaljerad bild av behovet av bekämpningsmedel mot skadegörare i olika grödor ges i tabell 3. Behovet är satt utifrån ett lönsamhetsperspektiv och bekämpningskostnaden ställs som merutbytet av en

Användning i olika grödor



Figur 6. Användning av bekämpningsmedel i olika grödor i Sverige under 1998.

bekämpning. Detta innebär att förändrade ekonomiska förutsättningar påverkar behovet. I tabellen ges en kvalificerad bedömning av bekämpningsbehovet utifrån försöksresultat och erfarenheter i rådgivningen som gjorts av Jordbruksverkets växtskyddscentraler i Alnarp, Kalmar, Linköping, Skara och Uppsala år 2002³. Det är viktigt att påpeka att den kemiska bekämpningen inte alltid utförs, trots att det finns ett ekonomiskt bekämpningsbehov.

I tabellen kan man utläsa att höstvetete har ett stort bekämpningsbehov och att flera olika skadegörare bekämpas. När det gäller svampsjukdomar görs ibland flera bekämpningar, framför allt i Sydsverige. Vi kan också konstatera att våroljeväxter behandlas intensivare än höstoljeväxter. I våroljeväxter behöver dessutom rapsbaggarna ofta bekämpas flera gånger, medan det i höstformerna räcker med en bekämpning eller ibland ingen alls. Ett växande problem är resistens hos rapsbaggen mot insektsmedel av typen syntetiska pyretroider, vilket innebär att man då behöver öka intensiteten och spruta våroljeväxterna upp till 4–5 gånger. Problemen är störst i östra Götaland och har medfört att en organisk fosforinsekticid, fenitroton, återigen godkännts för användning i oljeväxter⁴. Som tidigare nämnts är beroendet av bekämpningsmedel stort i potatisodling, vilket medför många behandlingar mot bladmögel varje säsong.

Bekämpningsbehov i olika växtskyddscentralers områden					
Gröda	Alnarp	Kalmar	Linköping	Skara	Uppsala
Höstvete					
betning stinksot*	2	2	2	2	2
betning övr. svamp.	5	5	5	5	5
broddbehand- ling	1	2	3	3	3
stråknäckare	2	3	3	3	3
bladfläck- svampar	5	4	5	5	4
mjöldagg	2	3	2	2	1
rost	3	2	2	1	2
insekter	4	2	2	2	2
Korn					
betning svamp	4	3	4	4	4
bladfl.+sköldfl.	3	3	3	3	3
mjöld.+rost	3	3	2	2	2
bladlöss	4	3	3	4	4
Havre					
betning svamp	3	3	3	3	3
bladsvampar	2	2	2	2	2
bladlöss	4	3	3	4	4
fritfluga	3	4	2	3	2
Höstolje- växter					
betning insekt	2	2	1	1	1
bomullsmögel	2	2	2	1	1
rapsbaggar	4	4	4	3	3
rapsjordloppa	4	3	1	1	1
Vårolje- växter					
betning insekt	2	4	5	4	5
bomullsmögel	3	2	4	3	4
rapsbaggar	5 (2)	5 (2)	5 (2-3)	5 (2)	5 (1)
Foderärt					
ärtvecklare	1	2	1	1	1
ärtbladlöss	4	4	3	2	2
Matärt					
ärtvecklare	3	4	4		4
ärtbladlöss	5	4	3		2
Sockerbeter					
betn. insekter	5	5			
betn. svamp*	2	2			
bladlöss	2	3			
Matpotatis					
betning svamp	3	4	4	4	3
bladmögel	5 (8)	5 (6)	5 (5)	5 (6)	5 (3)
stritar	4	3	2	2	1

* i dag inget stort behov, men skulle inte betning göras finns risk för ett starkt ökat behov

Tabell 3. Bekämpningsbehov i olika grödor och i olika områden i Sverige. Behovet graderas i en femgradig skala utifrån hur ofta bekämpning behövs, från sällan eller aldrig till nästan varje år. För några skadegörare anges antalet bekämpningar under ett "normalår" inom parentes

- 1 = Sällan eller aldrig bekämpningsbehov
 2 = Litet bekämpningsbehov < 1 år av 6 (1/6)
 3 = Medelstort bekämpningsbehov 1/5-1/6
 4 = Stort bekämpningsbehov 1/3-1/4
 5 = Nästan alltid bekämpningsbehov 1/1-1/2

- ¹ Statistiska centralbyrån, 2004. Bekämpningsmedel i jordbruket 2003. Statistiska meddelanden MI 31 SM 0401. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.
² Statistiska centralbyrån, 1999. Bekämpningsmedel i jordbruket 1997/98. Förbrukning i åkergrödor. MI 31 SM 9902. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.
³ Gunilla Berg, Gunnel Andersson, Göran Gustafsson, Karl-Arne Hedene, Peder Wærn, pers. komm., Jordbruksverket, december 2002.
⁴ <http://www.kemi.se>, bekämpningsmedel, bekämpningsmedelsregistret, 2005-03-24.

Problemen med bladmögel har ökat under senare år i och med att smittan överlever i jorden som vilspor-er och angreppen uppträder allt tidigare under säsongen¹. Är det gynnsamma förhållanden för svampen – kyligt och regnigt – bekämpas potatisen i södra Sverige med svampmedel över tio gånger².

Det finns stora skillnader i hur allvarliga skadegörarna är, även där det nästan alltid är lönsamt med en bekämpning. En del skadegörare kan i värsta fall ge i det närmaste en totalskada så att skörden helt uteblir. Det gäller bladmögelssvamp i potatis, rapsbaggar i våroljeväxter och utvintringssvampar i höstsäd. Andra skadegörare som stråknäckare, mjöldagg och bladlöss (om det inte finns rödsotvirus) ger inte lika dramatiska skador, även om det är ekonomiskt motiverat med en bekämpning.

Frukt och trädgårdsgrödor

Frukt och trädgårdsgrödor har under de senaste åren odlats på en liten areal, cirka 0,5 procent av totalarealen³. Flera av grödorna har dock en stor kemikalieanvändning. Som ett genomsnitt angav SCB en användning på 5,7 kg/ha aktiv substans år 1998⁴. Morot är vår största grönsakskultur, men den kemiska bekämpningen är oftast intensivare i matlök och i sena omgångar av isbergssallat (tabell 4)^{5,6}.

I frukt- och bärödling är användningen av kemikalier generellt sett intensivare än i grönsaker⁵. Detta gäller

främst svampsjukdomar som bekämpas många gånger under säsongen. Äpplen och jordgubbar är arealmässigt de största grödorna³. Jordgubbar behandlas med kemiska bekämpningsmedel 13–15 gånger per säsong⁷. Som komplement används också mekanisk ogräskontroll och biologisk bekämpning med antagonistiska svampar (Trichoderma) och rovkvalster. I äppelodlingar använder man i dag uteslutande kemisk bekämpning⁸. Den är dock behovsanpassad med hjälp av varningssystem och fångstfallor, vilket medfört färre svampbehandlingar och lägre doser av insektsmedel än tidigare. De låga doserna av insektsmedel gör att fler naturligt förekommande rovkvalster överlever besprutningen och kan verka som naturliga fiender i odlingen. I Sverige är det inte tillåtet att använda kemiska bekämpningsmedel efter äppelskörden, vilket är allmänt förekommande i de länder vi importerar äpplen från. Svenska äppelodlingar beräknas i genomsnitt bekämpas med kemiska medel knappt tio gånger per säsong.

Mest bekämpningsmedel i Skåne

Användningen av bekämpningsmedel är långt ifrån jämnt fördelad i Sverige. Enligt den senast tillgängliga statistiken från 1998 användes hälften av den totala mängden bekämpningsmedel i jordbruket i Skåne⁴. Detta speglar till viss del den stora åkerarealen i Skåne: sjutton procent av den totala åkerarealen 1998. Intensiteten i användningen var också betydligt högre än i nordligare delar av Sverige⁴.

Tabell 4. En översikt över den kemiska bekämpningen och hur många gånger man genomsnittligt bekämpar i grönsaksodling^a.

Gröda	Ogräsbekämpning	Antal	Svampbekämpning	Antal	Insektsbekämpning	Antal	Vanligaste totalantal
Morot	Stort behov	2–3	Litet, varierar	0–1	Vissa år stort behov	0–4	3–5
Lök ^b	Stort behov	3	Stort behov	3–5	Mycket litet behov	0	6–8
Isbergssallat, sen	Inget behov	0	Stort behov	2–4	Stort behov	1–4	4–6
Vitkål ^b	Inget behov	0	Litet behov	0	Stort behov	2	2

^a Tabell ur: Konsumentverket 2003. PM 2003:06, Ekologiska och konventionella grönsaker, Odling och miljöpåverkan. Publicering med tillstånd av Konsumentverket.

^b Lök- och kålfröer betas dessutom med medel som har effekt mot insekter och svamp.

Sett till olika produktionsområden användes cirka 70 procent av medlen i Götalands och Svealands slättbygder, där 50 procent av arealen fanns år 1998. Den intensivare användningen i södra Sverige och

i slättbygderna består både i att andelen av arealen som bekämpas är stor, och att antalet bekämpningar per hektar är fler. Detta ger en högre genomsnittlig dos (tabell 5)⁴.

Tabell 5. Användning av kemiska bekämpningsmedel i olika regioner i Sverige år 1998, andel av arealen som bekämpas och den dos som använts vid bekämpningen.

Produktionsområde	Behandlad areal %	Dos aktiv substans kg/ha
Götalands södra slättbygder	83	1,5
Götalands mellanbygder	56	1,3
Götalands norra slättbygder	67	0,5
Svealands slättbygder	57	0,5
Götalands skogsbygder	24	0,6
Mell. Sveriges skogsbygder	31	0,5
Nedre Norrland	10	0,5
Övre Norrland	3	0,5

¹ Stiftelsen Lantbruksforskning, 2003. Mer om forskning. Tema: potatis, Nr 2. Stiftelsen Lantbruksforskning, Stockholm.

² Gunilla Berg, Gunnel Andersson, Göran Gustafsson, Karl-Arne Hedene, Peder Wærn, pers. komm., Jordbruksverket, december 2002.

³ Statistiska centralbyrån, 2004. Jordbruksstatistisk årsbok 2004, med data om livsmedel.

⁴ Statistiska centralbyrån, 1999. Bekämpningsmedel i jordbruket 1997/98. Förbrukning i åkergrödor. Mi 31 SM 9902. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.

⁵ Jordbruksverket, 2001. Trädgårdsnäringens växtskyddsförhållanden. Rapport 2001:7A.

⁶ Konsumentverket, 2003. Ekologiska och konventionella grönsaker. Odling och miljöpåverkan. PM 2003:06. Konsumentverket, Stockholm.

⁷ Kirsten Jenssen, länsstyrelsen Skara, pers. komm., mars 2003.

⁸ Krister Trulson, GRO konsult, pers. komm., mars 2003.

De bakomliggande orsakerna till att bekämpningsmedelsanvändningen är större i vissa områden är bland annat:

Produktionsinriktning/ växtföljd/ grödor	Behovet och nyttan av bekämpningsmedel varierar kraftigt mellan olika produktionsinriktningar och växtföljder. Mjölkgårdar med en stor andel vall i växtföljden använder exempelvis betydligt mindre bekämpningsmedel än en gård med spannmål och potatis, eller sockerbetor. En växtföljd som förebygger växtskyddsproblem innehåller en flerårig vall och har en god balans mellan olika växtfamiljer, och höst- och vårsådda grödor.
Klimat	Det varma klimatet i södra Sverige är gynnsamt för uppförökning av skadegörare. Kalla vintrar har en sanerande effekt. Ett fuktigt klimat som det i västra Sverige är gynnsamt för svampsjukdomar.
Intensitet i produktionen	Om produktionen drivs med hög intensitet och med höga gödselgivor av kväve medför det ett högt användningsbehov även av bekämpningsmedel, framför allt svampmedel.
Smittkällor	I områden med en stor andel åkermark och där vissa grödor odlas på stora arealer är risken för smittspridning mellan odlingarna förhöjd. Det gäller till exempel spridning av bladmögel i potatis och i olika grönsakskulturer.

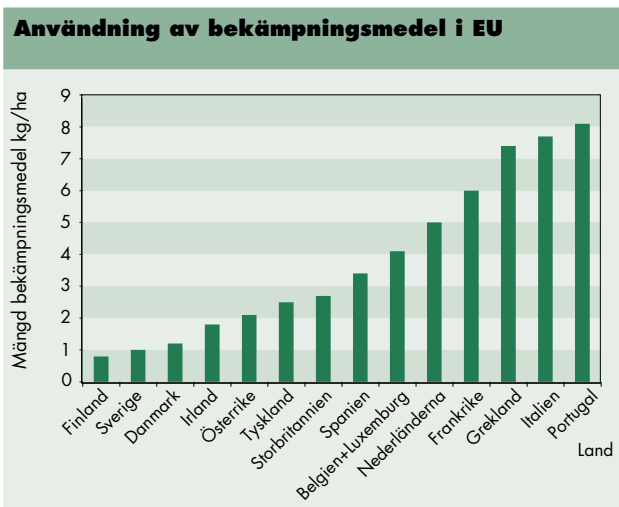
Högre användning i många andra länder

Användning av bekämpningsmedel i EU

Vi importerar en stor andel av vissa livsmedel. Vi har exempelvis importerat cirka hälften av vår konsumtion av färska grönsaker under de senaste åren. När det gäller frukt importeras naturligtvis alla de frukter vi inte kan odla i Sverige, men även äpplen produceras till största delen i andra länder (tabell 6^{1,2}). Vår konsumtion kan därmed leda till miljö- och hälsoproblem i andra länder på grund av användningen av kemiska bekämpningsmedel där.

Den totala förbrukningen av bekämpningsmedel i de femton länder som till och med 2004 ingick i EU (EU-15) har legat runt 300 000 ton verksamt ämne per år under 1990-talet³. Liksom i Sverige finns det dock en trend mot en ökad förbrukning under senare delen av 1990-talet. Frankrike och Italien dominerade med 58 procent av den totala förbrukningen i EU-15 år 1999⁴. I många länder var användningen av kemiska bekämpningsmedel intensivare än i Sverige (figur 7)⁴, och skillnaderna var som synes mycket stora, med lägst intensitet i de nordiska länderna. Skillnaderna beror mycket på vilka grödor som odlas och på stora skillnader i klimat och därmed bekämpningsbehov. I länder med omfattande vin- och fruktodlingar i södra Europa var användningen av bekämpningsmedel särskilt hög. I dessa länder användes 20–30 respektive 30–80 kg/ha aktiv substans i frukt- och vinodlingarna. Man ska dock komma ihåg att bekämpningen till stor del består av elementärt svavel som används mot svampsjukdomar. Svavel är ett ämne som KemI inte ser särskilt allvarligt på från risksynpunkt⁵. Ämnet får också låga riskpoäng i de riskindikatorer som utarbetats av KemI.

Statistiken från olika länder bör användas med viss försiktighet eftersom dataunderlaget inte är heltäckande. Det viktigaste undantaget i statistiken som presenteras i figur 7 gäller Nederländerna där användningen av bekämpningsmedel i grönsaker och blomsterodlingar inte har tagits med. Enligt en annan sammanställning användes 30 kg/ha bekämp-



Figur 7. Användning av bekämpningsmedel i jordbruket i de 15 EU-länderna år 1999 uttryckt i kg/ha aktiv substans.

ningsmedel i frukt, och nästan 50 kg/ha i blomsterlöksodlingar i Nederländerna år 1995⁶.

Fördelningen mellan olika typer av bekämpningsmedel skiljer sig mellan olika områden i Europa. I norra och centrala Europa dominerar användningen av ogräsmedel, medan det används mest svamp- och insektsmedel i södra och västra Europa. I länder med fuktigt klimat och högmekaniserad odling används mest herbicider, medan användningen av svampmedel är stor i områden som domineras av frukt- och grönsaksodling. Insektsmedel används i betydande omfattning i regioner med ett varmt klimat, såsom exempelvis Grekland och Italien⁴.

Användning i olika länder – jämförelser mellan olika grödor

Potatis. Nästan all potatis vi äter är odlad i Sverige, men ungefär sex procent importeras främst från Nederländerna, Tyskland, Storbritannien och Danmark.

Som tidigare nämnts bekämpas potatis ofta kemiskt, främst mot svampsjukdomen bladmögel. Trots att det används mycket kemiska bekämpningsmedel i svensk potatisodling är användningen större i flera andra länder. Dessutom används vissa preparat som är förbjudna i Sverige. År 1994 studerades den genomsnittliga bekämpningsmedelsanvändningen i

matpotatis på 850 gårdar i några regioner i Europa med intensiv odling⁷. Variationen mellan gårdarnas användning var stor. För Danmark och Sverige är uppgifterna hämtade från bekämpningsmedelsstatistiken och är således genomsnittssiffror^{8,9}.

Användningen av kemiska bekämpningsmedel (aktiv substans) i potatis i olika länder 1994:

9,8 kg/ha	Tyskland (Lüneburg)
12,6 kg/ha	Nederländerna (Flevoland)
13,1 kg/ha	England (East Anglia)
32,0 kg/ha	Frankrike (nordöstra delen)
9,0 kg/ha	Danmark (genomsnitt)
7,4 kg/ha	Sverige (genomsnitt)

Den svenska bekämpningsmedelsanvändningen i potatis har minskat sedan 1994 och var nere i 4,5 kg/ha redan 1998¹⁰. Flera typer av bekämpningsmedel

¹ Jordbruksverket, 2001. Sveriges utrikeshandel med jordbruksvaror och livsmedel 1998–2000. Rapport 2001:16.

² Karin Bengtson, 2003. Riktad statistiksammanställning. Jordbruksverket, Internationella enheten.

³ Jordbruksverket, 2002. Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen till år 2006. Rapport 2002:7, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen.

⁴ European communities, 2002. The use of plant protection products in the European Union. Data 1992–1999. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY_OFFPUB/KS-49-02-830/EN/KS-49-02-830-EN.PDF 2005-03-29.

⁵ Peter Bergkvist, pers. komm. Kemikalieinspektionen 2005-03-10.

⁶ Lucas, S. & Pau Vall M. Pesticides in the European Union. The European Commission, Agriculture & Environment. http://europa.eu.int/comm/agriculture/envir/report/en/pest_en/report_en.htm, 2005-03-29.

⁷ Landell Mills, 1996. Regional analysis of use patterns of ppps in 6 EU countries. Executive summary and cross regional reviews: Wheat, potatoes, apples, vines. Landell Mills Market Research Ltd, Bath. United Kingdom.

⁸ Miljøstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Jordbrugsdyrkning. Danmark.

⁹ Statistiska centralbyrån, 1995. Bekämpningsmedel i jordbruket 1993/94. Förbrukning i åkergrödor. Na 31 SM 9502. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.

¹⁰ Statistiska centralbyrån, 1999. Bekämpningsmedel i jordbruket 1997/98. Förbrukning i åkergrödor. Mi 31 SM 9902. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.



används i andra länder och bladmögelbekämpning görs oftare, delvis beroende på ett varmare klimat. I områden med omfattande potatisodling, såsom i Nederländerna och i Belgien, odlas potatis år efter år på samma åkrar. Detta leder till att jordburen bladmögel-smitta är vanlig. Utan jorddesinficerande medel mot nematoder (aldikarb och diklorpropen, ej godkända i Sverige¹) skulle man inte kunna odla på dessa jordar. I många EU-länder, exempelvis Danmark, Nederländerna och Storbritannien, är det också tillåtet att använda antigroningsmedel (vanligtvis klorprofam) på matpotatis som lagras². I Sverige är detta tillåtet endast för industripotatis, till exempel vid chipstillverkning. Klorprofamet stannar i huvudsak i skalet som i regel inte används vid chipstillverkning.

Höstvete. Höstvete är den spannmålgröda som bekämpas intensivast i Sverige (tabell 5 och 6). I den Europeiska studien från 1994 (ovan) undersöktes även höstvete. För Sverige och Danmark är uppgifterna tagna från bekämpningsmedelsstatistiken^{3, 4}.

Användningen av kemiska bekämpningsmedel (aktiv substans) i höstvete i olika länder 1994:

4,5 kg/ha	Tyskland (Hannover)
2,1 kg/ha	Italien (Piemonte)
4,6 kg/ha	Storbritannien (East Anglia)
3,8 kg/ha	Frankrike (nordöstra delen)
2,3 kg/ha	Danmark (genomsnitt)
0,7 kg/ha	Sverige (genomsnitt)

Tabell 6. Import, export och inhemsk produktion och självförsörjningsgrad av några vegetabiliska livsmedel år 1999, ton. Vi är andralandsexportör av banan och ris.

	Import	Export	Svensk produktion	Totalt för konsumtion ^a	Självförsörjningsgrad, %
Tomat	65 000	800	19 000	83 000	23
Isbergssallat	27 000	500	19 000	45 000	43
Gul lök	20 000	200	35 000	55 000	64
Morot	7 000	-	84 000	91 000	93
Äpple	87 000	2 000	18 000	103 000	17
Banan	186 000	14 000	-	172 000	0
Vete ^b	82 000	318 000	2 402 000	2 166 000	111
Socker ^c	18 000	85 000	486 000	419 000	116
Potatis	50 000	6 000	1 168 000	1 212 000	96
Ris	ca 40 000	1 000	-	39 000	0

^a svensk produktion + import – export,

^b år 2000,

^c råsocker+ vitt socker

År 1998 var siffran ungefär densamma för Sverige; 0,75 kg/ha. Men som tidigare nämnts är det stora regionala skillnader inom landet. Förhållandena i Skåne är mer jämförbara med Danmark och i Skåne användes detta år 1,3 kg/ha bekämpningsmedel i höstvetet⁵.

Äpplen. De flesta äpplen vi äter har producerats i andra länder där användningen av kemiska bekämp-

ningsmedel ofta är mycket högre än i svenska äppelodlingar. År 1998 behandlade man 20–25 gånger med kemiska bekämpningsmedel i Danmark, vilket beräknas motsvara 28 kg aktiv substans per hektar³. I Skåne bedöms behandlingsfrekvensen i odlingar av äpple för närvarande vara knappt tio gånger⁶. Enligt en europeisk studie från äppelodlingsregioner i Frankrike och Spanien användes 41 respektive 27 kg aktiv substans per hektar år 1996⁷. En rapport



¹ <http://www.kemi.se>, 2005-02-08.

² SNF, 2002. Om potatis och kemiska bekämpningsmedel i jordbruket. Faktaunderlag till miljövänliga veckan 2002. Svenska Naturskyddsföreningen.

³ Miljöstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Jordbrugsdyrkning. Danmark.

⁴ Statistiska centralbyrån, 1995. Bekämpningsmedel i jordbruket 1993/94. Förbrukning i åkergrödor. Na 31 SM 9502. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.

⁵ Statistiska centralbyrån, 1999. Bekämpningsmedel i jordbruket 1997/98. Förbrukning i åkergrödor. Mi 31 SM 9902. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.

⁶ Kristian Trulson, GRO konsult, pers. komm., mars 2003.

⁷ Landell Mills, 1996. Regional analysis of use patterns of ppps in 6 EU countries. Executive summary and cross regional reviews: Wheat, potatoes, apples, vines. Landell Mills Market Research lmt, Bath. United Kingdom.

från Kaliforniens naturvårdsverk¹ visar också att det används betydande mängder kemiska bekämpningsmedel i äppelodlingarna där; i genomsnitt 46 kg/ha aktiv substans, mest insektsmedel. Man använde olika organiska fosforinsekticider, av vilka de flesta är förbjudna i Sverige på grund av deras giftighet. Ditiokarbamaten mankozeb² som användes mot svampsjukdomar används inte i svenska äppelodlingar.

Bananer. I Sverige är banan en uppskattad frukt och konsumtionen är knappt 18 kg bananer per person och år. Detta gör oss till storkonsumenter av banan bland de länder där banan inte odlas³. De flesta bananer som säljs i Sverige kommer från Latinamerika och Mellanamerika. De största exportörerna på världsmarknaden är i dag Ecuador och Costa Rica. Där odlas bananerna som ska gå på export på stora plantager och användningen av kemiska bekämpningsmedel är stor. Medlen sprids ofta manuellt genom en tub på arbetarens rygg och man flygsprutar med svampmedel. År 1996 användes 46 kg/ha på bananplantager i Costa Rica⁴. Före plantering används jorddesinficerande bekämpningsmedel. Ett omdiskuterat ämne mot ogräs är paraquat. I Sverige förbjöds det 1983 på grund av hög akut giftighet, men medlet används fortfarande i bananodlingar. Det är i dag upptaget på EU:s positivlista. De stora internationella bananbolagen använder inte längre paraquat på sina egna plantager, men en stor del av bananerna som företagen exporterar odlas av nationella företag där medlet fortfarande används³. Tre fjärdedelar av kemikalierna är svampmedel, bland

annat mankozeb. Ogräsmedel sprutas kontinuerligt och vid mitten av 1990-talet uppskattades att flygsprutning med svampmedel genomfördes knappt 50 gånger på Costa Ricas plantager⁵. Kemikaliekontroll och säkerhetsregler har förbättrats under det senaste decenniet och medvetenheten ökar om riskerna, men fortfarande finns problem med en osäker hantering och användningen är stor⁵.

Ris. Asien dominerar världsmarknaden och står för cirka 90 procent av världens totala produktion av ris. Asiatiska risodlare använder hela tretton procent av den totala mängden pesticider i världen⁶. Asiens produktion av ris har blivit allt intensivare, från lokala traditionella brukningsmetoder utan kemikalier, till en mer industrialiserad produktion med stora mängder insatsmedel i form av mineralgödsel och pesticider. De genomsnittliga skördarna har också ökat från 1,8 ton/ha 1960 till 3,6 ton 1990⁷. Organiska fosforinsekticider som metyl-paration används exempelvis mot insekter. Paration är förbjudet i Sverige sedan över tre decennier, det förbjöds 1971. Det sker för närvarande en utveckling mot direktsådd

av ris, istället för plantering. I ett direktsått system kan odlingen mekaniseras och behovet av arbetskraft minskar. Istället ökar dock beroendet av herbicider eftersom konkurrensen från ogräs är stor när riset etableras genom frösådd. Användningen av herbicider i risodling har också ökat kraftigt under de senaste decennierna.

Användning i fodergrödor – importerat foder

Jag väljer här att exemplifiera foderimporten genom att redovisa uppgifter om koncentrat (Elit, Proteinmix) som används i svensk mjölkproduktion. Koncentrat är ett komplement till annat foder till mjölkkor, exempelvis hö, ensilage och spannmål. De vanligaste produkterna som ingår i koncentraterna är sojamjöl, rapsmjöl och sockerbetsprodukter⁸.

I dag importeras cirka hälften av rapsen i koncentrat, främst från Tyskland och Danmark⁸. Användningen av bekämpningsmedel är betydligt större i tysk oljeväxtodling än i svensk⁹. Sojamjöl är en av huvudingredienserna i koncentraterna och sojabönorna importeras huvudsakligen från Brasilien. Odlingen av sojaböna i Brasilien är högmekaniserad. På grund av stora problem med jorderosion har man reducerat jordbearbetningen, vilket har medfört att användningen av herbicider ökade under de sista decennierna

na av förra seklet. Bland annat används ogräsmedlet 2,4-D som förbjöds i Sverige 1991 då det misstänktes vara cancerframkallande för sprutförarna. De mest använda insektsmedlen är monochrotofos, endosulfan och pyretroider. De två först nämnda är mycket giftiga och är också förbjudna i Sverige.

-
- ¹ Environmental Protection Agency, Department of Pesticide Regulation. <http://www.cdpr.ca.gov>, 2005-03-29.
 - ² Betecknat som avvecklingsämne i Sverige och används i blandpreparat i odling av köksväxter och potatis. Misstänks kunna orsaka cancer
 - ³ Tibblin, A. 2000. 17,6 kilo – om bananer, miljö och konsumentmakt. Svenska Naturskyddsföreningen, Stockholm.
 - ⁴ Madeley, J. 2002. Unsuitable for use – profile of paraquat. *Pesticide News* 56, 3–5.
 - ⁵ Wesseling, C. 1997. Health effects from pesticide use in Costa Rica. Karolinska Institutet. Stockholm; Gotab tryckeri.
 - ⁶ Pearson, H. 2002. Pesticide pains brain. *Experimental biology*.
 - ⁷ *Pesticide News*, 1996. Rice and Asian environment, No. 33, 9–11. <http://www.pan-uk.org>, PAN UK Journal, 2005-03-29.
 - ⁸ Cederberg, C. & Mattsson, B. 2000. Life Cycle assessment of milk production – a comparison of conventional and organic farming. *J. Clean. Prod.* 8, 49–60.
 - ⁹ European communities, 2002. The use of plant protection products in the European Union. Data 1992–1999. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. http://epp.eurostat.ec.eu.int/cache/ITY_OFFPUB/KS-49-02-830/EN/KS-49-02-830-EN.PDF 2005-03-29.



Bekämpningsmedel i vår omgivning

Bekämpningsmedlen sprids i miljön – till kustvatten, sjöar, vattendrag, sediment, grundvatten och regnvatten – och finns som rester i våra livsmedel. Detta har visats i många studier under det senaste årtiondet. Rester av dagens moderna bekämpningsmedel hittas i atmosfären och i yt- och grundvatten över hela världen^{1,2,3,4,5}. Vissa pesticider som avdunstar till atmosfären, exempelvis DDT, transporteras över hela jorden. I svenska vatten finns rester både av de medel vi nu använder, och av medel som länge varit förbjudna. Bekämpningsmedlen är framtagna för att påverka levande organismer – ogräs, svampar och insekter – i syfte att skydda våra jordbruksgrödor. Det innebär att bekämpningsmedel som hittas i sjöar och vattendrag också kan ha effekter på den flora och fauna som lever där.

Den allmänna spridningen i hela vår omgivning ger vid handen att vi har en diffus spridning som härstammar från den normala användningen i jordbruket. Spridningen sker genom ytavrinning eller utlakning till vattendrag och grundvatten, och genom nedfall från atmosfären, framför allt genom regnvatten. Fynden av bekämpningsmedelsrester i ett vattendrag står i proportion till intensiteten i användningen och hur mycket jordbruksmark som finns kring vattendraget^{5,6}.

Den största risken för höga koncentrationer i vatten är de föroreningar som orsakas av spill när sprutan fylls eller rengörs, eller vid olyckor. Olyckor kan ske ute på gårdarna eller vid transporter, och stora utsläpp kan orsakas av olyckor i produktionsanläggningarna. Jordbrukets bekämpningsmedel återfinns även i vattendrag utanför jordbruksområden. I stadsnära åar i en studie i USA hittades ett stort antal insektsmedel och ogräsmedel⁷.

Problemen med rester av bekämpningsmedel i miljön är speciellt allvarliga i många utvecklingsländer. Det finns stora lager av gamla bekämpningsmedel på bland annat den afrikanska kontinenten som har förgiftat marken och riskerar att läcka ut till vattendrag⁸. En del av dessa lager innehåller mycket giftiga, långlivade organiska pesticider.

Nationell miljöövervakning av svenska vatten

År 2001 påbörjades i Sverige uppbyggnaden av ett nationellt övervakningsprogram av bekämpningsmedelsrester i vatten. Efter en inledande undersök-

-
- ¹ Åkerblom, N. 2004. Agricultural pesticide toxicity to aquatic organisms – a literature review. Department of environmental assessment, Swedish university of agricultural sciences, Uppsala, Sweden.
 - ² European Environment Agency, 1999. Groundwater quality and quantity in Europe. EEA, Copenhagen.
 - ³ Kreuger, J. 2001. Bekämpningsmedel i vattenkunskapsläge. I: Bekämpningsmedel i vatten – vad vet vi om förekomst och effekter? Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift Nr 8, s. 9–15.
 - ⁴ Törnquist, M., Kreuger, J & Ulén, B. 2002. Förekomst av bekämpningsmedel i svenska vatten 1985–2001. Ekohydrologi 65, 38 s. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Uppsala.
 - ⁵ Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, K. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar, samt i nederbörd under 2003. Ekohydrologi 81, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
 - ⁶ Naturvårdsverket, 1999. Pesticider hittas i miljöprover. I: Ökade eller minskade miljögiftshalter i den svenska miljön. Rapport 5016, Naturvårdsverket, Stockholm.
 - ⁷ Hoffman, R.S., Capel, P.D. & Larson, S.J. 2000. Comparison of pesticides in eight US urban streams. Environmental Toxicology & Chemistry 19, 2249–2258.
 - ⁸ <http://www.africastockpiles.org/index.html>, 2005-04-22.

ning 2001 lades ett program upp år 2002 med övervakning i fyra typområden. Samtliga ligger inom de stora jordbruksregionerna; Västergötland, Östergötland, södra Halland och sydvästra Skåne. Under odlings säsongen har vattenprov tagits kontinuerligt i jordbruksbäckar i områdena. Prover på grundvatten har tagits på två ställen i det skånska området. Dessutom har två skånska åar som avvattnar stora områden undersökts, varav den ena mynnar i Östersjön och den andra i Skälderviken på västkusten. För första gången på tio år undersöktes år 2002 också nederbördens innehåll av bekämpningsmedel på en station i Skåne¹. Under 2001 gjordes en studie av bottensediment i nio jordbruksdominerade bäckar². Även år 2003 undersöktes sediment i mindre omfattning, i samma vattendrag som ingick i miljöövervakningen från och med år 2002³.

Nya riktvärden för ytvatten 2004

År 2004 fastställde Kemikalieinspektionen riktvärden för halter av bekämpningsmedel i ytvatten. Riktvärdena omfattar cirka 100 verksamma ämnen^{4,5}. Till ytvatten räknas kustvatten, sjöar, älvar, åar, bäckar och regleringsmagasin. Med utgångspunkt i dagens kunskap anger riktvärdena hur hög vattnets halt av ett ämne maximalt kan bli utan att man kan förvänta sig negativa effekter på ekosystemet. Det har tidigare funnits bland annat preliminära svenska riktvärden⁶ och gränsvärden från Nederländerna⁷. De nu fastställda värdena skiljer sig till viss del från dessa, beroende på metodik och vilka osäkerhetsfaktorer som använts.

Ekotoxikologiska studier av substansernas effekter på ett antal vattenlevande arter ligger till grund för riktvärdena. Standardiserade metoder för att bedöma effekter i sediment saknas dock fortfarande. För att skapa en bild av hur hela ekosystem reagerar för ett visst ämne, har man gjort studier på representativa organismer från minst tre olika nivåer i näringskedjan: alger, ryggradslösa djur (som små kräftdjur) och fisk. Vidare beräknas riktvärdena för både akuta och kroniska effekter, varav det lägsta av dessa står som slutligt riktvärde. Ett riktvärde tas fram genom

beräkning av ett så kallat PNEC-värde (Predicted No Effect Concentration), vilket anger den koncentration som sannolikt inte förorsakar negativa effekter i vattenmiljön. Det finns en ganska stor osäkerhet i underlaget för riktvärden, bland annat när resultat från studier av enskilda arter i laboratoriemiljö översätts till ett mycket komplext naturligt ekosystem. Därför har en osäkerhetsfaktor använts vid beräkning av riktvärdena. Brist på data och extrapolering från korttids- till långtidsexponering medför också en osäkerhet och osäkerhetsfaktorer från 10 till 1 000 har tillämpats⁵.

I många fall exponeras organismer för kombinationer av kemikalier, vilket kan leda till en högre risk⁸. I dagsläget har inte dessa eventuella kombinationseffekter beaktats. Utöver toxikologiska effekter av kemikalier på vattenlevande organismer finns också en potentiell risk för hormonella effekter eller påverkan på immunförsvaret. I dag finns det inte tillräckligt utarbetade metoder för att sådana effekter skulle kunna omvandlas till ett kvantitativt riktvärde. Dessa frågor behandlas vidare i kapitlet om risker i denna rapport.

En vägledning för tillämpning av riktvärdena tas fram av Naturvårdsverket⁹. Den beskriver bland annat vilka åtgärder som bör genomföras när riktvärdena överskrids. Ett överskridande medför inte några juridiska påföljder eftersom värdena inte är juridiskt bindande, men likafullt har de tillkommit för att skydda miljön. Därför är det viktigt att någon typ av åtgärd genomförs. Detta är också viktigt för att nå delmålen i miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö. Enligt Naturvårdsverkets vägledning bör man göra inventeringar för att identifiera källor till utsläppen om riktvärden överskrids i ett vattendrag. Rådgivning har tidigare visat sig vara effektiv för att få ner halterna³. Om rådgivnings- och informationsinsatser inte hjälper och miljöövervakningen visar på återkommande överskridanden, bör man överväga ändrade rekommendationer för hantering eller om medlet alls bör vara tillåtet.

Gemensamma gränsvärden för dricksvatten inom EU

I december 2003 trädde nya föreskrifter om dricksvatten i kraft¹⁰ som baseras på EG:s vattendirektiv, 98/83/EG¹¹. Detta innebär att halten av bekämpningsmedelsrester inte får överskrida 0,1 µg/l för ett enskilt bekämpningsmedel. Undantagna är några äldre, nu icke godkända, organiska klorföreningar (exempelvis aldrin) där gränsvärdet 0,03 µg/l tillämpas. Dessutom finns gränsvärdet 0,5 µg/l som gäller för summan av halterna av enskilda bekämpningsmedel. Dricksvattnet bedöms då otjänligt och åtgärder måste genomföras. Värdena är inte satta utifrån toxikologiska hänsyn, utan med utgångspunkt från försiktighetsprincipen och en vision att bekämpningsmedel inte alls ska finnas i vårt dricksvatten. Detta innebär att vattnet inte automatiskt är hälsofarligt om gränsvärdena överskrids. Ett annat säkerhetssystem har tagits fram för vissa pesticider av Världshälsoorganisationen (WHO) och baseras på bedömningar av hälsorisker. Dessa riktvärden ligger ofta betydligt högre än 0,1 µg/l vatten. För ogräsmedlet MCPA är exempelvis WHO:s riktvärde 2 µg/liter¹². I och med de nya föreskrifterna för dricksvatten som trädde i kraft 2003, pågår ett arbete i våra svenska kommuner med att undersöka vilka åtgärder som krävs i vattenskyddsområden för att gränsvärdena inte ska riskera att överskridas. I vissa fall kan konsekvensen bli ett totalt förbud mot användning av bekämpningsmedel i vattenskyddsområdet.

Högst halter i vattendrag under odlingssäsongen

Bekämpningsmedel transporteras lösta i vatten eller bundna till partiklar ut i vattendragen. I svenska undersökningar där man analyserat åars och bäckars innehåll av bekämpningsmedel i jordbruksområden, var koncentrationerna högst under spridningstiderna för bekämpningsmedel och under efterföljande nederbördstillfällen^{13, 13}. Förlusterna till vattendragen via avrinning på markytan är vanligen < 0,5 procent av den använda mängden, och utlakningen genom markprofilen är vanligen 0,1–1 procent¹³. Vid olyckstillbud, spill vid påfyllning och rengöring av sprutan, eller vid

- ¹ Kreuger, J., Holmberg, H., Kylin, K. & Ulén, B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. *Ekohydrologi* 77, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. , samt Rapport 2003:12, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
- ² Sundin, P., Kreuger, J & Ulén, B. 2002. Undersökning av bekämpningsmedel i sediment i jordbruksbäckar år 2001. *Ekohydrologi* 64, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. Rapport 2002:6, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala.
- ³ Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, K. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar samt i nederbörd under 2003. *Ekohydrologi* 81, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära/, samt Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
- ⁴ Kemikalieinspektionen, 2004. <http://www.kemi.se> 2004-10-11.
- ⁵ Norberg, H. 2004. Riktvärden för växtskyddsmedel i ytvatten. Beskrivning av den svenska metoden. Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se> 2004-10-11.
- ⁶ Naturvårdsverket, 2002. Om införandet i Sverige av direktiv (76/464/EEG) om utsläpp av farliga ämnen. Rapport 5204, Naturvårdsverket, Stockholm.
- ⁷ Crommentuijn, T., Sijm, D. De Bruijn, J. Van Leeuwen, K. & van der Plassche, E.J. 2000. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for some organic substances and pesticides. *J. Environm. & Managem.* 58, 297–312.
- ⁸ Battaglin & Fairchild 2002. Potential toxicity of pesticides measured in midwestern streams to aquatic organisms. *Water Science & Technology* 45, 95–103.
- ⁹ Naturvårdsverket, 2004. Riktvärden för halter av växtskyddsmedel i ytvatten – vägledning och tillämpning. <http://www.naturvardsverket.se> 2004-11-10. Sökväg: jordbruk/bekämpningsmedel.
- ¹⁰ Livsmedelsverket, 2001. Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten. SLV FS 2001:30.
- ¹¹ <http://europa.eu.int/eur-lex/sv/> 2004-12-10.
- ¹² Rosling, D., Erlandsson, B. Pihlström, T & Ericsson, B-G. 1998. Dricksvatten – en stor undersökning av bekämpningsmedel. *Vår föda* 1, s. 22–28, Livsmedelsverket, Uppsala
- ¹³ Kreuger, J. 1999. Pesticides in the environment – atmospheric deposition and transport to surface waters. Docotoral thesis, Agraria 162, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.

Tabell 7. Rester av bekämpningsmedel i vattenprover (vecko-medelhalter) från jordbruksbäckar i fyra typområden (områden i Västra Götaland, Östergötland, Halland och Skåne) som ingick i miljöövervakningen 2002. Tabellen visar de ogräsmedel som hade högst fyndfrekvens och riktvärden för högsta halt i ytvatten utan att man kan förvänta sig negativa effekter. Halter som överskred riktvärdena är markerade med fet stil.

Substans	Preparat (exempel)	Försälj. 2002 ton	Fynd-frekvens	Fyndfrekvens \geq 0,1 $\mu\text{g/l}$	Maxhalt $\mu\text{g/l}$	Riktvärden 2004 $\mu\text{g/l}$
Bentazon	Basagran	35,6	89 %	34 %	1,6	40
Glyfosat	Roundup	671,1	60 %	46 %	2,4	4
MCPA	Ariane	319,9	51 %	20 %	3,1	1
Isoproturon	Cougar	42,4	31 %	20 %	1,0	0,3
Klopyralid	Ariane	6,8	30 %	8 %	0,28	-
Mecoprop	Astix MP	42,6	28 %	4 %	6,6	20
Flyroxipyr	Ariane	31,6	27 %	2 %	0,14	20
Atrazin ¹	Totex strö	-	16 %	0 %	0,097	1
Metribuzin	Sencor	6,4	12 %	7 %	0,8	0,2
Terbutylazin	Topogard	0,0	10 %	0 %	0,08	0,02
Cyanazin	Bladex	0,0	10 %	9 %	1,6	0,2

¹ Atrazin förbjöds i Sverige 1989

Källa: Kreuger, J., Holmberg, H., Kylin, K. & Ulén, B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. Ekohydrologi 77, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2003:12, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala.

enstaka spridningstillfällen kan förlusterna vara högre: upp mot 5 procent¹. Enligt miljöövervakningen 2002 och 2003 låg transporten till vattendragen på mellan 0,02 och 0,2 procent av de använda mängderna i de olika områdena. Provtagningar som genomförts under vintern 2001/2002 visade också att rester av bekämpningsmedel förekom i vattendrag under hela vintern². Att vissa pesticider hittas kontinuerligt i låga koncentrationer oberoende av när de sprids, tyder på att dessa ämnen är långlivade föroreningar. Halveringstiderna för de medel som används i dag varierar från några dygn till över ett år. Variationen är alltså stor och påverkas i hög utsträckning av miljöfaktorer. Exempelvis förlängs halveringstiden betydligt (månader till år) vid låga temperaturer, under torra förhållanden och i jordar med låg biologisk aktivitet¹.

Fynd i bäckar och åar avspeglar andelen jordbruksmark

I åar och bäckar förekommer ofta fler substanser och i högre halter än i grundvatten. I miljöövervakningen

år 2002 hittades sammanlagt 47 olika substanser, och mellan tjugo och 32 substanser per område i jordbruksbäckarna under odlings säsongen³. I de större åarna i Skåne som ingick i miljöövervakningen hittades 23 olika bekämpningsmedel och fyra nedbrytningsprodukter. Fynden år 2003 visade liknande resultat⁴. År 2003 fanns minst tre olika ämnen i samtliga prov och som mest hittades 25 substanser i ett vattenprov från Skåne. Det stora antalet substanser hänger samman med att det finns fler spridningsvägar till ytvatten än till grundvatten.

Ogräsmedel är det vanligaste fyndet, men man har även hittat vissa svamp- och insektsmedel. Mellan 1985 och 2001 hittades ogräsmedlen glyfosat, bentazon, MCPA och diclorprop i högst frekvens i de provtagna ytvattenlokalerna⁵. Glyfosat och MCPA är de bekämpningsmedel som säljs i störst mängd av alla medel. Dessa substanser, tillsammans med ytterligare herbicider, återfanns ofta även i den nationella miljöövervakningen 2002 (tabell 7³). I miljööver-

Tabell 8. Medelhalter och högsta summahalt av bekämpningsmedel under odlingssäsongen maj till oktober i jordbruksbäckar i fyra typområden (områden i Västra Götaland, Östergötland, Halland och Skåne) som ingick i miljöövervakningen 2002 och 2003. Koncentrationen av samtliga funna bekämpningsmedel vid varje provtagningstillfälle har adderats till en summahalt.

Område	År 2002		År 2003	
	Medelhalt µg/l	Högsta summahalt µg/l	Medelhalt µg/l	Högsta summahalt µg/l
Västergötland	1,60	9,8	1,09	5,5
Östergötland	1,19	6,1	1,18	6,9
Halland	0,43	2,4	0,47	4,1
Skåne	1,70	4,2	4,85	28,3

Källor:

Kreuger, J., Holmberg, H., Kylin, K. & Ulén, B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. Ekohydrologi 77, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2003:12, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala.

Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, K. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar samt i nederbörd under 2003. Ekohydrologi 81, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala.

vakningen 2003 hittades den sedan 1990 förbjudna substansen 2,4-D i 23 procent av proven i området i Östergötland, vilket var en betydligt högre fyndfrekvens än tidigare⁴. De genomsnittliga halterna, liksom de högsta sammanlagda halterna av bekämpningsmedel i jordbruksbäckarna, var lägst i Halland både 2002 och 2003, i jämförelse med de övriga områdena i miljöövervakningen (tabell 8). Orsaken till detta kan tänkas vara att andelen besprutad areal i detta område var 58 procent, jämfört med exempelvis Skåneområdet där 80 procent av arealen bekämpades. Dessutom låg en större andel av marken i vall i Hal-

¹ Kreuger, J. 2001. Bekämpningsmedel i vatten-kunskapsläge. I: Bekämpningsmedel i vatten – vad vet vi om förekomst och effekter? Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift Nr 8, s. 9–15.

² Kreuger, J. 2003. Vinterprovtagning av bekämpningsmedel i Vemmenhögsån 2001/2002. Teknisk rapport 69, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

³ Kreuger, J., Holmberg, H., Kylin, K. & Ulén, B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. Ekohydrologi 77, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2003:12, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.

⁴ Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, K. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar samt i nederbörd under 2003. Ekohydrologi 81, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.

⁵ Törnquist, M., Kreuger, J. & Ulén, B. 2002. Förekomst av bekämpningsmedel i svenska vatten 1985–2001. Ekohydrologi 65, 38 s. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

land. År 2003 utmärkte sig bäcken i Skåne med en mycket hög halt under en vecka i juni, 28 $\mu\text{g}/\text{l}$, vilket även påverkade medelhalten för hela säsongen. Det regnade kraftigt alldeles efter en bekämpning med det rörliga ämnet bentazon i en ärtodling, vilket var orsaken till den höga halten.

De undersökta Skåneåarna hade en högre vattenföring än bäckarna, och maxhalterna var enligt miljöövervakningen generellt lägre än i bäckarna. Fyndfrekvensen var dock högre för de vanligaste ogräsmedlen och vattenproverna innehöll fler bekämpningsmedel i genomsnitt. Bentazon, glyfosat och mekoprop fanns i samtliga prover år 2003¹. Även ogräsmedlen isoproturon och diflufenikan detekterades i alla prov från Skivarpsån. Inget av åvattenproverna innehöll färre än åtta olika ämnen.

Tio bekämpningsmedel år 2003 och fjorton stycken år 2002 överskred de svenska riktvärdena för ytvatten^{1,2,3,4} (tabell 7). Under 2003 skedde flest överskridanden i Skånebäcken där halterna för något ämne låg över riktvärdet i hela 46 procent av proven. Eftersom det är vanligt att flera substanser finns samtidigt i ytvatten, medför detta att miljörisken ökar och skador kan uppträda trots att halterna för enskilda substanser är låga. För åtta funna ämnen år 2003 låg detektionsgränsen över det angivna riktvärdet, varav sex insektsmedel och två ogräsmedel. För exempelvis pyretroiden deltametrin är riktvärdet för vatten 0,0002 $\mu\text{g}/\text{l}$, medan nuvarande detektionsgräns ligger 100 gånger högre; 0,02 $\mu\text{g}/\text{l}$. Pyretroiderna används i låga doser, några tiotals gram per hektar. Därför kan inga riskbedömningar göras för dessa ämnen.

Genom rådgivningsinsatser har hanteringen av bekämpningsmedel i jordbruket generellt förbättrats och halterna i ytvatten troligen sjunkit. Dataunderlaget är dock begränsat. I området i Skåne, Vemmenhög, där bekämpningsmedelsresterna i vatten studerats sedan början av 1990-talet, har halterna sedan dess sjunkit med över 90 procent. Under 2003 uppmättes dock de högsta halterna sedan 1997¹. Som

tidigare nämnts orsakades detta till stor del av det kraftiga regnet i samband med bekämpningen.

Låga halter i sjöar och havsvikar

Även sjöar och havsvikar är påverkade av bekämpningsmedelsrester, men i betydligt blygsammare omfattning än mindre vattendrag. Det förklaras av utspädningen i sjövattnet. I en stickprovsbaserad screening-undersökning 1998 fann man att åarnas innehåll av bekämpningsmedelsrester avspeglades i de sjöar och vikar där de rinner ut. Skillnaden var att halterna var lägre i de större vattnen. Framför allt hittades vanliga ogräsmedel såsom bentazon, isoproturon och MCPA. Den högsta halten var 0,2 $\mu\text{g}/\text{l}$ bentazon i Skälderviken i nordvästra Skåne i september 1998⁵.

Svårslösliga ämnen lagras i sediment

Det finns färre mätningar av rester av dagens bekämpningsmedel i bottensediment från svenska vatten, jämfört med studier av rester i vatten^{5,6}. Till skillnad från i vattenfasen, där man mest hittar ogräsmedel, påträffas svamp- och insektsmedel i större utsträckning i sedimenten. Detta hänger samman med skillnader i vattenlöslighet. Substanser som hittas i sedimenten har i allmänhet låg vattenlöslighet och är ämnen som visar tendenser att anrikas i organisk substans. Ämnen som aldrig påträffas i vatten kan istället återfinnas i bottensedimenten.

Inom ramen för det nya nationella övervakningsprogrammet gjordes en undersökning år 2001 då man gick igenom vilka ämnen som var relevanta att undersöka i sediment. Man tog hänsyn till kända uppgifter om använd mängd, förväntad rörlighet och miljögiftighet och även den förväntade förekomsten i sedimenten⁶. Av totalt 51 analyserade ämnen påträffades 21, varav nio var godkända för användning år 2000. Glyfosat och dess nedbrytningsprodukt AMPA fanns i samtliga prover, i halter upp till 1850 $\mu\text{g}/\text{kg}$ torrsustans (ts)⁷. Ingen annan substans uppmättes i halter över 140 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts. Det ämne som i övrigt återfanns oftast var DDT-metaboliten DDE. Exempel på andra ämnen som hittades var insektsmedlet es-

fenvalerat, en syntetisk pyretroid, svampmedlet propikonazol och ogräsmedlet isoproturon. I den mer begränsade provtagningen år 2003 återfanns färre substanser och i lägre halter. Glyfosat hittades dock även här i samtliga prov¹. Det vanliga svampmedlet fenpropimorf har tidigare påträffats i höga koncentrationer i sedimenten i Vemmenhögsområdet, som mest 200 µg/kg ts sediment⁸. Detta medel bryts ner mycket långsamt och det finns risk för ackumulering i levande organismer.

Enligt miljöövervakningen av organiska miljögifters spridning, är DDT och dess metaboliter DDD och DDE (ΣDDT) vanliga i ytsedimenten i våra vatten⁹. Halterna är högst i sydvästra Sverige, generellt över 12 µg/kg ts sediment för att avta till under 3 µg/kg ts i norra Sverige. Under speciella förhållanden kan halterna vara betydligt högre. En koncentration på 98 µg/kg ts sediment uppmättes i en damm med stillastående vatten i Skåne⁸.

-
- ¹ Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, K. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar samt i nederbörd under 2003. Ekohydrologi 81, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. , samt Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
 - ² Kreuger, J., Holmberg, H., Kylin, K. & Ulén, B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. Ekohydrologi 77, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. , samt Rapport 2003:12, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
 - ³ Kemikalieinspektionen, 2004. Riktvärden för ytvatten, <http://www.kemi.se> 2004-10-11.
 - ⁴ Norberg, H. 2004. Riktvärden för växtskyddsmedel i ytvatten. Beskrivning av den svenska metoden. Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se> 2004-10-11.
 - ⁵ Naturvårdsverket, 1999. Pesticider hittas i miljöprover. I: Ökade eller minskade miljögiftshalter i den svenska miljön? Rapport 5016, s. 25–30, Naturvårdsverket, Stockholm.
 - ⁶ Sundin, P., Kreuger, J. & Ulén, B. 2002. Undersökning av bekämpningsmedel i sediment i jordbruksbäckar år 2001. Ekohydrologi 64, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. , samt Rapport 2002:6, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
 - ⁷ Ulén, B., Kreuger, J. & Sundin, P. 2002. Undersökning av bekämpningsmedel i vatten från jordbruk och samhällen 2001. Ekohydrologi 63, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. , samt Rapport 2002:4, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
 - ⁸ Kreuger, J., Peterson, M. & Lundgren, E. 1999. Agricultural inputs of pesticide residues to stream and pond sediments in a small catchment in southern Sweden. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 62, 55–62.
 - ⁹ Sötvatten – årsskrift från miljöövervakningen, 2001. SLU och Naturvårdsverket.

Holland har tagit fram förslag till ekotoxikologiska gränsvärden i sediment för ett fåtal ämnen¹. Värden finns för tio av de 21 funna ämnena i sedimentstudien 2001. För fem substanser överskreds gränsvärdet vid något tillfälle. Den enda av dessa substanser som fortfarande används var herbiciden isoproturon.

Färre ämnen i grundvatten än i ytvatten

Enligt en sammanställning av fynd mellan 1985 och 2001, hittades 49 olika substanser någon gång i grundvatten som översteg Livsmedelsverkets gräns för dricksvatten på $0,1\mu\text{g}/\text{l}^2$. Bekämpningsmedel hittades på drygt en fjärdedel av de provtagna lokalerna. Vanligtvis hittas färre substanser i grundvatten i jämförelse med ytvatten, och dessutom med lägre fyndfrekvens och i lägre halter. De vanligaste substanserna som påträffades var medel som inte längre är godkända, exempelvis atrazin och BAM som är en nedbrytningsprodukt av diklobenil.

Atrazin är ett totalbekämpningsmedel och användes inte i odlingen utan på exempelvis gårdsplaner och grusgångar. Medlet förbjöds 1989 men får fortfarande användas eftersom det är ett klass 3-ämne (se sidan 18). Troligen är det rester av den tidigare användningen som vi i dag ser resultatet av. Nedbrytningen av bekämpningsmedelsrester går betydligt långsammare i grundvatten än i ytvatten på grund av lägre temperatur och små mängder av organiskt material och mikroorganismer³. Detta gör att problemen dröjer kvar. Vattendrag har däremot en viss självrenande förmåga i och med att det sker omvandlingsprocesser och att nytt vatten tillförs⁴. Det är dock anmärkningsvärt att 2,4,5-T återfanns i grundvatten så sent som år 1998. Ämnet är mer känt som Hormoslyr och förbjöds redan 1977. Även ogräsmedel som är godkända i dag förekom i grundvattnet, bland annat bentazon, diklorprop, mekoprop, kloparylid och MCPA. Den lättroliga substansen bentazon hittades i tio procent av proven och var den vanligast förekommande. Glyfosat har inte hittats i grundvatten.

Tretton olika bekämpningsmedel påträffades i miljöövervakningen av grundvatten i Skåne år 2002. Gränsvärdet för dricksvatten överskreds vid några tillfällen. Bland annat gällde detta MCPA och även atrazin⁵.

En fjärdedel av dricksvattenproven innehöll rester

Med dricksvatten räknas enbart det vatten som når konsumenterna, det vill säga vatten som utgår från kommunala vattenverk eller enskilda brunnar. Dricksvatten kan både ha grundvatten och ytvatten som råvattenkälla. Resultaten från provtagningar av dricksvatten mellan 1985 och 2001 visar att man hittade rester av bekämpningsmedel på cirka en fjärdedel av de provtagna lokalerna². Landets kommuner gör årliga dricksvattenkontroller som Livsmedelsverket sammanställer, och man har dessutom medverkat i tre större dricksvattenundersökningar sedan år 1988. I den senaste större studien 1995–1996 gjordes fler bekämpningsmedelsfynd än tidigare, vilket förklarades med förbättrade mätmetoder.

-
- ¹ Crommentuijn, T. Sijm, D., de Bruijn, J., van Leeuwen, K. & van de Plassche, E. 2000. Maximum permissible and negligible concentrations for some organic substances and pesticides. *Journal of Environmental Management* 58, 297–312.
 - ² Törnquist, M., Kreuger, J & Ulén, B. 2002. Förekomst av bekämpningsmedel i svenska vatten 1985–2001. *Ekohydrologi* 65, 38 s. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Uppsala.
 - ³ Barbash, J. E. & Resek, E. A. 1996. Pesticides in ground water: Distribution, trends, and governing factors. *Pesticides in Hydrologic System series 2*, 590 s. Ann Arbor Press, Chelsea Michigan, USA.
 - ⁴ Larson, S., Capel, P. D. & Majexski, M. S. 1997. Pesticides in surface waters: Distribution, trends, and governing factors. *Pesticides in Hydrologic System series, 3*, 373 s. Ann Arbor Press, Chelsea Michigan, USA.
 - ⁵ Kreuger, J., Holmberg, H., Kylin, K. & Ulén, B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. *Ekohydrologi* 77, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2003:12, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.

Det är betydligt ovanligare att återfinna många substanser i dricksvattenprov jämfört med i yt- och grundvattenprov. Likafullt har flera ogräsmedel, bland annat BAM, atrazin, bentazon, mekoprop och MCPA, någon gång påträffats i koncentrationer över gränsvärdet för dricksvatten. Provtagningarna har ofta varit riktade, det vill säga att prov tagits för att man misstänkt en förorening. Därför är resultaten inte representativa och man kan inte dra generella slutsatser om hur stort problemet är. För de vanligast förekommande ämnena, BAM och atrazin, överskreds gränsvärdet i femton respektive sju procent av proven. Som tidigare nämnts är dessa medel förbjudna sedan omkring 1990, men de hittas fortfarande och man kan inte heller säga att halterna entydigt sjunker. För de i dag använda medlen var motsvarande fyndfrekvens 1–2 procent. Enligt Livsmedels-

verkets dricksvattenundersökningar är risken för en förorening av dricksvattnet störst för enskilda brunnar, speciellt om vattentakten är en grävd brunn på jordbruksmark, eller om det finns en gårdsplan som behandlats med ogräsmedel i närheten av brunnen¹.

Många bekämpningsmedel i regnvatten

Många pesticider avdunstar i viss mån och förloras till atmosfären. Man uppskattar att förlusterna ofta är större än tio procent av den tillförda mängden². Hur mycket som förloras via vindavdrift påverkas mycket av förhållandena vid spridningen och kan därför variera kraftigt. Vid mätningar har förlusterna varierat, med en förlust på upp till 75 procent av den använda mängden³. När pesticider förs upp i högre luftlager kan de transporteras mycket långa

sträckor och vissa av dem sprids globalt. Klorerade organiska insektsmedel, exempelvis DDT, ackumuleras i levande organismer, är långlivade och avdunstningsbenägna, och sprider sig globalt. De påträffas i jord, sediment, fisk, i landlevande djur och i kvinnors bröstmjölk^{4,5,6}. Vi har fortfarande ett nedfall av DDT i Sverige, men under det senaste decenniet har det endast rört sig om mycket små, knappt mätbara, mängder⁷. Medlet används fortfarande på många håll i världen för att bekämpa sjukdomsbärande insekter, till exempel malaria⁸. Halten av DDT i miljön sjunker långsamt, men föroreningen kommer att finnas kvar i många decennier efter ett totalt stopp i användningen. Halterna sjunker speciellt långsamt i världshaven på grund av den långsamma nedbrytningen där.

De bekämpningsmedel som används i dag, till exempel fenoxisyror, faller också ned över Sverige. I regnvattenprover från Söderåsen i nordvästra Skåne som ingick i miljöövervakningen år 2002, hittades sammanlagt 28 olika kemiska bekämpningsmedel och tre nedbrytningsprodukter under odlingssäsongen. Av dessa var tjugo substanser ogräsmedel⁹. Sju av dessa var ämnen som inte längre används i Sverige, vilket tyder på en gränsöverskridande transport. Det största nedfallet under den fyra månader långa insamlingsperioden 2002 uppmättes för herbiciden prosulfokarb: 6,6 µg/m². Den förekom också i de högsta halterna i proverna. MCPA, fenpropimorf (svamp) och isoproturon (ogräs) kom därefter med 2,1–2,6 µg/m². Under 2003 var insamlingsperioden längre och den uppmätta depositionen större än under 2002, vilket framför allt berodde på ett stort nedfall av isoproturon i april och prosulfokarb i november¹⁰. Depositionen av dessa ämnen var 25 respektive 14 µg/m².

Bekämpningsmedelsrester hittas i grundvatten i hela Europa

I en sammanställning har fjorton länder rapporterat data för bekämpningsmedelsrester i grundvatten¹¹. De ämnen som nämndes som mest allvarliga var ogräsmedlen atrazin och simazin, i den bemärkelsen att resthalterna ofta överskred gränsvärdet för

dricksvatten (0,1 µg/l). Ett annat problematiskt medel var insektsmedlet lindan. Det är en giftig substans, som förbjöds i Sverige år 1989, men den hittas fortfarande vid enstaka provtagningar också i vårt land. Flera fenoxisyror fanns också med bland de ämnen där gränsvärdet överskreds.

Österrike tillhör de länder som har gjort omfattande undersökningar av pesticidrester i grundvattnet och där man funnit rester i en stor andel av proven. Man fann resthalter över gränsvärdet av atrazin och/eller dess nedbrytningsprodukter på 25 procent av provtagningsplatserna.

- 1 Rosling, D., Erlandsson, B. Pihlström, T & Ericsson, B-G. 1998. Dricksvatten – en stor undersökning av bekämpningsmedel. Vår föda 1, s. 22–28, Livsmedelsverket, Uppsala.
- 2 Kreuger, J. 1999. Pesticides in the environment – atmospheric deposition and transport to surface waters. Docotoral thesis, Agraria 162, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- 3 Arvidsson, T. 1997. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. Doctoral thesis, Agraria 77. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- 4 Vaz, R. 1993. Organichlorine contaminants in Swedish foods of animal origin and human milk. Doktorsavhandling, SLU.
- 5 Andersson, Ö., Atuma, S., Linder, C.-E., Arpi, B & Hansson, L. 1997. Sjunkande halter av organiska klorföreningar i svensk fisk. Vår föda Nr. 3, 7–11, Statens Livsmedelsverk.
- 6 Sötvatten – årsskrift från miljöövervakningen, 2001. SLU och Naturvårdsverket.
- 7 Jenny Keuger, SLU, pers. komm., april 2005.
- 8 Arctic pollution, 2002. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Oslo. www.amap.no.
- 9 Kreuger, J., Holmberg, H., Kylin, K. & Ulén, B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. Ekohydrologi 77, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2003:12, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
- 10 Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, K. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar samt i nederbörd under 2003. Ekohydrologi 81, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
- 11 European Environment Agency, 1999. Groundwater quality and quantity in Europe. EEA, Copenhagen.

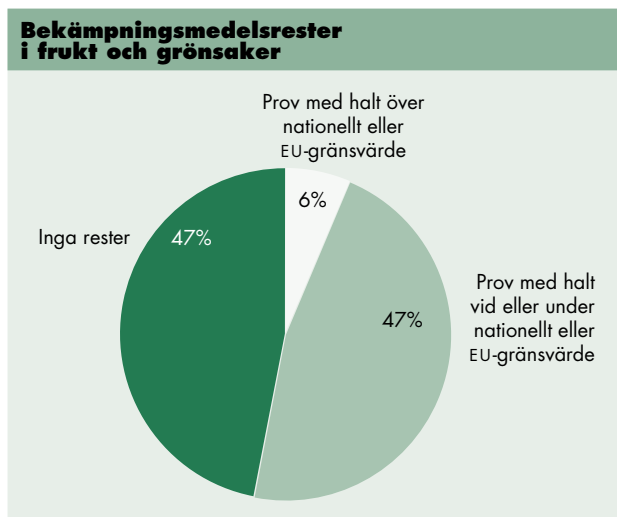
Rester av bekämpningsmedel i livsmedel

I den stickprovskontroll som Livsmedelsverket ansvarar för i Sverige hittas rester av bekämpningsmedel i relativt stor omfattning i vegetabilier. I 40–50 procent av proven av frukt och grönsaker påträffas rester. Det gäller särskilt importerade frukter och grönsaker. Kontrollprogrammet, som också inkluderar ett EU-koordinerat program, omfattar för närvarande cirka 2 300 prover per år, varav cirka två tredjedelar utgörs av import från ett sextiototal olika länder¹.

För att minska riskerna med bekämpningsmedelsrester i maten finns gränsvärden för den maximalt tillåtna halten i ett livsmedel. Livsmedelsverket fastställer gränsvärden för livsmedel i samband med godkännande av ett bekämpningsmedel². För närvarande finns gränsvärden för cirka 180 ämnen när det gäller rester i frukt, grönsaker och spannmål. Flertalet av dessa gränsvärden är harmoniserade och gäller även för övriga EU-länder. För rester i barnmat gäller ett generellt gränsvärde på 0,01 mg/kg produkt¹. Under inledningen av år 2005 har en ny EU-förordning antagits om gränsvärden för bekämpningsmedel i livsmedel och fodermedel³.

För att bedöma den långsiktiga kroniska hälsoriskerna med bekämpningsmedelsrester i livsmedel används begreppet acceptabelt dagligt intag (ADI, $\mu\text{g}/\text{kg}$ kroppsvikt) under en människas livstid. ADI baseras på resultat från exponering av försöksdjur och man har satt nivån där inga negativa effekter har observerats. Denna nivå divideras sedan med en säkerhetsfaktor, oftast 100, vid beräkningen av ADI-värdet. Med utgångspunkt från konsumtionsmönstret av olika livsmedel når man i allmänhet endast upp till maximalt ett par procent av ADI för olika bekämpningsmedel.

Förutom den långsiktiga bedömningen har ADI under de senaste åren använts för att fokusera på vilka risker som kan finnas när man äter livsmedel med höga resthalter vid enstaka tillfällen. Det handlar då om den akuta hälsoriskerna. I dag har WHO fastställt den akuta referensdosen för vissa pesticider för både vuxna och barn. Den akuta referensdosen motsvarar den mängd av en kemikalie som kan intas under en måltid eller under en dag utan märkbar hälsorisk. I de senaste årens livsmedelskontroller har det visat sig att denna dos ibland överskrids för enstaka partier av frukt och grönsaker, speciellt när det gäller barn^{1,4}. Om höga halter upptäcks stoppas varorna oftast innan de når butikshyllorna.



Figur 8. Rester av bekämpningsmedel i frukt och grönsaker enligt Livsmedelsverkets kontroll år 2003.

Rester i hälften av stickproven av frukt och grönsaker

År 2003 hittades rester av bekämpningsmedel i 53 procent av proven av frukt och grönsaker i den svenska livsmedelskontrollen (figur 8)¹. Fyndfrekvensen var cirka tio procent högre än de senaste åren.



För importerade produkter har andelen prover med halter över gränsvärdet ökat till 5,5 procent år 2002 och 6,3 procent år 2003. Tidigare har andelen varit knappt 3 procent. Halterna var högre för produkter som importerades från länder utanför EU: tolv procent av proven hade halter över gränsvärdet. Ser man till svenskproducerade frukter och grönsaker överskreds gränsvärdena i ett fåtal prov: 0,5 procent.

I svenska spannmålsprodukter fanns år 2003 rester i en fjärdedel av proven, medan 37 procent av importen från EU innehöll rester¹. Ett veteprover från Spanien innehöll rester över gränsvärdet. De vanligaste fynden i spannmål var rester av stråförkortningsmedel.

Thailändska grönsaker med höga resthalter

Vissa länder har utmärkt sig under de senaste åren. I 60 procent av proven av färska grönsaker från Thailand förekom rester av bekämpningsmedel år 2002, varav 45 procent överskred gränsvärdet⁴. Även år 2003 överskreds gränsvärdena i drygt tjugo procent av de thailändska grönsaksproven¹. I oktober 2004 var Thailand aktuellt igen. Livsmedelsverket gick ut med en varning för thailändsk broccoli som innehöll

hälsovådliga halter av insektsgiftet dikrotofos. Det räckte med att äta några få gram av broccolin för att den akuta referensdosen skulle överskridas. Ett för stort intag av detta medel medför att nervsystemet överstimuleras, vilket kan leda till illamående, yrsel, förvirring och vid mycket hög exponering andningsförlamning.

Mycket rester i druvor, päron och citrusfrukter

Vissa produkter och produkter från vissa länder har de senaste åren utmärkt sig genom att innehålla mycket rester av bekämpningsmedel. Vilka produkter det är varierar. I slutet av 1990-talet förekom re-

¹ Andersson, A., Jansson, A. & Eskhult, G.A. 2004. Bekämpningsmedelsrester i vegetabilier 2003. Rapport 12/2004, Livsmedelsverket, Uppsala. <http://www.slv.se> 2005-03-30.

² <http://www.slv.se>, bekämpningsmedel 2005-03-30.

³ (EG) 396/2005. Europaparlamentets och rådets förordning om gränsvärden för växtskyddsmedel i livsmedel och fodermedel av vegetabiliskt eller animaliskt ursprung, <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/JOLIndex.do> 2005-03-30.

⁴ Andersson, A., Jansson, A. & Eskhult, G.A. 2003. Bekämpningsmedelsrester i vegetabilier 2002. Rapport 12/2003, Livsmedelsverket, Uppsala. <http://www.slv.se> 2005-03-30.

lativt ofta halter över gränsvärdena i paprika, medan till exempel päron och druvor haft höga resthalter de senaste åren. År 2002 innehöll druvor från Libanon höga halter av den organiska fosforinsekticiden monokrotofos som är förbjuden i Sverige. Om ett barn på 14,5 kg ätit 160 g (beräknad daglig maxkonsumtion) av druvorna, skulle den akuta referensdosen för bekämpningsmedlet överskridas cirka 25 gånger. Symptomen överrensstämmer med dem som beskrivs ovan för insektsmedlet dikrotofos. Största delen av detta parti drogs tillbaka innan det nådde butikshyllorna.

När det gäller päron uppmärksammades 2001 relativt höga halter av ogräsmedlet klormekvat i päronpuré för barn (0,9 mg/kg, jämför med gränsen för barnmat, 0,01 mg/kg från 1/7 2002)¹. Orsaken var att råvaran var päron från Belgien och Nederländerna där man använder relativt stora mängder av detta medel. Medlet finns dessutom kvar i trädens grenar under flera år. Andra produkter där den akuta referensdosen av insektsmedlen acefat, fention respektive monokrotofos ibland överskrids för barn är nektariner, mandariner och spenat². Apelsiner och mandariner innehåller nästan alltid rester av bekämpningsmedel, oftast i låga halter. Vid några tillfällen har referensdosen för barn också överskridits för antigroningsmedlet klorprofam i olika potatisprodukter. Både år 2002 och 2003 skedde detta för importerad bakpotatis från Storbritannien. År 2003 överskreds referensdosen för klorprofam med upp till elva gånger för oskalad potatis. Skalades potatisen sjönk siffran till två gånger referensdosen. Klorprofam hittas sällan i svensk potatis. Medlet är tillåtet i industripotatis (som förädlas till olika produkter) men inte i vanlig matpotatis.

Oklart om integrerad produktion ger mindre rester

En jämförelse av resthalter år 2003 visade att den inhemska odlingen av frukt, grönsaker och spannmål enligt konceptet integrerad produktion medförde något mindre rester av bekämpningsmedel än konventionell produktion³. I integrerad produktion tillämpas bland annat en strikt behovsanpassad an-

vändning av bekämpningsmedel. Åttiofem procent av proven innehöll inga rester vid integrerad odling, medan motsvarande siffra för konventionell odling var 79 procent. Anmärkningsvärt var dock att de få prover (en procent) där gränsvärdena överskreds kom från integrerad produktion.

Låga halter av DDT i kött och mejerivaror

Livsmedelsverket kontrollerar årligen rester av fettlösliga och långlivade miljöföroreningar i animaliska livsmedel, exempelvis PCB och DDT. Trots att de klorerade organiska bekämpningsmedlen inte använts här på 30 år innehåller svenskproducerade livsmedel fortfarande mätbara halter. Rester finns i stort sett i alla prov, men halterna ligger långt under satta gränsvärden både för svenskt och importerat kött⁴. Sveriges gränsvärde för Σ DDT i fett ligger på 1 mg/kg fett för produkter med en fetthalt över tio procent och 0,1 mg/kg hel produkt när fetthalten understiger tio procent.

En analys av tidstrender mellan 1991 och 1997 visade sjunkande halter av Σ DDT i griskött med i genomsnitt 9,5 procent per år⁵. När det gäller nötkött fanns ingen säkerställd trend under perioden. Man fann också att halterna i kött var lägre i de norra delarna av landet. Andelen prov i kontrollen med "låg" halt, < 5 μ g Σ DDT/kg fettvävnad, låg på 80 och 65 procent för griskött respektive nötkött under 1995⁴. För nötkött hade tjugo procent av proven halter mellan tio och 50 μ g Σ DDT/kg fett. De högre halterna i nötkött skulle kunna förklaras med att djur som går ute och betar får en påspädning av miljöföroreningar från jord och växtlighet. Även svenska charkprodukter, ägg och mejerivaror innehåller rester av Σ DDT, men halterna ligger betydligt under gränsvärdena.

Halterna är betydligt högre i fisk från Östersjön än i kött. För sill/strömming var halterna i början av 1990-talet kring 100 μ g Σ DDT/kg färskvikt och för lax runt 1,5 mg Σ DDT/kg⁶. Halterna har sjunkit till cirka en fjärdedel sedan i början av 1970-talet, men minskningen tycks nu på väg att plana ut. Halterna

Tabell 9. Sammanställning av arton nationella övervakningsprogram år 2000 över rester av bekämpningsmedel i frukt, grönsaker och spannmål.

Land	Andel fynd %	Andel fynd över gränsvärde %
Irland	48	2,9
Frankrike	47	7,7
Nederländerna	44	11,0
Finland	42	3,8
Storbritannien	40	1,7
Belgien	39	7,2
Tyskland	38	3,9
Island	38	2,7
Sverige	36	2,4
Spanien	33	2,8
Luxemburg	32	4,0
Österrike	32	6,0
Norge	32	2,3
Grekland	30	6,0
Italien	29	1,9
Danmark	26	2,1
Portugal	19	11,0
Liechtenstein	4	0,0

Källa: European Commission, 2002. Monitoring of Pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein, 2000 report. SANCO/687/02 final.

är lägre i fisk från Västkusten i jämförelse med den från Östersjön. På grund av innehållet av organiska klorföreningar rekommenderar Livsmedelsverket att vi äter lax och strömming från Östersjön högst en gång i veckan. För gravida och ammande kvinnor gäller detta högst en gång per månad⁶.

Rester av bekämpningsmedel i europeiska livsmedel

Rester av bekämpningsmedel i livsmedel är ett gemensamt problem i många europeiska länder. Sammantaget hittades pesticidrester i hela 39 procent av de 45 000 prov som togs av frukt, grönsaker och spannmål från arton länder i Europa⁷. I 4,3 procent

av proven låg halterna över nationella eller EU-harmoniserade gränsvärden. Resultatet är hämtat från en sammanställning av nationella miljöövervakningar av vegetabilier från år 2000. Femton EU-nationer (medlemmar före 2005) och tre EFTA-stater (Norge, Island och Liechtenstein) ingick i sammanställningen. Irland och Frankrike låg i topp vad gäller andelen prov med rester, medan Nederländerna och Portugal hade högst andel över gränsvärden (tabell 9). Man ska komma ihåg att den nationella provtagningen inte är samma sak som rester i inhemskt producerade livsmedel. För Sveriges del utgör vanligtvis bara cirka en tredjedel av proven svenskproducerade produkter³. Andelen prov med halter över gränsvärdena har ökat något under den senaste femårsperioden. Jämförelser kan dock vara vanskliga på grund av skillnader i provtagningsrutiner och i antalet analyserade substanser.

En relativt stor andel av proven, femton procent, innehöll rester av flera bekämpningsmedel. Knappt tre procent av proven innehöll rester av fyra eller

- Andersson, A., Jansson, A. & Kuusk, A-K. 2002. The Swedish monitoring of pesticide residues in food of plant origin: 2001. Rapport 15, Livsmedelsverket, Uppsala. <http://www.slv.se> 2005-03-30.
- Andersson, A., Jansson, A. & Eskhult, G. A. 2003. Bekämpningsmedelsrester i vegetabilier 2002. Rapport 12/2003, Livsmedelsverket, Uppsala. <http://www.slv.se> 2005-03-30.
- Andersson, A., Jansson, A. & Eskhult, G.A. 2004. Bekämpningsmedelsrester i vegetabilier 2003. Rapport 12/2004, Livsmedelsverket, Uppsala. <http://www.slv.se> 2005-03-30.
- Atuma, S., Linder, C.-E., Nilsson, I. Hansson, L. 1996. Halterna av organiska klorföreningar minskar i animaliska livsmedel. Vår Föda Nr. 7, 22-27, Statens Livsmedelsverk.
- Wicklund Glynn, A., Darnerud, P.-O., Atuma, S., Aune, M., Nilsson, I, Nordlander, I & Wernroth, L. 1999. Halterna av klorerade miljöföroreningar sjunker. Vår Föda Nr. 6, 36-37, Statens Livsmedelsverk.
- Andersson, Ö, Atuma, S. Linder, C.-E., Bergh, A & Hansson, L. 1997. Sjunkande halter av organiska klorföreningar i svensk fisk. Vår Föda Nr. 3, 7-11, Statens Livsmedelsverk.
- European Commission, 2002. Monitoring of Pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein, 2000 report. SANCO/687/02 final.



Ogräsborstning – ett alternativ till kemiska ogräsmedel

fler substanser. De substanser som oftast hittades var svampmedel, till skillnad från de ofta rörliga ogräsmedlen som påträffas i vattendrag. Exempel på vanliga fynd vid provtagning i livsmedel är fungiciderna iprodion mot gråmögel och substanser i maneb-gruppen, till exempel mankozeb som används mot bladmögel i potatis och flera grönsaker.

I ett speciellt EU-koordinerat program analyserades tjugo bekämpningsmedel i fyra produkter: ris, gurka, huvudkål och ärtor. Rester hittades oftast i kål (24 procent), följt av ärtor (20 procent), gurka (16 procent) och ris (9 procent). Likaså överskreds gränsvärdet oftast i kål och ärtor. I särklass oftast påträffades rester

från maneb-gruppen i kål, ärt eller gurka. I Sverige är endast bladmögelsubstansen mankozeb tillåten inom maneb-gruppen. Ämnet har sedan flera år betraktats som ett avvecklingsämne¹. Användningen har minskat kraftigt under den senaste tioårsperioden och används nu endast i blandpreparat².

¹ Jordbruksverket, 2002. Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen till år 2006. Rapport 2002:7, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen.

² <http://www.kemi.se>, sökväg, bekämpningsmedel/bekämpningsmedelsregistret.

Risker för miljö och hälsa

Under de senaste decennierna har man arbetat med att minska riskerna med användningen av bekämpningsmedel i Sverige. Arbetet har skett i bred samverkan mellan myndigheter, forskare och lantbrukets företrädare. Ett av de mest betydelsefulla arbetena har gjorts av KemI som under 1990-talet gjorde en riskbedömning av alla godkända bekämpningsmedel. Ett stort antal ämnen med farliga egenskaper har förbjudits. Det gäller till exempel ämnen med en hög akut giftighet, där det föreligger en misstanke om att de kan vara cancerframkallande. Vissa ämnen som kan ha effekt på fortplantning och arvs massa har också förbjudits. Dessutom har det skett en utfasning av långlivade ämnen och substanser som kan ackumuleras i levande organismer. Indragningarna av medlen har till stor del gjorts med utgångspunkt från ämnens inneboende egenskaper, och inte utifrån att man har kunnat identifiera effekter i miljön eller negativa hälsoeffekter.

Försiktighetsprincipen har legat som grund för arbetet. Det finns dock fortfarande bekämpningsmedel med oönskade egenskaper. Några bekämpningsmedel som används mot insekter är exempelvis mycket akutgiftiga. Vid ett godkännande väger man den ekonomiska nyttan av ett medel mot riskerna, vilket innebär att det fortfarande används ämnen med riskabla egenskaper.

Ett centralt mål för att minska riskerna har varit att få ner den totala användningen, räknat i mängden verksam substans. Det har också lyckats, om än inte i nivå med de uppställda politiska målen. I det senaste handlingsprogrammet, 2002–2006¹, betonas dock arbetet med att minska riskerna för miljö och människa vid hanteringen av bekämpningsmedel, snarare än att man försöker få ner användningen ytterligare.

Som tidigare redovisats har användningen ökat igen under den senaste tioårsperioden (efter inträdet i EU 1995). I dag ligger antalet behandlingar med kemiska bekämpningsmedel på samma nivå som i början av 1980-talet (figur 4, se sidan 19).

Svenskt jordbruk är fortfarande beroende av kemiska bekämpningsmedel, trots en satsning på forskning om alternativ till kemikalierna. De alternativa metoderna praktiseras främst inom ekologisk produktion. Denna produktion bedrevs på cirka sjutton procent av åkermarken år 2003², men har inte fått ett tydligt genomslag i de totala siffrorna över användningen av bekämpningsmedel. En av förklaringarna är att omläggning till ekologisk produktion varit blygsam i slättområden i södra Sverige, där användningen av bekämpningsmedel är som högst³. En annan förklaring är en ökad användning av bekämpningsmedel i det konventionella jordbruket.

Så länge kemikalierna används öppet i landskapet sprids de till miljöer utanför åkern, framför allt till den närmaste omgivningen som gränsar till den odlade marken. Men långväga transporter via vattendrag eller genom luftburen spridning innebär att det även kan bli effekter långt från källan. De kraftigaste effekterna uppstår naturligtvis vid den direkta spridningen av pesticiderna, eftersom avsikten

¹ Jordbruksverket, 2002. Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen till år 2006. Rapport 2002:7, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen.

² Statistiska centralbyrån, 2004. Jordbruksstatistisk årsbok.

³ Jordbruksverket, 2004. Mål för ekologisk produktion 2010. Rapport 2004:19, Jordbruksverket, Jönköping.

är att slå ut ogräs, skadesvampar eller insekter som angriper den odlade grödan. Men det är känt att bekämpningsmedlen också kan påverka ekosystemen genom att direkt eller indirekt påverka växter, djur och mikroorganismer. Användningen av de kemiska bekämpningsmedlen är en av orsakerna till att den biologiska mångfalden minskar i odlingslandskapet, både i Sverige och globalt¹.

När det gäller hälsoeffekter finns det i dag inga bevis för att användningen av bekämpningsmedel i Sverige orsakar hälsoproblem. Men det råder stor okunskap när det gäller de långsiktiga effekterna av en exponering för låga doser av en mängd ämnen samtidigt². Det saknas metoder för att systematiskt kunna bedöma effekter av den sammanlagda exponeringen för många olika ämnen.

Denna rapport berör användningen i Sverige, men jag vill återigen betona att riskerna ofta är betydligt större i många utvecklingsländer. Där har man ofta dålig eller obefintlig skyddsutrustning och är okunnig om hur medlen bör hanteras³. Det används också fler farliga ämnen i dessa länder, ämnen som länge varit förbjudna i Sverige. Bristen på läskunnighet medför att man inte förstår varningstexterna. Större mängder används också ofta på grund av allvarigare problem med skadegörare och det finns generellt en lägre medvetenhet om riskerna än här i Sverige.

Risker snarare än säkra effekter

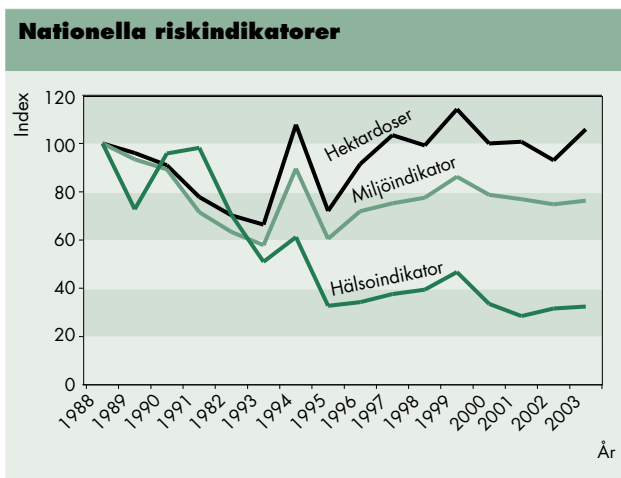
Det är mycket komplicerat att värdera riskerna med bekämpningsmedel. Riskerna handlar till stor del om långsiktiga och indirekta effekter på hälsa och ekosystem och blir därigenom svårbedömda. Det som släpps ut i miljön i dag kan få effekter först om flera decennier. Lärdomar från historiska miljöskandaler visar att risker ofta underskattas. Effekter som bygger på komplicerade samband är särskilt svårbedömda, till exempel störningar i de hormonella systemen som i sin tur kan ge nedsatt fertilitet, cancer och beteendestörningar. Ännu saknas tillförlitliga testsystem för att man ska kunna avgöra om ämnen är hormonstörande^{2,4}.

Den viktigaste riskbedömningen görs vid godkännandet av bekämpningsmedlen. Men på grund av kunskapsbristen går det ändå inte att avgöra vilka, och hur stora, effekterna är av dagens användning av kemiska bekämpningsmedel. Det gäller både effekterna i miljön och på människors hälsa. Exponeringen av ett enskilt ämne kan vara liten, men sammantaget utsätts människor och miljö för en stor exponering av kemiska ämnen, varav ett okänt antal kan vara farliga. Det är i dag mycket svårt att koppla effekter till något specifikt ämne eller till något enskilt exponeringstillfälle. När effektstudier i laboratorier av enskilda ämnen ska översättas till risker för miljö och hälsa är osäkerheten stor, och osäkerhet behöver mötas av försiktighet⁴.

Med indikatorer kan risktrender följas

Det är oklart om en minskad bekämpningsmedelsanvändning också leder till en lägre miljöbelastning och lägre hälsorisker. Anledningen är att man i dag använder effektivare preparat i lägre doser jämfört med i mitten av 1980-talet. Med hjälp av de riskindikatorer som KemI utvecklat för att värdera risker för miljön, och för hälsan hos dem som yrkesmässigt kommer i kontakt med bekämpningsmedel, kan man göra riskanalyser av trender⁵. Indikatorerna är baserade på både miljö- och hälsofara, exponeringsrisker och på intensitet i användningen, det vill säga antalet behandlingar. Det finns indikatorer för att följa risktrender på nationell nivå och även för att följa utvecklingen på enskilda gårdar. Det nationella systemet (PRI-Nation) har använts sedan 1997 med det huvudsakliga motivet att kartlägga effekter av de nationella halveringsprogrammen⁶. Gårdsindikatorerna (PRI-Farm) utvecklades under 2003–2004 med syftet att dels följa risktrender på enskilda gårdar, och dels att jämföra bekämpningsmedelsrisker i olika produktionssystem.

Gårdsmodellen tar hänsyn till specifika förhållanden på gården när det gäller sprutteknik och skyddsutrustning och även exempelvis risk för spridning till grundvatten⁵. PRI-Farm utvärderades på ett an-



Figur 9. Antal sålda hektardoser samt nationella riskindikatorer för miljö och hälsa av användningen av kemiska bekämpningsmedel i Sverige. Omarbetning av Peter Bergkvist av figur i PM 6:2004, Pesticide risk indicators at national and farm level, Kemikalieinspektionen.

tal gårdar i Sverige i regi av Odling i balans under 2004⁷. För att en indikator ska vara användarvänlig för lantbrukaren måste en rad förenklingar göras. Målet är att kunna följa risktrender på en gård eller för en gröda. Men enligt utvärderingen finns det ett behov av ett fortsatt utvecklingsarbete för att förbättra gårdsindikatorerna, bland annat när det gäller att uppskatta risken för läckage av bekämpningsmedel till grundvatten.

Den nationella modellen gäller för alla bekämpningsmedel som använts i Sverige under ett år. Om riskindikatorerna jämförs med behandlingsintensiteten, uttryckt i antalet hektardoser, under åren 1988 till 2003 visar speciellt hälsoindikatorn en minskning (figur 9)⁵. Hälso- och miljöindikatorerna följer kurvan över intensiteten i användningen, framför allt från 1993, vilket visar betydelsen av intensiteten för beräkningen av riskerna. Den minskade hälsorisken i förhållande till intensiteten i användningen orsakas av en produktutveckling mot mindre hälsofarliga ämnen, hårdare krav vid godkännandet av bekämpningsmedel, och en utfasning av de farligaste substanserna⁵.

Långlivade ämnen - långlivade problem

Spridning av långlivade ämnen utgör ett särskilt stort problem. Persistens skadar ju inte i sig, men sådana ämnen kan leda till långsiktiga problem. De kan hinna transporteras långa sträckor innan de bryts ner. Ett exempel är PCB som påverkar fortplantningsförmågan hos sälar, och DDT som orsakar äggskalsför tunnning hos rovfåglar⁸. Långlivade ämnen definieras i propositionen Kemikaliestrategi för giftfri miljö¹ (se faktaruta 3, sidan 13).

Bland dagens godkända bekämpningsmedel finns ämnen som definieras som långlivade, bland annat vissa svampmedel som används till betning av utsäde⁹. För att dessa medel ska fylla sin funktion och skydda det groende fröet från svampsjukdomar bör de inte brytas ner för snabbt. Därmed hamnar man i en målkonflikt. Alternativet är att i stället behandla grödan flera gånger vid ett senare tillfälle, och med betydligt större mängder av andra, icke långlivade svampmedel. Risken för en spridning till den om-

- Ahnström, J. 2002. Ekologiskt lantbruk och biologisk mångfald – en litteraturstudie. Centrum för uthålligt lantbruk, SLU, Uppsala. <http://www.cul.se>, 2005-02-06.
- SOU, 2000. Varor utan faror. Sveriges offentliga utredningar 2000:53.
- Eddleston, M., Karalliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G., Isbister, G., Konradsen, F., Murray, D., Piola, J-C., Senanyake, N., Sheriff, R., Singh, S. & Siwach, S. B., 2002. Pesticide poisoning in the developing world – a minimum pesticide list. *The Lancet* 360, 1163–1167.
- Regeringens proposition 2001. Kemikaliestrategi för Giftfri miljö, prop. 2000/01:65.
- Bergkvist, P. 2004. Pesticide risk indicators at national and farm level – A Swedish approach. PM 6:2004. Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se>, 2005-02-01.
- OECD, 1999. Swedish Risk Reduction Indicator. In: OECD, Results of the OECD Survey of National Pesticide Reduction Indicators, 2nd OECD Workshop on Pesticide Risk Indicators, Braunschweig, Germany 1–3 June 1999.
- Törner, L. 2004. Riskindex för kemiska bekämpningsmedel – resultat från en utvärdering på gårds- och grödnivå. *Odling i Balans*, <http://www.odlingibalans.com>, 2005-02-01.
- SOV, 2000. Varor utan faror. Sveriges offentliga utredningar 2000:53.
- <http://www.kemi.se>. Bekämpningsmedelsregistret, 2005-01-27.

givande miljön är också större vid sprutning än vid betning. Exemplet åskådliggör de avvägningar som behöver göras när bekämpningsmedel godkänns för olika användningsområden. Enligt delmålen i Giftfri miljö ska långlivade ämnen successivt fasas ut. Vid en prövning av persistenta betningsmedel har det setts som en förmildrande omständighet om man tydligt har kunnat visa att ämnet huvudsakligen tas upp i det betade fröet, och i mycket begränsad omfattning sprids till omgivande jord¹.

Det finns en osäkerhet vad gäller ämnens persistens i miljön. Testmiljön vid bestämningen av nedbrytningstid kan omöjligt representera alla naturliga förhållanden. Ämnen som exempelvis hamnar i grundvatten kan finnas kvar i den miljön under lång tid. Ett annat exempel där ämnen kan bli långlivade är i syrefattiga bottensediment i vattendrag.

Blandningar av ämnen

Kunskapsbristen är som tidigare konstaterats stor när det gäller riskerna med blandningar av olika bekämpningsmedel. Det förhärskande angreppssättet vid en riskbedömning av bekämpningsmedel är toxicitetsstudier av ett enskilt verksamt ämne. I miljön exponeras organismerna däremot för ett stort antal miljöföroreningar samtidigt, vilket innebär att det finns en risk att riskbedömningarna inte motsvarar de faktiska riskerna². Vid godkännandet av bekämpningsmedel testas också enbart enskilda ämnen. Kombinationsmöjligheterna mellan olika substanser är mycket stor och kan därför inte hanteras i godkännandesystemet. Det är en omöjlig uppgift att få en fullständig överblick av effekterna av olika pesticidblandningar. Förutom många kombinationsmöjligheter mellan olika pesticider, beror effekterna även av dos, tidpunkt och vilka arter man studerar effekterna på.

Det finns en allmän konsensus att ämnen med liknande verkningsmekanism är additiva vad gäller effekt. Det innebär att halterna av de olika ingående ämnen kan adderas när man uppskattar dess effekter. Forskarsamhället är däremot inte enigt om hur man

ska bedöma riskerna för ämnen vars verkningsmekanismer är helt olika, Hittills har man gjort teoretiska bedömningar, medan experimentella vetenskapliga studier är få³.

En studie med enbart en nivå i näringskedjan, nämligen alger, visade att den additiva metoden stämde för pesticidblandningar av ämnen med en liknande verkningsmekanism³. Verkade substanserna däremot på olika sätt i organismen, överskattade den additiva beräkningen effekterna. Forskarna menade att summalterna medger en uppskattning av "worst case". Men studien utesluter inte kombinationseffekter som kan vara starkare (synergieffekter), eller svagare (antagonistiska effekter). Forskarna menade dock att sådana effekter är sällsynta.

Samtidigt finns studier som visar att synergieffekter förekommer. För flera insektsmedel har man påvisat att effekten kan bli ända upp till 100 gånger starkare om andra ämnen funnits med. I sådana fall skulle ett ämnes faroklassificering radikalt kunna ändras⁴. Ett exempel på förstärkande effekter är en studie av fjädermygglarver i vatten. Närvaron av ogräsmedlet atrazin medförde en högre giftighet hos flera olika organiska fosforinsekticider, till exempel klorpyrifos (mot ohyra i lokaler)⁵. Den ökade giftigheten ansågs bero på att atrazin påverkade nedbrytningen av insektsmedlet så att mer giftiga metaboliter bildades, än om insektsmedlet förekom ensamt. Atrazin är sedan femton år förbjudet i Sverige och sedan 2003 även i hela EU⁶. En kombination av liknande typer av medel används dock i oljevåxtodling i Sverige. Det gäller exempelvis cyanazin som används mot ogräs och som tillhör triazin-gruppen, samt den organiska fosforinsekticiden fenitrothion som används för att bekämpa rapsbaggar.

Ett annat exempel på en förstärkande verkan har påträffats mellan svampmedel och insektsmedel⁴. En engelsk studie av honungsbin visade att en kombination av svampmedlet prokloraz och den syntetiska pyretroiden lambda-cyhalotrin förstärkte insektsmedlets giftighet arton gånger. Ett liknande svamp-

medel förstärkte också giftigheten hos den organiska fosforinsekticiden dimetoat i en studie av rapphöns. Dessa typer av fungicider och insekticider används allmänt i Sverige, framför allt i den södra delen av landet och medför sannolikt större sidoeffekter än förväntat.

När det gäller hälsorisker finns ett fåtal studier över tänkbara effekter av blandningar av bekämpningsmedel. En kombination av herbiciden paraquat och fungiciden maneb orsakade samma hjärnskador hos möss som läkare finner hos människor som lider av Parkinsons sjukdom⁷. De båda medlen är inte längre godkända i Sverige, men paraquat är upptagen på EU:s positivlista. Inget av medlen var för sig gav sådana symptom. Enligt pågående forskning i Storbritannien kan en pesticid vara tio gånger så giftig om den ingår i en blandning med andra pesticider⁸. Forskningen handlar om bekämpningsmedels påverkan på odlad hjärnvävnad. Forskarna menar att resultaten ger anledning till eftertanke, men att liknande effekter i praktiken förmodligen inte är ett stort problem. Säkerhetsmarginalerna mellan de små mängder vi får i oss genom rester i livsmedel är stora i förhållande till de nivåer som är hälsofarliga⁹. Propositionen Giftfri miljö framhåller dock tydligt att det är viktigt att försiktighetsprincipen tillämpas, speciellt med tanke på effekter på barn och andra känsliga grupper.

Okända egenskaper hos nedbrytningsprodukter

Det finns en risk för att effekterna av bekämpningsmedel underskattas på grund av den rådande kunskapsbristen om nedbrytningsprodukterna^{2,10}. Kunskapsnivån är lägst när det gäller nedbrytningsprodukterna av äldre, redan godkända ämnen. Numera är tillverkningsföretaget skyldigt att redovisa viss dokumentation vad gäller nedbrytningsprodukter när nya substanser ska godkännas¹¹. Ibland är nedbrytningsprodukten till och med giftigare än modersubstansen³. I en holländsk studie av tillgänglig kunskap om nedbrytningsprodukter av vanliga bekämpningsmedel, fann man att det saknades ekotox-

ikologisk information om 45 procent av de knappt 80 nedbrytningsprodukter som ingick i studien².

Miljöeffekter av användningen av bekämpningsmedel

Förändrad flora i odlingslandskapet

Antalet arter av den vilda floran i odlingslandskapet har minskat under de senaste decennierna. Tillsammans med kemiska bekämpningsmedel har även andra faktorer påverkat floran i odlingslandskapet och det kan vara svårt att särskilja orsakerna. Strukturen i odlingslandskapet har förändrats kraftigt under efterkrigstiden, det vill säga under samma period som

-
- ¹ Peter Bergkvist, pers. komm., Kemikalieinspektionen 2005-01-27.
 - ² Åkerblom, N. 2004. Agricultural pesticide toxicity to aquatic organisms – a literature review. Department of environmental assessment, Swedish university of agricultural sciences, Uppsala, Sweden.
 - ³ Faust, M., Altenburger, R., Backhaus, T., Bödeker, W., Scholze, M. & Grimme, L.H. 2000. Predictive assessment of the aquatic toxicity of multiple chemical mixtures. *Journal of Environmental Quality*, 29, 1063–1068.
 - ⁴ Miljöstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.
 - ⁵ Belden, J. & Lydy, M. 2000. Impact of atrazin on organophosphate insecticide toxicity. *Environmental Toxicity & Chemistry* 19, 2266–2274.
 - ⁶ http://www.kemi.se/Bekämpningsmedel/Läs_mer_om_växtskyddsmedel/Granskning_av_ämnen_i_EU/Beslut_om_ämnen_2005-01-27.
 - ⁷ Thiruchelvam, M., Richfield, E.K., Baggs, R.B., Tank, A.W. & Cory-Slechta, D.A. 2000. The nigrostriatal dopaminergic system as a preferential target of repeated exposures to combined Paraquat and Maneb: Implications for Parkinson's disease. *Journal of Neuroscience* 20, 9207–9214.
 - ⁸ BBC news, 2001. <http://news.bbc.co.uk>, search: pesticides mix, 2005-01-27.
 - ⁹ Carpy, S.A., Kobel, W. & Doe, J. 2000. Health risk of low-dose pesticide mixtures: A review of the 1985-1998 literature on combination toxicology and health risk assessment. *Journal of toxicology and environmental health, Part B Critical reviews* 3, 1–25.
 - ¹⁰ Battaglin, W. & Fairchild, J. 2002. Potential toxicity of pesticides measured in midwestern streams to aquatic organisms. *Water Science & Technology* 45, 95–103.
 - ¹¹ Peter Bergkvist, pers. komm., Kemikalieinspektionen 2005-03-11.

pesticiderna har introducerats. Odlingslandskapet har blivit mer ensartat, särskilt i slättbygderna, med stora sammanhängande fält och allt färre landskapselement i form av åkerholmar, dikesrenar och skogsbyn. Mosaikstrukturen har försvunnit¹. Växtföljderna på åkern i slättområdena har också blivit mer ensidiga. Bekämpningsmedlen har gjort det möjligt att odla ensidigt, utan växtföljder. Floran har påverkats både på åkern och i det omgivande landskapet.

Våra tio vanligaste åkerogräs svarar i dag för hela tre fjärdedelar av den totala mängden ogräs på våra åkrar. För bara 30 år sedan var motsvarande tal cirka tjugo arter². I en dansk studie minskade antalet arter i fröförrådet i åkermark från tolv till endast fem under en 25-årsperiod, 1964–1989³. Ogräsen på

åkern har totalt sett minskat både i antal och mängd. Det genomsnittliga antalet ogräsplantor har minskat med 50 procent i vårsäd och med tjugo procent i höstsäd under de senaste tjugo åren⁴. De kemiska ogräsmedlen är sannolikt den främsta orsaken, men andra orsaker kan också nämnas, exempelvis ökad gödsling och mer konkurrensstarka sorter av de odlade grödorna. Dessutom har herbicidanvändningen skapat ett selektionstryck så att svårbekämpade ogräsarter har gynnats på de lättbekämpades bekostnad. Exempelvis har våtarv, åkerförgätmigej och viol ökat i höstsådda jordbruksgrödor, medan blåklint har minskat. En förskjutning har skett mot mer motståndskraftiga typer ända till fullt utbildad resistens, och andelen örter har minskat till förmån

för enhjärtbladiga ogräs, bland annat gräsen kvickrot, vitgröe och åkerven⁵. Förändrade växtföljder, ny jordbearbetningsteknik och rensning av utsäde har också påverkat ogräsfloran.

Småbiotoper såsom dikesrenar, bryn och åkerholmar påverkas starkt av både bekämpningsmedel och av gödslingen på åkern. Traditionellt har småbiotoper varit ett livsrum för många arter, men enligt danska studier domineras de nu alltmer av en högvuxen och artfattig vegetation. Den består av herbicidtoleranta arter med ett stort näringsbehov⁶. Flera av dessa brynväxter är i dag hotade arter⁷. En återkolonisering av floran i dessa miljöer tar lång tid och kan kräva speciella skötselåtgärder, som exempelvis avslagning och bortförsel av växtmaterial. Det krävs också permanenta sprut- och gödslingsfria zoner mellan åkern och dessa biotoper.

Den diffusa spridningen av bekämpningsmedel via nederbörden skulle kunna leda till en påverkan på den vilda floran. Men enligt danska beräkningar är denna påverkan underordnad i förhållande till exempelvis kvävenedfallet och nedfallet av försurande ämnen⁶. Det är däremot känt från amerikanska studier att nedfallet av herbicidrester (sulfonylurea) kan ge skador på odlingar av örter och bönor, trots att det handlar om mycket låga doser⁸.

Flera ogräs är motståndskraftiga mot herbicider. Sedan den kemiska ogräsbekämpningens genombrott på 1950-talet har antalet ogräsarter som är känsliga mot herbicider minskat, men samtidigt har de mer motståndskraftiga arterna ökat. Inom vissa arter har även motståndskraftiga eller helt resistenta biotyper⁹ utvecklats¹⁰. Från de första fallen på 1950-talet har antalet resistenta biotyper ökat kraftigt från 1980-talet och fram till i dag. Enligt en rapport från 1999 hade man då identifierat resistens hos cirka 140 ogräsarter världen över, varav 50 i Europa¹⁰. En webbaserad översikt över herbicidresistenta ogräs världen över (december 2004), redovisade 174 resistenta arter och 291 resistenta biotyper¹¹. De största problemen med resistens finns i USA, Kanada, västra

Europa och Australien. Resistens hos en rajgräsart i Australien och renkavle på några platser i Europa är betydelsefulla exempel som påverkat jordbruket¹⁰. Andra arter där resistens rapporterats är exempelvis svinmålla, flyghavre och olika typer av binka¹¹. Resistens finns mot en lång rad herbicider med olika verkningsmekanismer, dit hör fenoxysyror som exempelvis MCPA, triaziner som atrazin, och på senare tid även mot glyciner som exempelvis glyfosat¹¹.

Glyfosat-resistens hos ogräs har speciellt uppmärksamats eftersom glyfosatanvändningen ökat kraftigt i många länder under det senaste decenniet. Dessutom är en stor del av de genmodifierade grödorna glyfosattoleranta. I USA där odlingen av genmodifierade grödor är omfattande, i huvudsak majs, sojaböna och bomull, domineras de av glyfosattole-

-
- ¹ Björklund, J., Limburg, K. & Rydberg, T. 1999. Impact of production intensity of the ability of the agricultural landscape to generate ecosystem services: an example from Sweden. *Ecological Economics*, 29, 269–291.
 - ² Fogelfors, H. (red) 2001. Växtproduktion i jordbruket. Natur och kultur/LTs förlag och SLU, Borås.
 - ³ Jensen, H. A. & Kjellsson, G. 1995. Frøpølens størrelse og dynamik i moderne landbrug 1. Ændringer af frøindholdet i agerjord 1964–1989. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen Nr 13, 141 s.
 - ⁴ Fogelfors, H. & Ingelög, T. 1986. Lantbruket i landskapet. LTs förlag.
 - ⁵ Fogelfors, H. (red.) 2001. Växtproduktion i jordbruket. Natur och kultur/LTs förlag och SLU, Borås.
 - ⁶ Miljøstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.
 - ⁷ Svensson, R. Kärleväxter i jordbrukslandskapet, s. 38–47. I: Floravärd i jordbrukslandskapet. Skyddsvärda växter. Databanken för hotade arter, SBT-förlaget, Lund. ISBN 91-971255-7-1.
 - ⁸ Felsot, A. S., Bhatti, M. A., Mink, G. I., Reisenauer, G. 1996. Biomonitoring with sentinel plants to assess exposure of nontarget crops to atmospheric deposition of herbicide residues. *Environ. Toxicol. Chem.* 15, 452–459.
 - ⁹ Biotyp – en grupp plantor inom en art med specifika egenskaper.
 - ¹⁰ Arvidsson, T., Fogelfors, B. M. & Fogelfors, H. 1999. Herbicidresistens hos ogräs – mekanismer och åtgärder. Fakta Jordbruk 3, SLU, Uppsala.
 - ¹¹ <http://www.weedscience.org>, 2004-12-09.

rant soja, även kallad Roundup-ready¹. Dessa grödor har bidragit till en ökad användning av glyfosat. Det allvarliga i situationen är att en intensiv användning av ett enda ogräsmedel gynnar resistensbildning hos ogräsen, med en förändrad flora med mer svårbekämpade ogräs som följd. Glyfosatresistenta ogräs, eller ogräs med en hög tolerans mot glyfosat, har uppmärksammats alltmer under 2000-talet, bland annat canadabinka och italienskt rajgräs^{1, 2, 3}.

Det finns även en risk att gener från herbicidresistenta grödor kan överföras till ogräsen, vilket kan leda till att andra, ofta miljöfarligare, preparat måste användas. Vi skulle då kunna få en ökad kemikalieanvändning⁴.

Även i Sverige förekommer herbicidresistens⁵. Redan i mitten av 1970-talet konstaterades att det fanns resistens hos åkertistel mot den vanliga fenoxisyrans MCPA, där denna herbicid regelbundet använts. År 1994–1995 upptäckte man resistens hos våtarv mot sulfonylurea och hos åkeraven mot MCPA. Åkeraven har även uppvisat resistens mot ogräsmedlet isoproturon i områden där medlet använts ofta. Enligt rapporten finns en rad iakttagelser av att flera vanliga åkerogräs blivit alltmer svårbekämpade.

Långlivade ämnen ger långvarig exponering, vilket ökar risken för resistensbildning. Vidare ökar riskerna om ogräsmedel med liknande verkningsmekanismer används år efter år⁵.

Ökande problem med resistens mot syntetiska pyretroider

Det finns många exempel på att olika insektsgrupper utvecklat resistens mot insekticider. Det gäller bland annat bladlöss och rapsbaggar som blivit motståndskraftiga mot organiska fosforinsekticider och syntetiska pyretroider^{6,7}. I Sverige har en långvarig och regelbunden användning av pyretroider i områden med exempelvis våroljeväxter, resulterat i att resistensproblemen blivit så stora att man återgått till att bekämpa rapsbaggar med den organiska fosforinsekticiden fenitrothion. Detta medel har tidi-

gare dragits in, men är godkänt för användning igen sedan 2002⁸ på grund av resistensproblemen med pyretroiderna.

Nyttoinsekter skadas av bekämpningsmedlen

Bekämpningsmedlen skadar de olika grödornas skadedjur, vilket naturligtvis är avsikten. Men de har också en kraftig påverkan på en rad besläktade arter, bland andra skadedjurens naturliga fiender. Dessa nyttodjur skadas framför allt av insektsmedlen, men även av ogräs- och svampmedel som kan vara giftiga för leddjursarter (insekter och spindlar)⁹. Det finns flera vanliga insektsmedel som har ett brett verkningsområde. Ett exempel är syntetiska pyretroider som till stor del har ersatt förra generationens insektsmedel, de generellt sett giftigare och hälsofarligare organiska fosforinsekticiderna. I en engelsk långtidsstudie perioden 1970–1989 minskade det totala antalet leddjur i åkermark med knappt 50 procent¹⁰. Liksom i andra liknande studier anges pesticidanvändningen som en av orsakerna, jämte förändrade brukningsformer som specialisering och större fält. Någon gradering av orsakerna har man inte kunnat göra.

De specifika naturliga fienderna, eller predatorerna, finns på samma ställen som skadedjuret, det vill säga på själva plantan. Det är också där det mesta av insektsgiftet hamnar. I spannmål är bladlöss det viktigaste skadedjuret. De har specifika naturliga fiender, exempelvis nyckelpigelarven, som också skadas av pesticiderna.

Många av de polyfaga predatorerna (de som jagar flera olika bytesdjur) lever på jordytan. De utsätts oftast inte för lika höga koncentrationer av bekämpningsmedel som de som finns på själva plantan. Men för exempelvis jordlöpare som lever av både insekter och frön, är även användningen av ogräsmedel negativt. I många studier har man funnit fler jordlöpare i ekologiska fält än i konventionellt odlade, där en av anledningarna är frånvaron av kemisk bekämpning¹¹. En annan viktig grupp av nyttoinsekter är bin och humlor. Trots förbud mot spridning med bifarlige pestici-

der under grödans blomning, då pollinatörerna är aktiva, går det inte helt att undvika att insekterna exponeras.

Genom avdrift av bekämpningsmedel vid sprutningen får man effekter även utanför åkern. Det finns exempelvis dokumenterade skador av insektsmedlet deltametrin, en syntetisk pyretroid, på fjärilar som lever i biotoper i åkerns närhet¹².



Ekologiska samspel påverkar insekterna

De indirekta effekterna av användningen av bekämpningsmedel bedöms vara nog så viktiga som de direkta effekterna. Det finns exempelvis färre insekter som lever av växter i marker där ogräsmedel används, och färre svampätande insekter om svampmedel använts⁹. När det gäller rovlevande insekter är det svårt att särskilja mellan de direkta effekterna och effekterna på deras bytesdjur. Samspelet mellan rovinsekter och de insekter som är bytesdjur kan rubbas av insektsmedlen. Om ett insektsmedel slår ut en rovlevande insekt utan att skada dess bytesdjur, som kan vara en växtskadegörare, leder det förstås till ett ökat tryck av skadegöraren.

En lång rad insekter påverkas av användningen av ogräsmedel, och inte bara de som lever av växter. Predatorerna minskar i antal ju mindre ogräs det finns genom att de har sämre möjligheter till skydd¹³. Flera insektsgrupper påverkas enligt danska studier indirekt av användningen av ogräsmedel via en minskad ogräsmängd¹⁴. Hela populationen av insekter i spannmålsfält har minskat med mellan tjugo och 85 procent på grund herbiciderna. Även artdiversiteten har minskat.

Färre fåglar i odlingslandskapet

Det är känt att fågellivet i odlingslandskapet i Europa och även i Sverige har minskat kraftigt sedan 1970-talet¹¹. Minskningen anses bland annat bero på att användningen av bekämpningsmedel minskat mängden tillgänglig mat i form av insekter, spind-

- 1 Benbrook, C. M. 2004. Genetically engineered crops and pesticide use in the United States: The first nine years. BioTech InfoNet No. 7. <http://www.biotech-info.net/highlights.html>, 2005-02-07.
- 2 <http://www.weedscience.org>, 2004-12-09.
- 3 Perez, A. & Kogan, M. 2003. Glyphosate-resistant Lolium multiflorum in Chilean orchards. Weed Research 43, 12–19.
- 4 Naturvårdsverket, 2005. [http://www.naturvardsverket.se/Jordbruk/Genmodifierade organismer](http://www.naturvardsverket.se/Jordbruk/Genmodifierade%20organismer), 2005-02-07.
- 5 Arvidsson, T., Fogelfors, B. M. & Fogelfors, H. 1999. Herbicidresistens hos ogräs – mekanismer och åtgärder. Fakta Jordbruk 3, SLU, Uppsala.
- 6 Edwards, O. & Lawrence, L. 2003. Should we be worried about developing insecticide resistance in aphids? Pesticide Outlook June 2003, 104-106.
- 7 Mueller-Beilschmidt, D. 1991. Resistance of insect pests and disease vectors to synthetic pyrethroids. Journal of Pesticide Reform 10, 43–38. http://www.eap.mcgill.ca/MagRack/JPR/JPR_09.htm, 2005-02-07.
- 8 <http://www.kemi.se>, Bekämpningsmedelsregistret 2005-02-07.
- 9 Miljöstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.
- 10 Aebischer, N. J. & Potts, G. R. 1990. Long-term changes in numbers of cereal invertebrates assessed by monitoring. Proceedings of Brighton crop protection conference 1990. Pest and diseases, 163–172.
- 11 Ahnström, J. 2002. Ekologiskt lantbruk och biologisk mångfald – en litteraturstudie. Centrum för uthålligt lantbruk, SLU, 61 s. Uppsala. www.cul.se, 2005-02-06.
- 12 Cilgi, T. & Jepson, P. 1995. The risk posed by deltamethrin drift to hedgerow butterflies. Environ. Poll. 87, 1–9.
- 13 Chiverton, P. A. & Sotherton, N. W. 1991. The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. Journal of Applied Ecology 28, 1027–1039.
- 14 Reddersen, J. 1997. The arthropod fauna of organic versus conventional cereal fields in Denmark. Biol. Agric. & Hort. 15, 61–71.

lar och ogräsfrön. Som tidigare nämnts spelar brukningsmetoder och en förändrad landskapsstruktur också en stor roll.

Arter som raphöns och sånglärka lever mestadels på ogräsfrön, men matar sina ungar nästan uteslutande med insekter. I en omfattande dansk undersökning av sånglärka minskade kullöverlevnaden markant i områden där bekämpningsmedel användes, i jämförelse med områden där man varken använde ogräsmedel eller insektsmedel¹. Efter behandling med insektsmedel minskade insektspopulationen kraftigt och därmed födokällan för ungarna. Det konstaterades också att insektsbehandlingen ofta sammanföll med lärkans mest intensiva häckningsperiod.

En modell över populationssvängningar för olika fågelarter i Danmark, perioden 1976–1996, visade ett negativt samband mellan storleken på populationen av bland annat gråsparv och gulsparv, och användningen av ogräsmedel och/eller insektsmedel¹. Svängningarna studerades som en funktion av bland annat klimatiska variabler, markanvändning och bekämpningsfrekvens.

Det kan vara intressant att notera att de omfattande indirekta effekterna av bekämpningsmedel på fåglarnas födokällor inte påverkas av ämnens giftighet för djurlivet. Därmed påverkas dessa effekter inte av det riskminskningsarbete som görs genom att de mest farliga ämnena fasas ut. De indirekta effekterna kräver andra åtgärder, exempelvis minskad bekämpningsfrekvens eller helt sprutfria områden. Det genomsnittliga antalet bekämpningar är förmodligen viktigare än mängden använda bekämpningsmedel. Ogräsbekämpningen är effektiv trots att reducerade doser används: vi har inte fått mer ogräs i grödorna¹.

Bekämpningsmedel – en av orsakerna bakom en minskad biologisk mångfald

I Danmark liksom i flera andra länder har man funnit en art- och individrikare insektsfauna på åkermark som odlas ekologiskt^{1,2,3}. Detta är en direkt följd av

en rikare ogräsflora i de ekologiska fälten². Bekämpningsmedlen är dock endast en av flera faktorer som spelar in. Av betydelse är också annorlunda växtföljder liksom lägre kvävegödsling och glesare växtbestånd. Man har observerat att mångfalden av växtarter i småbiotoper i odlingslandskapet, som dikeskanter och åkerholmar, var större på ekologiska än på konventionella gårdar. En av orsakerna till detta kan vara en avdrift av bekämpningsmedel på de konventionella gårdarna som negativt påverkat florran i åkerns närhet⁴. Resultaten har erhållits där de jämförda gårdarna ligger i samma typ av landskap. Andra studier har identifierat heterogeniteten i landskapet som den viktigaste faktorn för den biologiska mångfalden; viktigare än om bekämpningsmedel används eller ej⁵.

Många bekämpningsmedel är giftiga för vattenlevande organismer

Rester av bekämpningsmedel i halter över ekotoxikologiska riktvärden hittas regelbundet i vattensystemen⁶. Det innebär att organismerna som lever där – växter, mikroorganismer, leddjur och fisk – sannolikt påverkas. Ett problem för riskbedömningen är att det också finns substanser, framför allt insektsmedel (bland annat syntetiska pyretroider), som är giftiga i mycket låga koncentrationer, långt under den halt som går att mäta. Dessa ämnen kan dessutom bioackumuleras⁷. Enligt de tester som görs inför godkännandet av bekämpningsmedel är många ämnen mycket giftiga för vattenlevande organismer, och den kontinuerliga exponeringen av bekämpningsmedel i vatten medför en risk för en långsiktig påverkan⁸. Generellt är exempelvis alger och små leddjur mycket känsligare för bekämpningsmedlen är djur högre upp i näringskedjan⁹.

Bekämpningsmedel kan ge ekologiska störningar

Det har gjorts mycket få studier som ger bevis för verkliga ekologiska störningar i vattendragen¹⁰. I ytvatten återfinns nästan alltid flera substanser samtidigt, ibland ett mycket stort antal (25 stycken i en jordbruksbäck i Skåne sommaren 2003⁶), vilket ökar risken för negativa effekter. Ekosystemen påverkas också indi-

rekt genom att olika organismgrupper har olika känslighet för bekämpningsmedlens giftverkan¹⁰.

En minskad artdiversitet och en förändrad artsammansättning har observerats i studier av konstgjorda bäckar i utomhusmiljö. Vattnets organismer utsattes för en kronisk exponering av den organiska fosforinsekticiden klorpyrifos i låga doser (från 0,1 µg/l)¹¹. Den förändrade artsammansättningen medförde att betningen av alger reducerades, vilket skulle kunna stimulera en algblooming och få samma effekt som övergödning.

Studier av konstgjorda dammar med sjövattnet har visat att balansen mellan olika organismer i vattnet störts av låga halter av bekämpningsmedel. Re-

sultatet visade att mängden alger i vattnet ökade på bekostnad av andra organismer¹². Algtilväxten ökade både efter tillsatser av insektsmedlet cypermethrin^{13,14} och ogräsmedlet mesulfuron metyl¹⁵. Förändringen när det gäller insektsmedlet förklarades av att zooplanktonbetningen av algerna minskade. Ogräsmedlet kan å andra sidan ha medfört att näring läckte ut från vattenväxterna, vilket gynade algtilväxten. Även dessa resultat antyder således att en förorening av bekämpningsmedel skulle kunna bidra till algbloomingar i sjöar och kustnära vatten i jordbruksområden. Tidigare har det också visats att en låg engångsdos av pyretroiden fenvalerat förändrade artsammansättningen av djurlivet i konstgjorda dammar¹⁶. Förändringen ledde till algblooming och effekten fanns fortfarande kvar efter två år. Eftersom

¹ Miljöstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.

² Ahnström, J. 2002. Ekologiskt lantbruk och biologisk mångfald – en litteraturstudie. Centrum för uthålligt lantbruk, SLU, Uppsala. <http://www.cul.se>, 2005-02-06.

³ Reddersen, J. 1997. The arthropod fauna of organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Biol. Agric. & Hort.* 15, 61–71.

⁴ Aude, E., Tybirk, K. & Pedersen, M. B. 2003. Vegetation diversity of conventional and organic hedgerows in Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 99, 135–147.

⁵ Weibull, A.-C., Östman, Ö. & Granqvist, Å. 2003. Species richness in agro-ecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity & Conservation* 12, 1335–1355.

⁶ Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, H. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar, samt i nederbörd under 2003. *Ekohydrologi* 81, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.

⁷ Anderson, R. L. 1982. Toxicity of fenvalerate and permethrin to several nontarget aquatic invertebrates. *Environ. Entom.* 11, 1251–1257.

⁸ <http://www.kemi.se>, bekämpningsmedel, bekämpningsmedelsregistret, ämnesblad, 2005-02-03.

⁹ Moore, M. T., Hugget, D. B., Gillespie, W. B., Jr., Rogers, J. H., Jr. & Cooper, C. M. 1998. Comparative toxicity of chlordane, chlorpyrifos, and aldicarb to four aquatic testing organisms. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology* 34, 152–157.

¹⁰ Åkerblom, N. 2004. Agricultural pesticide toxicity to aquatic organisms – a literature review. Department of environmental assessment, Swedish university of agricultural sciences, Uppsala, Sweden.

¹¹ Ward, S., Arthington, A. H. & Pusey, B. J. 1995. The effects of a chronic application of chlorpyrifos on the macroinvertebrate fauna in an outdoor artificial stream system: Species responses. *Ecotoxicology & Environmental Safety* 30, 2–23.

¹² Wendt-Rasch, L. 2003. Ecological effects of pesticides in freshwater model ecosystems. Doctoral thesis, Lunds universitet.

¹³ Friberg-Jensen, U., Wendt-Rasch, L., Woin, P. & Christoffersen, K. 2003. Effects of the pyrethroid insecticide, cypermethrin, on a freshwater community studied under field conditions. I. Direct and indirect effects on abundance measures of organisms at different trophic levels. *Aquatic Toxicology* 63, 357–371.

¹⁴ Wendt-Rasch, L., Friberg-Jensen, U., Woin, P. & Christoffersen, K. 2003. Effects of the pyrethroid insecticide, cypermethrin, on a freshwater community studied under field conditions. II. Direct and indirect effects on the species composition. *Aquatic Toxicology* 63, 357–371.

¹⁵ Wendt-Rasch, L., Pirzadeh, P. & Woin, P. 2003. Effects of mesulfuron methyl and cypermethrin exposure on freshwater model ecosystems. *Aquatic Toxicology* 63, 243–256.

¹⁶ Woin, P. 1998. Short- and long-term effects of the pyrethroid insecticide fenvalerat on an invertebrate pond community. *Ecotoxicology & Environmental Safety* 41, 137–156.

både insektsmedel och ogräsmedel har visat sig gynna alg tillväxten är det möjligt att de bägge grupperna förstärker varandras effekter på ekosystemnivå, även om deras vekningsmekanismer är helt olika¹.

Om någon organismgrupp slås ut av bekämpningsmedel kan funktionen i ett ekosystem förändras. I en studie av ett vattendrag i skogsmark fann man exempelvis att omsättningen av växtdelar minskade radikalt efter insektsbehandling med metoxiklor (förbjöds i Sverige 1989). De insekter som finfördelar bladen blev helt uttraderade av behandlingen och dessutom var möjligheterna till återkolonisering små².

Hormonella effekter – frågetecken om bekämpningsmedlens roll

Det finns många exempel på att miljögifter rubbar hormonbalansen hos djur. Vi vet eller misstänker exempelvis att dålig fruktsamhet hos Östersjöns sälar, förtunnade äggskal hos pilgrimsfalkar, och sänkt reproduktionsförmåga hos uttrar orsakas av olika miljögifter med hormonstörande effekter. Östrogenliknande ämnen finns runt omkring oss; i bekämpningsmedel, industrikemikalier, läkemedel och p-piller. Det finns även naturligt förekommande så kallade fytoöstrogener i växter. Dessa ämnen tycks kunna ge störningar när de finns på fel plats i fel dos i naturen. Ett av de mest kända exemplen är alligatorhannarna i Florida. Ett DDT-baserat insektsgift kom av en olyckshändelse ut i en sjö och populationen av alligatorer kollapsade på grund av onormalt utvecklade könsorgan och en minskad fortplantning³. Bland pesticiderna är det känt att bland annat klororganiska insektsgifter som DDT har hormonpåverkande egenskaper.

Man har även uppmärksammat defekter i utvecklingen och fortplantningen hos fisk och andra vattenlevande ryggradsdjur. I mitten av 1990-talet rapporterade engelska forskare om dubbelkönighet hos mört utanför ett reningsverk. Det konstaterades att det fanns en koppling mellan dubbelkönighet och exponering för ämnen med östrogenliknande egenskaper, bekämpningsmedel, mjukgörare och läkeme-

del. I svenska vattendrag har man också funnit dubbelkönighet hos mört. Ett annat exempel är från en holländsk studie av populationer av braxen där andelen honor befanns vara högre i hälften av grupperna⁴. En annan hormonell effekt som har konstaterats är försenad könsmognad. Detta kanske inte i sig är allvarligt, men kan ändå få ekologiska konsekvenser. En kort fördröjning av könsmognaden hos en art kan leda till hybrider om tiden för lek delvis sammanfaller med en annan arts. Hybrider är sterila, vilket skulle kunna leda till en genetisk utarmning⁵.

En skev könsfördelning har observerats hos pilfinkar på ett par lokaler i odlingslandskapet i Mellansverige⁶. En relativt låg andel ägg kläcktes (55–60 procent) och dödligheten var kopplad till kön. Merparten (80 procent) av alla döda fågelebryon var hannar. Pilfinken hämtar sin föda i odlingslandskapet och på åkern och skulle därigenom kunna få i sig rester av bekämpningsmedel. Den höga dödligheten av fågelungar av hankön observerades inte hos andra arter, exempelvis talgoxe, som inte finns ute på åkern utan hämtar sin föda i skogen. Orsaken bakom den sneda könsfördelningen är ännu okänd, men påverkan av hormonstörande ämnen är en tänkbar faktor.

Störd fortplantning hos lax vid låga halter av bekämpningsmedel

De uppmätta halterna av bekämpningsmedel är sällan så höga att de är akut giftiga för fisk, men de kan ge upphov till så kallade subletala effekter, exempelvis nedsatt fertilitet, rubbad ämnesomsättning och stört lekbeteende⁷.

Vid speciella tillfällen har dock pesticider troligen orsakat fiskdöd. Ett exempel är Balatonsjön i Ungern där mängder av ålar dog både 1991 och 1995. Man är fortfarande inte helt säker på att bekämpningsmedel var orsaken, men huvudteorin är att det var en pyretroidförgiftning. Deltametrin och permetrin hade använts i området för myggbekämpning. Att just ålarna drabbades tror man berodde på att en tunn film av bekämpningsmedel bildades på vattenytan och att just ålar ofta går upp till ytan.

Flera olika bekämpningsmedel har visat sig påverka fortplantningen hos laxfiskar, exempelvis pyretroiderna cypermetrin och esfenvalerat. Redan vid koncentrationer under 0,028 µg/l cypermetrin förlorade hannarna sin förmåga att känna igen och svara på utlösningen av honligt könshormon, vilket ledde till en lägre produktion av mjölke⁸. Forskarnas teori var att insektsmedlet hämmade vissa nervimpulser i fiskens doftsystem. Dessutom är pyretroider giftigare vid låga temperaturer än vid höga, och det är under den kalla årstiden som laxen leker. Störningar i doftsystemet skulle också kunna påverka doftpräglingen till ursprungsvattendraget så att laxen inte hittar tillbaka för att leka och lägga rom.

Normalt anser man att ogräsmedel inte skadar fisk, men vid studier av ogräsmedlet atrazin har ett förändrat simbeteende observerats redan vid låga koncentrationer⁹. Andra studier har visat att atrazin även kan påverka fortplantningssystemet vid så låga koncentrationer som 0,04 µg/l. Denna koncentration är i nivå med dem som uppmätts i svenska vattendrag.

Hälsoeffekter av användningen av bekämpningsmedel

Liten risk för bestående hälsoskador men osäkerheten är stor

Djurförsök har visat att det finns bekämpningsmedel med hälsoskadliga effekter. Men den danska utredningen Bichel-udvalget anser att det är liten risk att de medel som används i dag ska ge långsiktiga hälsoeffekter på människan¹⁰. En låg risk förutsätter dock att föreskrifterna följs och att skyddsutrustning används. Bichel-udvalget bedömde även att risken för akuta effekter är betydligt lägre i dag än för tio år sedan.

Livsmedelverket i Sverige gör också bedömningen att risken är liten för långsiktiga, kroniska hälsoeffekter¹¹. Gränsvärdena för resthalter i mat och vatten är satta med stor säkerhetsmarginal, men man menar att kunskapen är för liten när det gäller effekter av pesticidblandningar. Ibland förekommer för höga

halter av akutgiftiga substanser i importerat frukt och grönt, vilket kan ge hälsoproblem. I detta fall är barn speciellt sårbara.

Som ofta är fallet vid en värdering av miljörisker är det mycket svårt att härleda exempelvis ökningen av vissa typer av cancer till någon enskild faktor. Kunskapen om långsiktiga effekter är dessutom liten för dagens generation av bekämpningsmedel. Det kan ta en livstid innan effekter på människan syns, vilket är orsaken till att försiktighetsprincipen tillämpas¹². Den har påverkat den svenska kemikaliepolitiken och medverkat till förbudet mot försäljning av de mest hälsoskadliga bekämpningsmedlen. Försiktighetsprincipen är ingen lätt princip att följa utan måste

-
- 1 Åkerblom, N. 2004. Agricultural pesticide toxicity to aquatic organisms – a literature review. Department of environmental assessment, Swedish university of agricultural sciences, Uppsala, Sweden.
 - 2 Wallace, J. B., Cuffney, T. F., Webster, J. R., Lugthart, G. J., Chung, K. & Goldowitz, B. S. 1991. Export of fine organic particles from headwater streams: Effects of season, extreme discharges, and vertebrate manipulations. *Limnol. Oceanogr.* 36, 670–682.
 - 3 Norrgren, L. 2003. Håller moder natur på att feminiseras? I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. *KSLA Tidskrift* Nr. 12, s. 9–12.
 - 4 Norrgren, L. 2003. Effekter på det vilda, särskilt fisk. I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. *KSLA Tidskrift* Nr. 12, s. 43–46.
 - 5 Norrgren, L. 2003. Diskussion. I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. *KSLA Tidskrift* Nr. 12, s. 71–76.
 - 6 Miljöaktuellt, 2003. Varför dör pilfinkshannarna redan i äggen? *Miljöaktuellt* 18, Naturvårdsverket.
 - 7 Naturvårdsverket, 1997. Spridning av kemiska bekämpningsmedel. *Naturvårdsverkets allmänna råd*, 1997:3.
 - 8 Moore, A. & Waring, C. P. 2001. The effect of a synthetic pyrethroid pesticide on some aspects of reproduction in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquatic Toxicology* 52, 1–12.
 - 9 Steinberg, C. E. W., Lorenz, R. & Spieser, O. H. 1995. Effects of atrazin on swimming behavior of zebrafish, *Brachydanio rerio*. *Water Research* 29, 981–985.
 - 10 Miljøstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.
 - 11 <http://www.slv.se>, sökväg: Säker mat, Främmande ämnen, Bekämpningsmedel, 2005-03-31.
 - 12 SOU, 2000. Varor utan faror. Sveriges offentliga utredningar 2000:53.

ständigt tolkas vid praktisk tillämpning. Tolkningen rymmer en rad värderingar och riskbedömningar, och dessutom görs ekonomiska avvägningar inför ett beslut om att godkänna ett bekämpningsmedel.

Många förgiftningar orsakas av bekämpningsmedel. De förekommer att bekämpningsmedel orsakar förgiftningar i Sverige, men problemen är mångdubbelt större i utvecklingsländer. Några svenska uppgifter har inte hittats, men i Bichel-udvalget gjordes en genomgång av danska dödsfall som orsakades av bekämpningsmedel under 1995¹. Man fann 48 dödsfall, varav 45 var självmord och tre var olyckor med barn. Det var inte möjligt att avgöra om förgiftningarna

handlade om jordbrukskemikalier eller om det var bekämpningsmedel för hemmabruk.

Enligt en genomgång av de förgiftningsfall som rapporterades till Giftinformationen i Danmark 1997, förekom 163 fall, varav hälften orsakades av insektsmedel¹. En stor andel var barn under fjorton år, men de flesta fallen var med preparat för hemmabruk. Cirka tolv procent (tjugo fall) var kopplade till jordbrukets bekämpningsmedel.

I världen totalt sett och framför allt i utvecklingsländer, är förgiftningsfallen och dödsfallen många gånger fler. I vissa delar av världen orsakar förgift-



ningar med bekämpningsmedel fler dödsfall än infektionssjukdomar². Bekämpningsmedelsanvändningen är dåligt reglerad och medlens tillgänglighet gör att de ofta används vid självmord. De flesta dödsfallen är självmord, vilka globalt uppskattades till knappt 800 000 år 1990, varav 75 procent begicks i utvecklingsländer². Men förgiftningar och dödsfall bland lantarbetare är också vanliga. Paradoxalt nog används de mest giftiga pesticiderna i länder där resurser inte finns för en säker användning.

En lantbrukselev dog på 1960-talet i Sverige

Det finns ett känt akut dödsfall vid yrkesmässig användning av bekämpningsmedel i Sverige³. På 1960-talet dog en lantbrukselev av förgiftning av ett ogräsmedel. Det var den mycket giftiga substansen dinoseb som förbjöds 1973. Eleven spillde bekämpningsmedel i stöveln när han skulle fylla på sprutan. Medlet togs upp genom huden och när kvällen kom fick han andningsproblem och avled senare.

Sprutförare är utsatta för störst risk

Den största hälsorisen löper de som yrkesmässigt arbetar med bekämpningsmedel^{1,4,5,6}. Speciellt utsatta är de som arbetar i växthus där man använder bekämpningsmedel. Här är det dock viktigt att påpeka att den svenska produktionen av de viktiga växthuskulturerna tomat och gurka nästan helt sker utan kemisk bekämpning. Istället kontrolleras skadegörarna genom biologisk kontroll⁷.

Vid påfyllning och rengöring av sprutan kommer sprutförare i kontakt med bekämpningsmedlet och vid sprutningen kan också bekämpningsmedel komma in i traktorhytten. Medlen kan tas upp direkt genom huden, men också via luftvägarna, beroende på substansens egenskaper och preparatets formulering. Används rätt skyddsutrustning minskar riskerna drastiskt. Pulverformiga medel utgör en betydligt större risk än flytande medel. Enligt danska beräkningar ger dessa medel en 5–10 gånger högre exponering än flytande medel, bland annat genom att risken för inandning av kemikalierna är högre¹. Hur stor exponeringen blir beror av antalet tillfällen

som föraren sprutar och är inte relaterad till hur stor dos som sprids på fältet.

I Jordbruksverkets och KemI:s handlingsprogram för bekämpningsmedelsanvändningen görs en bedömning av de främsta riskområdena för dem som yrkesmässigt använder bekämpningsmedel⁸. Det handlar om påfyllning och rengöring av utrustning, användning av fläktspruta, hantering av behandlade växter i växthus, upprepade behandlingar mot bladmögel i potatis, och mot gråmögel och mjöldagg i jordgubbar.

Svårt att härleda cancerfall till exponering av bekämpningsmedel

När det gäller människan är det som tidigare nämnts svårt att utvärdera de cancerframkallande effekterna av en låg och långvarig exponering av olika kemikalier. Omfattande epidemiologiska studier (befolkningsundersökningar) under flera decennier krävs för att kunna komma med rimliga slutsatser⁹. Det är dessutom problematiskt att överföra resultat från

¹ Miljöstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.

² Eddleston, M., Karaliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G., Isbister, G., Konradsen, F., Murray, D., Piola, J. C., Senanayake, N., Sheriff, R., Singh, S., Siwach, S. B. & Smit, L. 2002. Pesticide poisoning in the developing world – a minimum pesticide list. *The lancet* 360, 1163–1167.

³ Lennart Torstensson, pers. komm. 2004-04-15.

⁴ Undeger, Ü & Basaran, N. 2002. Assessment of DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures by the alkaline comet assay. *Archives of toxicology* 76, 430–436.

⁵ Bolognesi, C. 2003. Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutation Research* 543, 251–272.

⁶ HSE, 2003. Pesticide Incidents Reports 2002/03. Health and Safety Executive. www.hse.gov.uk/agriculture 2005-01-17.

⁷ Jordbruksverket, 2001. Trädgårdsnäringens växtskyddsförhållanden. Rapport 2001:7A.

⁸ Jordbruksverket, 2002. Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen till år 2006. Rapport 2002:7, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen.

⁹ Miljø og helse – en forskningsbasert kunnskapsbase. Del av oppfølgingen av Helsinkideklarasjonen, 1998. Sammenhengen mellom negative miljøfaktorer og helse, 26–250. Statens institutt for folkehelse, Oslo.

djurförsök till människa eftersom den cancerframkallande effekten ofta är artspecifik. Det går ofta många år mellan exponering och insjuknande i cancer, vilket gör det svårt att finna ett samband mellan enskilda ämnen och dess cancerframkallande förmåga. Människor är dessutom aldrig exponerade för enbart en substans.

Det finns resultat från studier på försöksdjur och studier bland människor som yrkesmässigt exponeras för medlen som tyder på att det finns samband mellan vissa bekämpningsmedel och cancer¹. Men enligt en rad studier finns det dock ingen signifikant ökning av dödlighet i cancer bland dessa yrkesgrupper². Generellt är cancerfrekvensen istället lägre bland lantbrukare än i befolkningen som helhet. Men vissa cancerformer drabbar oftare lantbrukare, till exempel non-Hodgkins lymfom, hudcancer, leukemi, hjärntumör och prostatacancer. Enligt en dansk studie mellan 1970 och 1979 var akut och kronisk leukemi överrepresenterade bland lantbrukare².

Det är framför allt tidigare generationer av hälsofarliga bekämpningsmedel som har studerats och där ett samband med cancer har erhållits. Organiska klorföreningar som exempelvis DDT har associerats med bland annat leukemi och hudcancer, och organiska fosforföreningar och fenoxisyror med non-Hodgkins lymfom². Som grupp har insekticider flest kopplingar till en ökad cancer risk. I en review över epidemiologiska studier om ogräsmedel och cancer drogs slutsatsen att det fanns rimliga bevis för en koppling mellan fenoxisyror och non-Hodgkins lymfom. Cancerformer som påverkas av kroppens hormoner, såsom bröst- och prostatacancer, har ökat i västvärlden från slutet av 1900-talet³. Ännu finns det dock inga säkerställda teorier om vilka miljöföroreningar som ligger bakom ökningen. De nyare bekämpningsmedlen har man naturligt nog mycket mindre kunskap om. Fortfarande används dock i Sverige några substanser som misstänks vara cancerframkallande, bland annat ditiokarbamaten mankozeb⁴.

Det finns mycket få studier av kopplingen mellan pesticider och cancer hos barn och dessa är baserade på mycket få cancerfall. Resultaten tyder på att barn, och speciellt foster, är mer sårbara för effekter av bekämpningsmedel än vuxna. Hjärntumör hos barn är den cancertyp som oftast relateras till en exponering av bekämpningsmedel, men det finns inga vetenskapligt säkerställda kopplingar².

Låg cancer risk för befolkningen som helhet

Det finns få kända samband mellan exponeringen för bekämpningsmedelsrester och cancer risken hos en hel befolkning. Ett undantag är bekämpningsmedel som innehåller arsenik². De flesta studierna har undersökt sambandet mellan blodinnehållet av långlivade klororganiska föreningar (DDT, dieldrin) och bröstcancer. Man har i flera studier funnit en högre risk för bröstcancer vid höga nivåer av dessa ämnen i blodet. Enligt Bichel-udvalget är dock inte dokumentationen tillräcklig för att sambandet ska anses bevisat.

Komplex exponering av hormonstörande ämnen

Vi utsätts för en mängd främmande kemikalier och andra ämnen med tänkbar hormonell effekt, varav bekämpningsmedel endast är en komponent. Bekämpningsmedel som inte är godkända för användning i Sverige i dag och som visat hormonstörande effekter i djurförsök är exempelvis atrazin, simazin, endosulfan, vinklozolin och karbendazim⁵. Det är dock okänt om exponeringen av hormonstörande ämnen, framför allt genom livsmedel och dricksvatten, är tillräckligt hög för att ge effekter på människan. Det handlar om dos och koncentration. Den relevanta dosen för människan är okänd. Från läkemedelssidan vet vi att östrogenbehandling ökar risken för bröstcancer⁶. Där handlar det om mycket höga doser i jämförelse med dem vi får i oss via rester i livsmedlen. Exponeringstiden och åldern när vi utsätts för hormonerna är också viktiga faktorer. Tiden under fosterutvecklingen och spädbarnstiden är känsliga perioder⁶. När det gäller ämnen i livsmedel kan det röra sig om en exponering under mycket lång tid och i låga doser. Detta gör det mycket svårt att

förutse effekter enbart utifrån experimentella studier, som exempelvis de som görs inför godkännandet av ett bekämpningsmedel. Förutom kemikalierester kan rester av läkemedel med hormonella effekter finnas i animaliska livsmedel. Syntetiskt framställda köns-hormoner har längre verkningsstid än kroppsegna hormoner och bryts inte ner lika lätt⁵. Bilden blir än mer komplicerad av bakgrundsexponeringen av naturliga hormonliknande ämnen, fytoöstrogener, i vegetabilier.

Hormonstörande ämnen påverkar fortplantningen. Effekterna kan vara störd könsdifferentiering, försämrad äggstocksfunction eller sänkt spermieproduktion. Det har funnits en misstanke om att lågdos-exponeringen av bekämpningsmedel är en faktor som påverkat fortplantningsfunktionerna hos befolkningen i Danmark. Miljøstyrelsen fann att spermiekvaliteten hos friska män fortlöpande sjunkit sedan 1930-talet⁷. Under samma period ökade antalet fall av testikelcancer, speciellt hos yngre män. Men dokumentationen var inte tillräcklig för att avgöra om tidigare exponering av bekämpningsmedel skulle kunna vara en av orsakerna. Man har däremot funnit effekter bland dem som yrkesmässigt kommer i kontakt med bekämpningsmedel. Bland arbetare i växthus med hög användning av bekämpningsmedel har man i danska studier funnit en försämrad spermiekvalitet².

Andra effekter är att de hormonrelaterade cancerformerna bröst- och testikelcancer ökar. En utvärdering av den vetenskapliga litteraturen inom området miljörelaterad hormonstörning hos människan, kommer fram till att man ännu inte har tillräckligt underlag för att kunna bevisa att negativa effekter på människan förekommer av hormonstörande ämnen i miljön⁸. Detta trots att det finns många enskilda studier där man påvisat negativa effekter av hormonstörande miljögifter. Man anser dock att det är biologiskt rimligt att det finns effekter och att djurexperiment stödjer detta. De enda säkerställda bevisen för att människor påverkas är när de utsatts för en hög exponering, som vid kemikalieolyckor. Det finns

alltså kända mekanismer för en mänsklig hormonpåverkan. Problemet är den oklara kopplingen mellan negativa hälsoeffekter och lågdosexponering under lång tid.

Det finns som sagt en rad olika källor och spridningsvägar för ämnen med hormonella effekter, vilket ger en komplex exponeringsbild. Det är därför mycket svårt att göra en koppling mellan ett enskilt ämne och hormonella effekter. Det saknas också kunskap om vilka hormonella effekter dagens bekämpningsmedel skulle kunna ha. I miljömålet Giffri miljö betonas vikten av att satsa på kunskapsuppbyggnad inom området.

Stor okunskap om neurologiska effekter

Man antar att kroniska neurologiska sjukdomar som Alzheimers sjukdom, Parkinsons sjukdom och multipel skleros (MS) orsakas av ett samspel mellan miljöfaktorer och ärftliga faktorer³. Det är sannolikt att dessa sjukdomar till viss del orsakas av långvarig lågdos-exponering av olika miljögifter. Nervtoxicitet kan också påverka förståndet, inlärningen och minnet. Flera grupper av bekämpningsmedel, speci-

¹ Ünderger, Ü & Basaran, N. 2002. Assessment of DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures by the alkaline comet assay. *Archives of toxicology* 76, 430–436.

² Miljøstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.

³ Miljø och helse – en forskningsbasert kunnskapsbase. Del av oppfølgingen av Helsinkideklarasjonen, 1998. Sammenhengen mellom negative miljøfaktorer og helse, 26–250. Statens institutt for folkehelse, Oslo.

⁴ <http://www.kemi.se>. Bekämpningsmedel/Bekämpningsmedelsregistret/Ämnesblad, 2005-02-08.

⁵ Bruce, Å., Nordlander, I. & Hellenäs, K.-E. 2003. Rester av illegala tillväxtbefrämjande ämnen i animala livsmedel. I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. *KSLA Tidskrift* Nr. 12, s. 27–31.

⁶ Mäkelä, S. 2003. Fytoöstrogener. I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. *KSLA Tidskrift* Nr. 12, s. 21–26.

⁷ Miljøstyrelsen, 1995. Male reproductive health and environmental chemicals with estrogenic effects. Miljøprojekt Nr. 290.

⁸ International Program on Chemical Safety, 2002. Global assessment of the state of the science of endocrine disruptors. www.who.int/pes/pes_new.html 2004-12-15.

ellt insektsmedlen, har en verkningsmekanism som innebär att nervsystemet påverkas. Orsakssammanhangen bakom de ovan nämnda sjukdomarna och andra neurologiska effekter är emellertid lite kända, och man har inte kunnat fastställa viktiga riskfaktorer. Vid några tillfällen har dock ditiokarbamaterna associerats till en neurologisk påverkan hos arbetare vid produktion av blommor i växthus¹. Från exempelvis Kanada finns indikationer på en ökad risk för Parkinsons sjukdom för dem som yrkesmässigt exponerats för ogräsmedel². I dessa studier har man fokuserat på herbiciden paraquat, vilken inte är godkänd i Sverige (sedan 2003 är den dock upptagen på EU:s positivlista).

Experimentella studier har visat att ett nervsystem under utveckling är mer sårbart än ett fullt utvecklat nervsystem. I djurförsök har man visat att lågdosexponering av organiska fosforinsekticider, samt substanserna DDT och paraquat, som ger en nervpåverkan under hjärnans utveckling, kan leda till irreversibla förändringar i det vuxna djurets hjärna. Detta kan jämföras med att när vuxna individer exponerades för samma substanser hade de lägre eller ingen effekt alls³.

Svaga bevis för en påverkan på immunsystemet

Många djurförsök har påvisat förändringar i immunsystemet efter exponering av pesticider, men resultaten är svåra att översätta till en verklig exponering av människor. Experimentella data har dock visat att bland annat organiska fosforföreningar kan inducera kontaktöverkänslighet³.

Mycket få studier av effekter i befolkningen

Det finns mycket få data om hälsoeffekter hos befolkningen som en följd av lågdosexponering av bekämpningsmedel via dricksvatten och mat. En stor svårighet är att hela befolkningen är utsatt för en liknande exponering. Det man försöker göra är att studera grupper med en exponering över genomsnittet, vilket kan förekomma för personer med speciella kostvanor eller om de bor nära intensivt sprutad åkermark. Det

finns också grupper som löper större risk att påverkas än andra. Till dessa hör barn och personer med svagt immunförsvar, eller vissa kroniska sjukdomar³. När det gäller gränsvärden för innehåll av bekämpningsmedel i livsmedel finns numera extra låga gränsvärden för barnmat (se sidan 44).

För att studera långtidseffekter av bekämpningsmedel används befolkningsundersökningar. Det finns dock en mängd felkällor när sådana studier ska tolkas och de räcker inte för att bevisa orsakssammanhangen³. Ett exempel är att personer med högre exponering för pesticider än genomsnittet troligtvis skiljer sig från kontrollgruppen även på andra områden. I studierna tar man hänsyn till sådana felkällor genom korrektionsfaktorer, men det finns ett mycket stort antal faktorer vars sjukdomspåverkan man inte känner till.

¹ Ruijten, M. W., Salle, H. J., Verberk, M. M. & Smink, M. 1994. Effects of chronic mixed pesticide exposure on peripheral and autonomic nerve function. *Archives of Environmental Health* 49, 188–195.

² Semchuk, K. M., Love, E. J. & Lee, R. G. 1992. Parkinson's disease and exposure to agricultural work and pesticide chemicals. *Neurology* 42, 1328–1335.

³ Miljøstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.

Avslutande diskussion

Ett omfattande arbete har lagts ned i Sverige på att minska riskerna med användningen av kemiska bekämpningsmedel, bland annat genom att substanser med miljöfarliga och hälsoskadliga egenskaper har dragits in. För att åstadkomma en säkrare hantering av medlen har samhället även satsat resurser på rådgivning, vilken har fokuserat på både hälsa (sprutförare) och miljö. I de första politiska handlingsprogrammen om bekämpningsmedel var det viktigaste målet att minska de använda mängderna, och i dag använder vi cirka hälften så mycket som för 20–25 år sedan. Men sedan ett antal år visar användningen en uppåtgående trend, särskilt när det gäller antalet behandlingstillfällen. I dag är bekämpningsfrekvensen av samma storleksordning som på 1980-talet då riskminskningsarbetet inleddes. När det gäller hälsorisker för sprutföraren är antalet spruttillfällen en viktigare riskindikator än de använda mängderna. Trots den höga sprutfrekvensen har dock hälsoriskerna minskat enligt KemI:s hälsoindikatorer, bland annat på grund av att mindre hälsofarliga ämnen används.

Med utgångspunkt från ovanstående resonemang kan man säga att beroendet av kemiska bekämpningsmedel inte har minskat i det svenska jordbruket. Bekämpningsmedelsrester finns spridda i miljön och rester finns i våra livsmedel. Så länge medlen används tycks vi också få en spridning till omgivningen. En säkrare hantering av kemikalierna har inte räckt för att resthalterna i miljön ska vara "nära noll", som det uttrycks i miljökvalitetsmålet Giftfri miljö. En viktig fråga är om beroendet av bekämpningsmedel är förenligt med en hållbar utveckling.

Den här rapporten betonar den stora bristen på kunskap som finns rörande effekter av kemikalier i stort,

och även av de kemiska bekämpningsmedlen. Detta innebär att det är mycket viktigt att försiktighetsprincipen tillämpas i kemikalieregleringen. I Sverige har principen varit vägledande när det gäller godkännande eller indragningar av bekämpningsmedel. Men försiktighetsprincipen måste tolkas i varje enskilt fall och nyttan vägas mot riskerna vid godkännandet av ett bekämpningsmedel. Det är i allmänhet så att man accepterar större risker när det gäller substanser som är mycket kostsamma att avstå ifrån och svåra att finna alternativ till.

De områden där kunskapsbristen är speciellt stor är dels de miljö- och hälsomässiga effekterna av en blandning av många bekämpningsmedel, dels egenskaperna hos bekämpningsmedlens nedbrytningsprodukter. Enstaka studier har visat att man ibland får synergieffekter, det vill säga att olika substanser förstärker varandras effekt och att giftigheten ökar. Vi människor och vår miljö utsätts för en innehållsrik "cocktail" av kemikalier, varav bekämpningsmedlen endast är en liten grupp. Det är mycket svårt att härleda en viss effekt i miljön till en enskild substans. I storleksordningen 18 000–22 000 kemiska ämnen beräknas finnas i Sverige i olika typer av produkter och varor (Miljö kvalitetsmål – Giftfri miljö, Kemikalieinspektionen). Av dessa var cirka 130 stycken bekämpningsmedel som var godkända för användning i lantbruket (2003). Det speciella med bekämpningsmedlen är dock att de sprutas direkt på våra grödor som används till livsmedel och foder. Kemikalierna används också öppet på åkern, med risk för spridning till den omgivande miljön.

Enligt min uppfattning är vissa miljöeffektstudier oroande. Det gäller bekämpningsmedlens påverkan på det ekologiska samspelet i vattenmiljöer. En på-

verkan på en organismgrupp kan leda till en lång rad indirekta effekter vars konsekvenser är mycket svåra att förutse. I modellförsök har man exempelvis visat att ett insektsmedel som slår mot vattenlevande smådjur kan leda till en ökad alg tillväxt (algbloomning). Det kan kanske vara så att både bekämpningsmedlen och ett överskott av näringsämnen är inblandade i övergödningseffekterna vi observerar i våra vatten. Är detta fallet, behöver åtgärderna mot övergödning förändras. Störningen av laxfiskars fortplantning, där redan mycket låga halter av bekämpningsmedel har effekt, är ett annat allvarligt exempel.

Sedan några år bedrivs en systematisk miljöövervakning av bekämpningsmedelsrester i vatten. Ett allvarligt problem är att exempelvis syntetiska pyretroider mot insekter är mycket giftiga för vattenlevande organismer i så små doser att de inte går att detektera med nuvarande analysmetoder. Vi vet alltså inte om dessa substanser finns där eller inte, och en riskbedömning är inte möjlig att göra.

När det gäller hälsoriskerna är osäkerheten ännu större än för miljöriskerna. En grupp sjukdomar som

man vet mycket lite om i dag är olika neurologiska sjukdomar, till exempel Alzheimer och Parkinsons sjukdom. Dit hör också olika neurologiska effekter som koncentrationssvårigheter och försämrad inlärningsförmåga. Man misstänker att en exponering för kemikalier kan spela in. Men som beskrivits ovan, är bekämpningsmedlen endast en del av problemet tillsammans med det stora antalet andra kemikalier vi kommer i kontakt med.

Användningen av kemiska bekämpningsmedel i lantbruket är en viktig framtidsfråga och många frågetecken finns om hur allvarliga miljö- och hälsoeffekterna är. Det starka beroendet av kemikalierna, samt kunskapsbristen om deras olika effekter, gör att det är viktigt att stärka utvecklingen av alternativ till den kemiska bekämpningen. Det kan handla om att ersätta kemiska lösningar med ekologisk teknik. Men för att möjliggöra en större förändring i beroendet av de kemiska bekämpningsmedlen krävs förändringar av hela produktionssystemen, exempelvis en minskad specialisering av jordbruksproduktionen.

Referenser

- (EG) 396/2005. Europaparlamentets och rådets förordning om gränsvärden för växtskyddsmedel i livsmedel och fodermedel av vegetabiliskt eller animaliskt ursprung, <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/JOIndex.do> 2005-03-30.
- Aebischer, N. J. & Potts, G. R. 1990. Long-term changes in numbers of cereal invertebrates assessed by monitoring. Proceedings of Brighton crop protection conference 1990. Pest and disease, 163–172.
- Ahnström, J. 2002. Ekologiskt lantbruk och biologisk mångfald – en litteraturstudie. Centrum för hålligt lantbruk, SLU, Uppsala. <http://www.cul.se>, 2005-02-06.
- Anderson, R. L. 1982. Toxicity of fenvalerate and permethrin to several nontarget aquatic invertebrates. *Environ. Entom.* 11, 1251–1257.
- Andersson, A., Jansson, A. & Eskhult, G. A. 2003. Bekämpningsmedelsrester i vegetabilier 2002. Rapport 12/2003, Livsmedelsverket, Uppsala. <http://www.slv.se> 2005-03-30.
- Andersson, A., Jansson, A. & Eskhult, G. A. 2004. Bekämpningsmedelsrester i vegetabilier 2003. Rapport 12/2004, Livsmedelsverket, Uppsala. <http://www.slv.se> 2005-03-30.
- Andersson, A., Jansson, A. & Kuusk, A-K. 2002. The Swedish monitoring of pesticide residues in food of plant origin: 2001. Rapport 15, Livsmedelsverket, Uppsala. <http://www.slv.se> 2005-03-30.
- Andersson, Ö, Atuma, S., Linder, C.-E., Bergh, A & Hansson, L. 1997. Sjunkande halter av organiska klorföreningar i svensk fisk. *Vår Föda* Nr. 3, 7–11, Statens Livsmedelsverk.
- Arctic pollution, 2002. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Oslo. www.amap.no.
- Arvidsson, T. 1997. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. Doctoral thesis, Agraria 77. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Arvidsson, T., Fogelfors, B. M. & Fogelfors, H. 1999. Herbicidresistens hos ogräs – mekanismer och åtgärder. *Fakta Jordbruk* 3, SLU, Uppsala.
- Atuma, S., Linder, C.-E., Nilsson, I. Hansson, L. 1996. Halterna av organiska klorföreningar minskar i animaliska livsmedel. *Vår Föda* Nr. 7, 22–27, Statens Livsmedelsverk.
- Aude, E., Tybirk, K. & Pedersen, M. B. 2003. Vegetation diversity of conventional and organic hedgerows in Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 99, 135–147.
- Barbash, J. E. & Resek, E. A. 1996. Pesticides in ground water: Distribution, trends, and governing factors. *Pesticides in Hydrologic System series* 2, 590 s. Ann Arbor Press, Chelsea Michigan, USA.
- Battaglin, W. & Fairchild, J. 2002. Potential toxicity of pesticides measured in midwestern streams to aquatic organisms. *Water Science & Technology* 45, 95–103.
- BBC news, 2001. <http://news.bbc.co.uk>, search: pesticides mix, 2005-01-27.
- Belden, J. & Lydy, M. 2000. Impact of atrazin on organophosphate insecticide toxicity. *Environmental Toxicity & Chemistry* 19, 2266–2274.
- Benbrook, C. M. 2004. Genetically engineered crops and pesticide use in the United States: The first nine years. *BioTech InfoNet* No. 7. <http://www.biotech-info.net/highlights.html>, 2005-02-07.
- Bergkvist, P. 2004. Pesticide risk indicators at national and farm level – A Swedish approach. PM 6:2004. Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se>, 2005-02-01.
- Björklund, J., Limburg, K. & Rydberg, T. 1999. Impact of production intensity of the ability of the agricultural landscape to generate ecosystem services: an example from Sweden. *Ecological Economics*, 29, 269–291.
- Bolognesi, C. 2003. Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutation Research* 543, 251–272.
- Bruce, Å., Nordlander, I. & Hellenäs, K.-E. 2003. Rester av illegala tillväxtbfrämjande ämnen i animala livsmedel. I: *Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel*. KSLA Tidskrift Nr. 12, s. 27–31.
- Carp, S.A., Kobel, W. & Doe, J. 2000. Health risk of low-dose pesticide mixtures: A review of the 1985-1998 literature on combination toxicology and health risk assessment. *Journal of toxicology and environmental health, Part B Critical reviews* 3, 1–25.
- Cederberg, C. & Mattsson, B. 2000. Life Cycle assessment of milk production – a comparison of conventional and organic farming. *J. Clean. Prod.* 8, 49–60.
- Chiverton, P. A. & Sotherton, N. W. 1991. The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. *Journal of Applied Ecology* 28, 1027–1039.
- Cilgi, T. & Jepson, P. 1995. The risk posed by deltamethrin drift to hedgerow butterflies. *Environ. Poll.* 87, 1–9.
- Crommentuijn, T., Sijm, D. De Bruijn, J. Van Leeuwen, K. & van der Plassche, E.J. 2000. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for some organic substances and pesticides. *J. Environm. & Managem.* 58, 297–312.

- Eddleston, M., Karalliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G., Isbister, G., Konradsen, F., Murray, D., Piola, J.-C., Senanyake, N., Sheriff, R., Singh, S. & Siwach, S. B., 2002. Pesticide poisoning in the developing world – a minimum pesticide list. *The Lancet* 360, 1163–1167.
- Edwards, O. & Lawrence, L. 2003. Should we be worried about developing insecticide resistance in aphids? *Pesticide Outlook* June 2003, 104-106.
- Environmental Protection Agency, Department of Pesticide Regulation. <http://www.cdpr.ca.gov>, 2005-03-29.
- European Commission, 2002. Monitoring of Pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein, 2000 report. SANCO/687/02 final.
- European communities, 2002. The use of plant protection products in the European Union. Data 1992–1999. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY_OFF-PUB/KS-49-02-830/EN/KS-49-02-830-EN. PDF, 2005-03-29.
- European Environment Agency, 2001. Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000, 210 pp. EEA, Copenhagen.
- European Environment Agency, 2001. Twelve late lessons. In: Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000, p. 168–191. EEA, Copenhagen.
- European Environment Agency, 1999. Groundwater quality and quantity in Europe. EEA, Copenhagen.
- Faust, M., Altenburger, R., Backhaus, T., Bödeker, W., Scholze, M. & Grimme, L.H. 2000. Predictive assessment of the aquatic toxicity of multiple chemical mixtures. *Journal of Environmental Quality*, 29, 1063–1068.
- Felsot, A. S., Bhatti, M. A., Mink, G. I., Reisenauer, G. 1996. Biomonitoring with sentinel plants to assess exposure of non-target crops to atmospheric deposition of herbicide residues. *Environ. Toxicol. Chem.* 15, 452–459.
- Fogelfors, H. & Ingelög, T. 1986. *Lantbruket i landskapet*. LTs förlag.
- Fogelfors, H. (red) 2001. *Växtproduktion i jordbruket*. Natur och kultur/LTs förlag och SLU, Borås.
- Friberg-Jensen, U., Wendt-Rasch, L., Woin, P. & Christoffersen, K. 2003. Effects of the pyrethroid insecticide, cypermethrin, on a freshwater community studied under field conditions. I. Direct and indirect effects on abundance measures of organisms at different trophic levels. *Aquatic Toxicology* 63, 357–371.
- Hoffman, R.S., Capel, P.D. & Larson, S.J. 2000. Comparison of pesticides in eight US urban streams. *Environmental Toxicology & Chemistry* 19, 2249–2258.
- HSE, 2003. Pesticide Incidents Reports 2002/03. Health and Safety Executive. www.hse.gov.uk/agriculture 2005-01-17.
- International Program on Chemical Safety, 2002. Global assessment of the state of the science of endocrine disruptors. www.who.int/pcs/pcs_new.html 2004-12-15.
- Jensen, H. A. & Kjellsson, G. 1995. Frøpuljens størrelse og dynamik i moderne landbrug 1. Ændringer af frøindholdet i agerjord 1964–1989. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen Nr 13, 141 s.
- Jordbruksverket, 1999. Minskade hälso- och miljörisker vid användning av bekämpningsmedel i Sverige. *Jordbruksinformation* 22-1999.
- Jordbruksverket, 2000. Minskade hälso- och miljörisker vid användning av bekämpningsmedel. Rapport 2000:4.
- Jordbruksverket, 2000. Verksamhet inom bekämpningsmedelsprogrammet, programmen för minskat växtnärläckage och för ekologisk produktion. Rapport 2000:3.
- Jordbruksverket, 2001. Sveriges utrikeshandel med jordbruksvaror och livsmedel 1998–2000. Rapport 2001:16.
- Jordbruksverket, 2001. Trädgårdsnäringens växtskyddsförhållanden. Rapport 2001:7A.
- Jordbruksverket, 2002. Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen till år 2006. Rapport 2002:7, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen.
- Jordbruksverket, 2004. Mål för ekologisk produktion 2010. Rapport 2004:19, Jordbruksverket, Jönköping.
- Karin Bengtson, 2003. Riktad statistiksammanställning. Jordbruksverket, Internationella enheten.
- Kemikalieinspektionen, 2004. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2003.
- Kemikalieinspektionen, 2004. Riktvärden för ytvatten, <http://www.kemi.se> 2004-10-11.
- Konsumentverket, 2003. Ekologiska och konventionella grönsaker. Odling och miljöpåverkan. PM 2003:06. Konsumentverket, Stockholm.
- Kreuger, J. 1999. Pesticides in the environment – atmospheric deposition and transport to surface waters. Docotoral thesis, *Agraria* 162, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Kreuger, J. 2001. Bekämpningsmedel i vatten-kunskapsläge. I: Bekämpningsmedel i vatten – vad vet vi om förekomst och effekter? *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* Nr 8, s. 9–15.
- Kreuger, J. 2003. Vinterprovtagning av bekämpningsmedel i Vemmenhögsån 2001/2002. Teknisk rapport 69, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Kreuger, J., Holmberg, H., Kylin, K. & Ulén, B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. *Ekohydrologi* 77, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2003:12, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
- Kreuger, J., Peterson, M. & Lundgren, E. 1999. Agricultural inputs of pesticide residues to stream and pond sediments in a small catchment in southern Sweden. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 62, 55–62.
- Kreuger, J., Törnquist, M. & Kylin, H. 2004. Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar, samt i nederbörd under 2003. *Ekohydrologi* 81, Institutionen för

- markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. , samt Rapport 2004:18, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
- Landell Mills, 1996. Regional analysis of use patterns of ppps in 6 EU countries. Executive summary and cross regional reviews: Wheat, potatoes, apples, vines. Landell Mills Market Research Ltd, Bath. United Kingdom.
- Larson, S., Capel, P. D. & Majexski, M. S. 1997. Pesticides in surface waters: Distribution, trends, and governing factors. Pesticides in Hydrologic System series, 3, 373 s. Ann Arbor Press, Chelsea Michigan, USA.
- Livsmedelsverket, 2001. Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten. SLV FS 2001:30.
- Lucas, S. & Pau Vall M. Pesticides in the European Union. The European Commission, Agriculture & Environment. http://europa.eu.int/comm/agriculture/envir/report/en/pest_en/report_en.htm, 2005-03-29.
- Madeley, J. 2002. Unsuitable for use – profile of paraquat. Pesticide News 56, 3–5.
- Miljø och helse – en forskningsbasert kunnskapsbase. Del av oppfølgingen av Helsinkideklarasjonen, 1998. Sammenhengen mellom negative miljøfaktorer og helse, 26–250. Statens institutt for folkehelse, Oslo.
- Miljöaktuellt, 2003. Varför dör pilfinkshannarna redan i ägggen? Miljöaktuellt 18, Naturvårdsverket.
- Miljøstyrelsen, 1995. Male reproductive health and environmental chemicals with estrogenic effects. Miljøprosjekt Nr. 290.
- Miljøstyrelsen, 1999. Bichel-udvalget. Rapport fra underudvalget om Miljø og sundhed. Danmark.
- Moore, A. & Waring, C. P. 2001. The effect of a synthetic pyrethroid pesticide on some aspects of reproduction in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquatic Toxicology 52, 1–12.
- Moore, M. T., Hugget, D. B., Gillespie, W. B., Jr., Rogers, J. H., Jr. & Cooper, C. M. 1998. Comparative toxicity of chlordane, chlorpyrifos, and aldicarb to four aquatic testing organisms. Archives of Environmental Contamination & Toxicology 34, 152–157.
- Mueller-Beilschmidt, D. 1991. Resistance of insect pests and disease vectors to synthetic pyrethroids. Journal of Pesticide Reform 10, 43–38. http://www.eap.mcgill.ca/Mag-Rack/JPR/JPR_09.htm, 2005-02-07.
- Mäkelä, S. 2003. Fytoöstrogener. I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. KSLA Tidskrift Nr. 12, s. 21–26.
- Naturvårdsverket, 1997. Spridning av kemiska bekämpningsmedel. Naturvårdsverkets allmänna råd, 1997:3.
- Naturvårdsverket, 1999. Pesticider hittas i miljöprover. I: Öka de eller minskade miljögiftshalter i den svenska miljön? Rapport 5016, s. 25–30, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket, 2002. Om införandet i Sverige av direktiv (76/464/EEG) om utsläpp av farliga ämnen. Rapport 5204, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket, 2004. Miljömålen – allas vårt ansvar. Miljömålsrådets utvärdering av Sveriges 15 miljömål, Stockholm. <http://miljomal.nu>, 2005-03-02.
- Naturvårdsverket, 2004. Riktvärden för halter av växtskyddsmedel i ytvatten – vägledning och tillämpning. <http://www.naturvardsverket.se> 2004-11-10. Sökväg: jordbruk/bekämpningsmedel.
- Naturvårdsverket, 2005. http://www.naturvardsverket.se/Jordbruk/Genmodifierade_organismer, 2005-02-07.
- Norberg, H. 2004. Riktvärden för växtskyddsmedel i ytvatten. Beskrivning av den svenska metoden. Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se> 2004-10-11.
- Norrgren, L. 2003. Diskussion. I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. KSLA Tidskrift Nr. 12, s. 71–76.
- Norrgren, L. 2003. Effekter på det vilda, särskilt fisk. I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. KSLA Tidskrift Nr. 12, s. 43–46.
- Norrgren, L. 2003. Håller moder natur på att feminiseras? I: Feminisering av moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel. KSLA Tidskrift Nr. 12, s. 9–12.
- OECD, 1999. Swedish Risk Reduction Indicator. In: OECD, Results of the OECD Survey of National Pesticide Reduction Indicators, 2nd OECD Workshop on Pesticide Risk Indicators, Braunschweig, Germany 1–3 June 1999.
- Olsson, R. 2002. Om falkägg och människors minne. I: Kemikalier i samhället, naturen och människan. Svenska naturskyddsföreningen, s. 2–4. <http://www.snf.se>, kemikalier, 2005-03-02.
- Pearson, H. 2002. Pesticide pains brain. Experimental biology.
- Perez, A. & Kogan, M. 2003. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. Weed Research 43, 12–19.
- Pesticide News, 1996. Rice and Asian environment, No. 33, 9–11. <http://www.pan-uk.org>, PAN UK Journal, 2005-03-29.
- REACH – Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals. Registrering, utvärdering och godkännande av kemiska ämnen. <http://www.kemi.se>, 2005-03-02.
- Reddersen, J. 1997. The arthropod fauna of organic versus conventional cereal fields in Denmark. Biol. Agric. & Hort. 15, 61–71.
- Regeringens proposition 1997/98:145. Svenska miljömål.
- Regeringens proposition 1997/98:2. Hållbart fiske och jordbruk.
- Regeringens proposition 2000/01:130. Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier.
- Regeringens proposition 2000/01:65. Kemikaliestrategi för Giffri miljö.
- Rosling, D., Erlandsson, B. Pihlström, T & Ericsson, B-G. 1998. Dricksvatten – en stor undersökning av bekämpningsmedel. Vår föda 1, s. 22–28, Livsmedelsverket, Uppsala.
- Ruijten, M. W., Salle, H. J., Verberk, M. M. & Smink, M. 1994. Effects of chronic mixed pesticide exposure on peripheral and autonomic nerve function. Archives of Environmental Health 49, 188–195.
- Semchuk, K. M., Love, E. J. & Lee, R. G. 1992. Parkinson's

- disease and exposure to agricultural work and pesticide chemicals. *Neurology* 42, 1328–1335.
- SNF, 2002. Om potatis och kemiska bekämpningsmedel i jordbruket. Faktaunderlag till miljövänliga veckan 2002. Svenska Naturskyddsföreningen.
- SOU, 2000. Varor utan faror. Sveriges offentliga utredningar 2000:53.
- Statistiska centralbyrån, 1995. Bekämpningsmedel i jordbruket 1993/94. Förbrukning i åkergrödor. Na 31 SM 9502. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.
- Statistiska centralbyrån, 1999. Bekämpningsmedel i jordbruket 1997/98. Förbrukning i åkergrödor. Mi 31 SM 9902. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.
- Statistiska centralbyrån, 2004. Bekämpningsmedel i jordbruket 2003. Statistiska meddelanden MI 31 SM 0401. Statistiska centralbyrån och Kemikalieinspektionen.
- Statistiska centralbyrån, 2004. Jordbruksstatistisk årsbok 2004, med data om livsmedel.
- Steinberg, C. E. W., Lorenz, R. & Spieser, O. H. 1995. Effects of atrazin on swimming behavior of zebrafish, *Brachydanio rerio*. *Water Research* 29, 981–985.
- Stiftelsen Lantbruksforskning, 2003. Mer om forskning. Tema: potatis, Nr 2. Stiftelsen Lantbruksforskning, Stockholm.
- Sundin, P., Kreuger, J & Ulén, B. 2002. Undersökning av bekämpningsmedel i sediment i jordbruksbäckar år 2001. *Ekohydrologi* 64, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära. Rapport 2002:6, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala.
- Svensson, R. Kärlväxter i jordbrukslandskapet, s. 38–47. I: Floravård i jordbrukslandskapet. Skyddsvärda växter. Databanken för hotade arter, SBT-förlaget, Lund. ISBN 91-971255-7-1.
- Sötvatten – årsskrift från miljöövervakningen, 2001. SLU och Naturvårdsverket.
- Thiruchelvam, M., Richfield, E.K., Baggs, R.B., Tank, A.W. & Cory-Slechta, D.A. 2000. The nigrostriatal dopaminergic system as a preferential target of repeated exposures to combined Paraquat and Maneb: Implications for Parkinson's disease. *Journal of Neuroscience* 20, 9207–9214.
- Tibblin, A. 2000. 17,6 kilo – om bananer, miljö och konsumentmakt. Svenska Naturskyddsföreningen, Stockholm.
- Törner, L. 2004. Riskindex för kemiska bekämpningsmedel – resultat från en utvärdering på gårds- och grödnivå. Odling i Balans, <http://www.odlingibalans.com>, 2005-02-01.
- Törnquist, M., Kreuger, J & Ulén, B. 2002. Förekomst av bekämpningsmedel i svenska vatten 1985–2001. *Ekohydrologi* 65, 38 s. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Uppsala.
- Ulen, B., Kreuger, J. & Sundin, P. 2002. Undersökning av bekämpningsmedel i vatten från jordbruk och samhällen 2001. *Ekohydrologi* 63, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, samt Rapport 2002:4, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Distribution: Inst. för markvetenskap.
- Wallace, J. B., Cuffney, T. F., Webster, J. R., Lugthart, G. J., Chung, K. & Goldowitz, B. S. 1991. Export of fine organic particles from headwater streams: Effects of season, extreme discharges, and vertebrate manipulations. *Limnol. Oceanogr.* 36, 670–682.
- Ward, S., Arthington, A. H. & Pusey, B. J. 1995. The effects of a chronic application of chlorpyrifos on the macroinvertebrate fauna in an outdoor artificial stream system: Species responses. *Ecotoxicology & Environmental Safety* 30, 2–23.
- Vaz, R. 1993. Organichlorine contaminants in Swedish foods of animal origin and human milk. Doktorsavhandling, SLU.
- Weibull, A.-C., Östman, Ö. & Granqvist, Å. 2003. Species richness in agro-ecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity & Conservation* 12, 1335–1355.
- Wendt-Rasch, L. 2003. Ecological effects of pesticides in freshwater model ecosystems. Doctoral thesis, Lunds universitet.
- Wendt-Rasch, L., Friberg-Jensen, U., Woin, P. & Christoffersen, K. 2003. Effects of the pyrethroid insecticide, cypermethrin, on a freshwater community studied under field conditions. II. Direct and indirect effects on the species composition. *Aquatic Toxicology* 63, 357–376.
- Wendt-Rasch, L., Pirzadeh, P. & Woin, P. 2003. Effects of met-sulfuron methyl and cypermethrin exposure on freshwater model ecosystems. *Aquatic Toxicology* 63, 243–256.
- Wesseling, C. 1997. Health effects from pesticide use in Costa Rica. Karolinska Institutet. Stockholm; Gotab tryckeri.
- Wicklund Glynn, A., Darnerud, P.-O., Atuma, S., Aune, M., Nilsson, I, Nordlander, I & Wernroth, L. 1999. Halterna av klorerade miljöföroreningar sjunker. *Vår Föda* Nr. 6, 36-37, Statens Livsmedelsverk.
- Woin, P. 1998. Short- and long-term effects of the pyrethroid insecticide fenvalerat on an invertebrate pond community. *Ecotoxicology & Environmental Safety* 41, 137–156.
- Ündeger, Ü & Basaran, N. 2002. Assessment of DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures by the alkaline comet assay. *Archives of toxicology* 76, 430–436.
- Åkerblom, N. 2004. Agricultural pesticide toxicity to aquatic organisms – a literature review. Department of environmental assessment, Swedish university of agricultural sciences, Uppsala, Sweden.

Centrum för uthålligt lantbruk – CUL – är ett samarbetsforum för forskare och andra med intresse för ekologiskt lantbruk och lantbrukets uthållighetsfrågor. CUL arbetar med utveckling av tvärvetenskapliga forskningsmetoder och för samverkan och samplanering av insatser för:

- forskning
- utvecklingsarbete
- utbildning
- informationsspridning

inom det ekologiska lantbruket.

Centrum för uthålligt lantbruk
Box 7047
750 07 Uppsala
www.cul.slu.se