

Verden omkring os, vores mad og vi selv består af kemikalier. Nogle af disse kemikalier er reguleret af lovgivningen, andre er ikke, og baggrunden for dette virker ikke altid helt logisk. Forfatteren efterlyser en mere saglig debat om, hvad vi vil acceptere af kemikalier i fx vore fødevarer og drikkevand.

Hvad vil vi acceptere af kemikalier i drikkevand og fødevarer?



Om forfatteren

Nina Cedergren er professor
Institut for Plante og Miljøvidenskab,
Københavns Universitet
n cf@plen.ku.dk

Frem til 1960'erne var så godt som ingen kemikalier reguleret. Virksomheder kunne udlede, hvad de ville, og folk kunne bruge alle mulige produkter uden viden om, hvad der var i dem. Og det gjorde de. To hændelser satte imidlertid fokus på nødvendigheden af at vide, hvad der sker med kemikalier i miljøet, og hvilken virkning de har på mennesker og miljø. Den ene hændelse gik under navnet Minimata-sygen. Den opstod i 1956 i den japanske fiskerby Minimata, hvor folk fik motoriske forstyrrelser, og kvinderne fødte voldsomt hjerneskadede børn. Det viste sig, at symptomerne skyldtes methyl-kviksølv udledt med spildevandet fra en nærliggende industri til havet, hvor det akkumulerede op gennem fødekæden og endte i de fisk, som befolkningen spiste.

Den anden hændelse var, da man blev opmærksom på miljøvirkningerne af den voldsomme brug af insektmidler som fx DDT efter anden verdenskrig. Det blev i 1962 malende beskrevet af Rachel Carson i bogen *The Silent Spring*, hvor forfatteren undrede sig over, hvor lydene af svirrende insekter og syngende fugle var blevet af.

Til sammen skabte disse begivenheder en vældig global debat omkring de negative virkninger af menneskeskabte kemikalier. En debat, der dannede grobund for den regulering, vi i dag har af primært industrielt producerede kemikalier.

Hvilke kemikalier bliver reguleret?

Man regner med, at der i Europa anvendes omkring 100.000 forskellige menneskeskabte kemikalier i forskellige produkter. Der findes i EU specielle lovgivninger for grupper af kemikalier, som man antager potentielt udgør den største risiko for mennesker og miljø, nemlig medicin, fødevarer, kosmetik, biocider og pesticider. De resterende menneskeskabte kemikalier bliver reguleret via den europæiske kemikalielovgivning REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals), som er under indfasning.

Det er imidlertid ikke kun menneskeskabte kemikalier, der kan være potentielt farlige. Nogle af de mest potente giftstoffer, man kender, stammer fra naturlige kilder, hvorfor man også regulerer eksempelvis naturligt forekommende svampetoksiner i vores fødevarer. Ligeledes var der i julen 2013 en debat om, hvorvidt man skulle regulere indtaget af det naturligt forekommende stof kumarin, som bl.a. findes i kanel, og som i for store mængder kan være kræftfremkaldende. Andre naturlige giftstoffer som alkohol, koffein og nikotin har man valgt ikke at regulere.

Principper for regulering

Kemikalier er grundlæggende reguleret ud fra et eller flere af tre principper: 1) risikoen for at stoffet kan forårsage en uønsket virkning, 2) stoffets

iboende egenskaber eller 3) politiske principper. Nogle gange hører man om "forsigtighedsprincippet" i forbindelse med kemikaliregulering. Forsigtighedsprincippet er et retsligt princip, der gør det muligt at handle, selvom man ikke har de nødvendige videnskabelige data, hvis truslen for mennesker og miljø er tilstrækkeligt stor. En anvendelse af forsigtighedsprincippet kræver derfor, at man vurderer, at der er en stor trussel for mennesker og/eller miljø.

Nogle grupper af kemikalier, fx medicin, kosmetik og fødevarer, er udelukkende reguleret på baggrund af en risikovurdering. En risikovurdering er meget omfattende og kræver store mængder af data omkring stoffernes giftighed og menneskers eksponering til stofferne. Andre stoffer, fx pesticider, bliver i nogle sammenhænge vurderet på baggrund af risiko og i andre sammenhænge på baggrund af politiske principper. Det sidste gælder fx for indholdet af pesticider i drikkevand og fødevarer, hvor man har et princip om, at stofferne ikke må findes. Grænseværdierne for pesticider i drikkevand i EU er derfor 0,1 µg/L, da det var den værdi, man kunne måle i 1980'erne, da loven blev indført.

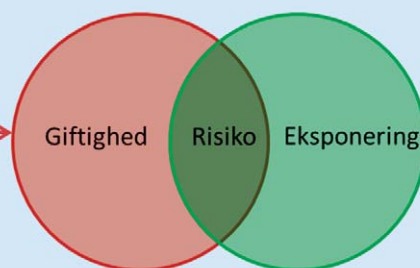
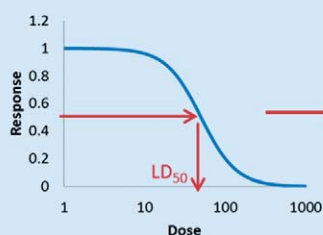
Grænseværdierne for pesticider i fødevarer, kaldet MRL (Maximum Residue Levels), er også generelt baseret på princippet om, at hvis man kan måle dem, er der for meget. Undtagelsen er nogle af de pesticider, der er godkendt til brug tæt på høst eller som overfladekonserverende på fx citrusfrugter. For disse pesticider er grænserne baseret på den mindste dosering, der kan give en god kontrol med den sygdom eller de skadedyr, der skal kontrolleres under god jordbrugspraksis. MRL-værdien skal selvfølgelig være mindre end den maksimale værdi, der på baggrund af en risikovurdering er uskadelig. I modsætning til grænseværdien for pesticider bliver grænseværdierne i drikkevand og fødevarer for potentielt giftige kemikalier såsom PAH'er, dioxiner, nitrat, nitrit og diverse metaller, fastsat på baggrund af en risikovurdering.

Den sidste revision af den europæiske pesticidlovgivning har nu også inkluderet stoffets iboende egenskaber som faktorer, der kan forårsage et forbud mod eller restriktioner i brugen af et pesticid. Også selvom risikovurderingen viser, at den reelle risiko ved en bestemt anvendelse er minimal.

Når gode intentioner får det modsatte udfald

Et eksempel på brug af forsigtighedsprincippet i EU var, da EU-kommissionen vedtog et 2-års forbud (trådt i kraft i 2014) mod at bruge en gruppe insektmidler, neonikotenoiderne, til bejdsning af frø fra blomstrende planter. Det blev gjort på baggrund af en bekymring for, hvorvidt disse insekt-

Risikovurderinger



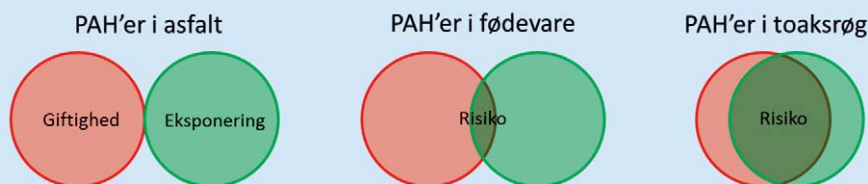
En risikovurdering af et kemikalie beskriver sandsynligheden for, at et kemikalie er til stede i en mængde, der kan have en negativ virkning for mennesker eller natur. En risikovurdering kræver derfor adgang til to typer af information:

- 1) Hvilken mængde af kemikallet giver en negativ virkning?
- 2) Hvor stor er sandsynligheden for, at mennesker eller miljø bliver udsat for kemikallet? Og i hvilke mængder?

Information om giftigheden får man fra forsøg på mikroorganismer, planter og dyr, som man udsætter for stigende mængder af kemikallet, mens man måler på parametre som organismernes vækst, reproduktion og overlevelse eller på

deres adfærd, sygdomsudvikling etc. Denne type forsøg giver såkaldte dosis-respons-kurver (se figuren), hvor man kan aflæse den mængde af kemikalie, der skal til for at give fx 50 % virkning på den parameter, man måler på. Hvis man måler på overlevelse, kalder man en 50 % virkning for LD_{50} .

Information om eksponering kan man få på to måder: Man kan enten måle mængden af kemikallet i dyr, mennesker eller i miljøet (hvilket man typisk gør med kemikalier, der allerede er i miljøet), eller man kan anvende computermodeller, der kan estimere, hvordan et kemikalie vil opføre sig i miljøet (typisk i forbindelse med godkendelser af kemikalier, fx pesticider).



Risikoen ved en gruppe potentielt giftige kemikalier afhænger af, hvilken sammenhæng de indgår i. Det er her illustreret for polyaromatiske hydrocarboner (PAH'er), hvoraf nogle er kræftfremkaldende. PAH'er indgår bl.a. i asfalt, hvor de sidder rigtig godt fast. Risikoen for, at de frigives til miljøet og ender i mennesker, er derfor meget lille. De samme stoffer kan også findes i fødevarer, bl.a. røgede produkter og fisk. Her er risikoen for, at mennesker bliver udsat for stofferne større, og man har derfor fastsat grænseværdier for specifikke PAH'er i fødevarer og drikkevand. PAH'er forekommer

også i tobaksrøg. Her er risikoen for, at mennesker, der indånder tobaksrøg, bliver udsat for kræftfremkaldende PAH'ere meget stor. I dette tilfælde har man dog valgt kun at lovgive om, *hvor* man må ryge, men ikke *om* man må ryge. Man har i stedet valgt at advare om tobaksrøgens giftighed på pakkerne.

En risikovurdering er altså baseret på videnskabelige data, men måden, hvorpå man vælger at håndtere denne risiko, er en politisk beslutning.

midler kunne findes i planternes nektar og pollen i mængder, der kunne være skadelige for honningbier og andre bestøvende insekter. Eksperterne i det Europæiske Agentur for Fødevarer (EFSA) udarbejdede en rapport, der sagde, at man ikke med nuværende data kunne belyse den fulde risiko. Det blev derfor besluttet, at man over en 2-årig periode skulle skaffe flere data.

Når man bejdsrer frø, tilsætter man svampe- og insektmidler til en tynd skal, der ligger omkring frøet. Disse midler beskytter selve frøet og i tilfældet med neonikotenoide bliver insektmidlet desuden optaget af planten, når den spirer og beskytter

dermed de små planter mod insektangreb. Bejdsning af frø er generelt set en meget skånsom måde at tilføre pesticider: Dels er den anvendte dosis meget lav sammenlignet med midler, der sprøjtes på afgrøden, dels er det kun de skadedyr, der spiser af afgrøden, der bliver påvirkede, mens nyttedyr som rovmidler, edderkopper og rovbiller går fri.

Konsekvensen af det midlertidige forbud mod neonikotenoide i bl.a. bejdsning af rapsfrø betyder, at landmændene i stedet sprøjter op til flere gange med de langt mere miljøskadelige insektmidler pyrethroider. Sprøjtning med pyrethroiderne slår også nyttedyr ihjel, og den større frekvens af sprøjt-



Toksicitetsværdier og grænseværdier

	Toksicitetsværdier		Grænseværdier		
	LD ₅₀ (mg/kg kropsvægt)	ADI (µg/kg kropsvægt)	MRL (µg/kg fødevarer)	Drikkevand, EU (µg/L)	Drikkevand, WHO (µg/L)
Aflatoxiner (naturlige svampetoksiner)	0,5-10	0,05-2	0,0001-0,015	-	-
Glycosinolater (naturlig metabolit i bl.a. kål, radisser og peberrod)	180	-	1-4 mio.	-	-
Koffein (naturlig metabolit i bl.a. kaffe)	192	-	0,4-2 mio.	0,2-1,2	-
Cypermethrin (pyrethroid-insektmiddel)	250	50	0,05-2	0,1	300
Imidacloprid (neonikotenoïd-insektmiddel)	450	60	0,05-1	0,1	-
Solanin (naturlig metabolit i bl.a. kartofler)	590	-	50-250	-	-
2,6-dichlorobenzamide (BAM) (undersøgt pesticidmetabolit)	1.470	100	-	0,1 (Danmark)	-
Prosulfocarb (ukrudsmiddel)	1.820	20	0,01-0,02	0,1	-
NaCl (køkkensalt)	3.000	-	-	-	-
Azoxystrobin (svampemiddel)	>5.000	200	0,05-15	0,1	-
Metsulfuron-methyl (ukrudsmiddel)	>5.000	220	0,05	0,1	-
Glyphosate (ukrudsmiddel)	5.600	1.000	0,1-0,5	0,1	700 (USA)

Tabel med toksicitetsværdier og grænseværdier for udvalgte kemikalier. Værdierne LD₅₀ er baseret på rotteforsøg, mens ADI angiver Acceptabelt Dagligt Indtag. Grænseværdierne i højre del af tabellen er dels for fødevarer (MRL = Maximum Residue Levels), dels for drikkevand i EU og fastsat af Verdenssundhedsorganisationen (WHO). Køkkensalt er taget med i tabellen for sammenligningens skyld.

For plantetoksinerne/-metabolitterne solanin, glycosinolat og koffein findes grænseværdier for fødevarer ikke. I stedet er

angivet de koncentrationer, der naturligt findes i fx kartofler, kål og brygget kaffe, og som er fundet i grundvand (fed skrift).

Farverne angiver toksicitetsværdier baseret på forsøg (blå), grænseværdier baseret på en risikovurdering (grøn) og grænseværdier baseret på politiske principper (orange). Intervalterne for MRL-værdierne repræsenterer detektionsgrænsen (lav værdi) og den mængde, der må findes, hvis afgrøderne er behandlet efter god jordbrugspraksis (høj værdi).

(se også onlinemateriale for en version af tabellen med kildehenvisninger).

ninger vil uundgåeligt også føre til en større risiko for, at pyrethroiderne ender andre steder i miljøet, hvor de kan gøre skade. Hvis intentionen med forbuddet mod neonikotenoïder på frø var at beskytte miljøet mod negative virkninger af insektmidler, er resultatet (i mine øjne) blevet det modsatte.

Risikohåndtering

Eksemplet med neonikotenoïderne illustrerer to ting meget godt:

For det første, at forskere ikke altid er enige om, hvor stor en given risiko er (og nul-risiko findes ikke, da der altid vil være ting, man ikke har målt

på). Man kan derfor som forsker altid med rette sige, at der er ting, man ikke har undersøgt.

For det andet, at den politiske håndtering af risiko, og hvordan den evt. skal udmøntes i lovgivning, er en fin balanceakt, hvor både fordele og ulemper ved et forbud ideelt set bør indgå. Dertil kommer, at både forskere og politikere, den implicerede industri og eventuelle interesseorganisationer ofte kan have personlige interesser i at dreje en debat i en bestemt retning. Forskere vil ofte fokusere på risikoen, da en potentiel risiko kan føre til, at der vil blive tilført området flere forskningsmidler. Politikerne vil som regel gerne vælges igen til

Omfanget af information, som skal foreligge i forbindelse med registreringen af et pesticid i EU. Her er det for registrering af insektmidlet chlorantraniliprole, hvor resultaterne af 450 undersøgelser af alt fra analyse-metoder til skæbne og virkning på mennesker og miljø dokumenteres på 60.000 sider.

Foto: Hans-Jürgen Barth, DuPont.



Videre læsning:

Du kan finde mere materiale online til denne artikel via denne side: aktuelnaturvidenskab.dk/nyeste-numre/6-2014/ Her kan du læse mere om de tre principper, man regulerer kemikalier efter og du kan finde kildehenvisninger til tallene i tabellen.

Lone Mikkelsen: "Kemikalier i politik og hverdag - EU's kemikaliepolitik REACH, hormonforstyrrende stoffer, nanomaterialer og cocktaileffekter", Det Økologiske Råd, Kbh. 2013 (Kan hentes gratis på nettet)

Guidelines for drinking water quality, World Health Organisation. Bogen kan downloades fra: www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq-3rev/en/

Giftighed og indtag af koffein <http://foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/caffeine-info-sheet.pdf> <http://www.caffeineinformer.com/caffeine-safe-limits>

Björklund E, Styrishave B, Anskjær GG, Hansen M og Halling-Sørensen B (2011) Dichlobenil and 2,6-dichlorobenzamide (BAM) in the environment: What are the risks to humans and biota?

næste valg, og er derfor følsomme overfor stemningen i befolkningen. Og industrien vil ofte fokusere på de samfundsmæssige fordele ved deres produkter. Pressen ender ofte med at være den primære formidler af risikoen ved kemikalier til den brede befolkning, og den vil så godt som altid fokusere på risiko og farer, da sådanne historier "sælger" bedst. Befolkningen får derfor let et fordrejet og følelsesladet billede af den reelle risiko ved at anvende forskellige kemikalier.

Når man tager det store vue udover viften af kemikalier og de principper, de er reguleret på baggrund af, kan man finde masser af eksempler på inkonsistens. Fx er koffein ikke reguleret, selvom det er mere giftigt overfor rotter end selv de mest giftige insektmidler, vi bruger i Danmark. Og koffein registreres både i overfladevand og grundvand, når man måler efter den. Også i koncentrationer over de grænseværdier, vi bruger for pesticider.

Svampegifte, som dannes naturligt af svampesyddomme i fx. korn, er reguleret ud fra deres sundhedsrisiko, hvorimod indholdet af pesticider og deres nedbrydningsprodukter i både afgrøder og i drikkevand, som nævnt, alle næsten udelukkende er reguleret ud fra politiske principper om, at de ikke er ønsket. Sådanne politiske principper er på sin vis rigtig fine, for man skal ikke sprede flere potentielle giftstoffer i naturen end absolut nødvendigt. På den anden side er det også vigtigt, at man åbent kan debattere rimeligheden i disse politiske principper i de situationer, hvor de kan føre til et forbud af pesticider, der ellers vil kunne bidrage til sunde (svampesyddomsfri) afgrøder og højere udbytter på den dyrkede jord.

Ukrudtsmidler som metsulfuron-methyl og lignende produkter risikerer fx at blive reguleret på baggrund af, at deres nedbrydningsprodukter sammenlagt potentielt kan overskride den politisk satte grænse på 0,1 µg/L. Moderstoffet er i sig selv

mindre giftigt end køkkensalt, og selvom der er undtagelser, gælder det generelt, at nedbrydningsprodukter er mindre giftige end deres bioaktive moderstoffer. På den anden side er naturlige planteholdsstoffer i de grøntsager, vi spiser, som solanin i kartofler eller glycosinolater i kål, radisser og peberrod ikke reguleret, selvom de er betydeligt mere giftige end nogle af de ukrudtsmidler, vi har på markedet i Danmark, og selvom de findes i vores grøntsager i temmeligt høje koncentrationer.

Regulering af kemikalier i fremtiden

Når man ser på resultaterne af reguleringen af kemikalier gennem det seneste halve århundrede, er der sket rigtigt meget positivt. Vi har fået udfaset de meget giftige pesticider og en række andre industrikemikalier, så rovfugle og insekter er vendt tilbage. Vi har fået forbudt en lang række af de meget svært nedbrydelige stoffer, som akkumulerer i miljøet, og deres forekomst i miljøet er nu for nedadgående, selvom det går langsomt. På trods af denne positive udvikling, får man i pressen ofte indtryk af, at vi bør være mere bekymrede end nogensinde.

Der ligger en udfordring i at håndtere det faktum, at vi med forbedrede analyseteknikker vil være i stand til at måle kemikalier i lavere og lavere koncentrationer, men at de forbedrede metoder samtidig skaber større og større bekymringer blandt folk. Vi finder nu kemikalier i miljøet og i mennesker, som vi ikke fandt for nogle årtier siden, selvom vi målte efter dem; men det sker af den simple grund, at det først er nu, vi faktisk er i stand til at måle dem. Andre kemikalier har man ikke målt efter før, og de "dukker" så pludselig op, når man begynder at måle efter dem.

Vi må derfor vænne os til, at vi lever i en verden af kemikalier. Det bør derfor være den samlede mængde kombineret med stoffernes giftighed, som afgør, om de udgør en risiko og derfor bør reguleres – ikke alene det faktum, at kemikalierne kan måles i miljøet.

Jeg mener det er vigtigt, at vi kan få en saglig og fakta-baseret debat om reguleringen af kemikalier, hvor både fordelene og ulemperne bliver opvejet mod hinanden. Og hvor vi ser på alle kemikalier, både de menneskeskabte og de naturlige, og laver en samlet vurdering af, hvor samfundets ressourcer skal bruges. Målet må være at vi monitorer og regulerer de kemikalier, der udgør den største risiko, og ikke kun dem, der er tradition for at monitorer og regulere.

Metoderne til at finde de kemikalier, der udgør den største risiko findes eller kan udvikles, hvis den politiske vilje er til stede. ■