

miljö

TREN DER

från SLU

Innehåll

Kraftsamling kring organiska miljögifter 2

Organiska miljögifter

Ny metod avslöjar

enskilda klorparaffiner 3

Önskas – förbättrad övervakning
av organiska miljögifter 4

Kemikalier kan påverka
fiskars könstillhörighet 6

Tallbarr avslöjar brister i modell 10

Notiser / Disputationer / Konferenser 12



Foto: Mats Gerentz/SLU

Tema: Organiska miljögifter

Trots minskade utsläpp visar mätningar att organiska miljögifter fortfarande påträffas i våra sjöar, skogar och bland våra vilda djur. I det här numret diskuteras några av de problem som dagens miljöarbetare ställs inför.

Kraftsamling kring organiska miljögifter

DÅ STATENS LANTBRUKSKEMISKA laboratorium för några år sen skulle avvecklas argumenterade jag för att bekämpningsmedelsenheten borde behållas vid SLU.

Jag tyckte det var naturligt att ett universitet som SLU, med en inriktning på miljö och naturresurser, måste ha kompetens inom området organiska miljögifter och att det då var rimligt att slå vakt om och bygga vidare på den erfarenhet man hade skaffat i arbetet med analyser av bekämpningsmedel.



Foto: Mats Gerentz, SLU

DET VAR EN UPPFATTNING som inte delades av alla, men bekämpningsmedelsenheten blev kvar och kom att utgöra Sektionen för organisk miljökemi vid SLU:s Institution för miljöanalys. Tre av artiklarna i det här numret av Miljötrender har skrivits av forskare vid sektionen. De visar på bredden av och djupet i SLU:s engagemang inom området. Det handlar om utveckling av nya metoder för analys av organiska miljögifter, om hur miljöövervakningen kan förbättras och om hur resultat från forskning och miljöövervakning kan kombineras för att ge en bättre förståelse av mekanismerna bakom den globala spridningen av miljögifter.

I DAG ÄR DET FÖRHOPPNINGSVIS INTE fråga om att avveckla utan om att utveckla. "En giftfri miljö" är ett nationellt miljömål. Organiska miljögifter uppmärksammas i olika delar av det internationella samarbetet på miljöområdet. Bekämpningsmedel har fått en ökad roll i den nationella miljöövervakningen. SLU kan och vill medverka i arbetet på alla dessa områden. Universitetets själva verksamhetsidé handlar om att utveckla kunskapen om de biologiska naturresurserna och människans hållbara nyttjande av dessa. Påverkan på de biologiska systemen av miljögifter är dessvärre en påtaglig konsekvens av vårt nuvarande sätt att utnyttja naturresurserna.

ATT BEDRIVA FORTLÖPANDE MILJÖANALYS för att klarlägga hur organiska miljögifter påverkar naturresurserna inom SLU:s olika ansvarsområden är emellertid ingen lätt uppgift. Den kräver kunskaper och utrustning inom en rad områden – miljökemi, toxicologi, ekologi och en rad andra discipliner. SLU har mycket av detta, men man behöver ett bättre samarbete mellan olika enheter. Att finna former för samverkan över fakultets- och institutionsgränser är därför en utmaning. SLU kan inte heller ensamt täcka området organiska miljögifter. Att etablera ett ökat samarbete med andra universitet och forskningsinstitut är nödvändigt.

ALLT DETTA KRÄVER RESURSER, och tilldelningen bestäms ytterst av hur man på ansvarigt håll uppfattar det problem som organiska miljögifter utgör. Från min horisont har intresset länge förefallit svagt och i vart fall synbarligen inte kunnat omsättas i praktiskt handlande. Vi har till skillnad från vårt sydliga grannland inte någon nationell institution med resurser och ansvar för analys av bekämpningsmedel i miljömatriker. Miljögifter ingår knappast alls i den nationella miljöövervakningen. Det har inte varit möjligt att ta fram bedömningsgrunder och gränsvärden för miljögifter i nämnvärd utsträckning.

KANSKE ÄR DETTA PÅ VÄG ATT ÄNDRAS, kanske inte. Kemikalieutredningen lämnade en rad förslag som, om de genomförs, kommer att ge helt nya förutsättningar (SOU 2000:53). Regeringens efterföljande proposition angav statsfinansiella konsekvenser i form av förstärkningar av Kemikalieinspektionen, medan övriga myndigheter förväntades klara sitt arbete för miljömålet "Giftfri miljö" inom ramen för befintliga budgetmedel. Omprioriteringar måste alltså till.

FRÅN SLU KOMMER VI ATT FORTSÄTTA att påminna om miljögifternas roll och vikten av att området ges ökad uppmärksamhet och mer resurser. Föreliggande nummer av Miljötrender är ett led i detta arbete. Vi hoppas att det bidrar till ökad förståelse av behovet av forskning, undervisning och fortlöpande miljöanalys med inriktning på miljögifternas roll i ett hållbart nyttjande av naturresurserna.

Torgny Wiederholm

TORGNY WIEDERHOLM

Miljötrender – tidningen som speglar den fortlöpande miljöanalysen vid SLU.
Miljötrender utkommer med 3–4 nr/år.

ANSVARIG UTGIVARE: Torgny Wiederholm,
Torgny.Wiederholm@md.slu.se, TEL: 018-67 31 13
REDAKTÖR: Ulla Sandqvist, Ulla.Sandqvist@md.slu.se,
TEL: 018-67 31 07

REDAKTIONENS ADRESS: SLU Miljödata
Box 7062
750 07 Uppsala

FAX: 018-67 35 94

FORTLÖPANDE MILJÖANALYS PÅ SLU: www.md.slu.se

GRAFISK FORM & ORIGINAL: Grön idé AB
UPPLAGA OCH TRYCK: 1000 ex., Adebé Miljötryck.
ISSN: 1403-4743. © SLU Miljödata

PRENUMERATIONER (kostnadsfritt):
SLU Publikationstjänst
Box 7075
750 07 Uppsala
FAX: 018-67 35 00
E-POST: publikationstjanst@slu.se



Ny metod avslöjar enskilda klorparaffiner

Miljöfarliga klorparaffiner finns i dag spridda i vår natur. Relativt höga halter har bland annat mätts upp i fisk, älg och hare. Klorparaffiner är svåra att analysera, men förhoppningsvis kommer en ny metod från SLU att råda bot på detta.

När Marie-Louise Nilsson, forskare vid SLU, studerade källsorterat organiskt hushållsavfall, fann hon påtagligt höga halter av så kallade klorparaffiner i avfallet². Klorparaffiner har visat sig kunna lagras i levande organismer och är dessutom cancerframkallande³.

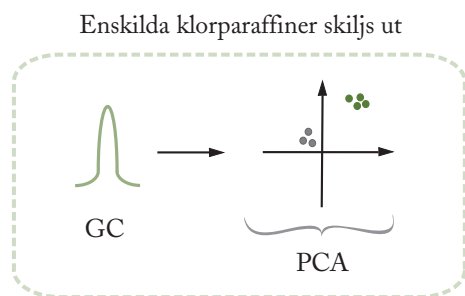
– Klorparaffiner används bland annat i flamskyddsmedel och i smörjoljor inom verkstadsindustrin. De ska inte förekomma i vanligt hushållsavfall, säger Marie-Louise Nilsson.

Svårt skilja ut enskilda klorparaffiner

För att försöka spåra källan till föroreningen började man analysera proverna närmare – något som visade sig vara svårt.

– Kunskapen om hur klorparaffiner sprids i miljön är ganska liten. En förklaring är att det saknas bra och billiga analysmetoder för bestämning av individuella klorparaffiner i miljöprover, säger Marie-Louise Nilsson.

Ofta använder man sig av gaskromatografi vid analys av organiska miljöföroreningar⁴. Ett problem



Figur 1. I ett vanligt gaskromatogram (GC) ger de olika klorparaffinerna ofta upphov till likartade, breda, svårtolkade toppar. Med hjälp av så kallad principalkomponentanalys (PCA) kan man däremot skilja ut de olika klorparaffinerna. Resultatet visas i ett koordinatsystem där likartade klorparaffiner grupperar sig i närheten av varandra. Ju närmare provets klorparaffin hamnar en känd klorparaffin i koordinatsystemet – desto mer liknar klorparaffinerna varandra.



Förhöjda halter av klorparaffiner, ett ämne som bland annat används i flamskyddsmedel, har påträffats i svenska harar¹.

med analys av klorparaffiner är att de kemiskt är så lika varandra att de inte går att skilja åt. Olika klorparaffiner ger ett likartat mönster i gaskromatogrammen (figur 1).

Nytt steg hjälper

För att bättre kunna tolka gaskromatografens dataresultat har Marie-Louise Nilsson efterbearbetat dessa med hjälp av en matematisk metod, så kallad principalkomponentanalys (PCA). Denna metod möjliggör en mer detaljerad analys av gaskromatografens data. Resultatet är att hon nu kan jämföra provets klorparaffiner med kända klorparaffiner och på så sätt identifiera vilken typ som kontaminerar avfallet.

– Metoden är ännu under utveckling, men vi hoppas att den ska kunna ge mer detaljerade svar på vad det var för en förorening som vi mätte upp i avfallet. Sen hoppas vi naturligtvis att metoden ska kunna användas inom miljöövervakningen för bestämning av klorparaffiner i andra typer av miljöprover, säger Marie-Louise Nilsson. ☀

KONTAKTPERSON: Marie-Louise Nilsson, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 30 39.
E-POST: Marie-Louise.Nilsson@ma.slu.se

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Jansson et al., 1993. *Chlorinated and brominated persistent organic compounds in biological samples from the environment*. Environ. Toxicol. Chem. 12:1163-1174.
2. Undersökningen syftade till att öka kunskapen om vilka organiska miljöföroreningar som kan förekomma i vanligt köksavfall, och hur dessa miljöföroreningar omsätts under komposterings- och rötningsprocessen. Nilsson, M-L., 2000. *Occurrence and fate of organic contaminants in wastes*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria 249. Swedish University of Agricultural Sciences.
3. Klorparaffiner bildas vid klorering av kolväten (alkaner) med raka kolkedjor. Antalet kloratomer och kolkedjelängd bestämmer egenskaperna hos en klorparaffin och därmed också användningsområde.
4. I en gaskromatograf förångas provet och separeras därefter i olika provfraktioner.



luft

grundvatten

sjöar

Önskas – förbättrad övervakning

Vår kännedom om förekomsten av organiska miljögifter i Sverige är bristfällig. För att veta hur väl vi lyckas uppnå miljö kvalitetsmålet "Giftfri miljö", behöver miljöövervakningen av dessa ämnen utvidgas. Kampanjvisa mätningar av ämnen som kan uppträda som organiska miljögifter, så kallad "screening", kan vara en hjälp på vägen.

Kemikalieanvändningen ökade kraftigt efter andra världskriget. År 1950 var världens kemikalieproduktion cirka sju miljoner ton/år. Femtio år senare hade den vuxit till cirka 400 miljoner ton/år. Det exakta antalet kemiska ämnen som i dag produceras är inte känt. I EU:s databas över existerande ämnen finns drygt 100 000 listade, varav mellan 30 000 och 40 000 tillverkas och säljs. Flertalet ämnen är organiska kemikalier (fakta).

Miljöövervakning för giftfri miljö

I april 1999 antog riksdagen femton nya, övergripande miljö kvalitetsmål². Ett av dessa är miljö kvalitetsmålet "Giftfri miljö", som ska vara uppnått år 2020. Miljö kvalitetsmålet innebär att 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.

För att uppnå miljö kvalitetsmålet om en giftfri miljö krävs dels sanering av förorenade områden, dels att utsläppen av giftiga kemikalier till miljön upphör. För de organiska miljögifter som transporteras långa sträckor i luften eller i vatten, räcker det inte med att utsläppen upphör i Sverige, utan internationella åtgärder krävs. Mätningar kommer dessutom att krävas för att följa upp att vidtagna åtgärder leder till att miljömålet uppnås.

Ett tiotal organiska miljögifter övervakas

I Sverige mäts i dag endast ett tiotal organiska miljögifter inom den nationella miljöövervakningen,

däribland PCB, DDT, dioxiner, hexaklorbensin, hexaklorcyklohexan och olika bromerade flamskyddsmedel³. Miljöövervakningen har visat att halterna av PCB och DDT i naturen i stort minskar, medan halterna av bromerade flamskyddsmedel ökar⁴.

Organiska miljögifter övervakas även på regional och lokal nivå. Uppgifter från lokala undersökningar tyder på problem, bland annat med bekämpningsmedelsrester i grundvatten⁵. Eftersom fortlöpande miljöövervakning av bekämpningsmedelsrester i grundvatten saknas, är det dock svårt att uttala sig om några trender.

Analysmöjligheterna begränsar urvalet

Antalet organiska ämnen som kan övervakas begränsas både av de tekniska analysmöjligheterna och de ekonomiska resurserna.

För att förbättra situationen inledde Naturvårdsverket för ett par år sen ett så kallat "screening"-program. Med det menas att ett antal ämnens förekomst i miljön mäts kampanjvis varje år. Inom programmet avsätts även pengar till kostnadskrävande metodutveckling. Resultatet av screeningen används för att besluta om man bör ta med ämnena i den fortlöpande miljöövervakningen.

För tre år sen genomförde SLU en screening av bekämpningsmedelsrester i vatten och sediment⁶. Undersökningen visade att flera av de ämnen som mättes borde ingå i den löpande, nationella miljöövervakningen. Detta kommer också att vara fallet från och med nästa år.



skog & mark

vilda djur

av organiska miljögifter

Dagens livsstil bygger på en omfattande kemikalieanvändning och rester av den finns i dag överallt i vår natur. Spåren finns exempelvis i luften vi andas, i våra skogar och sjöar, i grundvattnet och bland våra vilda djur.

Man har sett exempel på att uppföljning i form av löpande miljöövervakning också leder till en minskad miljöbelastning genom en positiv återkoppling till användarna. När lantbrukarna (användarna) ser att deras åtgärder för att minska spill resulterar i att lägre halter detekteras i naturen, ökar deras motivation att ytterligare förbättra bekämpningsmedelshanteringen. Det har bland annat framgått av intervjuer i samband med en regional övervakning av bekämpningsmedelsrester i ytvatten i Skåne⁷.

Gränslös övervakning av gränslösa gifter

Arbetet för att uppnå miljö kvalitetsmålet "Giftfri miljö" innebär en betydande utmaning. Detta dels på grund av svårigheten att få en samlad bild från övervakningen på det regionala och lokala planet, dels eftersom resurserna bara räcker till övervakning av ett begränsat antal potentiella organiska miljögifter. För att kunna få besked om huruvida miljötillståndet förbättras krävs att miljöövervakningen av organiska miljögifter byggs ut. Här fyller "screening"-programmen en viktig funktion, genom att anvisa vilka ämnen som uppmärksamheten bör riktas mot.

Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen arbetar i dag för att föra upp arbetet på nordisk nivå. På så sätt ska man kunna dela på bördan av det omfattande övervakningsarbete som krävs. Ett samarbete över nationsgränserna ökar också möjligheterna att täcka in flera ämnen i övervakningen, och motiveras därtill ytterligare av att spridningen av organiska miljögifter i många fall är ett gränslöst problem. 🌱

fakta

När blir organiska kemikalier miljögifter?

Med organiska miljögifter menas främst naturfrämmande, långlivade organiska föreningar som kan orsaka skador även om de förekommer i lägre doser än vad som åstadkommer en akut förgiftning. Organiska miljögifter ger fördröjda effekter, när de med tiden ansamlas i levande varelser (bioackumuleras). Exempel på organiska miljögifter är DDT och PCB¹.

Naturfrämmande organiska ämnen som tillförs miljön i större mängder, så att de får direkta effekter och kanske förändrar livsmiljön, kallar vi vanligen organiska miljöföroreningar. Det kan röra sig om oljeutsläpp och andra typer av organiska kemikalier som sprids inom ett begränsat område.

KONTAKTPERSON: Peter Sundin,
Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-673032.
E-POST: Peter.Sundin@ma.slu.se

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Bernes, C., 1998. *Organiska miljögifter*. Monitor 16. Naturvårdsverkets förlag.
2. Svenska miljömål – miljöpolitik för ett hållbart Sverige. Regeringens proposition 1997/98:145 (1998/99:MU6).
3. *Att finna farliga flöden*. Naturvårdsverket, Rapport 5036.
4. Läs mer på: www.environ.se
5. Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen. 2001. *Bekämpningsmedel hotar vattenväxterna*, VAV-nytt, 4/2001.
6. Sundin, P., 1999. *Livet i vattnet tar skada av bekämpningsmedelsrester*. Fakta Jordbruk 9, SLU.
7. Kreuger, J., 2000. *Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne*. Årsredovisning för Vemmenhögprojektet 1998 samt en kortfattad långtidsöversikt. Ekohydrologi 54. Institutionen för markvetenskap, SLU.

Foto: Per Bengtsson/Göteborg, Mats Pettersson/Myra, Joakim Ahlgren (2 st) och Kent Bäckström/Myra

Kemikalier kan påverka

Forskare har under senare år uppmärksammat fiskar som utvecklar dubbelkönighet. Misstankarna riktas bland annat mot organiska substanser, som är så lika kroppens egna hormoner, att de stör fiskarnas könsutveckling. Man befarar att störningarna kan orsakas av p-pillerrester och andra vanligt förekommande kemikalier, som når fiskarna via avloppsvatten från våra hushåll.



Under 1990-talet kom en larmrapport från Storbritannien, i vilken brittiska forskare beskrev att mört (*Rutilus rutilus*) i vissa vattendrag var dubbelkönad¹. Med det menas att fiskarna hade både äggceller och testikelvävnad – de var alltså både honor och hanar samtidigt. Vissa djur är naturligt dubbelkönade, exempelvis sniglar, men fisk är normalt antingen hane eller hona, även om vissa arter byter kön².

Avloppsvattnet innehöll östrogen

Vad dubbelkönighet kan tänkas få för effekter på fiskbestånden vet man i dag inte med säkerhet³. Resulterar dubbelkönigheten i färre yngel kan det innebära ett direkt hot mot hela artens överlevnad. En annan fara är att den genetiska basen kan försämrans.

– Den genetiska basen hotas genom att det genetiska urvalet minskar. Om endast tjugo av normalt hundra fiskar i ett bestånd klarar av att reproducera sig blir den genetiska basen genast mindre, säger Leif Norrgren, professor vid Institutionen för patologi vid SLU.

De brittiska forskarna kunde påvisa ett samband

mellan mörtarnas dubbelkönighet och det faktum att fiskarna exponerats för östrogenliknande kemikalier. Dessa når vattendragen främst genom avloppsvatten från våra hushåll.

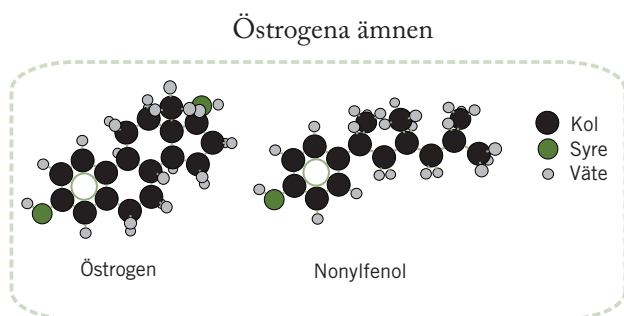
Reproduktionsstörningar hos svenska fiskar

Även i Sverige finns det fiskarter som har problem med sin fortplantning, exempelvis lake (*Lota lota*) i norra Bottenviken och abborre (*Perca fluviatilis*) i sjön Molnbyggen^{4,5} (fakta I). Förutom dessa har två kommersiellt viktiga arter, nämligen östersjölax (*Salmo salar*) och torsk (*Gadus morhua*), drabbats av reproduktionsstörningar och överdödlighet hos avkomman. Under senare tid har man även sett att fångster av fisk har minskat på västkusten. Även här misstänker man att det kan bero på störningar i fiskarnas reproduktionsförmåga, alternativt onormal yngeldödlighet.

– En tänkbar förklaring till de här problemen är miljögifter. Under senare år har man i våra vattendrag kunnat påvisa alltfler kemikalier med en struktur som liknar kroppsegna hormoner. Dessa ämnen kan i värsta fall störa fiskens normala könsmognad och därmed dess förmåga till reproduktion. Men man får inte underskatta andra möjliga förklaringar, till exempel förändringar i näringskedjor, förändrade livsmiljöer och naturliga populationsfluktuationer, säger Leif Norrgren.

Inte bara arvet bestämmer en fisks kön

En fisks utveckling till hona eller hane styrs inte bara av det genetiska arvet utan även av livsmiljön². Om en fisk exponeras för hormoner under sina tidiga utvecklingsstadier kan könstillhörigheten påverkas. Utsätts fisken för det kvinnliga könshormonet östrogen sker en feminisering. Med det menas att genetiska hanar helt, eller delvis, blir honor. Motsatsen är att fisk utsätts för manligt könshormon, det vill säga testoste-



Figur 1: Nonylfenol är så likt naturligt östrogen att det kan ersätta östrogen och binda till östrogenreceptorn. På så vis kan nonylfenol och liknande kemikalier störa könsutvecklingen hos fiskar.

fiskars könstillhörighet



Mört (*Rutilus rutilus*).

Foto: Börje Försäter/Myra.

ron, vilket resulterar i utveckling av hanar. Detta fenomen har bland annat utnyttjats vid fiskodlingar när man vill odla fram enbart honor – eller hanar.

Kemikalier tar över östrogenets arbete

Flera kemikalier, som i dag hittas i naturen, liknar det naturliga östrogenet så mycket att kroppen faktiskt kan ta fel (figur 1). Det som händer är att kemikalien tar över det naturliga östrogenets roll. Till de syntetiskt framställda ämnen som i dag bedöms kunna ha hormonliknande egenskaper räknas bland annat:

- Mjukgörare i plastprodukter
- Bekämpningsmedel
- Ämnen som förekommer i rengöringsmedel och andra vanliga produkter i våra hem
- Läkemedel och nedbrytningsprodukter av dessa

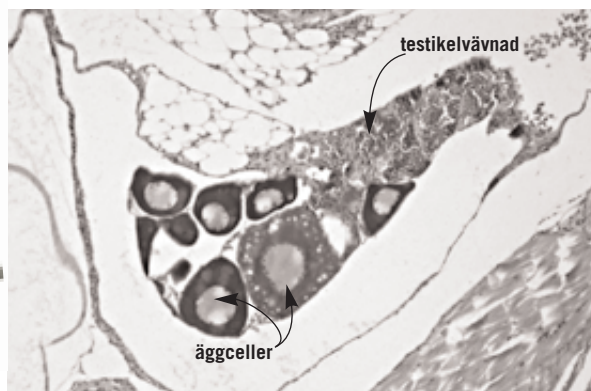
De östrogenlika kemikalierna är oftast betydligt svagare än det naturliga östrogenet och måste därför förekomma i relativt stora mängder för att utgöra en fara för fisken. Ändå känner forskarna oro.

– Ett stort problem som vi ser i dag är östrogen från p-piller, eftersom det är svårnedbrytbart och därför stannar kvar länge i naturen. Vi har också sett att det kan göra fiskynglen till enbart honor eller resultera i dubbelkönighet, säger Leif Norrgren.

Vitellogenin avslöjar exponering

I och med den engelska larmrapporten vaknade farhågorna för hur det såg ut i Sverige och övriga Europa. En studie genomfördes på regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*) som under tre veckor fick leva i nätkassar utanför 30 svenska vattenreningsverk⁷. Parallellt genomfördes även laboratorieförsök, där man lät regnbåge vistas i akvarier, i vilka de exponerades för reningsverksvatten (fakta II).

– Vi upptäckte att regnbåge som exponerades för reningsverksvattnet i vissa fall fick förhöjda halter av



I ett försök där man exponerade yngel av tropisk sebrafisk (*Danio rerio*) för östrogenlika kemikalier såg man att ynglen utvecklade både äggceller och testikelvävnader. Fisken på bilden är 4 månader gammal.

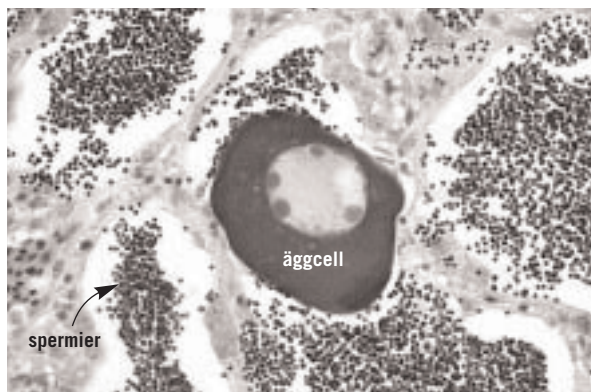


Foto: Leif Norrgren, SLU (Göteborg).

Dubbelkönade mörtar förekommer i ett flertal svenska vattendrag. Mörtan på bilden har utvecklat både äggceller och spermier.

fakta I

Reproduktionsstörningar hos svensk fisk

Även i svenska vatten har man noterat reproduktionsstörningar hos fiskar. Några exempel är:

- Utebliven könsmognad hos abborrhonor i sjön Molnbyggen⁵. Giftigt lakvatten från en närliggande avfallsdeponi misstänks ligga bakom detta.
- Överdödlighet av yngel hos östersjölox (*Salmo salar*), det så kallade M74-syndromet⁶. Sjukdomen utgör ett allvarligt hot mot artens överlevnad. I dag vet man att M74-syndromet bland annat orsakas av brist på B1-vitaminer, men att även andra faktorer är involverade.
- Reproduktionsstörningar hos abborre (*Perca fluviatilis*) och gädda (*Esox lucius*) vid delar av östersjökusten, hos siklöja (*Coregonus albula*) i Mälaren och lake (*Lota lota*) i norra Bottenviken. Olika hypoteser till problemen har framförts, till exempel syrebrist, giftiga alger och miljögifter.
- Skälet till minskad tillgång på östersjötorsk (*Gadus morhua*) är komplex. Förutom överfiske har troligen storskaliga förändringar av Östersjöns vattenkvalitet betydelse.



Foto: Tomas Franklin/Myra

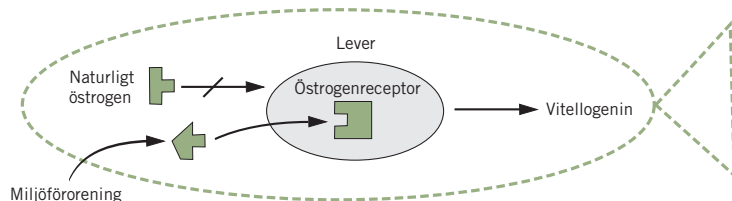
proteinet vitellogenin i blodplasman. Vitellogenin är en byggsten i äggcellerna och ska normalt endast förekomma hos honor som förbereder fortplantning, säger Leif Norrgren.

Det är normalt östrogenet som sätter igång bildandet av vitellogenin i fisken (figur 2). Genom forskarnas upptäckt kan man nu på ett enklare sett se om fiskar har kommit i kontakt med östrogenliknande kemikalier. Man gör det helt enkelt genom att mäta fiskens vitellogeninhalt.

– När vi undersökte de regnbågar som placerats ut i kassar utanför reningsverken mätte vi endast upp förhöjda halter av vitellogenin i några enstaka fall⁸. Risken för att fiskars könsutveckling ska gå fel är alltså inte lika stor här i Sverige som i exempelvis England, säger Leif Norrgren.

Men trots detta förekommer dubbelkönade mörtar i ett flertal svenska vattendrag. Hittills har man dock inte kunnat visa på någon entydig koppling till föroreningsituationen.

Bildning av vitellogenin



Figur 2: Bildning av vitellogenin startar då östrogenmolekylen binder till östrogenreceptorn i fiskens lever. Vissa miljöföroreningar är dock så lika östrogenet att de kan konkurrera ut det naturliga östrogenet och binda till receptorn. Vitellogenin är en viktig byggsten i äggcellerna och ska bara finnas hos honor. Hittar man vitellogenin i icke-köns mogna fisk eller i fiskhanars blodplasma vet man att de har exponerats för östrogen eller östrogenliknande kemikalier.

fakta II

Sebrafisk istället för regnbåge

För att kunna förstå och förklara de reproduktionsstörningar som man har sett hos vilda fiskar gör man olika tester inne på laboratorier. Av tradition har man ofta använt sig av regnbåge när man gjort försök på fiskar i Sverige och många andra länder. Ett problem med regnbåge är att den tar många år på sig för att bli en fullvuxen fisk. Detta omöjliggör i realiteten undersökningar över flera generationer.

För att komma runt problemet försöker man hitta en alternativ fiskart som man kan använda. Nationellt och internationellt utgör sebrafisk (*Danio rerio*) en nyckelart. Denna art har en relativt kort livscykel, cirka fyra månader, vilket gör den väl lämpad för studier som sträcker sig över flera generationer. Sebrafisken är dessutom en karpfisk, vilket betyder att den tillhör samma grupp som många av våra inhemska fiskarter, exempelvis mört.

Studier på sebrafisk, som har exponerats för östrogenliknande kemikalier, visar på liknande störningar av könsorganens utveckling, som de som man har sett hos mört. Detta stödjer antagandet att sebrafisk kan användas vid dessa typer av studier.



Foto: Sv. Aerobilder/Myra

– Att det är svårt att koppla det till föroreningar i vattnet kan förklaras av att vi har en väl fungerande biologisk rening i svenska vattenreningsverk. Dessutom är situationen i Sverige annorlunda jämfört med många länder i Europa. Vi har mycket vatten, vilket innebär att utspädningsfaktorn av rent avloppsvatten är stor. Än så länge har vi bra vatten i Sverige, säger Leif Norrgren.

Risker för högre djur

Fisk är en viktig näringskälla för världens befolkning. Speciellt utvecklingsländerna är i hög grad beroende av fisket för att föda sina invånare och ett utarmat fiske kan där komma att påverka tillgången på mat.

– Den viktigaste förklaringen till att världens fiskbestånd minskar är att man bedriver ett alltför hårt fiske. Men visst finns det en stor oro för vad de konstaterade störningarna i fiskarnas reproduktionsförmåga kan komma att få för betydelse, säger Leif Norrgren.

Kunskaperna om de faktorer som styr könsutveckling och en framgångsrik reproduktion hos fiskar ökar hela tiden. Men många kunskapsluckor finns fortfarande. Trots att forskning kring svärnedbrytbara miljögifter pågått under många år, är sambanden mellan kemikalier och högre djurs, inklusive människans, reproduktionsförmåga oklar. Det finns indikationer att den manliga fertiliteten har minskat.

– Intresset för den här typen av frågor är stort inom Europa och den övriga världen. Ett nytt forskningsprojekt, som handlar om reproduktion i en giftfri miljö, har precis påbörjats vid CRU⁹ i Uppsala. Där ska vi bland annat utveckla modeller som kan hjälpa

till att förklara vilka konsekvenser olika kemikalier kan ha på fortplantning och tidig utveckling hos olika djurslag, säger Leif Norrgren. ✨

KONTAKTPERSON: Leif Norrgren, Institutionen för patologi, SLU. Tel. 018-67 12 06.
E-POST: Leif.Norrgren@pat.slu.se

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Jobling, S., Nolan, M., Tyler, C. R., Brighty, G. och Sumpter, J. P., 1998. *Wildspread sexual disruption in wild fish*. Environ. Sci. Technol. 32: 2498-2506.
2. Inom gruppen läppfiskar förekommer naturligt könsbyte hos vissa arter. Ett exempel är den marina blåglytan (*Labrus bimaculatus*) som under sina första år är hona för att sen omvandlas till hane.
3. Forskning kring hormonliknande kemikaliers effekter på vattenlevande djur pågår i dag i Europa. Omfattande studier av vattenreningsverk och vild fisk sker bland annat inom ramen för ett gemensamt program (COMPREHEND) med ekonomiskt stöd från EU.
Läs mer på: www.ife.ac.uk/comprehend.
4. Norrgren, L., Amcoff, P., Börjeson, H. och Larsson, P-O., 1998. *Reproduction disturbances in Baltic fish - A review*. American Fisheries Soc. 21:8-17.
5. Naturvårdsverket. 2001. *Hur mår fisken i sjön Molnbyggen?* Sammanställningar av undersökningar 1999-2000. ISBN 91-620-8045-8.
6. Naturvårdsverket. 1999. *Fisken och fortplantningen i Östersjön*. Temafakta 91-620-9908-6.
7. Svensson, A., Allard, A-S., Viktor, T., Örn, S., Parkkonen, J., Förllin, L. och Norrgren, L., 2000. *Östrogena effekter av kommunala och industriella avloppsvatten i Sverige*. IVL. B-1352.
8. Larsson, DGJ., Adolfsson-Erici, M., Parkkonen, J., Pettersson, M., Berg, AH., Olsson, PE. och Förllin, L., 1999. *Ethinylloestradiol - an undesired fish contraceptive?*. Aq. Tox. 45, 91-97.
9. SLU och Uppsala universitet har tillsammans bildat "Centrum för Reproduktion i Uppsala" (CRU). Läs mer på: www-cru.slu.se.

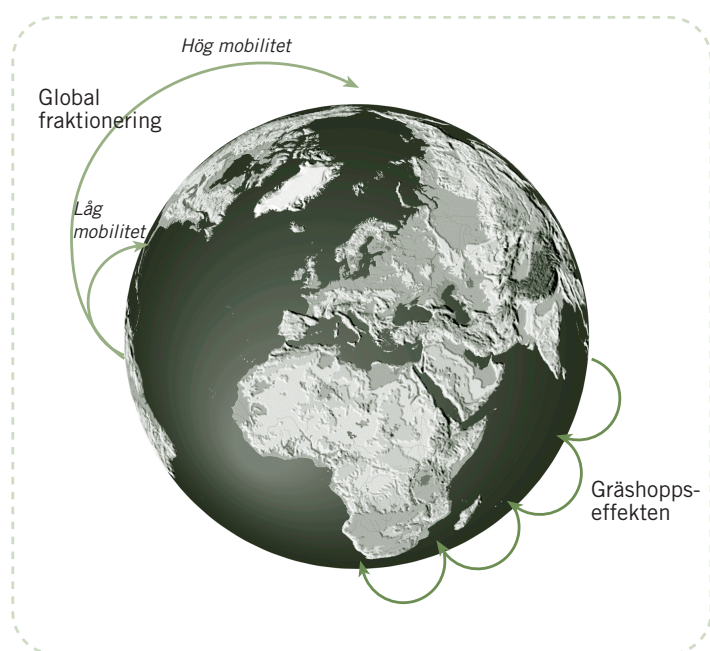
Tallbarr avslöjar brister i modell

Foto: Joakim Allgren

Mätningar av α -HCH i tallbarr visar att modeller, som används för att beräkna global spridning av organiska miljögifter, inte alltid ger en rättvisande bild av verkligheten.

Forskare använder modeller för att beräkna hur organiska miljögifter sprids globalt. Modellerna baseras på data från havsmiljön, men hur bra fungerar sådana modeller på land?

Spridningsprocesser



Figur 1. Organiska miljögifter tros sprida sig från jordens varma områden till de kalla polartrakterna genom två temperaturdrivna processer: Global fraktionering och den så kallade gräshopps-effekten.

Miljöövervakningen i Sverige har primärt haft som mål att följa tillstånd och förändringar i den svenska miljön. Nu kan dataunderlaget även komma till användning vid utvärderingar av de modeller som man använder vid studier av organiska miljöföroreningars uppträdande i naturen.

- Jämfört med andra länder har Sverige ett stort dataunderlag om organiska miljögifter. Dessutom täcker vårt långsträckta land in många klimatzoner, vilket gör dataunderlaget ännu mer intressant, säger Henrik Kylin, miljögiftsforskare vid SLU.

Modell bygger på två spridningsprocesser

Analyser av organiska miljögifter är både komplicerade och dyra. Därför har man konstruerat modeller, där man med hjälp av olika ämnens kemiska och fysikaliska egenskaper, försöker beräkna hur de kommer att sprida sig i naturen.

I dag vet man att organiska miljögifter sprider sig från sina utsläppsområden i de varma och tempererade zonerna till de kalla polartrakterna. I den mest använda modellen tänker man sig att detta sker genom två olika temperaturdrivna processer (figur 1):

- GLOBAL FRAKTIONERING.

Detta kan liknas vid vad som händer när man tar ut ett glasspaket ur frysen en varm sommardag¹. Vattenångan i luften "dras" mot den kalla ytan och kondenserar. Alla ämnen, även fasta ämnen som DDT, förekommer i viss utsträckning som gas i

luften. Trots att mängden miljögift i luften är liten, kommer luften att fungera som ett viktigt transportmedium på global nivå. Ämnen med olika flyktighet kommer att röra sig olika långt och olika snabbt över klotet, det vill säga ha olika mobilitet.

- **GRÄSHOPPSEFFEKTEN**

Enligt denna process sker transporten mot polerna i flera steg med deposition under vintern och förflyktigande under sommaren (eftersom avdunstningen då är som störst).

Ett problem är att alla de exempel som man har tagit fram till stöd för ovan nämnda modell i första hand baseras på data från havsmiljön.

- Det finns mer data från havsmiljön än från landmiljön, eftersom havssystemet är lättare att studera. Förenklat kan man säga att i havet behöver man bara ta hänsyn till vattnet och luften, men i landmiljön måste man också tänka på marken och växtligheten, säger Henrik Kylin.

Testar modellen på två dataset

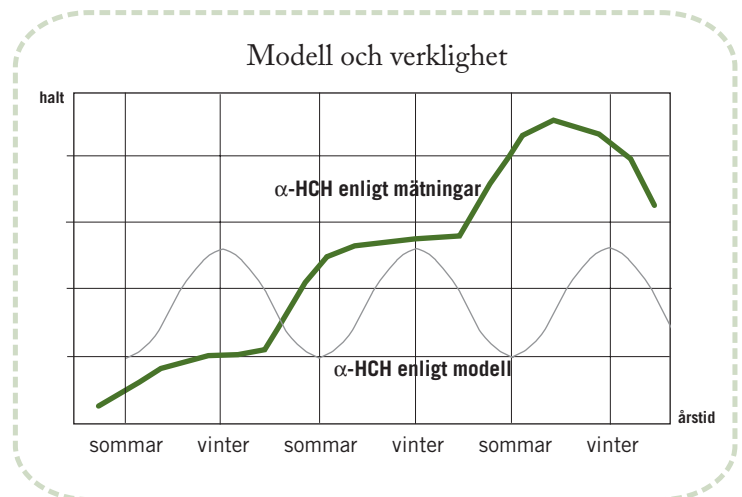
Inom miljöövervakningen i Sverige finns provserier, som kan användas för att testa om modellen stämmer även i en landmiljö. Den första utvärderingen genomfördes på en serie mätningar av klorerade organiska miljögifter i insjöfisk². Denna studie gav inte något stöd för att gräshoppeffekten skulle vara av betydelse för förekomsten av miljögifter i svenska insjöar.

Det andra dataunderlaget innehöll halter av organiska miljögifter i sjösediment från 100 svenska sjöar spridda över hela landet³. Vid denna utvärdering kunde man se en viss fraktionering. Exempelvis blir mängden lågklorerade, och därmed mest flyktiga, PCB-komponenter större än mängden högklorerade ju längre norrut i landet man kommer. Detta stämmer med den globala fraktioneringen, men gradienterna är mindre tydliga än vad modellen förutser.

Modellen glömmar biologin

För att ta reda på varför modellen inte stämde överens med verkligheten, undersökte Henrik Kylin upptaget av fettlösliga organiska miljögifter i tallbarr, särskilt α -HCH⁴.

En modellberäkning av hur α -HCH fördelar sig mellan luft och växtlighet under året, jämfördes med uppmätt halt i årsbarr från tallar (figur 2). De kemiska analyserna visade att barrren huvudsakligen tar upp α -HCH under sommaren, medan modellen visade tvärtom. Dessutom visade uppmätt α -HCH att ämnet ackumuleras under hela barrrens livstid, för att endast minska månaderna innan barret dör. En förklaring till att modellen inte visar på någon ackumulering av α -HCH kan vara att modellen endast beräknar α -HCH i ettårsbarr medan analyserna gjordes på olika gamla barr. Skillnaderna i upptag under året kan



Figur 2. Modellen visar att halten α -HCH är större i tallbarr än i luften under vintern. Kemiska analyser av årsbarr visar istället att halterna är större under sommaren och att halterna ackumuleras under hela barrrens livstid för att avta först månaderna innan barret dör. Orsaken kan vara att barrns innehåll av terpenier varierar under året.

bero på att barrns innehåll av bland annat terpenier varierar under året. Terpenier löser fettlösliga miljögifter och halten terpenier är högre i barrren under sommaren, något som modellen inte tar hänsyn till.

- Man måste ta hänsyn till biologin när man skapar modeller av verkligheten. En god kännedom om olika organismers livscyklar och långa dataserier är nödvändiga för att vi ska kunna utvärdera och tillämpa modeller som i första hand är baserade på miljöföroreningarnas kemiska och fysikaliska egenskaper. En samverkan mellan forskning och fortlopande miljöövervakning är därför absolut nödvändig, säger Henrik Kylin. ☀

KONTAKTPERSON: Henrik Kylin,
Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-673052.
E-POST: Henrik.Kylin@ma.slu.se

HENRIK KYLIN har under flera år tillbringat perioder i Arktis. Han medverkar i ett internationellt projekt med syfte att bättre förstå de processer som styr den globala spridningen av miljögifter.

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Wania, F., McKay, D., 1996. *Tracking the distribution of persistent organic pollutants*. Environmental Science and Technology 30: 390A-396A.
2. Bignert, A., Olsson, M., Persson, W., Jensen, S., Zakrisson, S., Litzén, K., Eriksson, U., Häggberg, L., Alsberg, T., 1998. *Temporal trends of organochlorines in Northern Europe, 1967-1995. Relation to global fractionation, leakage from sediments and international measures*. Environmental Pollution 99:177-198.
3. Johansson, K., Kylin, H., Wilander, A., Söderström, M., 2001. *Historiskt arkiv öppnas*. Sötvattnet 2001. ISBN 91-620-5149-0.
4. Alfa-hexaklorcycohexan (α -HCH) är ett relativt lättflyktigt ämne som inte använts i Europa sedan sjuttioalet, vilket medför att lufthalterna i stort sett är konstanta året om.

Konferens

4-5 december, Ultuna, Uppsala

SKOGSKONFERENSEN – Effektivare drift i skogen

Årets skogskonferens behandlar brukandet av skogen från planering fram till industrigrinden. Rationell hantering med olika verktyg för ett flexibelt handlande, där en av våra tillgångar – nämligen människan – inte får glömmas bort.

ARRANGÖR: Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU
PLATS: Aulan, Undervisningshuset, SLU, Uppsala
START: 4 dec kl 8.00
MER INFORMATION:
www-skogskonferensen.sfak.slu.se
Sista anmälningsdag 5 november.

Disputationer

16 november 2001

Lars Rapp,
Institutionen för miljöanalys
TITEL: *Critical Loads of Acid Deposition for Surface Waters: Exploring Existing Models and a Potential Alternative for Sweden*
PLATS: Sal L, SLU, Uppsala
TID: kl 9.00

13 december 2001

Monica Strömgren, Institutionen för skoglig produktionsekologi
TITEL: *Soil surface CO₂ flux and growth in a Norway spruce stand. Effects of soil warming and nutrition*
PLATS: Sal O, SLU, Uppsala
TID: kl 9.30

Lic-seminarium

20 december 2001

Elisabet Göransson,
Institutionen för miljöanalys
TITEL: *Variation of lake water chemistry and spatial scale*
PLATS: Loftets hörsal, SLU, Uppsala
TID: kl 13.15

Tips

Under adressen:
www.slu.se/aktuellt/
hittar du SLU:s seminarier, konferenser och disputationer.

www.slu.se

Notis

Organiska miljögifter i svenska sjöar

SLU har analyserat organiska miljögifter i 80 svenska sjöars ytsediment. De undersökta miljögifterna är: klorerade bekämpningsmedel som DDT och lindan, industrikemikalier som PCB samt polycykliska aromatiska kolväten (PAH).

Det undersökningen hittills har kunnat visa är att halterna av organiska miljögifter generellt sett minskar från södra Sverige mot norra. Detta beror förmodligen på att större delen av utsläppskällorna finns i söder. I södra Sverige kan man för de flesta substanser även se en gradient från väst mot öst. Om detta beror på att västliga vindar bär med sig föroreningar, eller om det beror på faktorer i enskilda sjöar, är för tidigt att uttala sig om med säkerhet.

KÄLLA: Sötvatten 2001
– Årsskrift från miljöövervakningen,
ISBN 91-620-5149-0.

Vill du ha en kostnadsfri prenumeration på Miljötrender eller beställa äldre nummer av tidningen?

MILJÖTRENDER 2001

Nr 1 Tema: Främmande arter

MILJÖTRENDER 2000

Nr 4 Tema: På spaning i naturen

Nr 3 Tema: Blivande miljödoktorer

Nr 1-2 Tema: Miljödatabaser vid SLU

MILJÖTRENDER 1999

Nr 4 Tema: Internationellt samarbete

Nr 3 Tema: Modeller i miljöanalysen

Nr 1-2 Tema: Långsiktighet

MILJÖTRENDER 1998

Nr 1-2 Tema: Axplock från den fort-
löpande miljöanalysen vid SLU

Kontakta:

SLU Publikationstjänst

Box 7075

750 07 Uppsala

FAX: 018-67 35 00

E-POST: publikationstjanst@slu.se