Vatten med hormonell verkan

Viktor Tsiamis
Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2011
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

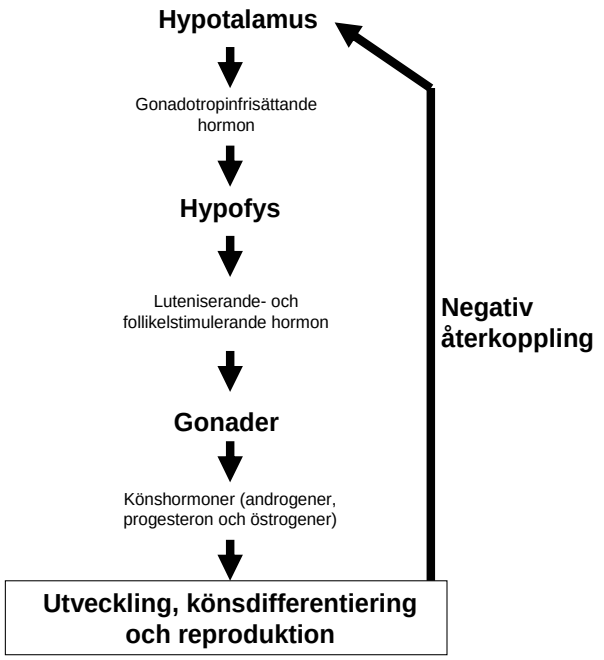
Vilda fiskbestånd har påträffats med skev könsfördelning och försämrad reproduktion som följd. Mycket efterforskning har bedrivits för att utröna varför. Man har kommit fram till att det är vatten från reningsverk, industri och boskapsgårdar som är boven i dramat. Mekanismen bakom den skeva könsfördelningen är att ämnen i dessa utsläpp innehåller hormoner och kemikalier som verkar hormonellt. Utöver det har man även påträffat dessa ämnen i dricksvatten. Faran att dricka vatten som har hormonell verkan har lett fram till forskning för att hitta metoder som avlägsnar kemikalierna. Hittills finns det några lösningar som fungerar effektivt och de undersöks för fullt runt om i världen.

Hormonrubbande ämnen i vattnet

Runt om i världen har man sett vilda fiskbestånd som lider av intersex, en åkomma där genitalier inte utvecklas som de ska. De blir ett mellanting mellan det hanliga och honliga könet. Till exempel kan hanar få äggstockar och äggceller i sina gonader. I andra fall utvecklar honor lekblåsor på huvudet, någonting som vanligtvis utvecklas hos hanar innan de ska fortplanta sig. Källan till dessa åkommor har identifierats till reningsverkens, industrins, jordbrukets och boskapsgårdars utsläpp. Många kemikalier kan nämligen ha samma effekt som naturliga hormoner. Ofta har de väldigt svag hormonell verkan i jämförelse med de naturliga hormonerna, men i de koncentrationer som de återfinns kan de fortfarande orsaka påtagliga skador i ekosystem. Starkast hormonell verkan har ofta konstgjorda hormoner som används i medicinering av människor och djur. Därefter kommer de naturliga hormonerna. Därför misstänks konstgjorda och naturliga hormoner vara huvudrollsinnehavarna i problemet. Även med endast naturligt utsöndrade hormoner så blir koncentrationerna efter reningsverken tillräckligt höga för att orsaka problem. Reningseffektiviteten är ofta ganska hög, men räcker inte till. Genom att samla allt avloppsvatten på samma ställe orsakar vi punktkontaminering av vattendrag som mottar vatten från reningsverk. Utöver det har man även påträffat små halter hormoner och kemikalier i dricksvatten.

Androgener

Androgener är främst hanliga könshormoner, men de återfinns också i låga halter i honor. De är viktiga för att manliga könskarakteristiska drag ska uppstå. Konstgjorda androgener används bland annat som läkemedel vid medicinska hormonbehandlingar. Andra används som dopning vid muskelbyggning. Utöver det ges konstgjorda androgener till boskap i just samma syfte. Trenbolon-acetat är en konstgjord androgen som boskap dopas med. Det ökar deras aptit samt omvandlingshastigheten av mat till muskler. Efter att ha passerat genom kroppen på boskapen kommer en viss mängd av trenbolon-acetatet att finnas i avföring och urin. Man har sett att fiskar fångade nedströms stora boskapsgårdar i USA lider av en skev könsfördelning, där honor har hanliga könskarakteristiska drag. Troligtvis har androgenerna utsöndrade från boskapen transporterats med regnvatten till vattendraget och tagits upp genom fiskarnas gälar och haft inflytande på könsutvecklingen.



Den hormonella signaleringen

Orsaken till att fiskar i mottagande vatten drabbas av onormal könsutveckling kan vara att hormonbalansen störs. Just under fosterutveckling och könsdifferentiering är en stabil hormonsignalering väldigt viktig. Signaleringen startar i hypotalamus (del av hjärnan). Där släpps gonadotropinfrisättande hormon som stimulerar hypofysen (en annan del av hjärnan). Hypofysen producerar luteniserande hormon och follikelstimulerande hormon som stimulerar celler i könsorganen. Könsorganen producerar könshormoner: androgener, progesteron och östrogener. Dessa könshormoner stimulerar målceller att utvecklas. Vissa är viktiga för könsdifferentiering, reproduktionsbeteende eller andra organ. Dessutom utövar könshormonerna negativ återkoppling på hypotalamus som då slutar producera gonadotropinfrisättande hormon. Cirkeln är då sluten. Om hormoner utifrån tar sig in i kroppen kan de bland annat stimulera målceller att utvecklas till honliga organ. Utöver det kan de utöva negativ återkoppling på hypotalamus och orsaka att den naturliga hormonnivån blir nedreglerad.

Progesteron

Naturligt progesteron är viktigt för äggcellernas samt spermiernas tillväxt och mognad. Därför förekommer de i båda könen. Konstgjorda progesteroner kallas progestiner, de används för medicinsk behandling och dessutom flitigt i preventivmedel. I p-piller förekommer de i fem gånger högre halt än östrogener. Det är faktiskt progestiner i p-piller som har den preventiva effekten genom att göra livmodern opassande för att mottaga ett befruktat ägg. Dessutom försvårar det framkomligheten för spermier. Progestiner har en stark hormonell verkan och kan ha olika effekter. De har setts orsaka maskulinisering och feminisering hos försöksdjur.

Östrogener

Östrogener är främst honliga könshormon och precis som androgener förekommer de i låga halter i motsatta könet. Östrogener är viktiga för att honliga könskaraktärer ska utvecklas. Konstgjorda östrogener används även de i medicinsk hormonbehandling och preventivmedel. I p-piller tillsätts de främst för att kontrollera blödningen. I vilda bestånd av fisk som lever nedströms reningsverk har man sett feminisering av hanar. Den effekten tros vara på grund av den mängd östrogener som inte avlägsnas i reningsverken. Östrogenerna orsakar att hanliga fiskar utvecklar äggstockar och äggceller i sina könsorgan.

Laboratoriestudier och exempel på uppmätta värden

Man har studerat många av de naturliga och konstgjorda hormonernas effekter på försöksdjur. Extremt låga koncentrationer (1 ng = 0,000 000 001 g/L vatten) har visat sig orsaka irreversibla effekter. Om man jämför det med koncentrationer som har blivit uppmätta i naturliga vattendrag så förstår man varför samma effekt kan ses i vilda bestånd av fiskar.

Hormon	Effekt	Dos i studie	Uppmätt värde
Konstgjort progestin (Noretindron)	Minskad äggproduktion hos fiskar	1 ng/L	17,4 ng/L
Naturligt östrogen (Östron)	Feminiserade hanar, äggstockar istället för testiklar hos fiskar	10 ng/L	76 ng/L

Rening

Reningsverken är ursprungligen konstruerade för att avlägsna skräp, näringsämnen, oönskade bakterier och andra mikrobiella organismer. Dessvärre blir en del av kemikalierna och hormonerna kvar och kan orsaka ovannämnda problem. Efter att man har hittat samma ämnen i dricksvatten har man insett att det kan vara ett problem som kommer att påverka oss människor inom en snar framtid. Därför efterforskas nya reningsmetoder frenetiskt. Ett konventionellt reningsverk är uppbyggt i tre steg: mekanisk rening, kemisk rening och biologisk rening. I den mekaniska reningen avlägsnas stort skräp i två olika steg. Här avlägsnas nästan inga hormoner. I den kemiska reningen tillsätter man metallsalter som får näringsämnet fosfor att fälla ut, det bidrar till att minska övergödningen. I den kemiska reningen avlägsnas en viss del hormoner. I den biologiska reningen bryts stora delar av det organiska materialet ned i olika steg. Även hormoner bryts ganska effektivt ner här. Dessvärre är det inte tillräckligt i många fall. Därför har man arbetat fram nya metoder.

Ozonering innebär att man tillsätter ozon till vattnet. Ozons starka oxiderande effekt bryter sönder molekylerna så att de förlorar sin hormonella effekt och blir mer lättnedbrutna av mikroorganismer. Vattnet kan också behandlas med aktivt kol. Kolet suger upp mycket av kemikalierna. Dessvärre måste man transportera bort kolet och förbränna det för att bli av med kemikalierna. Membranfiltrering går ut på att man pressar vattenmassan genom ett filter som har extremt liten porstorlek. Filtret fångar då upp hormoner och kemikalier. Det negativa med denna metod är att det går åt väldigt mycket energi att pressa igenom de stora vattenmassor som kommer till ett reningsverk. Alla dessa metoder behöver ett redan ganska rent vatten annars ökar kostnaderna avsevärt. Så dessa metoder innebär inte att man kan byta ut existerande reningsverk utan att man i så fall lägger till ett reningssteg. Hittills verkar ozonering och aktivt kol vara mest kostnadseffektivt och det testas i fullskalig version på flera håll runt om i världen.

Mer information

Tsiamis V. 2011. Vatten med hormonell verkan. Självständigt arbete i biologi. Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet.

Kloas W, Urbatzka R, Opitz R, Würtz S, Behrends T, Hermelink B, Hofmann F, Jagnytsch O, Kroupova H, Lorenz C, Neumann N, Pietsch C, Trubiroha A, Van Ballegooy C, Wiedemann C, Lutz I. 2009. Endocrine Disruption in Aquatic Vertebrates. Annals of the New York Academy of Sciences. 1163: 187-200