



Genetiska risker med odlad fisk för naturliga bestånd

Jan Nilsson



Vattenbruksinstitutionen
Rapport 28
Umeå 2000



Genetiska risker med odlad fisk för naturliga bestånd

Av Jan Nilsson

Vattenbruksinstitutionen, SLU, 901 83 Umeå.

Denna rapport ingår som en delredovisning av ett forsknings- och utredningsprogram med titeln "Fiskodlingens miljöeffekter". Målsättningen med detta program har varit att ta fram underlag för hur fiskodlingens miljöfrågor skall kunna hanteras av både tillståndsgivande myndigheter och branschens intressenter. Programmets tre huvudområden har varit (1) fiskodlingens närsaltsbelastning och dess effekt på miljön, (2) övriga biologiska effekter, samt (3) frågor som har med fiskodlingens lokalisering att göra. Programmet har finansierats via EU:s Strukturfonder - mål 5a Fiske (Fiskeriverket, Dnr. 222-783-96), med delfinansiering av vattenbruksnäringens sk fodermedelsavgifter, förvaltade via Fiskeriverket.

Programmet har bedrivits under ledning av Vattenbruksinstitutionen, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). Huvudansvariga för forskningsprogrammet har varit Professor Lars-Ove Eriksson och Docent Anders Alanärrä.

© SLU

Vattenbruksinstitutionen

901 83 Umeå

Tel. 090 – 786 76 76

Fax. 090 – 12 37 29

E-post. vabr@slu.se

Hemsida. <http://www.vabr.slu.se/>

Rapport nr 28, 2000.

ISSN 1101-9158

ISRN SLU-VBI-R--28--SE

Tryckt av Reprocentralen SLU, Umeå.

SAMMANFATTNING

Syftet med denna utredning har varit att sammanställa fakta för bedömning av risker för genetiska skador på naturliga fiskbestånd i samband med fiskodling.

Odling av fisk i stor skala medför att betydande risker uppstår för att rymlingar kommer ut i miljön. Här behandlas de genetiska effekter som blir följden om den förrymda fisken reproducerar sig och påverkar den genetiska sammansättningen för naturliga bestånd. Denna typ av påverkan har inte någon direkt dramatisk och synbar följd, men de långsiktiga effekterna kan bli allvarliga för de naturliga beståndens långsiktiga överlevnadsförmåga. Det är därför angeläget att innan en odlingsverksamhet startas eller en ny art introduceras i befintlig odling, utvärdera eventuella genetiska risker.

Genetiska studier av sötvattenfisk, främst öring, visar på en tydlig uppdelning i genetiskt distinkta lokala bestånd. Bevarande av sådana lokala genetiska bestånd är en viktig del i bevarandet av genetisk variation inom arter. Förrymd fisk eller fisk av främmande ursprung som genom människans försorg sprids och reproducerar sig med vild fisk medför att den genetiska sammansättningen av lokala bestånd förändras. Den lokala genetiska anpassningen riskerar därmed att gå förlorad. Ett talande exempel på konflikten mellan bevarande av genetiska resurser och fiskodling utgör den norska laxodlingen med kassar i havet, där många älvars bestånd har blivit påverkade.

Risker av genetisk karaktär varierar beroende på odlad art. Generellt innebär odling av inhemska arter större risker, särskilt om odlingsverksamheten bedrivs inom artens naturliga utbredningsområde. Det generella naturvårdsvärdet för det vattenområde i vilket odling sker är en annan avgörande faktor. Hårt exploaterade system, t ex genom vattenkraftutbyggnad, ger andra förutsättningar än opåverkade då miljön såväl som fiskbestånden oftast redan utsatts för en avsevärd förändring. Slutna vattensystem som sjöar utan passerbara av- och tillflöden ger mindre risker för oönskad spridning jämfört med öppna system. Det specifika värdet för ett naturligt bestånd kan variera beroende på tidigare genetisk inblandning av fisk med främmande härstamning, långsiktiga förändringar i beståndets storlek, speciella genetiska egenskaper och nyttjandevärde för annan verksamhet. I de fall bedömning av enskilda bestånd värde inte baseras på dokumenterade fakta bör försiktighetsprincipen få råda.

I riskbedömningar bör även anläggningstypen ingå. Odling i kasse medför i allmänhet större risker för rymningar än landbaserade anläggningar.

Vid bedömning av genetiska risker i samband med fiskodling bör en utvärdering ta hänsyn till:

- odlad art och den aktuella stammens ursprung
- vattnets generella naturvärdsvärde
- spridningsrisker till andra vatten
- förekomst av naturliga bestånd av samma art som den odlade
- värdet av eventuellt naturligt bestånd
- anläggningstyp

INLEDNING

Odling av fisk i stor skala medför betydande risker för att rymlingar kommer ut i miljön. Ett flertal negativa konsekvenser kan bli följden som exempelvis sjukdomsspridning, etablering av främmande arter och att naturlig fisk utsätts för ökad konkurrens. Den konsekvens som kommer att behandlas här rör de genetiska effekter som blir resultatet när den förrymda fisken kan reproducera sig och påverka den genetiska sammansättningen i naturliga bestånd av i regel samma art. Denna typ av påverkan har inte någon direkt dramatisk och synbar följd, men de långsiktiga effekterna för fiskbestånden kan bli påtagliga. Det är därför angeläget att innan en odlingsverksamhet startas eller en ny art introduceras i befintlig odling, utvärdera eventuella genetiska konsekvenser.

VILKA ÄR DE FÖRVÄNTADE EFFEKTERNA?

Genom naturligt urval (selektion) för de speciella förhållanden som råder i miljön blir fisken genetiskt anpassad till denna. Det kan gälla egenskaper som vandringsbenägenhet, ålder vid könsmognad, tillväxthastighet, födoval etc (se t ex Clarke m fl, 1992; Riddell & Leggett, 1981). Anpassningen kan gälla förhållanden som gäller regionalt t ex klimat och ljusförhållanden men även lokala och specifika förhållanden för ett speciellt vattendrag eller en sjö. För framgångsrik anpassning gäller även att gener ska fungera väl tillsammans för att bilda en väl fungerande fenotyp¹. Man brukar i dessa sammanhang tala om co-adaptade genkomplex, d v s det naturliga urvalet har främjat genetiska varianter som fungerar väl tillsammans.

För att en särskild genetisk anpassning till den lokala miljön ska kunna uppstå och fortleva i fiskbestånd kan inte inflödet av gener från främmande populationer vara alltför stort. Med ett alltför stort inflöde kommer det naturliga urvalet att motverkas eftersom nytt, av urvalet opåverkat, genetiskt material ständigt tillförs. Genetiska studier av sötvattensfisk, främst öring, visar klart att utbytet av individer mellan lokala populationer är litet, även i de fall när inga uppenbara fysiska hinder finns. Sannolikt utgör homingbeteendet, d v s driften att återvända till den egna födelseplatsen för fortplantning, en barriär som mycket effektivt be-

¹ *Genotyp* avser en individs genetiska uppsättning, medan *fenotyp* är individens egenskaper som ett resultat av dess genotyp och miljöns påverkan.

gränsar genetiskt utbyte mellan lokala populationer. Detta innebär att den viktiga förutsättning för att bibehålla lokal anpassning som utgörs av begränsat genflöde uppfylls. Ett antagande som ofta görs är att naturliga lokala populationer av fisk var och en har en speciell genetisk anpassning som gör den mer lämpad än någon annan population av samma art att leva i just den lokala miljön. Ur fiskskötselsynpunkt anses den lokala populationen (stammen) vara den viktiga enheten för bevarande.

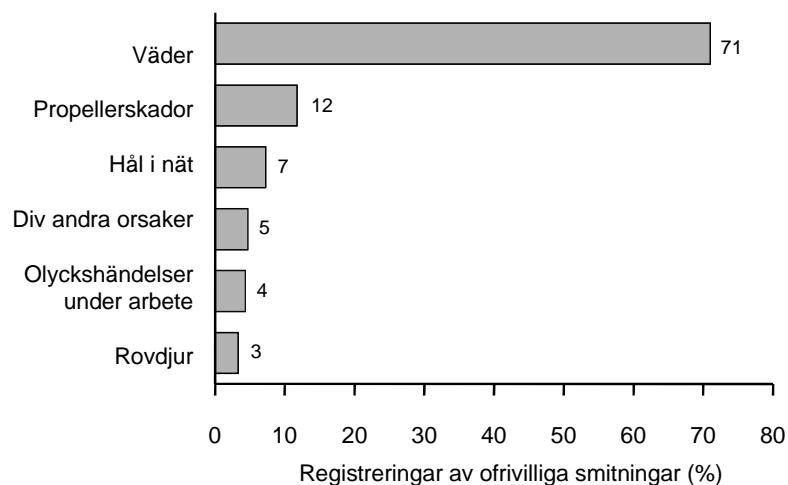
Utsättningar eller rymlingar från odlingar av främmande fisk (från annan population) av samma art som blandar sig genetiskt med ett ursprungligt bestånd kommer därför att omintetgöra den genetiska anpassningen i den ursprungliga stammen. Resultatet blir ett blandat bestånd som inte längre har samma grad av anpassning till miljön som fanns i den ursprungliga populationen (utavelsdepression). Gharrett och Smoker (1991) har presenterat en studie av en art av stillahavslax där avkomman efter en populationskorsning visar tecken på att fungera sämre i sin miljö. Författarna tolkade detta som en effekt av att enheter av väl samverkande gener genom korsningen bröts isär. Johnsson & Abrahams (1991) kunde visa att en korsning mellan vild och odlad regnbåge gav en avkomma med sämre förmåga att undvika predatorer. Andra exempel finns listade i Hindar m fl (1991). Generellt gäller att de specifika effekterna när fisk av främmande stam sammanförs med ett ursprungligt bestånd är oförutsägbara. Sker en genetisk blandning är resultatet negativt för fisken och förändringen är irreversibel, när en gång en genetisk blandning har skett kan processen inte backas. Även om rymningar eller utsättningar upphör och det naturliga urvalet på nytt kan verka kommer inte detta att leda till den ursprungliga genetiska anpassningen, utan till något helt nytt och oförutsägbart. I och med att den genetiska anpassningen hos ett lokalt bestånd försämras genom uppblandning med främmande genetiskt material minskar populationens överlevnadsförmåga.

För marina fiskarter är risken för genetiska skador genom inkorsning i vilda lokala bestånd av odlad fisk svårbedömd. Marina arter förväntas genom frånvaron av geografiska barriärer sakna den uppdelning i distinkta bestånd som finns hos sötvattenfiskar. Till viss del har denna uppfattning stöd i de genetiska studier som genomförts och detta skulle kunna tas som intäkt för att riskerna för denna typ av skador är små. Emellertid har under senare tid flera studier påvisat lokala differentierade bestånd hos marina fiskarter. Användning av nya genetiska metoder och undersökningsstrategier kommer sannolikt att inom några års tid kunna skapa ett bättre kunskapsunderlag än vad som finns för närvarande. Ef-

tersom odling av marina arter inte tycks vara aktuellt i Sverige nu finns det anledning att avvakta de kommande årens forskning.

EXEMPLET LAX

Laxodlingen i Norge utgör det främsta exemplet på konflikter mellan naturvårdens intresse att bevara naturliga populationer och odlingsindustrins intressen. Under perioden 1980-90 har en exempellös expansion av laxodlingen skett i Norge där odlingsvolymen nu uppgår till ca 400.000 ton årligen. Denna odling sker nästan uteslutande i kassar i havet. Med odling i en öppen miljö har det varit oundvikligt med rymlingar som har möjlighet att ta sig upp och leka i älvar med naturbestånd. Den främsta orsaken till att lax rymmer har varit hårt väder, under åren 1992-1995 var stormar orsak till mellan 55 och 90 procent av antalet rymlingar (figur 1) (Willoughby, 1999). Övriga orsaker utgörs huvudsakligen av nätskador på kassar och missöden vid hantering.



Figur 1. Orsaker till förrymd fisk från kassodlingar i Norge under perioden 1992-95. Medelvärden för de tre åren anges i figuren (modifierat efter Willoughby, 1999)

Det är helt klarlagt att en del av den lax som rymt tar sig upp i älvar och leker. Med den stora volym som odlas och det sätt som odlingen bedrivs på är det ofrånkomligt att odlingslax kontinuerligt kommer att tillföras norska älvar. På sikt kommer detta att medföra att de skillnader som har utvecklats mellan stammar av lax i olika älvar försvinner. Med

andra ord blir stammarna alltmer enhetliga. Sannolikt kommer även anpassningen till specifika lokala miljöförhållanden att försämrats. Eftersom den odlade laxen till stor del består av lax som genom medvetet urval anpassats till odlingsförhållanden finns också en risk att mer generella anpassningar hos den vilda laxen förändras till det sämre. Trots ansträngningar att reducera antalet rymlingar anser man att det inte är möjligt att stoppa flödet från kassar till älvar. Krav på att odling ska ske i landbase-
rade anläggningar har förts fram, men av ekonomiska skäl har det ansetts orealistiskt. Utan tvekan utgör förrymd lax ett stort miljöproblem i Norge. För en utförligare beskrivning av laxens situation i Norge se Hindar (1992).

OLIKA ARTER - OLIKA RISKER

Beroende på vilken art som odlas varierar riskerna. Från genetisk synpunkt är det mindre risk att odla en art som man vet inte kan etablera sig eller beblanda sig med naturliga populationer. De största riskerna finns med rymlingar av inhemska arter där sannolikheten för att de ska kunna korsa in sig i naturliga bestånd är hög. Det är med andra ord mer riskabelt ur genetisk synpunkt med odling av röding, öring och lax än av regnbåge. Ursprunget är emellertid inte avgörande, amerikansk bäckröding med en naturlig utbredning i östra USA, bildar utomordentligt lätt bestånd i Sverige. Trots detta utgör den ingen genetisk risk då den inte kan korsa sig med den art av röding som förekommer i Sverige. Att den kan vara en ekologisk risk genom att konkurrera med öring är dock värt att notera. Korsningar mellan arter, arthybrider som t ex splejk, är som regel sterila eller har avsevärt nedsatt fortplantningsförmåga och utgör därigenom ingen genetisk risk. Det finns trots det exempel på att hybridisering medför genetiska risker. Den amerikanska strupsnittsöringen är nära besläktad med regnbåge. Utsättning av regnbåge för sportfiske i sjöar i västra USA där strupsnittsöringen har en naturlig förekomst har lett till uppblandning av de två arterna.

Under vissa förutsättningar kan vår inhemska öring och lax hybridisera. Så har exempelvis en hög frekvens av hybrider påträffats nedströms kraftverksdammen i Älvkarleby. Under mer naturliga förhållanden kan hybridisering ske, men som regel sker det i mycket låg frekvens. Återigen är effekterna inte genetiska eftersom hybriden normalt är steril.

Regnbåge

Denna art finns inte naturligt i Sverige och kan inte korsa sig med någon i Sverige förekommande annan art. Detta innebär att den ur ett strikt genetiskt perspektiv är problemfri. I några fall har självreproducerande bestånd uppstått, men 100 års odlande av denna art i Sverige har inte medfört några påtagliga negativa effekter.

Röding

Odling av röding är för närvarande den odlingsverksamhet som kan förväntas öka mest i Sverige. Eftersom arten förekommer naturligt i landet kan konflikter mellan odling och bevarande förväntas uppstå. Odling av arten är beroende av tillgång till vatten där temperaturen inte blir alltför hög. Detta medför att odlingen antingen bedrivs där det finns tillgång till grundvatten eller i sjöar med kallt vatten, vilket oftast sammanfaller med rödingens naturliga utbredning.

Rödingen är en art som kännetecknas av tydliga skillnader mellan olika populationer, d v s många sjöar har sin egen speciella stam som är unikt anpassad till den speciella miljön. De genetiska skillnaderna mellan dessa är dock ännu så länge lite kända. Vad som också länge varit känt, även av lekmän, är att i en och samma sjö kan olika former (morfer) av denna art leva tillsammans. I en nyligen gjord isländsk studie (Gisslasson m fl, 1999) har man visat att i vissa fall utgör morfer i samma sjö olika genetiska enheter, d v s de är helt isolerade från varandra trots att ingen fysisk barriär existerar, i andra fall uppvisar morferna ingen genetisk olikhet utan tillhör samma genetiska enhet. Mellan olika sjöar visade samma studie att de olika bestånden genetiskt skiljer sig avsevärt.

Utsättningar av röding har pågått länge, till en början var avsikten att förbättra husbehovsfiske, senare har sportfiskets efterfrågan varit avgörande. Detta har medfört att man i många fall inte kan avgöra om ett visst bestånd är ursprungligt eller en följd av utsättningar. Detta gäller framförallt äldre utsättningar som i regel saknar dokumentation.

Inom artens naturliga utbredningsområde finns risk för inkorsning i naturliga bestånd, bedömningar av risker för detta och möjliga skadeverkningar måste då genomföras.

Öring

Öringen är den fisk där den populationsgenetiska strukturen är mest känd. Resultaten är relativt entydiga och visar att denna art bildar lokala och genetiskt särpräglade bestånd, vilka ofta är relativt små. Ett vattensystem, som till exempel Ammerån i Jämtland, innehåller därför ett flertal separata populationer. Vandringshinder tycks inte vara nödvändiga för att olika bestånd ska uppstå.

Massiva utsättningar av öring har förekommit under många år. Den totala omfattningen är inte kartlagd, men få vattensystem har gått fria från denna verksamhet. Detta innebär att ursprunget av många bestånd ofta kan ifrågasättas. Ofta har utsättningar dokumenterats, men ytterst sällan har någon uppföljning av utsättningsresultaten förekommit och de genetiska konsekvenserna för ursprungliga bestånden är som regel okända. För denna art kan därför svåra avgöranden uppstå rörande bevarandevärden hos bestånd. Matfiskodling av öring förekommer knappast, men däremot finns många odlingar som tar fram sättfisk för utplantering. Denna odling bedrivs som regel inte i kassar utan i landbaserade system som medför en betydligt högre säkerhet mot rymning.

Med öring finns risk för inkorsning av rymlingar i naturliga bestånd. Bedömningar måste därför göras av storleken på denna risk och graden av eventuell skada.

Lax

Laxen är den art som drabbats hårdast av människans framfart. Av de ursprungliga naturliga bestånden återstår endast några få som förökar sig naturligt och dessa har därför ett mycket högt bevarandevärde. Havs-baserad matfiskodling av lax i kassar förekom i Sverige under 70- och 80-talen, men har nu upphört. Försök med sk ranching, d v s frisläppande av fisk efter en kortare odlingsperiod i kasse och återfångst med nätfiske i anslutning till odlingsplatsen vid laxens återvandring, har gjorts, men bland annat riskerna för oönskad spridning genom felvandring gör att metoden inte anses lämplig.

Denna art måste betraktas som högriskart för fiskodling i Sverige. De få kvarvarande naturliga bestånden har högt skyddsvärde och någon genetisk uppblandning med odlingslax kan inte tolereras. Odling av lokal stam i direkt anslutning till hemälven kan dock vara möjlig. Enligt Fiske-

riverkets föreskrifter får ett tillstånd för odling av lax endast avse älvseget material

Harr

Hur harren fungerar genetiskt är litet känt och det rimliga är att utgå från att den liknar öringen, d v s att den bildar lokala bestånd som är genetiskt skilda från varandra. Koskinen m fl (2000) har visat att den kustlevande harren i Bottenhavet har en annan invandringshistoria jämfört med harren i inlandet, flyttning bör därför inte ske mellan inland och kust. Utsättningar av denna art har skett i betydligt mindre omfattning än av öring. De risker som finns är desamma som för öring.

Sik

Sik förekommer i många former, vilka av vissa forskare har betraktats som skilda arter. Denna uppdelning på olika arter är omtvistad och denna osäkerhet kan medföra bedömningsproblem vad gäller genetiska skador. En utgångspunkt bör vara att behandla sik utifrån samma grunder som öring.

Ål

Även om denna fisk räknas in bland svenska arter så förökar den sig inte i Sverige. För att föröka sig utvandrar lekmogna individer till Sargassohavet. Odling av ål medför därför inga uppenbara risker ur genetisk synpunkt.

Gös

Gösens genetik är outforskad. Rimligt är att utgå ifrån att arten har densamma uppdelning i lokala bestånd som öring och ha detta som utgångspunkt vid riskbedömningar.

LOKALISERING AV ODLING

I vilket vattenområde som odlingen sker är en faktor av stor betydelse. Det geografiska läget, isoleringsgraden och vattensystemets generella naturvärdsvärde måste vägas in.

En rad faktorer bidrar till att ett vatten kan åsättas olika skyddsvärde när det gäller genetiska risker med rymlingar från fiskodlingar. Ur genetisk skadesynpunkt är förekomst/frånvaro av vild fisk av samma art utgångspunkten. Förekomst av ett livskraftigt och ursprungligt bestånd av samma art i ett vatten vars status i övrigt är att betrakta som opåverkat och skyddsvärt är indikation på att odling kan medföra betydande negativa genetiska effekter. Vattensystem som är hårt exploaterade genom exempelvis vattenkraftsutbyggnad och där i bästa fall små restbestånd finns kvar av de ursprungliga fiskarterna kan rimligtvis inte anses ha samma skyddsvärde som ett opåverkat system. Ett stort antal vatten kommer att falla mellan dessa extrema kategorier och en systematisk klassificering av vatten framstår som en önskvärd åtgärd.

Bedrivs odling i ett vatten som inte har någon förbindelse med angränsande vatten som kan utnyttjas av förrymd fisk blir riskerna mindre än om utvandring från vattnet är möjligt. Det är därför angeläget att bedöma möjligheter till vidare spridning från en odling.

NATURLIGA BESTÅNDS BEVARANDEVÄRDEN

Att uppskatta skyddsvärden för naturliga bestånd av fisk är givetvis en svår uppgift. Ett bestånd kan vara värdefullt ur naturvärdsynpunkt t. ex genom att ha specifika genetiskt grundade egenskaper eller genom att besitta en hög grad av genetisk variation. Ett bestånd kan även tänkas besitta sådana ärftliga egenskaper att det har ett potentiellt värde för framtida nyttjande exempelvis inom fiskodling. En annan aspekt är att bestånd är värdefulla ur nyttjandesynpunkt, för kommersiellt fiske eller sportfiske.

En förutsättning för att bedöma värdet hos ett bestånd är givetvis att det finns adekvat kunskap om detsamma, något som tyvärr oftast saknas. Kunskaper som är viktiga i sammanhanget är hur påverkat beståndet är av tidigare verksamhet som förändrat beståndets storlek och dess genetiska sammansättning. Utsättningar har i många fall bokförts när de genomförts av hushållningssällskap och myndigheter och denna information kan ge en viss vägledning. Emellertid finns här begränsningar.

Man kan hävda att utsättningar av främmande stam har orsakat genetisk blandning och att det ursprungliga beståndet i genetisk mening inte längre existerar. Detta skulle ur genetisk synpunkt kunna motivera tillåtlighet av odlingsverksamhet då skadan redan är skedd. Emellertid vet vi alltför litet om i vilken utsträckning utsatt fisk verkligen blandar sig med vild. Det finns belagda fall, t ex från Skottland (Webb m fl, 1993), Norge (Skaala, 1996) och USA (McCracken m fl, 1993), som visar att odlad lax, öring och amerikansk bäckröding deltar i lek efter utsättning eller rymning. I andra fall har man inte kunnat belägga att inblandning har förekommit i någon större omfattning (se t ex Hansen m fl, 1995). Det råder alltså en stor osäkerhet i vilken utsträckning utsatt fisk faktiskt korsar sig med vild. Att fisk av främmande stam tidigare satts ut är därför i sig inget avgörande kriterium för att ett ursprungligt bestånd ska anses vara genetiskt förorenat. Den s.k. försiktighetsprincipen kan också tas som intäkt för detta. Underlag för omfattningen (tidsperiod, volym) av utsättningar är här av stort värde i bedömningen.

Storleksförändringar hos bestånd kan också påverka dess bevarandevärde. En långvarig minskning i beståndsstorleken medför ökad risk för att den genetiska variationen minskar och förändras från det ursprungliga. En sådan genetisk flaskhals innebär rimligen att beståndets värde ur bevarandesynpunkt reduceras.

ANLÄGGNINGSTYP

Odling av matfisk bedrivs till större delen i nätkassar i sjöar, vattendrag och hav. Till viss del förekommer även landbaserade odlingar. Ur rymningssynpunkt är givetvis landbaserade matfiskodlingar att föredra, men investerings och driftkostnader är höga. Exempelvis är i Norge odling av röding i sötvatten enbart tillåtet i landbaserade odlingar av denna orsak. För svensk fiskodling är det sannolikt att nya etableringar kommer att gälla kassodlingar. Erfarenheter från norsk laxodling visar att de huvudsakliga orsakerna till att fisk rymmer kan relateras direkt till kassarnas konstruktion. Det är därför motiverat att krav ställs på kassarnas konstruktion och skick för att minimera rymningar.

VAD KAN GÖRAS FÖR ATT MINIMERA EFFEKTER AV RYMNINGAR?

I vissa fall kommer odling att förekomma med inhemsk art i vatten som ligger inom artens naturliga utbredning. För att begränsa riskerna kan vissa åtgärder och begränsningar vara rimliga.

Inneslutning

Ett av de effektivaste sätten är att begränsa fiskens möjligheter att överhuvud taget rymma. Landbaserade odlingar är att föredra, men är oftast inte ekonomiskt realistiska. Vid odling i kassar, som är alternativet, kan krav ställas på att den tekniska utformningen av kassarna är gjord med tanke på att minimera rymning, inom detta område har en utveckling skett som bör tas till vara.

Lokalisering

Lokalisering av odlingsverksamhet bör ske till sådana vatten att om en rymningsepisod inträffar så blir skadan begränsad. En lokalisering till vatten som är slutna och inte medger ytterligare spridning är en möjlighet. En annan är att odling sker inom vattensystem som är så påverkade att i detta sammanhang relevanta bevarandevärden saknas, exempelvis i hårt reglerade älvsystem, där ursprungliga populationer mer eller mindre försvunnit och de ekologiska förändringarna är omfattande.

Odlingsmaterial

Odling av steril fisk är ett uppenbart sätt att komma ifrån genetisk inblandning. Tekniker finns för att relativt enkelt sterilisera fisk, men användning av sådan fisk har varit ytterst begränsad i Sverige. Det mest gynnsamma för odlarna är användande av sterila och enkönade besättningar, s k "all-females", som tas fram genom hormonbehandling. För närvarande är detta inte tillåtet i Sverige och det finns även ett motstånd mot att använda fisk som på något sätt kan påstås vara manipulerad, sannolikt en rädsla för associationer med genetiskt modifierade fiskar. För

närvarande framstår inte nyttjande av steril fisk som ett realistiskt alternativ för svensk fiskodling.

Att använda odlingsmaterial som har en mycket liten genetisk differens till de vilda bestånd som kan drabbas vid en rymning har föreslagits (exempelvis Hindar m fl, 1991). Lokala stammar har emellertid i de flesta fall inte de egenskaper, exempelvis vad gäller tillväxthastighet, som krävs för en rationell och lönsam odlingsverksamhet. Därtill kommer att romtäkt, kläckning och uppfödning av sättfisk måste ske lokalt vilket inte är förenligt med en rationellt fungerande näring. Även om odling av lokala stammar är ur många synpunkter tilltalande så är detta med all sannolikhet inte förenligt med dagens ekonomiska krav.

Ett krav som bör kunna ställas på odlingsmaterialet är att det finns dokumentation som beskriver vilken ursprungsstam det rör sig om och från vilken sättfiskodling materialet härstammar. En avgjord fördel är om de fiskmaterial som används är genetiskt karakteriserade med till exempel DNA markörer. Sker en rymning kan de eventuellt uppkomna genetiska effekterna på naturliga bestånd i efterhand analyseras och bedömas.

SAMMANFATTNING AV BEDÖMNINGSGRUNDER

Här sammanfattas aspekter och frågeställningar som bör bedömas med tanke på genetiska skadeverkningar på naturliga bestånd.

Art: Kan den aktuella arten förväntas ge upphov till genetiska problem? Vissa arter medför större risker än andra. Artens naturliga utbredningsområde bör beaktas.

Stam: Vilket geografiskt ursprung har det odlade materialet? Skadorna förväntas bli större ju mer avlägset ursprunget är, men samtidigt kan etableringsförmågan vara lägre ju mer främmande en stam är. Vild eller avlad?

Vattnets generella naturvårdsvärde: Detta är av avgörande betydelse för odlingens lämplighet. Det finns dessutom ett stort problem med besvärliga avvägningar. Oexploaterade vattensystem med starka ursprungliga fiskbestånd respektive hårdexploaterade vatten med restbestånd utgör förhållandevis lättbedömda extremfall. Däremellan faller en stor grupp med svårbedömda fall.

Naturliga bestånd: Finns ursprungligt bestånd av arten? Inte alltid finns säkra kunskaper om detta. För en riskbedömning är det väsentligt att adekvat kunskap inhämtas.

Värdet av befintligt naturligt bestånd: Har förändringar av beståndsstorlek och/eller utsättningar förekommit och i vilken omfattning? Har beståndet värde för annan verksamhet.

Spridningsmöjligheter: Bedömningar av risker bör ta hänsyn till vidare spridning genom tillflöden och utlopp.

Anläggningstyp: Kassodling är av uppenbara skäl betydligt mer riskabel ur rymningssynpunkt än landbaserad odling.

REFERENSER

- Clarke W.C., Withler R.E. & Shelbourn J.E. 1992. Genetic control of juvenile life history pattern in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 2300-2306.
- Gharrett A. J. & Smoker W. W. 1991. Two generations of hybrids between even- and odd-year pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*): a test for outbreeding depression? Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 48:1744-1749.
- Gisslason D., Ferguson M. M., Skulason S. & S. Snorrason 1999. Rapid and coupled phenotypic and genetic divergence in Icelandic Arctic char. Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 56: 2229-2234.
- Hansen M. M., Hynes R. A., Loeschke V. & G. Rasmussen. 1995. Assessment of the stocked or wild origin of anadromous brown trout (*Salmo trutta* L.) in a Danish river system, using mitochondrial DNA RFLP analysis. Mol. Ecol.
- Hindar K., Ryman N. & F. Utter 1991. Genetic effects of cultured fish on natural fish populations. Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 48:945-957.
- Hindar K. 1992. Conservation and sustainable use of Atlantic salmon. In: Conservation of Biodiversity for Sustainable Development. Edited by O. T. Sandlund, K. Hindar & A. H. D. Brown. Scandinavian University Press, Oslo.
- Johnsson J.I. & Abrahams M.V. 1991. Interbreeding with domestic strain increases foraging under threat of predation in juvenile steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*): an experimental study. Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 48: 243-247.
- Koskinen M. T., Ranta E, Piironen J, Veselov A, Titov S, Haugen T. O., Nilsson J, Carlstein M. & Primmer C. R. 2000. Genetic lineages and postglacial colonization of the grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) in Europe, as revealed by mitochondrial DNA analyses. Mol. Ecol. (in Press).
- McCracken G. F., Parker C. R. & Guffey S. Z. 1993. Genetic differentiation and hybridization between stocked hatchery and native brook trout in Great Smoky Mountains national park. Trans. Amer. Fish. Soc. 122:533-542.
- Riddell B. E. & Leggett W. C. 1981. Evidence of an adaptive basis for geographic variation in body morphology and time of downstream migration of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 38: 308-320.

- Skaala Ö. Jorstad K. E. & Borgström R. 1996. Genetic impact on two wild brown trout (*Salmo trutta*) populations after release of non-indigenous hatchery spawners. *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* 53: 2027-2035.
- Webb J. H., Youngson, A. F., Thompson, C. E., Hay D. W., Donaghy, M. J. & McLaren I. S. 1993 Spawning of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in western and northern Scottish rivers: egg deposition by females. *Aquacult. Fish. Management* 24:663-670.
- Willoughby S. 1999. *Manual of Salmonid Farming*. Fishing News Books.