

Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek.
Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitised at Gothenburg University Library.
All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text.
This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.





FISKERIVERKET
Sötvattenslaboratoriet



**STOCKHOLMS
UNIVERSITET**

Populationsgenetik
Systemekologi

GENETISKT UTHÅLLIG FISKEVÅRD

*Linda Laikre • Peter Landergren • Stefan Palm
Torbjörn Järvi • Lars Westin • Nils Ryman*



VÅRD / gen

För innehållet i denna skrift svarar: Linda Laikre • Peter Landergren •

Stefan Palm • Torbjörn Järvi • Lars Westin • Nils Ryman

Redigering, grafisk form och original: Grön idé

Omslagsbilder: Per Bengtson/Grön idé

Foto: Peter Landergren, Thomas Giegold och Linda Laikre.

Tryck: Adebe Miljötryck, 2000

Genetiskt uthållig fiskevård

– en fallstudie av havsöring på Gotland

Fiskutsättningar är vanliga för att förbättra fisket men de kan samtidigt skada den biologiska mångfalden. Kan de utformas så att de gynnar fisket men samtidigt inte utarmar mångfalden? De projekt som presenteras här avser att ta fram biologisk information som kan hjälpa oss att utforma fiskevården på ett bättre sätt. Problematiken illustreras med en fallstudie som gäller möjligheterna att utveckla ett uthålligt turistfiske efter havsöring på Gotland.



FISKERIVERKET

Biblioteket

Box 423

401 26 GÖTEBORG

11737
VÅRD/gen

Variation är nödvändig

I begreppet "levande kustzoner" ingår ett livaktigt fiske. Ett levande och långsiktigt hållbart yrkes- och fritidsfiske kräver att de biologiska resurser som fiskbestånden utgör inte utarmas. Både fisket i sig och olika fiskevårdsinsatser måste läggas upp så att fisken inte överutnyttjas. Detta är problematiskt - att nyttja en resurs men samtidigt inte överutnyttja den. För att klara denna balansakt är det nödvändigt med ökad kunskap om de biologiska resurserna som ska nyttjas - och bevaras.

Fisken som biologisk resurs utgörs inte enbart av olika arter. Inom arterna och bestånden finns en viktig biologisk variation på genetisk nivå. Denna variation är nödvändig för att individer och populationer ska kunna utvecklas och "svara" mot olika förändringar i miljön. En anlagsvariant som är bra i en viss miljö kanske inte är det i en annan. Variationen på gennivån är grunden för den biologiska utvecklingen på jorden. Utarmas den genetiska variationen utarmas även möjligheterna för fortsatt biologisk evolution.

Flera av aktiviteterna inom fisket och fiskevården utgör potentiella hot mot den biologiska mångfalden, samtidigt som trycket på ett vidgat fiske ökar. Ett allt för hårt fiske kan minska bestånd och arter, men även när inte fisket är att betrakta som hårt kan det kraftigt minska den genetiska variationen inom bestånden. Det är fortfarande oklart hur olika fiskestrategier påverkar mångfalden på gennivå.

Utsättningar eller biotopvård?

Fiskevården syftar ofta till att öka den mängd fisk som kan fångas. Det finns i praktiken två sätt att uppnå en sådan ökning. Det ena innebär att fiskens

miljö förbättras, sk. biotopvård, så att den naturliga produktionen ökar. Det andra sättet är att sätta ut fisk som producerats i odling.

Fördelen med biotopvård är att den inte innebär någon negativ manipulation med fiskbestånden. Nackdelen är att metoden ofta är kostsam och att de positiva effekterna i regel inte visar sig omedelbart. Fördelen med utsättning är att kostnaderna är relativt låga och att den ofta resulterar i stora mängder fiskbar fisk. Nackdelen är dock stor: Utsättningar kan innebära ett allvarligt hot mot naturliga fiskbestånd.

Utsättning innebär hot

Utsättningar av fisk som producerats i odling är den vanligaste insatsen för att öka mängden fisk. I Sverige baseras fisket efter bl.a. lax och öring till mycket stor del på fisk som producerats i odling. Även om fisket kortsiktigt kan gynnas av utsättningar så är dessa samtidigt ett hot mot den biologiska mångfalden. Stödutsättningar kan leda till att naturliga fiskbestånd på sikt minskar eller till och med försvinner. De huvudsakliga mekanismerna är: sjukdomsspridning, hybridisering och ökad inavel.

Den här skriften handlar om problematiken i samband med utsättning av odlad fisk. Vi beskriver aktuella resultat och slutsatser från tre forskningsprojekt. Problematiken illustreras med ett exempel som rör turistfisket efter havsöring på Gotland. Det finns ett intresse att försöka öka möjligheterna till turistfiske på Gotland, och frågan är om detta kan göras på ett biologiskt uthålligt vis. Det arbete som presenteras här utgör delar av verksamheten inom ramen för följande forskningsprojekt:

Fakta SUCOZOMA:

Strategic Research on Sustainable Coastal Zone Management, eller på svenska *Bärkraftig förvaltning av marina kustresurser*, är ett forskningsprogram som syftar till att lösa viktiga problem i kustzonen. Forskare från olika ämnesområden ingår i ett unikt samarbete för att belysa problemen ur olika synvinklar och föreslå praktiska lösningar. SUCOZOMA finansieras av MISTRA - Miljöstrategiska forskningsfonden.

1 Projekt: Genetiska effekter av stödutsättning av fisk (delprojekt inom SUCOZOMA)

Finansiär: Mistra

Projektledare: Nils Ryman, Enheten för populationsgenetik, Stockholms universitet

2 Projekt: Förstärkning av Östersjöns havsöringbestånd (delprojekt inom SUCOZOMA)

Finansiär: Mistra

Projektledare: Lars Westin, Arlaboratoriet, Gotland, Institutionen för Systemekologi, Stockholms universitet

3 Projekt: Utveckling av turistfiske efter havsöring på Gotland.

Finansiär: Fiskeriverket, EU Mål 5b

Projektledare: Torbjörn Järvi, Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet

Sjukdoms-spridning

Den utsatta fisken kan bära på smittämnen eller parasiter som vilda bestånd är känsliga för.

Hybridisering

Korsningar mellan vild och odlad fisk kan bryta ner lokala anpassningar och äventyra det naturliga beståndets livskraft.

Ökad inavel

Det vilda beståndet kan drabbas av inavel och förlust av genetisk variation.



Genetiska risker med utsättning av fisk

Utsättningar av fisk kan, i framför allt ett längre tidsperspektiv, hota den biologiska mångfalden på gennivå på två sätt. Det ena hotet är risken för spridning av gener från den utsatta fisken till de vilda bestånden – "lokala" gener byts ut mot "främmande". Detta kan leda till försämrade anpassningsförmåga och minskad livskraft hos de naturliga bestånden, och i förlängningen till minskad naturproduktion av vild fisk.

Det andra hotet som utsättningar kan innebära är mindre känt. Vår forskning har visat att även om man gör utsättningar av fisk med samma genetiska ursprung som det vilda beståndets (s.k. "supportive breeding"), kan det ge genetiska skador i form av ökad inavel och förlust av anlagsvarianter.

Hot 1: Spridning av främmande gener

Insikten om riskerna med att sätta ut fisk med främmande genetisk bakgrund är idag relativt god. Men trots detta fortsätter utsättningarna och de innebär idag ett mycket allvarligt hot mot naturliga fiskbestånd i hela Europa. I en översyn av situationen för öring i Europa graderades t.ex. spridning av främmande gener som det i dagsläget näst allvarligaste hotet, efter vattenkraftsutbyggnad, mot naturliga öringbestånd. Sådan genspridning bedöms vara lika allvarlig som olika former av föroreningar i miljön.

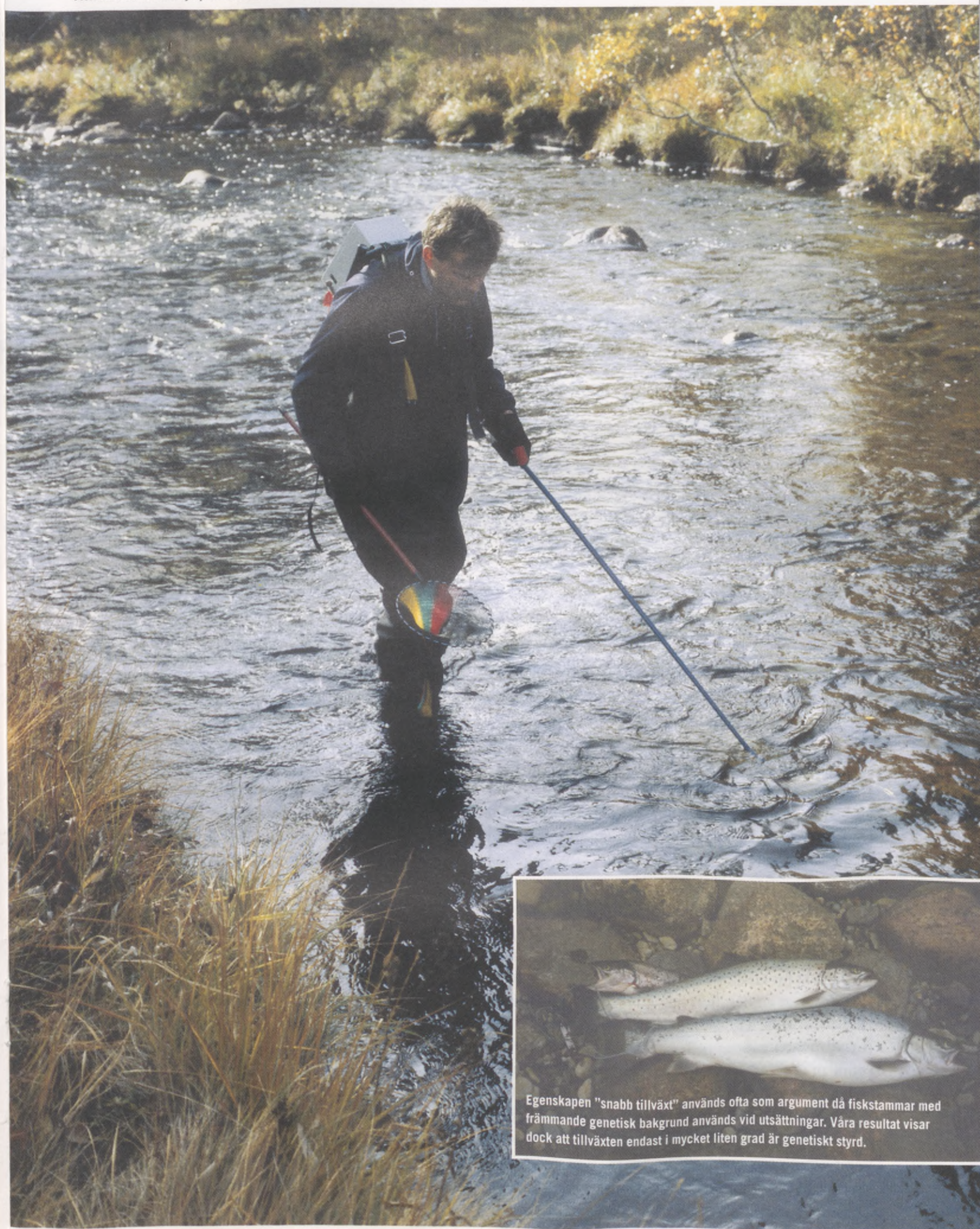
Det finns flera orsaker till att fisk med främmande genetisk bakgrund används för utsättningar. Många gånger är det enklare att ta fisk från en stam i odling från vilken man snabbt kan få stora mängder avkomma. Inom fiskevärden är man också ofta angelägen om att den fisk som sätts ut ska ha särskilda egenskaper. Vid stödutplanteringar används ofta argument som "snabb tillväxt" för att motivera val av stammar med en annan genetisk bakgrund än den ursprungliga. Resonemanget baseras på att en stam förväntas förbli storvuxen även efter utsättning i en annan miljö än den ursprungliga.

EXPERIMENT:

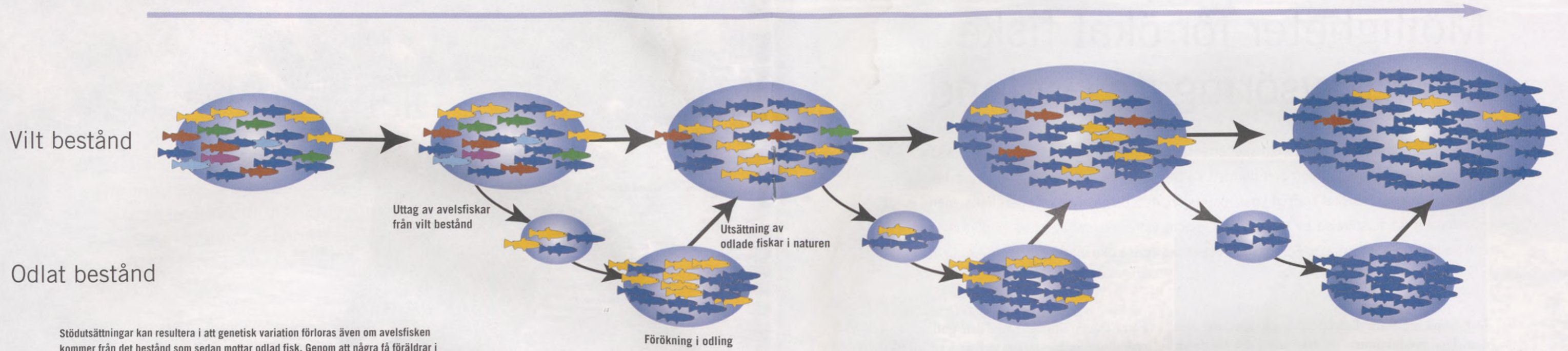
I en studie av öring har vi undersökt den relativa betydelsen av arv och miljö för olika egenskaper. Genom att plantera in två genetiskt märkta, ekologiskt och genetiskt skilda stammar i samma vatten har vi haft möjlighet att undersöka genetikens betydelse för ett antal olika egenskaper. Öringstammarna, som kommer från två olika jämtländska vatten, visar i sina naturliga miljöer bl.a. mycket olika tillväxttakt, och skiljer sig även i en rad andra egenskaper. De har planterats ut i ett vattensystem där det ej fanns öring tidigare, och utvecklingen i den "nya" miljön har kunnat följas under flera generationer. Experimentet utförs inom den s.k. "Bävervattsstudien" som genomförs i samarbete med Länsstyrelsen i Jämtland.

Resultaten visar att endast en liten del av tillväxtskillnaderna mellan stammarna tycks bero på genetiska skillnader. Däremot verkar andra egenskaper vara mer genetiskt styrda, som ålder för könsmognad och migrationsbeteende, något som kan representera lokala anpassningar. Dessa observationer tyder på att det inte heller ur ett rent produktionsrelaterat perspektiv tycks motiverat att vid utsättning använda annat än lokala stammar. ➤

Fisk samlas in med hjälp av elfiske och vävnadsprover tas från varje fisk för genetisk analys.



Egenskapen "snabb tillväxt" används ofta som argument då fiskstammar med främmande genetisk bakgrund används vid utsättningar. Våra resultat visar dock att tillväxten endast i mycket liten grad är genetiskt styrd.



Stödutsättningar kan resultera i att genetisk variation förloras även om avelsfisken kommer från det bestånd som sedan mottar odlad fisk. Genom att några få föräldrar i odlingen får väldigt många avkomor jämfört med de vilda föräldrafiskarna blir deras arvsanlag överrepresenterade medan andra går förlorade. Trots att det faktiska antalet fiskar i beståndet ökar kan alltså inaveln och förlusten av genetisk variation öka till följd av utsättningar. De olika färgerna symboliserar olika genvarianter.

Hot 2: Ökad inavel till följd av stödutsättningar

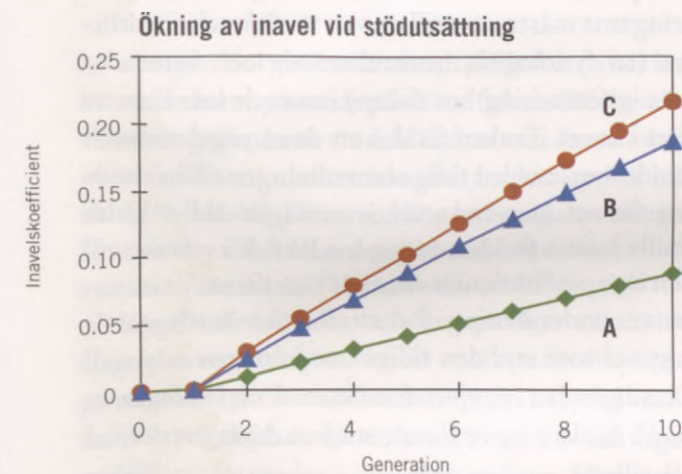
När man gör utsättningar med fisk som hämtats från det naturliga beståndet tillförs inga främmande gener. Denna metod kallas "supportive breeding" och används för att öka reproduktionen genom att den fisk som tas in i odling får fler avkomor än den vilda fisken. Våra resultat visar bl.a. att detta kan leda till ökad inavel i det vilda beståndet jämfört med om populationen "lämnats ifred".

EXPERIMENT/SIMULERINGAR:

För att kunna analysera effekterna av olika strategier för stödutsättningar har vi utvecklat en modell som analytiskt beskriver de genetiska förloppen vid stödutsättningar under flera generationer. Vi har även konstruerat ett datorprogram som simulerar en stödutsättningssituation, och som kan användas för att göra prognoser av de genetiska effekterna av olika strategier för stödutsättningar. Vi arbetar nu med att utvärdera resultaten av olika strategier för att därigenom kunna sammanställa rekommendationer för hur stödutsättningar bör utformas för att minimera skadan på den biologiska mångfalden på gennivå. En intressant observation är att under vissa förutsätt-

ningar kan stödutsättningar vara positiva ur genetisk synvinkel genom att dämpa förlusten av genetisk variation. Samtidigt visar resultaten att det sätt på vilket "supportive breeding" bedrivs, för t.ex. lax och öring i Sverige, kan vara direkt förödande.

Som ett exempel på genetiska effekter av stödutsättning kan vi tänka oss följande något förenklade situation: Antalet lekplatser i en bäck tillåter att högst 50 fiskar leker, även om ett större antal lekmogna individer vandrar upp under lektiden. Den begränsande faktorn för fiskproduktionen är alltså reproduktionsområdets storlek. I syfte att höja yngelproduktionen kramas ett antal "överblivna" fiskar på rom och mjölke. Avkomman föds upp i odling för att sedan släppas ut i bäcken och vandra ut i havet tillsammans med de naturproducerade ynglen. Den lägre dödligheten i odlingen gör att antalet avkomlingar per lekfisk är ca. 10 gånger större i odlingen än i naturen. Figur 1 visar hur fort inaveln ökar under tre olika scenarion (A-C) där man antingen inte vidtar någon åtgärd alls (A), eller tar in fem (B) respektive tio (C) fiskar för reproduktion i odling. Jämfört med utgångsläget (A) kan det förväntas att den totala mängden fångstbar fisk fördubblas under alternativ



Figur 1. Så här fort ökar inaveln under tre olika scenarion (A-C) där man antingen inte vidtar någon åtgärd alls (A), eller tar in fem (B) respektive tio (C) fiskar för reproduktion i odling.

(B) och tredubblas under (C), och stöd-uppfödningen förväntas således ha en mycket gynnsam effekt på fisktillgången. Den "manipulation" med populationens reproduktionsmönster som stöd-uppfödningen innebär ger en kraftigt ökande inavel som redan efter fem generationer är 2-3 gånger högre än vad den varit utan stödutsättning.

Förhållanden som bestämmer om "supportive breeding" ger ökad inavel eller ej

1. Viktigast: Är beståndet nära "carrying capacity" (habitatets bärförmåga)? Om det är nära bärförmågan är "supportive breeding" alltid negativt och leder till ökad inavel. Om populationen däremot befinner sig långt under bärförmågan är "supportive breeding" många gånger positivt OM den verkligen resulterar i att populationsstorleken (antalet lekfishkar) ökar markant. Utsättningarna måste dock avbrytas när populationsstorleken närmar sig bärförmågan.
2. Antalet föräldrar i odling och i naturen.
3. Medelvärde och varians i antalet avkomlingar per könsmogen fisk i odlingen och i naturen.
4. Möjligheterna att minska denna varians i odlingen (dvs. att sträva mot att antalet avkomlingar per förälder i odlingen blir så lika som möjligt genom att inte släppa ut all avkomma från de största familjerna).
5. Sättet att välja avelsfiskar till odling (bör väljas bland fisk som EJ fötts i odling).

Möjligheter för ökat fiske efter havsöring på Gotland

Det finns ett intresse att öka turistfisket efter havsöring på Gotland. Skälen är att på så sätt skapa fler arbetstillfällen och därmed en mer levande landsbygd. Havsöringsbestånden har dock minskat kraftigt i hela Östersjön, dels beroende på för hårt fiske, men framför allt på förstörelse av lek- och uppväxtområden genom vattenkraftsutbyggnad, utdikningar och andra miljöförändringar. För att turistfisket ska kunna öka måste mängden fisk öka.

Det finns ett förbryllande fenomen som rör den naturliga produktionen av havsöring på Gotland. Rekryteringen av havsöring i Gotlands vattendrag är mycket låg på grund av att den vattenhållande kapaciteten kraftigt minskat efter utdikningar. Begränsade lek- och uppväxtområden gör att endast en liten mängd öring produceras, och antalet utvandrande smolt, 1-3-åriga småöringar, är genomgående lågt. Trots detta är mängden vuxen fisk som återvänder till bäckarna för att leka förvånansvärt stor i relation till mängden producerad smolt. Frågan är var "överskottet" av vuxen fisk kommer ifrån?

Frågeställningar inför forskningsuppgiften:

Odling- och utsättning av havsöring är ett tänkbart sätt att öka mängden fisk, biotopvård ett annat. För att kunna bedöma vilken insats som är biologiskt mest lämplig var det nödvändigt att klarlägga flera frågor kring den gotländska öringens biologi. Några sådana frågor som behandlas inom våra forskningsprojekt är:

- Hur reproducerar sig öringen på Gotland? Hur förklaras det förhållandevis stora antalet uppvandrande lekfiskar? Kan öringen leka i kustzonen eller måste den vandra upp i åarna? Kan yngel överleva och tillväxa i kustregionen?
- Finns det genetiska skillnader mellan öring som leker i olika bäckar?
- Vilken strategi – utsättning eller biotopvård – är biologiskt mest lämplig för förstärkning av Gotlands öring?

Flera frågeställningar om den gotländska öringens reproduktion har testats och förkastats, bl.a. den att öringen skulle kunna reproducera sig i bräckt vatten längs kusten. Vårt arbete har visat att detta inte är möjligt. En annan teori har dock visat sig stämma. I Själsöån gjorde vi observationen att en del av öringynglen vandrar mot havet redan under sin första sommar. Yngel av denna storlek räknas vanligen inte in i produktionen eftersom det tidigare ansetts att öringarna måste växa till en viss storlek och smoltifiera (en fysiologisk, utseendemässig och beteendemässig förändring hos fisken) innan de kan klara av livet i havet. Tanken föddes att dessa yngel trots allt kunde överleva den tidiga omställningen till havsmiljön för att återvända vid könsmogen ålder. Detta skulle kunna förklara mängden lekfisk i relation till den låga produktionen av smolt i bäckarna. Vi startade en undersökning för att försöka kartlägga de faktorer som styr den tidiga utvandringen av yngel. Dessutom har vi gjort försök med utsättningar av yngel direkt i havet för att studera deras överlevnad och tillväxt.

EXPERIMENT 1: VAD STYR YNGELUTVANDRINGEN?

Vi genomförde en serie experiment i artificiella strömrännor vid Forskningsstationen Ar på norra Gotland. Målet var att kartlägga de faktorer som styr yngelutvandringen. Resultaten visar att de mindre individerna konkurreras ut ur strömrännorna. Antalet yngel som utvandrar styrs av yngeltätheten och variationer i vattenståndet och vattenflödet. Ju högre yngeltäthet och ju större förändringar i vattenföring desto större utvandring. Antalet kvarvarande yngel är i stort sett detsamma oavsett antalet yngel vid försö-



Havsöringen utnyttjar ofta mycket små bäckar som reproduktionslokaler. Punkterna på kartan visar de 16 gotländska vattendrag där fisk för genetisk analys samlats in.



kets början. Att vattenstånd och flödes hastighet har betydelse beror på att de påverkar fiskens rörelse i ett vattendrag. Revirens storlek ändras och den mosaik av revirplatser i ett område som brukar uppstå blir aldrig helt stabil. Detta medför att öringarna tvingas byta platser vilket ökar antalet konfrontationer, vilket i sin tur leder till en ökad nedströmsvandring.

För att kontrollera och komplettera resultaten från laboriemiljön har ett antal undersökningar genomförts i gotländska bäckar. Även i naturlig bäckmiljö är yngeltäthet och varierande vattenstånd viktiga faktorer för graden av yngelutvandring. Det visade sig att konditionen på yngel, som fångades i kustzonen, var bättre än hos de som fångades på väg nedströms. Detta tyder på att de yngel som tvingas ut i havsmiljön återhämtar sig.

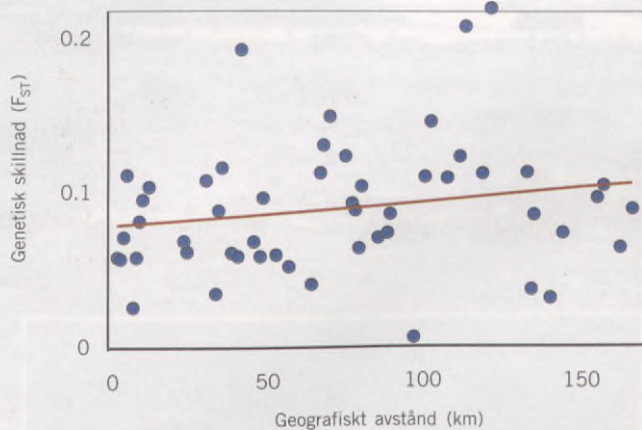
Intressanta tendenser framkom vid en jämförelse av yngelutvandring mellan tre olika bäckar med olika status för den vattenhållande kapaciteten. Antalet utvandrande skiljde sig inte åt mellan bäckarna men däremot tiden för utvandringen. Yngel från en bäck som årligen torkar ut uppvisade en mycket snabb utvandring där maxantalet utvandrande i snitt uppnåddes 2 veckor tidigare jämfört med yngel från ett

vattendrag med stabil vattenkapacitet. Detta skulle eventuellt kunna tyda på en anpassning till de instabila förhållandena i bäcken.

En viktig skillnad mellan bäckar med eller utan yngelutvandring verkar vara avståndet mellan lekplats och hav. Som exempel kan nämnas Hultungsån och Arån på norra Gotland. Den förstnämnda har lekplatser flera kilometer från havet medan det i Arån inte rör sig om mer än ett 50-tal meter. Under de år som undersökningen pågått har ingen yngelutvandring konstaterats i Hultungsån medan tusentals yngel vandrat ut från Arån.

EXPERIMENT 2: VAD HÄNDER YNGLEN I HAVET?

För att ta reda på ynglens öde då de byter miljö från bäckens sötvatten till havets bräckta vatten (6–7 promille) gjorde vi ett antal överlevnads- och tillväxtförsök under laborieförhållanden. Vi kunde konstatera att yngel i brackvatten överlevde och växte i samma takt som de i sötvatten. Vi har sedan 1995 genomfört försöksutställningar av ca 25.000 havsö-



Figur 2. Närbelägna öringbestånd på Gotland är i genomsnitt mer genetiskt lika än sådana som är mer avlägset belägna. Varje punkt i figuren representerar graden av genetisk skillnad mellan parvis jämförda bäckar (mätt som F_{ST}) och deras inbördes geografiska avstånd (mätt som kortaste avståndet efter kusten).



ringsyngel per år (5–6 cm) vid olika kustavsnitt runt Gotland. Ynglen har fettfenan avklippt för att kunna identifieras vid en eventuell återfångst. Tanken är att få information om mängden fisk som kommer tillbaka för lek efter en tid i havet och att med hjälp av dessa fångster avgöra fiskens tillväxt och överlevnad.

Andelen återfångade "havsyngel" ligger idag på ca 1%. Via fjällanalyser har vi kunnat datera vilket år fisken sattes ut och uppskattat den ungefärliga tillväxten. Vikterna varierar mellan 600–4000 gram vilket tyder på en mycket god tillväxt. Tendensen är också att dessa fiskar uppnår könsmognad något tidigare jämfört med sina normala bäcksyskon. Resultaten styrks genom data från en brickmärkt kontrollgrupp där återfångsterna sker vid lekvandring. Det kanske mest intressanta med denna kontrollgrupp är att samtliga av de återfångade (7%) gått tillbaka till ursprungsbäcken trots att de vuxit upp i saltvatten.

Resultat: Genetiska skillnader mellan bestånden

Öringen lever vanligtvis sina två första år i bäckens sötvatten innan den vandrar ut i havet. Efter en tillväxtperiod på mellan 1–3 år återvänder den till födelsebäcken för sin första lekperiod. Denna förmåga att hitta tillbaka till födelseplatsen är en viktig orsak till att man vanligen påträffar tydliga genetiska skillnader mellan olika lokala öringbestånd, även när dessa är geografiskt närbelägna.

Eftersom situationen på Gotland är sådan att många yngel lämnar födelsebäcken redan första året är frågan i vilken omfattning dessa yngel hittar tillbaka till födelsebäcken. En högre grad av "felvandring" skulle kunna leda till att genetiska skillnader mellan bestånd på Gotland saknas eller är mycket små. En avsaknad av genetisk differentiering skulle innebära att det i stort sett vore likgiltigt från vilket bestånd avelsfisk för odling fångas, eftersom det då inte skulle föreligga någon egentlig risk för spridning av "främmande gener".

Våra studier visar att det finns klara genetiska skillnader mellan öringbestånd som leker i olika bäckar. Dessa skillnader är av ungefär samma storlek som de som tidigare observerats hos havsvandrande öring i andra regioner. Såväl fältobservationer som de genetiska resultaten tyder på att bestånden i enskilda bäckar är "genetiskt små". Det är troligt att ett visst utbyte äger rum mellan bäckarna och att havsöringen på Gotland är att betrakta som ett system av populationer. En åtgärd i ett visst vattendrag, t.ex. utrotning av ett bestånd, utsättning av fisk, eller liknande, kan därför påverka systemet som helhet.

Slutsats: Stödutsättningar är vanskliga men biotopvård bra

Stödutsättningar riskerar att ha en negativ effekt på den genetiska variationen hos Gotlands öringar även om gotländskt material används för avel. De genetis-



DNA (arvsmassa) extraheras från de insamlade fiskarnas vävnader och variationen hos den mitokondriella arvsmassan analyseras. (vänstra bilden).

Variationen hos proteinkodande gener avläses på en gel och resultaten skrivs ned för att sedan föras in i en databas (högra bilden).

Analysmetoder

De genetiska studierna av gotländsk öring har hittills omfattat två olika laborativa tekniker. I det ena fallet har gener som finns i cellens kärna (s.k. nukleärt DNA) och som styr produktionen av olika proteiner undersökts med hjälp av "proteinelektrofores". I det andra fallet har delar av den mitokondriella arvsmassan ("mtDNA") undersökts. Denna arvsmassa finns utanför cellkärnan och nedärvs endast från modern.

ka skillnaderna mellan bestånden innebär att det inte är självklart hur ett lämpligt avelsmaterial skulle väljas. Risker finns att stora mängder fisk från en viss bäck sätts ut och blir "överrepresenterad". Det är inte heller självklart hur stödutsättningar i enskilda bäckar bör utformas eftersom den information som krävs om enskilda bestånd idag saknas.

Däremot visar undersökningarna att det finns andra möjligheter för att förstärka havsöringsbestånden i Östersjön. Restaurering av våtmarker och skapande av nya lekplatser skulle kunna ha en påtagligt positiv effekt på fiskbeståndens storlek. Restaurering av våtmarker är viktigt för att det leder till en förbättrad vattenföring. På Gotland skulle t.ex. en sådan restaurering av Gothemsån innebära att stora arealer av ån skulle lämpa sig som uppväxtområde för havsöring.

Studierna visar att de viktigaste faktorerna för yngelutvandring verkar vara yngeltäthet, variationer i vattenföringen samt framför allt avståndet mellan lekplats och hav. Korta bäckar med bra lekbotten i nära anslutning till havet har den bästa potentialen när det gäller tidig yngelutvandring. Nya lekplatser nära mynningen kan öka yngelutvandringen och medföra ett ökat tillskott av havsöring längs kusten. Även bäckar som regelmässigt torkar ut under sommarhalvåret kan vara intressanta. Biotopvård i form av lekplatser och vattenlås bör kunna ge goda resultat. Inga främmande gener tillförs, och man

Resultat från genetiska studier

Totalt har öringbestånden i 16 bäckar undersökts med två olika metoder som givit i stort sett samma resultat:

- Genetiska skillnader finns mellan bestånden av havsöring på Gotland.
- Det förekommer även genetiska skillnader mellan fisk från olika årsklasser inom samma bäck.
- Omkring 3-5% av den totala mängden genetisk variation i de nukleära generna hos den gotländska havsöringen förklaras av skillnader mellan bestånd i olika bäckar/år. I det mitokondriella genomet är skillnaderna mellan bestånden ungefär dubbelt så stora.
- Det finns en tendens till att närbelägna bestånd i genomsnitt är mer genetiskt lika varandra än sådana som är mer avlägset belägna (se figur 2.).
- Det finns tecken på att antalet "genetiskt effektiva" honor per generation är lågt i de enskilda bäckarna.

riskerar heller inte ökad inavel i enskilda bestånd. Tvärtom borde biotopvårdande insatser av denna typ leda till att antalet fiskar som reproducerar sig ökar då antalet lekplatser ökas.

Framtiden

Arbetet med att kartlägga effekterna av utsättning av fisk fortsätter. Vi arbetar vidare med att utveckla:

- generella, populationsgenetiskt baserade strategier för stödutsättningar av fisk.
- strategier för ett ekologiskt hållbart fiske baserat på modeller för beräkning av produktionen av "fiskbar" fisk i de olika vattendragen på Gotland.
- en plan för habitatförbättrande åtgärder för de havsöringsförande vattendragen på Gotland. Detta görs för att förbättra reproduktionsmöjligheterna och uppväxtnöjligheterna för ynglen.

I ett nästa steg planerar vi att arbeta med följande frågeställningar:

- Hur påverkar olika strategier för fiske den biologiska mångfalden på gennivå?
- Vilken omfattning har yngelutvandring hos öringen i större vattendrag längs svenska ostkusten?
- Hur precis är återvandringen till hemmabäcken hos öringar som redan under yngelstadiet vandrat ut i havet?
- Hur påverkar vattenföring och habitatstruktur beståndens genetiska profil? Av speciellt intresse är episodiska effekter (t.ex. torra somrar) jämfört med permanenta effekter (t.ex. utdikningar). ➔

Läs mer:

- Allendorf, F.W. and Ryman, N. *The role of genetics in population viability analysis*. - In: Beissinger, S.R. and McCullough, D.R. (eds.), *Population Viability Analysis: Assessing Models for Recovering Endangered Populations* (In press).
- Jorde, P.E., Palm, S. & Ryman, N. 1999. *Estimating genetic drift and effective population size from temporal shifts in dominant gene marker frequencies*. - *Molecular Ecology* 8:1171-1178.
- Järvi, T. (red.) 1997. *Fiskevård i rinnande vatten*. Egget förlag, Arvika.
- Järvi, T., Holmgren, K., Rubin, J-F., Petersson, E., Lundberg, S. & Glimsäter, C. 1996. *Newly-emerged Salmon trutta fry migrate to the sea - An alternative choice of feeding habitat?* *Nordic J. Freshw. Res.* 72:52-62.
- Laikre, L. and Ryman, N. 1996. *Effects on intraspecific biodiversity from harvesting and enhancing natural populations*. - *Ambio* 25:504-509.
- Laikre, L. 1998. *Övervakning av genetisk mångfald på gennivå*. Faktablad, Enheten för populationsgenetik, Stockholms universitet.
- Laikre, L. & Ryman, N. 1997. *Övervakning av biologisk mångfald på gennivå. Förslag till åtgärds- och forskningsprogram*. - Naturvårdsverket rapport 4824. 66 pp.
- Laikre, L., Jorde, P.E. & Ryman, N. 1998. *Temporal change of mitochondrial DNA haplotype frequencies and female effective size in a brown trout (Salmo trutta) population*. - *Evolution* 52:910-915.
- Laikre, L. et al. 1999. *Conservation genetic management of brown trout (Salmo trutta) in Europe. Report by the Concerted Action on Identification, Management and Exploitation of Genetic Resources in the Brown trout (Salmo trutta) ("TROUTCONCERT")*; EU FAIR CT 97-3882

- Landergren, P. 1996. *Havsöring i små vattendrag*. Sportfiske nr 697.
- Landergren, P. 1999. *Recruitment of sea trout, Salmo trutta (L.), in small coastal streams on Gotland, Sweden*. Licentiate Thesis 1999:1. 63 pp. Stockholm University.
- Landergren, P. 2000. *Den gotländska havsöringen - en överlevnadskonstnär*. Fiskejournalen nr. 1-2/2000.
- Landergren, P. & Vallin, L. 1998. *Spawning of sea trout, Salmo trutta L., in brackish waters - lost effort or successful strategy?* *Fisheries Research* 35:229-236.
- Landergren, P., Vallin, L. 1998. *Regnbåge-ett växande hot mot känsliga havsöringbestånd*. Sportfiske nr 498.
- Palm, S. & Ryman, N. 1999. *Genetic basis of phenotypic differences between transplanted stocks of brown trout*. - *Ecology of Freshwater Fish* 8:169-180.
- Petersson, E. & Järvi, T. 1999. *Odling, domestisering och bevarandebiologi hos laxfiskar*. Fiskeriverkets rapport 5:51-79.
- Ryman 1997. *Minimizing adverse effects of culture: understanding the genetics of populations with overlapping generations*. *ICES Journal of Marine Science* 54:1149-1159.
- Ryman, N. 1998. *Genetiska effekter av stödutsättning*. - Fiskodlingskonferensen i Stockholm/Helsingfors 10-12 mars 1998 (bilaga 3). 4 pp.
- Ryman, N., Jorde, P.E., and Laikre, L. 1999. *Supportive breeding and inbreeding effective number: reply to Nomura*. - *Conservation Biology* 13:673-676.

**Vill du veta mer eller beställa
mer information, kontakta:**

Linda Laikre, Populationsgenetik,
Stockholms universitet
106 91 Stockholm
Tel: 08-16 42 83 • Fax: 08-15 40 41
e-post: linda.laikre@popgen.su.se

Torbjörn Järvi, Fiskeriverket
Sötvattenslaboratoriet
178 93 Drottningholm
Tel: 08-620 04 43 • Fax: 08-759 03 38
e-post: torbjorn.jarvi@fiskeriverket.se

Peter Landergren
Systemekologi, Stockholms universitet
Forskningsstationen Ar, 620 35 Fårösund
Tel: 0498-22 46 30
e-post: p.landergren@gotlandica.se

Forskningen som presenteras sker inom ramen för

SUCOZOMA

med stöd från



Fiskeriverkets bibliotek



2 027 197 8246 59



Beslutsgruppen
Mål 5b Gotland