

**UNDERSÖKNINGAR AV GYRODACTYLUS SALARIS PÅ LAX
I ÄTRANS VATTENSYSTEM, FALKENBERGS KOMMUN
UNDER FEM ÅR 1991-1995**

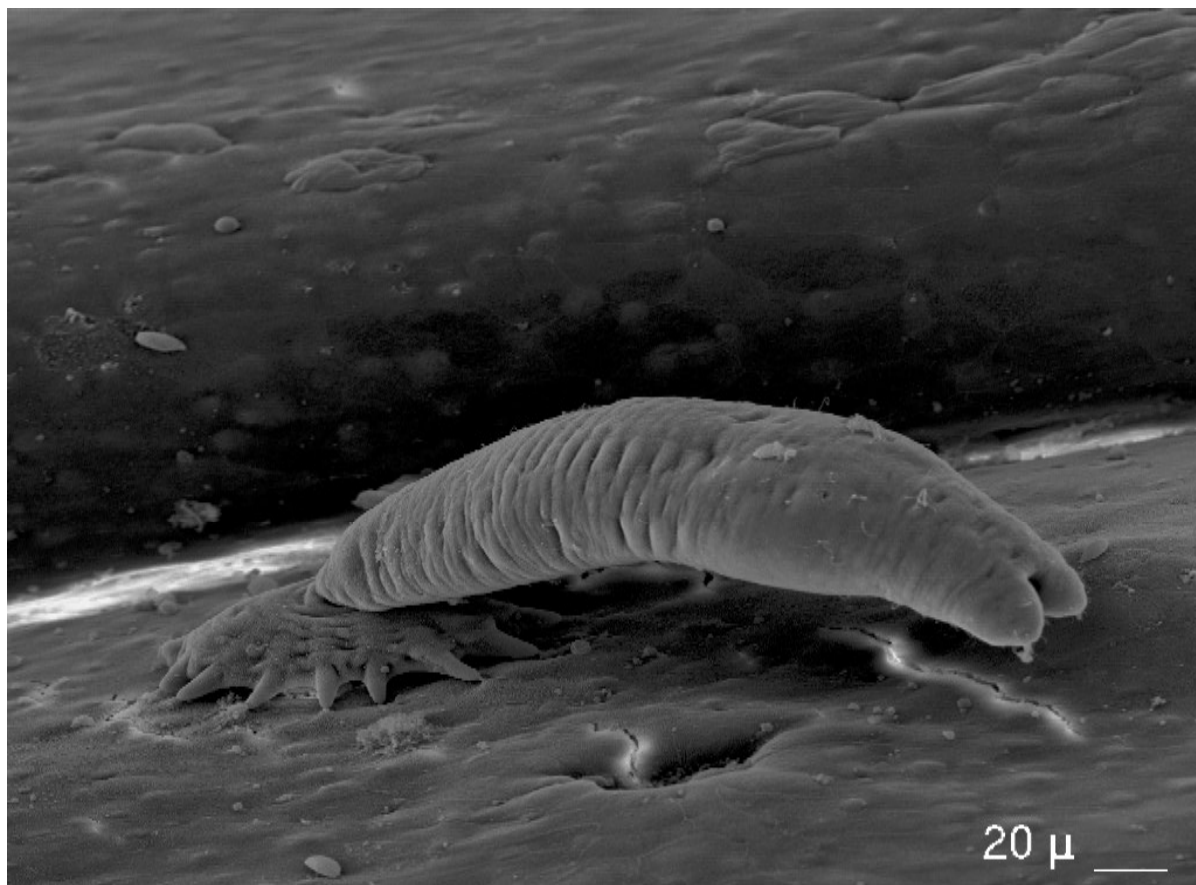


foto: Göran Malmberg

Ingemar Alenäs
Falkenbergs Kommun

Göran Malmberg
Stockholms Universitet

Håkan Carlstrand
Sportfiskarna

***Miljö- och hälsoskyddskontoret
Rapport 1997:1 Falkenbergs Kommun***

UNDERSÖKNINGAR AV GYRODACTYLUS SALARIS PÅ LAX I ÄTRANS VATTENSYSTEM, FALKENBERGS KOMMUN UNDER FEM ÅR 1991-1995

Ingemar Alenäs,
Falkenbergs kommun, Miljö- och hälsoskyddskontoret, 311 80 FALKENBERG

Göran Malmberg,
Stockholms Universitet, Zoologiska Institutionen, 106 91 STOCKHOLM

Håkan Carlstrand,
Sveriges Sportfiske och fiskevårdsförbund, Göteborgsdistriktet
Sjölyckan, 416 55 GÖTEBORG

ABSTRACT: Population dynamics of *Gyrodactylus salaris* on wild Atlantic salmon, *Salmo salar*, in the river Ätran and Högvadsån at the Swedish westcoast was studied from spring 1991 to december 1995. Salmon parr were infected shortly after hatching during their first summer. The parasite abundance increased during spring and autumn. The prevalence of the 1991 year class was 100% in Högvadsån. Smolt and precocious males showed generally high infection intensities. Infection intensities varied widely, the maximum infection on a single fish was 1721 individuals. The mean intensity exceeded 100 *G.salaris* per fish in seven different samples in Högvadsån. During the warm summer in 1994, with water temperatures above 20 degrees Celsius, a collapse in the *G.salaris* population was registered. It is concluded that *G.salaris* is not endemic to Ätran and has been recently introduced, probably by farming activities. *G.salaris* is supposed to be the major factor inducing decreased survival of parr, which is less than 5% between 1st and 2nd summer fry. Electrofishing at Ullared in 1996 showed densities of 2nd summer parr of 2/100 m² which is 90% below middeldensities for the investigationperiod 1964-1996. Spawning and smolt migrations are reduced ca 80% in Högvadsån during the last ten years. *G.salaris* has not previously been considered to have production limiting effects on Swedish Atlantic salmon stocks.

INLEDNING

Ätranlaxen utgör en av Sveriges viktigaste och mest ursprungliga atlantlaxstammar då den i mycket ringa omfattning utsatts för odlingsverksamhet. Ätranlaxen är genetiskt unik och har gener som påminner om amerikanska laxbestånd. (Jansson et al 1989).

En omfattande vattenkraftsutbyggnad i början på seklet (Hultberg, Alenäs 1996) begränsade kraftigt tillgängliga reproduktionsområden för lax i Ätran. (von Post 1996).

Laxen i Högvadsån drabbades under 1970-talet hårt av försurningsskador. Ett av världens mest omfattande kalkningsprojekt i rinnande vatten startades 1978 i Högvadsån (Edman et al 1988). Detta blev

avgörande för bevarandet av Äträs unika laxstam (Alenäs 1994). Laxens lekvandring till Högvadsån ökade kraftigt under en tioårsperiod efter insatt kalkning. (Carlsson 1992).

Överlevnaden av laxyngel i Högvadsån har dock minskat påtagligt från 1985 och smoltutvandringen har legat på en låg nivå från 1989. (Dellefors, Faremo 1996).

Falkenbergs kommun tog 1991 initiativ till här presenterade undersökningar som ett led i att finna en orsak till den försämrade överlevnaden av laxyngel i Högvadsån. 1991 påbörjades i samarbete mellan Stockholms Universitet och Falkenbergs kommun undersökningar av den parasitiska haptormasken *Gyrodactylus salaris* i Äträs vattensystem. Sportfiskarna har deltagit i arbetet från 1993.

Högvadsåundersökningarna är de första svenska studier som indikerar att *Gyrodactylus salaris* kan vara en produktionsbegränsande faktor i viltlevande laxbestånd i Sverige.

Norska laboratorieförsök visar att baltisk lax från ryska sidan östersjön (Nevalax) har viss resistens mot *Gyrodactylus*. (Bakke et al. 1992). Samma försök visar att svensk baltisk lax (Indalsälvslox) i detta avseende mera liknar norsk atlantlox, som har hög prevalens, infektionsintensitet och dödlighet för *Gyrodactylus*.

MATERIAL OCH METODER

1. Undersökta delar av Äträs vattensystem: Parr från Högvadsån vid Ullared, smolt från Nydala kvarn. Parr från biflöden: Fageredsån vid Fridhemsberg och Lillån vid Vessigebro. Parr från Äträs huvudfåra uppströms Vessigebro vid Fors.

2. Tid för undersökningarna:

Provtagningar har om möjligt utförts
a. efter varm period **b.** efter kall period.

3. Vattenförhållanden:

Vattenföring: Mätningar utförs kontinuerligt av SMHI med skrivande pegel vid Pepparforsen nedströms Ullared. Vattentemperatur mäts dagligen vid Nydala kvarn under tiden för laxens uppvandring och tiden för smoltens utvandring.

Kalkningsåtgärder och vattenkemiska effekter följs enligt kalkningsplaner och undersökningsprogram fastställda av länsstyrelsen i Hallands län.

4. Fiskmaterialet: **a.** Fångst av laxungar: Elfiskemetodik enligt länsstyrelsen i Hallands län (Schibili 1996) och Dellefors & Faremo (1996) har följts.

b. Behandling av laxungar för *Gyrodactylus*undersökningar: Insamling, transport och förvaring av levande fisk har skett enl. särskild manual (Malmberg 1996).

c. Antal undersökta laxungar: Om möjligt 5/10 exemplar per fångstlokal och årsklass.

d. Protokollföring: Fenor (huvud och i många fall kroppen) av just avlivade laxungar har undersökts i preparerlupp, antal maskar per kroppsdel räknats och införts på särskilt protokoll.

5. Behandling av erhållna data:

Prevalence, (procent infekterade fiskar per undersökningstillfälle), abundance (medeltal av tot. antal maskar per undersökt fisk) och medelintensitet (Margolis et. al 1982) har framräknats för olika undersöknings-tillfällen. Erhållna data har lagrats på dator i Microsoft Excell 5 för vidare behandling. Resultat från undersökningarna i Äträs systemet och andra Västkustälvar har presenterats i tryck (bl. a. Malmberg et al 1995) och muntligt vid symposier (bl.a Finland, 1996, Norge 1997) och/eller i posterform (Island 1994).

RESULTAT

(*Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 förkortas nedan till G.s.)

Stora individuella skillnader

Intensiteten i G.s. förekomsten varierar mycket dels mellan enskilda fiskar och dels mellan olika årstider. Vid sju provtillfällen har abundansen (räknat som medelvärde) överstigit 100 G.s. per fisk. Högsta intensiteterna har förekommit vår/försommar och höst/vinter. Enstaka fiskar har haft över 1000 G.s. per fisk med max. värde på 1721 på en ettårig fisk 1 juni 1995. Under perioder med hög vattentemperatur som somrarna 1994 och 1995 har intensiteten varit låg med enstaka (0-10) G.s. per fisk. Generellt sett är intensiteten högst på tvåsomrig fisk, något lägre på ensomrig fisk och lägst på de äldsta tre och fyrsomriga fiskarna. Detta kan exemplifieras med provtagningen nov. 1993 då abundansen för 0+,1+,2+ och 3+ var resp. 157, 383, 29, 40 G.s. per fisk._

Yngel infekteras kort efter kläckning

Nyckläckta laxungar (2,9-3,2cm) från 21,22 maj 1991 var ej infekterade med G.s. medan ettåriga fiskar från samma tillfälle var bärare av G.s. (prevalens 67%). 1991 års laxyngel hade därefter vid samtliga provtagningstillfällen (maj 91-nov93) en 100%-ig prevalens. Nästa årsklass (1992) undersöktes ca en månad senare dvs 23 juni 1992 och hade då en längd av 3,8-4,1 cm. Dessa fiskar visade en 100%-ig prevalens för G.s. Ett nykläckt yngel (3,1cm) från 1 juni 1995 saknade G.s. medan ettåriga fiskar samtidigt visade 100%-ig prevalens. Dessa resultat antyder att nykläckta laxyngel i Högvadsån infekteras av G.s. redan under sin första sommar kort efter kläckning.

Leklax kan sprida G.s.

I nov.1993 undersökte SVA lekvandrande lax från Ätran vid laxtrappan i Herting ca 2 km från havet. Förekomst av G.s. kunde konstateras på dessa lekvandrande fiskar

som alltså kan utgöra en spridningskälla för G.s. i Ätrons vattensystem. Undersökningen visar också att G.s. förekommer i Ätrons huvudfåra mellan havet och Herting.

Smolt och precocious males

Smolt och lekmogna hanar (precocious males) har i Högvadsån visat sig ha förhöjd infektionsintensitet (Malmberg 1991) vilket också antas kunna öka G.s. spridningsmöjligheter inom vattensystemet.

Utbredningsmönster hos G.s.

Vid den första undersökningen av Ätrons huvudfåra anträffades inga G.s. Senare har en sparsam förekomst kunnat påvisas. Undersökningar av Högvadsåns biflöden visade en lägre förekomst av G.s. än huvudfåran. Sommaren 1994 när inga G.s. anträffades i Högvadsåns eller Ätrons huvudfåra kunde masken dock påvisas i undersökta biflöden. Detta indikerar att biflödena tidvis kan utgöra en reservoar för masken och vara en spridningskälla för G.s. i hela Ätronsystemet. Hela flodsystemet måste därför ingå i en monitoring av G.s.

DISKUSSION

Infektion och spridning

Högvadsån kan ha blivit smittad av G.s. under 1980-talet när laxparr och smolt från G.s.-smittad odling utplanterades vid Herting och Nydala. Uppströms spridning i vattensystemet kan bl.a. ha orsakats av uppvandrande lekfisk så som antas ha skett i den norska älven Vefsna. (Johnsen och Jensen 1988). Efter det att G.s. konstaterats i Vefsna dröjde det 6 år innan ettåriga yngel (1+) uppvisade 100%-ig prevalens för infektion. (Johnsen och Jensen 1988). I Högvadsån visar 1+ laxyngel vid Ullared 100% prevalens åren 1991,92 och 93. Om Högvadsålxaxen ej visar en större prevalens för infektion än Vefsnalaxen kan detta

indikera att infektion av Högvadsån skett 1985 eller tidigare.

Abundansen av parasiter ökar i Högvadsån från låg under sommaren till hög under hösten när vattentemperaturen sjunker från ca. 20 grader till ca. 10 grader. Detta överensstämmer med norska studier i Batnfjordselva (Appelby 1997). I Batnfjordselva var det endast tre av 221 årsungar som ej infekterats. Ett av dessa var ett nyligen kläckt årsyngel på 2,8cm längd. (Mo 1992). Därefter infekterades ynglen, liksom i Högvadsån, under första sommaren.

Infektionsgrad

I DN-notat nr 2 1995 gör direktoratet för naturförvaltning i Norge en värdering av infektionsgraden av G.s. i norska älvar. Infektionsgraden beskrivs i fyra nivåer med följande indelning:

Infektionsgrad 0 : Ingen infektion

Infektionsgrad 1: Liten infektion. Upp till 10 parasiter per laxunge.

Infektionsgrad 2: Medelinfektion. Mellan 10-100 parasiter per laxunge.

Infektionsgrad 3: Stor infektion. Över 100 parasiter per laxunge.

Hög infektion i Högvadsån

Ätranlaxens infektionsbenägenhet för G.s. är den största av hittills undersökta svenska laxbestånd. Högvadsån har enligt DN:s indelning i fyra infektionsgrader haft stor infektion av G.s. vid sju provtagningstillfällen. I slutet av april 1993 var Högvadsåns årsungar kraftigt infekterade med i medeltal 364 G.s. per yngel. Även under hösten 1993 var infektionen fortsatt hög. Sommaren och hösten 1994 sjönk intensiteten drastiskt till endast 0-1 G.s. per fisk. Appelby och Mo (1997) beskriver från Batnfjordselva hur sådan tidig vårinfektion kan leda till hög dödlighet för de mest infekterade värdarna. Påföljande kollaps i parasitpopulationen hänförs till en kombination av värdmortalitet då de mest resistenta individerna överlever och

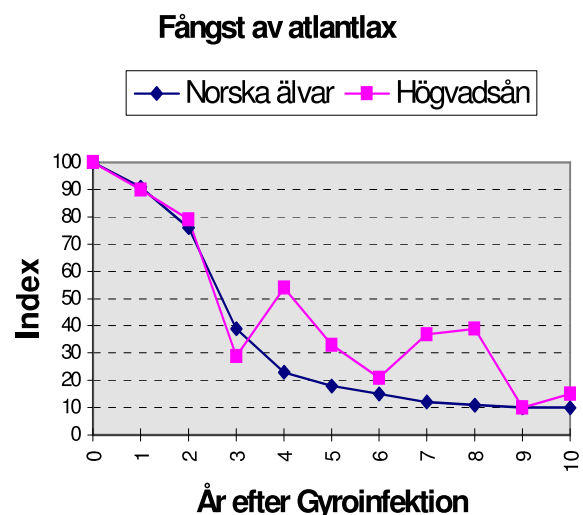
reducerad reproduktion hos G.s. pga olämplig reproduktionstemperatur. Låga sommarvärden förklarar de bl.a. med att fisken vid högre temperatur har ökad immunologisk aktivitet i slemhinnorna vilket i sin tur leder till lägre parasitöverlevnad.

Införd parasit

Högvadsån visar stora variationer i parasitförekomst under de undersökta åren 1991-95. Appelby och Mo (1997) säger att orsakerna till de stora till synes slumpartade variationerna i G.s. populationsdynamik mellan olika år är okända. Detta indikerar enligt Anderson och May (1978) ett instabilt förhållande mellan G.s. och atlantlax vilket i sin tur tyder på ett relativt nytt värd - parasitförhållande. Detta kan således indikera att även Högvadsån har ett nytt värd - parasitförhållande dvs. en i sen tid införd parasit som ej är endemisk för Högvadsåns atlantlaxstam. Laxparren i Högvadsån har, liksom laxen i drabbade norska älvar, de senaste åren haft en signifikant minskad överlevnad. (Dellefors, Faremo 1996).

Odlingseffekter

I Norge menar man att förutom introduktion av parasiten kan effekter av odling och utsättning på laxens genetik och demografi vara alternativa orsaker till epidemiska utbrott av G.s. (Halvorsen, Hartvigsen 1989). Högvadsån har en av Sveriges mest ursprungliga laxstammar där odling förekommit i mycket ringa omfattning. Däremot har andelen odlad lax



ökat drastiskt på västkusten under senare år. Andelen vildlax i sportfiskefångsten i hallands åar har mellan 1980-1996 minskat från över 90% till ca 40%. (Schibli 1997).

Fångstutveckling i infekterade älvar

För norska G.s. infekterade älvar har man beräknat ett index för fångstutveckling efter infektion. (Krokan 1994). Indexet bygger på fångstutvecklingen i 8 älvar där G.s. blev påvisad 1980. Som referens har man använt fångsten i "friska" älvar under perioden. Räknas index ut för fångst i laxfällan i Nydala i Högvadsån åren 1986-1996 med 1986 som basår satt till 100% fås följande kurvor:

Högvadsån har tidigare bedömts kunna ha en smoltproduktion på ca 40 000 smolt (Alenäs et al 1995). 1986 har valts som basår då kalkningen 1978 successivt inneburit en förbättrad smoltproduktion som 1986 beräknats till ca 20 000 smolt. Den låga fångsten 1989 (år 3) har beskrivits vara orsakad av en smoltdöd pga algblomning i havet våren 1988 (Fleischer et al 1995). För Högvadsålxaxen har för övrigt visats en signifikant bättre återvandring från havet under perioden 1955 till 1995 (Dellefors, Faremo 1996) varför en minskad laxuppvandring ej generellt kan sägas orsakad av försämrade överlevnadsförhållanden i havet, utan torde bero på förhållanden i Ätransystemet.

Makromiljöförhållanden i Ätransystemet

Förutom i Ätransystemet har G.s hittills anträffats i ytterligare 2 Västkuståar: Sävån och Fylleån. Parasitförekomsten i dessa två åar är lägre än i Ätransystemet, men uppvisar liknande svängningar, fast på en lägre nivå än i Ätransystemet. Under sommarperioden har i såväl Sävån som Högvadsån mycket låg intensitet (0) konstaterats. Nämnade svängningar indikerar olika gynnsamma perioder för G.s reproduktion. Man skulle kunna tala om svängningar mellan "maskår" och motsatsen. Orsaken till svängningarna är

närmast att sökas i varierande vattenförhållanden, dvs den miljö som laxungarna och G.s. har gemensamt, dvs maskens makromiljö. I ett normalt fisk-G.s. förhållande kan det som är positivt för fisken också vara bra för masken, men i en instabil miljö kan en av parterna (alltså även masken) missgynnas mer än den andra.

Fysikaliskt-Kemiska faktorer

I biflödet Fageredsån har laxens överlevnad från ensamrig till flersomrig ej minskat lika kraftigt som i huvudfåran. Vattnet är här mer humöst och aluminiums giftverkan antas reducerad. Även medelintensiteten på infektionen av G.s. är mindre än i huvudfåran. Det syns därför troligt att fysikaliskt-kemiska förutsättningar direkt eller indirekt påverkar G.s. infektionens förlopp och därmed effekten på laxyngeltätheten.

Försurning

Försurningseffekterna i Högvadsån har de senaste åren lindrats genom förbättrad kalkningsstrategi. Bottenfaunan visar som indikator att artantalet och biomassan ökat (Sundberg et al 1996). Försurningskänsliga arter ökar. Öringen har ökat något i vattensystemet de senaste åren. Alkalinitets- och pH-värden visar en uppåtgående trend. (Shibli 1997). Kalkning kan tänkas gynna såväl lax som G.s.

Aluminiumhalt

I Högvadsån uppmätes periodvis höga halter av oorganiskt aluminium (Schibli 1997). Detta orsakar försämrade tillväxt och överlevnad hos laxartade fiskar (Todd 1995), men missgynnar också G.s enl. Norska försök (Bakke pers.com.)

Kadmiumhalt

I Högvadsån har tidvis registrerats höga halter av kadmium i vattenmossa (Ericsson et al 1997). Vid parasitangrepp minskar fiskars tolerans mot kadmium (Pascoe och Cram 1977).

Låg vattenföring

Låg vattenföring kan ha påverkat laxfångsten i fällan vid Nydala negativt under 1990-talet. Lägsta sommarvattenföring i relation till normal minimivattenföring har under tioårsperioden 1985-1995 varit 152,85,198,140, 60,87,94,45,69,54 resp. 78% för sju vattendrag på svenska väst och sydkusten. (Degerman et al 1997). Överlevnaden hos laxyngel i Högvadsån har varit sämre än i övriga västkuståar (Jolander 1994) där vattenföringen också varit låg. Reproduktionen av lax (0+) har dock varit god i Högvadsån. Vid år med god reproduktion har överlevnaden till äldre laxungar varit extremt låg (Dellefors, Faremo 1996). Detta mönster är typiskt för s.k. mikroparasiter som sprids med direkt kontakt och har snabb reproduktion (Anderson 1981; Dobson och May 1987). Låg vattenföring kan alltså gynna G.s åtminstone vid täta parrbestånd och för masken lämplig vattentemperatur.

Ätranlaxens kondition

Elfisken utfördes 1996-07-28 dels uppströms ett vandringshinder vid Lia och dels nedströms hindret (Dellefors, Faremo 1996). Med största sannolikhet saknas G.s. uppströms vandringshindret medan den är etablerad nedströms. Medellängd och konditionsfaktor för laxyngel var vid tillfället 589, 450 mm och 0.96, 0.78 uppströms resp. nedströms. Detta överensstämmer med (Sindermann 1987) att pathogener orsakar minskad tillväxt och fekunditet.

Tillväxten påverkas även av beståndstätheten. Trots kraftigt minskad beståndstäthet i Högvadsån ser man ej motsvarande förbättrad tillväxt (Dellefors, Faremo 1996).

Överlevnaden av laxyngel från ensomrig till flersomrig har minskat signifikant under den senaste tioårsperioden. Vi saknar

idag nödvändig kunskap om graden av Ätranlaxens resistens mot G.s. infektion.

Predation

Omfattande parasitangrepp kan även ge effekter som indirekt påverkar laxbeståndet. I Högvadsån förekommer riklig predation på laxyngel av storskrake, häger, mink, gädda, lake, bergsimpa och kungsfiskare. Parasitangrepp innebär ökad predationsrisk (Lester 1971; Giles 1987).

Infektionsintensitet och parröverlevnad

Få studier finns i dag över vilken infektionsgrad som orsakar försämrad överlevnad hos laxyngel. Detta beror dels på att det varit mindre intressant i Norge där infektion alltid lett till hög dödlighet, och dels på att det är svårt att renodla effekten av G.s. Bakke et al har dock i en studie 1990 i laboratoriet infekterat två norska laxstammar, Alta och Lone, med G.s. Efter 4 veckor och med en medelintensitet av 140 G.s. per fisk var hälften av de 100 infekterade fiskarna döda.

Kontrollförsök med Nevalax visade betydligt mindre dödlighet.

I Högvadsån har överlevnaden från O+ till 1+ minskat från mellan 40-20% i början av 1980-talet till i medeltal under 5% för 1990-talet. På elfiskestationen vid Ullared skattades tätheten av flersomrig lax 1996 till endast 2/100m², vilket är 90% under medeltätheten för undersökningsperioden 1964-1996. (Schibli 1997).

Påvisade infektionsintensiteter i norska älvar är ofta betydligt högre än i Högvadsån. Vi vet idag icke om förhållandena i Högvadsån under något annorlunda omständigheter kan leda till ännu högre infektioner. Vi vet heller icke i vilken grad Ätranlaxens eventuella resistens mot nuvarande G.s. infektioner, direkt eller indirekt, påverkar överlevnaden av laxyngel i ätransystemet. Ökad kunskap om olika miljöfaktorers betydelse för G.s.-

infektionens storlek och fastställande av graden av Ätranlaxens resistens mot G.s. är därför av största vikt för att utröna i vilken grad den påvisade, tidvis höga infektionsintensiteten i Högvadsån orsakar nuvarande låga överlevnad av laxparr.

Gyrodactylus på fisk

De flesta fiskarter har sina egna *Gyrodactylus*-arter. Förekomst av *Gyrodactylus* på fisk är alltså något naturligt som normalt inte tycks inverka på fiskproduktionen. Normalt torde därför G.s. på lax i fria vatten vara utan betydelse för parrens överlevnad inom maskens naturliga utbredningsområde. Utanför G.s. naturliga utbredningsområde möjliggörs en mycket hög G.s. infektion på parren vilket emellertid kan orsaka dödlighet. Detta är fallet i angripna norska älvar. Orsaken är att masken blivit införd till Norge och att laxungarna därför icke kunnat utbilda tillräcklig resistens mot G.s.

SAMMANFATTNING

Högvadsån i Ätransystemet har upprepat haft den högsta G.s. infektionen av samtliga undersökta svenska vattendrag. Enligt norska normer har infektionsgraden mestadels varit hög. Vid sju provtagningstillfällen översteg abundansen 100 G.s. per fisk

Infektionsintensiteten och stora variationer mellan undersökningstillfällen kan tyda på

en relativt ung infektion vilken troligen ej är endemisk för Ätrans vattensystem. G.s. kan tänkas ha blivit införd 1985 eller tidigare till Ätran genom insättning av odlade laxungar och /eller via förrymda regnbågsungar. Den minskade lekfiskuppvandringen i Högvads-ån följer samma mönster som den i G.s. drabbade norska älvar.

Överlevnaden av laxyngel i Högvadsån har stadigt minskat och ligger hittills under 1990-talet under 5% från årsyngel till flersomriga ungar. Medeltätheten för flersomrig laxparr har de senaste åren tidvis varit reducerad med över 90% jämfört med tidigare medelvärden.

G.s. kan ensam eller i samverkan med fysisk miljöpåverkan och predation vara en viktig orsak till den minskade överlevnaden av laxungar i Högvadsån-Ätranlaxens barnkammare.

REKOMMENDATIONER

På basis av G.s.-undersökningarna i Ätransystemet föreslås:

1. Utökade undersökningar av G.s. förekomst i Svenska vattendrag och fiskodlingar - regnbågsodlingar icke att förglömma.
2. Fortsatt monitoring angående förekomsten av G.s. i Ätransystemet
3. Monitoring av samtliga atlantlax-producerande vattendrag på Svenska Västkusten.
4. Ökad kontroll av laxfiskproducerande odlingar angående G.s.
5. Förbud mot insättning av laxfisk i vattendrag inom det svenska atlantiska området från odlingar, som icke garanterats fria från G.s.

6. Att i övrigt enligt "försiktighetsprincipen" värna de atlantlaxbestånd som ännu inte infekterats med G.s.

7. Fortsatta studier av G.s. och dess inverkan på naturlaxbestånd, bl.a angående olika laxstammars resistens

8. Samarbete med norska instanser angående olika G.s.-frågor, bl.a olika G.s.-stammars infektionskapacitet på olika laxstammar.

Stockholms Universitet som bidragit till dokumentationen av G.s. Tack till Länsstyrelsen i Hallands län för bidrag med värdefulla data och till Hans Schibli för värdefulla synpunkter på manus. Ett stort tack också till alla övriga som elfiskat och på andra sätt bidragit till att denna rapport kunnat framts.

ERKÄNNANDE

Denna studie har delvis finansierats med statliga medel från det svenska kalkningsprogrammet. Sveneric och Berit Möller har förtjänstfullt utfört laxräkningarna vid Nydala kvarn. Tack till Marianne Malmberg och övriga vid

REFERENSER

Jansson, H., Höggren, M., Johlander, A., Johansson, R. : 1989, *Salmon Research Institute Report 3* , 20 pp.

Hultberg, H., Alenäs, I.,: 1996, "Ätranlaxen människan och miljön" In: Hallands sportfiskeklubb 50 år 1946-1996. Falkenberg.

von Post, C., : 1996, "Multiple uses of the Ätran River affecting salmon" Examensarbete 1996:4 Stockholms Universitet, Institutionen för Systemekologi.

Edman, G., Fleischer, S., Fritz, Ö. & Stibe, L., 1988: "Högvadsån 1978-1986. Försurad - Kalkad - Pånyttfödd" Länsstyrelsen i Hallands län. Meddelande 1988:4.

Alenäs, I. : 1994 "Laxen återvänder till den Kalkade Högvadsån vid Falkenberg på svenska västkusten". Laks & Miljö Fagtidsskrift om Laksefisk og Vassdragsmiljö **3**, 19-23

Carlsson, U. : 1992, "Kalkningsprojekt Högvadsån 1987-1991" Miljö- och hälsoskyddskontoret Falkenberg Rapport 1992:2.

Dellefors, C., Faremo, U. : 1996, "Fiskeribiologisk undersökning inom Högvadsåns kalkningsprojekt. Slutrapport 1996". Falkenbergs kommun, Miljö- och hälsoskyddskontoret, Rapport 1996:4.

Bakke, T., Hansen, L.P. & Nordmo, R. : 1992, "The susceptibility of a Swedish Baltic Salmon stock (*salmo salar*) to Norwegian *Gyrodactylus salaris*" In: Proceedings of The European Federation of Parasitologists VI European Multicolloquium of Parasitology, Hague, The Netherlands.

Schibli, H. : 1996, "*Elfisken i kalkade vatten inom Hallands län.*" Redovisning av elfisken 1995. Länsstyrelsen i Hallands län. Meddelande 1996:11.

Malmberg, G. : 1996, "*Manual for investigating fish for Gyrodactylus*" The EU Workshop on Gyrodactylus salaris 13-17. 04 1996, Oulu, Finland.

Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kurtis, A. & Schad, G.A.: 1982, "*The use of ecological terms in parasitology*" Journal of Parasitology **68**, 131-133.

Johnsen, B.O., Jensen, A.J. : 1988, "*Introduction and establishment of Gyrodactylus salaris on Atlantic salmon, fry and parr in the River Vefsna, northern Norway*" Journal of Fish Diseases 1988,**11**, 35-45.

Malmberg, G., Malmberg, M. : 1991, "*Undersökningar angående gyrodactylus på laxfisk i fria vatten och odlingar under åren 1951-72 och 1986 - maj 1991*". Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm **2**, 1-30.

Mo, T.A. : 1992, "*Seasonal variations in the prevalence and infestation intensity of Gyrodactylus salaris on Atlantic salmon parr in the River Batnfjordselva, Norway*". Journal of Fish Biology **41**, 697-707.

Appelby, C., Mo, T.A. : 1997, "*Population dynamics of Gyrodactylus salaris infecting Atlantic Salmon Parr in the River Batnfjordselva, Norway*". Journal of Parasitology, **83**, 23-30.

Direktoratet for naturforvaltning: 1995, "*Forslag till handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten Gyrodactylus salaris for perioden 1995-1999*". Utredning for DN 1995-2.

Anderson, R. M., May, R.M. : 1978, "*Regulation and stability of host-parasite population interactions*". Journal of Animal Ecology **47**, 219-247.

Halvorsen, O. , Hartvigsen, R. : 1989, "*A Review of the biogeography and epidemiology of Gyrodactylus salaris*". NINA Utredning **2**, 1-41.

Schibli, H. : 1997, "*Biologisk effektuppföljning i kalkade vattendrag inom Hallands län*". Information från länsstyrelsen i Hallands län. Meddelande 1997:16

Krokan, P.S. , Mörkved, O. J. : 1994, "*Nytte-kostnadsanalyse av innsatsen for å bekjempe lakseparasitten Gyrodactylus salaris i perioden 1981-1998*". DN-notat Nr.1994-4. Trondheim.

Alenäs, I., Degerman, E. & Henrikson, L. : 1995, "*Liming strategies and effects: the River Högvasån case study*". In:Liming of Acidified Surface Waters pp. 363-374. Springer Verlag Berlin, Heidelberg.

Fleisher, S., Andersson, G., Brodin, Y., Dickson, W. Herrmann,J. & Muniz, I. : 1993, "*Acid Water Research in Sweden - Knowledge for Tomorrow?*" Ambio, **22**, 258-263.

Degerman, E., Niskakoski, K., Sers, B. : 1997, "*Betydelsen av minimivattenföring sommartid för lax och öring på västkusten*". Fiskeriverkets Sötvattenlaboratorium Örebro. PM. pp.14.

Johlander, A., Sjöstrand, P. : 1994, "*Laxrekryteringen i några västkuståar - sedd över perioden 1988-1993*" Fiskeriverket. Utredningskontoret Jönköping 1994.

Anderson, R.M. : 1981, "*Population ecology of infectious agents*". In Theoretical Ecology, Blackwell, Oxford pp. 318-355.

Dobson, A. P., May, R.N. : 1987, "*The effects of parasites on fish populations - theoretical aspects.*" Int. J. Parasitol. **17**, 363-370.

Sundberg, I., Nilsson, C., Medin, M. : 1996, "*Bottenfaunan i Hallands län 1996. Undersökning av bottenfaunan i kalkade vattendrag*". Information från Länsstyrelsen i Hallands län. Medins Sjö- och Åbiologi AB, 96-10-20.

Sindermann, C.J.: 1987, "*Effects of parasites on fish populations: practical considerations.*" Int. J. Parasitol., **17**, 371-382.

Lester, R.J.G. : 1971, "*The influence of schistocephalus plercercoids on the respiration of Gastrerosteus and a possible resulting effect on the behaviour on the fish.*" Can. J. Zool. **49**, 361-366.

Giles, N. : 1987, "*A comparison of the behavioural responses of parasitized and non-parasitized three-spine sticklebacks to progressive hypoxia.*" J. Fish. Biol. **30**, 631-638.

Ericsson, U., Nilsson, C., Medin, M. & Sjöstedt, T. : 1997, Ätrans vatenvårdsförbund. Ätran 1994-1996. Årsrapport för recipientkontrollen. KM-lab AB och Medins Sjö- och Åbiologi AB. Mölnlycke 1997-05-16.

Pascoe, D. , Cram, P. : 1977, "*The effect of parasitism on the toxicity of cadmium to three-spined stickleback.*" J. Fish. Biol. **10**, 467-472.

Todd, R.S., Haines, T.A. : 1995, "*Mortality, growth, swimming activity and gill morphology of Brook trout and Atlantic salmon exposed to low pH with and without aluminum*". Environm. Pollut. **90**, 33-40.

Bakke, T.A., Jansen, P.A. and Hansen, L.P. : 1990, "*Differences in the host resistance of Atlantic salmon, Salmo salar L., stocks to the monogenan Gyrodactylus salaris Malmberg, 1957.*" Jour. Fish Biol. **37**, 577-587.