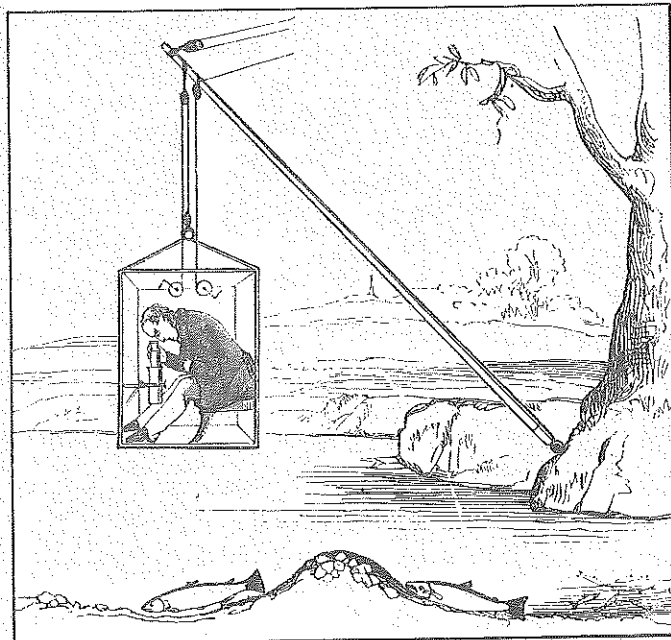


FISKENÄRINGSN I VÄSTMANLANDS LÄN
- P DEC 1983
DIARIEBETECKNING

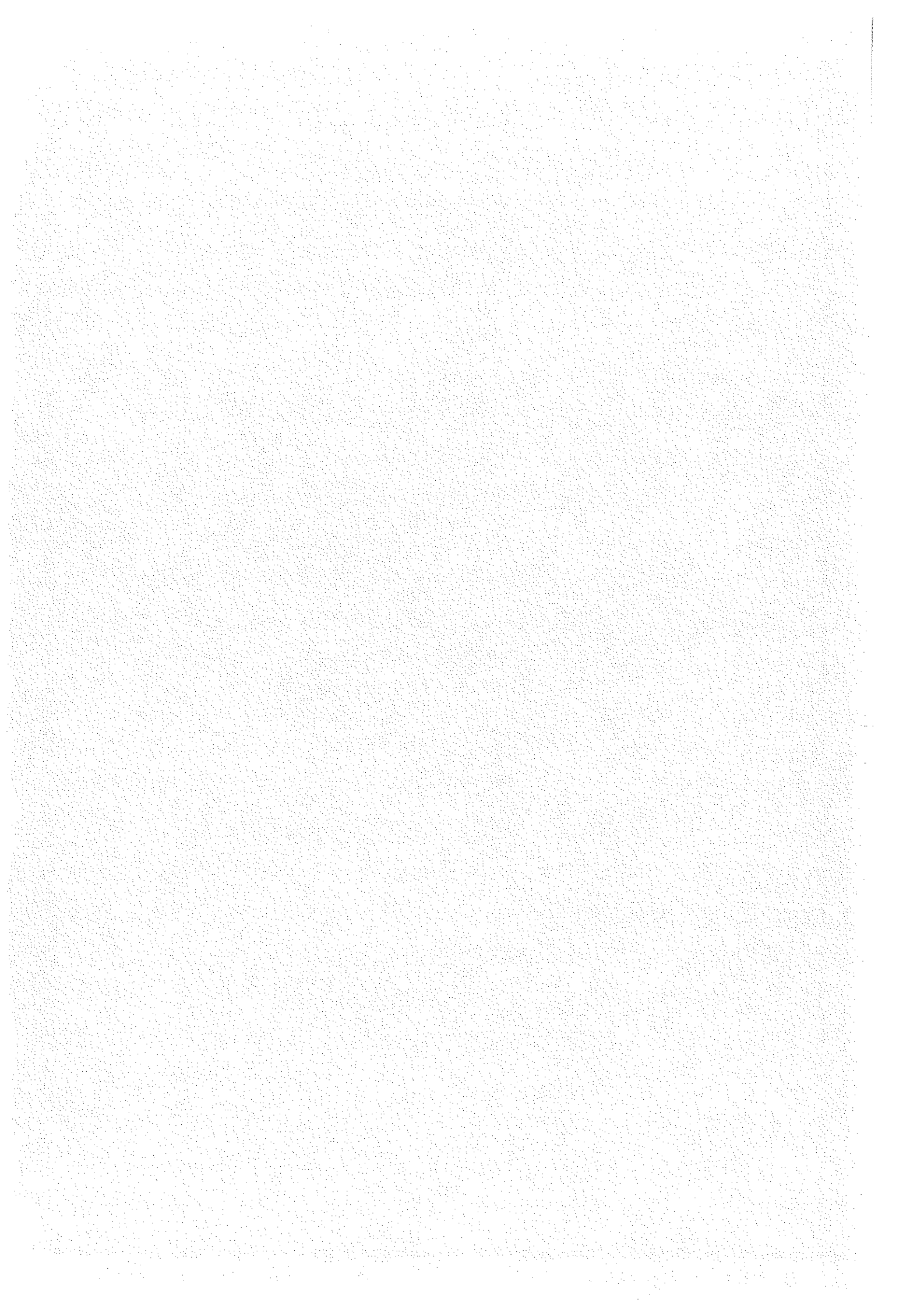
Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



JOHAN HAMMAR
OLLE LINDH
ULLA BOSTRÖM
MAGNUS FÜRST
PÄR ERIK LINGDELL

Relationerna röding, mäs- och
dykandsblinnikemask (*Diphyllo-
bothrium* spp.) samt föränd-
ringar i angreppsgrad efter in-
troduktion av nya fisknäringdjur



RELATIONERNA RÖDING, MAS- OCH DYKANDSBINNIKEMASK (DIPHYLLOBOTHRIUM SPP.) SAMT FÖRÄNDRINGAR I ANGREPPSGRAD EFTER INTRODUKTIONER AV NYA FISKNÄRINGSDJUR

Johan Hammar
Olle Lindh
Ulla Boström
Magnus Fürst
Pär Erik Lingdell

FÖRORD	1
INLEDNING	1
<u>Fiskparasiter i fjällsjöar</u>	3
<u>Cestoda - bandmaskar</u>	3
<u>Diphyllobothrium ditremum (Creplin) och D. dendriticum (Nitzsch) och deras livscyklar</u>	7
<u>Salvelinus alpinus - artkomplexet och dess ekologiska särdrag</u>	9
<u>Mysis relicta, sjöreglering och effekter på olika fiskarter</u>	9
<u>Mysis relicta som mellanvärd för fiskparasiter</u>	11
MATERIAL OCH METODER	12
BESKRIVNING AV SJÖARNA	16
RESULTAT	19
<u>Röding</u>	19
<u>Parasiter</u>	19
<u>Fåglar</u>	27
<u>Olika sjöar</u>	28
<u>Blåsjön, reglerad med Mysis</u>	28
<u>Storsjouten, reglerad med Mysis</u>	29
<u>Torrön, reglerad med Mysis</u>	31
<u>Sädvajaure, reglerad med Mysis</u>	33
<u>Nåsjön, reglerad utan Mysis</u>	34
<u>Sørungen, reglerad utan Mysis</u>	35
<u>Äsingen, oreglerad med Mysis</u>	36

<u>Hensjön, oreglerad med Mysis</u>	38
<u>Ankarvattnet, oreglerad utan Mysis</u>	39
<u>Lillsjouten, oreglerad utan Mysis</u>	40
DISKUSSION	42
<u>Geografiska faktorer</u>	42
<u>Rödingartkomplexet</u>	43
<u>Tillväxt och köttfärg (kvalitativa faktorer)</u>	44
<u>Årstider</u>	47
<u>Reglering</u>	48
<u>Mysis-introduktioner i rödingsjöar</u>	50
<u>Introduktioner av andra näringsdjur</u>	53
<u>Övriga parasiter</u>	54
<u>Förslag till fem-gradig skala för grov kvantifiering av mängden Diphyllbothrium spp.- cyster</u>	55
ERKÄNNANDEN	59
SAMMANFATTNING	59
LITTERATUR	63
ENGLISH SUMMARY: THE ARCTIC CHAR AND <u>DIPHYLLOBOTHRIMUM</u> SPP. CONTROL OF INFECTION BY MEANS OF THE INTRODUCTION OF <u>MYSIS RELICTA</u> AS A NEW AND ALTERNATIVE FISH FOOD ORGANISM	69
INTRODUCTION	69
MATERIAL OCH METHODS	70
RESULTS AND DISCUSSION	71

FÖRORD

Utvärderingen av effekterna på fisk och fiskens miljö i den serie av reglerade sjöar i vilka pungräkan, Mysis relicta Lovén, introducerats som nytt fisknäringssdjur i kompensationsssyfte, omfattar även detaljstudier av kvalitativa förändringar såsom t ex parasitangreppsgraden hos fisk.

I föreliggande rapport redovisas de under 1978 - 1981 undersökta relationerna mellan olika rödingpopulationer tillhörande flera tvillingarter inom Salvelinus alpinus (L.) - artkomplexet och deras frekvens av främst dykandsbinnikemasken Diphyllbothrium ditremum (Creplin 1825) i sjöar av oreglerad och reglerad natur samt med och utan inplanterade nya näringsdjur.

De ekologiska aspekterna och komplexa relationerna inom begreppen Mysis relicta och sjöreglering, effekterna på olika fiskarter, olika tvillingarter av röding, samt orsaker till förändringar i infektionsgraden av Diphyllbothrium spp. diskuteras.

Rapporten vänder sig således dels till fiskeribiologer med mindre kunskaper inom ämnet parasitologi, dels till parasitologer med mindre kunskaper inom det fiskeribiologiska facket samt slutligen till den internationella forskningen runt möjligheterna att kontrollera fiskparasiter.

Undersökningen har till större delen finansierats av Vattenregleringsföretagens Samarbetsorgan (VASO) och har till största delen utförts inom ramen för FÅK:s (Fiskerivårdande Åtgärder i Kraftverksmagasin, fisknäringssdjursgruppen) verksamhet vid Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.

INLEDNING

För att försöka kompensera de förluster av naturliga fisknäringssdjur som uppstår vid sjöreglering, har man i en serie storskaliga experiment i ett flertal magasin introducerat nya fisknäringssdjur.

Dessa näringsdjur som hittills omfattat Mysis relicta Lovén, Pal- lasea quadrispinosa Sars och Gammaracanthus lacustris Sars har insamlats i sjöar under högsta kustlinjen (Först 1981). Djuren karakteriseras av ett periodvis pelagiskt liv eller ett litoralt till djup-bentiskt liv med möjligheter att undgå sänkningseffekter. Utvärderingen har hittills begränsats till effekterna av Mysis relicta på främst fisk. I tre typsjöar, Blåsjön, Torrön och Vojm-

sjön, har detaljerade studier av förändringar av fiskens näringsval, tillväxt, avkastning och habitatval skett (Fürst, Boström och Hammar 1978, 1980, 1981).

Fiskfaunan i Blåsjön utgörs av öring, Salmo trutta L., och röding, ett introgresserat blandbestånd av ursprungligen normalröding Salvelinus salvelinus (Linnaeus 1758) och fjällröding av S-typ S. stagnalis (Fabricius 1780), där den senare arten tagit överhanden. Under provfisket 1982 kunde även elritsa konstateras som en ny art (Filipsson 1982).

I Torrön förekommer förutom öring, ett rent (allopatriskt) bestånd av fjällröding av S-typ, harr Thymallus thymallus (L.), lake Lota lota (L.) och elritsa Phoxinus phoxinus (L.).

I Vojmsjön har situationen ytterligare komplicerats med tre olika arter av sik - sandsik Coregonus acronius widegreni (Rapp 1854), aspsik Coregonus pallasii aspius (Valenciennes 1848), planktonsik Coregonus nilsoni Valenciennes 1848, - gädda Esox lucius L. och abborre Perca fluviatilis L.. Rödingen har å andra sidan sedan länge saknats här.

I anslutning till Vojmsjön har dessutom en specialstudie skett i Tåsjön och Storjuktan med avseende på förändringar i antal, tillväxt och näringsval hos de pelagiska sikarterna (Hammar m fl under bearbetning).

Det har mer och mer visat sig att utvärderingen av Mysis effekter på fisk måste ske i detalj för varje art såväl som tvillingart, eftersom de ekologiska gränserna för olika arter varierar på olika sätt.

De generella resultaten som berör parasitproblemet presenteras under rubriken: Mysis relicta, sjöreglering och effekter på olika fiskarter.

Eftersom flertalet av dessa fiskarter utgör värdefulla konsumtionsfiskar, måste även en kvalitetstest på eventuella förändringar i näringsvärde på fisken utföras. I samband med en provtagning för detta ändamål åt Livsmedelsverket i april 1978 av röding från Blåsjön, Ankarvattnet (oreglerad och utan Mysis) och Ajaure (reglerad och med Pallasea), upptäcktes ansevärd skillnader i parasitangrepp av släktet Diphyllbothrium.

Kunde Mysis relicta som alternativt näringsdjur minska rödingens parasitbörda?

Kontakt togs med Jan Henricson som i sin avhandling om populationsökologin hos rödingens Diphyllbothrium-arter samma år diskuterat eventuella effekter som Mysis relicta, i egenskap av nytt fisknäringdjur, kunde ha på Diphyllbothrium-angreppsgraden (Henricson 1978 a).

Ett nära och givande samarbete startade. I samband med den internationella forskningen omkring röding inom ISACF har dessa resultat redan blivit en viktig grund för storskaliga experiment i röding-sjöar i Kanada (Curtis 1982, under tryckning b, Hammar och Henric-

son under tryckning).

Fiskparasiter i fjällsjöar

"Äntligen hade jag så crudelt hungrat, varandes utan bröd och dricka på 4:e dagen, utan kokesmat, utan supesmat, allenast litet spicket renkött, det min mage ej kunde fördraga eller förtära, - fisk kunde jag ej per vitam äta, ty maskar lågo allt här och där uti honom -, kom jag omsider till prästgården och fick mat." (Linnaeus 1732).

I många av våra fjällsjöar utgör just parasiter som utnyttjar olika fiskarter som mellanvärdar eller slutvärdar ett stort problem för människan. Det kvalitativa värdet av en parasiterad fisk, som mat betraktat, försämras. I vissa sjöar kan stora delar av en fångst vara direkt oanvändbara pga alltför intensiva angrepp. T ex i Enare Träsk - harr (Bylund 1966), Vojmsjön - planktonsik och aspsik (J. Roos m fl pers. medd.), Lulejaure - planktonsik (M. Hanson pers. medd.), Gitssjön - röding (M. Grönlund pers. medd.). Enligt ortsbefolkningen vid flera jämtländska sjöar har parasiteringen på röding ökat starkt under 1960- och 70-talen. Annsjön är ett sådant exempel (M.Fürst pers. medd.) där Diphyllobothrium angreppen gjorde de flesta fiskarna oanvändbara.

Svårigheter med avsalu av värdefulla fiskefångster (Almer 1967, Bylund 1966, 1967), minskade intäkter p g a uteblivet intresse för fritidsfiske (Almer 1973, Vik 1965) och epidemiska utbrott med massdöd som följd (Duguid och Sheppard 1944, Hickey och Harris 1947, Becker och Brunson 1967) innebär ekonomiska skador som är mer eller mindre möjliga att beräkna. De kamouflerade förluster som sker i naturlig fiskproduktion, d v s ökad mortalitet, försämrad tillväxt och reproduktionskapacitet, är dock svårare att kvantifiera, men de utgör säkerligen en bidragande orsak till svårförklarliga nedgångar i avkastningen av fisk i vissa sammanhang (Hoffman 1973).

Cestoda - bandmaskar

Den mest iögonfallande gruppen av parasiter på våra matfiskarter tillhör gruppen Cestoda, binnikemaskar eller bandmaskar.

Den sk gäddmasken Triaenophorus crassus Forel, med gäddan som slutvärd, angriper framför allt planktonätande sikarter i låglandssjöar (Petersson 1971a, b) men även röding i fjällsjöar, t ex Rebnisjaure, där gäddan lyckats etablera sig (Hammar opubl.).

Larvstadierna kapslar in sig i muskulaturen, och dessa angrepp får ofta mycket stora dimensioner med allvarliga ekonomiska konsekvenser som följd.

Gruppen Eubothrium spp., Cyathocephalus truncatus Pallas 1781, och Proteocephalus spp., förekommer som fullvuxna binnikemaskar inne i pylorus och tarmar på t ex röding, en av dessa arters slutvärdar (Brinck 1945, Henricson och Nyman 1976, Johansson 1975). I vissa sjöar kan dessa stora parasiter utgöra ett framför allt estetiskt problem. De påverkar säkerligen fisken fysiologiskt, men är ett problem som för människan som konsument försvinner med "fiskrøset".

Släktet Diphyllobothrium som i Norden efter många års taxonomisk namnförveckling, slutligen genom mycket avancerade livscykel-experiment i laboriemiljö indelats i arterna D. latum (L. 1758), D. vogeli Kuhlow 1953, D. dendriticum (Nitzsch 1824) och D. ditremum (Creplin 1825) (Bylund 1969, 1971a, 1975 a, b, c, Halvorsen 1970, Henricson 1977, 1978 a), omfattar de ekologiskt sett mest allvarliga parasiterna på konsumtionsfisk.

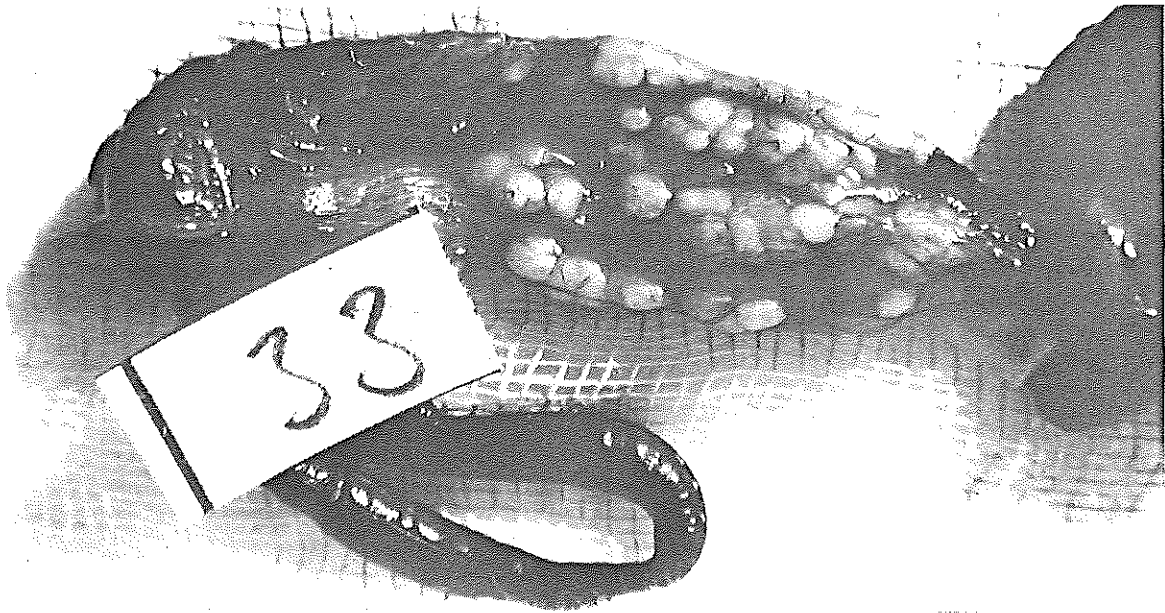
De har alla en komplicerad livscykel med flera mellanvärdar. Detta problem återges mer detaljerat i ett särskilt kapitel.

Den breda binnikemasken Diphyllobothrium latum (L.), som tidigare var vanligt förekommande i Sverige och till sen tid i Finland, är numera sällsynt i Sverige (Ålmer 1973). Den utnyttjade bl a gädda, lake, abborre och gers, men sällsynt även lax, öring och röding som mellanvärdar (Bylund 1968, Vik 1964a). Slutvärd är som känt människan själv.

Diphyllobothrium vogeli Kuhlow utnyttjar storspigg och småspigg som mellanvärdar (Bylund 1975 a, b, c). Dess slutvärd under naturliga förhållanden är ännu ej känd enligt Bylund (1975 c) och Henricson (1977). Bylund förmodar dock att dykänder är slutvärdar.

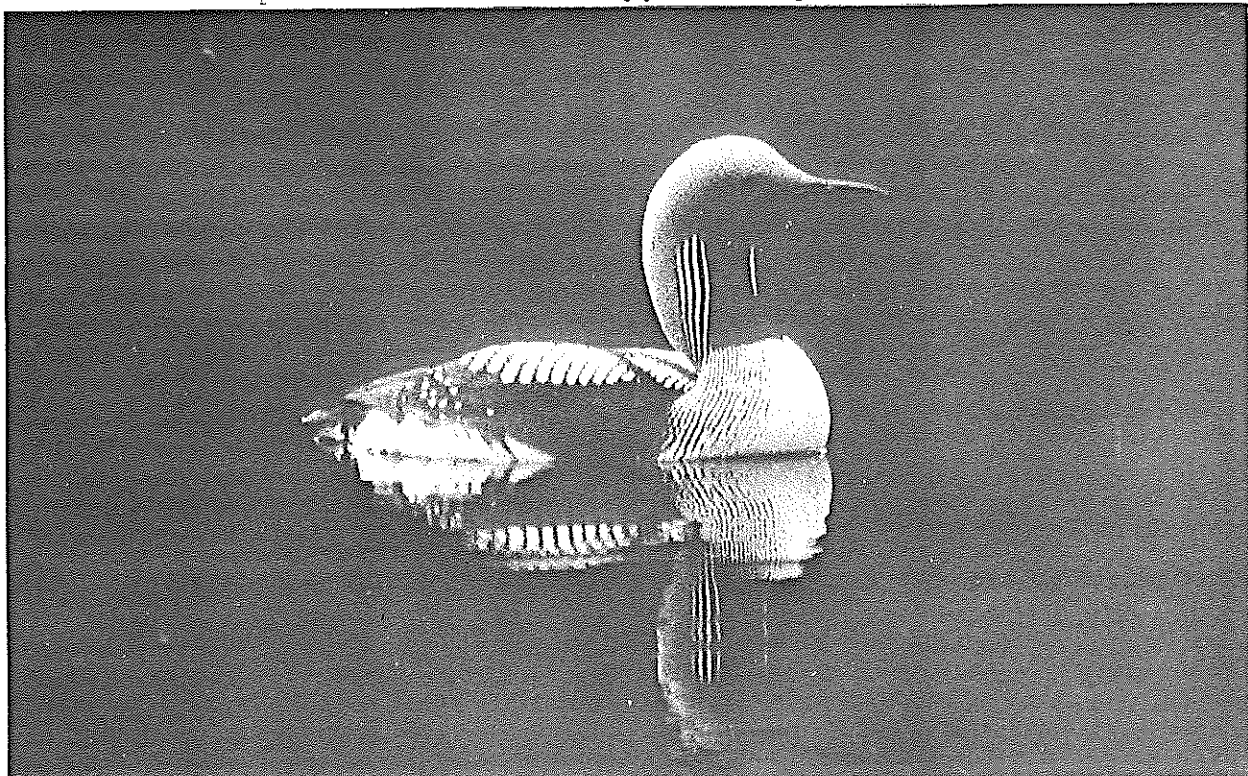
Diphyllobothrium dendriticum (Nitzsch), måsbinnikemask, och D. ditremum (Creplin), dykandsbinnikemask, förekommer under sina larvstadier i flera olika fiskarter tillhörande familjerna Salmonidae, Coregonidae, men även nors, harr, lake och spigg (Halvorsen 1970, Henricson 1977). I Figur 1 visas de encystrade larverna av dykandsbinnikemask på tarpaket i röding.

Slutvärdar för D. dendriticum är framför allt olika måsar, trutar och tärnor (Laridae), medan D. ditremum specialiserat sig på olika fiskätande simfåglar som lommar (Gaviidae) (Figur 2), skrakar (Mergus spp.), skarvar (Phalacrocoracidae) men även gråhäger (Ardea



Figur 1. Tarmpaket av röding angripen av Diphyllobothrium spp. De vita cystorna innehåller plerocercoider, larvstadier till de binnikemaskar som slutligen utvecklas i olika arter av fåglar. (Foto: Johan Hammar).

The intestine of an Arctic char infected by Diphyllobothrium spp. The white cysts contain plerocercoids, larval stages of the tapeworms which finally are developed as adults in different species of birds.



Figur 2. Storlom, Gavia arctica, slutvärd för dykandsbinnikemask Diphyllobothrium ditremum (Creplin). Både storlom och smålom är fridlysta året runt. (Foto: Roland Kjellberg).

Arctic loon, Gavia arctica, final host for Diphyllobothrium ditremum (Creplin). Both the Arctic and the redthroated loon are under protection all the year round.

cinerea L.) (t ex Halvorsen 1970, Henricson 1978a).

Försök har gjorts i Norge och Finland med att på experimentell väg infektera människan med de två sistnämnda Diphyllobothrium-arterna, vilket endast lyckats med D. dendriticum (Bylund och Wikgren 1968, Bylund 1971 b).

I arktiska Canada förekommer säsongvis allvarliga infektioner på eskimåer av Diphyllobothrium spp. med patogena följder (M. Curtis pers medd.).

Både Halvorsen (1970) och Henricson (1978 a) har dokumenterat den vidsträckta utbredningen av D. ditremum, medan D. dendriticum har en mer lokal förekomst längs norska kusten och delar av fjällkedjan.

I Jämtland, där huvuddelen av denna undersökning ägt rum, är D. dendriticum mycket sällsynt (Henricson 1978 a). Halvorsen (1970) diskuterar de olika ekologiska faktorerna som troligen är orsak till skillnader i utbredning och betydelse hos D. ditremum och D. dendriticum.

Förhållandet mellan parasiter och värdjur följer noggrant balanserade biologiska regler. Dessa relationer kan studeras på olika ekologiska nivåer - från individuell påverkan till komplexa samband på populations- och artnivå (Henricson 1974, 1978 a).

Om vi begränsar oss till att studera effekterna av Diphyllobothrium dendriticum och D. ditremum på populationer av röding, så har det konstaterats att allvarliga angrepp orsakat dödlighet hos röding i högre åldersklasser (Halvorsen och Andersen 1975, Henricson 1974, 1977, 1978 b, 1980), allvarliga beteendestörningar i vandringsinstinkt (Curtis och Hunter 1980, Curtis a under tryckning) och troligen även tillväxtförsämringar (Curtis a under tryckning, Hammar 1983 b).

Mycket talar för att den letala nivån hos D. dendriticum är lägst, dvs dess patogena effekt är större än D. ditremum (Halvorsen 1970, Henricson 1977, 1978 b, 1980).

"Även om det generella mönstret i Diphyllobothriums livscykel i sötvattensfisk är välkänd, så saknas mycket kunskap om de ekologiska variationerna och begränsningarna som styr överlevnaden hos olika arter av plerocerkoider i naturliga system" (Halvorsen 1970).

Diphyllobothrium ditremum (Creplin) och D. dendriticum (Nitzsch)
och deras livscyklar

I en måttligt angripen röding syns de inkapslade larvstadierna av Diphyllobothrium ditremum som små vita kulor utanpå magsäck och pylorusbihang (Figur 1). Vid allvarligare angrepp kan även andra organ som lever och gonader utnyttjas av parasiten. I de värsta fallen är njurar, bukvägg och muskulatur angripna. Det senare gäller i högre grad för D. dendriticum (Curtis a under tryckning, Henricson 1977).

Cystorna innehåller plerocercoider, beroende på art och ålder, från några mm upp till ca 20 cm långa, förstadier till de binikemaskar som slutligen utvecklas i mag- och tarmkanalen hos en fågel.

I Figur 3 åskådliggörs livscykeln hos Diphyllobothrium ditremum med Cyclops sp. och röding som första och andra mellanvärd samt islom som slutvärd.

Från lommen sprids parasitens ägg genom ekskrementer. De kläcks till frisimmande cilieförsedda små larver. Dessa sk coracidier måste, för att överleva och föras vidare i livscykeln, ätas inom ett dygn av copepoder av olika arter t ex Cyclops och Diaptomus (Vik 1964 b).

Parasiten övergår då i copepoden till procercoïd-stadiet.

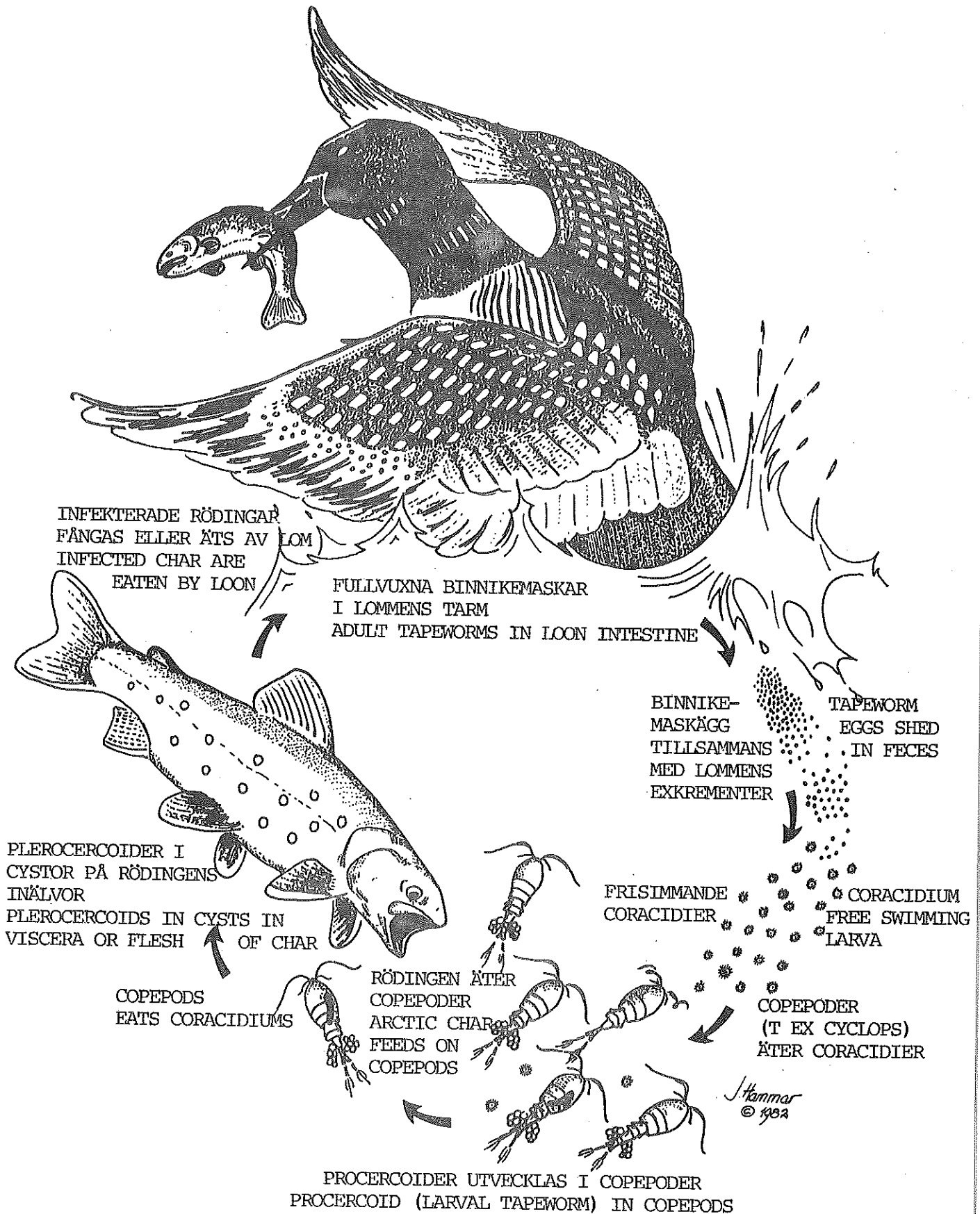
De cyclopoida copepoderna har framför allt under vinter- och vårhälvåret sin största betydelse som fisknäring.

Henricson (1978 b) fann två perioder, maj resp september-oktober, som troliga säsonger för nyinfektion av röding med Diphyllobothrium spp. i sjön Bjellojaure, i samband med perioder av predation på Cyclops sp.

I rödingens magsäck utvecklas procercoïderna och penetrerar ganska snart magsäcksväggen där de kapslar in sig och övergår till sk plerocercoider. Cirkeln är då sluten.

Livscykeln hos D. dendriticum är nästan identisk med D. ditremums men har under naturliga förhållanden en annan grupp av fåglar som slutvärd.

Livscykelns omloppstid är enligt Henricson (1974) minst 4 veckor från ägg till procercoïd, färdig för vidare infektion av en röding. Den vidare tidskalan varierar med plerocercoidernas livslängd och deras möjligheter att styra sin mellanvärd mot målet, storlom-
mens mage.



Figur 3. Livscykel hos dykandsbinnikemasken Diphyllobothrium ditremum (Creplin) med Cyclops sp. och röding som mellanvärdar samt islom, Gavia immer, som slutvärd.

The lifecycle of the tapeworm Diphyllobothrium ditremum (Creplin) with Cyclops sp. and Arctic char as intermediate hosts and common loon, Gavia immer, as final host.

Salvelinus alpinus - artkomplexet och dess ekologiska särdrag

Det vi i dagligt tal kallar röding har visat sig bestå av flera tvillingarter vilka oftast sammanförs till det sk Salvelinus alpinus-komplexet. I Skandinavien har tre arter beskrivits genetiskt med hjälp av serumesteras-frekvensskillnader (Nyman, Hammar och Gydemo 1981).

Vid jämförelser i framför allt sympatriska bestånd, delvis i samband med Mysis-utvärderingen, har även en klar bild av de tre arternas ekologiska karaktärer kunnat fastställas (Hammar 1980, 1983 a, under tryckning, Henricson och Nyman 1976, Nilsson och Filipsson 1971).

Två rödingar kan i Sverige klassificeras som fjällrödingar, den ena bentisk, gärna strömlekande och ekologiskt öringlik. Den andra fjällrödingen, som troligen har ett västligt ursprung, är mer pelagisk och planktonätare d v s ekologiskt mer lik sik. Den tredje arten, storröding, normalröding eller som Linné kallade den Vetternsröding, är en konkurrenskraftigare låglandsröding med ett relativt plastiskt och brett urval av näring.

Genom dessa tre arters olika roller i näringskedjorna kan man följaktligen förvänta sig även kvalitativa och/eller kvantitativa skillnader i parasitangrepp.

Henricson och Nyman (1976) kunde i Fättjaure konstatera att den pelagiska fjällrödingen av S-typ och den bentiska fjällrödingen av F-typ hade olika parasitförekomster som stämde väl överens med de näringsdjur de åt.

Olika rödingpopulationers särdrag i form av skillnader i parasitdiversitet har även utnyttjats som karaktärer för enkel särskiljning av populationstillhörighet (Dick och Belosevic 1981, Dick under tryckning).

Utbredningen av de tre arterna i Västerbotten (Gydemo 1978, 1979, 1980) och Jämtland (Hammar 1980, 1983 a, under tryckning) är relativt väl kartlagd.

Mysis relicta, sjöreglering och effekter på olika fiskarter

I många magasin är amplituderna i vattenståndsförändringar så stora att de på kort tid helt slagit ut den värdefulla litorala fisknäringssfaunan (Grimås 1962). Detta har medfört allvarliga konsekvenser för de fiskarter som var beroende av bottendjur som näring, d v s öring, bentiska rödingar och sikar (Furst, Boström

och Hammar 1978, 1980, 1981, Lindström 1973, Nilsson 1965).

Den pelagiska näringsfaunan drabbas inte lika hårt (Lötmarker 1964), men den kan endast utnyttjas av de strikt pelagiska och planktonätande sikarna och rödingarna (Hammar m fl under bearbetning). Alla de tre tvillingarterna inom rödingkomplexet är i och för sig relativt plastiska och kan därför överleva i den nya näringsituationen.

Eftersom planktonproduktionen är begränsad till sommarhalvåret uppstår en allvarlig näringsbrist under vinterhalvåret. I den reglerade sjön finns då endast chironomidlarver, musslor tillhörande gruppen Sphaeriidae samt cyclopoida copepoder (Fürst, Boström och Hammar 1978, 1980, 1981).

Den sistnämnda gruppen är alltså den första mellanvärderna för de båda Diphyllobothrium-arterna som är vanliga på röding.

Någon ökning av parasitbördan hos röding orsakad av regleringar finns ännu ej dokumenterad, såsom den ökade frekvensen av Triacnophorus crassus Forel på sik (Petersson 1971 a, b).

Genom sina dygnsvandringar mellan uppehållsplatserna på djup nivå under dagens ljusa del, resp ytlig nivå under natten, var Mysis relicta lämplig som fisknäring i de stora fjällsjöarna som dämtes upp för magasinering av vatten för kraftverk.

I experiment- och kompensations syfte introducerades därför Mysis relicta i 61 sjöar under 23 år fram till 1976 (Fürst 1981).

Utvärderingarna i typsjöarna Blåsjön, Torrön, Vojmsjön, Tåsjön, Storkjutan och Suorva som hittills gjorts och den kunskap som finns tillgänglig om andra fjällsjöar i vilka Mysis relicta introducerats, visar att benthiska arter som öring, normalröding, sand-sik och lake utnyttjar Mysis relicta som ett nytt fisknäringdjur. De tycks få en bättre överlevnad och tillväxt som följd. De mer pelagiska arterna planktonsik och fjällröding av S-typ har i stället fått konkurrens om planktondieten och minskat drastiskt i avkastning som resultat (Fürst, Boström och Hammar 1978, 1980, 1981, Hammar 1982, Hammar m fl under bearbetn., Hanson 1982). Langeland (1981 a) menar att minskningen i avkastning av den planktonätande rödingen i Selbusjøen till 40 % kan förklaras som en följd av introduktionen av Mysis relicta.

Även en negativ påverkan på planktonätande kokanee (Oncorhynchus nerka) som en direkt följd av Mysis inplantering har registrerats i Lake Tahoe, USA (Morgan et al. 1978)

Det har succesivt visat sig att Mysis relicta utgör en mycket effektiv och selektiv predator på plankton och då framför allt på

de värdefulla pelagiska och semibenthiska cladocererna (Cooper och Goldman 1980, Fürst, Boström och Hammar 1978, Kinsten och Olsén 1981, Langeland 1981a, b, Lasenby och Langford 1973, Lasenby och Fürst 1981, Morgan et al. 1981).

En ökad andel copepoder i näringsvalet hos planktonätande fiskarter och en minskad andel plankton över huvud taget i dieten hos benthiska fiskarter bör därför påverka angreppsbilden och olika fiskarters roller i Diphyllbothriums livscykel ytterligare.

Mysis relicta som mellanvärd för fiskparasiter

Genom att skapa en "monokultur" med Mysis relicta som dominerande näringsdjur i ett sjömagasin, där ofta en enda fiskart t ex röding dominerar, får man ett mycket enkelt ekosystem med en rak näringskedja av arktisk typ. I ett sådant system kan ett epidemiskt utbrott få mycket svåra konsekvenser. Därför är det viktigt att även känna den eller de eventuella parasiter, som på något sätt involverar arten Mysis relicta i sin livscykel.

I samband med de förundersökningar som inledde Mysis-introduktionerna gjordes en bibliografisk sammanställning av fiskparasiter som utnyttjar glacialrelikta kräftdjur som mellanvärdar (Fürst 1964). Här nämns inga parasiter hos Mysis.

Inom släktet Cystidicola, en grupp nematoder, förekommer parasiter som påträffas i simblåsan hos salmonider, coregonider, harr och lake (Bykhovskaya-Pavlovskaya et al. 1964, Hoffman 1967).

Tre arter, Cystidicola stigmatura (Leidy 1886), C. farionis Fischer 1798 och C. cristivomeri White 1941, finns dokumenterade i röding (Kennedy 1977, 1978, Moles 1982, Mudry och McCart 1976).

C. farionis utnyttjar amfipoder som t ex Gammarus (Hoffman 1967) som mellanvärd och har påträffats i både Norge (Kennedy 1977, 1978) och Sverige (Ekman 1912, Hammar 1983b, Petersson 1971a). Arten C. cristivomeri är dokumenterad från stationär röding i norra Kanada, där just Mysis relicta utgör mellanvärd (Eddy och Lankester 1978). Arten är hittills liksom C. stigmatura bara registrerad i Nordamerika, där den bör utgöra en mycket allvarlig risk vid eventuella överföringar av fisk eller Mysis relicta.

Det är uppenbart att graden av infektioner av Diphyllbothrium spp. på röding är ett komplicerat resultat av många olika varierande faktorer.

Rödingarnas systematiska ställning och därmed deras speciella ekologi och näringsval, sjöns status i fråga om reglering, näringsutbud och temperaturförhållanden, förekomst av planktoniska mellanvärdar resp lämpliga slutvärdar inom fågelfaunan är exempel på några faktorer.

Då Mysis relicta introduceras tillkommer dess roll som eventuell mellanvärd för parasiter, dess speciella effekter på olika fiskarters näringsval samt dess artspecifika predation på cladocerer.

Finns det möjligheter att kontrollera och begränsa infektionsgraden av Diphyllbothrium på röding?

Försök med att begränsa tillgången på slutvärdar bland måsfåglarna har utförts med positiva resultat (Vik 1965).

I vissa sjöar förekommer en kedja av olika fiskarter som mellanvärdar, vilken borde kunna brytas med gynnsamma resultat för parasitbördan (Curtis 1982, under tryckning b).

För att närmare studera Mysis relictas roll i en eventuell kontrollfunktion i Diphyllbothrium ditremums livscykel har en särskild insamling av röding av olika tvillingarter med olika ekologiska karaktärer gjorts från ett antal sjöar, främst i Jämtland. Sjöarna har valts ut efter förekomst eller avsaknad av Mysis relicta, reglerade resp oreglerade samt som en uppföljning av de resultat i Mysis-sjöar som redan fanns publicerade av Henricson (1978 a).

MATERIAL OCH METODER

Insamling av röding har skett vid totalt fyra tillfällen under 1978, 1979 och 1981. För att detaljstudera eventuella förändringar i parasitförekomst beroende på rödingens förändrade näringsval under olika årstider har fiskena bedrivits mycket tidigt på sommaren, strax efter islossningen och mycket sent på hösten, strax innan och under isläggningen. Dessa perioder bör sammanfalla med tillväxtens årliga början och slut hos röding.

Materialet från 1979 är insamlat med hjälp av pimpel genom isen redan i april. Övriga prover har insamlats med hjälp av nät av varierande maskstorlekar. I en del fall har insamlingen skett av ortsbefolkningen med egna nät, utökade med finmaskigare nät från Sötvattenslaboratoriet. I andra fall har färsk röding inköpts från yrkesfiskare och fraktats med postdiligens till provtagningsutrymmet, i de flesta fall O. Lindhs bostad vid Storsjouten.

Tabell 1. Uppgifter om insamlingstillfällena, materialstorlek, insamlingsmetoder och insamlare för de olika sjöarna.

Data on periods, numbers, methods and fishermen for the collection of Arctic char in various lakes.

Blåsjön	1978-10-11	50	nät	O. Lindh
	1979-04-24-25	25	pimpel	O. Lindh
	1981-06-21	31	nät	H. Lundgren
	1981-10-25	30	nät	H. Lundgren
Storsjouten	1978-10-18, 11-01	13	nät	O. Lindh
	1979-04-13, 04-19	25	pimpel	O. Lindh
	1981-06-10	33	nät	J. Hammar, O. Lindh
	1981-10-25	25	nät	J. Hammar, O. Lindh
Torrön	1981-06-16	25	nät	K. Andersson, J. Hammar, O. Lindh
	1981-10-20-22	25	nät	K. Andersson, J. Hammar, O. Lindh
Sädvajaure	1981-06-19	25	nät	O. Lundkvist
Nåsjön	1978-10-22	25	nät	O. Lindh
	1979-04-17-18	25	pimpel	O. Lindh
	1981-06-11	25	nät	J. Hammar, O. Lindh
Sörungen	1981-06-19	25	nät	T. B. Gunneröd m fl
Äsingen	1981-06-15	24	nät	I. Jönsson
	1981-10-21	17	nät	I. Jönsson
Hensjön	1981-06-18	25	nät	J. Hammar, O. Lindh
	1981-10-19	6	nät	J-A. Månsson
Ankarvattnet	1978-10-12	25	nät	O. Lindh
	1979-10-26	6	pimpel	O. Lindh
	1981-06-21	25	nät	L.O. Olofsson
Lillsjouten	1978-10-17	14	nät	O. Lindh
	1979-04-28	25	pimpel	O. Lindh

I Tabell 1 redovisas datum, materialstorlek och insamlingsmetoder för resp sjöar.

Fiskarna har provtagits i färskt tillstånd, senast ett dygn efter fångsten. Förutom rutinmässig notering av längd, vikt, kön, köns-mognad, köttfärg och yttre morfologiska karaktärer för varje individ, har otoliter och blodprover tagits för åldersanalys resp populationsgenetisk klassificering.

I många fall noterades maginnehållet i samband med parasitanalysen.

Tarmsystemet avlägsnades och eventuella Diphyllbothrium-cystor på lever, gonader, simblåsa, njure och / eller bukvägg räknades och protokollfördes.

Under 1981 noterades även eventuella förekomster av trematoden Phyllodistomum sp., som har en intressant geografisk utbredning i Norge (Nordeng under tryckning). Enligt Bykhovskaya-Pavlovskaya et al. (1964) utgör musslor och vissa leddjur mellanvärdar för detta släkte.

Tarmsystemet uppdelades i magsäck resp pylorusbihang och ändtarm. Dessa lades i två separata petriskålar med surgjord pepsinlösning, dvs en konstgjord matsmältningsvätska, bestående av 7 gram pepsin och 4 ml konc. HCl, löst i en liter vatten. Metoden är beskriven av Meyer och Vik (1961) och används flitigt av parasitologer. Pepsinlösningen löser upp tarmvävnaden men lämnar Diphyllobothrium-plerocercoiderna intakta och aktiva.

De eventuella parasitgrupper, framför allt cestoder, som förekommer som aduler i pylorusbihang och tarm påverkas däremot negativt av denna starka syra och bör tas om hand tidigare.

Antalet plerocercoider tillhörande släktet Diphyllobothrium räknades och konserverades i alkohol efter att först ha bedövats och avlivats i isättika. Detta för att motverka sammandragningar.

Även övriga cestoder antecknades och konserverades.

Räkningen startade oftast direkt efter provtagningen men kunde ibland avbrytas för några timmars sömn. Proceduren är mycket tidskrävande och kan ta mer än ett dygns kontinuerligt mikroskopoperande i anspråk per sjö.

"Matsmältningen" tycktes vara temperaturberoende och kunde följaktligen accelereras resp dämpas med hjälp av temperaturändring. Vik (1964 a) utförde sina analyser under 1-3 timmar vid 25-35 °C, vilket dock inte löste upp vävnaderna men tvingade fram plerocercoiderna.

Magsäcks- och tarmväggar undersöktes noggrant under stereolupp och mycket unga plerocercoider inkapslade i själva magsäcksvägg kunde pressas ut med hjälp av pincett.

Under 1978 och 1979 skedde provtagning och parasiträkning av O. Lindh ensam. Vid de båda utökade insamlings- och provtagningsperioderna 1981 utfördes arbetet av J. Hammar och O. Lindh tillsammans.

Någon vidare artuppdelning inom släktet Diphyllobothrium har inte gjorts eftersom en total dominans av D. ditremum i Jämtland redan dokumenterats av Henricson (1978 a). Vidare artbestämning bör dessutom ses som ett kvalificerat specialistarbete.

Otoliterna har analyserats i 1,2-propylenglykol enligt metodik

beskriven av Nordeng (1961) och har utförts av en och samma person (J. Hammar).

Blodproverna har undersökts med hjälp av horisontell stärkelsegelelektrofores med avseende på serumesteras. Detta system används som genetisk markör för den taxonomiska identifieringen av de tre tvillingarterna inom rödingartkomplexet (Nyman 1972, Nyman, Hammar och Gydemo 1981).

Elektroforesmetodikerna finns beskrivna av Nyman (1967).

Genfrekvenserna anges för F-allelen (Est-115-allelen enl Ferguson (1981)).

Under sommar-insamlingen i Hensjön 1981 kontrollerades förekomsten av Mysis relicta med hjälp av en "mysistrål" på begäran av ordsbefolkningen.

Vid insamlingarna 1981 antecknades även de aktuella fågelarter som kunde fungera som slutvärdar för Diphyllbothrium spp. vid resp sjö.

Planktonfaunan i några av sjöarna finns beskrivna av Lötmarker (1964) och Nilsson och Pejler (1973).

De statistiska beräkningarna har utförts i samarbete med Pär Erik Lingdell, Limnodata.

Vid datorbehandlingen har några fiskparametrar indelats efter numeriska skalor.

Åldern har under rödingens tillväxtsång givits ett decimalvärde från 0.1 till 0.9, beroende på förekomsten av plus-zon på otoliterna och datum för insamling enligt följande skala:

Datum	ålder	traditionell ålder
1 januari - 15 juni	5.0	5
16 juni - 30 juni	5.1	5 +
1 juli - 15 juli	5.2	5 +
16 juli - 31 juli	5.3	5 +
1 augusti - 15 augusti	5.4	5 +
16 augusti - 31 augusti	5.5	5 +
1 september - 15 september	5.6	5 +
16 september - 30 september	5.7	5 +
1 oktober - 15 oktober	5.8	5 +
16 oktober - 31 december	5.9	5 + eller 6

Rödingens köttfärg har subjektivt angivits efter en 10-gradig skala enligt följande:

Köttfärg	skala	Köttfärg	skala
Vit	1	skär	6
svagt skär minus	2	skär plus	7
svagt skär	3	röd minus	8
svagt skär plus	4	röd	9
skär minus	5		

Dessutom har könsmognaden indelats efter mognadsgraden fram till det utlekta stadiet enligt en motsvarande 10-gradig skala. Dessa uppgifter redovisas dock inte i någon tabell.

BESKRIVNING AV SJÖARNA

Insamlingen av röding startade hösten 1978 i fem olika sjöar varav Blåsjön, Storsjouten och Nåsjön var reglerade, och Lillsjouten och Ankarvattnet oreglerade. Mysis relicta hade introducerats i Blåsjön, Storsjouten och Lillsjouten. Inplanteringen i den sistnämnda sjön visade sig vara misslyckad och insamlingen avbröts därför 1979.

Under våren 1981 tillkom Sørungen utanför Trondheim som exempel på reglerat vatten utan Mysis, eftersom sådana sjöar praktiskt taget numera saknas i Jämtlandsområdet. Rödingarna från Sørungen insamlades genom vänlig hjälp av Tor B. Gunnerød i Trondheim och flögs i färskt tillstånd som enda passagerare till Frösön på själva midsommarafton.

Parasitförekomsten i Hensjön, Anjan, Torrön och Sädvajaure finns sedan tidigare dokumenterad av Henricson (1978 a). För att jämföra med förekomsterna idag, då ett välutvecklat Mysisbestånd finns i alla fyra sjöarna, gjordes även insamling av röding 1981. Genom ett missförstånd skedde insamlingen i Anjan i en med Anjanmagasinet indämd mindre sjö, Åsingen, som egentligen kan betraktas som ett opåverkat vatten med ett svagt bestånd av Mysis.

De planerade insamlingarna i Stora Mjölkvattnet och Burvattnet, båda reglerade utan Mysis, uteblev på grund av en olyckshändelse hos den för insamlingen ansvarige personen.

I Tabell 2 återges de sjöar som utnyttjats för jämförelserna, med uppgifter om höjd över havet, avstånd från havet, areal i km², regleringsdata, uppgifter om Mysis introduktioner och de förekommande fiskarterna. Uppgifterna om Sørungen är hämtade ur Møkkelgjerd och Klemetsen (1974).

På kartan i Figur 4 redovisas sjöarnas geografiska lägen.

Målet har varit att från varje sjö och insamlingstillfälle analysera 25 rödingar av för sjön karakteristisk medellängd och medelålder. Att i varje sjö fånga en representativ andel av den normalfördelade populationen, skulle ha krävt en oändligt mycket större insats och ett annat val av nätmaskstorlekar. Trots de för- enklade insamlingskraven varierade fiskelyckan och det var i en

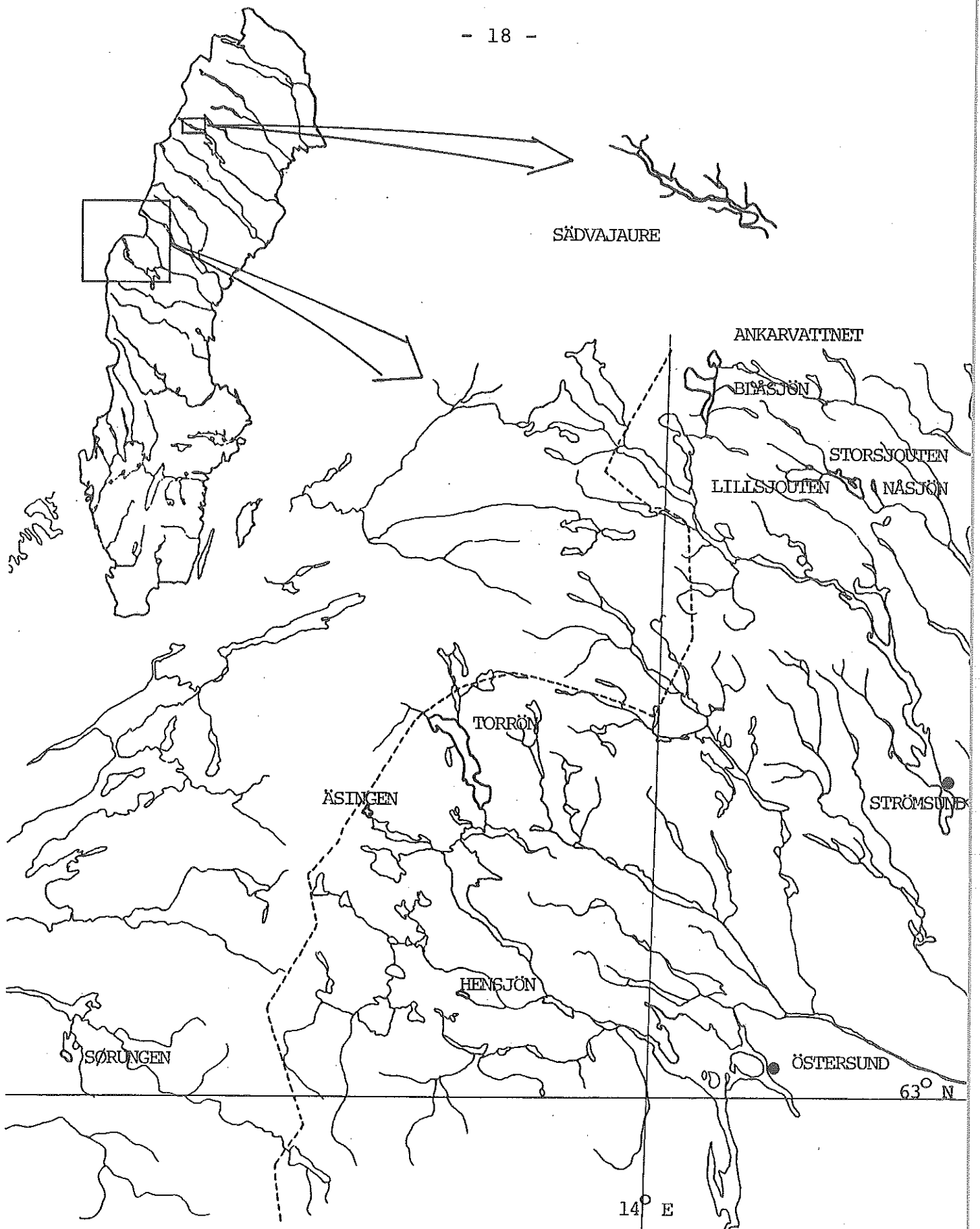
del fall inte möjligt att på anslagen tid fånga 25 rödingar.
Totalt har 572 rödingar analyserats.

Tabell 2. Uppgifter av fysikalisk och biologisk art om de 10 sjöar i vilka röding insamlats.

Data of physical and biological character of the ten lakes where Arctic char were collected.

Sjö	Höjd över havet (m)	Avstånd fr havet (km)	Areal km ²	Regl. år	Ampli- tud (m)	Mysis år	Övriga fiskar
Lake	<i>m.a.s.l.</i>	<i>Distance from sea</i>	<i>Area km²</i>	<i>Regulation year</i>	<i>metres</i>	<i>Mysis year</i>	<i>Other fish sp.</i>
Blåsjön	438	80	43.0	1949	13.3	1964	Öring elritsa
Storsjouten	452	135	31.0	1948	11.0	1970	Öring elritsa stensimpa
Torrön	417	70	106.0	1936	12.9	1957	Öring elritsa stensimpa harr lake
Sädvajaure	467	90	35.8	1942	6.3	1971	Öring
Nåsjön	471	140	3.3	1968	4.1	-	Öring abborre
Sörungen	452	33	7	1919	11	-	Öring
Äsingen	424	50	1-2?	(1940)	?	(1959)	Öring elritsa harr lake
Hensjön	557	90	2.8	-	-	1968	Öring elritsa
Ankarvattnet	448	80	9.4	-	-	-	Öring
Lillsjöuten	481	125	1.1	-	-	(1967)	Öring elritsa stensimpa

Öring = Salmo trutta, elritsa = Phoxinus phoxinus, stensimpa = Cottus gobio, harr = Thymallus thymallus, lake = Lota lota, abborre = Perca fluviatilis.



Figur 4. De undersökta sjöarnas geografiska lägen i Jämtland, Norrbotten och mellersta Norge.

The geographical locations of the investigated lakes in the provinces of Jämtland and Lappland, northern Sweden, and central Norway.

RESULTAT

Röding

I Tabell 3 anges antal, medellängd, medelvikt, kondition (vikt / längd³ x 1000), medelålder och köttfärg med resp spridningar (varianser) för röding i de olika sjöarna per insamlingstillfälle och totalt för varje sjö.

Flera sjöar innehåller sympatriska rödingpopulationer, men det har endast i fallet Blåsjön varit nödvändigt att särskilja de båda arterna. Övriga populationer får i händelse av sympatri betraktas som mer eller mindre introgresserade. De genetiska analysernas resultat återges i Tabell 4, där skillnaden mellan den observerade och förväntade fördelningen av fenotyperna FF, FS och SS kan ses som ett mått på eventuell förekomst av två sympatriska rödingpopulationer i samma sjö.

I figurerna 6 - 15 visas tillväxten för rödingpopulationerna i de olika sjöarna.

I allmänhet ger utseendet hos de "inplottade" svärmarna av röding ett bra mått på fördelningen av ålder och längd, men ger även en god bild av nätens selektiva urval och eventuella tendenser till skador på populationerna.

Den linjära regressionslinjen ålder mot längd visar det framräknade sambandet enligt formeln: längd = b x åldern + a. Värdena för konstanten (a), riktningskoefficienten (b) och korrelationskoefficienten (r) anges också i figurerna. Riktningskoefficienten (b) kan även användas som ett direkt mått på tillväxten för populationen. Korrelationskoefficienten (r) utgör ett mått på spridningen av längd och ålder runt den linjära regressionen.

Parasiter

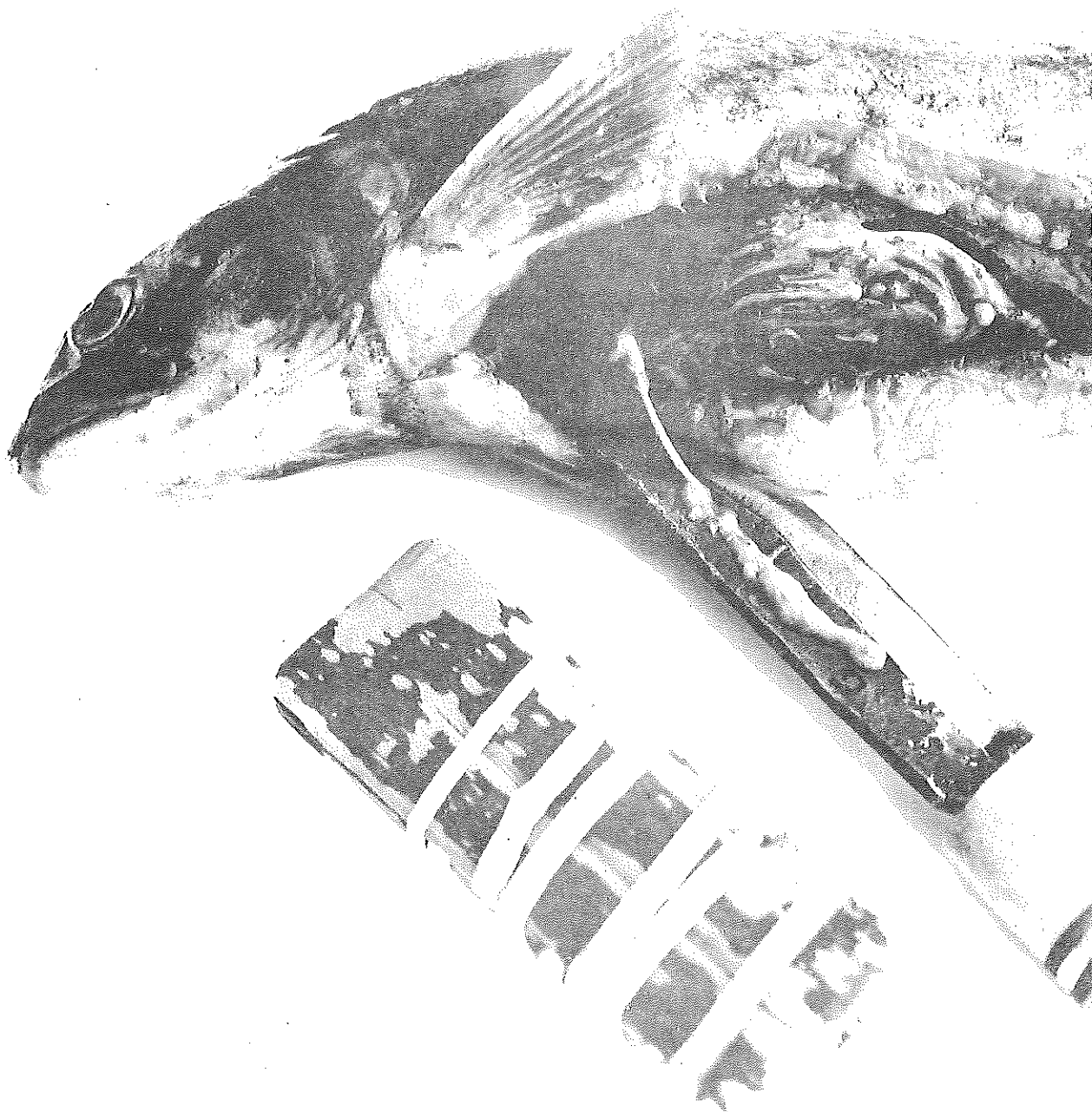
Resultaten av parasitanalyserna för de olika tillfällena återges i Tabell 5 och 6. Den procentuella mängden infekterade fiskar (angreppsfrekvens), medelantalen Diphyllbothrium-plerocercoider på de olika organen, men även total angreppsintensitet anges i Tabell 5.

Inga Diphyllbothrium-plerocercoider påträffades på simblåsan. Förekomsten av övriga bandmaskar och Phyllodistomum sp. redovisas i Tabell 6.

Tabell 3. Uppgifter om rödingpopulationerna i de olika sjöarna

Data of the Arctic char populations in various lakes.

Sjön	Datum	n	Längd	s ²	Vikt	s ²	Kond.	s ²	Ålder	s ²	Färg
Lake	Date	n	Length	s ²	Weight	s ²	Cond.	s ²	Age	s ²	Colour
			(mm)		(g)						
Blåsjön (N)	781011	25	269	556.2	192	2005	0.968	8.7	5.2	19.2	3.3
	790425	24	234	466.2	106	874.9	0.807	2.6	4.1	11.0	2.9
	810621	21	245	157.8	125	397.2	0.845	3.0	4.6	6.6	6.3
	811025	13	256	319.7	164	1574	0.958	4.3	4.7	14.2	5.0
	Totalt	83	251	579.1	146	2449	0.889	9.8	4.6	14.2	4.2
Blåsjön (S)	781011	25	217	141.9	88	221.8	0.860	5.1	8.7	33.3	1.4
	790425	1	219		77		0.733		7.0		3.0
	810621	10	206	116.3	80	464.3	0.909	0.03	6.7	33.5	3.1
	811025	17	208	332.9	78	489.4	0.843	4.3	6.9	38.7	1.4
	Totalt	53	212	213.8	83	358.3	0.861	9.3	7.7	41.8	1.7
N+S	Totalt	136	236	796.4	121	2566	0.878	9.7	5.8	46.6	3.2
Storsjouten	781018	13	247	694.8	138	3092	0.880	4.2	3.6	10.6	5.5
	790413	25	207	607.1	75	1849	0.787	4.0	3.3	3.1	3.0
	810610	33	237	764.0	118	2477	0.848	2.8	4.6	11.8	4.1
	811025	25	238	377.6	127	1986	0.915	0.2	4.1	15.8	5.2
	Totalt	96	231	801.5	112	2725	0.854	1.0	4.0	12.8	4.3
Torrön	810616	25	253	1831	139	8433	0.771	2.9	5.5	32.5	3.8
	811020	25	290	3519	227	15093	0.852	0.01	6.2	87.3	5.9
	Totalt	50	272	2986	183	13525	0.811	8.5	5.9	59.9	4.9
Sädvajaure	810619	25	244	84.9	125	111.9	0.856	3.1	5.4	7.8	7.3
Nåsjön	781022	25	220	199.9	90	432.0	0.837	7.5	6.3	30.7	2.9
	790417	25	185	251.1	47	181.3	0.723	2.7	4.0	9.5	1.9
	810611	25	214	659.5	84	1095	0.816	2.2	4.4	18.9	2.3
	Totalt	75	206	593.0	74	921.6	0.792	6.5	4.8	29.3	2.4
Sörungen	810619	25	233	166.1	96	255.7	0.755	2.3	8.0	24.1	3.5
Äsingen	810615	24	276	248.2	163	767.6	0.771	2.0	5.5	6.0	4.7
	811021	17	248	796.8	128	1646	0.821	3.4	5.3	27.4	4.8
	Totalt	41	264	659.9	148	1413	0.792	3.2	5.4	14.5	4.8
Hensjön	810618	25	225	686.6	84	559.6	0.713	2.0	6.0	15.9	3.0
	811019	6	254	139.9	122	283.1	0.736	1.3	7.6	10.7	6.0
	Totalt	31	231	711.8	92	721.2	0.717	1.9	6.3	18.3	3.6
Ankarvattnet	781012	25	280	325.3	197	2078	0.882	4.9	6.6	16.7	4.8
	790426	6	219	1591	74	1204	0.671	5.8	6.3	6.7	1.8
	810621	25	279	459.5	161	1817	0.723	2.2	7.3	15.6	4.0
	Totalt	56	273	844.0	167	3176	0.788	0.01	6.9	16.0	4.1
Lillsjouten	781017	14	261	1147	161	4717	0.863	2.4	4.7	8.0	5.4
	790428	25	219	515.0	91	1086	0.839	4.7	4.2	3.1	3.3
	Totalt	39	234	1130	116	3486	0.848	3.9	4.4	5.3	4.1



Figur 5. Röding från Jämtland, angripen av Diphyllbothrium spp. och Eubothrium sp. (på koltkniven). (Foto: Johan Hammar).

Arctic char from the province of Jämtland, infected by Diphyllbothrium spp. and Eubothrium sp. (on the Lapp knife).

Tabell 4. Populationsgenetiska uppgifter om röding. Genfrekvenser för F-allelen för serumesteras, fördelningen av fenotyper och överensstämmelser med Castle-Hardy-Weinbergs lag.

Genetic data on serumesterase analyses. Genefrequencies, of the fast allele, distribution of phenotypes and agreement with CHW equilibrium in different populations of Arctic char.

Sjö	Datum	n	f(F)		FF	FS	SS	chi ²	p (1 d.f.)	95% c.i.
Locality	Date	n	f(F)		FF	FS	SS	chi ²	p (1 d.f.)	95% c.i.
Blåsjön (N)	78.10	25	0.12	obs	0	6	19	0.465	0.50 - 0.30	0.09
				exp	0.36	5.28	19.36			
	79.04	24	0.13	obs	0	6	18	0.495	0.50 - 0.30	0.10
				exp	0.38	5.25	18.38			
	81.06	20	0.08	obs	1	1	18	8.387	< 0.05	0.08
				exp	0.11	2.78	17.11			
	81.10	11	0.14	obs	0	3	8	0.268	0.70 - 0.50	0.15
				exp	0.22	2.65	8.14			
	Totalt	80	0.11	obs	1	16	63	0.010	0.95 - 0.90	0.05
				exp	0.97	15.66	63.37			
Blåsjön (S)	78.10	24	0.10	obs	0	5	19	0.357	0.70 - 0.50	0.09
				exp	0.24	4.32	19.44			
	79.04	1		obs	0	0	1	-	-	-
	81.06	10	0.20	obs	0	4	6	0.625	0.50 - 0.30	0.18
				exp	0.40	3.20	6.40			
	81.10	16	0.09	obs	0	3	13	0.190	0.70 - 0.50	0.10
				exp	0.13	2.62	13.25			
	Totalt	51	0.12	obs	0	12	39	0.876	0.50 - 0.30	0.06
				exp	0.73	10.77	39.49			
Storsjouten	78.10	13	0.35	obs	0	9	4	3.596	0.10 - 0.05	0.11
				exp	1.59	5.92	5.49			
	79.04	25	0.34	obs	3	11	11	0.009	0.95 - 0.90	0.13
				exp	2.89	11.22	10.89			
	81.06	33	0.50	obs	8	17	8	0.175	0.70 - 0.50	0.12
				exp	8.25	16.5	8.25			
	81.10	24	0.42	obs	5	10	9	0.491	0.50 - 0.30	0.14
				exp	4.23	11.69	8.07			
	Totalt	95	0.42	obs	16	47	32	0.045	0.90 - 0.80	0.07
				exp	16.76	46.28	31.96			
Torrön	81.06	25	0.14	obs	0	7	18	0.663	0.50 - 0.30	0.10
				exp	0.49	6.02	18.49			
	81.10	25	0.16	obs	0	8	17	0.907	0.50 - 0.30	0.10
				exp	0.64	6.72	17.64			
Totalt	50	0.15	obs	0	15	35	2.657	0.10 - 0.50	0.07	
			exp	1.13	12.75	36.13				

forts. Tabell 4.

Sjö	Datum	n	f(F)	FF	FS	SS	chi ²	p (1 d.f.)	95% c.i.	
Locality	Date	n	f(F)	FF	FS	SS	chi ²	p (1 d.f.)	95% c.i.	
Sädvajaure	81.06	24	0.67	obs	11	10	3	0.098	0.80 - 0.70	0.14
				exp	10.77	10.61	2.61			
Nåsjön	78.10	25	0.72	obs	12	12	1	0.901	0.50 - 0.30	0.13
				exp	12.96	10.08	1.96			
	79.04	24	0.58	obs	7	14	3	0.956	0.50 - 0.30	0.14
				exp	8.07	11.69	4.23			
	81.06	25	0.66	obs	10	13	2	0.629	0.50 - 0.30	0.13
				exp	10.89	11.22	2.89			
Totalt	74	0.66	obs	29	39	6	2.094	0.10 - 0.05	0.08	
			exp	32.33	33.21	8.55				
Sörungen	81.06	25	0.82	obs	17	7	1	0.066	0.80 - 0.70	0.11
			exp	16.81	7.38	0.81				
Äsingen	81.06	24	0.63	obs	9	12	3	0.113	0.80 - 0.70	0.14
				exp	9.52	11.19	3.29			
	81.10	16	0.66	obs	8	5	3	1.529	0.30 - 0.20	0.17
				exp	6.97	7.18	1.85			
Totalt	40	0.64	obs	17	17	6	0.264	0.70 - 0.50	0.11	
			exp	16.38	18.43	5.18				
Hensjön	81.06	25	0.98	obs	24	1	0	0.010	0.95 - 0.90	0.04
				exp	24.01	0.98	0.01			
	81.10	6	0.92	obs	5	1	0	0.057	0.90 - 0.80	0.16
				exp	5.08	0.88	0.04			
Totalt	31	0.97	obs	29	2	0	0.053	0.90 - 0.80	0.04	
			exp	29.17	1.80	0.03				
Ankarvattnet	78.10	23	0.37	obs	3	11	9	0.016	0.90 - 0.80	0.14
				exp	3.15	10.72	9.13			
	79.04	5	0.10	obs	0	1	4	0.062	0.90 - 0.80	0.19
				exp	0.05	0.90	4.05			
	81.06	23	0.26	obs	2	8	13	0.226	0.70 - 0.50	0.13
				exp	1.55	8.85	12.59			
Totalt	51	0.29	obs	5	20	26	0.169	0.70 - 0.50	0.09	
			exp	4.29	21.00	25.71				
Lillsjouten	78.10	14	0.39	obs	2	7	5	0.033	0.90 - 0.80	0.18
				exp	2.13	6.66	5.21			
	79.04	25	0.38	obs	1	17	7	4.909	< 0.05	0.14
				exp	3.61	11.78	9.61			
Totalt	39	0.38	obs	3	24	12	3.543	0.10 - 0.05	0.11	
			exp	5.63	18.38	14.99				

Tabell 5. Angreppsfrekvens och intensitet av Diphyllobothrium spp. på olika organ i röding från olika sjöar.

Incidence and intensity of Diphyllobothrium spp. in various organs in Arctic char from different lakes.

Sjö	Datum	n	Frekv. %	Magsäck \bar{x}	s^2	Pylorus \bar{x}	s^2
Locality	Date	n	Incidence %	Stomach \bar{x}	s^2	Pyloric \bar{x}	caeca s^2
Blåsjön (N)	78.10.11	25	36	1.0	2.6	0	
	79.04.25	24	21	0.2	0.1	0.2	0.2
	81.06.21	21	38	0.3	0.3	0.05	0.05
	81.10.25	13	42	2.6	20.1	0.1	0.1
	Totalt	83	33	0.8	4.3	0.1	0.1
Blåsjön (S)	78.10.11	25	20	0.4	1.1	0	
	79.04.25	1	0	0		0	
	81.06.21	10	10	0.1	0.1	0	
	81.10.25	17	0	0		0	
	Totalt	53	12	0.2	0.6	0	
N + S		136	26	0.6	2.9	0.04	0.04
Storsjouten	78.10.18	13	69	1.6	2.1	0	
	79.04.13	25	68	2.2	9.6	0.2	0.4
	81.06.10	33	79	4.7	38.6	0.5	0.7
	81.10.25	25	84	2.2	6.6	0.4	0.4
	Totalt	96	76	3.0	19.0	0.3	0.5
Torrön	81.06.16	25	60	3.2	36.3	0.7	3.3
	81.10.20	25	72	10.7	373.1	1.6	7.9
	Totalt	50	66	6.9	214.8	1.2	5.7
Sädvajaure	81.06.19	25	24	3.4	164.9	0.6	2.9
Nåsjön	78.10.22	25	88	21.0	1118	0	
	79.04.17	25	60	1.9	11.3	0.4	0.8
	81.06.11	25	88	3.0	9.0	0.8	1.1
	Totalt	75	79	8.6	446.9	0.4	0.7
Sørungen	81.06.19	25	76	5.5	159.2	1.2	11.8
Åsingen	81.06.15	24	100	85.1	1747	13.4	179.8
	81.10.21	17	100	39.0	2711	7.2	159.2
	Totalt	41	100	66.0	2617	10.9	176.6
Hensjön	81.06.18	25	92	20.1	448.4	6.3	30.3
	81.10.19	6	100	25.5	895.5	8.2	47.0
	Totalt	31	94	21.2	512.7	6.7	32.6
Ankarvattnet	78.10.12	25	100	42.9	871.4	0	
	79.04.26	6	100	20.2	647.0	3.1	7.8
	81.06.21	25	100	34.2	436.5	14.0	92.9
	Totalt	56	100	36.6	679.6	6.6	87.5
Lillsjouten	78.10.17	14	100	20.3	120.1	0	
	79.04.28	25	92	6.6	39.8	1.2	3.9
	Totalt	39	95	11.5	110.5	0.8	2.9

Lever \bar{x}	s^2	Gonader \bar{x}	s^2	Njure \bar{x}	s^2	Bukvägg \bar{x}	s^2	\bar{x}	Totalt s^2	max.
Liver \bar{x}	s^2	Gonads \bar{x}	s^2	Kidney \bar{x}	s^2	Musculature \bar{x}	s^2	\bar{x}	Totally s^2	max.
0		0		0		0		1.0	2.6	5
0		0		0		0		0.3	0.6	3
0		0		0		0		0.4	0.3	2
0		0		0		0		2.7	21.2	14
0		0		0		0		0.9	4.5	14
0		0		0		0		0.4	1.1	5
0		0		0		0		0		0
0		0		0		0		0.1	0.1	1
0		0		0		0		0		0
0		0		0		0		0.2	0.6	5
0		0		0		0		0.6	3.1	14
0		0		0		0,1	0.1	1.7	2.1	4
0.04	0.04	0		0		0.1	0.2	2.5	12.8	15
0		0.03	0.03	0		0		5.2	43.2	21
0		0		0		0		2.6	7.7	12
0.01	0.01	0.01	0.01	0		0.03	0.05	3.3	21.8	21
0.1	0.1	0.04	0.04	0		0		4.0	58.6	33
0.2	0.4	0		0		0.04	0.04	12.6	459.4	80
0.1	0.2	0.02	0.02	0		0.02	0.02	8.3	272.4	80
0.04	0.04	0		0		0.2	1.0	4.3	240.2	77
0		0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	1.1	22.0	1143	148
0.04	0.04	0		0		0.5	1.3	2.9	20.9	19
0.04	0.04	0.1	0.2	0		0.4	0.5	4.4	16.2	18
0.03	0.03	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	1.0	9.8	459.4	148
0.2	0.7	0.7	2.3	0.04	0.04	0.1	0.2	7.8	282.6	84
0.8	1.3	0.5	1.6	0.04	0.04	0.5	0.5	100.4	2463	234
0.8	3.5	0.3	0.3	0.06	0.06	0.3	0.3	47.7	3789	175
0.8	2.1	0.4	1.0	0.05	0.05	0.4	0.4	78.5	3622	234
0.6	1.0	0.5	1.2	0		0.4	1.1	28.0	633.0	99
0		0		0		0		33.7	1316	102
0.5	0.9	0.4	1.0	0		0.3	0.9	29.1	730.8	102
0		0		0.1	0.1	0.8	3.0	43.8	893.4	120
0.2	0.2	0.2	0.2	0		0.3	0.3	24.0	796.8	72
0.8	0.9	0.3	0.4	0		0.1	0.1	49.4	882.4	149
0.4	0.6	0.2	0.2	0.05	0.05	0.4	1.5	44.2	904.2	149
0		0		0		0.3	0.7	20.6	128.1	44
0		0		0		0.1	0.2	7.9	53.1	28
0		0		0		0.2	0.3	12.5	115.1	44

Tabell 6. Angreppsfrekvens och intensitet av övriga parasiter på röding från olika sjöar.

Incidence and intensity of the remaining parasites in Arctic char in different lakes.

Sjö <i>Locality</i>	Datum <i>Date</i>	n	<u>Eubothrium sp.</u>				<u>Cyathocephalus tr.</u>			<u>Pyllodistomum sp.</u>				Övriga Cestoda		
			%	\bar{x}	s^2	%	\bar{x}	s^2	%	\bar{x}	s^2	%	\bar{x}	s^2		
Blåsjön (N)	781011	25	0	0		0	0			0	0					
	790425	24	0	0		4	0.04	0.04		0	0					
	810621	21	0	0		0	0		0	5	0.05	0.05				
	811025	13	46	1.0	1.3	0	0		0	0	0					
	Totalt	83	7	0.1	0.3	1	0.01	0.01	0	1	0.01	0.01				
Blåsjön (S)	781011	25	0	0		0	0			0	0					
	790425	1	0	0		0	0			0	0					
	810621	10	0	0		0	0		0	0	0					
	811025	17	0	0		0	0		0	0	0					
	Totalt	53	0	0		0	0		0	0	0					
N + S	Totalt	136	4	0.1	0.2	1	0.01	0.01	0	1	0.01	0.01				
Storsjouten	781018	13	0	0		0	0			0	0					
	790413	25	24	0.4	0.8	12	0.4	0.2		0	0					
	810610	33	24	0.8	4.6	3	0.1	0.1	0	9	0.2	0.5				
	811025	25	64	1.1	1.6	0	0		0	0	0					
	Totalt	96	31	0.7	2.3	4	0.1	0.1	0	3	0.1	0.2				
Torrön	810616	25	36	0.4	0.2	0	0		100	0	0					
	811020	25	36	0.7	2.3	0	0		100	12	0.2	0.2				
	Totalt	50	36	0.5	1.3	0	0		100	6	0.1	0.1				
Sädvajaure	810619	25	8	0.3	1.6	8	0.1	0.2	0	4	0.1	0.2				
Nåsjön	781022	25	0	0		12	0.2	0.3		0	0					
	790417	25	0	0		24	0.4	1.0		0	0					
	810611	25	0	0		12	0.2	0.2	0	28	0.4	0.6				
	Totalt	75	0	0		16	0.3	0.5	0	9	0.1	0.2				
Sörungen	810619	25	36	1.0	5.4	0	0		36	12	0.3	1.1				
Åsingen	810615	24	0	0		4	0.1	0.2	92	13	0.3	0.7				
	811021	17	65	1.5	4.3	0	0		94	0	0					
	Totalt	41	27	0.6	2.3	2	0.05	0.1	93	7	0.2	0.4				
Hensjön	810618	25	4	0.04	0.04	40	1.3	5.0	100	16	0.2	0.1				
	811019	6	33	0.3	0.3	33	0.7	1.5	100	33	0.3	0.3				
	Totalt	31	10	0.1	0.1	39	1.2	4.3	100	19	0.2	0.2				
Ankarvattnet	781012	25	0	0		16	1.9	73.7		0	0					
	790426	6	17	0.2	0.2	33	1.5	7.9		0	0					
	810621	25	4	0.2	1.4	4	0.2	0.6	0	4	0.04	0.04				
	Totalt	56	4	0.2	1.2	5	1.1	33.9	0	2	0.03	0.03				
Lillsjouten	781017	14	0	0		0	0			0	0					
	790428	25	72	2.8	14.2	44	2.0	9.0		24	0.3	0.3				
	Totalt	39	46	1.8	10.9	28	1.3	6.6		15	0.2	0.2				

Fåglar

De fågelarter som kan vara aktuella som slutvärdar för Diphyllobothrium dendriticum resp D. ditremum och som observerats i några av de besökta sjöarna har noterats i Tabell 7.

Det bör poängteras att det finns tendenser till ökad besöksfrekvens av skrattnås men även de större kustbundna måsfåglarna som t ex gråtrut och havstrut i många av de västra fjällsjöarna. Till och med skarvar har observerats i sjöar i övre Faxälven (O. Filipsson pers medd.).

Tabell 7. Observationer av fågelarter eventuellt aktuella som slutvärdar för Diphyllobothrium dendriticum och D. ditremum.

Observations of birds, possible as final hosts for Diphyllobothrium dendriticum and D. ditremum.

<u>Sjö</u> <i>Locality</i>	<u>Datum</u> <i>Date</i>	<u>Slutvärd för</u> <u>D. dendriticum</u>	<u>Slutvärd för</u> <u>D. ditremum</u>
Blåsjön	juli 1977	fiskmås <u>Larus canus</u>	storlom <u>Gavia arctica</u> småskrake <u>Mergus serrator</u> (knipa <u>Bucephala clangula</u>)
Storsjouten	juni 1981	fiskmås <u>Larus canus</u> silvertärna <u>Sterna paradisaea</u>	storlom <u>Gavia arctica</u> (knipa <u>Bucephala clangula</u>) (sädgås <u>Anser fabialis</u>)
Torrön	juni 1981	fiskmås <u>Larus canus</u>	
Nåsjön	juni 1981		storlom <u>Gavia arctica</u>
Äsingen	juni 1981	gråtrut <u>Larus argentatus</u> fiskmås <u>Larus canus</u>	storlom <u>Gavia arctica</u> smålom <u>Gavia stellata</u> skrak <u>Mergus</u> sp. (knipa <u>Bucephala clangula</u>) (kanadagås <u>Branta canadensis</u>)
Hensjön	juni 1981	fiskmås <u>Larus canus</u> silvertärna <u>Sterna paradisaea</u>	storlom <u>Gavia arctica</u> (knipa <u>Bucephala clangula</u>)

Olika sjöar

Blåsjön, reglerad med Mysis

Blåsjön har ett väl undersökt och väldokumenterat dubbelt rödingbestånd i likhet med de flesta sjöarna i övre Faxälven. De ursprungligen mer väldefinierade populationerna av storsvuxen normalröding, Salvelinus salvelinus, och småsvuxen fjällröding av S-typ, S. stagnalis, har introgresserats till ett hybridbestånd av röding med allt snävare genetisk och ekologisk bredd (Tabell 4, Figur 6) (Först, Boström och Hammar 1978, Hammar under tryckning, Nyman 1972, Nyman, Hammar och Gydemo 1981). Olika faktorer som reglering, hårt nätfiske och Mysis-Pallasea-introduktionen har påverkat den djupt levande S-rödingen och den mer storsvuxna normalrödingen på fundamentalt skilda sätt. Tydligt har detta minskat den ekologiska barriären som varit förutsättningen för upprätthållandet av två skilda arter i sjön.

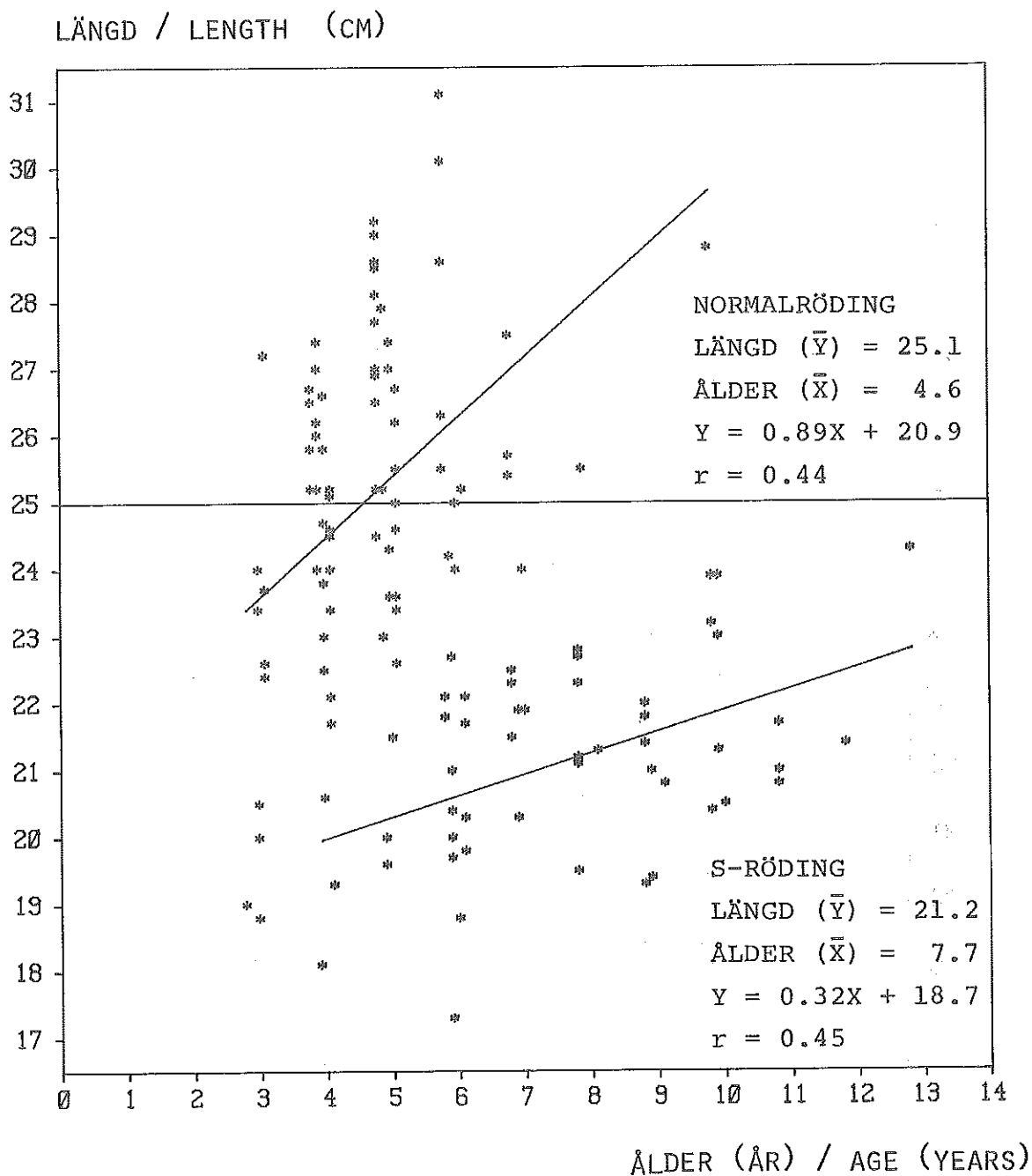
Normalrödingen uppvisar en hög medellängd, en relativt kraftig köttfärg och den högsta konditionsfaktorn av de undersökta populationerna (Tabell 3). Den låga medelåldern antyder en bra tillväxt, men även ett alltför hårt fiske.

De djupt levande fjällrödingarna av S-typ har en betydligt sämre tillväxt och svagare köttfärg, men uppvisar en förhållandevis bra konditionsfaktor (Tabell 3). Den högre medelåldern är ytterligare en intressant karaktär hos dessa "titor", benämningen på fördrvärgade rödingar i denna del av Jämtland.

Endast 33 resp 12 procent av de undersökta rödingarna av normaltyp resp S-typ var infekterade av Diphyllbothrium spp. (Tabell 5). De få individer som innehöll plerocercoider var mycket ringa infekterade. Den fyrsomriga normalröding som innehöll det maximala antalet 14 plerocercoider tillhör den absolut mest snabbvuxna individen i det insamlade materialet från Blåsjön. De småsvuxna S-rödingarna var om möjligt ännu mindre parasiterade (Tabell 5.)

Av övriga cestoder återfanns inga i titorna medan en relativt lindrig infektion av Eubothrium sp., Cyathocephalus truncatus och ej bestämda bandmaskar kunde noteras i normalröding (Tabell 6).

Med tanke på de olika parasiternas livscyklar kan det konstateras att samtliga mellanvärdar och slutvärdar sannolikt bör finnas i Blåsjön.

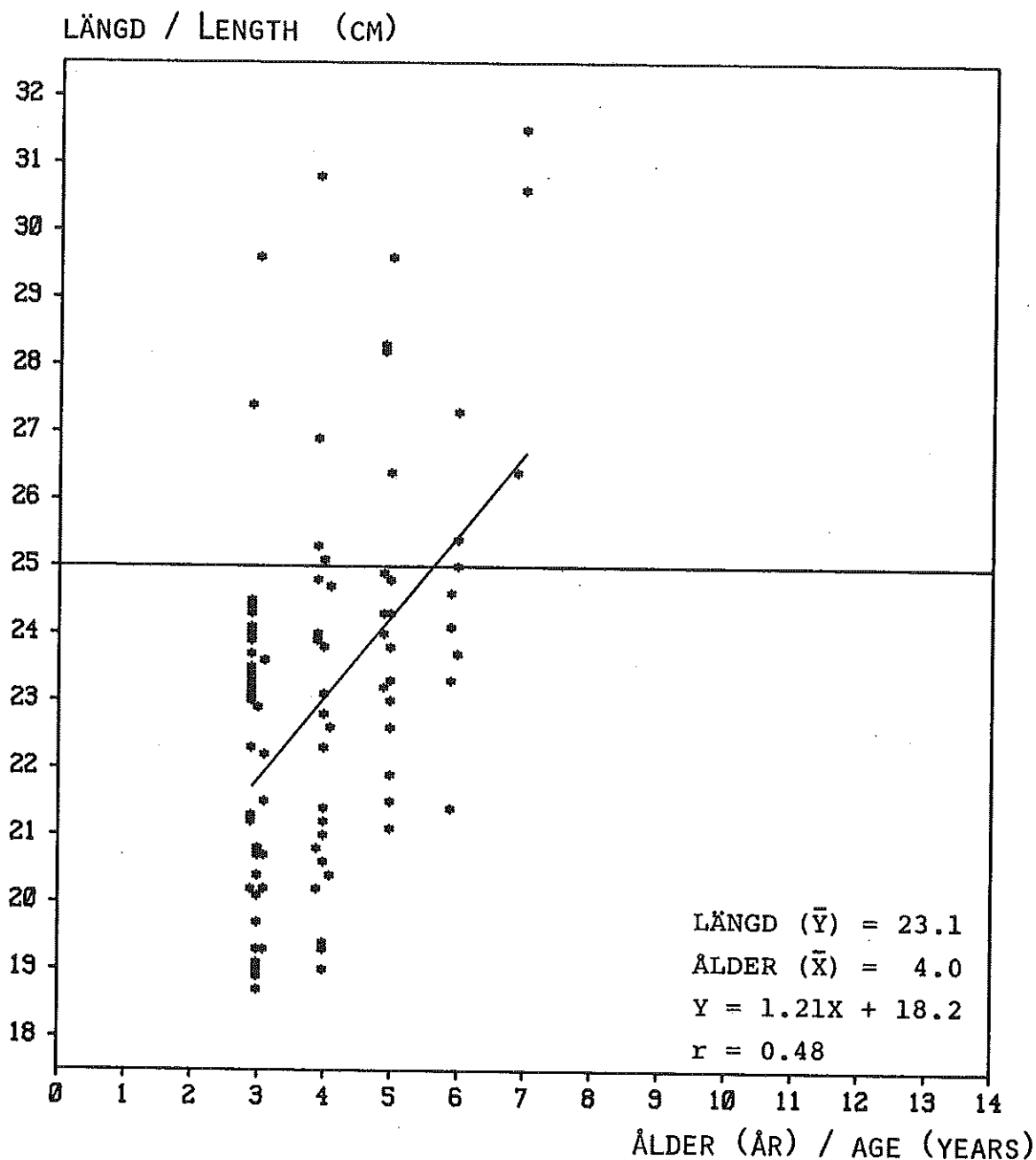


Figur 6. Tillväxt och lineär regression för ålder mot längd hos två rödingpopulationer i Blåsjön 1978.10.11-1981.10.25.

Growth and linear regression for age against length of two sympatric populations of Arctic char in Lake Blåsjön 1978.10.11-1981.10.25.

Storsjouten, reglerad med Mysis

Även Storsjouten uppvisar en förekomst av sympatriska rödingpopulationer. Genom ett flerårigt fiske på olika djup på ett lekgrund har de båda arternas frekvenser av est-F-allelen kunnat bestämmas till 0.57 resp 0.36 (Hammar och Lindh opubl.).



Figur 7. Tillväxt och lineär regression för ålder mot längd hos röding i Storsjön 1978.10.18 - 1981.10.25.

Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Storsjön 1978.10.18 - 1981.10.25.

De genetiska analyserna antyder att de insamlade rödingarna till största delen består av en något introgresserad normalröding, S. salvelinus. Den är dock mer opåverkad än i Blåsjön. En viss variation i genfrekvenser kan dock skönjas under de fyra olika insamlingsperioderna (Tabell 4).

Storsjön utgör i mångt och mycket ett parallellfall till Blå-

sjön med tanke på förekomst av andra fiskarter, dess geografiska läge, dess regleringsamplitud samt inplanteringen av Mysis relicta. Amfipoden Pallasea quadrispinosa, som i Blåsjön utgör det värdefulla vinternäringsdjuret, har i Storsjouten smygintroducerats utan registrerad återfångst.

Tillväxten hos normalrödingen är bättre än i Blåsjön, men medellängderna i det insamlade materialet är något mindre (Figur 7). Säkert en effekt av att fiskarna i Storsjouten fångats med delvis finmaskigare nät, jämfört med rödingarna från Blåsjön som köpts av yrkesfiskare med priset satt per kilo.

Konditionsfaktorn är hög, rödingarnas köttfärg relativt bra men medelåldern endast 4 år (Tabell 3), vilket även i denna sjö kan indikera ett hårt nätfiske.

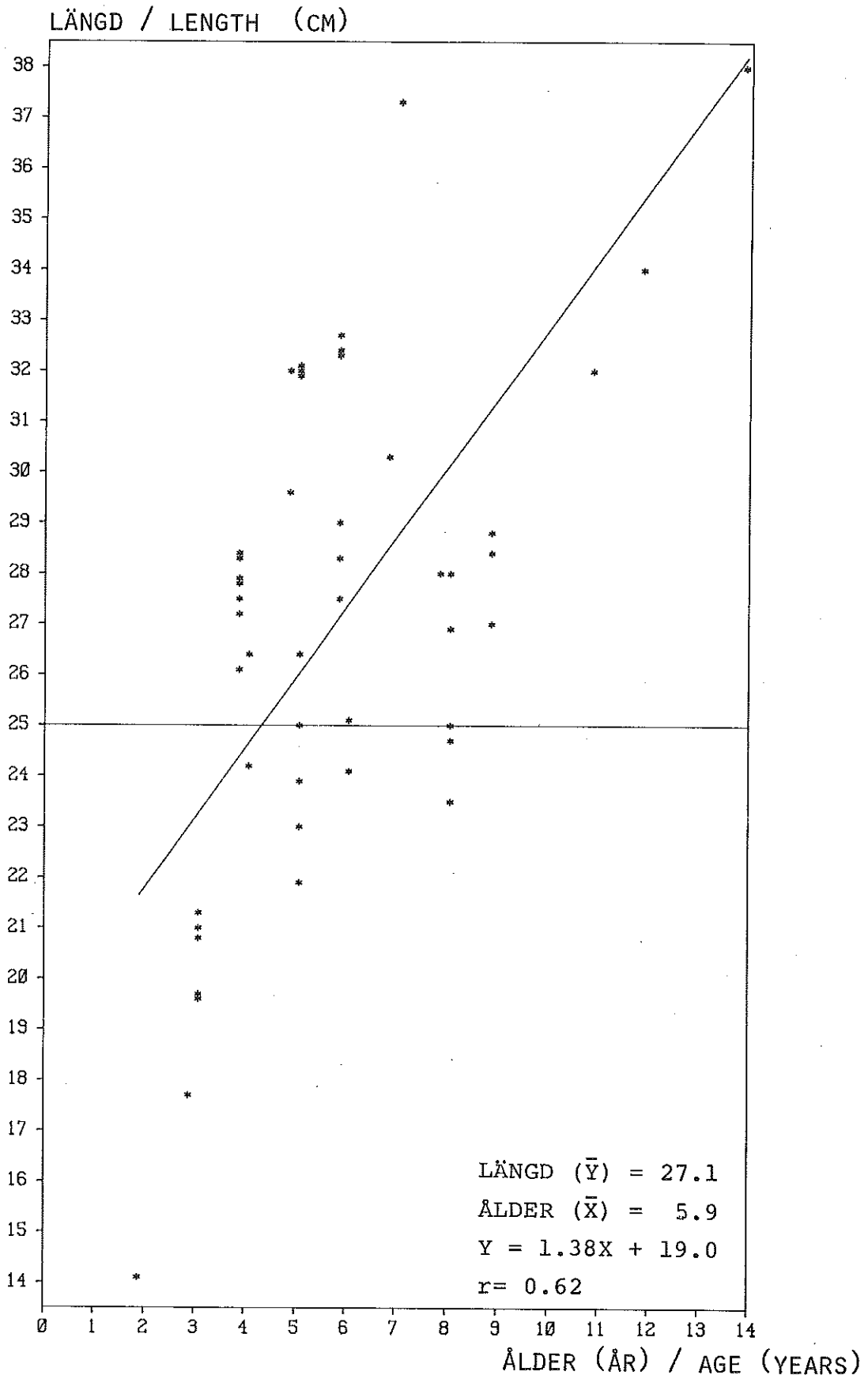
Sjuttiosex procent av de insamlade fiskarna var infekterade av Dipyllobothrium spp., men intensiteten per fisk var mycket låg. I Storsjouten förekom det dock även plerocercoider på levern, gonaderna och på bukväggen (Tabell 5). Även av övriga cestoder uppvisas en lindrig infektionsgrad (Tabell 6).

Samtliga mellanvärdar och slutvärdar för resp cestoder bör sannolikt finnas i sjön.

Torrön, reglerad med Mysis

Det allopatriskt bestånd av S-röding som en gång beskrevs av Nyman (1972) har lokalt karaktären av ett dubbelt rödingbestånd med en sjölekande pelagisk fjällröding av S-typ och en strömlekande fjällröding med högre genfrekvens (Hammar under tryckning). De strömlekande individerna är troligen relativt fåtaliga och geografiskt begränsade i jämförelse med den sjölekande populationen. De insamlade rödingarna från Torrön är fångade utanför Åbränna, i den södra delen av sjön, och tycks enligt tillväxtdiagrammen och genfrekvenserna att döma även innehålla några avvikande snabbvuxna individer av troligt strömlekande ursprung (Figur 8). Detta är möjligt eftersom K. Andersson, som bor i Åbränna, sedan flera år tillbaka haft ett etablerat strömlekande rödingbestånd i närheten av sin bostad.

Torröns rödingar uppvisar en mycket bra tillväxt med höga medellängder, relativt hög medelålder och godtagbar köttfärg (Tabell 3).



Figur 8. Tillväxt och lineär regression för ålder mot längd hos röding i Torrön 1981.06.16 - 1981.10.22.

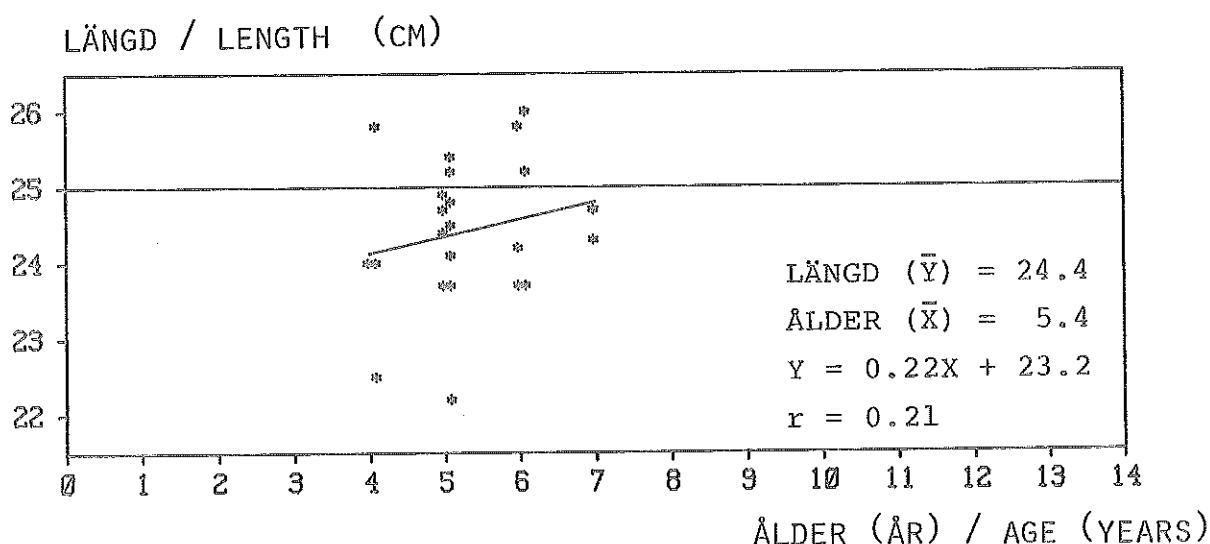
Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Torrön 1981.06.16 - 1981.10.22.

Endast 66 procent av de undersökta 50 individerna var infekterade av Diphyllbothrium spp. De visade dock en större mängd plerocercoider per fisk. Detta tillsammans med den stora spridningen förklaras delvis av att det i materialet, insamlat hösten 1981, fanns två hårt parasiterade rödingar varav den ena var mycket stor och närmare 14 år gammal (Tabell 5). Plerocercoiderna återfanns förutom på magsäcksväggen och pylorus även på levern, gonaderna och buk- väggen.

Cyathocephalus truncatus som utnyttjar amfipoder som mellanvärdar saknades. Av övriga cestoder förekom Eubothrium sp. och icke artbestämda grupper. Njuren var dessutom hårt infekterad av trematoden Phyllodistomum sp. som tycks saknas i Faxälvsjöarna (Tabell 6). Med undantag av amfipoderna Gammarus och /eller Pallasea bör övriga mellanvärdar och slutvärdar för de aktuella parasiterna förekomma i sjön.

Sädvajaure, reglerad med Mysis

Den genetiska analysen tyder på ett ganska homogent bestånd av normalröding, S. salvelinus. Möjligen kan ett visst inflytande från fjällröding av F-typ, S. alpinus, i sjöarna uppströms spåras, eftersom genfrekvensen 0.67 är något hög (Tabell 4).



Figur 9. Tillväxt och lineär regression för ålder mot längd hos röding i Sädvajaure 1981.06.26.

Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Sädvajaure 1981.06.26.

Tillväxtdiagrammet tyder på ett snävt insamlat material både med avseende på längd och ålder (Figur 9). Tillväxten är enligt materialet därför mycket dålig, men medellängderna är jämförbara med övriga rödingpopulationer i Mysis-sjöar. Den snäva fördelningen i längd är med stor sannolikhet orsakad av för få nätmaskstorlekar vid fisket.

Köttfärgen avviker genom att vara den bästa tänkbara, jämfört med de andra undersökta rödingpopulationerna (Tabell 3).

Endast sex av de undersökta rödingarna innehöll Diphyllbothrium spp. En av dessa avvek med 77 plerocercoider vilket höjer medeltal och spridning (Tabell 5). Av övriga cestoder förekom både Eubothrium sp. och Cyathocephalus truncatus, men i mycket ringa omfattning. Trematoden Phyllodistomum sp. saknades (Tabell 6).

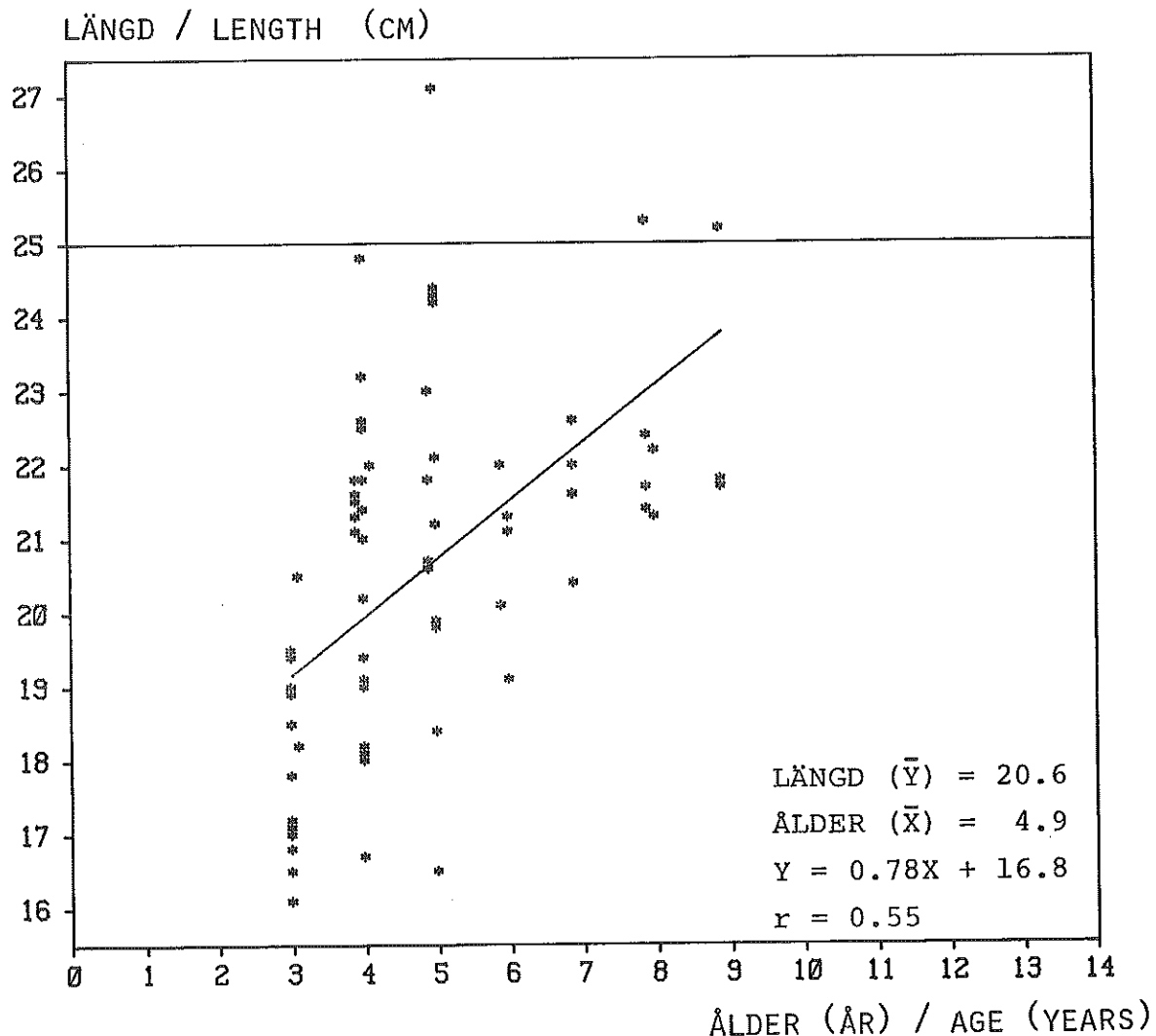
Nåsjön, reglerad utan Mysis

De genetiska analyserna av Nåsjöns rödingar, tyder i denna undersökning, liksom i andra undersökningar (Hammar och Lindh opubl.) på att sjön domineras av en normalröding, S. salvelinus (Tabell 4). I ett tillväxtdiagram är det dock möjligt att urskilja en uppsplättning i två tillväxtfraktioner, där den sämre växande rödingen har en något högre genfrekvens (Figur 10). Den utgör möjligen en rest av ett fjällrödingbestånd av F-typ, S. alpinus.

Värdena för medellängd, kondition och köttfärg är betydligt lägre än i de reglerade sjöarna med introducerade näringsdjur (Tabell 3). Den högre medelåldern kan också vara ett tecken på förekomst av titor.

Diphyllbothrium spp. förekom i 79 procent av de 75 undersökta rödingarna. Medeltal och spridning var betydligt högre än i Blåsjön, Storsjouten och Sädvajaure. Den mest angripna rödingen hade 148 plerocercoider varav 147 på magsäcken. I Nåsjön förekom dessutom infektioner på njuren, vilket tyder på förekomst av D. dendriticum (J. Henricson pers. medd.) (Tabell 5).

Eubothrium sp. saknades helt. Cyathocephalus truncatus förekom i liten skala och trematoden Phyllodistomum sp. saknades (Tabell 6). Under fisket kunde förekomst av storlom konstateras (Tabell 7), och under parasitanalysen noterades amfipoden Gammarus lacustris i några magar.



Figur 10. Tillväxt och lineär regression för ålder mot längd hos röding i Näsjön 1978.10.22 - 1981.06.11.

Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Näsjön 1978.10.22 - 1981.06.11.

Sørungen, reglerad utan Mysis

Rödingpopulationen tillhör arten Salvelinus alpinus, fjällröding av F-typ, och de genetiska analyserna tyder på ett homogent bestånd (Tabell 4).

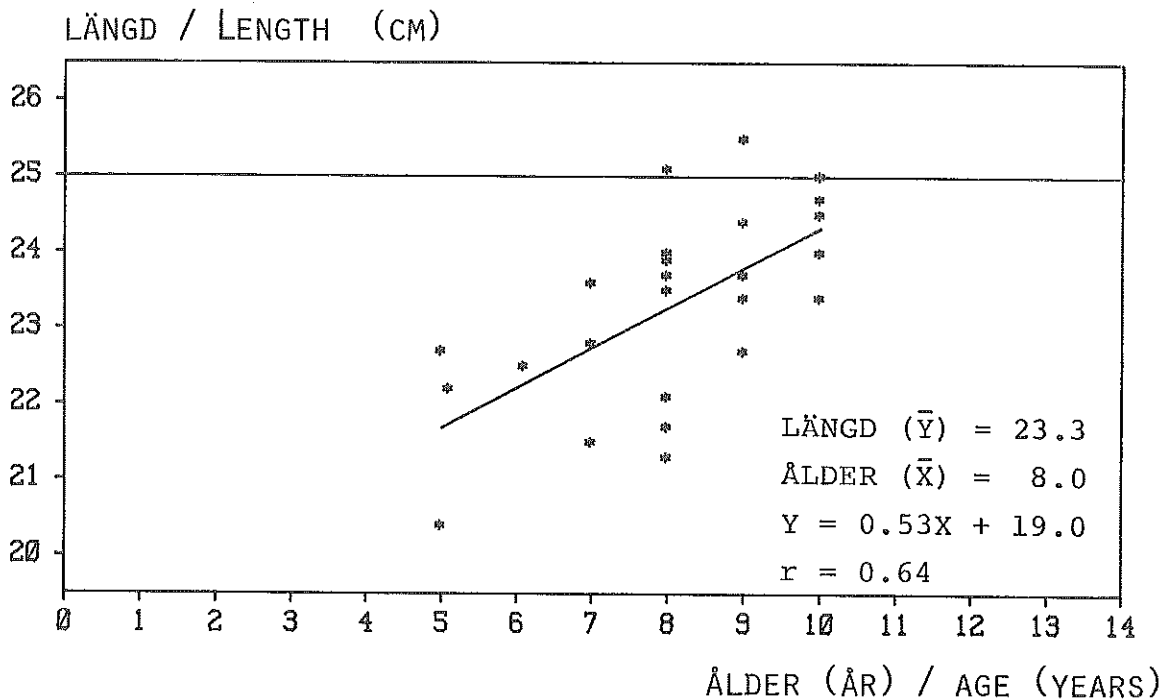
Tillväxten är relativt dålig (Figur 11). Fiskarna når 25 cm först under sitt tolfte år. Köttfärgen är bättre än i Näsjön men sämre jämfört med Mysis-sjöarna (Tabell 3).

Parasitangreppsgraden är lik den i Näsjön. Den mest angripna rödingen, en nioåring på 25.5 cm, innehöll 84 plerocercoider fördelade på både magsäck, pylorus, lever och mjölkesträngar. Övriga

fiskar var betydligt lidrigare angripna (Tabell 5).

Inga Cyathocephalus truncatus kunde konstateras. Däremot noterades både Eubothrium sp. och Phyllodistomum sp. (Tabell 6).

Data om övriga värdar i de aktuella parasiternas livscyklar är ej kända för sjön.



Figur 11. Tillväxt och lineär regression för ålder mot längd hos röding i Sörungen 1981.06.19.

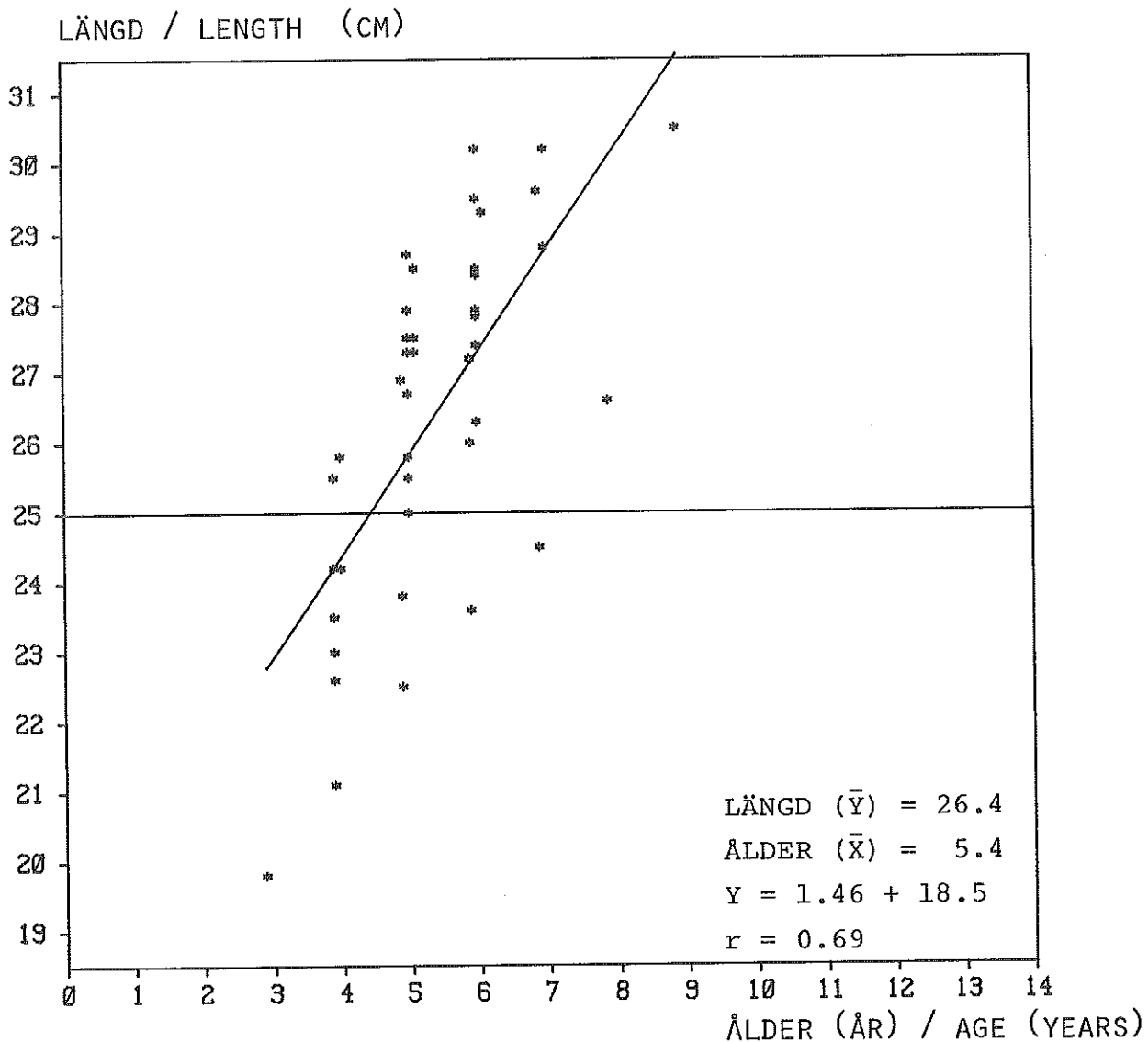
Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Sörungen 1981.06.19.

Äsingen, oreglerad med Mysis

Äsingen, som utgör en med Anjanmagasinet indämd liten sjö, utgör ett intermediärt stadium mellan den oreglerade och reglerade sjön. Genom förekomster i magarna kunde det dock konstateras att Mysis relicta förekom i liten skala, vilket tyder på utbyte med den stora huvudbassängen, Anjan.

Rödingpopulationen utgörs av normalröding, S. salvelinus. Ett litet homozygotöverskott plus det faktum att det i sjön förekommer bäcklekande populationer samt det stora Rensjömagasinet genetiska inflytande antyder att den något höga genfrekvensen kan bero på inslag av fjällröding typ F, S. alpinus (Tabell 4).

Rödingens tillväxt är mycket bra, medellängderna höga och ålder och färg godtagbara (Tabell 3, Figur 12). Konditionsfaktorn är däremot låg.



Figur 12. Tillväxt och linjär regression för ålder mot längd hos röding i Åsingen 1981.06.15 - 1981.10.21.

Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Åsingen 1981.06.15 - 1981.10.21

Parasitangreppsgraden var så pass stor att den bör utgöra ett problem. Samtliga fiskar var infekterade av Diphyllobothrium spp., och alla organ utom simblåsan innehöll plerocercoider. Närmare 40 procent av de undersökta fiskarna hade mer än 100 plerocercoider i sig (Tabell 5).

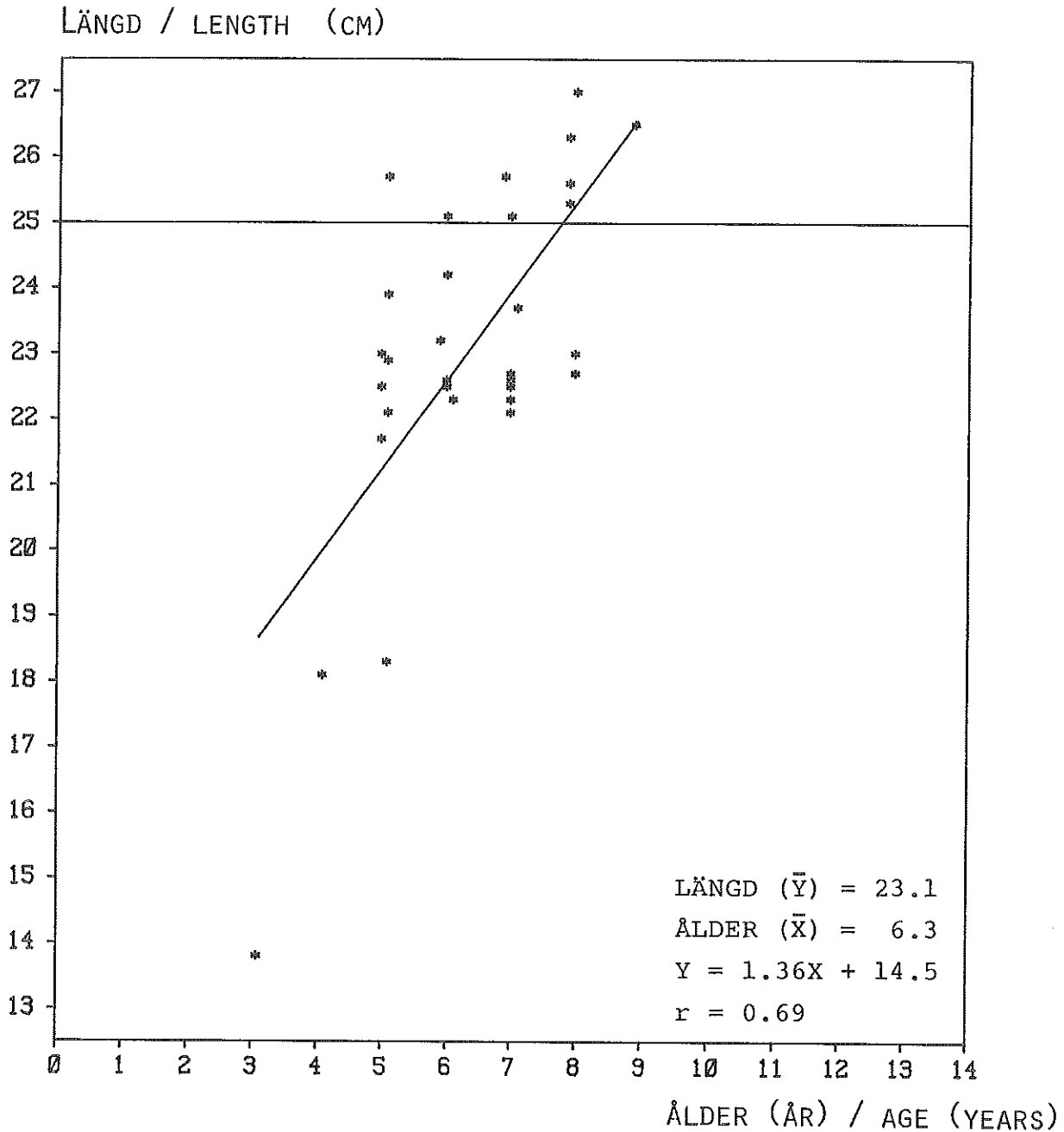
Även Eubothrium sp, Cyathocephalus truncatus och Phyllodistomum spp. kunde noteras (Tabell 6).

I stort sett alla de fåglar som kan fungera som slutvärdar för båda Diphyllobothrium-arterna observerades i sjön. Vilken roll de kanadagäss, som funnits i sjön de senaste 10 åren, spelar för eventuella fiskparasiter är ej känd (Tabell 7).

Hensjön, oreglerad med Mysis

Hensjöns röding utgörs av en homogen och allopatrisk fjällröding av F-typ, S. alpinus, precis som i de kringliggande toppsjöarna (Tabell 4, Hammar 1983b).

Tillväxten är bra (Figur 13), liksom medellängder och köttfärg. Konditionsfaktorn däremot tillhör de lägsta (Tabell 3).



Figur 13. Tillväxt och linear regression för ålder mot längd hos röding i Hensjön 1981.06.18 - 1981.10.19.

Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Hensjön 1981.06.18 - 1981.10.19.

Av de 31 undersökta fiskarna var 94 procent infekterade av Diphyllobothrium spp. och antalet plerocercoider per fisk var relativt högt. Samtliga organ utom simblåsa och njurar utnyttjades av parasiterna (Tabell 5).

Även de övriga cestoderna förekom i varierande grad. Samtliga fiskar var dock infekterade av Phyllodistomum sp. (Tabell 6).

Tillgång på fiskmås och storlom kunde konstateras i samband med vårfisken 1981 (Tabell 7).

Ankarvattnet, oreglerad utan Mysis

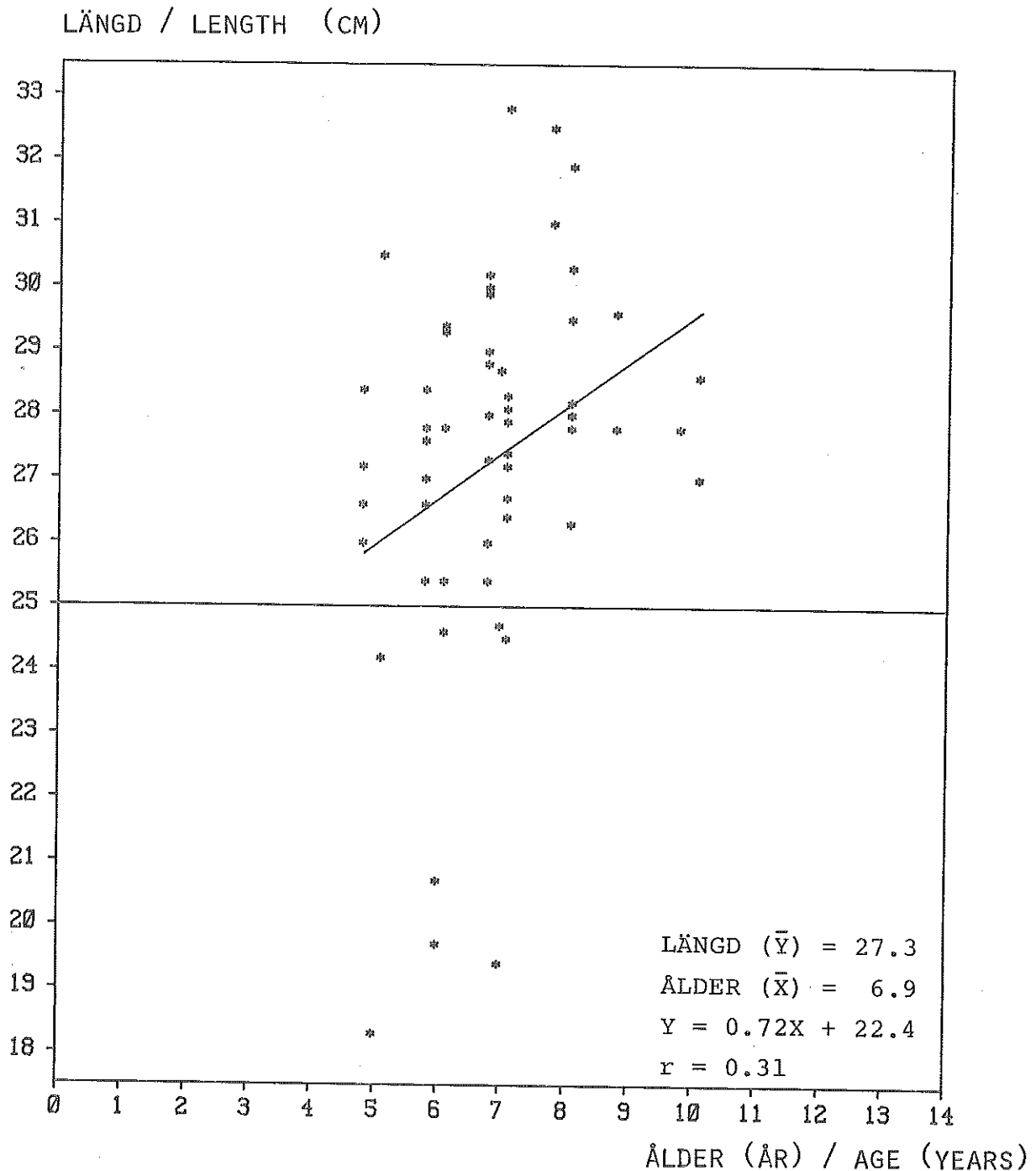
Ankarvattnet har ofta använts som referensvatten till Blåsjön, den i fiskeribiologiska sammanhang mest undersökta sjön i Sverige. I denna jämförelse utgjorde Ankarvattnet upptakten till hela problemställningen runt röding, Mysis relicta och Diphyllobothrium.

Ankarvattnets rödingar utgjorde tidigare ett parallellfall till Blåsjöns. Dess naturliga status innebär att vi här har en mycket mer opåverkad sympatri av normalröding, S. salvelinus, och fjällröding av S-typ, S. stagnalis. Större delen av det insamlade materialet härrör från den mer storvuxna rödingen, men genfrekvensen hos de få pimplade rödingarna från 1979 antyder ett mindre inslag av S-röding (Tabell 4).

Tillväxten är relativt bra (Figur 14), men den är dock sämre än i Blåsjön. Medellängderna är höga, liksom åldern. Konditionsfaktorn och fiskarnas köttfärg är däremot jämförbara med de reglerade sjöarnas (Tabell 3).

Samtliga fiskar var infekterade av Diphyllobothrium spp. och intensiteten per fisk är den näst högsta i undersökningen (Tabell 5). Det största antalet Cyathocephalus truncatus påträffades vidare i Ankarvattnet, där Gammarus lacustris fortfarande är en viktig näringsorganism. Övriga cestoder förekom i ringa omfattning (Tabell 6).

Fågelfaunan i sjön bör vara den samma som i den nedströms liggande Blåsjön (Tabell 7), och förekomsten av copepoder, som utgör mellanvärdar för de aktuella cestoderna, bör heller inte vara begränsande för infektionen.



Figur 14. Tillväxt och linjär regression för ålder mot längd hos röding i Ankarvattnet 1978.10.12 - 1981.06.21.

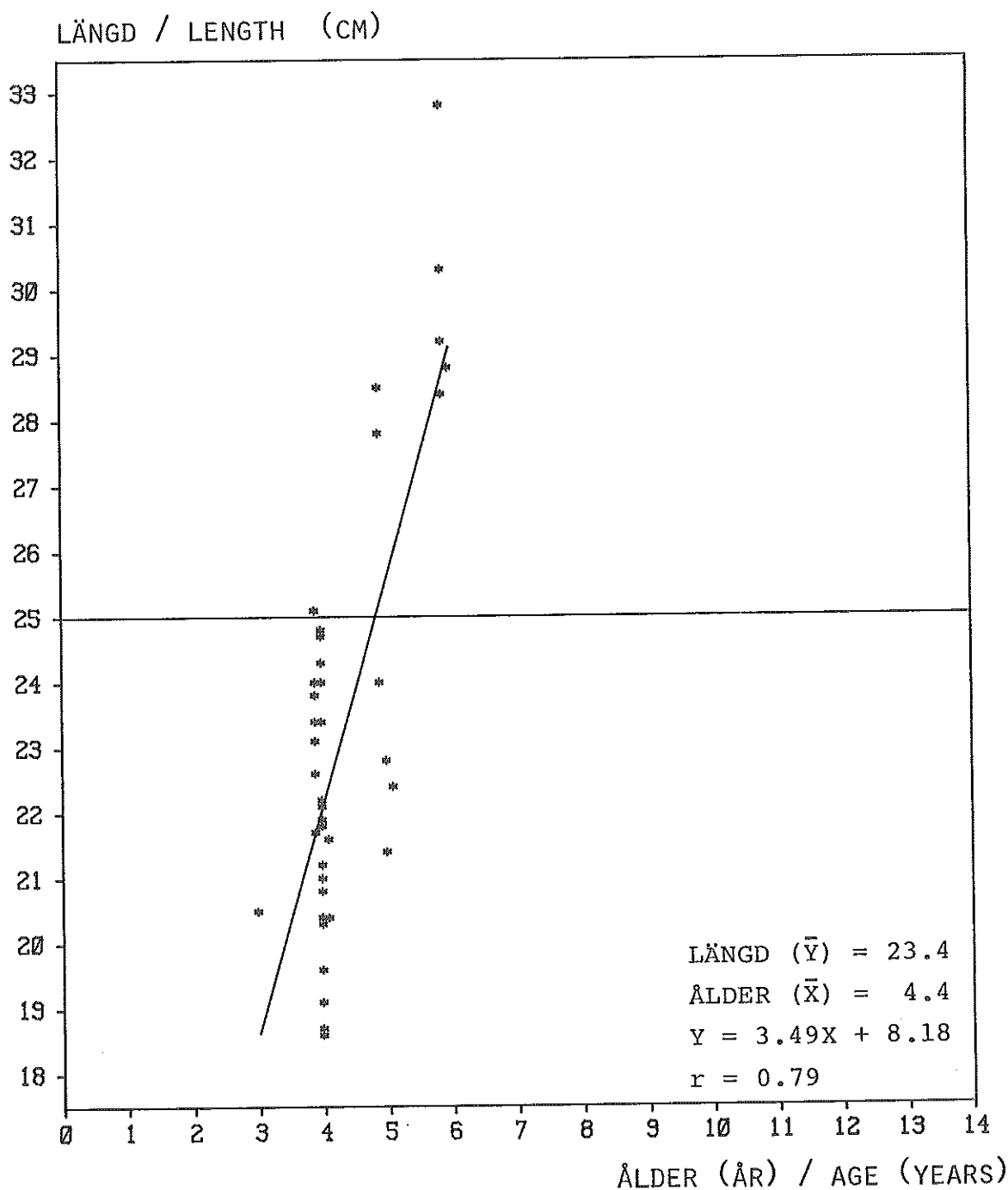
Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Ankarvattnet 1978.10.12 - 1981.06.21.

Lillsjouten, oreglerad utan Mysis

Lillsjouten utgjorde tidigare ett allopatriskt öringvatten. Genom Storsjoutens dämning 1948 fick röding periodvis möjlighet att etablera sig i Lillsjouten. Troligen rör det sig om de mer storvuxna av Storsjoutens rödingar som i samband med den lekvandring,

som Fabricius (1950) beskrivit, lyckades invadera sjön. Rödingarna är genetiskt sett mycket lika de större Storsjouten-rödingarna, och bör ses som en delpopulation av dessa introgresserade normalrödingar, *S. salvelinus* (Tabell 4).

Tillväxten är mycket bra och materialet visar en stor spridning i längd. Däremot är spridningen i ålder mycket liten. Konditionen är jämförbar med Storsjoutens och det gäller även köttfärgen (Tabell 3).



Figur 15. Tillväxt och lineär regression för ålder mot längd hos röding i Lillsjouten 1978.10.17 - 1979.04.28.

Growth and linear regression for age against length of Arctic char in Lake Lillsjouten 1978.10.17 - 1979.04.28.

Infektionsgraden av Diphyllobothrium spp. är dock större, och 95 procent av de 39 undersökta fiskarna var infekterade. Dessa visade en ganska jämn infektionsgrad. Till skillnad från de övriga naturliga sjöarna var lever, gonader och njurar fria från plerocercoider (Tabell 5).

Övriga cestoder förekom i mängder motsvarande andra oreglerade vatten (Tabell 6).

Fågelfaunan och planktonfaunan är ej kända, men torde knappast sakna någon väsentlig organism för de aktuella cestodernas livscyklar.

DISKUSSION

Det nämndes redan i inledningsskedet av denna redogörelse att många olika faktorer är avgörande för den aktuella bilden av en rödingpopulations Diphyllobothrium-angrepp.

På våra breddgrader finner vi sällan några av dessa samband reodlade i naturen. För att finna så enkla ekologiska samband måste man söka norrut upp i Arktis, vilket numera görs allt oftare trots de mångfördubblade kostnaderna. I Kanadas arktiska provinser pågår för närvarande flera undersökningar om de ekologiska sambanden runt röding och Diphyllobothrium och möjligheterna till eventuell kontroll (bl a Curtis 1982, a, b, under tryckning).

I denna undersökning kan vi endast spekulera om de faktorer som påverkar angreppsbilden och det komplexa värd-parasit-systemet, och grovt testa de resultat vi fått fram i serien av analyser med de resultat av motsvarande art som finns tillgängliga i litteraturen.

Geografiska faktorer

Insamlingen av röding för jämförelser av parasitfaunor har skett i tio olika sjöar, varav åtta är belägna i två olika älvsystem i norra Jämtland. En sjö är belägen i södra Norrbotten och en annan slutligen, nära Atlant-kusten sydväst om Trondheim. Därmed får vi en geografisk och klimatologisk variation med de följder detta har för relationerna mellan Diphyllobothrium-arterna och deras värdar. Dessa problem och de temperaturberoenden som konstaterats hos de bägge parasitarterna diskuterades av Halvorsen (1970). Även Hen-

ricson (1978 a) kunde redovisa stora geografiska skillnader mellan de båda arterna. Geografiska skillnader inom en sjö kunde Henricson dock ej finna (Henricson 1977).

En och annan större plerocercoid, troligen tillhörande arten D. dendriticum kunde noteras i undersökningen men den mindre arten D. ditremum dominerar med största sannolikhet totalt i de sjöar som analyserats.

Eftersom D. dendriticum har måsfåglar som slutvärdar bör dessa parasiter ha sitt utbredningsområde i sjöar nära kusten och för Sveriges vidkommande i de västligaste belägna fjällsjöarna. De mer skygga lommarna söker sig gärna till mindre och mer ostörda vatten och bör därför orsaka en högre grad av D. ditremum i mer avlägsna områden i fjällkedjan.

Något samband mellan infektionsgrad och t ex avstånd från havet, höjd över havet eller areal som stöder eller fäller denna hypotes har dock ej kunnat spåras vid den stegvisa multipelregression som utförts på sjöarna i denna undersökning och de data som finns publicerade av Bylund (1966, 1967), Dick och Belosevic (1981), Halvorsen (1970), Henricson (1978 a), Kennedy (1977, 1978), Ljunggren et al. (1981), Vik (1965) samt Hammar (opubl. data), totalt ca 80 sjöar / populationer.

Rödingartkomplexet

De tre tvillingarterna inom artkomplexet finns alla representerade i undersökningen. I Blåsjön förekommer ett ursprungligen utkonkurrerat fjällrödingbestånd av S-typ som funnit en fristad på större djup i sjön. Dessa fördivärgade rödingar som tycks utnyttja Mysis relicta som diet året runt hade mycket små förekomster av Diphyllobothrium spp. och saknade totalt övriga tarmparasiter.

Den konkurrenskraftiga normalrödingen dominerar i sju av de tio sjöarna. Övriga sjöar har allopatriskt bestånd av fjällröding av S- och F-typ.

I de tre reglerade sjöarna Blåsjön, Storsjouten och Sädvajaure har Mysis relicta introducerats. De innehåller alla tre normalröding i mer eller mindre introgresserat skick. Detta skiljer dem från den reglerade Torrön där också Mysis etablerat bestånd. Här domineras rödingpopulationen av den pelagiska och planktonätande fjällrödingen av S-typ.

Den senare har visat sig äta Mysis under vinter och vår, men under sommaren fortfarande leva uteslutande på plankton (Fürst, Boström och Hammar 1981, Hammar 1980, under tryckning). Detta bör medföra en viss skillnad mellan arterna i angreppsintensitet av Diphyllobothrium spp., vilket också är mycket tydligt i denna undersökning: En del av Torröns rödingar var mycket hårt belastade av Diphyllobothrium spp. och Eubothrium sp.

Tillväxt och köttfärg (kvalitativa faktorer)

Tillväxten anges oftast som en funktion av längd och ålder. I Tabell 3 redovisades variationen i medellängd och medelålder. Att mängden Diphyllobothrium spp. ökar med stigande ålder och längd är känt (Halvorsen 1970, Henricson 1977, 1978 b), och det totala materialet i denna undersökning visar samma resultat. I Tabell 8 återges medeltalet parasiter per fisk i olika åldersgrupper.

Tabell 8. Sambandet mellan angreppsintensitet av Diphyllobothrium spp. och medelålder på röding.

The relationships of intensity of Diphyllobothrium spp. and age of Arctic char in ten Swedish lakes.

Alder	n	Medeltal <u>Diphyllobothrium</u> spp. plerocercoider per fisk.	Standardavvikelse, s
Age	n	<u>Mean number of Diphyllobothrium plerocercoids per fish</u>	Standard-deviation, s
2	21	1.38	1.43
3	102	4.12	6.11
4	121	7.25	16.72
5	126	15.59	30.82
6	75	29.51	44.57
7	52	33.21	38.82
8	43	27.05	39.59
9	14	14.14	27.59
10	12	20.58	42.26

Detta samband rankades som det högsta i den stegvisa multipla regression som nämndes tidigare. I tabellen sker en utplaning eller minskning efter sju till åtta år hos rödingarna. Minskningen i parasitangrepp hos röding efter en viss ålder kunde konstateras av Halvorsen och Andersen (1975) och Henricson (1974, 1977, 1978b).

I deras fall gällde det fisk äldre än åtta år. I denna undersökning finns en djuplevande population med hög medelålder och lindriga parasitangrepp p g a Mysis-diet, som troligen förklarar nedgången i äldre fisks parasitbördor enligt tabellen.

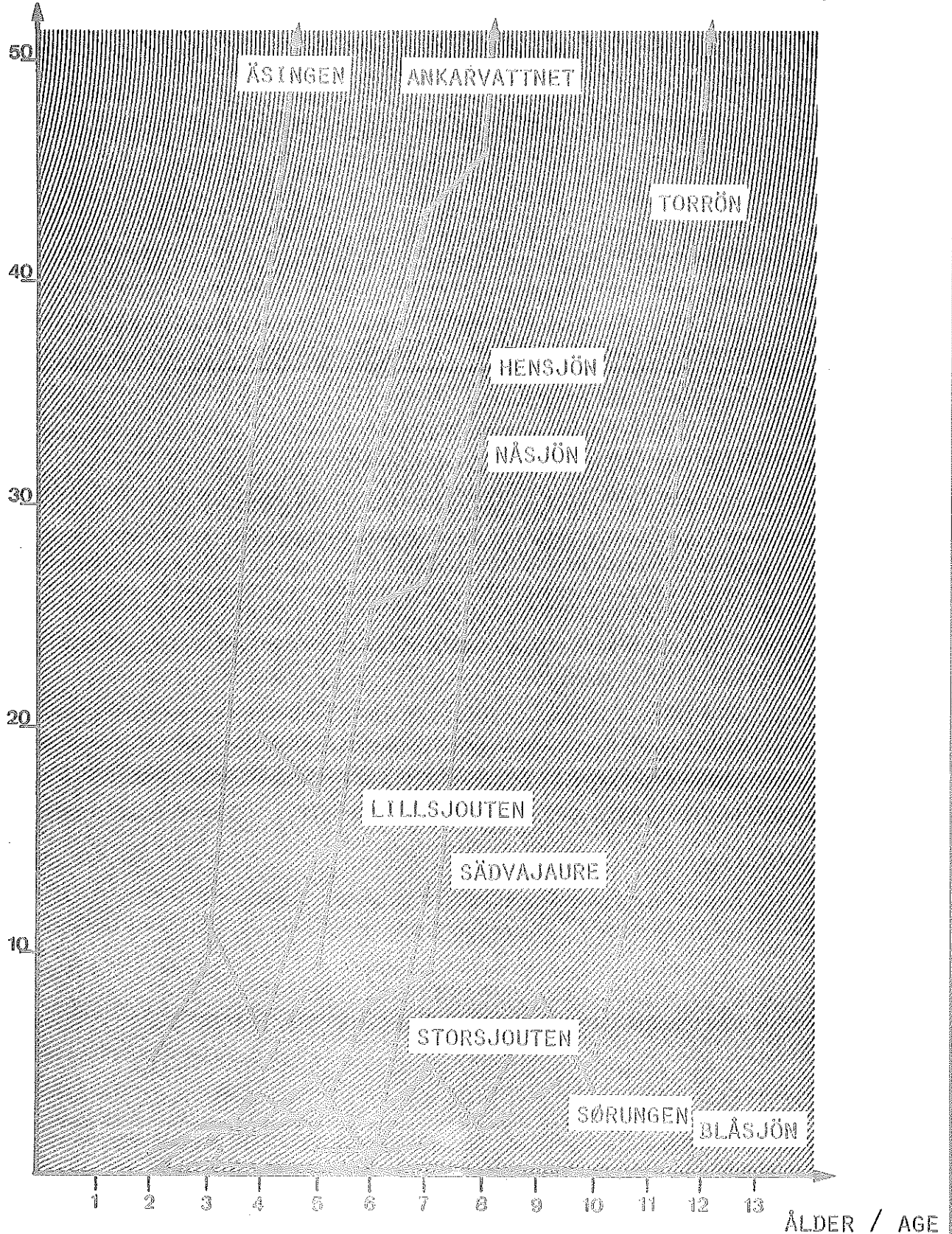
Henricson kunde i sitt material från Bjellojaure kvantitativt konstatera att minskningen beror på en ökad dödlighet hos rödingar med allt för höga angrepp av den mer patogena Diphyllobothrium dendriticum. Dödligheten sker troligen under hela året, men under vår och höst äger en förnyad infektion rum vilket döljer delar av den minskning av parasitmängden som sker genom mortalitet hos värdjuret (Henricson 1978 b).

Den ökande mängden Diphyllobothrium-plerocercoider per åldersgrupp kan se ut på olika sätt (Figur 16). I vissa sjöar startar anrikningen av parasiter mycket sent och går efter ett par år mot ett mycket högt värde, som i Sädvajaure. Detta bör bero på en förändring i näringsval, men knappast p g a en övergång till planktondiet. Det är mer troligt att övergången sker till fiskdiet, och att bytesfisken i sig är en icke obligat mellanvärd (transportvärd) för Diphyllobothrium spp. Denna kedja är dokumenterad hos öring-spigg-kombinationer i flera norska sjöar (Halvorsen 1970). I Figur 16 visas några exempel på den tänkbara variationen i anrikningshastighet. I Storsjouten sker ackumuleringen något tidigare och mer stegvis. I Torrön tycks anrikningen starta tidigare men når efter några år ett jämviktsläge varefter den åter ökar. I de reglerade sjöarna Sørungen och Nåsjön sker ackumuleringen mycket långsamt och accelererar först vid relativt hög ålder, i likhet med Sädvajaure. I de naturliga sjöarna Äsingen, Ankarvattnet och Hensjön sker anrikningen snabbare och når på kort tid mycket stora mängder plerocercoider per fisk.

Den andra extremformen lär också förekomma. Unga planktonätande rödingpopulationer med höga initialvärden av parasiter övergår till näringsdjur som ej är involverade i Diphyllobothriums livscyklar och får en minskad anrikning av plerocercoider (M. Curtis pers. medd.).

Ökningen av parasitmängden i relation till den ökade graden av köttfärg bör också vara förknippad med näringsvalet (Tabell 9). Dessutom är köttfärgen även en funktion av storlek, ålder och könsmognad.

ANTAL PLEROCERCOIDER PER FISK (GEOMETRISK MEDELVÄRDE)
NUMBER OF PLEROCERCIDS PER FISH (GEOMETRICAL MEAN NUMBER).



Figur 16. Medelantalet *Diphyllobothrium* spp.-plerocercoider på olika åldersgrupper av röding i 10 olika sjöar.

The mean number of Diphyllobothrium spp. plerocercoids in different agegroups of Arctic char in 10 different lakes.

Tabell 9. Sambandet mellan angreppsintensitet av Diphyllbothrium spp. och köttfärg på röding.

The relationships of intensity of Diphyllbothrium spp. and meat colour of Arctic char in ten Swedish lakes.

Köttfärg	n	Medeltal <u>Diphyllbothrium</u> spp. plerocercoider per fisk.	Standardavvikelse.
<i>Meatcolour</i>	<i>n</i>	<i>Intensity of <u>Diph. plerocerc.</u></i>	<i>s</i>
Vit	1 71	7.21	22.36
Svagt skär minus	2 47	11.45	23.67
Svagt skär	3 228	14.22	26.55
Svagt skär plus	4 17	13.24	28.37
Skär minus	5 37	23.27	38.30
Skär	6 115	24.97	41.77
Skär plus	7 33	9.48	26.87
Röd minus	8 10	20.70	34.70
Röd	9 14	11.71	17.99

Crustaceer som cladocerer, copepoder och Mysis relicta innehåller färgämnen, karotinoider som direkt ger spår i predatorns egen köttfärg. Detta är troligen en av förklaringarna till den förbättrade färgen hos rödingar med allt större infektion av Diphyllbothrium spp. Trenden vänder vid skärt och de absolut rödaste fiskarna har åter färre parasiter. I en sjö där rödingen är sikpredator och anrikar Diphyllbothrium via en annan värd fisk, kan dock en hög infektionsgrad stå i relation till en sämre köttfärg. Detta är fallet i Flåsjön.

Arstider

Det har i olika sammanhang nämnts att nyinfektionen av Diphyllbothrium spp. via copepoder till röding kunde ske under speciella perioder på året. I Bjellojaure fann Henricson (1978 b) att april-maj resp september-oktober sannolikt var de perioder då rödingarna åt copepoder och fick en förnyad mängd unga plerocercoider.

I reglerade sjöar kan copepoder utgöra en ännu större andel av näringsvalet vintertid, vilket skulle kunna innebära att det vore möjligt att se en kraftig förändring av parasitbördan mellan vår - höst resp höst - vår. Medelvärdena för de parvisa insamlingsperioderna höst - vår 1978/1979 resp vår - höst 1981 har testats med den icke-parametriska metod som Mann-Whitney's U-test innebär. Detta har dock inte visat sig ge något signifikant samband. En framtida längdmätning av det stora materialet av konserverade plerocercoider kan kanske ge en bättre bild av skillnader mellan

olika årstider. Det var iögonfallande fler små plerocercoider som fick pressas ut med pincetthjälp under analysen våren 1981 jämfört med hösten samma år, vilket antyder att dessa rödingar var nyinfekterade under våren.

Vid varje försök att finna små förändringar under årets lopp bör man även ha klart för sig att det kan ske större variationer mellan olika år vilket ställer andra krav på materialstorlek och detaljjämförelser (Henricson 1978 b)

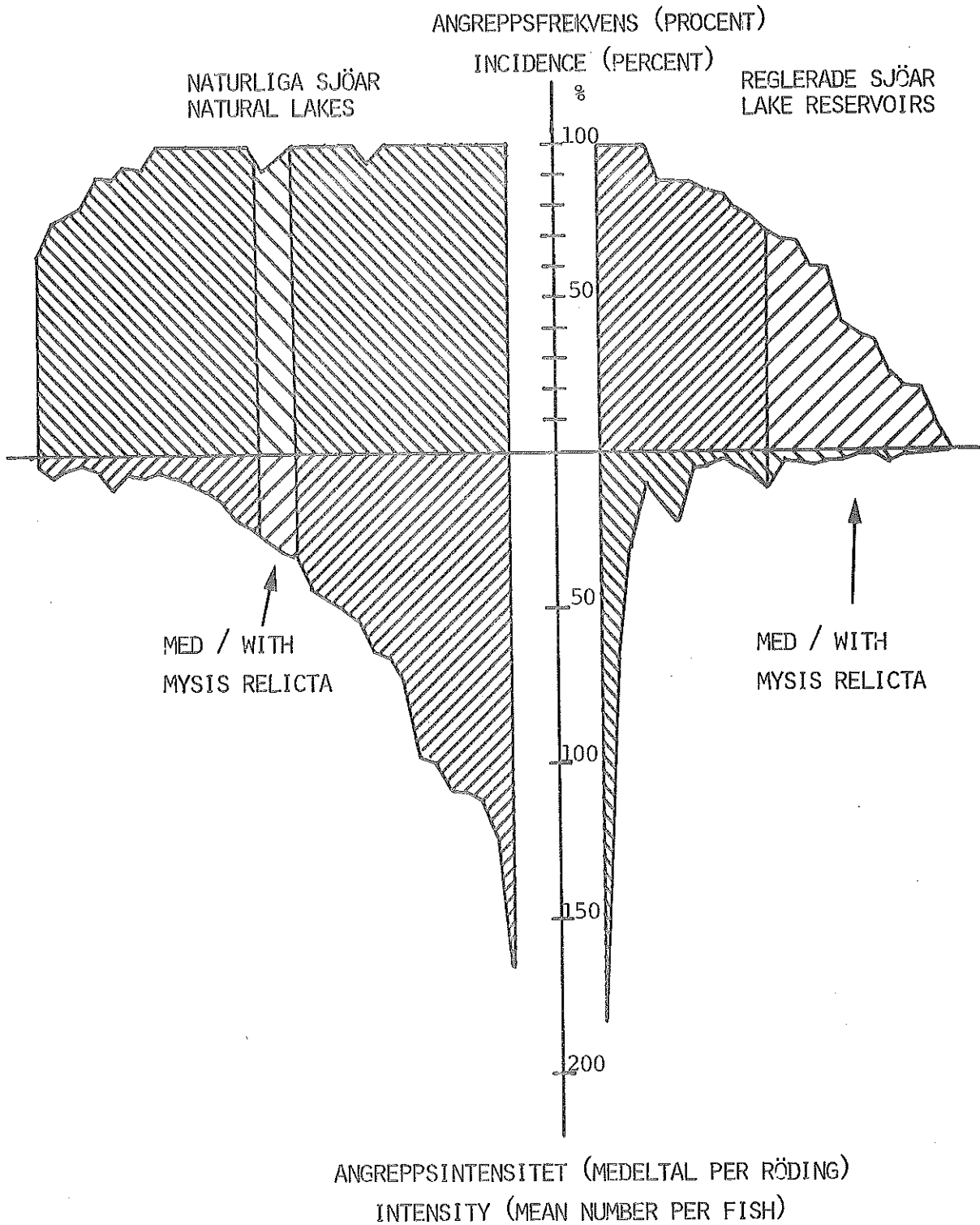
Reglering

Det biologiska resonemanget runt effekter på röding och Diphyllobothrium spp. i regleringsmagasin som skedde redan i inledningskapitlet leder fram till att man bör förvänta sig en ökad mängd plerocercoider på röding som en direkt följd av den minskade tillgången på mängden bottendjur.

I Figur 17 har den procentuella andelen infekterade rödingar rangordnats bredvid varandra längs en axel med reglerade sjöar till höger och oreglerade sjöar till vänster, på ett sådant sätt att de mest angripna populationerna placerats i mitten. På staplarna som pekar nedåt kan det aritmetriska medelvärdet för antalet plerocercoider per fisk och sjö avläsas. Figuren bygger på material publicerat av Henricson (1978 a) och denna undersökning.

Det finns uppenbarligen både hårt parasiterade populationer i naturliga sjöar och lindrigt parasiterade populationer i reglerade sjöar. De oreglerade sjöarna utan Mysis relicta dominerar materialet och de U-tester som skett enligt Mann-Whitney av dessa och de ytterst få reglerade sjöarna utan Mysis ger ingen signifikant skillnad i angreppsintensitet. Genom olika urval av de oreglerade kan t o m en omvänd signifikans erhållas.

För att denna jämförelse skall bli biologiskt trovärdig bör ett större antal reglerade vatten undersökas och framför allt magasin av större storleksordning. Genom beklagliga incidenter misslyckades försöken att även få röding ifrån Stora Mjölkvattnet, Burvattnet och Borgasjön.



Figur 17. Relationerna mellan frekvensen av Diphyllobothrium spp. angripna rödingar och intensiteten per fisk i reglerade och naturliga sjöar med eller utan Mysis relicta. Sjöar med Mysis anges med ett grövre raster. Figuren är baserad på material publicerat av J. Henricson (1978a) och föreliggande undersökning.

The relationships of percent incidence of Diphyllobothrium spp. in Arctic char and the intensity per fish in regulated and natural lakes with or without introduced Mysis relicta. The lakes with Mysis are shown with a more coarse screen. The figure is based on the pooled data published by J. Henricson (1978a) and the present investigation.

Mysis-introduktioner i rödingsjöar

I Blåsjön där de sympatriska rödingbestånden är relativt väl skilda i tillväxt och biotopval finns en intern gradient i betydelsen av Mysis som näringsdjur. Som tidigare nämnts så utnyttjar de djuplevande rödingarna Mysis som näring hela året (Fürst, Boström och Hammar 1978, Hammar under tryckning) och saknar i det närmaste parasiter helt och hållet.

En statistisk test enligt Mann-Whitney för reglerade sjöar med resp utan Mysis relicta gav en mycket hög signifikant skillnad i angreppsintensitet ($p < 0.002$). Angreppen var lägre i sjöar med Mysis.

De reglerade sjöarna Blåsjön, Storsjöuten, Torrön och Sädvajaure, vilka alla har Mysis, utmärker sig alla fyra med att återfinnas längst ut åt höger i Figur 17.

Den förändring som bör ske i en rödingpopulations parasitdata, under en begränsad tidsperiod i samband med en Mysisinplantering, är möjlig att rekonstruera med hjälp av de bakgrundsdata som finns publicerade om parasitfrekvenser i Hensjön, Torrön och Sädvajaure (Henricson 1978 a). I Tabell 10 redovisas de olika serierna för dessa tre sjöar.

Tabell 10. Utveckling av angreppsfrekvens resp intensitet av Diphyllbothrium spp på röding i tre sjöar i vilka Mysis relicta introducerats.

The development of incidence and intensity of infestation of Diphyllbothrium spp in Arctic char in three lakes with introduced Mysis relicta.

Sjö	Datum	n	längd	ålder	%	\bar{x}	s^2	max	
Locality	Date	n	length	age	%	\bar{x}	s^2	max	
Hensjön	1969 apr	10	19.0	-	100	110.0	17099	380	
	1972 sep	16	21.7	4+	8+	100	123.3	2233	240
	1981 jun	25	22.5	3+	8+	92	28.0	633	99
	1981 okt	6	25.4	5+	7+	100	33.7	1316	102
Torrön	1972 sep	20	24.9	4+	9+	85	4.7	42.1	24
	1981 jun	25	25.3	3	8	60	4.0	58.6	33
	1981 okt	25	29.0	1+	13+	72	12.6	459.4	80
Sädvajaure	1971 nov	6	19.0	-	100	202.5		493	
	1974 apr	34	17.4	4	9	88	16.2		129
	1981 jun	25	24.4	4	7	24	4.3	240.2	77

I både Hensjön (oreglerad) och Sädvajaure (reglerad) har angrepps-frekvens, angreppsintensitet, varians och maximalt antal plerocercoider per fisk minskat från 1969/1972 till 1981 resp från 1971 via 1974 till 1981. I Hensjön introducerades Mysis relicta 1968 och i Sädvajaure 1971 (Tabell 2).

I Torrön har antalet infekterade fiskar minskat något medan infektionsintensiteten per fisk faktiskt i stället ökat något vid jämförelsen med materialet insamlat 1972 och 1981. I Torrön introducerades Mysis relicta redan 1957.

Det har tidigare nämnts att Torröns fjällrödingbestånd av S-typ avviker med sitt planktoninriktade näringsval resp pelagiska leverne, och det är med stor sannolikhet detta faktum som är förklaringen till Torrö-rödingens avvikande mönster.

Förändringen av Diphyllbothrium spp. - angreppsgraden som en effekt av Mysis relicta kan förklaras på två sätt.

Antingen har mängden infekterade copepoder minskat i sjön som en följd av selektiv predation från Mysis relicta eller har betydelsen av copepoder minskat i rödingens diet.

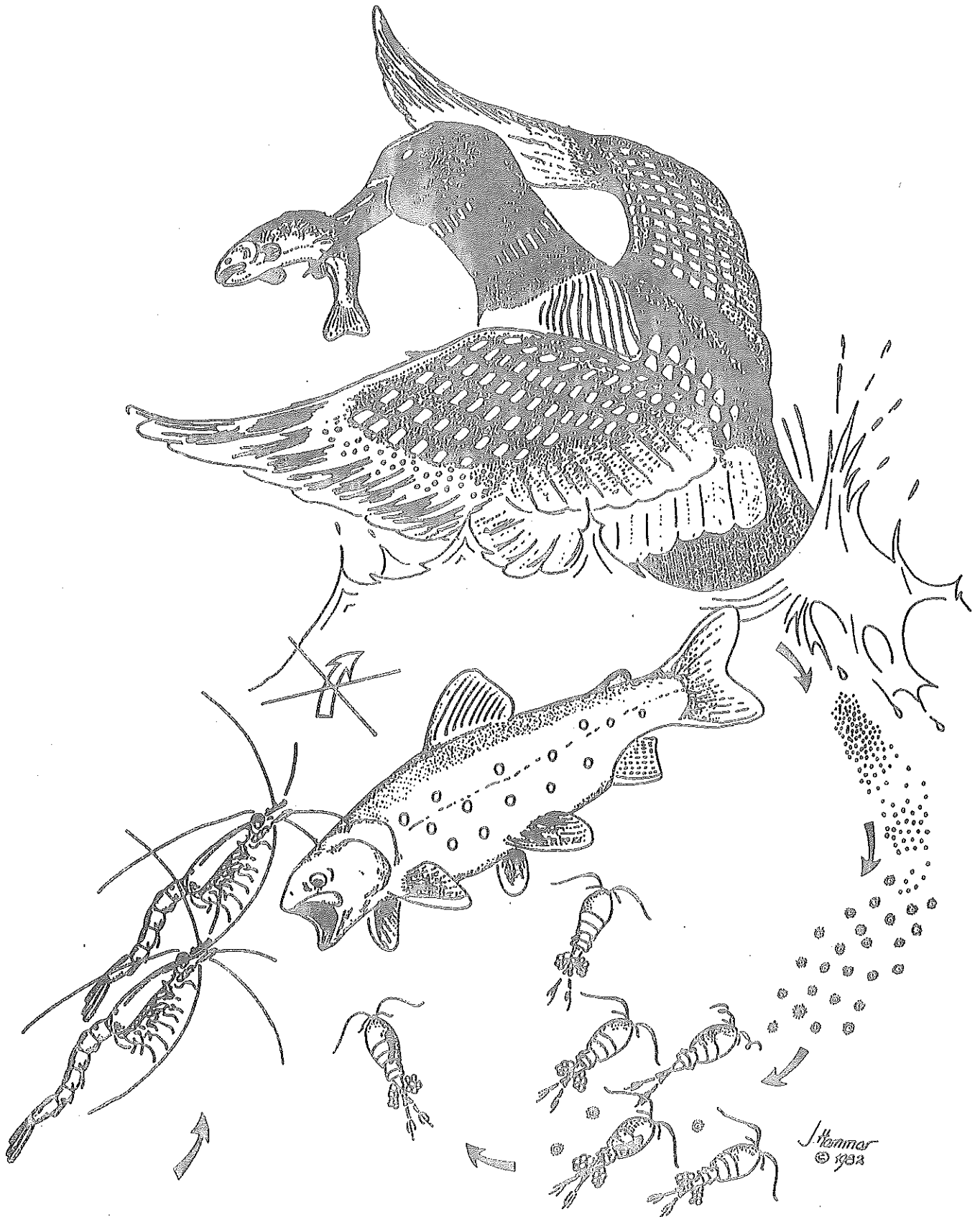
Eftersom Mysis relictas selektiva predation i första hand drabbar cladocerer bör den relativa mängden copepoder, och därmed mängden infekterade copepoder, öka i betydelse. Detta bör medföra en ökning av infektionsrisken.

Möjligen kan en minskad andel cladocerer i zooplanktonfaunan återverka på mängden copepoder genom minskad konkurrens och/eller predation, beroende på vilka arter det handlar om. I detta hänseende kan copepoderna både gynnas och missgynnas

Det kan möjligen också tänkas att infekterade copepoder utgör ett lättfångat byte för t ex Mysis relicta.

I Selbusjøen fann Langeland (1981 a) att frekvensen Diphyllbothriumangripna rödingar ökade drastiskt från 1 % till 52 % under perioden 1974 till 1980. Mysis relicta introducerades 1973 i Selbusjøen och har allvarligt förändrat cladocerfaunan på kort tid med skador på det pelagiska och planktonätande rödingbeståndet som följd (Langeland 1981 a, 1981 b)

De olika resultaten i Hensjön, Sädvajaure, Torrön och Selbusjøen antyder att den minskning resp ökning som sker i angreppsgrad av



Figur 18. Livscykeln hos dykandsbinnikemasken Diphyllobothrium ditremum (Creplin) bryts troligen p g a benthiska rödingars förändrade näringsval vid en introduktion av det nya näringsdjuret Mysis relicta. Jämför med Figur 3.

The lifecycle of Diphyllobothrium ditremum (Creplin) is probably cut off due to the change in diet of benthic feeding species of Arctic char in lakes where Mysis relicta have been introduced as a new and alternative fish food organism. Compare with Fig. 3.

Diphyllbothrium spp. efter en Mysis-introduktion måste bero på i första hand rödingens näringsvanor.

Även resultat från sjöar med sik stöder detta antagande. I Vojmsjön och Tåsjön, där Mysis relicta har etablerat tätå bestånd sedan länge, är planktonsiken mer angripen av Diphyllbothrium spp. än i Storjuktan där Mysis endast förmått etablera ett ytterst glest bestånd. I varje sjö är dessutom den planktonätande sikarten mer angripen än den mer bentiskt inriktade sikarten som också fångats i pelagialen (Hammar m fl under bearbetn.).

Mysis relicta erbjuder rödingen ett alternativt näringsdjur under alla årstider och kan på detta sätt bryta Diphyllbothriums livscykel enligt Figur 18. En förutsättning är dock att de aktuella rödingpopulationerna tillhör de arter som utnyttjar Mysis relicta. Samma förhållande gäller troligen även för de olika tvillingarterna inom sikart-komplexet.

Introduktioner av andra näringsdjur

I samband med ett provfiske i Stora och Lilla Offsjön samt i Ygyln i mellersta Jämtland, sommaren 1982, noterades även mängden Diphyllbothrium spp. på rödingen. Sjöarna har mycket gemensamt, ligger på samma altitud och i kontakt med varandra. Storlomsparet som häckade i Ygyln fiskade uppenbarligen i alla tre sjöarna. Förekomst av plankton och infekterade copepoder bör därför vara den samma för alla de tre sjöarna. I alla sjöarna förekom Gammarus lacustris, men i de två nedre, Stora Offsjön och Ygyln återfanns även den introducerade Pallasea quadrispinosa. Både Stora och Lilla Offsjön uppvisade mycket höga angrepp av Diphyllbothrium spp. (Figur 20), sämre tillväxt och sämre köttfärg än Ygyln, där endast 24 procent av rödingarna var angripna. Dessa var dessutom mycket ringa infekterade, hade mycket fin köttfärg och bra tillväxt (Hammar 1983 b)

Näringsvalsstudier har ännu ej utförts, men förklaringen till det märkliga faktum att rödingen i Ygyln, där storlommen häckar, är i det närmaste fri från Diphyllbothrium spp. måste finnas i rödingarnas näringsvanor.

Möjligen kan alltså även andra introducerade näringsdjur som Pallasea quadrispinosa bryta Diphyllbothriums livscykel och därmed

mildra den parasitbörda som detta parasitsläkte och kanske även andra Cestoda med gruppen copepoder som första mellanvärd utgör.

Övriga parasiter

Någon vidare utvärdering av de övriga cestoderna har ej undersökningen haft för avsikt att utföra. Förekomsterna har registrerats och redovisats i Tabell 6, men det finns uppenbara intressanta skillnader att notera.

Eubothrium sp. förekommer både vår och höst, men har högst angreppsgrad i höstmaterialet. Det tycks precis som hos Diphyllobothrium saknas ett samband i materialet mellan angreppsgrad och sjöreglering. Även i detta värd-parasit-system bör ett minskat näringsutbud öka andelen copepoder i näringsvalet hos röding, med en ökad infektion av Eubothrium sp. som följd.

Cyathocephalus truncatus dominerar under våren, liksom gruppen av obestämda cestoder. Cyathocephalus förekom vidare som väntat i de sjöar där Gammarus lacustris utgör ett viktigt bytesdjur. I de reglerade sjöarna är Gammarus utslagna längs litoralzonen, men kan då och då förekomma i bäckutlopp. I Blåsjön har en annan amfipod, Pallasea quadrispinosa, introducerats som ett nytt näringsdjur och kan troligen även fungera som mellanvärd för Cyathocephalus.

Johansson (1975) dokumenterade både ontogenetiska och årstidsberoende skillnader för Eubothrium salvelini (Schrank 1790), Cyathocephalus truncatus (Pallas 1781) och Proteocephalus sp. Weinland 1858. Hann fann vidare att Eubothrium sp ökade i antal med stigande ålder hos rödingen, och att angreppsfrekvensen var jämn under hela året. Cyathocephalus truncatus hade också högst infektionsgrad hos äldre rödingar men dominerade vintertid.

Trematoden Phyllodistomum sp. återfanns endast i Torrön, Åsingen och Hensjön, dvs sjöarna i Indalsälven, samt i Sørungen nära Trondheim.

Nordeng (under tryckning) fann en skarp gräns i nord-sydlig utbredning hos Phyllodistomum conostomum Olsson, och menar att förekomsten av anadroma rödingbestånd i söder upphör p g a infektionen av just denna parasit.

Förslag till fem-gradig skala för grov kvantifiering av mängden
Diphyllobothrium spp.- cystor

Den analysmetodik som används vid jämförelserna av Diphyllobothrium-angreppen på olika rödingpopulationer är mycket tidskrävande och kommer därför aldrig att kunna utnyttjas vid Sötvattenslaboratoriets rutinemässiga provfischen och provtagningar. Det traditionella sättet att endast ange eventuell förekomst av Diphyllobothrium spp. med ett plus på baksidan av fjällprovpåsen ger alltför ringa information.

Uppenbarligen föreligger stora brister i kunskapen om hur t ex reglering påverkar mängden parasiter och därmed kvaliteten på olika fiskarter.

Under de tre senaste åren har en femgradig skala använts för att kvantifiera Diphyllobothrium-mängden på de unika rödingar som insamlats från olika delar av artkomplexets arktiska utbredningsområde (Figur 20) i samband med den proteintaxonomiska inventeringen av de tre tvillingarterna.

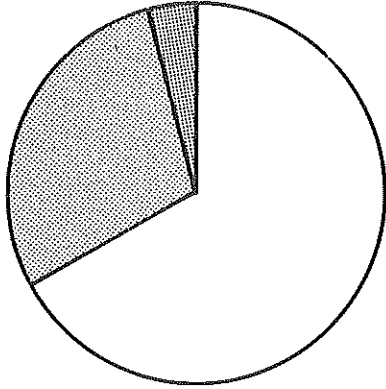
Följande grova skala har visat sig täcka den stora spridning som förekommer hos röding.

Klass	Antal <u>Diphyllobothrium</u> plerocercoider.
<i>Class</i>	<i>Range of <u>Diphyllobothrium</u> plerocercoids</i>
0	0
I	1 - 5
II	6 - 15
III	16 - 100
IV	> 100

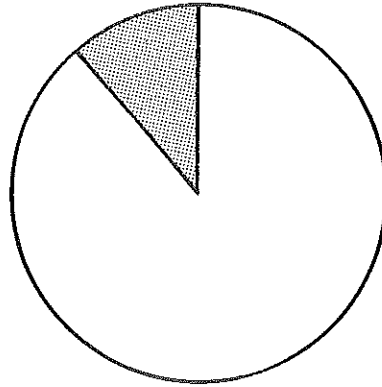
Då intensiteten understiger 15 plerocercoider är det kanske möjligt att i stället ange det absoluta antalet plerocercoider. Genom att bedöma cystornas storlek och notera eventuella förekomster på lever och njure är det vidare möjligt att grovt även registrera troliga förekomster av Diphyllobothrium dendriticum.

I Figurerna 19 och 20 visas dels de rödingsjöar som undersökts i denna jämförelse med avseende på Mysis, dels några av de vatten där den femgradiga skalan för Diphyllobothrium använts.

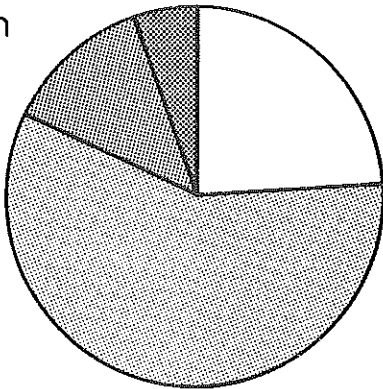
Blåsjön (N)



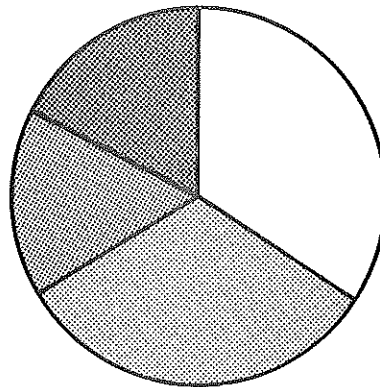
(S) Blåsjön



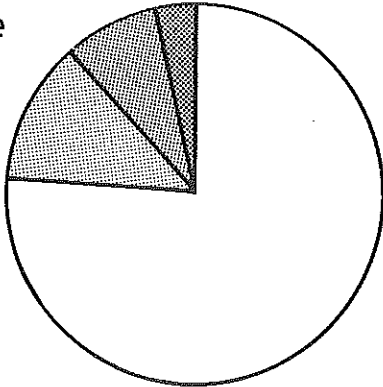
Storsjön



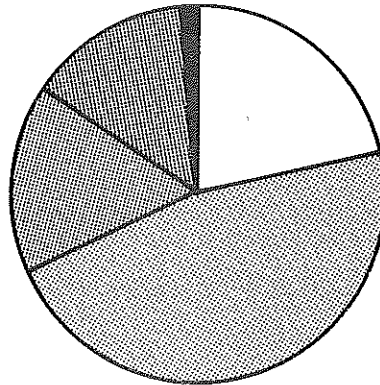
Torrön



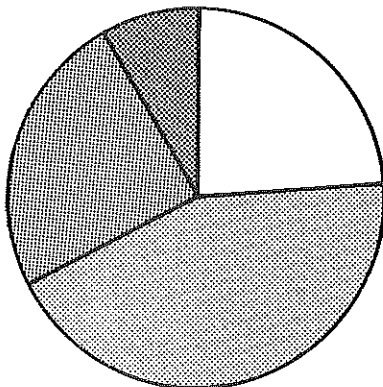
Sädvajaure



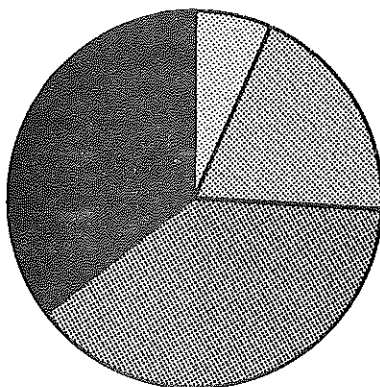
Nåsjön



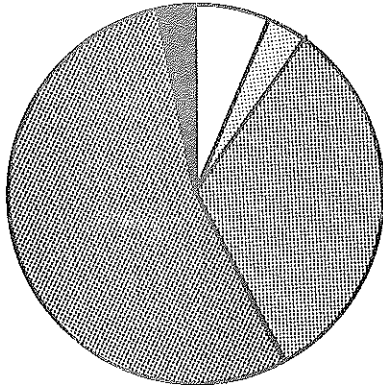
Sörungen



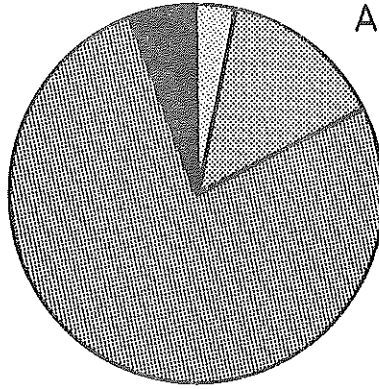
Äsingen



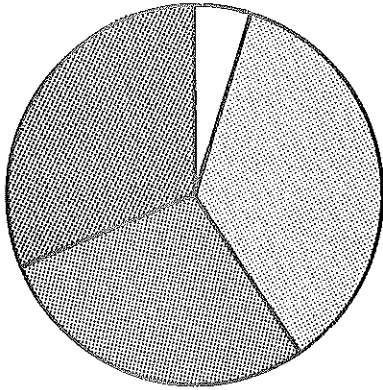
Hensjön



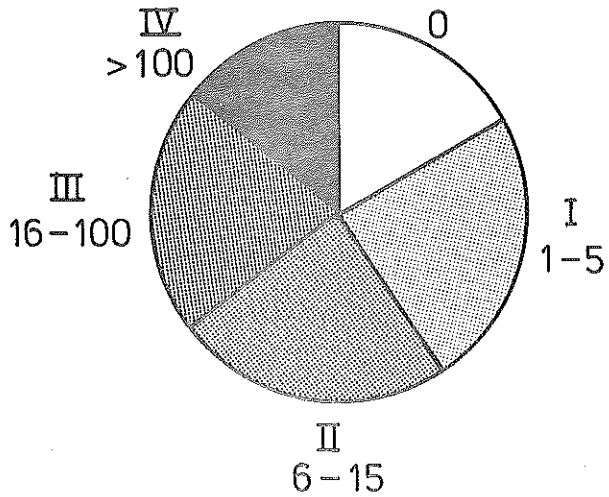
Ankarvattnet



Lillsjouten

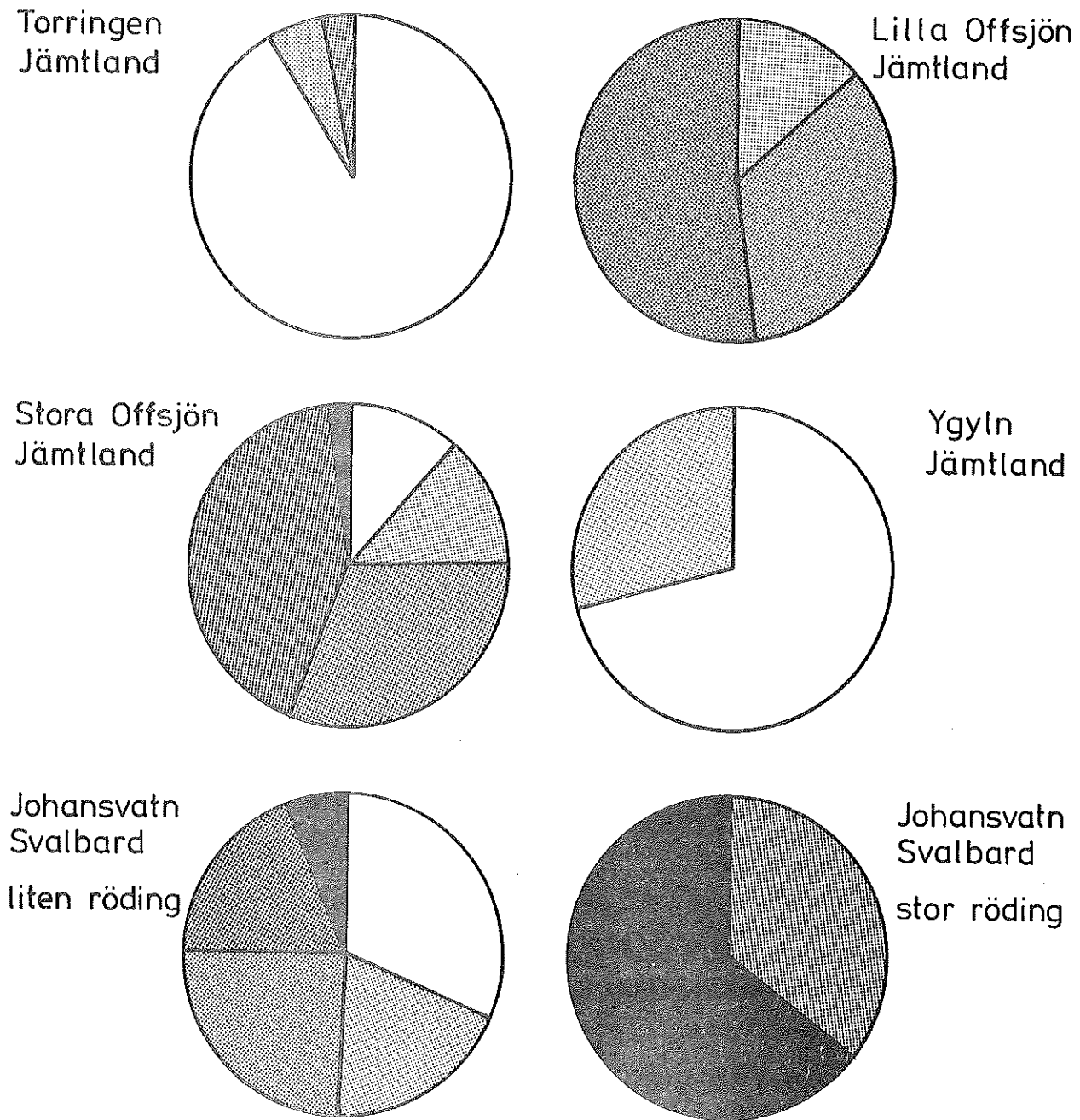


Teckenförklaring.



Figur 19. Frekvens och intensitet av Diphyllobothrium spp. angripna rödingar enligt den i texten beskrivna 5-gradiga skalan i de 10 undersökta sjöarna.

Incidence and intensity of Diphyllobothrium spp. infected populations of Arctic char according to a coarse scale proposed in the text, in the 10 lakes investigated.



Figur 20. Frekvens och intensitet av *Diphyllobothrium* spp angripna rödingar enligt den i texten beskrivna 5-gradiga skalan, i fem sjöar av olika karaktär. I Torrinen, som är en låglandssjö, har *Mysis relicta* inplanterats. Stora och Lilla Offsjön samt Ygyln är fjällsjöar, med *Pallasea quadrispinosa* inplanterad i Stora Offsjön och spridd ned till Ygyln. Johansvatnet på Dansköya innehåller två dubbla rödingbestånd med stora skillnader i parasitangrepps grad.

Incidence and intensity of Diphyllobothrium spp. infected Arctic char according to the scale shown in Fig. 19, in five lakes of varied character. In Lake Torrinen, a lowland lake, Mysis relicta is introduced. In the small mountain lake, Lake Stora Offsjön, Pallasea quadrispinosa is introduced and spread down to Lake Ygyln. In Lake Johansvatn, Svalbard, two sympatric populations show very distinct infection due to size differences.

Med en ökad mängd information om olika sjöars och olika fiskarters angrepp av Diphyllbothrium spp. kanske det blir möjligt att i framtiden finna alternativa lösningar till eventuella kontrollåtgärder.

ERKÄNNANDEN

Ett stort antal vänliga människor har ställt upp och hjälpt oss med insamlingarna av röding, med provtagningsutrymmen och med lån av båtar. Författarna vill rikta ett stort och varmt tack till alla dessa personer och då speciellt till Konrad Andersson, Torrön, Tor B. Gunnerød med medhjälpare, Trondheim, Ingemar Jönsson, Äsingen, Herman Lundgren, Stora Blåsjön, Orvar Lundkvist, Sädvajaure, John-Allan Månsson, Hensjön och Lars Olof Olofsson, Ankarvattnet.

Ett varmt tack riktas också till kollegorna Maria Hanson och Olof Filipsson för deras värdefulla kommentarer om uppsatsens fiskeribiologiska innehåll.

I samband med planeringen och utvärderingen har Jan Henricson, Härnösand, varit till stor hjälp och hans entusiasm och sakkunniga granskning av manuskriptet har varit en ovärderlig källa av inspiration. Ett stort och varmt tack, Janne.

Kontakterna och de stimulerande diskussionerna med Mark Curtis, Montreal, har varit av avgörande betydelse och har fört ut möjligheterna till kontroll av Diphyllbothrium spp. med hjälp av alternativa näringsdjur på en internationell nivå.

Slutligen ett varmt tack till alla förstående kolleger på Sötvattenslaboratoriet och ett speciellt tack till Monica Bergman, Bibi Ericsson, Catherine Hill och Eva Sers för hjälp med figurer, litteratur, summary-granskning och utskrift.

SAMMANFATTNING

För att försöka kompensera de förluster av naturliga fisknäringdjur som uppstår vid sjöreglering, har man i en serie storskaliga experiment i ett flertal större magasin introducerat nya fisknäringdjur. Utvärderingen av effekterna av dessa näringsdjur på fisk och andra delar av den biologiska miljön har visat sig vara

mycket komplexa. Beroende på olika fiskartskombinationer, olika konkurrensförhållanden och olika fiskarters mer eller mindre snäva näringsval under dessa sympatriska situationer, har fiskens reaktioner på de nya fisknäringssdjuren varit olika från fall till fall (Fürst, Boström och Hammar 1978, 1980, 1981).

Även det arktiska rödingartkomplexet Salvelinus alpinus (L.) har i Skandinavien delats upp i tre tvillingarter med olika ekologiska karaktärer (Hammar under tryckning, Nyman, Hammar och Gydemo 1981), och därmed olika respons på nya fisknäringssdjur.

Introduktioner av pungräkan Mysis relicta Lovén i reglerade fjällsjöar, i vilka röding dominerar tycks ha gynnat benthiska bestånd och missgynnat mer pelagiska arter. Ett genomgående faktum är dock att det uppstått ett bättre näringsutbud vintertid för den aktiva rödingen i de reglerade vatten där Mysis introducerats. Genom att erbjuda rödingen ett alternativt näringsdjur som normalt saknats i de svenska fjällsjöarna har rödingens roll i olika fiskparasiters livscyklar förändrats.

I både mås- (Diphyllobothrium dendriticum (Nitzsch)) och dykandsbinnikemaskens (D. ditremum (Creplin)) livscyklar ingår copepoder och bl a röding som mellanvärdar (Figur 3), och det framstod som väsentligt att undersöka de förändringar som en ökad resp minskad andel copepoder i rödingens diet p g a reglering resp Mysis-introduktion skulle innebära för denna fiskgrupps parasitbörda.

Under hösten och våren 1978/1979 resp våren och hösten 1981 samlades röding in från 10 sjöar av olika karaktärer just med avseende på reglering och Mysis (Tabellerna 1 och 2, Figur 4). Avsikten var att jämföra de olika sjöarnas rödingpopulationers infektionsgrader av främst Diphyllobothrium spp.

I de reglerade sjöarna Blåsjön, Storsjouten, Torrön och Sädva-jaure har Mysis inplanterats. I de mindre magasinerna Nåsjön och Sørungen saknas Mysis. Av de naturliga sjöarna har Mysis introducerats i Hensjön, men ej i Ankarvattnet och Lillsjouten. Äsingen, en med Anjanmagasinet indämd sjö, får betraktas som ett relativt naturligt vatten med ett mycket ungt och dåligt utvecklat bestånd av Mysis relicta.

I rapportens inledande kapitel diskuteras fiskparasiters roll i

fiskens populationsekologi, den information som finns tillgänglig om fiskparasiter i fjällsjöar, de faktorer som påverkar rödingens del i Diphyllobothriums livscykel, den allmänna bilden av tre rödingarters skilda ekologiska roller i fjällsjöekosystemet, de generella resultat av effekter på fisk som hittills framkommit i samband med sjöreglering och Mysis-inplanteringar samt Mysis egen eventuella roll som mellanvärd för fiskparasiter.

Totalt har 572 rödingar analyserats med avseende på förekomsten av Diphyllobothrium spp. samt övriga normala fiskeribiologiska karaktärer. I en surgjord pepsinlösning digererades plerocercoiderna fram ur mag- och tarmprover från de individuella rödingarna. Resultaten redovisas i Tabell 5. Övriga tarm- och njurparasiter som noterades har åskådliggjorts i Tabell 6. Med tanke på övriga steg i Diphyllobothriums livscykel har de aktuella fåglar som fungerar som slutvärdar noterats i resp sjöar (Tabell 7), och det bör knappast föreligga några begränsningar i parasiternas livscykler, vare sig det gäller copepoder eller fåglar.

Stor hänsyn har även tagits till de olika rödingpopulationernas taxonomiska ställning. De genetiska analysernas resultat redovisas i Tabell 4. Normalröding dominerar i sjöarna. I Torrön, som avviker från de övriga Mysis-sjöarna i parasithänseende förekommer ett pelagiskt fjällrödingbestånd av S-typ.

De insamlade rödingarna visar en stor variation i tillväxt, kondition och kvalitet (Figurerna 6 - 15, Tabell 3). Vid en total jämförelse med hjälp av stegvis multipel regression erhöles de bästa sambanden mellan infektionsgraden och åldern resp infektionsgraden och köttfärg (Tabellerna 8 och 9, Figur 16). Antalet plerococider ökar med åldern i alla sjöar som en följd av anrikning och som en effekt av övergång till fiskdiet.

Med den geografiska, taxonomiska och kvalitativa variation som finns i rödingmaterialet insamlat från sjöar med stora olikheter i fråga om reglering och förekomst av Mysis relicta, har materialet självfallet fått en stor spridning i frekvens och intensitet av Diphyllobothrium spp. Vid jämförelse av material insamlat under vår och höst kunde ingen signifikant skillnad erhållas.

I Figur 17 har undersökningens material, förstärkt med de analyser som utförts av Henricson (1978 a) åskådliggjorts så att frekven-

sen angripna rödingar anges uppåt, antalet plerocercoider per fisk anges nedåt, reglerade sjöar till höger och naturliga vatten till vänster. Det finns uppenbart hårt parasiterade sjöar av både reglerad och oreglerad natur.

Antalet reglerade sjöar utan Mysis är dåligt representerat i undersökningen och bristen på framför allt större magasin utan Mysis gör att jämförelsen mellan reglerade och naturliga vatten haltar, och det är möjligt att välja sjöar på ett sådant sätt att en signifikant högre parasitfrekvens i naturliga sjöar erhålls. Vid jämförelser av enbart reglerade sjöar med eller utan Mysis relicta erhålls däremot ett mycket högt samband mellan förekomst av Mysis och lägre parasitfrekvenser.

Genom jämförelser i de sjöar med Mysis där bakgrundsmaterialet finns publicerat (Henricson 1978 a) kan även den drastiska förändring av Diphyllbothrium-angrepp som sker följas under ett flertal år. I Hensjön och Sädvajaure har mängden Diphyllbothrium spp. minskat avsevärt sen 1969 resp 1971 (Tabell 10). Dock visar effekterna av Mysis-introduktionen i Torrön ett avvikande mönster. Antalet infekterade fiskar har minskat något, medan mängden parasiter per fisk har ökat något. Värdena är vidare högre än i de andra reglerade Mysis-sjöarna. Förklaringen till detta är troligen fjällrödingbeståndets avvikande systematiska position med dess extrema pelagiska leverne. Resultaten i Torrön överensstämmer med de negativa resultat som Langeland erhöll på pelagisk röding i Selbusjøen (Langeland 1981 a).

Anledningen till de minskade parasitbördorna hos benthisk röding som utnyttjar Mysis relicta som näringsdjur ligger bevisligen i detta faktum att det är just det förändrade näringsvalet som är orsaken, och ej en minskad förekomst av infekterade copepoder p g a en selektiv predation på dessa av Mysis.

Med denna speciella positiva effekt som erhålls i benthiska fiskpopulationers Diphyllbothrium-börda i samband med introduktioner av Mysis relicta uppstår dessutom en kontrollmöjlighet i vården av rödingbestånd med svåra angrepp av dessa parasiter.

För att öka kunskapen om de faktorer som påverkar rödingens roll

som värddjur för de båda Diphyllbothrium-arterna föreslås slutligen en grövre klassificering enligt en fem-gradig skala av de synliga plerocercoiderna på tarmpaketet vid de rutinmässiga provtagningarna i samband med provfisken.

LITTERATUR

- Almer, B. 1967. Diphyllbothrium latum hos fisken i Salbosjön, Mälaren och Ivösjön. Zool.Revy 29(1):36-41.
- 1973. Bekämpning av binnikemasken, Diphyllbothrium latum (L.). (English summary: Controlling the broad tapeworm, Diphyllbothrium latum (L.).) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 32 p.
- Becker, C.D. & W.D. Brunson. 1967. Diphyllbothrium (Cestoda) infections in salmonids from three Washington lakes. J.Wildl. Mgmt. 31(4):813-824.
- Brinck, P. 1945. Ett bidrag till kännedomen om rödingens biologi. Näringsval och parasiter. Förhandl. Kungl.Fysiogr.Sällsk., Lund 15(17). 15 p.
- Bykhovskaya-Pavlovskaya, I.E., A.V. Gusev, M.N. Dubinina, N.A. Ixyumova, T.S. Smirnova, I.L. Sokolovskaya, G.A. Shtein, S.S. Shulman and V.M. Epshtein. 1964. Key to parasites of freshwater fish of the U.S.S.R. Huvudred.: E.N. Pavlovskii. Acad.Sci.U.S.S.R., Zool.Inst.Israel Program Sci.Transl., Jerusalem. 919 p.
- Bylund, G. 1966. Förekomsten av difyllobotrida plerocerkoider i fisk från Enare sjö. Finska Vetensk.Soc.Parasitol.Inst. Tiedoksianto-Information 6:48-56.
- 1967. Förekomsten av diphyllbothrida plerocerkoider i fisk från norra Finland. Ur Nordiskt symposium i parasitologi 12-14.12.1966. Red.: C. James. Finska Vetensk.Soc.Parasitol.Inst. Tiedoksianto-Information 7:12-14.
- 1968. Binnikemasklarver i våra fiskar. Finska Vetensk.Soc. Parasitol.Inst. Tiedoksianto-Information 8:5-18.
- 1969. Experimentell undersökning av Diphyllbothrium dendriticum (= D. norvegicum) från norra Finland. Finska Vetensk.Soc.Parasitol.Inst. Tiedoksianto-Information 10:3-17. (In Swedish with Finnish and English summaries.)
- 1971a. Experimentell undersökning av Diphyllbothrium ditremum (= D. osmeri). Finska Vetensk.Soc.Parasitol.Inst. Tiedoksianto-Information 12:10-18. (In Swedish with Finnish and English summaries.)
- 1971b. Kan dykändernas binnikemask infektera människan? Finska Vetensk.Soc.Parasitol.Inst. Tiedoksianto-Information 12:19-20.
- 1975a. Studies on the taxonomic status and biology of Diphyllbothrium vogeli Kuhlów, 1953. Comment.Biol., Helsinki 79:1-22.

- 1975b. The taxonomic significance of embryonic hooks in four European Diphyllbothrium species (Cestoda, Diphyllbothriidae). Acta Zool.Fenn. 142. 22 p.
- 1975c. Delimitation and characterization of European Diphyllbothrium species. Thesis, Åbo Akad., Finland.
- & B-J.P. Wikgren. 1968. Fågelmaskar i människor. Finska Vetensk.Soc.Parasitol.Inst. Tiedoksianto-Information 8:19-20.
- Cooper, S.D. & C.R. Goldman. 1980. Opossum shrimp (Mysis relicta) predation on zooplankton. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 37(6):909-919.
- Curtis, M.A. 1982. Host-parasite interactions in arctic and sub-arctic lakes. p. 41-57. Ur Aspects of parasitology. Red.: E. Meerovitch. McGill Univ., Montreal.
- a) Under tryckning. Diphyllbothrium spp. and the Arctic charr: Parasite acquisition and its effects on a lake-resident population. Proc.First Internat.Symp. on Arctic charr, Winnipeg, May 4-8, 1981.
- b) Under tryckning. Parasitism of Arctic char by Diphyllbothrium ditremum and D. dendriticum in relation to the food web structures of northern lakes. Ur Proc.Second ISACF workshop on Arctic char. ISACF Information Series (2). Inst. Freshw.Res., Drottningholm.
- & J.G. Hunter. 1980. Parasitism by Diphyllbothrium spp. and the inhibition of migratory behaviour in Salvelinus alpinus, the Arctic char. A progress report. p. 9-11. Ur Proc.First ISACF workshop on Arctic char. ISACF Information Series (1). Inst.Freshw.Res., Drottningholm.
- Dick, T.A. Under tryckning. Parasites and Arctic charr management - academic curiosity or practical reality? Proc.First Internat.Symp. on Arctic charr, Winnipeg, May 4-8, 1981.
- & M. Belosevic. 1981. Parasites of Arctic charr Salvelinus alpinus (Linnaeus) and their use in separating sea-run and non-migrating charr. J.Fish.Biol. 18(3):339-347.
- Duguid, J.B. & E.M. Sheppard. 1944. A Diphyllbothrium epidemic in trout. J.Path.Bact. 56:73-80.
- Eddy, S.B. & M.W. Lankester. 1978. Feeding and migratory habits of Arctic char Salvelinus alpinus, indicated by the presence of the swimbladder nematode Cystidicola cristivomeri White. J.Fish.Res.Board Can. 35(11):1488-1491.
- Ekman, S. 1912. Om Torneträsk röding, sjöns naturförhållanden och dess fiske. Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland anordnade af Loussavaara-Kiirunavaara Aktiebolag. P.A. Nordstedt & Söner, Stockholm. 54 p.
- Fabricius, E. 1950. Heterogenous stimulus summation in the release of spawning activities in fish. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 31:57-99.
- Ferguson, A. 1981. Systematics of Irish charr as indicated by electrophoretic analysis of tissue proteins. Biochem.Syst.Ecol. 9(2/3):225-232.
- Filipsson, O. 1982. Provfisket 1982. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 34 p. (Stencil.)

- Fürst, M. 1964. Glacialrelikta kräftdjur som mellanvärdar för fiskparasiter. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10). 5 p.
- 1981. Results of introductions of new fish food organisms into Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:33-47.
 - U. Boström & J. Hammar. 1978. Effekter av nya fisknäringssdjur i Blåsjön. (English summary: Effects of new fishfood organisms in Lake Blåsjön.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 94 p.
 - U. Boström & J. Hammar. 1980. Effekter av nya fisknäringssdjur i Vojmsjön. (English summary: Effects of introduced Mysis relicta on fish in Lake Vojmsjön.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3). 42 p.
 - U. Boström & J. Hammar. 1981. Effekter av nya fisknäringssdjur i Torrön. (English summary: Effects of introduced Mysis relicta on fish in Lake Torrön.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 48 p.
- Grimås, U. 1962. The effect of increased water level fluctuations upon the bottom fauna in Lake Blåsjön, northern Sweden. Rep. Inst.Freshw.Res., Drottningholm 44:14-41.
- Gydemo, R. 1978. Populationsgenetisk undersökning av röding i Västerbottens län. Del 1. Fiskenämden, Lantbruksnämnden, Västerbottens län, Umeå. 72 p.
- 1979. Populationsgenetisk undersökning av röding i Västerbottens län. Del 2. Fiskenämden, Lantbruksnämnden, Västerbottens län, Umeå. 41 p.
 - 1980. Populationsgenetisk undersökning av röding i Västerbottens län. Del 3. Fiskenämden, Lantbruksnämnden, Västerbottens län, Umeå. 29 p.
- Halvorsen, O. 1970. Studies of the helminth fauna of Norway XV: On the taxonomy and biology of plerocercoids of Diphyllobothrium Cobbold, 1858 (Cestoda, Pseudophyllidea) from northwestern Europe. Nytt Mag.Zool. 18:113-174.
- & K. Andersen. 1975. Observations of Diphyllobothrium ditremum in an ecosystem. Ur Proceedings of the Scandinavian Society for Parasitology, Stockholm, Sweden, December 13-15 1974. Red.: O. Halvorsen. Norw.J.Zool. 23(3):193-203.
- Hammar, J. 1980. Ecology and taxonomy of Arctic char in lake reservoirs in Sweden. p. 18-28. Ur Proc.First ISACF workshop on Arctic char. ISACF Information Series (1). Inst. Freshw.Res., Drottningholm.
- 1982. Provfisket i Vojmsjön 1981. FÅK informerar 12:9-19.
 - 1983a. PM ang populationsgenetiska undersökningar av rödingbestånd inom Åre kommun. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 6 p. (Stencil.)
 - 1983b. PM ang preliminära resultat av fiskeribiologiska undersökningar i Lilla Offsjön, Stora Offsjön och Ygyln, Indalsälven, Jämtland. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 8 p. (Stencil.)

- Under tryckning. Ecological characters of different combinations of sympatric populations of Arctic char in Sweden. Ur Proc. First Internat. Symp. on Arctic char, Winnipeg, May 4-8, 1981.
 - & J. Henricson. Under tryckning. The effects of introduced Mysis relicta on intensity and incidence of Diphyllbothrium spp. in Arctic char in Sweden. Ur Proc. Second ISACF workshop on Arctic char. ISACF Information Series (2). Inst. Freshw. Res., Drottningholm.
- Hanson, M. 1982. Effekter av nya fisknäringsdjur i Suorva. (English summary: Effects of introduced Mysis relicta on fish in Lake Suorva.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3). 28 p.
- Henricson, J. 1974. Ekologiska synpunkter på relationen binnikemask - röding - fågel i fjällsjöar. Fauna och flora 68(6): 223-230.
- 1977. The abundance and distribution of Diphyllbothrium dendriticum (Nitzsch) and D. ditremum (Creplin) in the char Salvelinus alpinus (L.) in Sweden. J. Fish. Biol. 11(2):231-248.
 - 1978a. Population ecology of parasites of char Salvelinus alpinus, especially Diphyllbothrium species. Thesis, Umeå Univ.
 - 1978b. The dynamics of infection of Diphyllbothrium dendriticum (Nitzsch) and D. ditremum (Creplin) in the char Salvelinus alpinus (L.) in Sweden. J. Fish. Biol. 13(1):51-71.
 - 1980. Increased mortality in char Salvelinus alpinus, caused by infections of Diphyllbothrium dendriticum. p. 29-32. Ur Proc. First ISACF workshop on Arctic char. ISACF Information Series (1). Inst. Freshw. Res., Drottningholm.
 - & L. Nyman. 1976. The ecological and genetical segregation of two sympatric species of dwarfed char (Salvelinus alpinus (L.) species complex). Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 55:15-37.
- Hickey, M.D. & J.R. Harris. 1947. Progress of the Diphyllbothrium epizootic at Poulaphouca Reservoir, Co. Wicklow, Ireland. J. Helminth. 22:13-28.
- Hoffman, G.L. 1967. Parasites of North American freshwater fishes. Univ. Calif. Press. Berkely and Los Angeles. 486 p.
- 1973. The effect of certain parasites on North American freshwater fishes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 18:1622-1627.
- Johansson, R. 1975. En ekologisk studie av tarmparasiter (Cestoda) och en gälparasit (Copepoda) hos röding, Salvelinus alpinus (L.), i en svensk fjällsjö. (English summary: An ecological study of intestinal parasites (Cestoda) and a gill parasite (Copepoda) of char, Salvelinus alpinus (L.), in a Swedish mountain lake.) Thesis, Umeå Univ. 30 p.
- Kennedy, C.R. 1977. Distribution and zoogeographical characteristics of the parasite fauna of char Salvelinus alpinus in Arctic Norway, including Spitsbergen and Jan Mayen islands. Astarte 10:49-55.

- 1978. The parasite fauna of resident char Salvelinus alpinus from Arctic islands, with special reference to Bear Island. J.Fish.Biol. 13(4):457-466.
- Kinsten, B. & P. Olsén. 1981. Impact of Mysis relicta Lovén introduction on the plankton of two mountain lakes, Sweden. Rep. Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:64-74.
- Langeland, A. 1981a. Fiskerisakkyndig uttalelse vedrørende skader på fisket og fiskbestand i Selbusjøen som følge av reguleringsringene i vassdraget ovenfor og i innsjøen. Sak nr. 10/1970B, overskjønn for regulering av Nea-Nesjø dam i Tydal. Del 4: Selbusjøen rundt m.m. Ved Midt-Trøndelag Herredsrett. 66 p. (Stencil.)
- 1981b. Decreased zooplankton density in two Norwegian lakes caused by predation of recently introduced Mysis relicta. Verh.Internat.Verein.Limnol. 21:926-937.
- Lasenby, D.C. & R.R. Langford. 1973. Feeding and assimilation of Mysis relicta. Limnol. & Oceanogr. 18(2):280-285.
- & M. Fürst. 1981. Feeding of Mysis relicta Lovén on macrozooplankton. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:75-80.
- Lindström, T. 1973. Life in a lake reservoir: Fewer options, decreased production. Ambio 2(5):145-153.
- Linnaeus, C. 1732. Iter Lapponicum. Red.: von Platen & von Sydow. Ny upplaga 1975. Wahlström & Widstrand, Stockholm.
- Ljunggren, J., K. Höglind & L. Thorsson. 1981. Fiskeribiologisk undersökning av tre rödingsjöar (Ö. Röversjön, Tossåsjön och Dörrsjön). Projektarbete vid Fiskevårdslinjen, Göteborgs Univ. 29 p. (Stencil.)
- Lötmarker, T. 1964. Studies on planktonic crustacea in thirteen lakes in northern Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 45:113-189.
- Meyer, M.C. & R. Vik. 1961. Sparganum sebago, incidence and location in host fishes. Parasitol. 47, Suppl.:56.
- Moles, A. 1982. Parasite - host records of Alaskan fishes. NOAA Techn.Rep.NMFS SSRF-760. U.S.Dep.Comm. 39 p.
- Morgan, M.D., S.T. Threlkeld & C.R. Goldman. 1978. Impact of the introduction of kokanee (Oncorynchus nerka) and opossum shrimp (Mysis relicta) on a subalpine lake. J.Fish.Res.Board Can. 35(11):1572-1579.
- C.R. Goldman & R.C. Richards. 1981. Impact of introduced populations of Mysis relicta on zooplankton in oligotrophic subalpine lakes. Verh.Internat.Verein.Limnol. 21:339-345.
- Mudry, D.R. & P.J. McCart. 1976. Metazoan parasites of Arctic char (Salvelinus alpinus) from the north slope of Canada and Alaska. J.Fish.Res.Board Can. 33(2):271-275.
- Møkkelgjerd, P.I. & C. Klemetsen. 1974. Prøvefiske i Slindvatn og Sjørungen, Selbu Kommune, september 1974. Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk. 23 p. (Stencil.)
- Nilsson, N.-A. 1965. Food segregation between salmonid species in north Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 46:58-78.

- & O. Filipsson. 1971. Characteristics of two discrete populations of Arctic char (Salvelinus alpinus L.) in a north Swedish lake. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 51:90-108.
 - & B. Pejler. 1973. On the relation between fish fauna and zooplankton composition in north Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 53:51-77.
- Nordeng, H. 1961. On the biology of char (Salmo alpinus L.) in Salangen, north Norway. 1. Age and spawning frequency determined from scales and otoliths. Nytt Mag.Zool. 10:67-123.
- Under tryckning. Solution of the "Charr problem" based on charr, Salvelinus alpinus, in Norway. Proc.First Internat. Symp. on Arctic charr, Winnipeg, May 4-8, 1981.
- Nyman, L. 1967. Protein variations in Salmonidae. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 47:5-38.
- 1972. A new approach to the taxonomy of the "Salvelinus alpinus species complex". Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 52:103-131.
 - J. Hammar & R. Gydemo. 1981. The systematics and biology of landlocked populations of Arctic char from northern Europe. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:128-141.
- Petersson, Å. 1971a. The Cestoda fauna of the genus Coregonus in Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 51:124-183.
- 1971b. The effect of lake regulation on populations of cestodan parasites of Swedish whitefish Coregonus. Oikos 22(1):74-83.
- Vik, R. 1964a. Studies of the helminth fauna of Norway. V. Pleurocercoids of Diphyllbothrium spp. from the Rössåga water system, Nordland county. Nytt Mag.Zool. 12:1-9.
- 1964b. The genus Diphyllbothrium. An example of the interdependence of systematics and experimental biology. Exp. Parasitol. 15:361-380.
 - 1965. Studies of the helminth fauna of Norway. VI. An experiment in the control of Diphyllbothrium infections in trout. Nytt Mag.Zool. 12:76-78.

ENGLISH SUMMARY: THE ARCTIC CHAR AND DIPHYLLOBOTHRIMUM SPP. CONTROL OF INFECTION BY MEANS OF THE INTRODUCTION OF MYISIS RELICTA AS A NEW AND ALTERNATIVE FISH FOOD ORGANISM

INTRODUCTION

The problems of heavy infestation by different parasites in fish species important to Man are partly well documented. In some lakes which are of possible interest to commercial fisheries, the heavily infected fish reduce the quality and the economic value of the catch. Infestation can also reduce the interest and income from sport fisheries, and in some malignant cases the parasites can cause epidemics. However, the losses in natural fish production caused by parasites, due to increased mortality, slower growth and reduced reproductive capacity, are still difficult to estimate.

In the life cycles of Diphyllobothrium dendriticum (Nitzsch) and D. ditremum (Creplin) the intermediate hosts are found among different species of copepods and, for instance, the Arctic char (Fig. 3). In Sweden the final hosts for D. dendriticum are different species of gulls, while loons and mergansers are used as final hosts by D. ditremum.

Most of the headwaters of the rivers in Sweden are dammed and used as hydroelectric reservoirs. These lakes are mainly inhabited by original salmonids such as brown trout (Salmo trutta L.) and different sibling species of Arctic char (Salvelinus alpinus species complex), representing both littoral benthic feeders and pelagic plankton feeders. Since the importance of copepods in the diet of the Arctic char increases as a result of water level regulations, the effects on the fish parasites of an introduced alternative fish food organism would be very interesting. As a means of compensating for the drastic damage to littoral invertebrates in regulated mountain lakes, Mysis relicta Lovén has been introduced in 61 lakes in Sweden since 1954. Detailed case studies of the effects of the introductions on the trophic levels of fish belonging to different taxa have been made in three lakes since 1976. An equilibrium in predator-prey relationships has so far not been observed.

The preliminary results show an increase in the number, growth and quality of benthic fish, while the pelagic species decrease in number. The amount of accessible food during the critical winter period, when for instance copepods were earlier important, has increased considerably.

MATERIAL AND METHODS

In order to compare the differences in the percentage of prevalence and incidence of Diphyllbothrium spp. plerocercoids in different populations of Arctic char, sampling was performed in ten lakes of various character in autumn and spring in 1978/1979 and 1981 (Table 2, Fig. 4).

In total 572 specimens were caught and analysed. For each specimen the length, weight, sex, maturation, flesh colour and other physical characteristics were noted (Table 3). Otoliths and blood samples were taken for analyses of growth and population genetics (Figs 6-15, Table 4). The digestive organs were separated into stomach and pylorus plus intestine and put into an acid pepsin solution as described by Meyer and Vik (1961). The Diphyllbothrium plerocercoids were counted and fixed in alcohol. The plerocercoids found in other organs were counted visually. No attempts to distinguish the species of Diphyllbothrium were made, since D. dendriticum is very rare in this part of Sweden.

Adult tapeworms of Eubothrium sp., Cyatocephalus truncatus Pallas and other unidentified taxa in the intestine were also counted and fixed in alcohol. Records of the trematode Phyllodistomum sp. found in the kidneys of Arctic char were noted (Tables 5 and 6).

The statistical analyses were performed with an electronic computer.

Observations of birds and common knowledge of the zooplankton fauna in each lake suggest that no limitations other than the fish influence the life cycles of Diphyllbothrium spp.

RESULTS AND DISCUSSION

The variety in the growth, mean length, mean age, condition and quality of the Arctic char in different lakes of various character is very obvious (Table 3, Figs. 6-15). Consequently the range in dispersion of the percentage of prevalence and incidence of Diphyllbothrium spp. between individuals and lakes is also conspicuously large (Table 5). When comparing the pooled parasite data and fish data by means of multiple regression analysis, a significant increase in the incidence of Diphyllbothrium plerocercoids with age and flesh colour was found (Tables 8 and 9, Fig. 16). This is explained by the enrichment of long-lived plerocercoids with age in fish, and in some cases by a change from a diet of benthos and plankton to piscivorous food habits. There were no significant differences between samples collected in autumn and spring.

In Fig. 17 the pooled material from this investigation and the analyses published by Henricson (1978a) are shown. Lakes where Mysis relicta was introduced are shown with coarser hatching. The number of regulated lakes without Mysis relicta in the comparison is very small and it was not possible to demonstrate any change in Diphyllbothrium infection due to regulation. However, in regulated lakes where Mysis relicta has been introduced infection by Diphyllbothrium spp. is significantly smaller compared to regulated lakes without Mysis (Mann-Whitney U-test, $p < 0.002$).

In Lake Hensjön (natural, Mysis introduced 1968), Lake Torrön (regulated, Mysis introduced 1957) and Lake Sädvajaure (regulated, Mysis introduced 1971) the change in infection by Diphyllbothrium spp. can be followed, due to the analyses made by Henricson (1978a). In Table 10, the decrease in plerocercoids in Lake Hensjön and Lake Sädvajaure is conspicuous. These lakes are inhabited by more or less benthic sibling species of Arctic char. In Lake Torrön, however, the incidence of plerocercoids is somewhat higher at present. This lake is inhabited by a strictly pelagic planktivorous Arctic char, wellknown due to a series of thorough case studies. This increase in parasites corresponds to the results from some Norwegian lakes where Mysis has been introduced (Langeland 1981).

The well-documented selective predation by Mysis relicta on zooplankton cannot explain a decrease in the total number of infected copepods, responsible for a decrease in the number of Diphyllbothrium plerocercoids in fish, due to the fact that selective predation by Mysis is mainly on cladocerans.

In some lakes with planktivorous whitefish (Coregonus spp.) where Mysis relicta have been introduced, the cladocerans in the diet have been exchanged for copepods. These Coregonus species also have a heavier rate of Diphyllbothrium spp. infection than similar species in regulated lakes without Mysis (Hammar et al. in prep.).

It is obviously the change in the diet of the fish that explains the drastic change in the parasite burden.

With regard to the control of Diphyllbothrium spp. and possibly also Eubothrium sp., i.e. parasites using copepods as intermediate hosts, the introduction of new or alternative fish food organisms will assume a new aspect of fundamental importance.

However, it must be pointed out that thorough information on the taxonomic and ecological characteristics of the present fish fauna in and downstream from the water system must be obtained, to prevent any unwanted effects arising from an introduction of a new fish food organism. Furthermore the possible role of the new organism in the life cycle of any other parasite must be known.

Mysis relicta in North America was recorded as the intermediate host for the swimbladder nematode Cystidicola cristivomeri White 1941. Amphipods are known to be intermediate hosts for Cystidicola farionis Fischer 1798, Cyathocephalus truncatus Pallas 1781, Acanthocephalan worms and so on in Arctic char. With these facts in mind, in populations of Arctic char heavily infested by Diphyllbothrium spp., a new important approach in management is possible.

Finally, a coarse scale for the quantitative estimate of visible plerocercoids in fish is proposed, and its routine use in sampling is suggested in order to enhance information on the factors affecting the Diphyllbothrium spp. burden in different fish species.