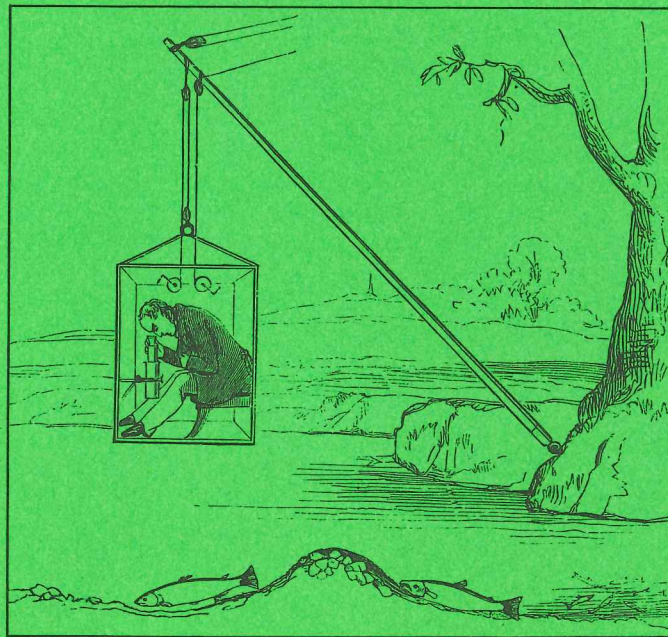




Nr 3 1989

Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



OLOF FILIPSSON

Fiskets inverkan på fiskens storlek i fjällsjöar

HENRIK MOSEGAARD
MAGNUS APPELBERG
CARIN ÄNGSTRÖM-
KLEVBOM

Skillnader i åldersbestämning från fjäll och otoliter hos mört

LENNART NYMAN

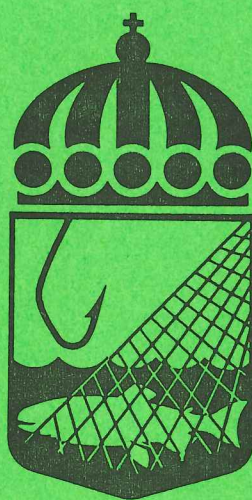
Fiskar, fiske, fiskodling och fiskforskning
i Ungern

ANDERS WALLDORF

Litteraturstudie av odling av sötvattensräkan
Macrobrachium rosenbergii

INNEHÅLL

Olof Filipsson	Fiskets inverkan på fiskens storlek i fjällsjöar	sid 1-18
Henrik Mosegaard Magnus Appelberg Carin Ångström- Klevbom	Skillnader i åldersbestämning från fjäll och otoliter hos mört	19-27
Lennart Nyman	Fiskar, fiske, fiskodling och fiskforskning i Ungern	28-40
Anders Walldorf	Litteraturstudie av odling av sötvattensräkan <u>Macrobrachium rosenbergii</u>	41-59



FISKERIVERKET

ISSN 0346-7007

Fiskets inverkan på fiskens storlek i fjällsjöar

Olof Filipsson

Sötvattenslaboratoriet
170 II DROTTNINGHOLM

SAMMANFATTNING

I denna uppsats presenteras fyra fjällsjöar med obetydligt fiske eller enbart sportfiske. De har stora öringar, rödingar eller abborrar. Vidare beskrivs fyra fjällsjöar med både hårt nät- och sportfiske. I de sistnämnda sjöarna är fisken liten och öringbestånden små. Slutligen redovisas resultat från två fjällsjöar varav den ena med avslutat nätfiske, utterfiske samt förbjudet fiske i sjöns tillopp och utloppsområden. Där har fisken blivit större. I den andra sjön, med fortsatt hårt fiske, är fisken oförändrat liten.

I slutet av uppsatsen ges en rekommendation att i fjällsjöar med hårt fiske minska fisket och då främst nätfisket för att öka fiskens storlek. I andra hand kan man också få ett rikligare bestånd av öring.

INLEDNING

I många fjällsjöar minskar fiskens medelstorlek, vilket uppfattas som ett stort problem av dem som fiskar. Ofta minskar även antalet öringar och bestånden kan ibland bli obetydliga. De sistnämnda problemen kan orsakas av de senare årens allt lägre pH-värden i öringens uppväxtområden i strömmande vatten, även i fjällen (Degerman et al. 1987), men ytterligare en faktor som både minskar fiskens storlek och mängden öring är ett för hårt fiske (Filipsson och Svärdson 1976).

När de första nybyggarna slog sig ned vid fjällsjöarna var fisken storvuxen. Den hade dock ofta nackdelen att vara

mager (Ossian Olofssons anteckningar och Johansson 1947). Efter en tids fiske, ibland upp till en mansålder, försvann de magra fiskarna medan medelvikten fortfarande var hög. Efter ytterligare fiske hade fisken dock minskat i storlek (Filipsson och Svärdson 1976), i olika grad beroende på hur hårt man fiskat.

I denna uppsats presenteras några sjöar med obetydligt fiske eller enbart sportfiske och några andra sjöar med hårt fiske.

Som ett detaljerat exempel har fiskens förändrade storlek i Västansjön, med nyligen avslutat nätfiske, jämförts med Bollvattnet, som ligger uppströms och där nätfisket har fortsatt.

MATERIAL OCH METODER

Provfisken har bedrivits i fem sjöar med ringa fiske och i fyra med hårt fiske. Det har utförts med översiktsnät med 12 olika maskstorlekar och endast i undantagsfall har nät med 14 maskstorlekar använts. När så skett redovisas fångsten för de nya maskstorlekarna separat.

Fisken har provtagits och åldersbestämts enligt de metoder som används vid Sötvattenslaboratoriet (Nordeng 1961, Filipsson 1967, 1972).

I Västansjön (med nätfiskeförbud) och jämförelsesjön Bollvattnet (med fortsatt nätfiske) har provfiskena utförts i slutet av juli under åren 1983 till 1986. Sjöarna, som närmare beskrivs längre fram, är lika varandra och man kunde lika gärna ha valt att sluta nätfiska i Bollvattnet.

Strax efter provfisket 1986 blev det känt att fisken innehöll mycket radioaktivt cesium från Tjernobyl-olyckan (Statens Livsmedelsverk 1986). Detta medförde att fisket minskade även i Bollvattnet. Åren 1987 och 1988 provfiskades därför endast i Västansjön.

I Västansjön och Bollvattnet har sex bottennät satts på olika djup och ett strömöversiktsnät har lagts två nätter i sjöarnas utlopp. Översiktskötar har satts över sjöarnas djupaste område, en natt ytligt (0-6 meter) och en natt på botten. Alla öringar och rödingar har provtagits. Av fångad abborre och elritsa har ett mindre antal från varje nät provtagits.

För kontroll av utvecklingen i Västansjön har också pimpelfiskade rödingar insamlats 1982 och 1984-86, i mars och maj månad. I maj 1986 kunde inget prov anskaffas pga låg fångst och senare dåliga isar. Insamlingen har utförts av samfällighetsförvaltningen. Man har inte sorterat fångsten utan tagit med alla rödingar tills man kommit upp till cirka 50 stycken. Dessa har djupfrysts och skickats till Sötvattenslaboratoriet för provtagning.

RESULTAT

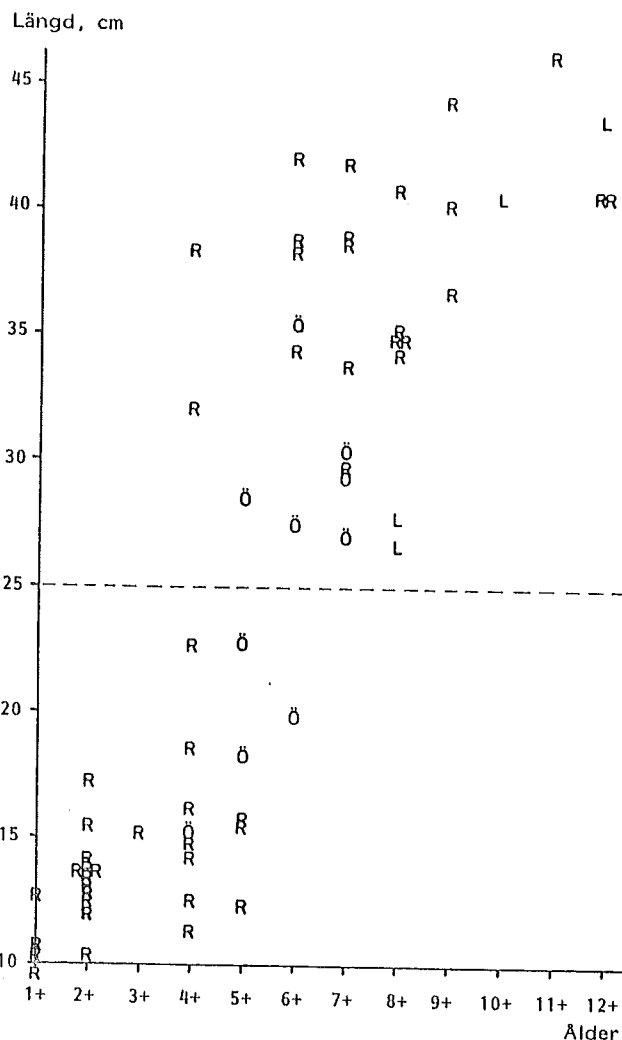
Sjöar med obetydligt fiske eller enbart sportfiske

Stora Rensjön
Sjönummer 706728-133339

Få sjöar befinner sig fortfarande i eller nära det "ursprungliga" stadiet med stor fisk. En sådan sjö är Stora Rensjön, som via Lilla Rensjön rinner till Anjan i Indalsälven. Ytan är 47.3 km² tillsammans med Lilla Rensjön. Vid provfisket 1983 fanns där endast två fast bosatta äldre personer. De fiskade lite och så gjorde även de andra fiskerättsägarna. Väg saknas till sjön. Hur stort fiskuttaget var har inte kunnat fastställas i denna sjö lika lite som i de flesta andra sjöar. En subjektiv bedömning säger att fisket var av mycket liten omfattning. Fiska-faunan utgörs av öring, röding, lake och inplanterad amerikansk bäckröding.

Stora Rensjön behandlas mer utförligt av Hammar och Filipsson (1988). Bland annat nämns att i sjön finns två genetiskt skilda rödingpopulationer. Jämsides med en storvuxen röding finns en liten strandlevande dvärg, som de andra fiskarterna, de storvuxna rödingarna inräknat, äter. Eftersom rödingen var av så god storlek och ekologiskt och genetiskt intressant föreslogs att sjön avsätts som naturreservat.

I ett provfiske i senare delen av augusti 1983 fångades många stora fiskar (Tabell 1) med god tillväxt (Figur 1).



Figur 1. Längd och ålder hos öring, röding och lake från Stora Rensjön, augusti 1983 (efter Hammar & Filipsson 1988). Många fiskar är större än 25 cm.

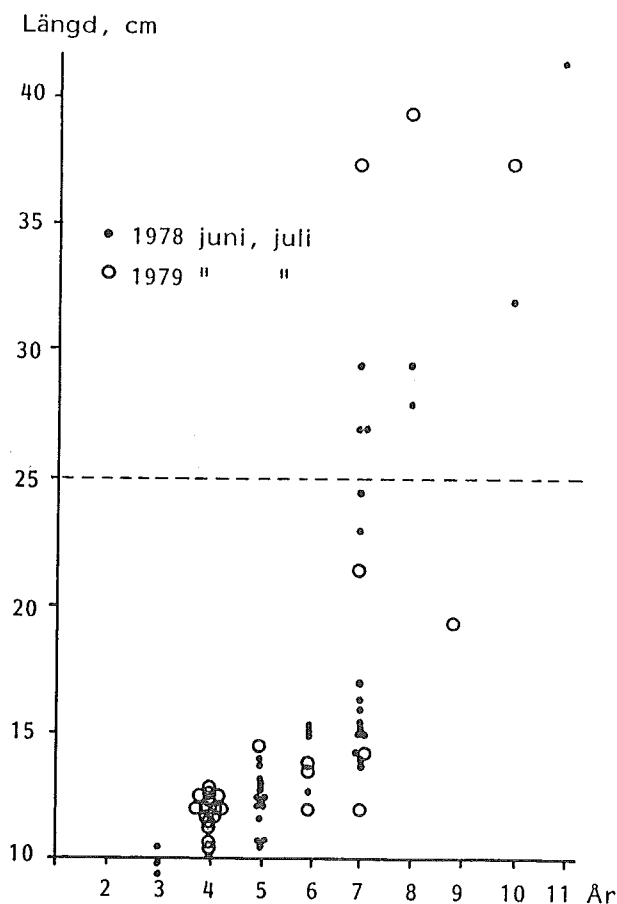
Tabell 1. Provfiskefångster i sjöar med olika fisketryck.

	Sjöar med lite fiske eller enbart sportfiske		Sjöar med hårt fiske (både nät- och sportfiske)				
	Korsvattnet 1978	Stora Rensjön 1983	Burusjön 1979	Ursvattnet 1980	Yraf 1971	Västansjön 1983	Bollvattnet 1983
Antal ansträngningar	12	23	17	12	17	6	6
<u>Öring</u>							
Fångst/anstr. antal	Öring	0.4	0.6	0.6	0.3	Ingen fångst	Ingen fångst
" vikt	förekom-	0.071	0.214	0.256	0.043		
Medelvikt	mer ej	0.163	0.331	0.438	0.123		
Maxstorlek		0.7	0.7	1.1	0.2		
Andel % över 30 cm		20	32	56	0		
<u>Röding</u>							
Fångst/anstr. antal	5.6	2.1	1.0	1.1	5.3	0.6	1.5
" vikt	0.390	0.494	0.238	0.295	0.446	0.059	0.091
Medelvikt	0.069	0.232	0.238	0.295	0.083	0.088	0.061
Maxstorlek	0.6	0.9	0.7	1.1	0.2	0.15	0.2
Andel % över 25 cm	15	45	55	79	7	20	10
<u>Abborre</u>							
Fångst/anstr. antal			9.4	10.3		0.8	3.8
" vikt			0.797	1.539		0.027	0.107
Medelvikt			0.050	0.149		0.023	0.028
Maxstorlek			0.9	0.3		0.06	0.07
Andel % över 20 cm			32	63		0	0
<u>Lake</u>							
Fångst/anstr. antal		0.2	0.4				
" vikt		0.054	0.162				
Medelvikt		(0.308)	(0.459)				
Maxstorlek		0.5	0.7				
<u>Gädda</u>							
Fångst/anstr. antal			0.2				
" vikt			0.118				
Medelvikt			(0.667)				
Maxstorlek			0.8				
<u>Flritsa</u>							
Fångst/anstr. antal			0.1			7.8	2.3
" vikt			0.012			0.053	0.015

Korsvattnet
Sjönummer 708347-138723

En annan sjö med stor fisk är Korsvattnet, som ligger på 741 m.ö.h. långt upp i Långans vattensystem, som tillhör Indalsälven. Sjöytan är 10.8 km² och maxdjupet 81 meter. Röding är den enda fiskarten. Vid sjön finns ingen fast befolkning. Inget nätfiske bedrevs där under slutet av 1970-talet och i början av 1980-talet när material samlades in från sjön. Fiskerättsägarna utnyttjar numera sjön med ett begränsat nät- och sportfiske. De måste dock resa cirka fem mil för att komma dit. Sjön utnyttjas också av folk som köper fiskekort.

Vid provfisken som utfördes i juli och augusti 1978 och 1979 av Lars Nyberg



Figur 2. Längd och ålder hos röding från Korsvattnet, juni och juli 1978 resp 1979.

fångades en del stora rödingar, men medelvikten var låg (Tabell 1).

Rödingens tillväxt beskrev en s-kurva (Figur 2), som förstärktes om man lade till data från röding som samlats in med andra nät som använts av Arne Gad 1968. Tillväxten ökade betydligt när rödingen nådde sju års ålder. Troligen börjar rödingen då äta sina yngre och mindre "syskon". Att rödingen i Korsvattnet äter fisk (röding) har tidigare dokumenterats av Nilsson (1955).

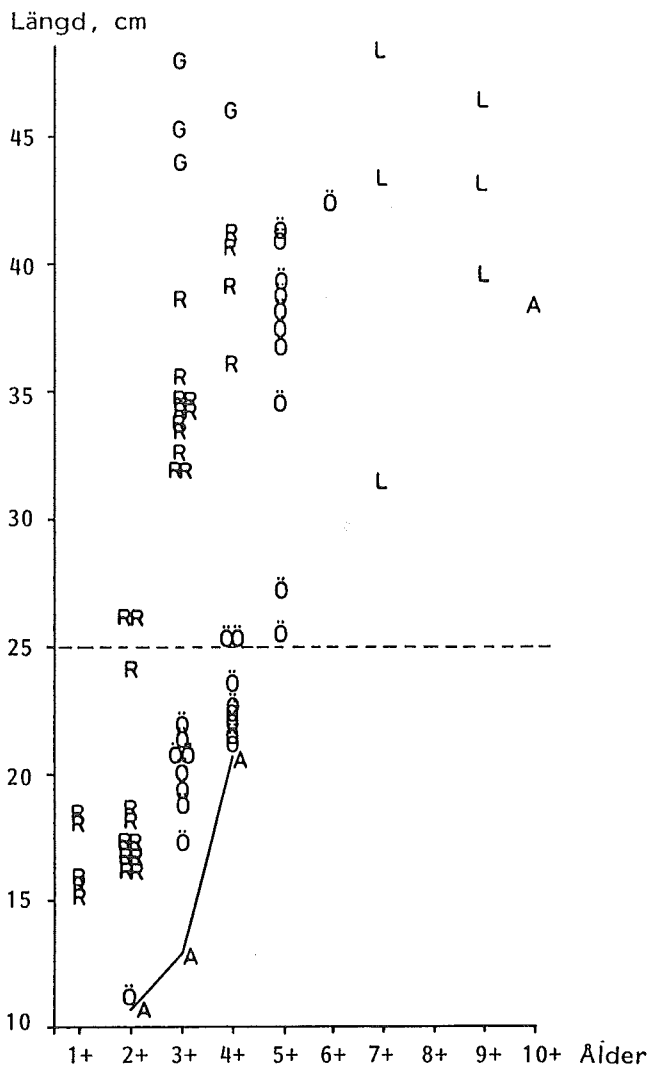
Tidigare har man ansett att det fanns två eller flera skilda rödingpopulationer i Korsvattnet. Blodprover från fiskena 1978 och 1979 visade en fixering av serumesteraset och har preliminärt tolkats som en homogen population tillhörande arten "större fjällröding" (F-röding) *Salvelinus alpinus* (L.) (Hammar pers.medd.).

För att avgöra eventuella genetiska skillnader mellan de olika formerna bör flera enzymsystem analyseras, vilket kommer att utföras på material som J. Hammar samlade in 1987.

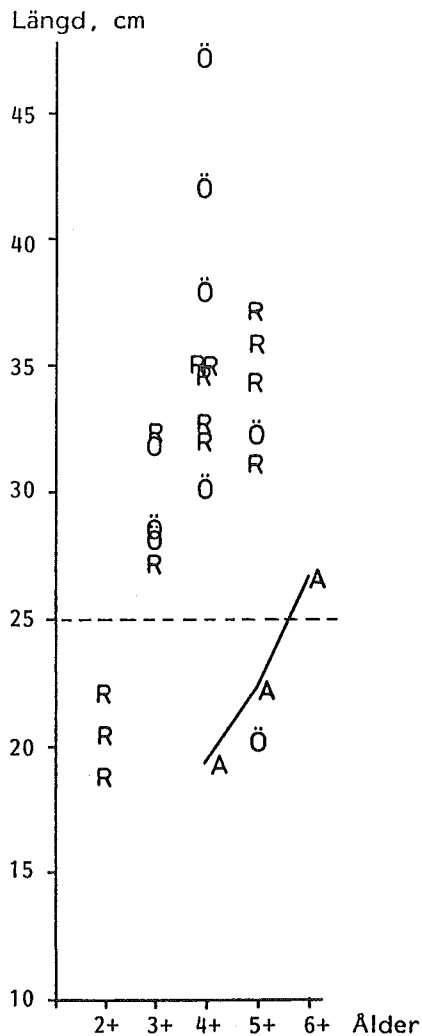
Burusjön
Sjönummer 687569-133946

Burusjön ligger i norra Dalarna högt upp i Österdalälven på 635 m.ö.h. och är 1.8 km² stor. Maxdjupet är 17 meter. I sjön provfiskades fyra nätter i augusti 1979 i syfte att få indianlax som är utplanterad. Några sådana fångades ej trots att de iakttagits lekande utanför Domänverkets båthus hösten innan (1978). Vid Burusjön finns ingen bofast befolkning och inget nätfiske bedrivs men sjön nyttjas i ett mycket intensivt sportfiske.

Vid provfisket som utfördes i augusti 1979 fångades öring och röding med god medelvikt. Maxstorleken blev mer blygsam med ca 0.7 kg för öring, röding och lake. En enstaka abborre vägde dock 0.9 kg (Tabell 1). Fiskens tillväxt var snabb. Fiskar äldre än sju somriga saknades - utom beträffande lake - samt den stora abborren som blev drygt 10 år (Figur 3).



Figur 3. Längd och ålder hos öring, röding, gädda, abborre och lake från Burusjön, augusti 1979. Medellängder för abborre, dessutom en enskilda abborre (10+ och 38 cm).



Figur 4. Längd och ålder hos öring, röding och abborre (medellängder) från Ursvattnet, oktober 1980.

Ursvattnet
Sjönummer 710567-149465

Ursvattnet ligger på 425 m.ö.h. och rinner till Flåsjön i Fjällsjöälven-Ångermanälven. Ytan är 1.8 km² och maxdjupet 30 meter. Sedan några decennier nätfiskar man inte i sjön. Fiskevårdsföreningen utförde ett provfiske i oktober 1980 med 12 nätnätter, men abborrfångst noterades endast för sex av näten.

Öring, röding och abborre hade både hög medelvikt och maxstorlek (Tabell 1).

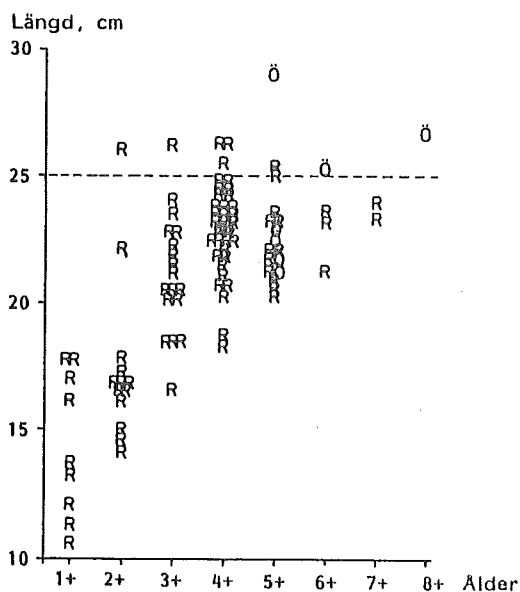
Alla fiskar växte snabbt, t ex var sjusomriga (6+) abborrar 26.8 cm (Figur 4).

Sjöar med hårt fiske

Yraf
Sjönummer 729356-146651

Yraf ligger på 460 m.ö.h. och tillhör Laisälven-Vindelälven-Umeälvens vatten-system. Ytan är 2.8 km² och maxdjupet 22 meter. Vid sjön bodde 1971 sex familjer. De var för sitt uppehålle beroende av fisket. Visserligen fiskade de också i en del andra sjöar men "hemsjön" utnyttjades ofta. Där bedrevs också ett omfattande sportfiske av turister. Fiskerättsägarna var missnöjda med fiskens storlek i slutet av 1960-talet och man önskade anvisningar om fiskevård.

Provfisket utfördes i slutet av augusti 1971 och utgjordes av 15 nätnätter. Öringens och rödingens medelvikt samt maxstorlek var ringa. Största öringen vägde 0.2 kg och största rödingen knappt 0.2 kg. Röding förekom rikligt (Tabell 1). Äldre rödingar med snabb tillväxt saknades och rödingbeståndet var "topphugget" (Figur 5).



Figur 5. Längd och ålder hos öring och röding i sjön Yraf, augusti 1971 (efter Nyman & Filipsson 1972). Ett fåtal fiskar är större än 25 cm.

Yrafs röding består egentligen av två hårt introgresserade (blandade) rödingpopulationer med genetiska skillnader (Nyman och Filipsson 1972).

Fiskerättsägarna fick rådet att använda mer grovmaskiga nät, och att skydda öringbeståndet. Någon förändring i fiskets utövande kom dock aldrig till stånd.

Vid förnyade provfisket som utfördes av Fiskeprojektet Vindelälven-Laisälven åren 1983 och 1984 framkom samma bild, dvs en dominans av små fiskar och brist på öring, och man lyckades faktiskt förmå fiskerättsägarna att reducera nätfisket med 50-75% (Fiskenämnden i Västerbottens län 1987).

Järvsjön
Sjönummer 727316-150911

Järvsjön rinner till Nedre Kirjesjaure som i sin tur via Kirjesån rinner till Storuman i Umeälven. Sjön ligger på 535 m.ö.h. och är 4.6 km² stor. Under 1910-talet bodde fyra familjer vid Järvsjön. Under perioden 1920 till 1950 ökade antalet till åtta samt till 10 under 1960-talet (Carlsson et al. 1978). Fisket ökade ytterligare, då man i början av 1970-talet byggde väg till sjön. Många som besökte sjön hade fiskerätt genom att de tillhör Tärna-Stensele sockenallmänning. Enligt Gydemo (1978) fanns i mitten av 1970-talet cirka 30 båtar vid sjön och fisket bedömdes som hårt.

Röding fångad i en biologisk länk, dvs nät i sju olika maskstorlekar mellan 12-36 v/a, var som störst 27 cm. De flesta var cirka 22 cm. De äldsta rödingarna var sjuåriga (6+).

Eftersom provfisket utfördes med biologisk länk kan resultaten ej jämföras med de övriga i Tabell 1.

Västansjön
Sjönummer 722906-150346

Västansjön ligger 1.5 mil söder om Dikanäs i södra Lappland, Västerbottens län. Höjden över havet är 514 meter. Sjön avvattnas genom Matskanån till Vojmån-Ångermanälven. Ytan är 2 km² och maxdjupet 27 meter. Fiskerätten delas av nio fastigheter, varav fyra ligger vid sjön. Bofast befolkning vid sjön saknas dock. Vidare finns så många som 75 sommarstugor med fiskerätt och 15 utan. Sportfiske bedrivs också av folk som köper fiskekort.

Öringbeståndet anses alltid ha varit litet men var praktiskt taget slut i början av 1980-talet. Rödingen var tidigare av ordinär storlek men hade minskat i storlek fram till 1980-talet.

Vid ett provfiske i juli 1983 blev fångsten på sex översiktsnät i genomsnitt per nät 0.06 kg röding, 0.03 kg abborre och 0.05 kg elritsa, således nästan lika mycket elritsa som röding!

Tabell 2. Provfiskets sammanlagda fångst och medelvikt. Fångst och medelvikt av röding är högre i Västansjön 1984-88 än vid utgångsåret 1983 då nätfiskeförbud började gälla. Fångsten 1984-86 är alltid högre i Västansjön än i Bollvattnet där nätfisket fortsätter. I båda sjöarna finns en årsklass av abborre födda 1980. I Västansjön har de uppnått högre medelvikt.

Västansjön	Öring		Röding		Abborre		Elritsa		Summa	
	ant	kg	ant	kg	ant	kg	ant	kg	ant	kg
1983	0		16	1.083	6	0.193	283	1.283	305	2.651
1984	0		34	4.111	21	1.992	120	0.509	175	6.612
1985	0		21	3.490	21	2.915	89	0.360	131	6.765
1986	2	0.242	25	3.686	6	0.912	109	0.432	142	5.272
1987	3	1.306	18	1.940	20	7.526	30	0.122	71	10.894
1988	7	2.052	19	3.809	10	3.842	27	0.132	63	9.835

Medelvikt gram

1983			68		32		5
1984			121		95		4
1985			166		139		4
1986			147		152		4
1987			108		376		4
1988		293	200		384		5

Bollvattnet	Öring		Röding		Abborre		Elritsa		Summa	
	ant	kg	ant	kg	ant	kg	ant	kg	ant	kg
1983	0		10	0.603	23	0.642	266	1.272	299	2.517
1984	0		20	0.953	11	0.510	27	0.159	58	1.622
1985	0		12	0.736	13	0.781	46	0.278	71	1.795
1986	2	0.193	12	0.660	19	1.063	41	0.263	74	2.179

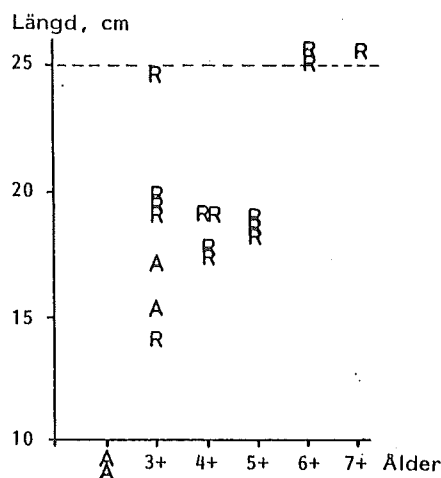
Medelvikt gram

1983			60		28		5
1984			48		46		6
1985			61		60		6
1986			55		56		6

Anm. I Bollvattnet fångades 1983 en stensimpa som vägde 4 gram.

Medelvikten för röding var 0.088 kg (endast fyra fiskar), abborre 0.032 kg (endast fem fiskar) och elritsa 0.005 kg (Tabell 1 och 2). Fångsten på flytnät och strömöversiktsnät i utloppet var också låg och utgjordes av små fiskar (Figur 6). Den största rödingen vägde 0.166 kg och den största abborren 0.05 kg.

Ett av översiktsnäten hade en extra tremeters sektion av 8 mm maskstorlek (75 v/a) och en lika lång sektion av 6.25 mm (96 v/a). Detta nät lades ut två nätter och fångade på de finmaskiga sektionerna 1 abborre och 235 elritsor. De flesta satt i 8 mm nättdelen. Det innebär att på 6 meter nät fångades



Figur 6. Längd och ålder hos röding och abborre i Västansjön, juli 1983.

Tabell 3. Fångsten på två finmaskiga nätsektioner som fogats till ett översiktsnät med 12 olika maskstorlekar. 3 meter med 8 mm maskstolpe och 3 meter med 6.25 mm maskstolpe. Nätet har lagts två nätter i de båda sjöarna. Fångsten av elritsa minskar i både Västansjön och Bollvattnet.

Västansjön	Abborre		Elritsa		Medelvikt gram
	ant	kg	ant	kg	
1983	1	0.034	235	0.961	4.0
1984	0		107	0.416	3.8
1985	0		61	0.172	2.8
1986	1	0.004	34	0.072	2.1
1987	0		30	0.122	4.1
1988	0		18	0.070	3.8

Bollvattnet

1983	0		233	1.041	4.5
1984	0		14	0.054	3.8
1985	0		14	0.055	3.9
1986	4	0.076	9	0.038	4.2

över 200 elritsor. Deras medelvikt var 4 gram (Tabell 3).

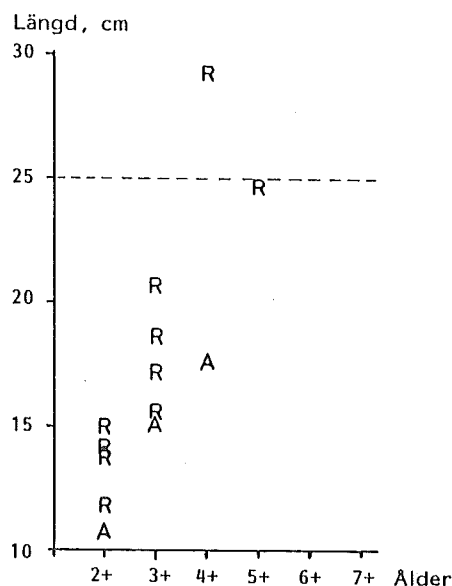
Sedan maj 1983 har nätfisket i Västansjön upphört efter samråd med Sötvattenslaboratoriet. Utvecklingen därefter beskrivs längre fram i denna publikation.

Bollvattnet

Sjönummer 723132-150328

Bollvattnet ligger på 524 m.ö.h. strax uppströms Västansjön och har en yta av 1.7 km². Maxdjupet är 19 meter. Vid sjön finns ingen fast befolkning men fem sommarstugor. Fiskerättsägarna är desamma som i Västansjön, dessutom har Vilhelmina sockenallmanning och staten, företräd av Lantbruksnämnden i Umeå, fiskerätt. Även i Bollvattnet säljs fiskkort. Förhållandena i Bollvattnet var praktiskt taget desamma som i Västansjön med obefintligt öringbestånd och rödingen var liten i början av 1980-talet.

Vid ett provfiske i juli 1983 fångades på 6 nät få fiskar och av låg medelvikt, d v s samma bild som i Västansjön. Elritsa förekom dock rikligt (Tabell 1 och 2). Rödingarna var unga och därför små (Figur 7). På strömöver-



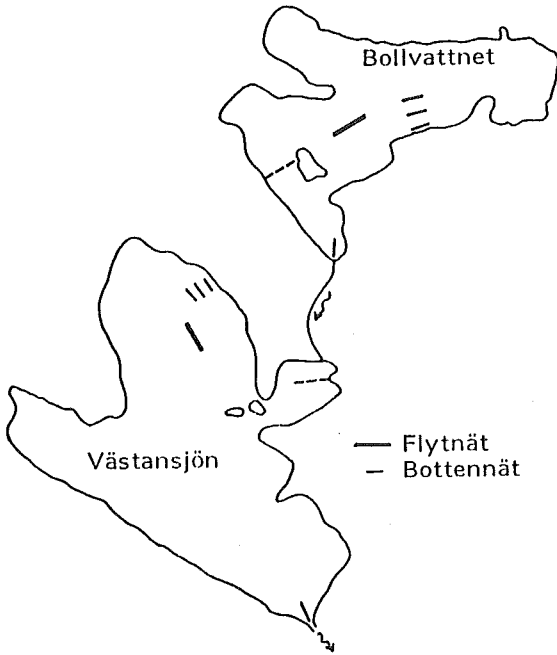
Figur 7. Längd och ålder hos röding och abborre i Bollvattnet, juli 1983.

siktsnät och flytnät fångades också lite fisk. På finmaskiga nät, som användes på samma sätt som i Västansjön, fångades 233 elritsor med medelvikten 0.004 kg (Tabell 3).

Utvecklingen i Västansjön efter avslutat nätfiske

Fiskerättsägarna i Västansjön och Bollvattnets samfällighetsförvaltning tog kontakt med Sötvattenslaboratoriet 1982. Fisket bedömdes som mycket dåligt och det fanns därigenom möjlighet att föreslå stora förändringar i fiskets bedrivande. Man kunde t o m avstå från att nätfiska i en sjö eftersom man hade flera sjöar att tillgå.

Ett förslag till fiskevårdsprogram lämnades av Sötvattenslaboratoriet och det godtogs av årsmötet våren 1982. I Västansjön blev det från första maj 1983 nätfiskeförbud och totalt fiskeförbud i sjöns inlopp och utloppsområden. Vidare förbjöds utterfiske. Åtgärderna syftade till att öka fiskens (rödingens) storlek och att förbättra öringens möjligheter att i första hand förekomma i sjön och i nästa hand bilda ett starkt bestånd. I Bollvattnet skulle fisket med nät och sportfiske pågå som tidigare. Från Sötvattenslaboratoriets sida utlovades att följa



Figur 8. Provfiskestationer i Västansjön och Bollvattnet.

utvecklingen med provfisken i de båda sjöarna. Var näten lagts visas i Figur 8.

Fångsten i Västansjön 1983-88 ökade beträffande alla fiskarter utom elritsa (Tabell 2).

Öring fångades först under de tre sista åren. 1986 togs två öringar som

var lika stora. De var blanka och tjocka, som odlade fiskar. Otoliter och fjäll var otydliga och svåra att åldersbestämma, vilket ofta är fallet med "fiskodlingsfiskar". Öringar sätts ut årligen i tjärnar som rinner till Bollvattnet (O. Bergman muntl.medd.). Detta var troligen öringar från en sådan utsättning som hade rymt nedströms till Västansjön. 1987 och 1988 fångades öringar som såg "naturliga" ut. Den största 1987 vägde 0.968 kg och den största 1988 0.964 kg.

Sammanlagda rödingfångsten var ett kilo 1983 men 1984-88 varierade den mellan 2 och 4 kg. Rödingens medelvikt ökade från 0.068 kg 1983 till 0.200 kg 1988 (Tabell 2). Antalet större rödingar har också ökat (Tabell 4).

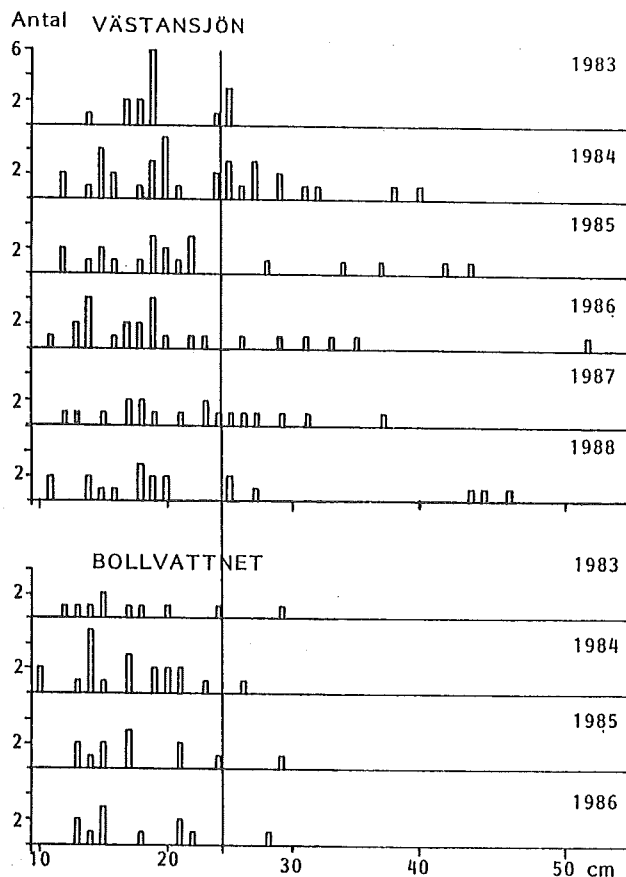
Under flera år har de största rödingarna fångats på strömöversiktsnät i utloppet. Största rödingen 1983 vägde 0.166 kg, 1984 0.532 kg, 1985 0.826 kg, 1986 1.535 kg, 1987 0.428 kg och 1988 1.080 kg.

Rödingens längdfördelning under olika år visade att fler stora fiskar förekommer sedan nätfiskeförbudet började gälla (Tabell 4 och Figur 9). Åldersfördelningen visade att en del äldre rödingar förekom under senare år. 1988 togs en som var 11.5 år (Figur 10).

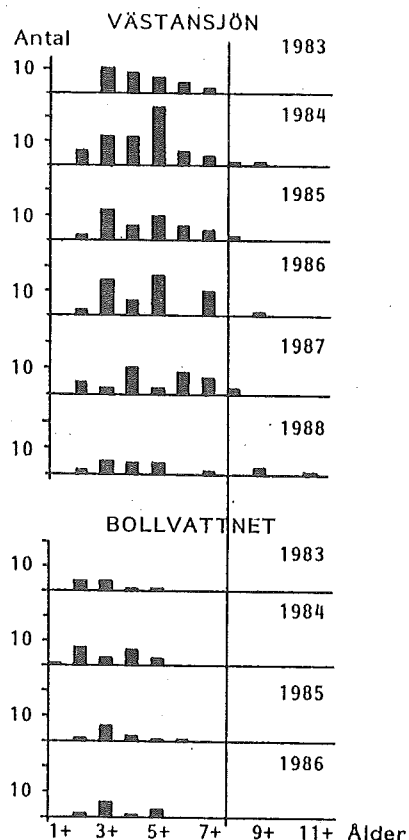
Tabell 4. Procentuell fördelning av olika storleksgrupper av röding.

<u>Västansjön</u>	1983		1984		1985		1986		1987		1988	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<u>Alternativ I</u>												
t o m 24.9 cm	12	80	21	62	16	76	18	75	12	67	13	68
fr o m 25.0 "	3	20	13	38	5	24	6	25	6	33	6	32
<u>Alternativ II</u>												
t o m 29.9 cm	15	100	30	88	21	84	24	86	16	89	16	84
fr o m 30.0 "	0	0	4	12	4	16	4	14	2	11	3	16
<u>Bollvattnet</u>												
t o m 24.9 cm	9	90	19	95	10	91	10	91				
fr o m 25.0 "	1	10	1	5	1	9	1	9				

Ingen större än 30.0 har fångats i Bollvattnet.



Figur 9. Längdfördelning hos röding. I Västansjön fångas en del större rödingar efter nätfiskeförbudet 1983. I Bollvattnet är rödingens storlek oförändrad.



Figur 10. Åldersfördelning hos röding. I Västansjön förekommer en del äldre rödingar.

Tillväxten ökade 1984 jämfört med 1983 men har sedan minskat avseende medianvärdena för åldersklasserna 3+, 4+ och 5+. Rödingens kondition har också minskat, vilket är statistiskt belagt. Konditionsförsämringen var, uttryckt i vikt, 3-4 gram sämre för en röding som var 25 centimeter 1986 jämfört med en lika lång röding 1983.

Pimpelfiskade rödingar från mars 1984-86 var signifikant mindre än de som fångades vid provfiske med nät i juli 1984-86 (Chi^2 -test, $p < 0.007$, Figur 11). De pimpelfiskade rödingarna hade också sämre tillväxt än de som togs med nät i provfisket. Det gällde speciellt de äldre fiskarna. De pimpelfiskade rödingarna hade mer likformig tillväxt än de som fångats med nät (Figur 12).

Huvuddelen av abborrarna i hela provfisket var födda 1980 (Figur 13). Abborrfångsten i provfisket ökade och

den sammanlagda vikten var som högst 1987 med 7.5 kg mot 0.2 vid försökets början 1983. Abborrens medelvikt har ökat från 0.032 kg till 0.384 kg 1987 (Tabell 2). Några av abborrarna hade deformerade fenor och förkortade gällock.

Fångsten av elritsa minskade (Tabell 2 och 3). Av 77 provtagna elritsor under olika år hade 39 stycken (51%) parasiten *Ligula intestinalis* i bukhålan.

Fisket i Västansjön sker numera mest med pimpel. Man får nästan enbart röding. Abborre fångas endast i undantagsfall. Efter nätfiskeförbudet har man fått en del stora rödingar. Den största var på nästan två kilo och översteg därmed den maximistorlek på ett kilo för "mindre fjällröding" som Nyman et al. (1981) angav.

Vid påsken 1984 fångades många rödingar på 1-2 hekto och fisket blev allt intensivare. Vid årsmötet på

annandag påsk beslöts att man inte skulle sälja fiskekort, men sedan 1985 säljer man fiskekort igen.

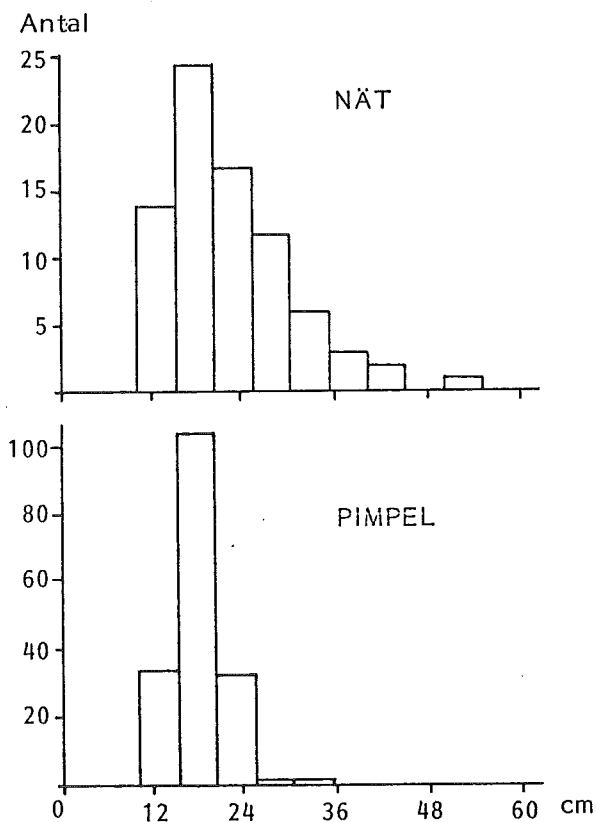
Fiskerättsägarnas inställning till nätfiskeförbudet är över lag positiv. Ett uttryck för detta är att nätfiskeförbudet förlängts två gånger och gäller nu till vidare.

Utvecklingen i Bollvattnet med fortsatt nätfiske

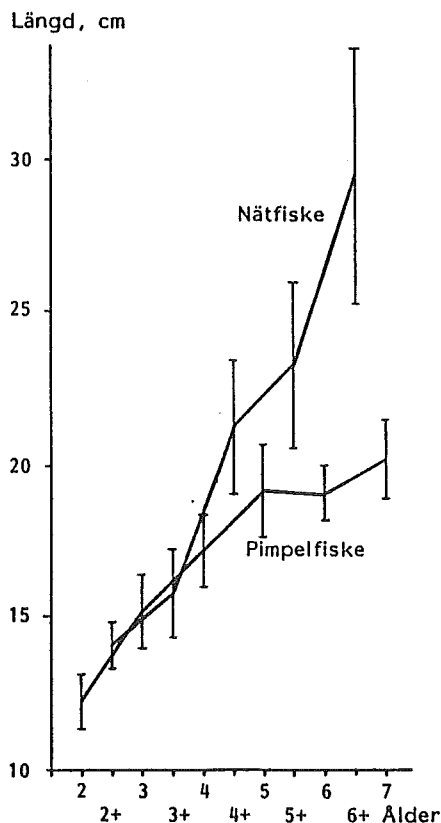
Samtidigt med fisket i Västansjön har Bollvattnet provfiskats på precis samma sätt och under alla år fram till och med 1986. Fiskerättsägarnas fiske minskade där också efter mitten av sommaren 1986, eftersom fisken innehöll för höga mängder radioaktivitet genom utsläppen i Tjernobyl.

Sammanlagda fångsten i Bollvattnet i vikt räknat var i stort sett oförändrad (Tabell 2).

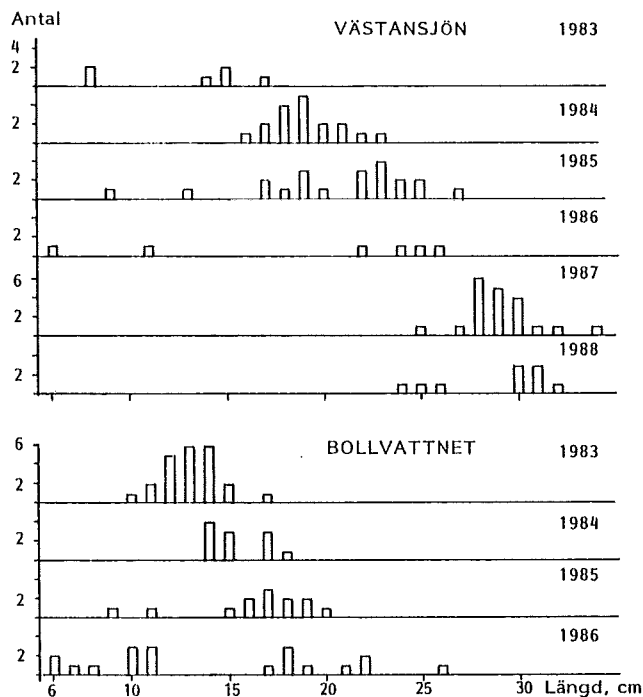
Även i Bollvattnet togs två öringar 1986. De såg också ut som "fiskodlingsfiskar" och var svåra att åldersbestäm-



Figur 11. Röding från Västansjön 1984-86. Röding som fångas med nät är större än de som tas med pimpel.



Figur 12. Medellängd hos röding i Västansjön (med standardavvikelser angivna). Med nätfiske fångas mer snabbväxande rödingar än med pimpelfiske.



Figur 13. Längdfördelning hos abborre i Västansjön och Bollvattnet.

ma. Det är troligt att de kommer från inplanteringar i omgivande tjärnar.

Rödningfångsten i Bollvattnet ökade ej, utan var oförändrad, och medelvikten ökade ej heller (Tabell 2). Största rödingen som fångades 1983 vägde 0.228 kg, 1984 0.178 kg, 1985 0.240 kg och 1986 0.200 kg. Andelen större röding ökade inte. Ingen röding nådde över 30 centimeter (Tabell 4). Åldern hos rödingen var låg och som mest blev rödingarna 6.5 år (Figur 10). Rödingarnas tillväxt hade ej försämrats vid en jämförelse av medianvärdena för åldersklasserna 3+, 4+ och 5+. Likaså var konditionen oförändrad.

Abborrfångsten ökade även i Bollvattnet och var 0.642 kg 1983 mot 1.063 kg 1986. Abborrens medelvikt fördubblades under provfisketiden, från 0.028 kg till 0.056 kg (Tabell 2). De flesta abborrar var liksom i Västansjön födda 1980. Några abborrar hade deformerade fenor och förkortade gällock.

Fångsten av elritsa minskade betydligt under undersökningsperioden (Tabell 2 och 3). Av 57 provtagna elritsor hade 20 stycken (35%) parasiten *Ligula intestinalis* i bukhålan.

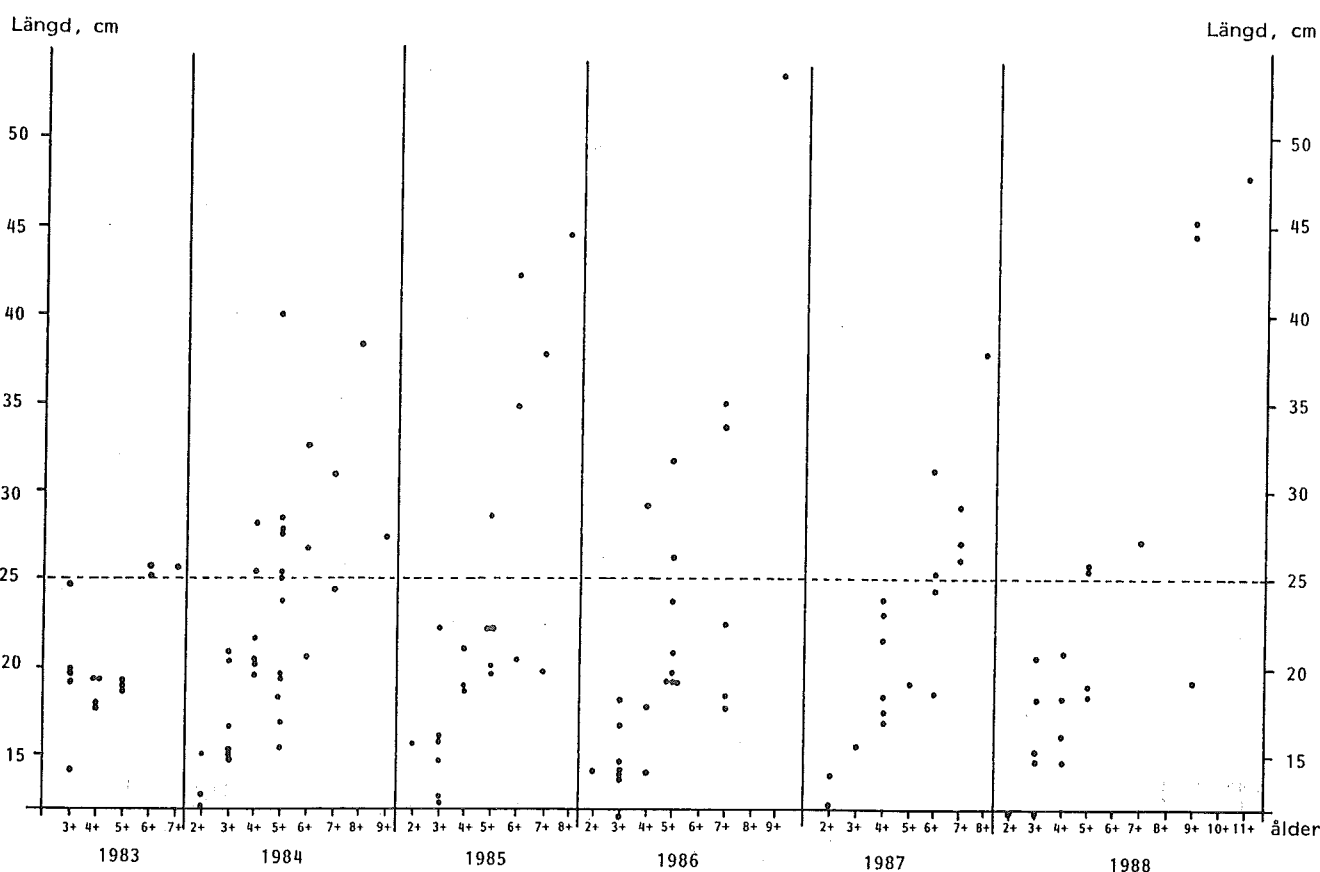
Jämförelser mellan Västansjön och Bollvattnet

Längdfördelningen av röding skiljde sig mellan Västansjön och Bollvattnet. I Västansjön fångades 12 rödingar större än 30 centimeter under tiden 1983-86 men i Bollvattnet fångades ingen så stor. Även antalet äldre rödingar var större i Västansjön än i Bollvattnet (Figur 14 och 15).

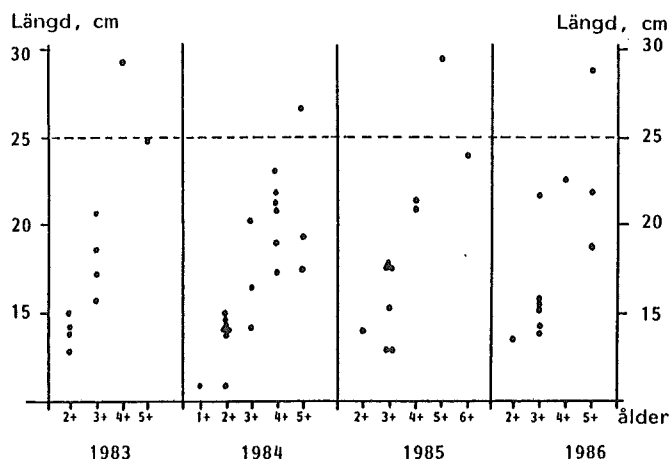
En annan jämförelse kan göras mellan sjöarna; fångsten per nät följde varandra men successivt har den ökat i Västansjön. Om fångsten i Västansjön 1983 divideras med fångsten i Bollvattnet erhålls förhållandet 1:1.6. Sätts detta som det normala mellan sjöarna får man följande värden uttryckta i procent:

Antal röding	Västansjön	Bollvattnet
1983	100	106
1984	100	112
1985	100	131
1986	100	131

Vikt röding	Västansjön	Bollvattnet
1983	100	239
1984	100	261
1985	100	311
1986	100	311



Figur 14. Längd och ålder på röding från Västansjön. Efter nätfiskeförbud 1983 fångas en del större och äldre rödingar.



Figur 15. Längd och ålder på röding från Bollvattnet. Rödningen är oförändrat liten och ung.

Abborrfångsten dominerades i både Västansjön och Bollvattnet av årsklassen "födda 1980". I Västansjön med nätfiskeförbud fick den "växa ut bättre" och medelvikten var betydligt högre där. Sammanlagda fångsten av alla fiskarter var betydligt högre i Västansjön än i Bollvattnet under 1984-86. En presentation av beståndsutvecklingen i Västansjön och Bollvattnet har tidigare publicerats (Filipsson 1987).

Bäcken mellan Bollvattnet och Västansjön

Eftersom öring inte fångades i provfiskena 1983 och 1984 ställdes frågan om det fanns öring i uppväxtområdet Kvarnbäcken, som rinner mellan Bollvattnet och Västansjön. Vid elfisken som utfördes i augusti 1984 fångades omkring 100 elritsor i storlek mellan 52 till 95 mm och 35 simpor (förmodligen stensimpa) i storlek 47 till 94 mm.

Området som elfiskades var en sträcka på 54 meter med ytan 166 m². Ingen öring fångades och det väckte tanken att vattnet kanske var försurat. Vattenprover som samlades in 850520 i Bollvattnet, i Bollvattnets utlopp och i Västansjön, där tillloppet Kvarnån mynnar, visade att vattnet hade tillfredställande värden. Alkaliniteten varierade mellan 0.10 till 0.12 mekv/l, vilket är dubbelt så högt som maxvärdet för att kalkningsbidrag skall utgå (Tabell 5). Visserligen kan alkaliniteten, vattnets motståndskraft mot försurningen, variera och är som lägst vid vårflod, men variationen i en sjö torde knappast vara så stor att risk föreligger för försurningsskador i Västansjön, Bollvattnet eller den mellanliggande bäcken.

Efter upptäckten att det ej fanns öring i Kvarnbäcken ville samfälligheten sätta ut öring. Från Sötvattenslaboratoriets sida antogs att om man satte in rom skulle det inte störa fiskeexperimentet i sjön. Öringarna skulle uppehålla sig under flera år i bäcken, innan de skulle gå ned i sjön. År 1986 sattes 20 000 romkorn ut i Kvarnbäcken och i början av juli månad utsattes 1 000 ettåriga 7-grams öringar och slutligen 1987 utsattes ytterligare 10 000 romkorn. Vid elfisken i augusti 1988 kunde Olle Lindh konstatera att av längdfördelningen att döma fanns det tvåsomriga, tresomriga och fyrsomriga öringar. På områden där man inte gjort fiskutsättningar fångades någon enstaka femsomrig öring. Ingen ensomrig öring fångades.

Av övriga fiskarter fångades elritsa och stensimpa samt i Kvarnåns mynningsområde några abborryngel.

Tabell 5. Miljövårdsenheten vid Lässtyrelsen i Västerbottens län har gjort vattenanalyser i Bollvattnet och Västansjön. De visar att vattnet inte är försurat.

Sjönamn	Datum	pH	Ledningsförmåga mS/m (25°C)	Färgtal mgPt/l	Grumlighet FTU-enh	Alkalinitet mekv/l	Ca+Mg mekv/l	Djup m
Bollvattnet	850520	6.35	4.4	5	1.25	0.11	0.36	2
Bollvattnet	850520	6.65	3.5	5	0.30	0.12	0.34	1
Bollvattnets utlopp	850520	6.65	4.1	5	0.64	0.10	0.29	
Västansjön vid Kvarnbäckens utlopp	850520	6.50	3.3	15	0.75	0.10	0.26	

DISKUSSION

Som inledningsvis sagts är fiskens minskande storlek ett problem i många fjällsjöar. Sjöar med obetydligt fiske eller enbart sportfiske saknar detta problem eller har det i mindre omfattning. Det är inte bara öring och röding som blir storvuxna i den här gruppen av sjöar utan även abborren är stor. Mängden av småfisk är ej heller besvärande, vilket är viktigt att notera.

Dessa erfarenheter från sjöar med obetydligt fiske skiljer sig ej från uppgifter om röding i sjöar runt Torne träsk (Hammar 1984). Även rödingen på Svalbard blir stor, vilket också gäller röding i sjöar som är avstängda från havet. Rödingen blir där mycket gammal, upp till cirka 25 år. I dessa sjöar bedrivs inget fiske (Hammar 1982, 1987). Till samma kategori kan rödingen på Björnöya räknas. Att de är stora och gamla visas övertygande av Klemetsen et al. (1985). Sjöar, som ej varit utsatta för fiske i Kanada, beskrivs av Lionel Johnson. Röding är ofta den enda fiskart och blir stor och gammal (Johnson 1976, 1980 och 1983).

Rödingsjöar i Syd- och Mellansverige med försurningsproblem har presenterats av Nyberg et al. (1986). En av de avgörande faktorerna för rödingens storlek och kanske även fortbestånd, förutom försurningsläget, var om det bedrevs något nätfiske i de aktuella sjöarna. Det föreföll som om sjöar med enbart sportfiske hade rödingar av bättre storlek och att bestånden ej var utrotningshotade.

De anförda exemplen på sjöar med hårt fiske är inte många, men det borde vara övertygande att de har små och unga fiskar. Äldre exemplar är helt enkelt bortfiskade.

Antalet sjöar i Sverige och främst i södra delen av fjällområdet, som har små fiskar av andra orsaker än för hårt fiske, är enligt min uppfattning litet. Åldersbestämningar av röding varje vinter sedan 1965 har visat att bestånden ofta består av unga fiskar, som är allra högst sex år gamla och har normal tillväxt. Det finns också en och annan gammal röding med dålig tillväxt som klarat sig undan fisket.

Vidare kan man ibland få in röding från fiske med endast en nätstorlek. Fiskar i sådana material ger en flack tillväxtkurva på grund av överrepresentation av några unga snabbväxande och flera äldre långsamväxande. Därigenom underskattas rödingens kapacitet vad gäller tillväxt.

Om man ser på resultaten från Västansjön efter nätfiskeförbud, helt fiskeförbud i utlopp- och tilloppsområdena samt avslutat utterfiske, så har rödingens storlek förbättrats och mängden fisk (förutom elritsa) ökat i provfiskefångsterna. Förvånande snabbt (1984) inträdde förbättringarna och rödingens tillväxt förbättrades. Senare har tillväxten och i viss mån konditionen försämrats, men rödingen var likväl större alla år efter 1983, om man mäter storleken som medelvikt, vilket dock är ett trubbigt mått. Konditionens försämring var liten i Västansjön och fisken var långt från de magra fiskar som beskrivs i de ursprungliga bestånden. Anledningen till att konditionen försämrats är ett större bestånd av alla fiskarter (utom elritsa).

I gruppen sjöar med lite fiske eller enbart sportfiske har fiskerättsägare nämnt att fisken i Korsvattnet var något mager, men i de andra sjöarna var det inget problem. Alla sjöarna i den här gruppen var omtyckta och populära fiskesjöar. Det gällde även Korsvattnet.

Öring har börjat fångas i Västansjön under senare år. En del av dem kan möjligen härröra från inplanteringar i bäcken mellan Västansjön och Bollvattnet men annars förekommer den naturligt nedströms Västansjön, i Västansjöbleriken, och Lillsutsjaur. Det är troligt att de öringar som finns i Västansjön har större möjligheter att klara sig undan fisket, när det råder nätfiskeförbud.

Resultatet att rödingar fiskade med pimpel är mindre och har sämre tillväxt än de som tas med översiktsnät var inte oväntat (Filipsson och Svårdson 1976) och i Västansjön visades detta tydligt. Det innebär att vi missbedömer rödingens storlek och tillväxt om vi samlar in material från fiskar fångade

med pimpel. Detta förutsätter dock att röding fångad med översiktsnät har samma storlek och tillväxt som hela rödingbeståndet.

I fiskevårdssammanhang är det lämpligt att beskatta rödingen med pimpelfiske, eftersom man då tar bort unga fiskar, som det ofta råder överskott på, och dessutom tar man bort röding med dålig tillväxt. Med nät tar man å andra sidan bort snabbväxande fiskar. Så är det t ex i Vättern (Filipsson 1983). Risk finns då att man selektivt utarmar de genetiska anlagen för snabb tillväxt, dvs man gynnar långsamt växande fisk. Problemen har uppmärksammats och diskuterats sedan länge t ex Tägtström (1943) och Svärdson (1943).

Tidigare är det känt att pimpelfisket även är att föredra av en annan anledning. Öringbestånden är ofta hårt nedfiskade i fjällsjöar. Öring kan vara en predator på röding så att mängden smäröding hålls nere. Med pimpel tar man få öringar (Filipsson och Svärdson 1976).

Lindström och Bergstrand (1979) anger att abborrbestånd på gränsen av sitt utbredningsområde har god tillväxt. Det stämmer med abborren i Västansjön, Ursvattnet och Burusjön. Författarna nämner vidare att abborren i samma områden har en rekrytering och naturlig dödlighet som uppvisar stora variationer. Detta borde leda till dominerande årsklasser, precis som förhållandet var i Västansjön och Bollvattnet. Även i Ursvattnet visade sig abborren bestå av en dominerande årsklass, när Olle Lindh provfiskade där 1987 och åldersbestämde de flesta abborrarna till 6.5 år. I Burusjön uppträder abborren i årsklasser, som förekommer i fisket ett antal år, men sedan försvinner de och ersätts så småningom av nya (M. Hedlund muntl.medd.).

Hur blir nu fisken stor i fjällsjöarna? Det enklaste är att låta den bli äldre. Öringen har mindre problem med avstannande tillväxt och de växer i regel hela livet. För röding är det lite mer problematiskt, men även för dem är det enklast att låta dem bli gamla. Rödingen i t ex Korsvattnet får först vid cirka sju års ålder accelererande tillväxt och i Stora Rensjön

något tidigare. Rödingen i Suorvajaure växer långsammare, men de når ändå en storlek av cirka 30 centimeter och 300 grams vikt vid åldrar mellan 5.5 och 9.5 år (Hanson 1982). Röding kan bli över 20 år gammal i Sverige. Man kan kanske inte begära att de ska få växa så länge, men man borde låta enstaka nå upp till cirka 10 års ålder. Fiskens andra sätt att bli stor är att växa snabbt. I Burusjön tycks alla fiskarterna ha god tillväxt. Troligen orsakas detta av det hårda sportfisket, men förekomsten av flera predatorer verkar nog åt samma håll.

I alla fiskbestånd finns det fiskar som växer bättre än andra. På många håll börjar man uppmärksamma dem och de kan benämnas "plusfiskar". Man kan misstänka att deras snabbare tillväxt delvis är genetiskt betingad. Det är troligt att sådana får bli kvar om man fiskar måttligt och troligen klarar de sig bättre i sportfiskade sjöar.

Med ledning av resultaten i sportfiskade sjöar torde det vara bäst att utnyttja fjällsjöarna mer genom sportfiske och mindre med nätfiske, om man vill ha stora fiskar. Fördelningen av fångsten mellan sportfiskare, som köper fiskekort och nätfiskare, som har fiskerätt, är ett problem som kan lösas t ex med att maximera antalet fiskekort som säljs eller genom att fiskekort endast säljs till pimpelfiske. Dessutom får nätfiske endast bedrivas under en begränsad tid eller med ett begränsat antal nät. Någon begränsning av pimpelfisket efter röding är sällan aktuellt.

Att öka fiskens storlek är ett mål. Stora fiskar har i regel bättre köttfärg än små fiskar och en bättre fasthet och hållbarhet på köttet. Stora fiskar spelar också en viktig roll genom att de äter småfisk.

REKOMMENDATIONER

I fjällsjöar med hårt fiske och små fiskar kan man förbättra fiskens storlek om fisketrycket minskas. Särskilt gäller detta nätfisket men sportfiske efter öring måste också reduceras. Åtgärderna som vidtages bör vara mer

restriktiva i början och senare följas av ett friare fiske. I många strömmande vatten är det tveksamt om man någonsin skall fiska, eftersom de är uppväxtområden för öring.

För närvarande är många sjöar mer eller mindre avstängda från fiske, eftersom fisken innehåller för hög radioaktivitet. Man borde därför nu passa på att besluta om restriktioner av fisket så, att när det startas, det utövas med lägre intensitet än tidigare och med tonvikten lagd på pimpelfiske i stället för nätfiske.

Dessa åtgärder innebär ett sätt att bruka vattnet och har som målsättning att man skall få fler stora fiskar. Aktiva åtgärder som utfiskningar är dyra och omständliga och har sällan verkan på sikt, om de inte kombineras med ändringar i just fiskets utövande.

ERKÄNNANDEN

Vid provfiskena i Västansjön och Bollvattnet har fiskerättsägare deltagit. Statistisk behandling av resultaten har utförts av Erik Degerman. Åldersbestämningar av fisken från Stora Rensjön har gjorts av Johan Hammar. Manuskriptet har granskats av flera av kollegorna vid Sötvattenslaboratoriet. För allas medverkan får jag framföra ett stort tack.

LITTERATUR

Carlsson, A., L. Axelsson & E. Persson. 1978. Besvärsskrivelse till Jordbruksdepartementet. Dnr 1901/78 II 2 38.

Degerman, E., G. Lindgren, P.-E. Lingdell & P. Nyberg. 1987. Kartering av strömfauan och fisk i mindre vattendrag i Norrlands inland och fjälltrakter i relation till försurning. (English summary: An inventory of benthic fauna and fish in small streams in mountainous regions of northern Sweden affected by acidification.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 64 p.

- Filipsson, O. 1967. Åldersbestämning av röding med hjälp av otoliter. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (5). 10 p.
- Filipsson, O. 1972. Sötvattenslaboratoriets provfiske- och provtagningsmetoder. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (16). 24 p.
- Filipsson, O. 1983. Vätterns fiskbestånd belysta genom provfisken med botten nät. (English summary: The fish stocks of Lake Vättern as seen from bottomset gillnets.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 61 p.
- Filipsson, O. 1987. The effects of banned gillnet fishing on the fish populations of a northern lake. p. 27-30. In Proceedings of the fourth ISACF workshop on Arctic char. ISACF Inform. Ser. (4). Inst. Freshw. Res., Drottningholm.
- Filipsson, O. & G. Svärdson. 1976. Principer för fiskevården i röding-sjöar. (English summary: Principles for the management of char populations.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 79 p.
- Fiskenämnden i Västerbottens län. 1987. Fiskeprojekt Vindelälven-Laisälven. Verksamhetsrapport för 1981-1986. Förslag till handlingsprogram 1987-1991.
- Gydemo, R. 1978. Populationsgenetisk undersökning av röding i Västerbottens län. Del 1. Fiskenämnden, Lantbruksnämnden, Umeå. 71 p.
- Hammar, J. 1982. Röding i Arktis. (English summary: Arctic char in Arctic areas.) Fauna och flora 77(2):85-92.
- Hammar, J. 1984. P.M. ang. populationsgenetiska undersökningar av röding från Torneträsk och omgivande sjöar i övre Torneälven. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 22 p. (Stencil.)
- Hammar, J. 1987. Rödigen - de arktiska sjöarnas känsliga invånare - en indikator- och referensfisk inom modern fiskebiologi. p. 157-165. In Expedition Ymer-80 - en slutrapport. Red. G. Hoppe, S. Björn-Rasmussen & M. Wiberg-Roland. Polarforskningskomm., K.V.A., Stockholm.

- Hammar, J. & O. Filipsson. 1988. Rödningen i Stora Rensjön: ett genbanks- och naturreservatsobjekt. (English summary: The Arctic char in Lake Stora Rensjön: a primary gene bank for conservation in a natural reserve.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (13). 68 p.
- Hanson, M. 1982. Effekter av nya näringsdjur i Suorva. (English summary: Effects of introduced *Mysis relicta* on fish in Lake Suorva.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3). 28 p.
- Johanson, L. 1947. Bebyggelse och folkliv i det gamla Frostviken. Gummessons offset AB, Falköping. 2:dra tryckningen 1967. 360 p.
- Johnson, L. 1976. The ecology of Arctic populations of lake trout, *Salvelinus namaycush*, lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*, Arctic char, *Salvelinus alpinus*, and associated species in unexploited lakes of the Canadian northwest territories. J.Fish.Res. Board Can. 33:2459-2488.
- Johnson, L. 1980. The Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. p. 19-98. In Charrs, salmonid fishes of the genus *Salvelinus*. Ed.: E.K. Balon. Junk Publ., The Hague.
- Johnson, L. 1983. Homeostatic mechanisms in single species stocks in Arctic lakes. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 40:987-1024.
- Klemetsen, P., P.E. Grotnes, H. Holthe & K. Kristoffersen. 1985. Bear Island charr. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 62:98-119.
- Lindström, T. & E. Bergstrand. 1979. The habitat of perch, *Perca fluviatilis* on the outskirts of its Swedish distribution, lakes and lake reservoirs. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 57:55-76.
- Nilsson, N.-A. 1955. Studies on the feeding habits of trout and char in north Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw. Res., Drottningholm 36:163-225.
- Nordeng, H. 1961. On the biology of char (*Salmo alpinus* L.) in Salangen, north Norway. I. Age and spawning frequency determined from scales and otoliths. Nytt Mag.Zool. 10:67-123.
- Nyberg, P., E. Degerman, C. Ekström & E. Hörnström. 1986. Försurningskänsliga rödingsjöar i Syd- och Mellansverige. (English summary: Acid-sensitive Arctic char, (*Salvelinus alpinus*), lakes in southern and central Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (6). 240 p.
- Nyman, L. & O. Filipsson. 1972. Rödningen i Yraf. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10). 20 p.
- Nyman, L., 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.
- Olofsson, O. 1919-1938. Anteckningar rörande fisket i Västerbottens och Norrbottens län. Sötvattenslaboratoriets arkiv. (Stencil.)
- Statens Livsmedelsverk. 1986.07.09. Information till Miljö- och hälsoskyddsnämnderna m fl med anledning av kärnkraftsolyckan i Tjernobyli. PM 7.
- Svärdson, G. 1943. Könsmognad och tillväxt. Svensk Fisk.Tidskr. 52:228-231.
- Tägtström, B. 1943. Möjligheterna att förbättra insjöfisket. Svensk Fisk. Tidskr. 52:14-20.

ENGLISH SUMMARY: THE EFFECTS OF FISHERIES ON THE SIZE OF FISHES IN MOUNTAIN LAKES

This report compares the fish stocks of lakes where fishing pressure is insignificant with lakes subjected to intense fishing by nets and/or angling. The unfished lakes typically harbour big-sized fish, both brown trout, char and perch. Heavy fishing pressure on the other hand causes small average size of the fish, and few brown trout remain.

Finally, two lakes are compared. In one of them netfishing was banned

during six year, the other was fished without any restrictions. In the former lake, the average size, the number of fish and the total catch increased, whereas the latter lake displayed basically unchanged conditions throughout the trial period. It is recommended,

that in order to increase the mean size of the fish fishing pressure be reduced. In particular this refers to the netfishing. This type of management will also frequently imply a larger stock of brown trout.

Skillnader i åldersbestämning från fjäll och otoliter hos mört

Henrik Mosegaard

Limnologiska Institutionen
Uppsala Universitet
Box 557
751 22 UPPSALA

Magnus Appelberg

Carin Ångström-Klevbom

Sötvattenslaboratoriet
170 11 DROTTNINGHOLM

INTRODUKTION

Åldersanalys av fisk tillhör sedan slutet av 1800-talet en av de mest centrala delarna i den ekologiskt inriktade fiskforskningen. Genom god kännedom om fiskens ålder kan grundläggande kunskap om fiskens tillväxt, populationsstruktur och livshistoria erhållas. Inom projektet för uppföljning av kalkningens effekter på fisk vid Sötvattenslaboratoriet upptar åldersanalys en väsentlig del av arbetet. Den metodik som använts hitintills har traditionellt varit inriktad på analys av fjäll hos de flesta arter (t ex mört, braxen, sik, siklöja, öring) och till mindre del på analys av andra strukturer som gällock (abborre) och otoliter (röding). Att fjäll har varit den struktur som föredragits hos de flesta fiskarter (inklusive karpfiskar) beror till stor del på att fjällprovet kan tas i fält utan dissektion av fisken, samt att zoneringsarna är närmast makroskopiska och därför kräver enkla instrument för observation.

Metodikerna att bestämma åldern från fjäll var under lång tid allmänt accepterad att vara en tillförlitlig, rutinmässig, metod för de flesta fiskarter. Tyvärr har metoden inte validerats i tillräcklig grad och många undersökningar har inte tagit i beaktande att fisk kan leva under många år med liten eller obefintlig tillväxt.

Emellertid har allt fler observationer under senare år visat att fjäll underskattar åldern på fisken, speciellt vid höga åldrar (Beamish och McFarlane 1986, O'Gorman et al. 1986). I en över-

sikt över utvecklingen av åldersanalys av fisk under de senaste 15-20 åren ger Beamish och McFarlane (1986) exempel på ett tjugotal arter där det visat sig att ålder skattad från fjäll resulterat i underskattning av åldern jämfört med åldern skattad från t ex fenestrålar, gällock och otoliter. Orsaken till denna underskattning beror på det sätt fjället bildas; man vet att fjällen kan resorberas både under ogynnsamma födoförhållanden och vid leken (Wallin 1957). Dessutom kräver identifieringen av årsringarna en lång erfarenhet av att tyda de karakteristiska i fjällstrukturen som indikerar en vinterring.

Karpfiskars otoliter har ofta ansetts vara svårlästa eller rent av missvisande. Detta har lett till en omfattande mytbildning kring läsningen av otoliter, där det bl a hävdats att lapillus- och asteriscus-otoliterna inte bildar årsringar. Hos icke karpfisker är sagitta-otoliterna stora och platta och har en omväxlande zonerings av transparenta och hyalina ringar som direkt indikerar otoliternas tillväxt under vinter respektive sommar. Lapillus och asteriscus-otoliterna, å andra sidan, är ofta små och syns vara ostrukturerade utan vidare preparering.

Hos karpfisker är sagitta-otoliterna däremot nästan nålformigt smala och kan svårigen prepareras fram utan att brytas av. Både lapillus- och asteriscus-otoliter verkar potentiellt användbara vid åldersbestämning, förutsatt lämplig preparation.

Följande arbete har genomförts i syfte att jämföra två olika strukturer, fjäll och lapillus-otoliter, hos mört att använda vid åldersanalys. För att

kunna utvärdera möjligheterna till rutinmässig användning av metoderna har även tidsåtgången för åldersanalyserna beräknats och jämförts.

MATERIAL OCH METODER

Provfisken med översiktsbottennät genomfördes vid två tillfällen, 890413 och 890503, i östra delen av Mälaren. Totalt fångades ett 100-tal mörtar varifrån ett stratifierat urval om 26 fiskar gjordes för vidare åldersanalys. Urvalet gjordes så att alla fångade storleksklasser skulle vara representerade i materialet för den vidare analysen vilket innebar att de analyserade fiskarnas storlek varierade mellan 7 och 25 cm.

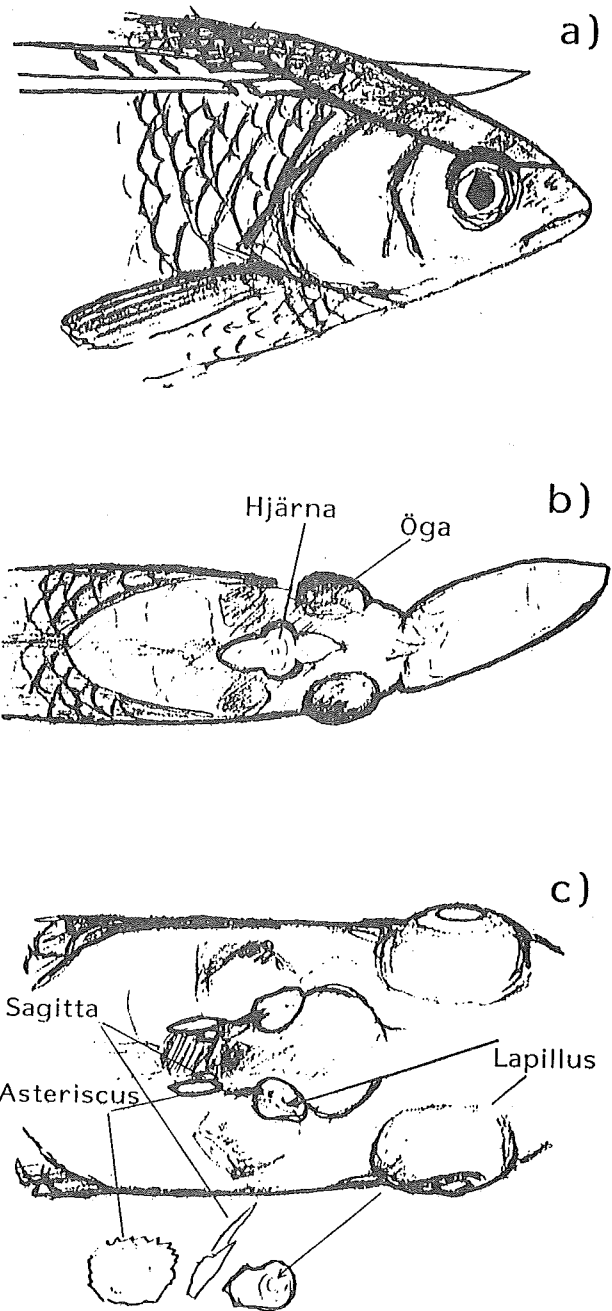
Fisken längdmättes och otoliter (lapillus) samt fjäll plockades ut från alla fiskarna. Ca 10 fjäll togs från fiskens vänstra sida under sidolinjen, mellan buk- och analfenan. Fjäll från denna del av fisken har visat sig variera mer i storlek än fjäll från t ex regionen mellan sidolinjen och ryggfenan (Kempe 1962) men eftersom denna teknik används regelbundet på bl a Sötvattenslaboratoriet valdes detta sätt för att kunna jämföra med tidigare fjällanalyser av mört (Filipsson 1972).

Avtryck av fjällen gjordes genom att pressa fjällen mellan plastplattor. Avtrycken analyserades sedan i Microfische-apparat vid 27 ggr förstoring.

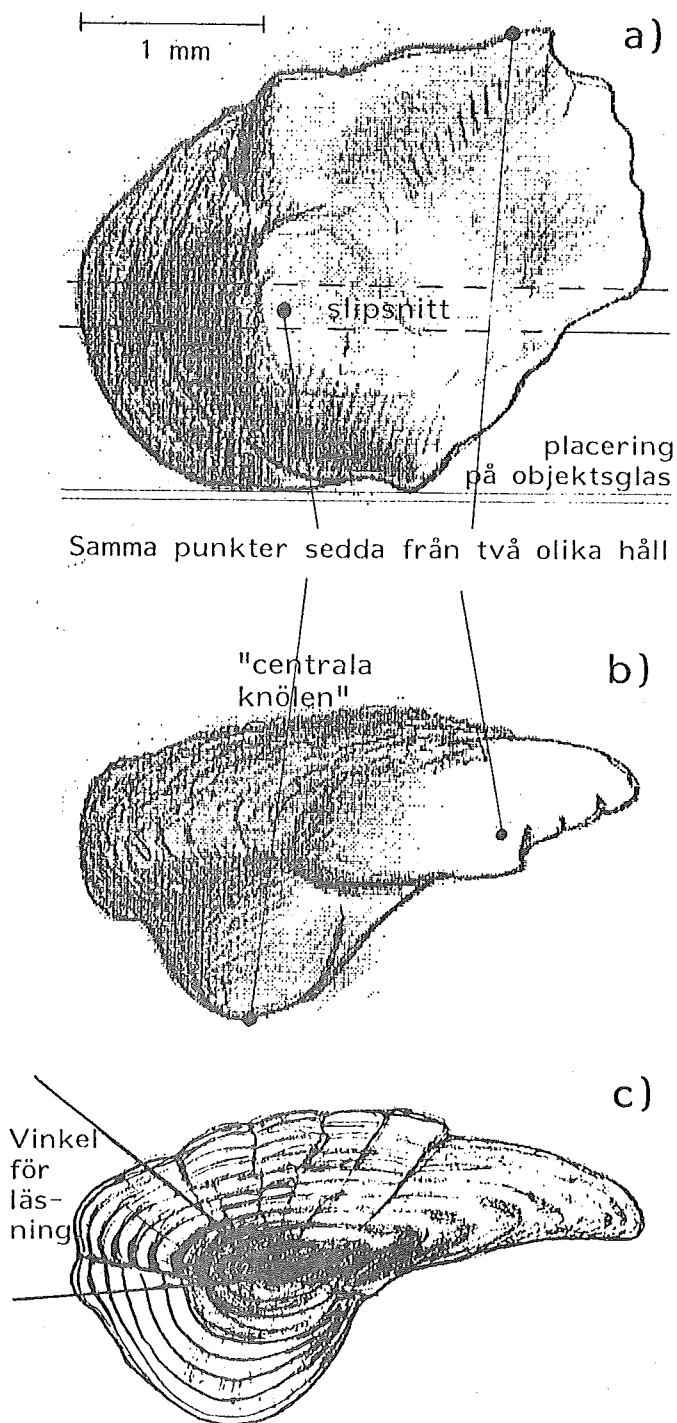
Otoliterna plockades ut genom att, efter friläggning och borttagande av fiskhjärnan, med pincett plocka ut otoliterna (Figur 1). Otoliter från mindre fisk (<10 cm) plockades ut under stereomikroskop.

Otoliterna monterades genom att ett objektglas uppvärmdes till ca 100 °C och smältlack (typ: Lakeside, Buhler) avsattes i en klick på glaset (1 cm diameter och 1 mm tjock). En torr lapillus-otolit ställdes på hökant i mitten av smältlacken (Figur 2) och preparatet kylades till rumstemperatur genom att placera objektglaset på bordsunderlaget i ca 20 sek.

Otoliten slipades sedan på våtslip-papper (carborundum, 1200 grid) och polerades på aluminiumoxid-preparerad



Figur 1. Frampreparering av lapillus-otoliter hos mört.
a) Ett snitt läggs med kniv från nacken ovanför gällockets bakkant genom övre delen av ögonen.
b) Den avskurna skalpen lyfts av och hjärnan tas bort med pincett. Kvarvarande hjärnvävnad kan mycket försiktigt torkas bort med en bit sammanrullat hushållspapper.
c) Lapillus-otoliterna syns nu svagt vita, täckta av en tunn vävnadshinna, och plockas fram med en spetsig pincett från sidorna av hjärnhålans botten. De sista två par otoliter, sagitta och asteriscus, ligger djupare inlagrade i benstrukturena baktill i mörtens huvud.



Figur 2. De utplockade lapillus-otoliterna rensas genom att gnidas med en droppe vatten mellan två fingrar. a) Monteringen sker i uppvärmd, mjuk smältlack på ett objektglas i upprest läge. b) Slipningen sker ned till mitten av otoliten där den är som tjockast från båda sidor av den uppresta otoliten. c) På ett slipsnitt syns årsringarna som mörka, kontrastrika band.

plastfolie (12 μm kornstorlek) samt med aluminiumoxid pasta (0.03 μm). Den första slipningen och poleringen pågick tills en nivå strax över den centrala knölen hade nåtts (Figur 2). Därpå uppvärmdes smältlacken åter, otoliten vändes och slipades/polerades till en tunn skiva.

För att uppnå en förbättrad kontrast etsades den polerade otolitytan i svag saltsyra (0.05 M) i ca 1 min. Det färdiga preparatet analyserades sedan i ljusmikroskop (objektiv 4-10x) i genomfallande ljus.

Analysen av de färdigpreparerade strukturerna gjordes av tre personer oberoende av varandra. Alla tre hade god vana av åldersanalys av fjäll från mört, men var innan försöket helt otränade på att analysera mörtotoliter. Genom att både fjällavtryck och de preparerade otoliterna var märkta med nummer kunde inga jämförelser mellan fjäll respektive otoliter och med data från fisken (t ex längd) göras. Analystiden uppskattades för varje enskilt fjäll och otolit.

För att i någon mån verifiera otolit-analysen lästes otoliterna av en fjärde person som var tränad på analys av otoliter från bl a mört. Tiden för dessa läsningar mättes också.

I tiden som varje analys har tagit har inte preparationstiden räknats in eftersom denna är starkt beroende av hur van man är. Preparering av otoliter (montering, slipning och etsning) kan hos en otränad person ta över en timme, medan en tränad person kan minska tiden till 5 minuter. Inte heller har tiden för prepareringen av fjäll (pressning) medräknats.

RESULTAT

Ålder bestämd från fjäll

Spridningen mellan de tre försökspersonernas åldersuppskattning från mört-fjäll var liten. Av de totalt 26 fiskarna som analyserades var 13 fiskar identiskt bestämda (Tabell 1). Av de övriga 13 var spridningen som mest 2 år. För att se om avvikelserna var beroende av fiskens uppskattade ålder jämfördes standardavvikelsen i ålders-

uppskattningen för varje fisk med medelvärdet av skattningen med hjälp av linjär regression. Det förelåg inte någon signifikant skillnad mellan personernas tolkning som kunde relateras till fiskens uppskattade ålder ($p=0.60$). Exempelvis bestämde alla tre den enligt årsringarna på fjällen äldsta fisken att vara 13 år gammal.

Den genomsnittliga uppskattningen av fjällåldern på alla de analyserade fiskarna var 7.6, 7.7 och 7.7 år för respektive försöksperson. Skillnaderna mellan det högsta och lägsta medelvärdet var ca 2 %. Av detta följer att osäkerheten i tolkningen av observerade årsringar på mörtfjällen i materialet var liten.

Ålder bestämd från otoliter

Hos de färdiga otolitpreparaten förekom ett typiskt mönster av årsringsstrukturer. I centrum av lapillus var kontrasten hög och strukturerna framstod som mörka i ljusmikroskop med genomfallande ljus. De första 1-3 vinter-ringarna kunde identifieras som smala transparenta ringar med ett karakteristiskt starkt ljusbrytande "checkmärke" vid övergången till följande tillväxtsång. Bredden på varje års tillväxtzon var störst vid de lägsta åldrarna. Upp till ca 6 års ålder var varje års tillväxtzon karakteriserad av en viss kontrast, men det ljusbrytande "checkmärket" fick större och större betydelse för identifieringen av årsringen. Vid högre ålder avtog de årliga tillväxtzonernas bredd och föreföll vara nästan transparenta, samtidigt som "checkmärket" framstod som en klar markör av vinterzonen. Längs vissa delar av lapillus minskade årsringsbredden till oläsbarhet vid de högsta åldrarna, det säkraste området för åldersläsning av lapillus, slipad efter ovan angivna anvisningar, gick från centrum mot otolitens tjockaste del (Figur 2).

Trots att spridningen mellan försökspersonernas otolitläsningar var större än för fjällanalyserna var 10 av de 26 fiskarna identiskt bestämda av de 4 personer som läste otoliter (Tabell 1). Genomsnittlig ålder för alla fiskar var 8.9, 8.7 och 9.0 för de tre personer som också läste fjäll. Den fjärde per-

Tabell 1. Uppskattad ålder hos de 26 mörtar som analyserats av de 4 försökspersonerna vid analys av fjäll respektive otoliter.

Fisk nr	Fjällålder			Otolitålder			
	1	2	3	1	2	3	4
1	9	10	10	11	11	12	10
2	11	10	12	16	16	16	16
3	8	8	8	10	11	10	8
4	10	9	9	16	12	17	17
5	9	9	8	8	10	12	11
6	9	9	9	10	11	10	11
7	8	10	9	9	10	9	9
8	9	9	9	11	11	10	10
9	8	10	9	9	9	9	9
10	13	13	13	16	15	16	17
11	7	7	7	6	6	6	6
12	10	11	10	10	9	10	9
13	8	8	7	11	10	11	11
14	7	7	7	7	7	7	7
15	7	7	7	7	7	8	7
16	5	5	5	5	6	5	5
17	8	8	7	10	10	10	10
18	10	10	10	10	10	10	10
19	9	10	10	11	11	11	11
20	11	11	11	15	15	17	17
21	3	2	2	3	2	2	2
22	3	2	2	2	2	2	2
23	4	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	4	2	2	2
25	5	5	5	5	5	5	5
26	5	5	5	6	5	5	5

sonen, som var mer van vid otolitanalyser, fick den genomsnittliga åldern till 8.8 år. Den största skillnaden mellan personernas uppskattningar var 4% och skillnaderna var inte signifikanta (ANOVA).

Till skillnad från åldersuppskattningarna av fjällen var osäkerheten i läsningen av otoliterna till viss del beroende av fiskens ålder. En linjär regression av standardavvikelsen mellan de olika personernas uppskattning av varje enskild fisk och medelvärdet på åldersuppskattningarna visade att spridningen ökade något med stigande ålder ($p=0.05$).

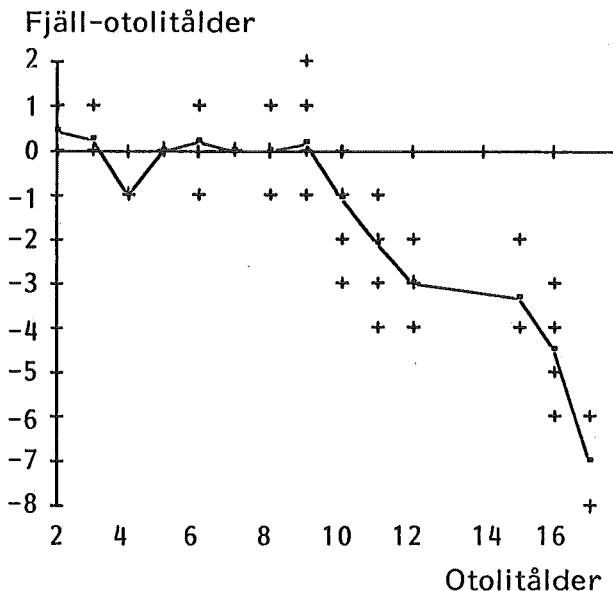
Jämförelse av åldersuppskattningar från otoliter och fjäll

Fiskens ålder uppskattad från fjäll skiljde sig till en del jämfört med åldern uppskattad från otoliter. Då skillnaden mellan otolitålder och fjällålder beräknades befanns att skillnaden ökade med en ökande ålder på fisken (Figur 3). Spridningen i uppskattningarna kan delas upp på två faktorer; dels på spridningen orsakad

av osäkerheten i läsningarna mellan försökspersonerna (läsfelet), dels på spridningen som orsakas av att olika antal årsringar observerades i fjäll och otoliter från samma fisk.

Eftersom resultaten av läsningarna indikerade att skillnaden mellan fjäll och otolitålder ökade när fisken nått en viss ålder (Figur 3) ansågs att en kombination av två olika regressionslinjer kunde beskriva sambandet mellan de två typerna av åldersuppskattningar. En regressionslinje anpassades till de åldrar där det rådde samstämmighet mellan de båda åldersuppskattningarna (unga fiskar), den andra regressionslinjen anpassades till de åldrar där uppskattningarna divergerade (äldre fiskar).

Sambandet mellan fjällåldern minus otolitåldern (fjällåldersfelet) och otolitåldern beskrevs med två linjära regressioner för de data som återges i Tabell 1. Genom att flytta skärningspunkterna för linjerna från otolitålder 2 och successivt uppåt kunde de två ekvationer som minimerar kvadratsummorna beräknas. Med denna procedur har man hittat de två räta linjer som bäst



Figur 3. Den genomsnittliga skillnaden mellan fjäll- och otolitålder (fjällåldersfelet) avsatt mot otolitåldern för varje fisk. Medelvärdena är angivna som en linje.

beskriver sambandet mellan otolitåldern och fjällåldersfelet. De två bästa ekvationerna erhöles om linjerna skär varandra vid 11 år (otolitberäknet) (Figur 4).

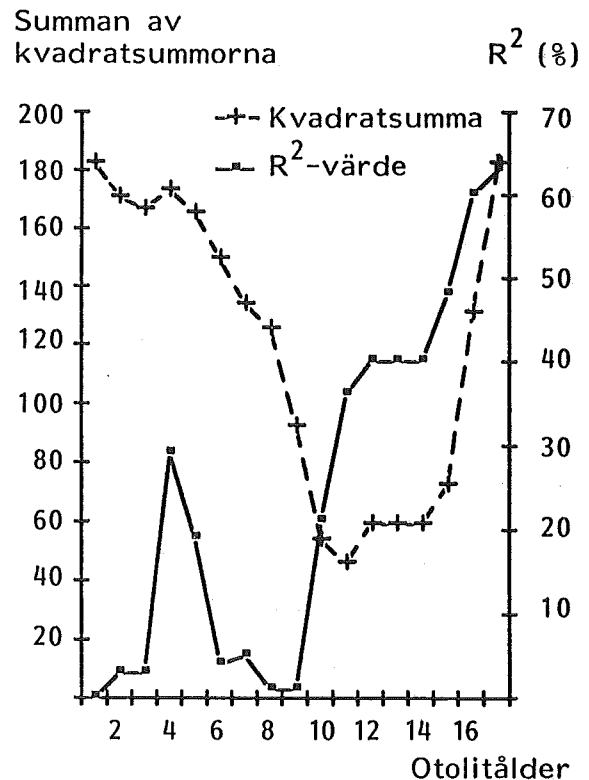
1. Ekvationen för fisk av åldern 2-11 år:

$$\begin{aligned} (\text{Fjällåldersfelet}) &= \\ &= -1.177 + 0.229 * (\text{Otolitålder}) \\ (p < 0.0001, R^2 &= 0.36) \end{aligned}$$

2. Ekvationen för fisk av åldern 12-17 år:

$$\begin{aligned} (\text{Fjällåldersfelet}) &= \\ &= -4.447 + 0.579 * (\text{Otolitålder}) \\ (p < 0.025, R^2 &= 0.35) \end{aligned}$$

Emellertid var den första ekvationen den som beskrev sambandet mellan otolitålder och fjällåldersfelet under de 11 första åren - inte helt parallell med X-axeln vilket den skulle vara om det inte förelåg något samband mellan



Figur 4. Summan av de två kvadratsummorna som beräknats vid de successivt utförda linjära regressionerna. R^2 -värdena för den regressionslinje som beräknats för de yngsta fiskarna är också angivna.

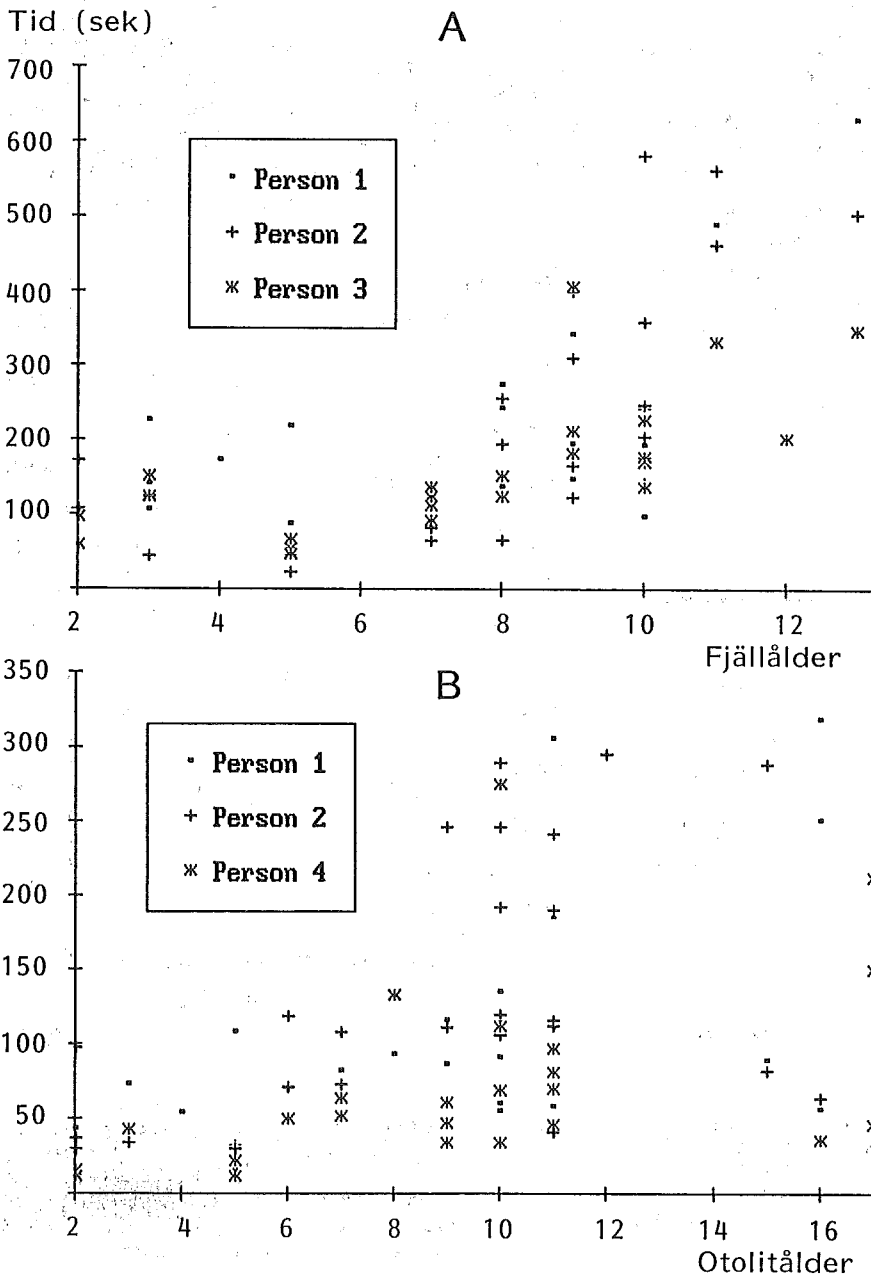
fjällåldersfelet och otolitålder under denna period. Detta beror på att fjällens årsringar inte slutar att bildas vid en viss bestämd ålder hos alla individer.

Detta framgår också av de i Figur 4 återgivna R^2 -värdena för de regressioner som succesivt beräknats då fisk av åldern 2, 3, 4 år osv. inkluderats i regressionen. Från att ha varit låga (undantaget vid 4 och 5 år) så steg R^2 -värdena markant vid 10 års ålder. R^2 -värdena beskriver hur mycket av variationen av skillnaderna i antalet årsringar mellan otoliter och fjäll som kan förklaras av fiskens ålder. Detta innebär att t o m 9 års ålder var spridningen oberoende av åldern

(dvs den beror på spridningen orsakad av läsefelet), medan den efter 10 års ålder berodde på att fler årsringar återfanns på otoliterna jämfört med fjällen.

Jämförelse av analys tiden mellan de två strukturerna

Den genomsnittliga tiden för analys av fjäll (medelvärde \pm standardavvikelse) var 213 ± 133 sek, 211 ± 133 sek och 161 ± 90 sek/fjäll för respektive försöksperson. Som framgår av Figur 5 ökade tiden för analysen signifikant med uppskattad ålder på fjället (linjär regression, $R^2=0.41$, $p<0.0001$) (Figur 5).



Figur 5.

Tidsåtgången (i sekunder) för analys av fjäll och otoliter för respektive försöksperson. Prepareringstiden är inte medtagen. A) fjäll och B) otoliter.

Läsningen av otoliterna gick snabbare jämfört med läsningen av fjällen (Figur 5). I genomsnitt åtgick 114 sek för varje otolit. För de respektive försökspersonerna, för vilka tiden mättes, var de genomsnittliga analysiderna 99 ± 79 sek, 128 ± 88 sek och 68 ± 63 sek/otolit. Även vid läsning av otoliter ökade analysiderna med åldern på fisken (linjär regression, $p < 0.0001$, $R^2 = 0.26$).

Analysiderna för otoliter var signifikant kortare, oavsett om den person som var van vid otolitanalys medräknades eller inte ($p < 0.0001$, ANOVA). I genomsnitt gick otolitläsningarna drygt 1 minut snabbare per fisk. I denna tid var emellertid inte tiden för preparationen inräknad. Prepareringen av otoliter är mer tidsödande, även för en van person, än preparationen av fjäll.

DISKUSSION

Det är uppenbart att åldern hos gamla mörtar avläst från fjäll understiger åldern som bestämts från otolitsnitt. Vid en ålder mellan 10 och 13 år, bestämd från otoliterna, upphörde samstämmigheten med årsringsbildningen i fjällen i det föreliggande materialet. Detta kan förutsättningslöst tolkas antingen som att fjällåldern är rätt och att gamla mörtar bildar falska vinterringar i lapillus-otoliterna, eller som att otolitåldern är rätt och fjällen slutar bilda årsringar hos gamla mörtar. Det är därför viktigt att på något sätt verifiera åldersbestämningar från fiskars hårda strukturer.

Slutsatsen från Hansens (1978) studier av åldersbestämning av mört visade också att användandet av gällock för åldersbestämning av mört var att föredra jämfört med fjäll. Hans bedömning grundade sig på att fjällen understödde åldern hos gamla fiskar jämfört med gällocken.

Det föreliggande materialet är preliminärt och kommer att utökas med fiskar fångade vid successiva tillfällen under 1989. Bredden på den yttersta zonen i lapillus, från vinterringen till periferin, kommer då att mätas och avbildas mot fångstidpunkten. Om ett starkt samband mellan tid och zon-

bredd, relativt till den näst sista hela årszonen, uppkommer kan man anta att vinterringen bildas varje år hos alla individer. En sådan verifiering har nyligen företagits hos mört från andra populationer fångade under två successiva år (Mosegaard och Meili opubl.). Materialet visade på en säker årlig bildning av vinterringar i lapillus liknande den som beskrivits här. I det här redovisade materialet från Mälaren har vinterringar i lapillus från och med ca 6 års ålder samma typiska utseende hos alla individer, vidare är ringarna helt jämförbara med ovannämnda referensmaterial (Mosegaard och Meili opubl.). Man kan sålunda med viss sannolikhet anta att de observerade strukturerna i mört-lapillus avspeglar fiskens verkliga ålder även i Mälarpopulationen.

Skillnaderna mellan ålderbestämningarna från de två metoderna beror sannolikt på hur tillväxten i fjäll respektive otoliter styrs fysiologiskt. Fjällen kan anses tillhöra fiskens "dynamiska pool" av vävnader, tillväxten i fjällen är därför nära kopplad till fiskens somatiska (kroppsliga) tillväxt (Ottaway och Simkiss 1977) och en resorption kan observeras under vissa former av näringsbrist. Wallin (1957) visade att då mört utfodrades med en vitamin-D-fattig diet, kunde en tydlig resorption av fjällen noteras inom tre veckor. Eftersom även kontrollfiskarna resorberade fjällen till en del drog han slutsatsen att det var metabolismstörningar (t ex orsakade av en temperaturförändring) som orsakar denna resorption.

Till skillnad från fjällen bildas otoliterna genom en extracellulär sekretion av kalk och organiskt material, en process som styrs av fiskens basalmetabolism (Mosegaard et al. 1988). I motsats till fjällen fortsätter otoliterna att bildas under svält och även vid negativ, somatisk, tillväxt (Mosegaard opubl. material). Otoliter anses inte kunna resorberas i levande fiskar (Campana och Neilson 1985).

I den studerade mörtpopulationen från Mälaren fanns en god överensstämmelse mellan de två metoderna för åldersbestämning hos fiskar yngre än 10 år. I en tidigare studie av mörtpopulationer

bl a från Mälaren ansåg Kempe (1962) att fjällens årsringar stämde väl överens med fiskens sanna ålder. Till skillnad från många andra studier validerade Kempe sina åldersbestämningar med material av känd ålder uppdragna i dammar, med rika årsklasser samt med fisk från rotenonbehandlade vatten. Emellertid tycks inte fisk äldre än 10-12 år ha ingått i denna validering och några slutsatser om äldre fiskars ålder kan därför inte dras.

Överensstämmelse mellan ålder bestämd från fjäll och otoliter behöver emellertid inte förekomma hos unga fiskar från andra populationer eller arter. Ett ofta förekommande fel i fjällåldern från laxfiskar är att en första årsring inte kan identifieras och åldern hos delar eller hela populationen riskerar att underskattas med ett år (Jensen och Johnson 1982). Genom att utnyttja otoliter för åldersbestämning kan ett sådant fel elimineras.

Mikrostrukturer som indikerar daglig otolittillväxt finns upp till mellan 2 och 3 års ålder i lapillus hos mört. Genom ändringar från kraftig kontrast till transparens och minskning i dagringsbredden kan de första vinter-ringarna identifieras med säkerhet.

En implikation av förhållandet mellan antalet bildade vinterringar och fiskens sanna ålder är strukturernas användbarhet för att beskriva fiskens tillväxt. Man kan utifrån fjällens koppling till tillväxten och otoliternas koppling till basalmetabolismen förvänta sig att fjällen är bättre lämpade än otoliterna för en direkt tillbakaräkning av storlek vid en viss ålder. Sålunda har ett exponentiellt samband mellan längden på mört och fjällradien erhållits från Marvikens skärgård, 11 mil söder om Stockholm (Thoreson 1979). Det är därför viktigt att insamla både otolit- och fjällmaterial för att erhålla så fullständig information om fiskens livshistoria som möjligt. Generellt kan fjällåldersmetodiken starkt ifrågasättas, särskilt vad gäller gamla fiskar med avtagande tillväxt, och som ett minsta krav måste sambandet mellan sann ålder och fjällåst dito verifieras med minst en oberoende metod.

ERKÄNNANDEN

Slutligen vill vi tacka Eva Bergstrand och Birgitta Niejahr vid Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, för åldersanalyserna. Arbetet har utförts inom Kalkningsprojektet vid Sötvattenslaboratoriet, som finansieras av Statens Naturvårdsverk.

REFERENSER

- Beamish, R. J. och G. A. McFarlane. 1986. Current trends in age determination methodology. p. 15-42. Ur: Age and Growth of Fish (ed. R. C. Summerfelt och G. E. Hall). Iowa State Univ. Press, USA.
- Campana, S. E. och J. D. Neilson. 1985. Microstructures of fish otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42:1014-1032.
- Filipsson, O. 1972. Sötvattenslaboratoriets provfiske- och provtagningsmetoder. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (16). 26 p.
- Hansen, L. P. 1978. Age determination of roach, *Rutilus rutilus* (L.) from scales and opercular bones. Arch. fur Fishereiwissenschaft 29:93-98.
- Jensen, A.J. och B.O. Johnson. 1982. Difficulties in ageing Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) from cold rivers due to lack of scales of year rings. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:321-325.
- Kempe, O. 1962. The growth of the roach (*Leuciscus rutilus* L.) in some Swedish lakes. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 44:42-104.
- Mosegaard, H., H. Svedäng och K. Taberman. 1988. Uncoupling of somatic and otolith growth rates in arctic char (*Salvelinus alpinus*) as an effect of differences in temperature response. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:1514-1524.
- O'Gorman, R., D. H. Barwick och C. A. Bowen. 1986. Discrepancies between ages determined from scales and otoliths for alewives from the Great Lakes. p. 203-211. Ur: Age and Growth of Fish (ed. R. C. Summerfelt och G. E. Hall). Iowa State Univ. Press, USA.

- Ottaway, E. och K. Simkiss. 1977. A technique for measuring the instantaneous growth rate of fish scales. J. Zool., London. 181:407-419.
- Thoresson, G. 1979. The body/scale relationship in roach, *Rutilus rutilus* (L.) from a Baltic archipelago. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 58:184-192.
- Wallin, O. 1957. On the growth structure and development physiology of the scale of fishes. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 58:385-447.

ENGLISH SUMMARY: DIFFERENCES IN AGE DETERMINATION OF ROACH USING SCALES AND OTOLITHS

Age determination from scales have been used as a routine method for several species in Swedish fresh water studies of fish.

However, the errors in use of scales for age determination has been stressed during the last decades.

In order to compare the use fullness of scales and otoliths in age determinations of roach (*Rutilus rutilus*), scales and prepared otoliths (lapillus) from 26 roach from Lake Mälaren were age determined during spring 1989. The

method for sampling and preparation of lapillus otoliths from roach is described. Three persons analyzed the scales and otoliths independently and the time for the analyzes were noted.

A comparison between the age determination from the two structures revealed that the reading error was small for both scales and otoliths. The time expenditure for analyzing scales was significantly longer compared to the time for otolith reading, however, the time for preparation was not included.

Scale age strongly underestimated the age of old roach compared to the otoliths. Fish older than 10-11 years did show yearly structures on the otoliths but not on the scales. This is possibly due to scale formation being coupled to somatic growth, whereas otolith growth is determined by basal metabolism of the fish.

It is concluded that age determination of roach, based on scale readings, may result in large errors, especially for old fish. However, scales may be used for back-calculation of growth and it is suggested that both scales and otoliths have to be sampled and analyzed in order to obtain all adequate information on the life history of the roach.

Fiskar, fiske, fiskodling och fiskforskning i Ungern

Lennart Nyman

Sötvattenslaboratoriet
170 11 DROTTNINGHOLM

INLEDNING

Ungern är ungefär 1/5 så stort som Sverige (drygt 93 000 km²) och har ca 10 milj invånare. Landet är alltså tätt befolkat och uppodlat. Det ligger i sin helhet inom det s k Karpatiska bäckenet, vilket avvattnas till Svarta Havet genom Donau. Naturliga sjöar inom detta flacka bäcken är få och grunda, men en del når betydande storlek, t ex Balaton med 596 km², Neusiedler See (Fertö) med 280 km² och Velence med 26 km². Medeldjupet i Balaton är bara 3 m, med ett största djup av 11 m. Varma källor och avloppslösa natron-sjöar finns också, men bortsett från vidsträckt sumpområden finns vattenbiotoperna till övervägande del i form av rinnande vatten. Som kuriosa kan nämnas att landets djupaste sjö, 38 m, är en endast 5.2 ha stor varm källa (32°) som utnyttjas som en gigantisk hälsobrunn (att bada i) (Biró 1984).

De rinnande vattnen har starkt modifierats av hänsyn till jordbruk, kommunikationer och som recipienter för avloppsvatten från all mänsklig verksamhet. Kanalisering, dammar, föroreningar, övergödning och konstbevattning har alltså starkt minskat möjligheten för fisk-

faunan att utbreda sig, fly undan eller anpassa sig till de nya påverkade biotoperna.

I Svensk Uppslagsbok (1951) står att "Vattendragen äro rika på fisk", dvs det står som vanligt ingenting om fiskfaunan. Redan 1913 skedde en mycket noggrann redovisning av fiskfaunans sammansättning (Vutskits 1913) - på ungerska och latin - och 62 arter beskrevs till sin utbredning. Nutida undersökningar nämner 82 arter (Pintér 1987) eller 84 (Botta and Keresztessy pers.comm.). Skillnaden beror inte endast på att systematiker splittrat upp "gamla" arter i flera nya, utan reflekterar en ofta medveten introduktion av helt nya arter till landet.

I det följande ska vi se hur dessa arter utnyttjas som odlings- eller fångstobjekt, och vad man gör för att "berika" och bevara den ungerska fiskfaunan.

FISKAR

Av de drygt 80 arterna av fisk dominerar karpfiskar och abborrfiskar. 31 arter anses ha ekonomisk betydelse. Dessa kan indelas i tre klasser, a) primära marknadsfiskar, b) sekundära marknadsfiskar och c) marginella marknadsfiskar.

Inom kategori a) finns t ex vanlig



karp och sutare bland de inhemska arterna, samt introducerad big-head, silver och gräskarp. Barb, sterlett, gös, mal, gädda, asp, ål, regnbåge och stormunnad bass tillhör samma kategori. Till kategori b) räknas braxen som helt dominerande, samt en rad andra karpfiskar som björkna, guldfisk, mört, id och färna. Även introducerad amerikansk mal räknas hit. Kategori c) har en, ur svensk synpunkt, märklig sammansättning: öring, sarv, löja, vimma, ruda, abborre och skärkniv (Dobrai & Pékh, odaterad).

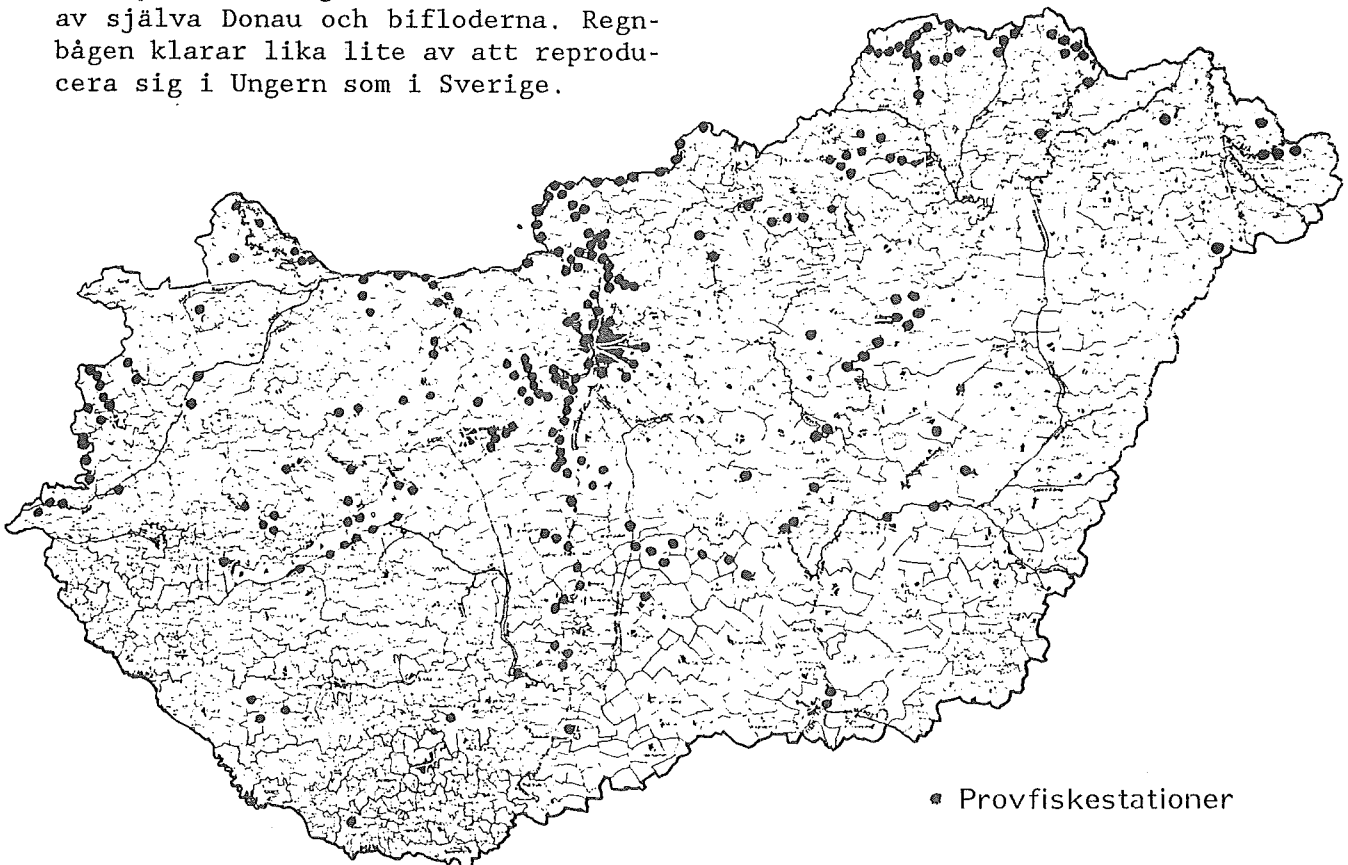
Som nämnts är många arter introducerade. Sedan sekelskiftet har åtminstone 18 arter berikat landet. Nio av dem har systematiskt introducerats, fem har inplanterats omedvetet och bara fyra har immigrerat av sig själv (Pintér 1980, Tóth & Bíro 1984).

Många av dessa exotiska amerikanska och ostasiatiska fiskar har anpassat sig mycket väl. En amerikansk solabborre (*Lepomis gibbosus* L.) finns i praktiskt taget alla vattensamlingar, men aldrig som dominerande art. En amerikansk mal (*Ictalurus nebulosus* Le Sueur) förekommer mycket rikligt i de nedre delarna av själva Donau och bifloderna. Regnbågen klarar lika lite av att reproducera sig i Ungern som i Sverige.

När de kinesiska karporna introducerades direkt från Kina fick Ungern en rad oönskade arter med på köpet. Av dessa förekommer nu *Pseudorasbora parva* Schlegel rikligt. Av de arter som själva nått Ungern i sen tid finns guldfisk, storspigg och en goby (*Neogobius fluviatilis* Pallas). Sik har tydligen släppt sig nerströms från tjeckiska odlingar. De arter som aktivt inplanteras men inte kan reproducera sig i Ungern är de tre kinesiska karparterna samt ål, den sistnämnda sätts ut i Balaton, de andra odlas.

Utbredningen av fiskarterna i Ungern har kontrollerats ganska ofta (Berinkei 1966, Pintér 1987, Botta et al. 1984, 1987, Keresztessy 1987, Botta och Keresztessy 1988). Speciellt den sistnämnda, som presenterades i form av en poster vid CEIs symposium i Budapest 1988 bygger på en mycket imponerande inventering.

Författarna har samlat in fisk vid 582 tillfällen från 234 lokaler (Figur 1) under perioden 1979-88. De använde såväl olika nätredskap som elfiske. 74 arter fångades, varav 6 var nya när det



Figur 1. De 234 lokaler som provfiskats av Botta och Keresztessy under åren 1979-88. Som synes saknas provtagningar nära den rumänska gränsen i sydost och ytterst få är gjorda nära den jugoslaviska gränsen i sydväst.

Uppgifter om förekomst och populationsstorlek

Ekologisk kategori

	Förekommer i stort antal och med stor spridning	I stort antal men få lokaler	Växande population	"Expanderande"	Trolig förekomst	Populationen ökad genom introduktion	Blir alltmer sällsynt	Sällsynt	Sporadisk	Tillfällig förekomst	Inte verifierad i Ungern	Brett ekologiskt spektrum och allmän förekomst	Brett ekologiskt spektrum men sällsynt	Smalt ekologiskt spektrum men förekommer i stort antal	Smalt ekologiskt spektrum och sällsynt
Gobio gobio (sandkrypare)	x											x			
Gobio uranoscopus											x				
Gobio kessleri								x	x						x
Gobio albipinnatus		x												x	
Pseudorasbora parva	x		x									x			
Barbus barbus	x													x	
Barbus meridionalis petenyii							x		x					x	
Chalcalburnus chalcoides mento											x				
Alburnus alburnus (benlöja)	x		x									x			
Alburnoides bipunctatus		x					x							x	
Blicca bjoerkna (björkna)	x		x									x			
Abramis brama (braxen)	x											x			
Abramis sapa							x								x
Abramis ballerus (faren)		x					x							x	
Vimba vimba (vimma)		x					x							x	
Pelecus cultratus (skärkniv)		x					x							x	
Rhodeus sericeus amarus	x		x									x			
Carassius carassius (ruda)		x					x						x		
Carassius auratus gibelio		x	x									x			
Carassius auratus auratus						x		x	x						x
Cyprinus carpio (karp)	x					x						x			
Carassius auratus x Cyprinus carpio						x		x	x						
Hypophthalmichthys molitrix		x				x						x			
Aristichthys nobilis		x				x						x			
Nemacheilus barbatulus (grönling)		x										x			
Cobitis taenia (nissöga)	x											x			
Cobitis/Sabanejewia/aurata balcanica								x	x						x
Misgurnus fossilis		x						x	x					x	
Silurus glanis (mal)		x										x			
Ictalurus nebulosus		x					x							x	
Ictalurus punctatus								x		x					x
Ictalurus melas								x	x						
Anguilla anguilla (ål)		x				x							x		
Lota lota (lake)		x					x							x	
Gasterosteus aculeatus (storspigg)			x	x				x							x
Gambusia affinis		x								x				x	
Xiphophorus helleri						x		x	x						x
Poecilia sphenops x P. velifera						x		x	x						x
x P. latipinna x P. petenensis															
Poecilia reticulata						x		x	x						x
Micropterus salmoides						x	x	x	x						x
Lepomis gibbosus	x		x									x			
Stizostedion lucioperca (gös)		x				x						x			
Stizostedion volgensis		x					x							x	
Perca fluviatilis (abborre)		x					x					x			
Zingel zingel							x	x	x						x
Zingel streber		x					x	x	x					x	
Gymnocephalus cernuus (gärs)	x											x			
Gymnocephalus schraetzer		x	x											x	
Gymnocephalus baloni			x					x							x
Proterorhinus marmoratus		x	x	x								x			
Neogobius fluviatilis							x		x				x		
Neogobius kessleri						x					x				
Cottus gobio (stensimpa)							x	x	x						x
Cottus poecilopus (bergsimpa)											x				

men något verkligt faunaskydd i form av reservat eller motsvarande finns inte. Arten skyddas inte sin biotop. Ytterligare ett problem är, att det råder förvirring angående vilka arter som i själva verket behöver skyddas. En regeringstjänsteman sammanställde en lista på 17 arter (Tabell 2a), en forskare som aktivt arbetar med inventering och skydd av fiskfaunan angav också 17 arter, men lustigt nog inte helt samma (Tabell 2b). Tre arter på vardera listan saknades hos den andra. Inte heller de latinska beteckningarna överstämde helt. På "regeringslistan" saknas en goby samt storspigg, och medan bergssimpan upptas som skyddad i a-listan och stensimpan inte nämns, gäller det omvända för b-listan! "Regeringslistan" upptar även två karpfiskar som saknas i b-listan.

En märklig skillnad mellan Ungern och Sverige när det gäller behovet av skydd är att ungrarna åsätter varje hotad fiskart ett s k teoretiskt värde, som inte har något med saluvärdet att göra. Donaulaxen (*Hucho hucho*) får t ex endast ett värde om 300 Forint per

fisk medan den lilla hundfisken (*Umbra krameri*) anses "värd" 1 000 Forint i likhet med medelhavsbarben (*Barbus meridionalis*). Med tanke på förorenings-situationen i Ungern är det symptomatiskt, att åtminstone 11 av de hotade arterna kan klassificeras som bottenlevande - botten-sedimenten är hårt belastade av toxiska utsläpp.

Som framgår av de svenska namnen på arterna i Tabell 1 (36) har vi alltså en mycket stor del av vår sötvattensfauna gemensam med det kontinentala Ungern. När det gäller sällsyntheten finns dock stora skillnader. Nordligare arter som harr, sik och siklöja är sällsynta i Ungern, och detsamma gäller stäm, sten- och bergsimpa. Arter som däremot är sällsynta i Sverige men vanliga i Ungern är t ex asp, groplöja, sandkrypare, faren, skärkniv och mal.

Om vi återvänder till Tabell 2 och de skyddade arterna i Ungern, finns några arter som har gemensamt intresse, t ex nissöga, grönling och stensimpa. De två förstnämnda är sällsynta i Sverige och har inventerats inom ramen för Projekt Artedi under senare år. Detta

Tabell 2. Fiskarter som åtnjuter juridiskt skydd enligt a) en regeringstjänsteman, och enligt b) en forskare med fiskinventering som specialitet.

a)	b)
<i>Umbra krameri</i>	<i>Umbra krameri</i>
<i>Barbus meridionalis petényi</i>	<i>Barbus meridionalis petenyii</i>
Aspro zingel	Zingel zingel
Aspro streber	Zingel schraetzer
<i>Cottus poecilopus</i>	-
<i>Cobitis aurata balcanica</i>	<i>Sabanejewia aurata balcanica</i>
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	<i>Nemachilus barbatulus</i>
<i>Cobitis taenia</i>	<i>Cobitis taenia</i>
<i>Misgurnus fossilis</i>	<i>Misgurnus fossilis</i>
<i>Hucho hucho</i>	<i>Hucho hucho</i>
<i>Eudontomyzon danfordi</i>	<i>Eudontomyzon danfordi</i>
<i>Gobio uranoscopus</i>	<i>Gobio uranoscopus</i>
<i>Gobio albipinnatus</i>	<i>Gobio albipinnatus</i>
<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	<i>Gymnocephalus schraetzer</i>
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	-
<i>Proterorhinus marmoratus</i>	<i>Proterorhinus marmoratus</i>
<i>Leuciscus souffia agassizi</i>	-
-	<i>Gobio kessleri</i>
-	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
-	<i>Cottus gobio</i>

projekt stöds ekonomiskt av WWF (World Wide Fund for Nature) och planeras genom en allsidigt sammansatt styrgrupp. Ett av målen med gruppens arbete är att föreslå åtgärder för att öka numerär och utbredning, dvs trygga arternas fortlevnad i Sverige. Jag fick möjlighet att diskutera dessa frågor med ungerska kollegor (juli 1988). När det gäller nissöga och grönling tror man att populationerna är större och arten vanligare än vad inventeringar visat. Inga direkt vårdande åtgärder, andra än det juridiska skyddet, har vidtagits, men man är ense om att de förekommer i rent vatten, varför föroreningskontroll är ett grundläggande krav. Grönling ansåg man vara viktig att introducera i öringbiotoper eftersom grönlingen tydligen ger en "balanserad" fiskfauna. Arten uppges vara en viktig föda för stor öring, och grönlingar kontrollerar andra fiskarter genom äta deras rom och nykläckta yngel. Även storspiggen anser man vara en indikator på rent vatten.

Såsom sagts tidigare räcker det givetvis inte att ge de hotade fiskarterna ett juridiskt skydd mot fångst, utan den enda långsiktiga åtgärd som kan garantera en arts fortbestånd är att skapa ett skydd för den miljö arten lever i. Detta är både speciellt svårt och speciellt angeläget i länder som Ungern, där de föroreningspåverkade och kanaliserade vattendragen är den helt dominerande fiskbiotopen. Inom de av människan starkt negativt påverkade slättområdena som är uppodlade, industrialiserade och tätbefolkade utgör konkurrensen om vattnet en starkt begränsande faktor för möjligheten att skapa naturreservat till skydd för små, relativt okända fiskar, som dessutom saknar ekonomisk betydelse.

En tredje art som omfattas av Projekt Artedi är mal. Denna art, som i Sverige bara existerar i tre tynande populationer (Nathanson 1987), är allmän i Ungern. Malen är viktig både som fiskevårdande art i mångartsbestånd, som sportfiskeobjekt, som mål för yrkesfisket, och därmed också som odlingsobjekt för att göra förstärkningsutsättningar i naturvatten. Den omfattande litteraturen om mal i Ungern är sammanfattad av Pintér (1982). Om vi ser

till de skyddsåtgärder som antagits i andra länder anses både minimimått och fredningstider behövliga, liksom skapandet av skyddade lekområden. Som första steg att öka populationernas storlek sker utsättningar av yngel som kläckts i odling. Därefter bör lekområdena skyddas genom vad som kan liknas vid naturreservat, och slutligen anser man att minimimåttet bör sättas till 90 cm. Dessa generella åtgärder för centraleuropeiska malbestånd har föreslagits av Lelek (1980).

De exotiska fiskarterna

Som framgår av Tabell 1 finns många exotiska fiskar i Ungern. Självfallet har vissa av dem inneburit stora förändringar i artsammansättning och konkurrensförhållanden inom fiskfaunan. De arter som av klimatologiska eller andra skäl inte kan reproducera sig men har stor betydelse som fångstobjekt, t ex ål, regnbåge och gräskarp behandlas inte här, eftersom varje olägenhet med deras introduktion kan brytas genom att utsättningarna upphör. Nämnas kan dock, att faktiskt gräskarp och storkhuvudkarp reproducerat sig naturligt inom Tizas vattensystem (Pintér 1980).

Pseudoraspora parva, från Kina, har under de senaste 20 åren utbredd sig inom hela låglandsområdet. Genom sin reproduktionskapacitet anses den utgöra ett stort problem i fiskdammar där andra arter odlas.

Carassius auratus gibelio och *C. auratus auratus*, dvs silver-ruda och guldfisk hybridiserar ofta med ruda, och hybridsvärmarna är ett problem i fiskodlingar.

Tre nordamerikanska arter ställer också till visst besvär. Solaborre (*Lepomis gibbosus*) har en ganska begränsad utbredning, vilket anses bero på att den hålls efter effektivt av rovfisk (Pintér 1980). Även stormunnad bass (*Micropterus salmoides*) finns bara på ett fåtal lokaler. Den tycks begränsas av att väderleken i Ungern under dess lekperiod är så växlande att lekutfallet blir dåligt. Den tredje arten, som enligt Tabell 1 eg är tre, kan generellt kallas för amerikansk mal (släktet *Ictalurus*).

Dessa arter har invaderat sumpområdena

längs de större floderna, och utgör där ett viktigt fångstobjekt i konkurrens med inhemsk gädda och gös.

FISKE

Sportfisket

Ungefär 3% av befolkningen i Ungern anges officiellt som sportfiskare alltså ca 300 000. De är organiserade i ca 800 föreningar. I vissa regioner, t ex runt Balatonsjön, finns både verkställande kommittéer och en direkt anknytning till länsorganen. Nationellt samordnas alla sportfiskare inom MOHOSZ, som sorterar under jordbruksdepartementet.

Den vanliga karpnen anses som den viktigaste sportfisken, officiellt svarar den för 48% av fångsten (Dobrai & Pékh, odaterad). Även gräskarpnen är en populär sportfisk. Gös och gädda är också populära, och båda planteras ut som yngel i hopp om att hålla den fångstbara delen av populationen stor. Även karpfisken asp odlas till yngel och sätts ut som sportfiskeobjekt. Braxen, björkna, mört, id och färna fiskas också, med braxen som den dominerande arten. Abborre och öring, som båda finns naturligt i Ungern, är hårt trängda av föreningar och konkurrens från karpfiskar, och har endast mycket lokal betydelse för sportfisket. På servicesidan kan man notera att fisketillstånd antingen kan köpas centralt hos MOHOSZ i Budapest, men också lokalt, t ex vid turistkontor och hotell runt Balaton. MOHOSZ har också gett ut en sportfiskekarta över Ungern. Den innehåller information om fisket, vilken service som kan fås och var man kan bo.

Utlänningar behöver inte registrera sin fångst, men det kan vara av intresse att veta att en ungersk sportfiskare fångar ungefär 18 kg/år. Runt Balaton ligger siffran på ca 25 kg, och en del sportfiskare lär ta över 500 kg/år. Är detta sport?

Följande officiella rekordtabell gällde i mitten av 80-talet för några vanliga sportfiskearter:

	Ungern	Sverige
karp	25 kg	17.9 kg
mal	78	60.1
gös	14	12
gädda	17.5	26.6
asp	8.4	7.6
sutare	2.6	4.6
ål	3.8	3.7
braxen	5.5	6.3
öring	5.5	12.2

Jämförelserna visar väl det man kunde tro, dvs att de varmvattenanpassade arterna som mal, karp och gös borde bli större i Ungern. Skillnaderna är dock små. Att Sverige har betydligt större exemplar av öring och gädda är givetvis också en temperatur- och miljöeffekt. Något oväntat kanske är det dock att vi har större noterade individer av både sutare och braxen. Det betydligt hårdare trycket på vattnen, både från sportfiskare och från yrkesfiskare är troligen orsak till detta.

Yrkesfisket

I ett land med ett så utvecklat fiske som Ungern skulle man tro att fiskkonsumtionen per invånare var hög, men den når bara knappt 4 kg/år/invånare, alltså mindre än en 1/4 av den i Sverige. Såväl sport- som yrkesfisket och fiskodlingsverksamheten är samordnad under jordbruksdepartementet.

Eftersom ofta dessa kollektiva eller statliga storföretag driver både yrkesfiske och fiskodling samtidigt är det något inkonsekvent att särbehandla yrkesfiske och odling. En jämförelse med svenska förhållanden är dock lättare att göra om de två aktiviteterna hålls isär. Dammodlingarna utgör också drygt 14% av den totala yta som utnyttjas för fiskproduktion (dammar, floder, reservoarer), men då är Balatonsjön undantagen. Den behandlas också separat i denna genomgång (se nedan).

Alla vattenområden med potentiell fiskproduktion regleras av en 5-årsplan, som helt bestämmer vilken typ av fiske och fiskevård som ska bedrivas. Om den organisation som är satt att genomföra planen misslyckas eller missköter resursen kan jordbruksdepartementet

besluta att någon annan organisation får ta över ansvaret. Om den nationella ekonomin anses motivera en förändrad produktionsinriktning kan också planen ändras och/eller nya nyttjare utses. Avgiften för fiskerätten betalas årligen till staten, som sedan låter medlen gå tillbaka till s k fiskeutveckling, vilket normalt betyder stöd till yrkesfisket i naturliga vatten.

Inget enskilt yrkesfiske förekommer i landet, utan all odling och allt fiske sker av statliga odlingar (sovchoser), kooperativa odlingar (kolchoser), fiskekooperativ och genom sportfiskeunionens försorg. Av tillgängliga vattenarealer drivs ca 80 000 ha av sovchoser, 13 000 av kolchoser, 41 000 av kooperativen och 27 000 av sportfiskeunionen. Det finns alltså två typer av kooperativ, sådana som har en ren inriktning mot fiske och sådana där fisket/fiskodlingen ingår som en integrerad del i ett jordbrukskooperativ. Den förstnämnda typen står för den helt dominerande delen av yrkesfisket. Denna kooperativform är grundad på de traditionella fiskebyarna, främst längs floderna. Även om fisket fortfarande är betydelsefullt för dessa kooperativ är de också engagerade i dammodlingar, dvs intensivodling. Fisket längs floderna sker mest med not och mjärdar, men t o m elfiske används.

Balatonsjön, med sina 596 km² den största sjön i Centraleuropa, har en rik fiskfauna av ca 50 arter (Biró 1978) av vilka 15-17 är allmänt förekommande i fisket (Dobrai & Pékh, odate-rad). Balaton är grund (medeldjup 3 m) och eutrof och mycket väl utforskad från den limnologiska forskningsstationen som ungerska vetenskapsakademien driver i Tihany på norra stranden (t ex Biró 1977, 1983, 1985). Gös är den mest eftertraktade arten, och för att ge en bättre bas för yrkesfisket och sportfisket utplanteras ca 1.5 miljoner yngel årligen. Även vanlig karp, som är ett av sportfiskets viktigaste byten, utplanteras. Ca 200-250 ton av tvåsomrig karp utplanteras varje år. Ål har utplanterats sedan 1961. I sjöns utlopp (Sió-kanalen) fångas utvandrande ål i en fälla. Braxen är den helt dominerande arten för fisket

i sjön. Tillsammans med skärkniv utgör den 80% av nätfångsten. Skärkniven, som egentligen är en marin art, har helt anpassat sig till ett sötvattensliv. Även mal utgör en viktig art i sjön, och exemplar på 40-50 kg fångas fortfarande. Yrkesfisket och fiskodlingen för utsättning i Balaton dirvs av fem brigader som består av ca 15 fiskare vardera med två båtar och en stor not. Totalt fångas drygt 1 000 ton fisk årligen av dessa fiskelag.

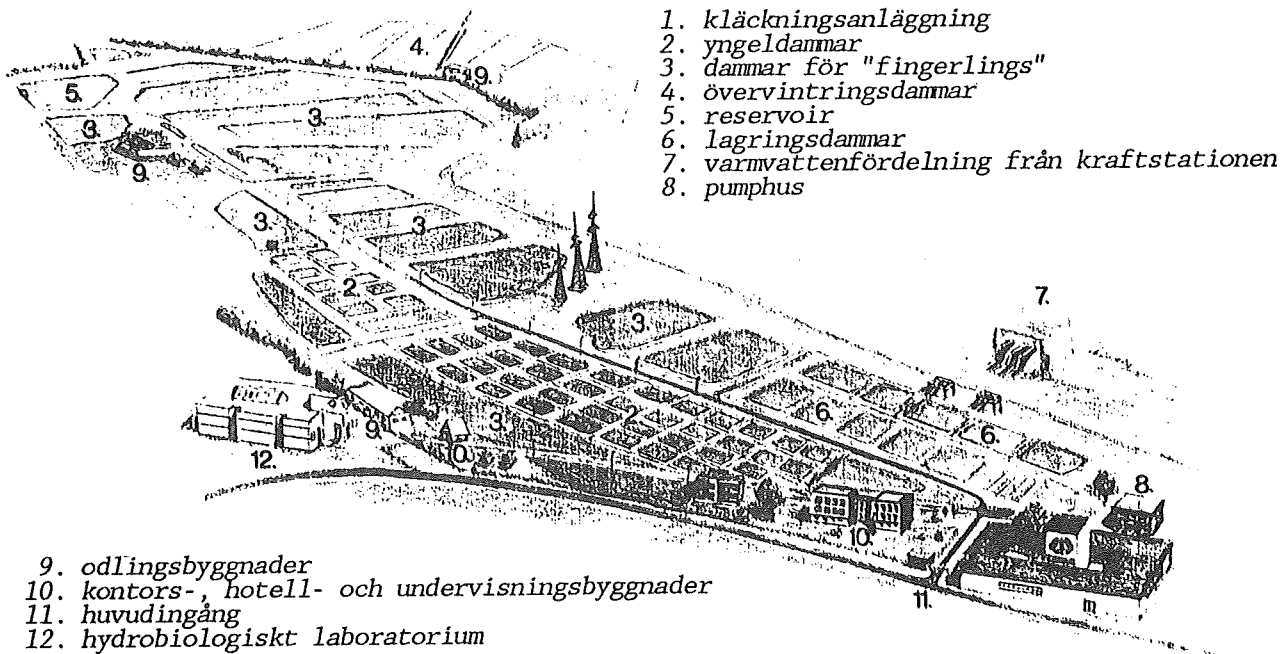
I likhet med de andra sötvattensresurserna i Ungern kommer det största hotet från övergödning och förorening. Stränderna runt sjön är mycket exploaterade för både turism och industri.

FISKODLING

Som nämnts tidigare bedrivs fiskodlingsverksamhet vid både sovchoser, kolchoser, fiskekooperativ och av sportfiskarunionen. Det finns två mål för odlingsverksamheten, dels odling av fisk som direkt kan avyttras på markanden dels yngel eller äldre fisk som utplanteringsobjekt. Den kommersiella odlingen omfattar vanlig karp, och de tre importerade asiatiska karparterna, ål och regnbåge. Utsättningsverksamheten gäller också dessa arter, men också en rad andra som anses behöva förstärkningsutsättas, t ex gädda, gös, asp etc.

F n finns 22 sovchoser som både odlar fisk och fiskar själva. Ungefär 90% av den producerade fisken utgjordes av de fyra karparterna (med vanlig karp utgörande ca 70%) och resten kom från yrkesfisket i Balaton och från en regnbågsodling. Totalt svarar sovchoserna för ca 60% av fiskproduktionen i landet.

De statliga odlingarna får sina yngel från varmvattenfiskodlingen i Százhalombatta (TEHAG). Denna odling fungerar som mottagare för det kylvatten som ett stort kraftverks- och raffinaderikombinat producerar (Figur 2). De fiskar som odlas här är de fyra karparterna, asp, sutare, gös, gädda, barb, mal, guldfisk och sterlett. Produktionen per ytenhet i dammarna varierar mellan 1.8-4.5 ton/ha och anses vara den högsta i landet (TEHAG fish propagation



Figur 2. Den centrala statliga fiskodlingen i Százhalombatta utanför Budapest producerar sättfisk för både odling och utsättning i naturliga vatten.

and fish fry, odaterad broschyr). Odlingen svarar för ca 25-30% av fiskyngelproduktionen i Ungern. Odlingen i Százhalombatta är samordnad med forskningsinstitutet för fiskodling i Szarvas.

I Odörögd finns ett par statliga regnbågsodlingar som dels producerar för den inhemska marknaden dels för export. I övrigt är vattentemperaturen under sommaren för hög för odling av laxfisk.

Där man däremot kunnat dra nytta av den höga temperaturen gäller odling av ål. Odling av försträckt ålyngel sker i Hévíz och Hortobágy. Båda utnyttjar geotermalt vatten. Dels produceras alltså försträckt ål för vidare utplantering, t ex i Balaton, dels sker en odling till 200 g storlek, som är optimalt för den lokala marknaden. Odling till denna storlek tar 14-16 månader.

Fiskekooperativen behöver också yngel för förstärkningsutsättningar i dammar och reservoarer men också för sin egen intensivodling. De hämtar merparten av sitt yngel från en central odling i Dinnyés, som producerar yngel av de fyra karparterna, gös, gädda och mal.

Avelsmetodik

Det är omöjligt att bedöma kvaliteten på de fiskar som produceras i en odling enbart utifrån det man ser simma i tråg och dammar. Ett sätt att få viss inblick i det långsiktiga kvalitetsarbetet är däremot att undersöka vilka avelsmetoder som används vid "framställning" av yngel och äldre fisk, liksom givetvis för att ta fram avelsbesättningar. Om vi håller oss till de exotiska karparterna, som samtliga har en diffus härstamning, och dessutom med stor sannolikhet har smal genetisk bas, kommer de från den centrala forskningsanläggningen i Szarvas. I Százhalombatta, som fått sin fisk från Szarvas, håller man avelsbesättningar om ca 150 honor och 150 hannar av silverkarp, 100 honor och 75 hannar av bighead-karp och 150 honor och 100 hannar av gräskarp. Detta kan låta betryggande, men man vet inget/säger inget om hur dessa individer väljs ut och när/hur nyrekrytering till avelsbesättningarna sker. Det sägs också att man har tillgång till 220 honor och 50 hannar av mal för sin odling, men i den besättningen har säkert en betydande del av det genetiska materia-

let gått förlorat eftersom man i odlingen selekterar för långa och breda fiskar samt vissa färgvarieteter. Det klagas ibland på att fiskarna i de sekundära, kommersiella odlingarna visar dålig tillväxt. Det är inte uteslutet att detta delvis beror på inavel.

Jag ställde 8 frågor om avelsmetodik till den ansvarige för den kooperativa fiskodlingen i Siofok vid Balatonsjön. Utan tvekan ville han göra sitt bästa

för att visa sig kvalitetsmedveten, men svaren har ändå sitt intresse (Tabell 3). Som framgår av svaren sker en medveten selektion, dvs inavel, av avelsdjuren. Exotiska arter kommer från Százhalombatta, som i sin tur tar fisken från Szarvas, som i sin tur importerat dem från Rumänien, Tjeckoslovakien eller Kina. Man vill också visa stor bevarande- och miljömedvetenhet, men någon professionell genetiker har aldrig tillfrågats om hur man bör göra för att nå dessa mål.

Tabell 3. Avelsmetodik använd vid den kooperativa odlingen i Siofok.

<u>fråga</u>	<u>svar</u>
1) vilka arter odlas?	de fyra karparterna, gös och mal
2) håller ni egen avelsbesättning eller fångar ni själva avelsfisken varje år?	gösrom insamlas (se nedan), all övrig fisk hålls i odlingen
3) vet ni var den fisk ni odlar kommer ifrån ursprungligen?	gös från Balaton vanlig karp från Israel exotiska karparter från TEHAG mal från dammar i omgivningen, där ursprunget är okänt
4) ungefär hur många honor och hannar fanns i den ursprungliga avelsbesättningen?	okänt när det gäller karpar och mal
5) ungefär hur många honor och hannar används årligen vid uppförökningen?	gös - 10 000 till 15 000 artificiella "bon" placeras i Balaton årligen. 500-1 000 av dessa tas till odlingen. Det försträckta ynglet (3-4 cm) återsätts i sjön. mal - samlas in från ca 200 dammar (1.5 ton) karparterna - ca 1.5 ton i hela den besättning som används, ingen antals-siffra för varje art
6) vilken korsningsmetod används?	vanlig karp - 1 hona/2-3 hannar mal - 1 hona/1 hanne (end. naturlig lek) bighead och silverkarp - 1 hona/2 hannar
7) gör ni urval av avelsfisk efter utseende eller sker endast slumpval?	vanlig karp - huvudsakligen val efter "utseende", s k profilindex: ju rundare fisk desto bättre, litet huvud, liten stjärtfena (fotbollar föredras!). exotiska karpar - urval efter hälso-status och delvis efter utseende: stor buk = många romkorn. mal - storlek och utseende: två färg-varianter selekteras för. Ibland korsas de för att förbättra genetisk status
8) arbetar ni med bevarandefrågor eller åtgärder för att skydda de arter/populationer ni odlar?	både genetiska bevarandefrågor, miljö-hänsyn och vattenkvalitet beaktas och kontrolleras, men ingen professionell genetiker har rådfrågats eftersom de tycker att de själva har tillräcklig kompetens

FISKFORSKNING

Fiskefrågor och därmed fiskforskningen samordnas på högsta nivå inom Jordbruksdepartementet i Budapest. Vid universitetet samt naturhistoriska riksmuseet i nämnda stad sker såväl inventeringsstudier som studier av systematik och genetik hos fisk. Den limnologiskt inriktade fiskeribiologiska forskningen är främst knuten till vetenskapsakademiens limnologiska forskningsstation i Tihany vid Balatonsjön. Där studeras t ex eutrofieringsproblem, populationsdynamik och biologisk produktion, men också ackumulering och biologiska effekter av förorenande ämnen (Rózsa, Ed. 1987).

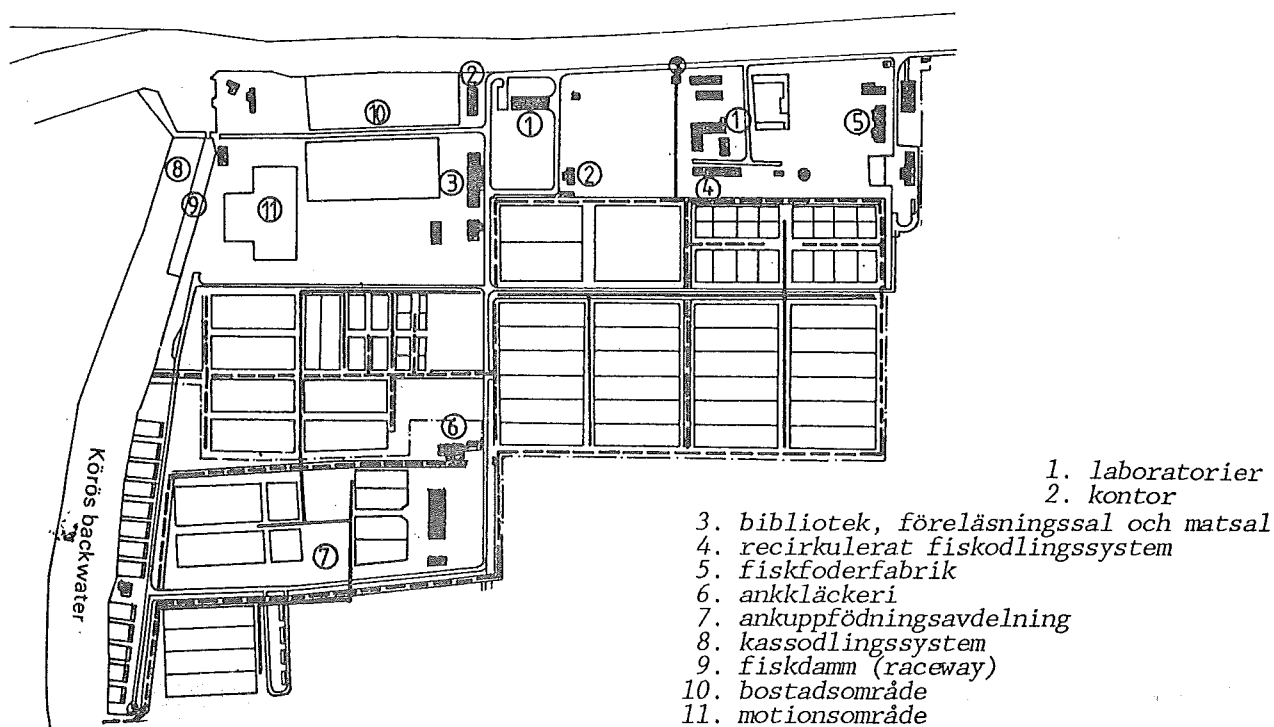
Forskningen kring fiskodling har ett nationellt centrum i Szarvas vid Körösfloden i södra, centrala Ungern (Figur 3). Där arbetar man med genetisk forskning, vattenmiljö, foderutveckling, hälsofrågor och teknisk utveckling. Två utvecklingsprojekt som stöds av FAO/UNDP påbörjades 1974. Förutom att samordna forskningen på nationell bas fungerar stationen som ett inter-regionalt centrum inom FAOs sk ADCP-

program för FoU-verksamhet för utvecklingsländer (Aquaculture Research and Development Centre, odaterad broschyr, Márián 1986). I Százhalombatta vid TEHAGs anläggning sker inte bara odlingsverksamhet utan också FoU-verksamhet kring odlingsteknik för gös, mal och kinesiska karparter. Internationella kontakter vidmakthålls inom odlingsområdet, speciellt inom teknologi. Både nationella och internationellt inriktade kurser inom fiskodlingsmetodik anordnas, t ex i samarbete med FAO (se även Szarvas ovan).

ERKÄNNANDEN

Författaren vill fr a tacka Katalin Keresztessy för hennes generösa lån av ej tidigare publicerade listor över inventerade fiskarter, Péter Biró för all hjälp att samla in material för uppsatsen och kontakter inom Ungern, Károly Pintér, István Matskási, Heiling Jenö och Imre Varga för all information.

Slutligen även ett tack till Kungl. Vetenskapsakademien och Fiskeristyrelsen för finansiella bidrag till studieresan i juli 1988.



Figur 3. Plan av det nationella centrumet för akvakulturforskning och utveckling i Szarvas.

LITTERATUR

- Berinke, L. 1966. Halak - Pisces. Fauna Hungariae 79. 135 p.
- Biró, P. 1977. Effects of exploitation, introductions, and eutrophication on percids in Lake Balaton. J.Fish. Res. Board Can. 34:1678-1683.
- Biró, P. 1978. Exploitation of fishery resources of Lake Balaton. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20:2146-2149.
- Biró, P. 1983. On the dynamics of fish populations in Lake Balaton. Roczniki Nauk Rolniczych Ser. H.T. 100 z. 3:55-64.
- Biró, P. 1984. Lake Balaton: a shallow Pannonian water in the Carpathian Basin. p. 231-245. In Lakes and reservoirs. Ed.: F.B. Taub. Elsevier Science Publ., Amsterdam.
- Biró, P. 1985. Dynamics of the pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in Lake Balaton. Int. Rev. Hydrobiol. 70:471-490.
- Botta, I., K. Kerseztessy & I. Neményi. 1984. Halfaunisztikai és ökológiai tapasztalatok természetes vizeinkben. Ilattani Közlemények LXXI:39-50.
- Botta, I., K. Kerseztessy & I. Neményi. 1987. The fishes of the Kiskunság. p. 401-403. In The fauna of the Kiskunság National Park.
- Botta, I. & K. Kerseztessy. 1988. Conspectus of fish fauna of Hungary. Poster presenterad vid VI CEI kongressen i Budapest, augusti 1988.
- Dobrai, L. & G. Pékh. (Eds.) odatrad. Fisheries in Hungary. Budapest. 91 p.
- Hankó, B. 1931. Ursprung und Verbreitung der Fischfauna Ungarns. Arch. Hydrobiol. 23:520-556.
- Kerseztessy, K. 1987. Fish faunistics in the intermediate area between the rivers Danube and Tisza. p. 68-73. In Hal, halászat és természetesvízi környezet, XXIX Georgikon Napok, Keszthely.
- Lelek, A. 1980. Threatened freshwater fishes of Europe. Council of Europe, Nature and Environment Series No. 18, Strasbourg. 269 p.
- Márián, T. 1986. Hungarian programme for European catfish and cyprinids. EIFAC/FAO Symposium on Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture of Fish and Shellfish for Consumption and Stocking, Bordeaux. 21 p.
- Nathanson, J.E. 1987. Malens utbredning i Sverige. (English summary: Distribution of the sheatfish (*Silurus glanis*) in Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 70 p.
- Pintér, K. 1980. Exotic fishes in Hungarian waters: their importance in fishery utilization of natural water bodies and fish farming. Fish. Mgmt 11:163-167.
- Pintér, K. 1982. A selected bibliography of Hungarian works on the sheatfish (*Silurus glanis* L.). Aquacultura Hungarica, Szarvas, Vol. III:207-211.
- Pintér, K. 1987. List of fish species occurring in Hungary - Results of the recent faunistic research. p. 32-41. In Hal, halászat és természetesvízi környezet, XXIX Georgikon Napok, Keszthely.
- Rózsa, K.S. (Ed.) 1987. The Balaton Limnological Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Tihany. 70 p.
- Tóth, J. & P. Biró. 1984. Exotic fish species acclimatized in Hungarian natural waters. FAO/EIFAC Techn. Pap. No. 42, Suppl. Vol. 2:550-554.
- Vutskits, G. 1913. Classis Pisces. p. 1-42. In A Magyar Birodalom Allatvilága, Regia Societas Scientiarum Naturalium Hungarica, Budapest.

ENGLISH SUMMARY: FISH, FISHING, FISH BREEDING AND FISH SCIENCE IN HUNGARY

Hungary lies entirely within the Carpathian Basin, a fertile lowland drained by the Danube River. Natural lakes are rare but some attain an impressive size, like Lake Balaton (596 km²) and Lake Neusiedler (280 km²). The fish fauna, which is a combination of European, Asian and North American species, comprises some 80 species, 18 of which have been introduced by man or indirectly immigrated from the bordering countries. Among the exotics are the pumpkinseed, brown bullhead, largemouth bass and rainbow trout from North America, the bighead-, silver- and grass carps from East Asia, along with the *Pseudorasbora parva*.

Extensive nutrient enrichment, canalization and pollution have brought many fish species to the brink of extinction, and 17 species are considered endangered and are protected by law. This protection merely means that it is prohibited to catch them, no provision is made for long-term conservation in e g natural reserves.

The per caput fish consumption is 4 kg/annum in Hungary.

Fishing and fish breeding is carried out by four central organizations, viz state fish farms, two types of cooperatives and the national anglers' union. The scope of activity of each category is analysed. Extensive stocking of the waters takes place. Both natural lakes and rivers, ponds and reservoirs are utilized for fish production, and the species normally cultured, caught and stocked are the four species of carp, pikeperch, pike, eel and wels.

Fish science and aquaculture R&D is carried out both at the university

level and at a number of national and regional research institutes like the Aquaculture Research and Development Centre at Szarvas, the TEHAG Warmwater Fish Hatchery at Százhalombatta, and the Balaton Limnological Institute of the Hungarian Academy of Sciences at Tihany.

The author would finally like to acknowledge the helpfulness provided by Katalin Keresztessy, Budapest, by letting me borrow and refer to the compilation based on her and her colleagues' stocktaking of the Hungarian fish fauna. Also, I am greatly indebted to Péter Biró, Tihany, for his unfailing willingness to provide me with relevant literature and guidance during my stay in Hungary. Other experts who have provided useful information are Károly Pintér, István Matskási, Heiling Jenő and Imre Varga. I would also like to thank the Royal Academy of Sciences, Stockholm, and the National Board of Fisheries, Gothenburg, for funding the field part of this overview.

Litteraturstudie av odling av sötvattensräkan *Macrobrachium rosenbergii*

Anders Walldorf

Tage Erlanderlaboratoriet AB
Box 51
684 01 MUNKFORS

SAMMANFATTNING

Denna litteraturstudie utgör en förstudie i ett projekt vars målsättning är att studera möjligheterna för intensivodling av sötvattensräkan *Macrobrachium rosenbergii* i Värmland.

Arbetet startades med ett litteratursök med nyckelorden *Macrobrachium* och *Macrobrachium rosenbergii* i databaserna Aquatic Science Abstracts, Biosis Previews och Aquaculture. Litteratursöket resulterade i flera hundra referenser, de flesta med anknytning till extensiv odling av arten. I detta arbete har ca 50 av dessa referenser använts.

I arbetet beskrivs kortfattat artens biologi samt nuvarande odlingsteknik medan vissa för intensivodling relevanta ämnen såsom kannibalism, populationsstruktur och foder presenteras närmare.

Den grundläggande odlingstekniken som bygger på larvodling i bräckt vatten och vidareodling till konsumtionsstorlek (>30 g) i sötvatten, i allmänhet i tropiska jorddammar, togs fram på 60-talet och används än idag.

Från 70-talet och framåt har mycket arbete lagts ned på att nå lönsam odling i varma tempererade områden, vilket har resulterat i framsteg såsom produktion av större utsättningsdjur, användande av artificiella habitat, selektiv skörd av stora djur samt förbättringar av fodret.

Dessa framsteg gör att arten idag kan odlas med lönsamhet med en intensiv larv- och juvenilproduktion och utväxtodling till konsumtionsdjur under extensiva eller halvintensiva förhållanden. Ekonomiskt lönsam intensivodling

ända fram till konsumtionsstorlek har dock ännu inte rapporterats.

Det största hindret för högre produktion ligger i artens komplicerade populationsstruktur som bl a innebär att vissa djur dominerar över andra, vilket får till följd att den genomsnittliga tillväxten och överlevnaden minskar kraftigt vid ökad besättningstäthet.

En av de viktigaste vägarna för att förbättra *Macrobrachium*produktionen är att fortsätta att utforska räkornas populationsstruktur och att lära sig bra metoder för att påverka densamma. I detta ingår bl a storleks- och könsseparering.

INLEDNING

Alltsedan man i början av 60-talet lärde sig att behärska larvuppfödning (Ling 1962) av sötvattensräkan *Macrobrachium rosenbergii* har arten, pga dess stora tillväxtpotential, hårdförhet och höga marknadsvärde, varit en av de mest omtalade och undersökta kandidaterna för odling.

Odlingstekniken är från början anpassad till extensiv kultur i tropiska dammar med åretrunttemperatur omkring 30°, men sedan mitten på 70-talet har mycket utvecklingsarbete lagts ner på odling i tempererade områden som Israel och södra USA (Sandifer & Smith 1978, Brody et al. 1980), där klimatet tillåter dammodling endast under halva året och den kalla årstiden används till en alltmer intensifierad produktion av utsättningsdjur i uppvärmt vatten inomhus.

Däremot finns inte i litteraturen redovisat några försök till produktion av konsumtionsdjur under våra klimatförhållanden, där odling inomhus under reglerade förhållanden är nödvändig året runt. Detta beror troligen på att mycket få försök har gjorts och att de som gjorts har misslyckats.

Med tanke på det omfattande utvecklingsarbete som pågår i Israel och USA, inte minst vad gäller odling i intensiva system, finns dock stora möjligheter att ett genombrott är på väg även på detta område.

Syftet med denna litteraturstudie är att samla grundkunskaper om *Macrobrachium* odling samt att utifrån tillgängliga arbeten bedöma förutsättningarna för intensivodling av *Macrobrachium* och ge förslag till lämplig odlingsteknik.

ALLMÄN BIOLOGI

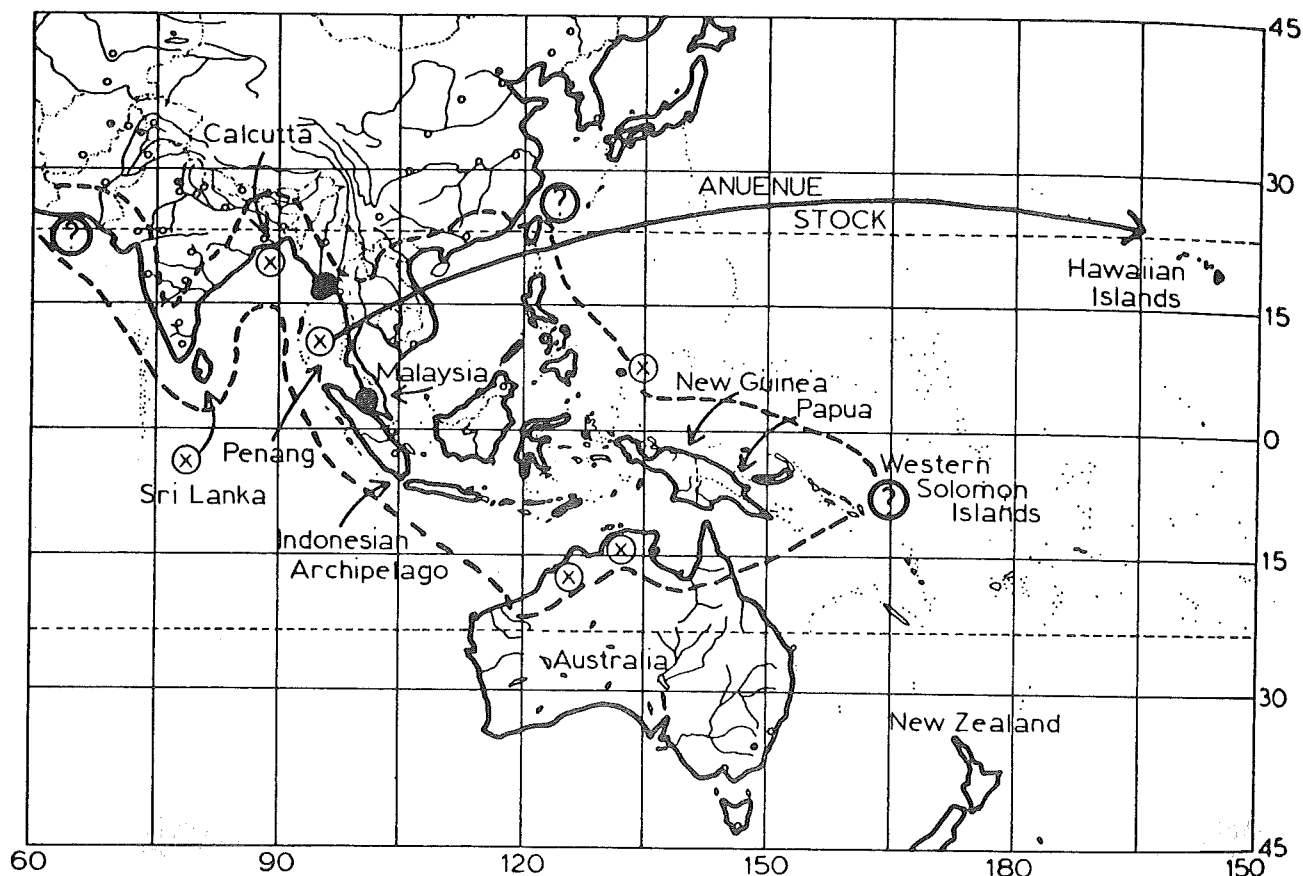
Macrobrachium rosenbergii, den malaysiska jätteräkan, förekommer naturligt i ett

område nära ekvatorn som sträcker sig från Indien till Sydostasien, över öarna i Syd kinesiska sjön till Australiens nordkust (Figur 1).

Vuxna individer upphåller sig vanligen på botten av floder och sjöar upp till 200 km från havet, där de livnär sig som allätare av bl a dött organiskt material, bottendjur och vattenväxter (Ling 1969a). De är främst aktiva i skymmning och gryning (Peebles 1979).

I naturvatten växer honorna till 22 cm och 120 g, medan hanarna fortsätter att växa till 200 g (Ling 1969a). Liksom hos andra skaldjur sker tillväxten vid skalömsningarna. Den mest iögonfallande skillnaden mellan könen är de vuxna hanarnas mycket långa klor. Hanarna är starkt revirhävande och uppehåller sig inom ett begränsat område, medan honorna kan röra sig mera fritt i sitt födosök (Peebles 1979).

Parning kan äga rum under all tider på året, men honan måste precis innan ha genomgått en skalömsning. Efter parningen vandrar honan nedströms till estuarier, kustområden med bräckt



Figur 1. Naturlig utbredning av *Macrobrachium rosenbergii* (streckad linje) (efter Malecha 1977). Anuenue stock är den *Macrobrachium*stam som importerades till Hawaii under 1960-talet och fortfarande odlas där.

vatten, där äggen kläcks och därefter förs troligen larverna med strömmar ut i ännu saltare vatten (Sandifer & Smith 1978).

I det bräckta vattnet genomgår larven som simmar på rygg, via skalömsningar, ett tiotal utvecklingsstadier vilka kulminerar i en metamorfos: förvandling till en liten, "riktig" räka som simmar på rätt köl. Strax efter metamorfosen börjar larven att vandra tillbaka upp i floden där den sedan stannar till vuxen ålder (Ling 1969a) (Figur 2).

ODLING AV MACROBRACHIUM IDAG

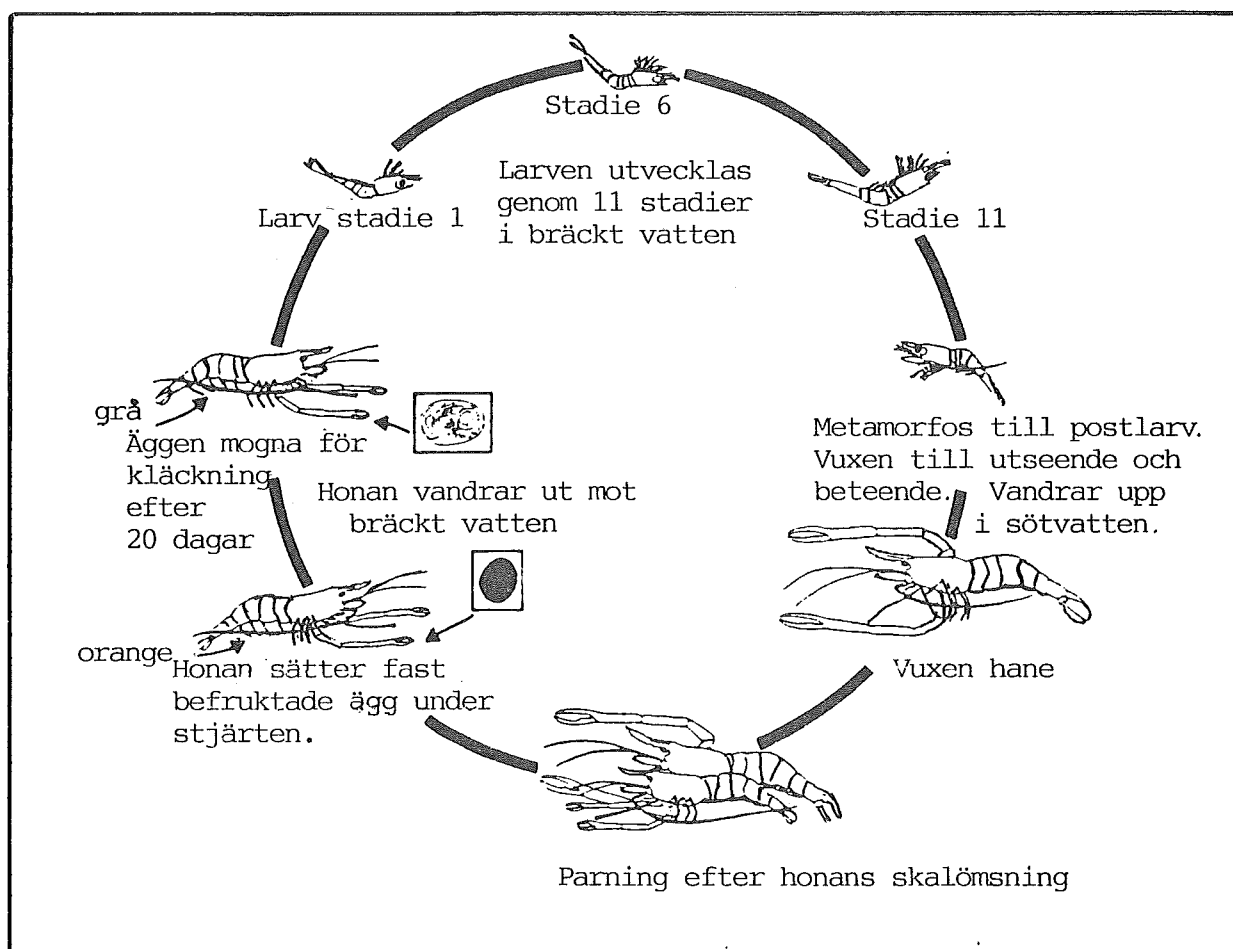
Avelsdjur, parning, rom, kläckning

Avelsbesättningen på en odling består oftast av stora (>30 g) individer från den egna produktionen. De går i sötvatten och kan hållas i tätheter upp till 30-90 individer/m² i bassänger med artificiella habitat (Sandifer & Smith

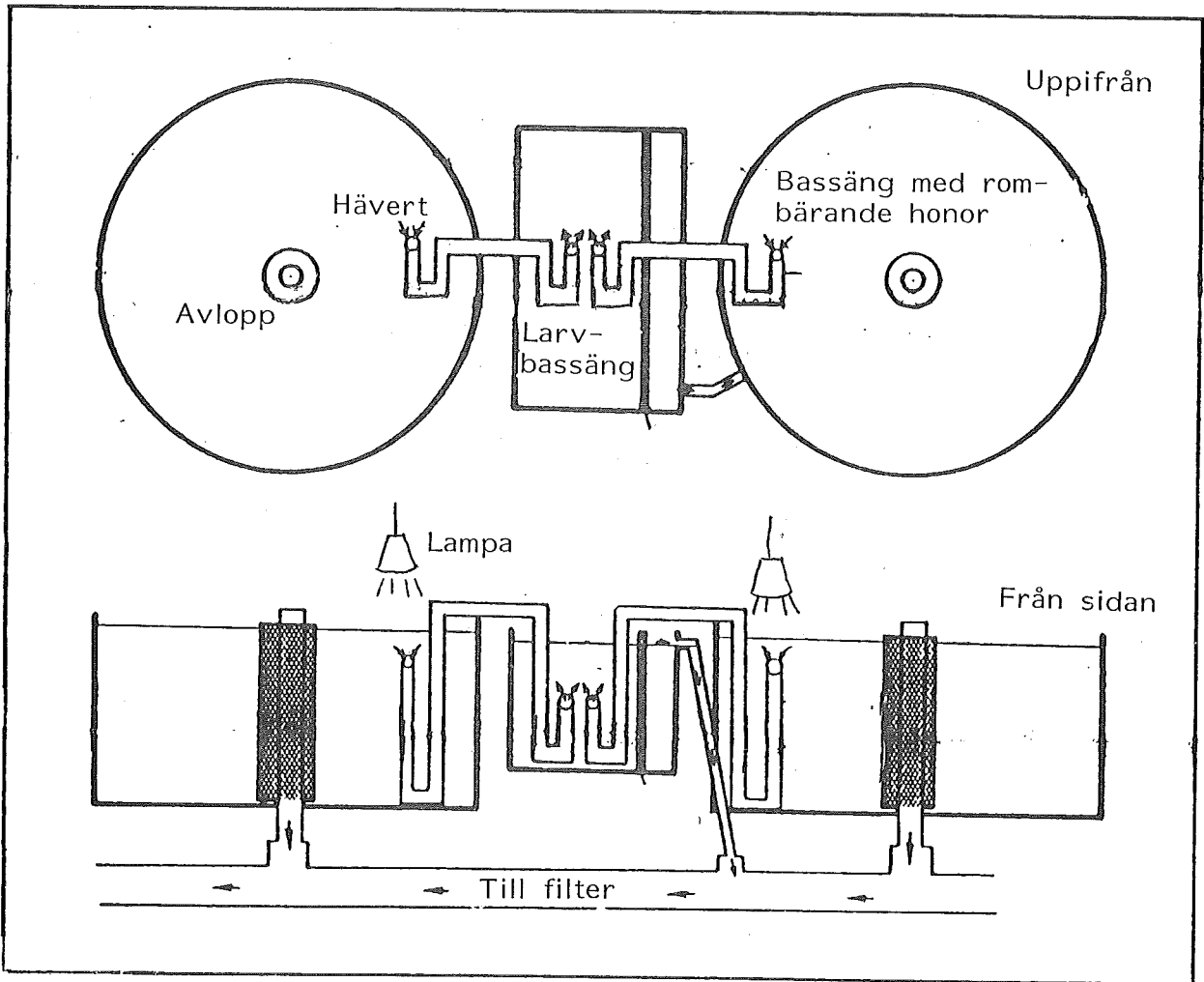
1978). Under dessa förhållanden sker parning spontant. Kön fördelningen kan vara 1 hane per 4 honor.

Innan parningen sker alltid en skalömsning och honan riskerar då angrepp från hårdskaliga individer, framför allt andra köns mogna honor. Hon söker därför upp en lämplig hane som skyddar henne före, under och efter parningen. Strax efter parningen lägger honan rommen, vilken sätts fast på undersidan av kroppen. Honan antar nu, eftersom rommen lyser igenom, en organge färg.

Några dagar innan kläckningen som sker efter ca 20 dagar i 27-30° antar rommen, och därmed också honan, en gråaktig färg. Det är då dags att flytta henne till en kläckningsenhet som antingen kan vara en bassäng anpassad för kläckning av flera honor samtidigt (Figur 3) eller en individuell kläckningsbox. Den förra metoden är att föredra när man vill producera stora



Figur 2. *Macrobrachium rosenbergii*'s livscykel. (Efter Sandifer & Smith 1978).



Figur 3. Kläckningsbassäng efter Sandifer & Smith (1978). Efter kläckning sprider sig larverna fritt i vattnet. De fototaktiska larverna lockas med hjälp av en lampa bort till den kontinuerligt gående häverten och transporteras i denna bort till en mindre larvbassäng som töms manuellt med jämna mellanrum.

mängder larver på kort tid, men vid kontinuerlig produktion är individuell kläckning att föredra då den ger bättre kontroll.

Stora honor på 80-100 g kan producera 60 000-100 000 romkorn (Ling 1969a), men i praktiska odlingssammanhang räknar man med 10 000-50 000 ägg per hona (APT 1985) med ett rimligt medelvärde på 20 000. En hona kan ge upphov till 4 kullar per år (Ling 1969a) med uppskattningsvis 20 000 individer i varje. Räknar man med en 50% dödlighet i larvstadiet, skulle en avelsbesättning på 32 djur (25 honor, 7 hanar) kunna ge upphov till 1 miljon larver om året. Troligen är det mer realistiskt, åtminstone vid uppstartning av larvproduktion, att räkna med 2 kullar per år och 80% dödlighet i larvstadierna,

vilket skulle kräva en avelsbesättning på ca 160 djur per miljon producerade larver.

Larvproduktion

Ett problem som måste lösas efter kläckningen är att de nykläckta larverna kräver bräckt vatten (salhalt omkring 1.5%) för att överleva. Övergången från sötvatten får dock inte vara alltför abrupt (Ling 1969b). Detta kan antingen lösas genom att låta honan gå i bräckt vatten den sista perioden innan kläckning (Sandifer & Smith 1978, Ling 1969b) eller låta kläckningen ske i sött vatten och successivt tillföra saltvatten tills 1.5% uppnåtts (APT 1985). Till odlingar som inte ligger vid havet kan saltvatten trans-

porteras med tankar eller framställas med hjälp av salt från industriet havsvatten (Ling 1969b).

Borttagande av restprodukter, framför allt ammoniak, från larvodlingstrågen kan antingen göras genom recirkulering av odlingsvattnet genom ett enkelt grusfilter 2-5 ggr tankvolymen per dygn (Sandifer & Smith 1978) eller genom att dagligen byta ut en del av vattnet, förslagsvis 80% (Hovlander & Kiortsis 1978). Produktionsresultaten i de olika systemen blir tämligen lika (Sandifer et al. 1977).

Tillväxt och täthet

Under larvperioden växer larverna via ett tiotal skalömsningar från ca 2 mm vid kläckning till ca 6 mm och en vikt av 0.01 g vid metamorfos (Ling 1969a). Trågen, som bör vara relativt små eftersom larverna kräver mycket tillsyn, besätts initialt med 50-120 ind/l. Produktionen efter normal dödlighet kan då uppskattas till 10-60 ind/l (Ling 1969b, Sandifer et al. 1977, APT 1985). Genom att införa en uppdelning/flyttning till större bassänger utnyttjas bassängvolymen bättre, samtidigt som överlevnaden kan öka upp till 50% (Fujimura 1966).

Föda under larvperioden

Som föda under de första larvstadierna används vanligen nauplier (larvstadium) av kräftdjuret *Artemia salina*. Äggen av *Artemia*, som är en kommersiell produkt, kläcks i separata system med en salthalt omkring 3.5%. För att undvika nedsmutsning av larvbassängerna är det viktigt att separera levande *Artemianauplier* från äggskal och döda nauplier. För att vara säker på att räkklarverna har ständig tillgång till föda och undvika kannibalism bör man kontinuerligt hålla en koncentration av 5-10 nauplier per ml odlingsvatten (Sandifer & Smith 1978). Räkning av nauplier görs på ett delprov med känd volym som undersöks i mikroskop.

Efter några dagar kompletteras födan med produkter som passerad fisk, fiskrom, äggröra, finfördelat torrfoder m m. I allmänhet ges denna typ av föda 3-5 gånger per dag, oftare mot slutet

av larvperioden. Ett sätt att bedöma utfodringmängden är att utfodra tills dess att alla larver man kan se bär på en födopartikel. Levande föda används i minskande mängd under hela larvperioden, mot slutet främst för att hålla en viss mängd föda i vattnet kvälls- och nattetid.

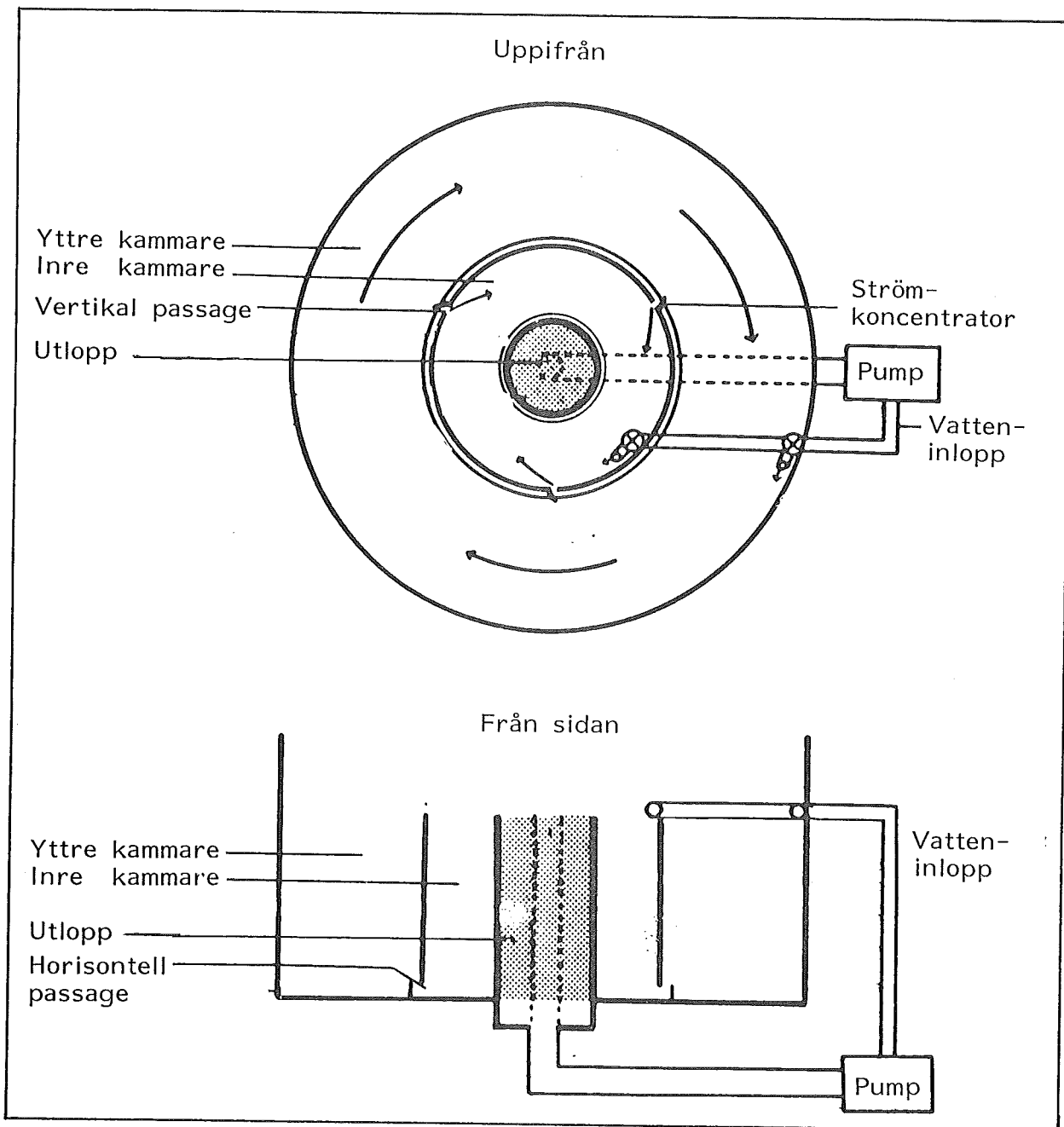
Metoden att odla *Macrobrachium*larver i en lösning av grönalger vilken används främst på Hawaii (Fujimura 1966) är inte att rekommendera. Larverna tillgodogör sig inte några alger och algerna försvårar skötseln av systemet (Cohen et al. 1976). Däremot kan man med fördel behålla och öka näringsvärdet på *Artemianauplierna* genom att låta dem gå några dagar i en lösning med alger eller kommersiella algersättningssubstrat.

Metamorfos

Tiden mellan kläckning och metamorfos kan variera mellan 14 och 75 dagar beroende på odlingsförhållanden (APT 1985), men under normala betingelser metamorfoserar huvuddelen av larverna efter 25-45 dygn. Efter metamorfos kallas larven postlarv och övergår från att ha varit frisimmande till ett mera bottenbundet liv. I detta stadium är rakan lätt att transportera och lämplig att sälja om man inte ska använda den för egen utväxtodling.

Eftersom tidsspannet för metamorfos hos de första och sista räkorna i samma grupp är upp till 20 dagar och postlarverna blir allt mer utrymmeskrävande finns ett behov av att separera larver och postlarver. En lösning av detta problem bygger på att postlarver har en större vilja och förmåga att vandra mot en vattenström (Smith & Hopkins 1977, Figur 4). Denna apparat uppges ge en 93% utsortering av postlarver på en timme men har den nackdelen att hela besättningen måste flyttas till "separeraren" och därefter till skilda kärl. En apparat som bygger på samma princip men istället nedsänks direkt i larvtråget vore skonsammare och kunde dessutom användas kontinuerligt.

En stor fördel med kontinuerlig separering av postlarver är att den ger möjlighet till en första storleksorte-



Figur 4. Apparat för sortering av postlarver. En besättning av blandat larver och postlarver placeras i den inre kammaren. Postlarverna dras till den kraftigare strömmen vid passagerna och vandrar ut i den yttre kammaren. Larverna, som inte har samma förmåga att gå emot strömmen förblir i den inre kammaren.

ring av räkorna. Det har nämligen visats att grupper av tidigt metamorfoserande räkor innehåller en stor andel snabbväxande djur (Hovlander & Kiortsis 1978).

Juvenilproduktion

Med juvenilproduktion avses att odla nymetamorfoserade postlarver på 0.01 g fram till 1-5 g storlek i relativt små

och lättkontrollerade system innan utsättning i dammar. Juvenilproduktionen motiveras med att de små postlarverna kan ha svårt att klara sig i en produktionsdamm och att den begränsade odlingssäsongen i tempererade klimat gör att man måste ha relativt stora utsättningsräkor för att nå marknadsmässig storlek till slutet av säsongen. Produktionen är intensiv och bygger på odling i bassänger med recirkulerande

vatten, användandet av artificiella habitat, optimering av tätheterna och en uppdelning av juvenilperioden i två steg (Smith et al. 1983). Tillväxten är vanligen från 0.01 g till 0.1-0.3 g i steg 1 och därefter en utglesning och tillväxt till 1-5 g i steg 2. Några produktionsresultat visas i Tabell 1.

Resultaten från de olika författarna överensstämmer i stort sett bra med varandra. Av tabellen framgår, framför allt i arbetena av Smith et al. (1983) och Sandifer & Smith (1975), hur ökad täthet medför längre produktionstid samt lägre överlevnad.

Ett "normalresultat" tycks vara produktion av 1 till 3 g räkor på 120 till 150 dagar med en slutlig täthet av 100-200 individer per m². Det kan

dock finnas en möjlighet att ytterligare optimera tätheterna genom fler, kanske 3 eller 4, uppdelningar av räkorna i denna fas.

I ett arbete av Kneale & Douglas (1979) studeras också effekterna av olika tätheter av *Macrobrachium* i storlekar 0.01-1 g. Arbetet visar att det finns ett klart samband mellan täthet å ena sidan och överlevnad och tillväxt å andra sidan i täthetsintervallet 150-900 ind/m². Detta samband tycks dock inte finnas i intervallet 900-1500 ind/m². Slutsatsen blir att man producerar stora juveniler snabbast i tätheter under 900 ind/m², men för produktion av stora mängder juveniler i höga tätheter kan man med fördel hålla tätheter på 1500 ind/m² eller högre.

Tabell 1. Resultat vid ett antal produktionsförsök av *Macrobrachium*juveniler.

Stadium	Vikt tillväxt, g	Tid dagar	Tätheter antal/m ²	Överlevnad, %	Referens
Juvenil- ler I	0.01-01	30	2000	85	Sandifer & Smith 1978
	0.01-0.02	21			Brody et al. 1980
	0.01-0.04	40			"-
	0.01-0.1	60	2000	90	Martin 1980
	0.01-0.1	60	1000		APT 1985
	0.01-0.32	88	1200	96	Smith et al. 1983
	0.01-0.20	67	1200	93	"-
	0.01-0.34	92	1650	83	"-
	0.01-0.34	73	1650	89	"-
	0.01-0.20	71	2500	71	"-
Juvenil- ler II	0.01-0.32	89	5400	61	"-
	0.01-0.32	105	6300	32	"-
	0.12-9	112	10	85	Sandifer & Smith 1975
	0.12-6	112	50	85	"-
	0.12-4	112	100	50	"-
	0.12-3.5	112	200	50	"-
	0.12-1.6	70	200	85	"-
	0.12-1.4	70	400	80	"-
	0.07-1.97	119	200	60	"-
	0.07-1.36	119	500	40	"-
	0.11-0.31	40	1064	95	Sandifer & Smith 1978
	0.1-2.5	60	100		APT 1985
	0.7-2.1	42	538	84	Smith et al. 1983
	0.1-1.0	58	603	91	"-
	0.26-1.83	62	646	69	"-
0.09-0.93	64	904	91	"-	
0.1-1.05	53	192	70	Karplus et al. 1986b	
0.1-1.15	53	54	70	"-	
0.22-1.1	78	142	50	Karplus et al. 1987	

Odling till konsumtionsräkor i dammar

De juveniler som produceras enligt ovanstående används idag nästan uteslutande för utväxt till konsumtionsräkor i dammar.

I Tabell 2 sammanfattas produktionsresultaten från ett antal försök under tempererade förhållanden där man sätter in juveniler på våren och gör den slutliga skörden på hösten. Försöken är graderade i intensitetsgrad så att de minst intensiva försöken är placerade längst upp och de mest intensiva längst ned. De olika intensitetshöjande åtgärderna och deras inverkan på produktionsresultatet kommer att redovisas närmare i kapitlet "Intensivodling".

Försöken i tabellen går inte att direkt jämföra med varandra då betingel-

serna i form av dammtyp och -storlek, skötsel m m skiljer sig för mycket. Man får dock en ganska bra bild av produktionens kapacitet. Helt klart är att resultaten varierar mycket samt att de intensitetshöjande åtgärderna ökar produktionen i kilo per kvadratmeter.

Ett dilemma vid utväxtodlingen är att större utsättningsstäthet visserligen ger en högre produktion per m² men medelvikten blir lägre. Medelvikten har stor betydelse, eftersom den avgör priset vid försäljning. Optimal utsättningsstäthet ur ekonomisk synpunkt i två i och för sig mycket olika produktionsförsök var 2-4 individer/m² (Karplus et al. 1986a) resp 4-6 individer/m² (Smith et al. 1981). Produktionen blir då omkring 0.1 kg/m².

Tabell 2. Produktionsresultat vid dammodling av *Macrobrachium*.
Sk = Selektiv skörd, Hab = Artificiella habitat.

Utsättning antal/ m ²	medel- vikt, g	Skörd medel- vikt, g	kg/m ²	Tid dagar	Över- levnad %	Intensi- tetshö- jande åtgärder	Referens
10	0.04	22.9	0.09	180?	39		Brody et al. 1980
10	0.04	26.5	0.10	180?	40		" "
10	0.04	38.5	0.07	180?	47		" "
2.2	0.04	22.0	0.03	145	59		Smith et al. 1981
4.3	0.05	14.5	0.06	145	85		" "
6.5	0.09	17.7	0.08	153	72		" "
2.2	0.43	24.0	0.04	145	74		" "
4.3	0.40	20.2	0.06	146	74		" "
6.5	0.61	23.1	0.12	153	71		" "
4.3	0.37	25.8	0.10	168	87		" "
6.5	0.42	22.4	0.12	154	79		" "
8.6	0.32	18.3	0.13	167	78		" "
10	2	34.7	0.25	190	77	3xSk	Cohen et al. 1983
10	2	36.2	0.26	190	78	3xSk	" "
10	2	36.4	0.25	190	74	3xSk	" "
10	2	41.0	0.25	190	88	3xSk, Hab	" "
10	2	40.3	0.33	190	88	3xSk, Hab	" "
10	2	39.5	0.28	190	75	3xSk, Hab	" "
15	0.5	29.3	0.26	184	71	5xSk	Ra'anan et al. 1984
15	0.5	31.6	0.24	184	61	5xSk	" "
15	0.5	28.5	0.20	184	65	5xSk	" "
15	0.5	31.4	0.31	184	78	5xSk, Hab	" "
15	0.5	33.4	0.28	184	66	5xSk, Hab	" "
15	0.5	29.4	0.28	184	73	5xSk, Hab	" "
20	6.6	30.0	0.47	150	77	9xSk, Hab	Sagi et al. 1986
						enb. hanar	
20	6.6	28.0	0.49	150	87	9xSk, Hab	" "
						enb. honor	
20	6.6	28.0	0.47	150	86	9xSk, Hab	" "

I tropiska områden sker både besättning av dammarna och skörd kontinuerligt. Den naturliga fyto- och zooplanktonproduktionen stimuleras genom gödning. En damm kan vara i drift under många år på detta sätt utan att tömmas. Efter några odlingsssäsonger har man bara en vag uppfattning om vad dammen egentligen innehåller och i allmänhet minskar också produktionen med tiden, vilket gör att optimistiska kalkyler byggda på tidiga odlingsresultat kan slå helt fel.

För att utnyttja dammarna bättre har man på Hawaii under senare år börjat använda sig av mindre enheter och uppdelning i olika produktionsfaser (Malecha 1983).

INTENSIVODLING

Med intensivodling avses i detta sammanhang odling i relativt små enheter där man har kontroll över vattenflöde, vattenkvalitet, utfodring m m och där man försöker att öka produktionen med insatser som utplacering av skydd, sortering m m.

Dagens produktion av *Macrobrachium* fram till och med juvenilstadiet har utvecklats till en mycket intensiv produktionsform, medan utväxtodlingen fram till ca 30 g sker under extensiva eller halvintensiva förhållanden i dammar. Odling av *Macrobrachium* under våra förhållanden blir med nödvändighet intensiv då investeringar i form av byggnader, bassänger, uppvärmning m m krävs.

I en översiktsartikel över intensiva odlingsystem för *Macrobrachium* antog McSweeny (1977) att riktigt intensiv odling av arten aldrig kan bli lönsam enbart pga kostnaden för odlingstråg. I en annan översiktsartikel spekulerade Sandifer & Smith (1978) i att man skulle kunna producera *Macrobrachium* i utväxtbassänger under "mycket intensiva" förhållanden i tätheter omkring 2 kg/m^2 uppdelat på två skördar om året. Den högsta produktionssiffran som kommit fram i denna litteraturstudie ligger på 0.5 kg/m^2 på 150 dagar under vad som måste betraktas som intensiva förhållanden med manuell könssortering,

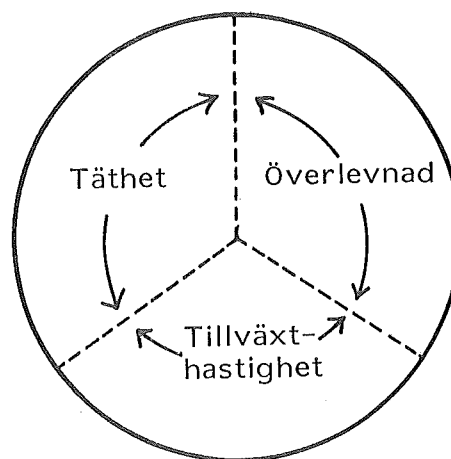
9 selektiva skördar av stora individer och ytförstoring av trägytan med artificiella habitat (Sagi et al. 1986).

Vad är det som förhindrar högre produktion? Svårigheterna kan sammanfattas i följande tre punkter:

- 1) Den stora variationen i tillväxt
- 2) Minskad tillväxt vid ökad täthet
- 3) Minskad överlevnad vid ökad täthet

Förhållandet mellan tillväxt, täthet och överlevnad kan åskådliggöras med Figur 5.

Hur har forskningen försökt lösa dessa problem? Den viktigaste angreppspunkten är att förstå och kunna påverka räkornas populationsstruktur. Denna är relativt komplicerad, men får i korthet till följd att vissa djur dominerar medan andra hindras i sin tillväxt. Området presenteras närmare i kommande avsnitt liksom ett närliggande område, vilket är försöken att minska kannibalism och utnyttja odlingstrågen bättre genom att införa skyddskonstruktioner, s k artificiella habitat i odlingsbassängerna.



Figur 5. Förhållandet mellan tillväxthastighet, täthet och överlevnad. De inre gränserna går relativt enkelt att flytta men den yttre ramen, cirkeln, är betydligt svårare att rubba. Man kan t ex odla *Macrobrachium* i mycket höga tätheter, men det ger då minskad tillväxt och/eller överlevnad. Detta faktum visar sig redan vid så låga tätheter som 1-4 räkor/m² (Karplus et al. 1986a).

Populationsstruktur

En *Macrobrachium* population i odling innehåller i allmänhet fler honor än hanar (Karplus et al. 1986a, Smith et al. 1981). Den troligaste mekanismen för detta är den kannibalism som räkorna är utsatta för, även vid riklig tillgång på föda (Karplus et al. 1986a, Peebles 1980). För vuxna honor är nämligen denna risk mindre eftersom de ofta byter skal i samband med parning och då är skyddade av en stor hane.

Överskottet på honor är negativt eftersom det är hanarna som växer snabbast och blir störst (Karplus et al. 1986a, Sagi et al. 1986). Honornas sämre tillväxt tros bero på att de lägger ner mycket energi på produktion och bärande av rom. Honor som odlas i en enkönad besättning ger en bättre skörd än honor i en blandad besättning (Sagi et al. 1986) beroende på att befruktade honor bär rommen i ca 20 dagar medan icke befruktade honor tappar sin rom efter något dygn (Ling 1969).

Honorna i en population uppvisar en likartad tillväxt resulterande i en normalfördelning av vikterna. Hanarna uppvisar, trots högre genomsnittlig tillväxt, en betydligt större spridning i tillväxt resulterande i en skev fördelning av vikterna (Karplus et al. 1986a). Detta beror på att hanarna fördelar sig på 3 olika morfotyper:

Hanar med blå klor (BK) är stora, har extremt långa klor, är starkt revirhävande och är de som oftast parar sig (Cohen et al. 1981, Peebles 1979). Hanar med orange klor (OK) är stora, har något mindre klor än BK, har lägre reproduktionsframgång än BK, men har troligen den största tillväxtpotentialen (Cohen et al. 1981, Karplus et al. 1986a). BK och OK hanar uppnår i allmänhet en vikt klart överstigande 30 g på en 180-dagars odlingssäsong. Små hanar (SK), har proportionerligt små klor, en mycket låg tillväxtpotential och uppnår oftast inte mer än 10 g på en säsong (Cohen et al. 1981). Andelen SK ökar med ökad täthet och kan uppgå till 50% av hanarna (Ra'anan & Cohen 1983).

Försöken att bryta populationsstrukturen och därigenom öka produktionen kan delas upp i tre kategorier:

a) Selektiv skörd av stora individer

Småväxta individer kan övergå till kraftig tillväxt efter bortgallring av stora exemplar (Ra'anan & Cohen 1983). Detta beror troligen på att dominerande djur, främst BK hanar, har en tillväxthämmande effekt på mindre djur. Selektiv skörd utförs 3-9 gånger på en tillväxtsång (Cohen et al. 1981, Ra'anan et al. 1984, Sagi et al. 1986).

b) Sortering i storleksklasser

Sortering efter storlek används framgångsrikt bl a vid odling av laxfisk för att öka tillväxten hos de mindre fiskarna i en besättning. Resultaten från sorteringsförsök på *Macrobrachium* är delvis motsägande.

Ra'anan & Cohen (1983) delade med 5 mm nät en juvenilpopulation i två sorteringar med resulterande medelvikt på 5 resp 7.8 g. De sorterade räkorna, där de stora odlades relativt tätt ($3.5/m^2$) och de små relativt glest ($0.5/m^2$) visade ett något bättre ekonomiskt utbyte än en icke sorterad kontrollpopulation.

I två belysande försök har Karplus et al. (1986b, 1987) delat upp juvenilpopulationer i 2 resp 3 sorteringar och jämfört resultaten med sorterade och åter sammanslagna kontrollgrupper, odlat i tätheter om 2 individer per m^2 . De övre sorteringarna gav en stor andel OK och BK hanar medan den minsta sorteringen gav en mycket låg produktion och en stor andel SK hanar. Det ekonomiska utbytet blev inte bättre för de sorterade räkorna jämfört med kontrollgrupperna, vilket enligt författarna beror på att de småväxta räkorna har en mycket liten förmåga till kompenstationstillväxt efter sortering, vilket hänger samman med att räkornas morfotyp och därigenom även tillväxtförmåga bestäms på ett mycket tidigt stadium.

Sammanfattningsvis kan sägas att storleksortering av juveniler troligen inte är ett bra medel för att få alla individer att växa bra. Däremot kan sortering vara ett sätt att sälla ut de sämst växande individerna, vilka kasseras, och samtidigt dela upp en besättning. Eftersom den sämst växande

morfotypen, SK hanar, utgör ca 50% av hanarna i en tät population, bör en sådan sortering inriktas på att ta bort ca 25% av antalet djur.

c) Könnsseparering

Separering av honor och hanar är ett av de vanligaste och effektivaste sätten att manipulera populationsstrukturen hos större tamdjur som kor och får. Försök med *Macrobrachium* visar som tidigare nämnts att honorna ger en bättre skörd, dvs fler stora individer, i en enkönad population än i en blandad. Det tycks som effekten av en könnsseparering blir att vissa honor börjar växa fortare och därmed bidrar till en bättre skörd, medan andra växer långsammare, vilket gör att medelvikten inte ökar mer än marginellt.

Även hanarnas populationsstruktur påverkas av en separering så att andelen BK och SK hanar minskar och andelen OK ökar. Detta bör vara positivt eftersom OK hanar har den största tillväxtpotentialen, men Sagi et al. (1986) kunde inte visa förbättrad skörd eller tillväxt för hanar odlade i en enkönad besättning.

En svårighet med könssortering är att den f n måste ske manuellt, på relativt stora djur, 5-6 cm (Howlander & Kiortsis 1978, Sagi et al. 1986) och därför inte är kommersiellt aktuell. Metoden är dock mycket lovande, varför man kan förvänta sig fler arbeten både på metodutveckling och effektstudier.

Skalömsning, kannibalism och artificiella habitat

En av de mest typiska karaktärerna för kräftdjur är de återkommande skalömsningarna, då tillväxten sker. Hos *Macrobrachium* sker skalömsningarna under larvstadierna mycket tätt med 1-3 dagars mellanrum (Ling 1969a). Räkor i storlekarna 0.1-1 g ömsar skal var 10:e till 30:e dag (Ra'anan 1983) och alltmer sällan ju större rakan blir. Stora honor kan ömsa skal åtminstone 4 gånger per år (Ling 1969a). Under skalömsningen reduceras födointaget avsevärt (Harpaz et al. 1987).

Ömsningsintervallet tycks också påverkas av den sociala hierarkin. Snabbväxande, "dominanta" räkor ömsar

skal relativt sällan, även när de är små, när de odlas individuellt, och tillväxer mycket vid varje ömsning. Långsamt växande individer däremot ömsar skal ofta men tillväxer lite vid varje ömsning (Ra'anan 1983). I samma studie visas också att långsammväxare ökar ömsningsintervallet (och troligen minskar tillväxten ytterligare) om de placeras tillsammans med en snabbväxare, vilket kan tolkas som ett försök att skydda sig mot kannibalism. Kannibalism riktad mot svagare individer anses nämligen vara mycket vanlig. Den följer i stort sett alltid samma mönster i det att en hårdskalig individ eliminerar en som just har genomgått skalömsning och därigenom har mjukt skal (Martin 1980). Räkor som skall genomgå skalömsning blir, om det finns hårdskaliga individer i närheten, undanträngda till oattraktiva, grunda, exponerade områden av dammar, där risken att träffa på en hårdskalig, aggressiv "artfrände" är mindre (Peebles 1980).

En av de mest prövade metoderna för att minska kannibalismen är att tillföra sk artificiella habitat i odlingsenheten. Dessa konstruktioner som ofta byggs av plastnät och plaströr har två funktioner:

- 1) Utgör skydd för ömsande och allmänt svaga individer.
- 2) Ökar internytan i trågen och minskar därmed antalet möten mellan räkorna.

Smith & Sandifer (1975) använde 0.026 g räkor med en täthet av 515 individer/m² i en 12-veckorsstudie. Användandet av artificiella habitat som ökade den tillgängliga ytan 4 ggr resulterade i halverad dödlighet samt fördubblad tillväxt för de överlevande. Ännu större skillnader i överlevnad erhöles med 1-4 g räkor i tätheter av 40 st/m² och artificiella habitat som fördubblade ytan.

I dammodling användas sig Ra'anan et al. (1984) av 0.5 g utsättningsräkor, 15 st/m², som fick tillväxa i 184 dagar innan skörd. Tillsats av artificiella habitat som ökade ytan med 50% ökade överlevnaden med 10% och mängden stora räkor med 24%. Totalvikten blev dock densamma som i kontrolldammar-na.

I ett liknande försök (Cohen et al. 1981) med lägre individtäthet kunde ingen effekt på överlevnad konstateras medan däremot storleken på skördade räkor ökade.

Vid konstruktionen av artificiella habitat bör man eftersträva att uppnå en maximal ökning av internytan i trägen och ett stort antal skyddsmöjligheter samtidigt som vissa mindre attraktiva områden skapas, lämpliga för ömsande individer. Vidare bör konstruktionerna vara lätta att flytta och rengöra.

Foder

Vid extensiv dammodling livnär sig räkorna i huvudsak på dammarnas naturliga produktion, vilken oftast förhöjs genom gödsling. Ibland ges tilläggsfoder i form av restprodukter från jordbruk eller dylikt. Mer intensiva odlingsformer kräver dock ett enhetligt foder av pelletstyp och eftersom födan här ofta utgör den största utgiftsposten är en riktig utfodring av stor betydelse. Räkor som utfodras med foderpellets växer ca 3 ggr fortare än de som livnär sig på naturlig produktion i dammar (Fair & Fortner 1981). Forskningsrapporterna inom foderområdet är svåra att jämföra och ibland motsägelsefulla, då varje försök egentligen bara är giltigt för just den djurstorlek, täthet, odlingstyp, vattenkvalitet m m som redovisas i just den rapporten. Här görs dock ett försök att sammanfatta några av de viktigaste ämnesområdena.

Proteiner, kolhydrater, fett

Undersökningar av enzymsystemet hos *Macrobrachium rosenbergii* visar att arten har mycket god förmåga att bryta ned proteiner och kolhydrater och är att betrakta som en allätare (Lee et al. 1980). Aptiten ökar med proteinmängden i fodret (Ashmore et al. 1985), och från tillväxtskympunkt optimal protein-nivå tycks ligga mellan 30 och 40% (Millikin et al. 1980, Ashmore et al. 1985, Freuchtnicht et al. 1988, D'Abramo & Reed 1988), vilket gäller för såväl juveniler som större räkor (Freuchtnicht et al. 1988). Protein är den dyraste huvudbeståndsdel i foderpellets och behovet kan förmodligen minskas genom

att ge pelleten en sammansättning som är mycket väl anpassad till behovet vad gäller aminosyresammansättning (Farmafarmaian & Lauterio 1980) och energiinnehåll (Ashmore et al. 1985).

Enzymuppsättningen antyder att kolhydrater och inte fett bör utgöra den huvudsakliga energikällan (Lee et al. 1980). Kolhydrater i form av stärkelse utnyttjas bättre och ger en bättre tillväxt än enklare sockerarter (Biddle 1977, Ashmore et al. 1985). Macrobrachium kan även bryta ned cellulosa, en förmåga som ökar med åldern, och tillskott på upp till 20% cellulosa i fodret har en positiv effekt på tillväxten (Fair et al. 1980). Optimalt totalt kolhydratinnehåll torde ligga runt 40%.

I jämförelse med fisk, som kan tillgodogöra sig ett fettinnehåll på upp till 30% av fodret, är skaldjurens förmåga att använda fett som energiresurs liten. Fett i alltför stora mängder kan vara toxiskt. Macrobrachiumfoder bör inte innehålla mer än 10% fett och en stor del av detta bör innehålla fleromättade fettsyror (Biddle 1977).

Möjligen har Macrobrachium, liksom övriga skaldjur ett behov av ca 0.5% kolestrol i födan (Biddle 1977).

Vitaminer, mineraler m m

Effekten av att utesluta vitaminer och mineralämnen ur en renframställd diet har undersökts av Heinen (1988). Han fann att uteslutning av fettlösliga vitaminer inte gav någon effekt på tillväxten under en 12-veckors period, vilket däremot uteslutning av olika vattenlösliga vitaminer gav. Allvarligast var brist på vitamin C som orsakade fläckbildning, svårigheter att ömsa skal och förhöjd dödlighet. Uteslutning av olika spårämnen ur kosten orsakade en liten, men inte signifikant minskning av tillväxten.

Aptitstimulerande ämnen

Man har provat en mängd substanser för att på artificiell väg öka aptiten hos Macrobrachium. I en litteratursammanfattning pekar Heinen (1980) på att organiska ämnen med låg molekylvikt, främst aminosyror, har den bästa effekten. Mest lovande anses L-glutaminsyra, glycin, taurin samt betain vara.

Fodrets stabilitet

Liksom många andra skaldjur äter *Macrobrachium* långsamt och kontinuerligt och söndertuggning av födan sker till största delen utanför kroppen. Detta gör traditionella foderpellets mindre lämpade eftersom de faller sönder ganska fort i vattnet. Försök med bindemedel visar att en 1-2% inblandning av algin i pellets fungerar bra (Farmanfarmaian et al. 1982). Denna tillsats minskar sönderfallet dramatiskt samt förbättrar foderkoefficienten. Författarna varnar dock för att små juveniler kan ha problem med att äta starkt sammanhållna fodertyper.

Extruderat foder, som har en bättre hållbarhet än vanliga pellets, bör också provas.

Utfodring, foderkonvertering

En sammanställning från ett antal färska utfodringsförsök med torrfoder (Tabell 3) tyder på att en lämplig fodermängd är 3-5% av djurens vikt per dag, men mer i tidiga stadier, vilket är i överensstämmelse med Biddles (1977) sammanfattning som anger 10%

för postlarver minskande till 5% för vuxna. I praktisk odling justeras fodermängden kontinuerligt med hänsyn till aptit och foderrester.

Antalet utfodringstillfällen per dag uppges ofta till 3-4 (Biddle 1977), men man får troligen det bästa resultatet med enbart en utfodring om dagen (Mensi & Heinen 1988), vilket dock förutsätter pellets med lång livslängd i vattnet. Detta antyder att användandet av foderautomater inte är försvarbart i *Macrobrachium*odling.

Foderkonverteringen varierar avsevärt mellan olika försök, men tabellen kan tolkas så att en foderkonvertering på 2-3 bör uppnås vid odling, men man bör sträva efter att nå under 2.

Andra fodertyper

Det finns ett antal artiklar som redovisar foderförsök med restprodukter från jordbruk, bryggerier m m. Dessa är i allmänhet av ganska litet intresse för intensivodling, men ett arbete ska tas upp här. Det visar att komplettering av torrfoder med färska löv förbättrar tillväxten och minskar vissa sjukdomssymptom hos *Macrobrachium* (Harpaz

Tabell 3. Foderkonvertering och utfodringsmängd vid 7 foderförsök. Purina Marine Ration är ett av de mest använda kommersiella räkfoderna.

Fodertyp/foderförsök	Utfodring % per dag	Foderkonvertering	Referens
Olika kommersiella pelletstyper	3-35	0.9-2.1	Perry & Tarver 1984
Olika kommersiella pelletstyper	5	1.7-3.0	Stanley & Moore 1983
Purina Marine Ration	3	1.7	Fair & Fortner 1981
Purina Marine Ration + algin (bindemedel)	fri tillgång	2.9-11	Farmanfarmaian et al. 1982
Purina Marine Ration + olika aminosyror		2.6-3.3	Farmanfarmaian & Lauterio 1980
Pellets med innehåll av olika sädesslag, olika proteinhalt	5	2.5-5.0	Ashmore et al. 1985
Pellets olika proteinhalt	5-12	1.5-2.5	Millikin et al. 1980

& Schmalbach 1986). Troligen innehåller bladen något essentiellt näringsämne som är i brist i torrfodret, kanske vitamin C som ju lätt förstörs vid tillverkning och förvaring av foder.

Fysikaliska och kemiska faktorer

Ljus

Macrobrachium rosenbergii härstammar från tropiska trakter med 12 timmars dag och 12 timmars natt. Denna dygnsrytm har vanligen använts i arbeten som anger denna. Några arbeten som tar upp ljusets inverkan på tillväxt, överlevnad m m har inte uppdagats i denna studie. Det har emellertid visats att *Macrobrachium* förflyttar sig mest under gryning och skymning (Peebles 1979), varför det kan finnas anledning att reducera dessa perioder för att minska risken att djuren träffar på varandra. Totalt mörker eller mycket låga ljusintensiteter skulle kunna ha liknande, aggressionsdämpande effekt.

Temperatur

Optimumtemperatur för tillväxt av *Macrobrachium rosenbergii* är 27-30° (Farmanfarmanian & Moore 1978). Under 22° upphör tillväxten (Silverthorn & Reese 1978, Ling 1969a) medan ökad dödlighet pga låg temperatur börjar inträffa i intervallet 12-15° (Sandifer & Smith 1975). Dödligheten ökar också vid snabba temperaturfall (>5°) (Silverthorn & Reese 1978).

Vattenbehov och vattenkvalitet

Juveniler och vuxna individer betraktas oftast som anpassade till sötvatten (Ling 1969a). De har dock förmåga att leva och tillväxa i salthalter upp till 2‰ men är alltid känsliga för snabba förändringar (Sandifer et al. 1975).

Till skillnad från vad fallet är vid t ex odling av laxfiskar finns det inte utarbetat några riktvärden för minsta acceptabla vattenomsättning vid *Macrobrachium*odling och i de flesta publicerade försök anges inte vattenförbrukning. Detta kan bero på att man sällan har några problem med vattenutbytet beroende på att man inte kan odla

Macrobrachium i speciellt höga tätheter. Arten tål dessutom ganska låga syrehalter (se nedan).

Vattenomsättningen måste naturligtvis vara tillräcklig för att hålla syrgashalten och koncentrationen av giftiga exkretionsprodukter på acceptabel nivå.

Syrehalten bör inte understiga 2 mg/l (Perry & Tarver 1984, Smith et al. 1981). I odling av försökskaraktär håller man i allmänhet en syrenivå omkring 6 mg/l, vilket motsvarar 80% syremättnad vid 30°. Arten är bättre anpassad till låga syrgashalter än andra crustacéer (Maleca 1983).

Ammoniak är den huvudsakliga exkretionsprodukten från crustacéer (Kinne 1976). Den förekommer i icke-joniserad (NH₃) och joniserad (NH₄⁺) form, vilka står i en pH-beroende jämvikt. NH₃ som är den giftigaste formen är alltid i mycket lägre koncentration än NH₄⁺ men ökar med stigande pH. Det är troligen NH₃ som ger giftverkan vid höga pH och NH₄⁺ vid låga (Armstrong et al. 1978). En säker totalnivå (NH₃-N + NH₄-N) för *Macrobrachium* är 3.2 mg/l vid pH upp till 7.6 minskande till 1 mg/l vid pH 8.3 (Armstrong et al. 1978). Räkorna tål dock utan mortalitet eller tillväxtminskning halter upp till 10 mg/l under kortare perioder (1 vecka).

Vid goda syrgasförhållanden i recirkulationssystem oxideras ammoniak till den ofarligare föreningen nitrat, NO₃⁻ med den giftiga mellanformen nitrit, NO₂⁻. Höga nitrathalter hänger ofta ihop med otillräckliga eller dåligt skötta biofilter. *Macrobrachium* tycks inte vara lika känslig som t ex laxfisk för nitrit men halter över 1 mg/l NO₂-N kan vara skadliga (Armstrong et al. 1976). Ett rimligt gränsvärde kan ligga runt 0.5 mg/l.

Kräftdjur behöver kalcium för att bygga upp sina skal. Alltför höga halter av kalk (CaCO₃) är dock negativa för *Macrobrachium*. Koncentrationer runt 100 mg/l och kanske lägre tycks ha en tillväxthämmande effekt (Cripps & Nakamura 1977).

Under senare år har ozon blivit alltmer använt för att förbättra vattenkvaliteten i recirkulerande odling. I ett arbete av Mansveta (1980) visades överlevnaden i larvodling öka

från 12 till 25% med ozonbehandling, något som författaren förklarar med en förbättrad nitrifikation och ozonets allmänt desinficerande verkan.

AVEL PÅ MACROBRACHIUM

Eftersom *Macrobrachium rosenbergii* varit i rationell odling endast under drygt 20 år är domestiseringsprocessen ännu i sin början. Det finns inga rapporter från försök att avla fram bättre stammar, även om man måste misstänka att sådant arbete pågår på Hawaii. I slutet på 70-talet kom det nämligen ett antal artiklar från Hawaii som visade att chanserna att nå framgång i avelsarbete på arten var goda:

- Arten uppvisar stora variationer i tillväxt inom en och samma stam (Malecha 1977).

- Arten har utbildat ett stort antal ekotyper (stammar) anpassade till olika klimatområden (Sarver et al. 1979).

- Elektroforesstudier visar att den genetiska variationen är stor mellan olika stammar men däremot relativt liten inom en och samma stam (Hedgecock et al. 1979).

- Korsningar mellan stammar växer bättre än individer från rena stammar (Dobkin & Bailey 1979).

Detta visar att man vid en ev etablering av *Macrobrachium*odling i Sverige bör eftersträva att utgå från ett så brett genetiskt material som möjligt. På så vis ökar chanserna att få in gener som kan göra arten lämplig för intensivodling.

Man bör dock påpeka att den mest odlade *Macrobrachium*stammen, Annenue-stammen på Hawaii, härstammar från 12 st malaysiska föräldradjur (Malecha 1977). Genmaterialet hos dessa tolv djur har tydligen varit tillräckligt bra för att tillåta en kommersiellt lyckad *Macrobrachium*produktion i dammar världen över.

ERKÄNNANDEN

Ett stort tack till Per Nyberg för synpunkter på manuskriptet. Litteraturstudien har finansierats med medel från Länsstyrelsen i Värmlands län.

LITTERATUR

- Aquaculture Production Technology** (Israel) Ltd. (APT). 1985. Feasibility study for the production of the fresh-water prawn *Macrobrachium rosenbergii* on the Kipp Site, New Mexico. Stencil.
- Armstrong, D.A., D. Chippendale, A.W. Knight & J.E. Colt.** 1978. Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, *Macrobrachium rosenbergii*. Biol.Bull. 154:15-31.
- Armstrong, D.A., M.J. Stephenson & A.W. Knight.** 1976. Acute toxicity of nitrite to larvae of the giant malyasian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture 9:39-46.
- Ashmore, S.B., R.W. Stanley, L.B. Moore & S.R. Malecha.** 1985. Effect on growth and apparent digestibility of diets varying in grain source and protein level in *Macrobrachium rosenbergii*. J.World Maricult.Soc. 16:205-216.
- Biddle, G.N.** 1977. The nutrition of *Macrobrachium* species. p. 272-291. In Shrimp and prawn farming in the western Hemisphere. Eds: J.A. Hansson and H.L. Goodwin. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania.
- Brody, T., D. Cohen, A. Barnes & A. Spector.** 1980. Yield characteristics of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in temperate zone aquaculture. Aquaculture 21:375-385.
- Cohen, D., A. Finkel & M. Sussman.** 1976. On the role of algae in larviculture of *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture 8:199-207.
- Cohen, D., Z. Ra'anan & T. Brody.** 1981. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). J.World Maricult.Soc. 12(2):231-243.

- Cohen, D., Z. Ra'anan, V. Rappaport & Y. Arieli. 1983. The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in Israel: Improved conditions for intensive monoculture. *Bamidgeh* 35(2):31-37.
- Cripps, M.C. & R.M. Nakamura. 1977. The effect of CaCO₃ in the water on growth of *Macrobrachium rosenbergii*. In *Shrimp and prawn farming in the western Hemisphere*. Eds: J.A. Hansson and H.L. Goodwin. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania.
- D'Abramo, L.R. & L. Reed. 1988. Optimal dietary protein for juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Congress abstracts, Aquaculture International Congress, British Columbia. Pavilions Corporation, Vancouver.
- Dobkin, S. & D.J. Bailey. 1979. Growth rates of *Macrobrachium rosenbergii* in south Florida. II. Growth of intraspecific hybrids. *Proc. World Maricult. Soc.* 10:571-574.
- Fair, P.H. & A.R. Fortner. 1981. The role of formula feeds and natural productivity in culture of the prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 24:233-243.
- Fair, P.H., A.R. Fortner, M.R. Millikin & L.V. Sick. 1980. Effects of dietary fiber on growth, assimilation and cellulase activity of the prawn. *Proc. World Maricult. Soc.* 11:369-381.
- Farmanfarmaian, A. & A. Moore. 1978. Diseasonal thermal aquaculture. I. Effect of temperature and dissolved oxygen on survival and growth of *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricult. Soc.* 9:55.
- Farmanfarmaian, A. & T. Lauterio. 1980. Amino acid composition of the tail muscle of *Macrobrachium rosenbergii* - comparison to amino acid patterns of supplemented commercial feed pellets. *Proc. World Maricult. Soc.* 11:452-462.
- Farmanfarmaian, A., T. Lauterio & M. Ibe. 1982. Improvement of the stability of commercial feed pellets for the giant shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*). *Aquaculture* 27:29-41.
- Freuchtenicht, G.W., L.E. Barck, S.R. Malech & R.W. Stanley. 1988. The effect of protein level in feed on the growth performance of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* individually reared in clear water flow-through aquaria. Congress abstracts, Aquaculture International Congress, British Columbia. Pavilions Corporation, Vancouver. 31 p.
- Fujimura, T. 1966. Notes on the development of a practical mass culturing technique on the giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. IPFC/C66/WP47, Indo-Pacific Fish. Council, 12th session, Honolulu Hawaii.
- Harpaz, S., D. Kahan & R. Galun. 1987. Variability in feeding behavior of the malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) during the molt cycle (decapoda, caridea). *Crustaceana* 52:53-60.
- Harpaz, S. & E.A. Schmalbach. 1986. Improved growth and health of the malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, by addition of fresh leaves to the artificial diet. *Aquaculture* 55:81-85.
- Hedgecock, D., D.J. Stelmack, K. Nelson, M.E. Lindenfelser & S.R. Malecha. 1979. Genetic divergence and biogeography of natural populations of *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricult. Soc.* 10:873-879.
- Heinen, J.M. 1980. Chemoreception in decapod crustacean and chemical feeding stimulants as potential feed additives. *Proc. World Maricult. Soc.* 11:319-334.
- Heinen, J.M. 1988. Vitamin requirements of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii*. Congress abstracts, Aquaculture International Congress, British Columbia. Pavilions Corporation, Vancouver. p. 36.
- Hilton, J.W., K.E. Harrison & S.J. Slinger. 1984. A semi-purified test diet for *Macrobrachium rosenbergii* and the lack of need for supplemental lecithin. *Aquaculture* 37:209-215.
- Howlader, M.S. & V. Kiortsis. 1978. Selection of fastgrowing male fry of freshwater giantprawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Thalassographica* 2:3-7.
- Karplus, I., G. Hulata, G.W. Wohlfarth & A. Halevy. 1986a. The effect of density of *Macrobrachium rosenbergii* raised in earthen ponds on their population structure and weight distribution. *Aquaculture* 52:307-320.

- Karplus, I., G. Hulata, G.W. Wohlfarth & A. Halevy. 1986b. The effect of size-grading juvenile *Macrobrachium rosenbergii* prior to stocking on their population structure and production in polyculture. I. Dividing the population into two fractions. *Aquaculture* 56:257-270.
- Karplus, I., G. Hulata, G.W. Wohlfarth & A. Halevy. 1987. The effect of size-grading juvenile *Macrobrachium rosenbergii* prior to stocking on their population structure and production in polyculture. II. Dividing the population into three fractions. *Aquaculture* 62:85-95.
- Kinne, O. 1976. Cultivation of marine organisms: water quality management and technology. In *Marine ecology*. Vol. III, Part 1. Ed.: O. Kinne. Wiley-Interscience, New York.
- Kneale, D.C. & J.K. Wang. 1979. A laboratory investigation of *Macrobrachium rosenbergii* nursery production. *Proc. World Maricult. Soc.* 10:359-368.
- Lee, P.G., N.J. Blake & G.E. Rodrick. 1980. A quantitative analysis of digestive enzymes for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricult. Soc.* 11:392-402.
- Ling, S.W. 1962. Studies on the culture of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *IPFC Curr. Aff. Bull. Indo-Pacific Fish. Coun.* 35:1-11.
- Ling, S.W. 1969a. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAO Fish. Rep.* 57(3):589-606.
- Ling, S.W. 1969b. Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAO Fish. Rep.* 57(3):607-619.
- Malecha, S.R. 1977. Genetics and selective breeding of *M. rosenbergii*. p. 328-355. In *Shrimp and prawn farming in the western Hemisphere*. Eds: J.A. Hansson and H.L. Goodwin. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania.
- Malecha, S.R. 1983. Commercial pond production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In *CRC handbook of maniculture*. Vol. I. Eds: J.P. McVey and J.J. Moore. CRL Press, Boca Raton, Florida.
- Mansveta, P. 1980. Effect of ozone treatment on the survival of prawn larvae (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) reared in a closed-recirculating water system. *Proc. World Maricult. Soc.* 11:73-78.
- Martin, A.L. 1980. Odling av *Macrobrachium rosenbergii* (malaysisk jätteräka). *IVL Aneboda. Stencil B 536*. 40 p.
- McSweeney, E.S. 1977. Intensive culture systems. p. 255-271. In *Shrimp and prawn farming in the western Hemisphere*. Eds: J.A. Hansson and H.L. Goodwin. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania.
- Mensi Jr., M.J. & J.M. Heinen. 1988. Practical feeds and feeding schedules for postlarval freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *Congress abstracts, Aquaculture International Congress, British Columbia. Pavilions Corporation, Vancouver*. p. 52.
- Milikin, M.R., A.R. Fortner, P.H. Fair & L.V. Sick. 1980. Influence of dietary protein concentration on growth, feed conversion and general metabolism of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Proc. World Maricult. Soc.* 11:382-391.
- Peebles, J.B. 1979. Molting, movement, and dispersion in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *J. Fish. Res. Board Can.* 36:1080-1088.
- Peebles, J.B. 1980. Competition and habitat partitioning by the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (decapoda, palaemonidae). *Crustaceana* 38(1):49-54.
- Perry, W.G. & J. Tarver. 1984. Production trials of prawn comparing a marine ration, catfish diet and agricultural range pellet. *J. World Maricult. Soc.* 15:120-128.
- Ra'anan, Z. 1983. The effect of size ranking on the moulting cycle of juvenile stages of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) when reared individually and in pairs (decapoda, caridea). *Crustaceana* 45(2):131-138.
- Ra'anan, Z. & D. Cohen. 1983. Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. II. Selective stocking of size subpopulations. *Aquaculture* 31:369-379.

- Ra'anan, Z., D. Cohen, V. Rappaport & G. Zohar. 1984. The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel: The effect of added substrates on yields in a monoculture system. *Bamidgeh* 36(2):35-40.
- Sagi, A., Z. Ra'anan & D. Cohen. 1986. Yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages. *Aquaculture* 51:265-275.
- Sandifer, P.A., J.S. Hopkins & T.I.J. Smith. 1975. Observations on salinity tolerance and osmoregulation in laboratory-reared *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae (Crustacea: Caridea). *Aquaculture* 6:103-114.
- Sandifer, P.A. & T.I.J. Smith. 1975. Effects of population density on growth and survival of *Macrobrachium rosenbergii* reared in recirculating water management systems. *Proc. World Maricult. Soc.* 6:43-53.
- Sandifer, P.A., J.S. Hopkins & T.I.J. Smith. 1977. Status of *Macrobrachium* hatcheries. p. 220-231. *In* Shrimp and prawn farming in the western Hemisphere. Eds: J.A. Hansson and H.L. Goodwin. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania.
- Sandifer, P.A. & T.I.J. Smith. 1978. *Aquaculture of Malaysian prawns in controlled environments.* *Food Tech.* 32(7):40-45.
- Sarver, D., S. Malecha & D. Onizuka. 1979. Development and characterization of genetic stocks and their hybrids in *Macrobrachium rosenbergii*: Physiological responses and larval development rates. *Proc. World Maricult. Soc.* 10:880-892.
- Sick, L.V. & H. Beaty. 1975. Development of formula foods designed for *Macrobrachium rosenbergii* larval and juvenile shrimp. *Proc. World Maricult. Soc.* 6:89-102.
- Silverthorn, S.U. & A.M. Reese. 1978. Cold tolerance at three salinities in post-larval prawns, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture* 15:249-255.
- Smith, T.I.J. & P.A. Sandifer. 1975. Increased production of tank-reared *Macrobrachium rosenbergii* through use of artificial substrates. *Proc. World Maricult. Soc.* 6:55-66.
- Smith, T.I.J. & S. Hopkins. 1977. An apparatus for separating postlarval prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, from mixed larval populations. *Aquaculture* 11:273-278.
- Smith, T.I.J., P.A. Sandifer, W.E. Jenkins & A.D. Stokes. 1981. Effect of population structure and density at stocking on production and commercial feasibility of prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in temperate climates. *J. World Maricult. Soc.* 12(1):233-250.
- Smith, T.I.J., W.E. Jenkins & P.A. Sandifer. 1983. Enclosed prawn nursery systems and effects of stocking juvenile *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. *J. World Maricult. Soc.* 14:111-125.
- Stanley, R.W. & L.B. Moore. 1983. The growth of *Macrobrachium rosenbergii* fed commercial feeds in pond cages. *J. World Maricult. Soc.* 14:174-184.

ENGLISH SUMMARY: A LITERATURE STUDY OF THE CULTIVATION OF THE PRAWN *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* IN THE PROVINCE OF VÄRMLAND, SWEDEN

This literature study is part of a project which aims at studying the possibilities of intensive, indoor cultivation of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in the province of Värmland, Sweden.

Using the keywords *Macrobrachium* and *Macrobrachium rosenbergii* the study was started with a literature search using the data bases *Aquatic Science Abstracts*, *Biosis Previews* and *Aquaculture*. This search came up with several hundred references, most of them concerning the extensive cultivation of the species. About fifty of these references were used in this study.

The ecology of the prawn as well as present farming methods are described briefly. Some topics with relevance to the intensive cultivation such as cannibalism, population structure and feeds are dealt with in somewhat greater detail.

The basic farming technique, which is based on rearing of larvae in salt water and grow-out in tropical earthen ponds, was established in the sixties.

From the early seventies great progress has been made towards the intensification of *Macrobrachium* cultivation. This means production of bigger juveniles, the use of artificial habitats, selective harvest of big specimens and better feed formulas.

As a result *Macrobrachium* cultivation has become economically feasible in areas with suitable climate with an intensive indoor larval and juvenile production and a semi-intensive or

extensive outdoor grow-out phase. Economically feasible, intensive indoor farming during the entire life cycle has, however, not been reported.

The greatest obstacle to higher production in the grow-out phase is the complicated population structure of the species implying that some specimens dominate the population, resulting in poor mean growth and survival at high densities.

To better understand the population structure and learn how to manipulate it is one important way to enhance *Macrobrachium* production. This includes separation of size classes and/or sexes.