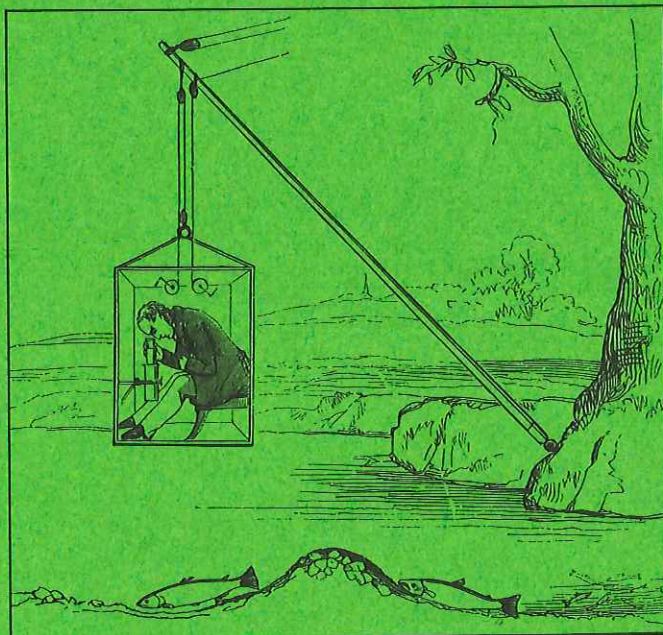


Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



MARIA HANSON

Biogin i en sur fjällsjö, belyst av rödingens föda

BIOLOGIN I EN SUR FJÄLLSJÖ, BELYST AV RÖDINGENS FÖDA

Maria Hanson

INLEDNING	2
MATERIAL OCH METODER	2
RESULTAT	3
DISKUSSION	3
LITTERATUR	5
SUMMARY: THE BIOLOGY OF AN ACID MOUNTAIN LAKE AS ILLUSTRATED BY THE FOOD OF ARCTIC CHAR	6

INLEDNING

Syftet med föreliggande undersökning i Rösjöarna var att studera försurningens inverkan på rödingens föda. Försurningen av sjöar medför i allmänhet att födodjurspopulationernas autekologi såväl som fiskbestånd och predationstryck förändras. Den summerade effekten av dessa förändringar kan avläsas som en förändring i fiskens föda.

Rösjöarna har en sammanlagd yta av 120 ha. De är grunda med maximalt djup på 3-5 meter. Sjöarnas pH-värde är lågt, 5.2-5.3. Då berggrunden är kalkfattig har sjöarna dålig buffringsförmåga och därmed stor känslighet för försurning genom nederbördens inverkan (Dickson 1975, Andersson et al. 1971).

I sjöarna förekommer vattenmossan *Fontinalis* relativt rikligt men för övrigt är strandvegetationen mycket sparsam. Zooplanktonfaunan har studerats i tidigare undersökning (Hanson 1974).

Rödingen är uppdelad i två populationer, småröding och storröding, vilka skiljer sig vad beträffar tillväxt, storlek vid könsmognad och antalet pylorusbihang, habitat och proteinkemi etc. (Andersson et al. 1971, Nyman 1972). Smårödingen ses ofta i de tillrinnande bäckarna och fångas i stort antal i strömmen mellan de två Rösjöarna i motsats till den stora rödingen. Själva sjöarna är mycket ensartade till form och övriga egenskaper, och det är svårt att peka ut några lokaler som är speciellt typiska för den ena eller andra sortens röding.

MATERIAL OCH METODER

Vid födoanalysen har Nils-Arvid Nilssons metod (1955) följts med vissa modifikationer. Volymprocentberäkningen följer originalbeskrivningen vilket betyder att minsta volym som går att uppskatta ligger kring 0.02 à 0.03 cm³. Magar med mindre innehåll än ~ 0.02 cm³ sammanlagt har därför uteslutits ur sammanställningar för volymprocent och dominansprocent. Gruppen rester är helt oidentifierade objekt - om materialet kunnat bestämmas som t.ex. rester av plankton-crustaceer har det förts ihop med annat planktonmaterial vid volymberäkningen.

Vid dominansberäkningen har en gräns dragits mellan magens främre (oesophagus och cardia-del) och bakre avsnitt (pylorus-del) och dominans har bestämts för varje avdelning. I regel dominerar samma födoobjekt i båda avdelningarna av samma mage. Med dominans menas alltid mer än halva volymen av materialet, och grupperna som kommer i fråga framgår av tabellerna. (Ibland har två grupper fått en halv "dominanspoäng" var.)

Utöver dessa två metoder har en tredje metod tillämpats: i främre delen av varje mage har alla objekten räknats. Gränsdragningen mellan främre och bakre del är samma som vid dominansberäkning, och har lagts så, att en lämpligt stor portion maginnehåll för genomräkning erhållits. Gränsen är alltså något flytande (i relation till magsäckens morfologi).

Samtliga återfunna objekt-slag är också upptecknade i Tabell 2.

Det studerade materialet av rödingmagar redovisas i Tabell 1. Smårödningens längder låg mellan 14 och 20 cm med undantag för de fiskar som togs i juni 1969. Dessa var 12 till 15 cm långa. Storrödingarna var tämligen jämnt spridda mellan 24 och 43 cm längd med en mindre än 24 och sju större än 43 cm. Inverkan av fiskens längd på födovallet är inte analyserad och inte heller de olikheter, som kan bero på dygnsvariation. Fångster från april-maj är dagsfångster, septemberfångsterna är från nät, som stått ute under natten. Junifångsterna är tagna under en årstid när det är ljusst under större delen av dygnet.

RESULTAT

Resultat från maganalyser framgår av Tabell 2-8. Rödingens föda består huvudsakligen av larver och puppor av Chironomidae och Trichoptera, larver av Ephemeroptera samt plankton och halvplankton. Terrestra insekter förekommer i mycket liten utsträckning som föda. Orsaken till denna ringa förekomst av terrestra insekter kan vara betingad av väderleken under fångståret. (Jfr småröding 1969, Tabell 7 från ett tillfälle när fisken vakade flitigt. Dygnsrytm och fisklängd kan också ha inverkat, se Material och metoder). En jämförelse mellan de båda rödingpopulationernas näringsval visar att smårödingen ätit relativt sett mer plankton - halvplankton än storrödingen och att denna skillnad är störst på hösten. Smårödingen har förutom Sida och Eurycercus även utnyttjat de mindre planktonformerna *Bosmina coregoni* och *Cyclops copepoditer*, medan storrödingen av planktonarter framför allt ätit *Bythotrephes*, vilken endast undantagsvis påträffats i småröding.

En likartad tendens för smårödingen att utnyttja små former och storrödingen stora former föreligger även i valet av botten djur. Smårödingen har huvudsakligen ätit de små chironomidlarverna medan storrödingen i betydligt större omfattning än smårödingen utnyttjat de större Trichoptera och Ephemeroptera larverna.

DISKUSSION

Det finns en betydande variation i detta mönster. Variationen beror på att röding i olika storlekar och under olika årstider har olika diet (Nilsson 1964). I sjöar med både öring och röding lever öringen av botten näring medan rödingen är planktonätare. Då rödingen lever allopatriskt består födan huvudsakligen av botten djur; de viktigaste födoobjekten är därvidlag stora crustaceer (*Gammarus* och *Lepidurus*) mollusker, insektslarver, puppor och nymfer (mestadels Trichoptera, Ephemeroptera och Chironomidae, Nilsson 1963, 1965).

Emellertid förekommer också i sjöar med "dubbla" rödingar näringssegregation mellan arterna. Så t.ex. i Övre Björkvattnet äter den lilla litorala rödingen (den s.k. blattjen) i september huvudsakligen bottendjur och då mest Gammarus, medan den pelagiska normalväxande rödingen lever av plankton och terrestra insekter (Nilsson och Filipsson 1971). I Korsvattnet livnär sig den pelagiska dvärgrödingen på plankton (Cladocera) och den litorala normalväxande rödingen på kläckande bottendjur och terrestra insekter (Nilsson 1955). I Limingen är dvärgrödingen planktonätare medan den normalväxande rödingen lever av bottendjur och terrestra insekter (Aass et al. 1972).

Övre Björkvattnet, Korsvattnet och Limingen var reglerade när näringsundersökningen gjordes. Andelen äkta plankton och halvplankton - som här i diskussionen behandlas som en enda grupp "plankton" - kan ha förändrats i dieten efter regleringen. Uppgifter om dieten hos "dubbla rödingar" i helt opåverkade vatten är sparsamma.

Viktiga planktonarter som rödingföda är Eurycercus, Holopedium och Bythotrephes - men i de flesta fall är Daphnia galeata och Bosmina coregoni de mest frekventa. Heterocope är frekvent i födan under vissa perioder, medan Diaptomus och Cyclops bara tillfälligtvis uppträder såsom föda åt vuxen röding. Effekter av betning på zooplanktonbestånd redovisas och diskuteras av Stenson (1972, 1973) samt Nilsson och Pejler (1973).

Vid en jämförelse av rödingens näringsval i Rösjöarna med ovan citerade undersökningar är den mest påtagliga skillnaden att Gammarus och mollusker saknas samt att, inom gruppen plankton, Daphnia saknas.

I en undersökning av bottenfaunan i några västsvenska försurade sjöar fann Grahn och Hultberg (1974) att bottenfaunan var artfattig och dominerades av grupperna Hemiptera, Tricoptera, Megaloptera och Chironomidae, medan Gastropoda, Lamellibranchiata och Ephemeroptera försvunnit. J. Økland (1969, 1975) har visat att Gastropoda minskar vid pH lägre än 6.6 och helt försvinner vid pH 5.2 och K.A. Økland (1969) har visat att Gammarus inte förekommer i sjöar med pH under 6.0. Avsaknaden av Gammarus och mollusker (Gastropoda och Lamellibranchiata) i Rösjöarna kan således förklaras av att dessa födodjur ej klarar den sura miljön.

Laboratorieförsök har visat att ephemeridlarver är känsliga för lågt pH (refererade i IVL Medd. B 192). I Örvattnet försvann Ephemera vulgata då pH sjönk från tidigare 5.8 till 5.0-5.1 (Grahn och Hultberg 1974). I Rösjöarna med pH 5.2 klarar sig emellertid ephemeridlarverna och utgör där en betydande andel av rödingens föda. Denna art av Ephemeroptera, tillhörande familjen Siphonuridae, är tydligen något mer tolerant mot försurning än Ephemera vulgata, men det är möjligt att den nu befinner sig nära sin toleransgräns.

Zooplankton i Rösjöarna är artfattigt och domineras av Bosmina coregoni. Tidvis förekommer även Cyclops copepoditer relativt rikligt. Övriga noterade, men sparsamt förekommande arter, är Heterocope saliens, Diaptomus lacinatus, Holopedium gibberum, Bythotrephes, Alonopsis sp. och Chydorus sp. Daphnia saknas helt. (Den i Information nr 5/1974 rapporterade förekomsten av Holopedium framgick inte av Tabell 19 då Holopedium saknades i det räknade stickprov, som redovisades i tabellen.)

De i planktonproverna mest frekventa arterna, Bosmina coregoni och Cyclopscopepoditer, uppträder som dominant i några småröding-magar. Av de mer sparsamt förekommande planktonarterna återfinns, såsom dominant i några smårödingars föda Holopedium gibberum, medan Bythotrephes

utgör en betydande del av storrödningens föda under hösten. Storrödningen uppvisar preferens för de större planktonarterna och utnyttjar *Bythotrephes* trots denna arts ringa förekomst i planktonproverna. Enligt Andersson (1972) är *Bythotrephes* mycket vanlig såsom fiskföda i sura sjöar trots ringa förekomst i planktonprover. Denna ringa förekomst i Rösjöarna är troligtvis inte en effekt av avbetning, då planktonprover från de närbelägna Särnamannasjöarna visar att *Bythotrephes* är sällsynt även i dessa nästan helt fisktomma sjöars prover.

Eurycercus och *Sida* förekommer i rödingens föda men ej i planktonproverna. Detta torde bero på att dessa plankton lever nära växter och botten och därför ej fångats i planktonhåven och den ringa förekomsten av *Bythotrephes* i planktonproverna kan ha en liknande förklaring.

Zooplanktonförekomsten i sura svenska vatten (Hörnström et al. 1973, Hanson 1974, Dickson et al. 1975) bestäms både av de olika arternas tålighet för pH och av betningstrycket från fisk m.m., och fiskfödan återspeglar både zooplanktonförekomst och fiskens val av föda ur det aktuella utbudet. En rimlig arbetshypotes vore att fiskens föda i sura vatten skulle tendera mot ett lågt antal födokategorier, en minskad diversitet, eftersom de citerade arbetena tyder på ett minskat artantal i zooplankton i sura vatten. En fortsatt insamling och analys av magprover enligt metoden att alla objekt räknas (Tabell 5) kan ge upplysning om detta.

LITTERATUR

- Aass, P., R. Asplund och F. Hansson. 1972. Öringens och rödingens näringsval samt betydelsen av en grunddamm i den reglerade sjön Limingen, Norge. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (8). 21 p.
- Andersson, B. 1972. Abborrens näringsval i försurade västkustsjöar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (17). 21 p.
- Andersson, G., K.-J. Gustafson och T. Lindström. 1971. Rödingen i Rösjöarna på Fulufjäll. Information från Sötvattenslaboratoriet (8). 19 p.
- Dickson, W. 1975. The acidification of Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res. Drottningholm 54:8-20.
- E. Hörnström, C. Ekström och B. Almer. 1975. Rödingsjöar söder om Dalälven. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (7). 140 p.
- Grahn, O. och H. Hultberg. 1974. Försurningens effekter på oligotrofa sjöars ekosystem - integrerade förändringar i artsammansättning och dynamik. IVL Medd. B 192. 25 p.
- Hanson, M. 1974. Zooplankton i Fulufjällssjöar med lågt pH. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (5). 17 p.

- Hörnström, E., C. Ekström, U. Miller och W. Dickson. 1973. Försurningens inverkan på västkustsjöar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 97 p.
- 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.
- 1963. Interaction between trout and char in Scandinavia. Trans.Amer. Fish.Soc. 92(3):276-285.
 - 1964. Effects of impoundment on the feeding habits of brown trout and char in Lake Ransaren (Swedish Lapland). Verh.int.Ver.Limnol. XV:444-452.
 - 1965. Food segregation between salmonoid species in North Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res. Drottningholm 46:58-78.
 - och O. Filipsson. 1971. Characteristics of two discrete populations of Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) in a North Swedish lake. Rep. Inst.Freshw.Res. Drottningholm 51:90-108.
 - och B. Pejler. 1973. On the relation between fish fauna and zooplankton composition in North Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res. Drottningholm 53:51-77.
- Nyman, L. 1972. A new approach to the taxonomy of the "*Salvelinus alpinus* species complex". Rep.Inst.Freshw.Res. Drottningholm 52:103-131.
- Stenson, J.A.E. 1972. Fish predation effects on the species composition of the zooplankton community in eight small lakes. Rep.Inst.Freshw. Res. Drottningholm 52:132-148.
- 1973. On predation and *Holopedium gibberum* (Zaddack) distribution. Limnol. & Oceanogr. 18:1005-1010.
- Økland, J. 1969. Om forsuring av vassdrag. Fauna, Oslo 22:140-147.
- 1975. Giftutslipp, søppel og forsuring av vassdrag. Naturen 99(1):39-47.
- Økland, K.A. 1969. On the distribution and ecology of *Gammarus lacustris* G.O. Sars in Norway, with notes on its morphology and biology. Nytt Mag. Zool. 17(2):111-152.

SUMMARY: THE BIOLOGY OF AN ACID MOUNTAIN LAKE AS ILLUSTRATED BY THE FOOD OF ARCTIC CHAR

The objective of the present investigation of the Lakes Rösjöarna was to study the effect of acidification on the food of char. Generally, the acidification of lakes results in changes of the autecology of prey populations as well as changes in the fish populations and changes in the predation pressure.

There are two populations of Arctic char in the Lakes Rösjöarna (små-röding and storröding) but there are no other fish. The pH value of the lakes is 5.2-5.3.

The dominant food objects of the char ~~were~~ larvae and pupae of Chironomidae and Trichoptera, larvae of Ephemeroptera and plankton and semiplankton. All noted food objects are shown in Table 2. Tables 3 and 7 show mean volume percentages and Tables 4 and 8 show dominance percentages.

No Mollusca, Gastropoda or large Crustacea were noted in the food of char in the Lakes Rösjöarna although they have been reported as important food objects in other char lakes. It could be concluded that those bottom organisms are sensitive to low pH.

The abundance of zooplankton in acid Swedish lakes is determined i.a. by the tolerance of the different species to a low pH as well as the predation pressure from fish. The fish food reflects the abundance of zooplankton and the choice by the fish from the zooplankton fauna present. A reasonable hypothesis would be that the food of the fish in acid lakes tends to display a low number of food categories and a decreased diversity, since studies by Hörnström et al., 1973, Hanson, 1974 and Dickson et al., 1975, indicate a decreased number of species of zooplankton in acid lakes. The hypothesis is supported by the stomach analysis, although the analysis is not yet completed.

Tabell 1. Materialredovisning

Småröding

Datum	Redskap	Fångst	Urval
24/4-25,4-74	Isfiske, pimpel	5	Samtliga
25/4-11/5-74	Isfiske, pimpel	13	Samtliga
24/6-74	Nät 36 v/a	40	Samtliga
24/6-74	Flugspö	25	5
9/9-70	Nät 36 v/a	172	7
16/6-17/6-69	Not och flugspö	1.000	25

Storröding

Datum	Redskap	Fångst	Urval
25/4-11/5-74	Isfiske, pimpel	3	Samtliga
12/5-13/5-74	Isfiske, pimpel	16	13
24/6-29/6-74	Flugspö och lättspin	22	Samtliga
18/9-20/9-74	Nät 12-18 v/a	75	20
18/9-20/9-73	Nät 12-20 v/a	49	16
9/9-10/9-71	Nät 12-22 v/a	27	20

Tabell 2. Samtliga återfunna objekt

Luftföda:	Chironomidae 1
Diptera i exkl. chironomider	Ephemeroptera 1
Hemiptera i	Plecoptera 1
Hymenoptera i	Trichoptera 1
Lepidoptera i	Simulidae 1
Trichoptera i	Plankton och halvplankton:
Kläckande bottendjur:	Alonopsis sp.
Chironomidae p och i	Bosmina coregoni
Trichoptera p	Bythotrephes longimanus
Bottendjur:	Cyclops copepodit
Acarina	Eurycercus lamellatus
Coleoptera 1 och i	Holopedium gibberum
Corixa sp. i	Sida crystallina
Ceratopoginidae 1	Fisk:
	Röding
	Parasiter:
	Cestoda

Tabell 3. Rödingens föda enligt volym-procentberäkning, magar med minst 0.02 cm³ innehåll

Småröding	1974	1974	1970	
	April-Maj	Juni	September	
Plankton och halvplankton	14	25	97	
Bottendjur	84	47	3	
Kläckande bottendjur		21		
Övrigt		4		
Ej identifierade rester	2	3		
Antal magar	18	39	7	

Storröding	1974	1974	1974	1971
	April-Maj	Juni	September	September
Plankton och halvplankton		1	56	47
Bottendjur	95	44	25	44
Kläckande bottendjur		55	7	7
Övrigt	2		6	1
Ej identifierade rester	3		6	1
Antal magar	12	22	18	19

Tabell 4. Rödingens föda enligt dominans-procentberäkning, magar med minst 0.02 cm³ innehåll

Småröding

	1974		1974		1970	
	April-Maj		Juni		September	
	F	B	F	B	F	B
Coleoptera i			2	3		
Trichoptera i				3		
Chironomidae p o.i			15	11		
Chironomidae l	75	69	31	25		
Ephemeroptera l		6	8	8		
Trichoptera l	12.5	14	17	22		
Bosmina			8	8		
Cyclops copepodit	12.5	11				
Eurycercus			9	3	100	100
Holopedium			2	3		
Sida			5	6		
Plankton, rester				8		
Ej identifierade rester			3			
Antal magar	16	18	39	36	7	7

Storröding

	1974		1974		1974		1971	
	April-Maj		Juni		September		September	
	F	B	F	B	F	B	F	B
Corixa								3
Diptera i					5.5			3
Lepidoptera i								3
Trichoptera i								3
Chironomidae p o.i			50	52		5.5		
Trichoptera p					17			
Chironomidae l	65	71			5.5	11		
Ephemeroptera l	35	12	43	43	5.5	22		
Trichoptera l		17	7	5	5.5		56	53
Bythotrephes					22	39	23	29
Eurycercus					22	5.5	3	8
Sida					11	11	3	
Plankton, rester							3	10
Övrigt					6	6		
Antal magar	10	12	21	22	18	18	17	19

F= Fram

B= Bak

Tabell 5. Medelantal för antal objekt i den räknade delen (främre delen) av magen, preliminär redovisning

Smäröding	1974	1974	1970	
	April-Maj	Juni	September	
Diptera i		< 0.1		
Chironomidae p o.i		2.5		
Trichoptera p		< 0.1		
Chironomidae l	24.2	9.5	2.7	
Coleoptera l	< 0.1			
Ephemeroptera l	0.1	0.5		
Trichoptera l	1.2	1.2	0.6	
Alonopsis		< 0.1		
Bosmina		6.3	1.6	
Bythotrephes		0.3		
Cyclops copepodit	46.9	< 0.1	0.3	
Eurycercus		3.1	115.7	
Holopedium		5.3		
Sida		8.6	9.0	
Antal magar	16	38	7	
Storröding				
	1974	1974	1974	1971
	April-Maj	Juni	September	September
Diptera i			3.9	0.4
Hemiptera i				0.1
Hymenoptera i				0.1
Lepidoptera i				0.4
Trichoptera i				0.6
Chironomidae p o.i		34.8	2.4	
Trichoptera p		1.0	2.9	
Chironomidae l	28.9		6.2	1.1
Coleoptera l				0.2
Corixa			0.1	0.1
Ephemeroptera l	19.5	14.7	1.3	
Plecoptera l	1.3			
Trichoptera l	0.3	1.4	0.5	20.3
Simuliidae l		0.1	0.3	
Bythotrephes			9.7	31.9
Eurycercus		0.8	3.5	10.0
Sida			28.1	5.6
Antal magar	13	21	17	17

Tabell 6. Fördelningen av fiskens föda enligt födans volym i cm³
(antal magar)

Småröding	1974 April-Maj	1974 Juni	1970 September	
Tom		3		
0.00-0.05	3	13		
0.05-0.10	5	10	1	
0.10-0.50	9	17	1	
0.50-1.00	1	1	4	
> 1.00			1	
Summa	18	44	7	
Storröding	1974 April-Maj	1974 Juni	1974 September	1971 September
Tom			3	1
0.00-0.05	3			2
0.05-0.10	2		1	3
0.10-0.50	5	7	8	5
0.50-1.00	4	1	3	4
1.00-5.00	1	11	5	5
5.00-10.00		2		
> 10.00		1		
Summa	15	22	20	20

Tabell 7. Rödingens föda enligt volym-procentberäkning

Småröding	1969 Juni
Coleoptera i	4.0
Diptera i	3.0
Ephemeroptera i	0.1
Hemiptera i	0.2
Hymenoptera i	12.8
Lepidoptera i	0.2
Psyllidae i	0.2
Terrestra insektsrester	6.7
Chironomidae p och i	23.5
Trichoptera p	8.6
Chironomidae l	1.2
Ephemeroptera l	1.4
Trichoptera l	2.8
Plecoptera l	2.1
Akvatiska insektsrester	18.3
Bosmina	12.5
Copepoda	2.4
Antal magar	25

Tabell 8. Rödingens föda enligt dominans-procentberäkning, magar med minst 0.02 cm³ innehåll

Storröding	1973 September
Eurycercus	35
Sida	4
Bythotrephes	15
Trichoptera l	23
Trichoptera p	8
Fisk	15
Antal magar	13