

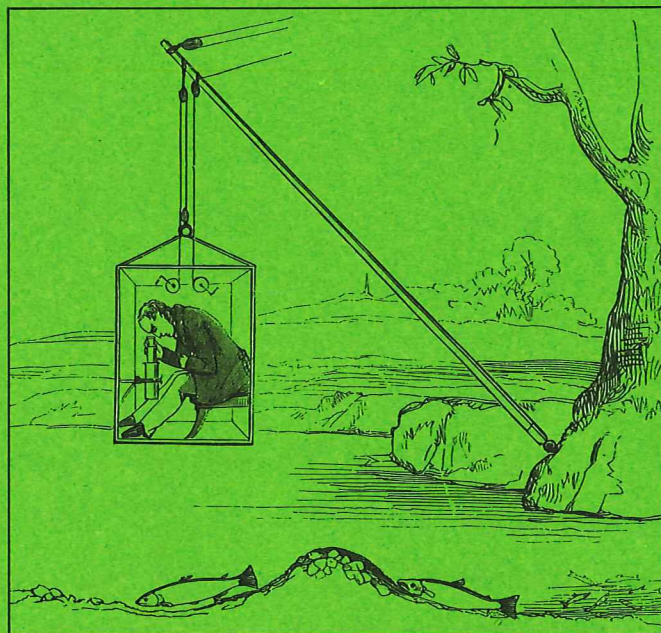
- 8MRS1978

ARBETSBETECKNING

Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



MAGNUS FÜRST
ULLA BOSTRÖM

Frekvens av en skalsvamp (kräftpest)
på signalkräftor

FREKVENNS AV EN SKALSVAMP (KRÄFTPEST) PÅ SIGNALKRÄFTOR

Magnus Fürst
Ulla Boström

Bilaga:

FÖRSÖK ATT SMITTA SIGNALKRÄFTA UNDER SKALÖMSNINGEN MED
HJÄLP AV PESTSMITTAD FLODKRÄFTA

Magnus Appelberg
Magnus Fürst

BAKGRUND	2
AKTUELLA FRÅGESTÄLLNINGAR	3
MATERIAL OCH METODER	3
RESULTAT OCH DISKUSSION	4
Beskrivning av pestsymtom	4
Pestförekomst i olika populationer	5
Fallet Boren	8
Längd- och könsfördelning	10
Läkning	15
Tidsfaktorn - hur snabbt utvecklas symtom?	15
Smittoförsök	16
Dödlighet, kvalitetsförsämring	16
Begreppsdefinitioner	17
Fortsatta undersökningar	18
SAMMANFATTNING	20
LITTERATUR	22
SUMMARY: FREQUENCY OF VISIBLE SYMPTOMS OF CRAY- FISH PLAGUE IN POPULATIONS OF <i>PACIFASTACUS LENIUSCULUS</i> DANA	23

BAKGRUND

Avsikten med den första importen 1960 av signalkräftan *Pacifastacus leniusculus* Dana var att först och främst utröna om den var resistent mot kräftpestsvampen *Aphanomyces astaci* Schikora (Svärdson 1965). Att detta skulle kunna vara fallet var teoretiskt sett mycket möjligt eftersom det var känt att en annan amerikansk art *Orconectes limosus* Rafinesque var resistent. Den senare fanns i Tyskland sedan 1890 och utvecklade där livskraftiga bestånd i pestsmittade vatten.

Det visade sig snart att även signalkräftan var resistent (Unestam 1964, 1965; Svärdson 1965), men det blev senare även klarlagt att den samtidigt kunde vara bärare av kräftpest, s.k. kronisk pest, och därmed överföra svampen till friska flodkräftor. 1964 började man misstänka detta. I en av Röggle dammar utanför Lund inplanterades på försök signalkräftor i ett tätt flodkräftbestånd och just i den dammen fick man ett pestutbrott medan andra dammar samtidigt var opåverkade. 1967 styrktes misstanken genom att flera flodkräftbestånd i försöksvatten erhöll pest där signalkräftor inplanterades. 1968 skriver Svärdson i Svenskt Fiske apropå att signalkräftan kanske sprider pest: "Det säger sig självt att detta komplicerar den framtida fiskevården i oerhörd grad. Speciella tillstånd kommer att krävas för varje framtida utsättning av arten och tjuvfiske kan få de våldigaste konsekvenser."

När Fiskeristyrelsen beslöt att starta en omfattande inplantering av signalkräfta i Sverige 1969 var man klart medveten om att den var bärare av pest. Man var beredd att ta denna risk som innebar att tidigare intakta flodkräftbestånd kunde smittas på nya vägar. Kvarvarande flodkräftbestånd utgjorde dock bara en liten del av vad som varit och den forskning rörande pesten som bedrivits hade inte givit något hopp om att pesten skulle kunna stoppas eller utrotas.

Inplantering av signalkräfta i förut pestdrabbade vatten framstår 1977 ännu tydligare som enda möjligheten att återfå ett fiske på kräftor.

Senare har Unestam och hans forskargrupp i detalj studerat kräftpestens biologi på både flod- och signalkräfta. Se t.ex. Unestam 1969, 1972, 1973, 1975 och Unestam et al. 1977. Flodkräftan är enligt Unestams undersökningar försvarslös medan signalkräftan har ytterst snabba och effektiva motreaktioner. Svampens hyftrådar blockeras och inkapslas av blodceller. Melaninisering gör att det är lätt att med blotta ögat upptäcka angreppspunkterna som får en svartbrun färg.

Signalkräftor överför smitta mellan varandra, men Unestam har ännu ej kunnat konstatera, om det rör sig om sporer eller hudfragment med levande hyfer, som är verksamma. Han har ej lyckats smitta felfria signalkräftor så att de erhållit kronisk pest från sjuka flodkräftor. Det är tänkbart, men ej prövat, att man på detta sätt kan smitta signalkräftor som har avskrapad ytterhud eller sår.

Genom akvarieförsök har Unestam konstaterat att signalkräftor kan dö av pest under skalömsningen om de smittas av flodkräftor.

Unestam har visserligen ej påträffat pest hos nykläckt yngel men anser ändå inte att detta är bevis för att ynglet skulle vara fritt från pest.

AKTUELLA FRÅGESTÄLLNINGAR

1. I massmedia "upptäcktes" det under kräftsäsongen 1976 att signalkräftorna var bärare av pest. Man "slog larm" om pestfläckar som gjorde kräftorna "oätliga" och man berättade om "massdöd bland signalkräfter". Signalkräftans motståndare framförde kritik på olika sätt, bl.a. påstods det, att man ej tidigare känt till eller i varje fall ej upplysts om att signalkräftorna var bärare av pest.

Vi visste inte hur vanligt pestfläckar förekom och om det var skillnad mellan olika vatten, likaså visste vi ej hur vanlig och hur "synlig" pesten var på signalkräfter i USA och Kanada. Fiskeristyrelsen beslutade för år 1977 och tills vidare som en konsekvens av ovanstående om en viss begränsning av inplantering av signalkräfter. Under tiden skulle de aktuella pestfrågorna utredas av Sötvattenslaboratoriet i samarbete med Unestams grupp.

2. Unestam (muntl.medd.) har i akvarier iakttagit att pestfläckar på signalkräfta har blivit större efter skalömsning och att samma kräfta med tiden erhållit omfattande skador. Hur stämde detta i naturen? Märkningsförsök borde kunna ge svaret.
3. Man har diskuterat om yngel varit fritt från pest vid utplanteringen. Detta borde kunna visas i provfisken i sjöar där endast yngel satts ut 1970-76 och ej adulta direktimporterade kräftor (1969).
4. Signalkräftan kunde smittas till döds under skalömsningen av pest från sjuka flodkräftor. Detta hade visats i akvarier, men frågan var om det även gällde för mera naturliga miljöförhållanden. En särskild rapport författad av Magnus Appelberg och Magnus Fürst angående dessa försök bifogas.

MATERIAL OCH METODER

De svenska vatten (se karta Fig. 1) som ingår i denna undersökning har provfiskats på vanligt sätt. Detta gäller även Pitt Lake i British Columbia, Kanada, varifrån signalkräfter importerats till den odling som bedrivs av Ytong AB i Kvarntorp under ledning av Björn Idestrom. Pesten har registrerats omedelbart efter fångsten under september 1977. I mars 1976 registrerades pestfrekvensen på ett antal kräftor som importerats från Pitt Lake till Kvarntorp 6 månader tidigare. De två re-

gistreringarna av kräftor från Pitt Lake har jämförts för att ge en uppfattning om förändringar. Kokta och frysta signalkräftor har importerats från Sacramento River i Californien av två olika företag. Ett antal slumpvis uttagna kräftor från sådan import har genomgått.

Pitt Lake och Sacramento River utgör sannolikt två godtagbara vatten som kan användas för att ge en uppfattning om hur kräftpesten förekommer naturligt på signalkräftan. Beståndet i Pitt Lake är utsatt för ett obetydligt fiske, medan fisket i Sacramento River sannolikt är något intensivare eftersom importen pågått flera år.

De svenska sjöar, som utvalts har representerat olika stadier i beståndsutveckling. Inverkan av hårt eller obetydligt fisketryck kan jämföras. I vissa vatten har endast yngelutsättning gjorts och samtidigt har man bestånd av flodkräfta. Detta kan belysa frågan om pestförekomst på utsättningsmaterialet. I andra vatten har vuxna direktimporterade kräftor utsatts. Dessa kan förutsättas ha varit pestangripna från början till ungefär lika hög procent, som de nu importerade kräftorna.

I Boren har det rapporterats kraftigt angrepp av pest och detta föranledde ett särskilt intresse att spåra eventuella orsaker.

I Halmsjön har kräftorna märkts för att göra det möjligt att konstatera förändringar i enskilda exemplars pestangrepp efter skalbyte och under resten av året. Märkningen har gjorts med lödkolv så att kräftorna erhållit individuella nummer.

Provfisket och pestregistreringarna har utförts av Sötvattenslaboratoriet utom i Åmningen och Långbjörken där Bert Ove Andersson fiskat och Ragnar Ajaxon registrerat pestförekomst. Yngve Ungsgård har deltagit i fisket i Skillötsjön.

Tommy och Ann Odelström har fiskat och registrerat pesten i Erken. Björn Ideström har fiskat och registrerat pest i Pitt Lake.

Ragnar Ajaxon, som arbetar i Unestams grupp, har givit instruktioner om hur man definierar ett pestangrepp. Det senare har varit en förutsättning för att undersökningen skulle kunna genomföras.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Beskrivning av pestsymtom

Kräftpesten hos signalkräftan kan efter en viss tid räknat från infektionsögonblicket ses som klart urskiljbara svartbruna fläckar. Fläckarna varierar mycket i storlek, men är sällan över ca 5 mm i diameter. Någon enstaka gång är de dock stora som tioöringar (Fig. 6, sid. 14).

Det förefaller möjligt att dela upp angreppstyperna i tre olika alternativ. Det blir då lättare att förstå varför angreppen påträffas på olika kroppsdelar.

- A. Sådana som finns på kroppsdelar som naturligt utsatts för nötning, t.ex. leder, mundelar eller penis.
- B. Typiska nötningar mot främmande föremål orsakar ofta pest på uropoderna (yttre stjärtflikar) och på ovansidan av stjärten. Det senare kan tänkas orsakas hos kräftor som kryper baklänges in i bohåll och därvid skrapar emot stenar med vassa kanter.
- C. Sårskador, som kan uppstå i samband med parning och sumpning, angrips ofta av pest, antingen direkt på någon kroppsdel eller i brottytan om en extremitet förlorats. Ett kraftigt angrepp i ett sår på en extremitet kan i sin tur orsaka ett brott. Finns pest i brottytan regenererar ej extremiteten.

Pestförekomst i olika populationer

De svenska sjöarna som ingår i undersökningen har markerats på kartan i Fig. 1 och 2. Följande tabell, som ej tar hänsyn till skillnader i könsfördelning eller medellängd mellan olika populationer, visar procenten angripna kräftor. Fångstens storlek ger en antydning om tillförlitligheten. Ett par av sjöarna har ännu mycket svaga bestånd.

	Utsätt- nings- material	Fångst Signal- kräfta	Flod- kräfta	Pestangrepp Antal	%	Tidigare fångst av flodkräfta efter 1969
Kårån	yngel	13	100	0	0	gammalt bestånd
Skillöt- sjön	"	10	251	0	0	ökande "
Lejondals- sjön	"	63	0	2	3.2	enstaka
Åmän- ningen	yngel + adulta	134	0	15	11.2	"
Lång- björken	adulta	251	0	9	3.6	0
Boren	yngel + adulta	76	0	46	60.5	enstaka
Erken	adulta	2.569	7	77	3.0	"
Halmsjön	"	649	20	28	4.3	"
Träsksjön	"	728	0	35	4.8	0
Sacramento River	-	236	-	97	41.1	-
Pitt Lake	-	111	-	30	27.0	-

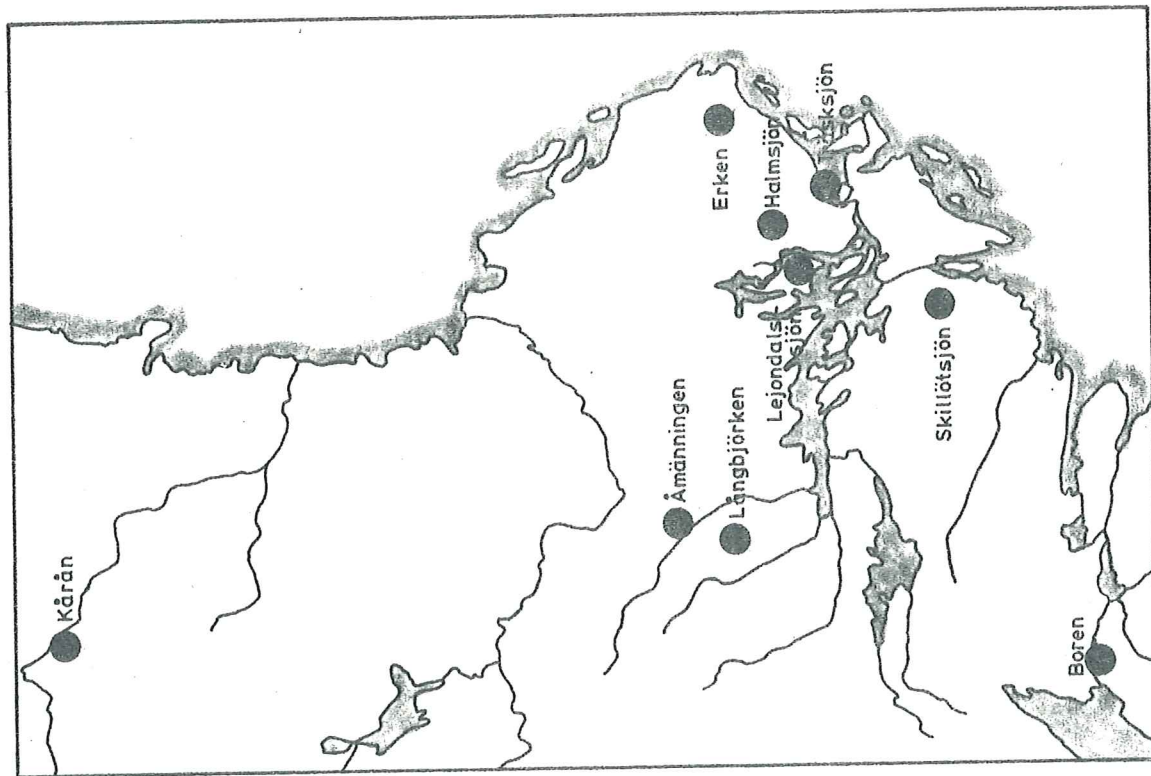


Fig. 1 Karta över de svenska vatten som ingår i redogörelsen.

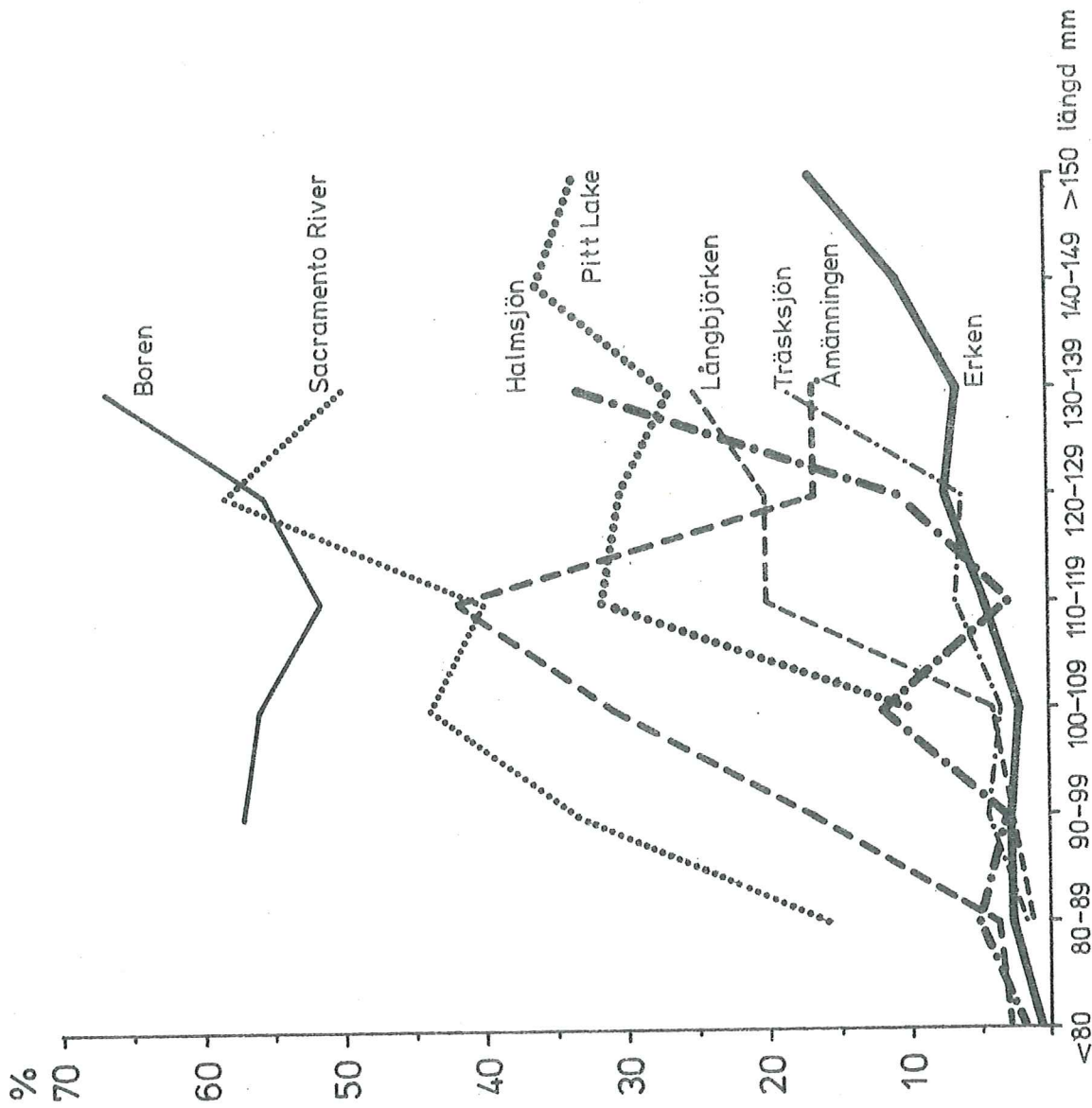


Fig. 2 Pestfrekvens hos signalkräfta i olika populationer fördelad på längdklasser.

Materialet visar att pestfrekvensen varierar mycket starkt mellan olika populationer. Pitt Lake och Sacramento River visar en betydligt högre frekvens än de svenska med ett enda undantag nämligen Boren.

De tre första vattnen har valts emedan enbart nykläckt yngel från Simontorp använts. I två finns dessutom förhållandevis mycket flodkräftor. Dessa tre sjöar skulle förhoppningsvis lämna upplysningar om pestförekomst på signalkräftyngel. I de två första sjöarna fångades de två arterna på samma platser och ofta i samma mjärddar. Inget pestsymtom har påträffats och dessutom har flodkräftorna uppenbarligen ej smittats av signalkräftorna. Resultatet tyder på att yngel vid dessa utsättningar saknat pest.

I Lejondalssjön har flodkräftor enligt uppgift ej påträffats förrän 1977 efter pestutbrottet 1970. De fångade flodkräftorna fanns i en annan del av sjön än signalkräftorna. Två av signalkräftorna hade angrepp av pest i sårskador, som var relativt omfattande. Det är knappast troligt att pesten härstammar från någon annan källa än Simontorp. Från ytterligare en sjö där endast yngel utsatts har pestfläckar rapporterats. Det är okänt om man fångat flodkräftor under senare år.

Åmningen, Långbjörken och Boren är exempel på vanliga typer av signalkräftsjöar. Pestfrekvensen är högst skiftande. De ovanligt talrika angreppen i Boren uppmärksammades redan 1976. Några kräftor hade då ganska fula märken. I år har Sötvattenslaboratoriet provfiskat på tre skilda platser (Fig. 3, sid. 9). Det finns inget som tyder på att det skulle röra sig om en mycket lokal påverkan då angreppen varit ungefär lika kraftiga på alla platserna. Se vidare sid. 8 under rubriken "Fallet Boren".

Erken, Träsksjön och Halmsjön har provfiskats intensivt (i 11, 17 och 5 år) och under den tiden har man ej lagt märke till några uppseendeväckande pestangrepp. I Erken har en speciell strandsträcka fiskats mycket intensivt i 4 år utan att man där har en signifikant skillnad i pestfrekvens jämfört med glesa och obefiskade bestånd i andra delar av sjön.

Sacramento River och Pitt Lake har höga frekvenser. Vi vet föga om miljöförhållandena i den förstnämnda, men desto mera om den senare. Pitt Lake är en sjö som ej mottar avlopp från kommuner eller industrier. Bebyggelse förekommer ytterst sparsamt. Sjön är omgiven av höga berg med ständig snö på topparna. Vattnet är så kallt att reproduktionen troligen är begränsad till en mindre del av sjön. Man kan knappast tänka sig någon negativ påverkan på kräftorna från t.ex. skadliga ämnen i vattnet och därför kan man sannolikt betrakta pestfrekvensen som normal.

Att pesten förekommer så sparsamt i de svenska sjöarna (med ett känt undantag) kan troligen bero på en eller flera faktorer nämligen a) glesa bestånd med låg smittofrekvens, b) snabb tillväxt med lägre medellivslängd och därmed färre chanser att komma i kontakt med smitta under livstiden, c) bortfiskning av äldre (stora) exemplar vilket sänker frekvensen smittade kräftor samt minskar smittorisken, d) snabb tillväxt innebär flera skalömsningar per tidsenhet och en skalömsning kan innebära att en viss läkning sker (se under "Läkning" sid.15).

Fallet Boren

En naturlig motståndskraft mot en sjukdom som organismen normalt bär på latent kan brytas ner av t.ex. en tungmetall. Exempel på detta har dokumenterats av Rødsæther et al. 1977.

Kräftor är generellt mera känsliga än fisk för gifter t.ex. tungmetaller, biocider eller andra kemiska bekämpningsmedel. Man kan därför teoretiskt mycket väl tänka sig att inverkan av något eller flera sådana ämnen ned-sätter signalkräftans motreaktioner mot pest. Normalt för blotta ögat osynliga angrepp skulle hinna bli tydliga innan hyftillväxten stoppades. Synliga små fläckar skulle hinna breda ut sig och bli ganska stora.

Ett belägg för att så är fallet har erhållits vid kräftodlingen i Kvarn-torp.

I två olika odlingstråg förvarades 2-åriga kräftor. Ett av trågen försågs med enbart sjövattnet, det andra dessutom med vatten som passerat en elektrisk värmeslinga. Temperaturen i det senare höll en till två grader högre temperatur. Genom en olyckshändelse torrlades värmeslingan så att den förkromade ytan brändes bort och blottade den innanför liggande kopparytan. Därefter fungerade uppvärmningen som tidigare. Händelsen observerades ej förrän efter en tid - troligen mer än en månad - när en dödlighet började visa sig i tråget med uppvärmt vatten. Dödligheten ökade även efter det att det värmda vattnet kopplats bort. Vid det tillfället gjordes en jämförelse av pestfrekvensen på 25 kräftor från vardera tråget vilken visas i följande tabell:

Längd cm	Antal fel- fria	Sjövatten		Sjövatten + varmt vatten		
		Antal an- gripna	Antal fläckar eller skador	Antal fel- fria	Antal an- gripna	Antal fläckar eller skador
5.0-5.9	-	-	-	0	12	23
6.0-6.9	5	5	5	0	8	22
7.0-7.9	5	9	9	0	3	6
8.0-8.9	0	1	1	0	1	3
9.0-9.9	-	-	-	0	1	3
Summa	10	15	15	0	25	57

Alla kräftorna i det tråg som mottagit vatten som passerat värmeslingan hade betydligt större antal pestangrepp.

Koncentrationen av krom och koppar har ej varit känd, men har ansetts vara den enda möjliga förklaringen till den stora dödligheten. Speciellt kopparjoner anses vara giftiga. Om kromjoner funnits lösta i vattnet är osäkert.

Ett antal kräftor som utsattes för förgiftningen levde fortfarande i november 1977 och deltog normalt i parningen. Det är frestande att jämföra den höga pestfrekvensen i det förgiftade tråget med den höga frekvensen i Boren. Det kan knappast vara en tillfällighet att pesten har

fått en sådan omfattning. Trots att massmedia gjort pesten på signal-kräftan till en stor sensation som bör ha gjort allmänheten uppmärksam på problemet har inga nya rapporter kommit in angående pestangrepp i andra vatten.

Det måste därför anses sannolikt att Boren är ett undantag och att speciella miljöförhållanden existerar i just den sjön.

Frågan är då om en förgiftning liknande den i odlingen kan ha förekommit eller fortlöpande pågår - det behöver alltså ej vara fråga om halter som orsakar dödlighet.

Analysen görs regelbundet av olika avloppsutsläpp och i ett av dem förekommer tungmetaller t.ex. koppar och krom. Boren genomströmmas av Motalaström (Fig. 3) och man får räkna med en kraftig utspädning och omblandning av gifterna.

Slutsatsen är att gifter förekommer i avloppsutsläpp, men att man ej känner till mängderna och därför på nuvarande stadium ej kan dra några slutsatser om vad som verkligen orsakar skadorna på Boren-kräftorna.

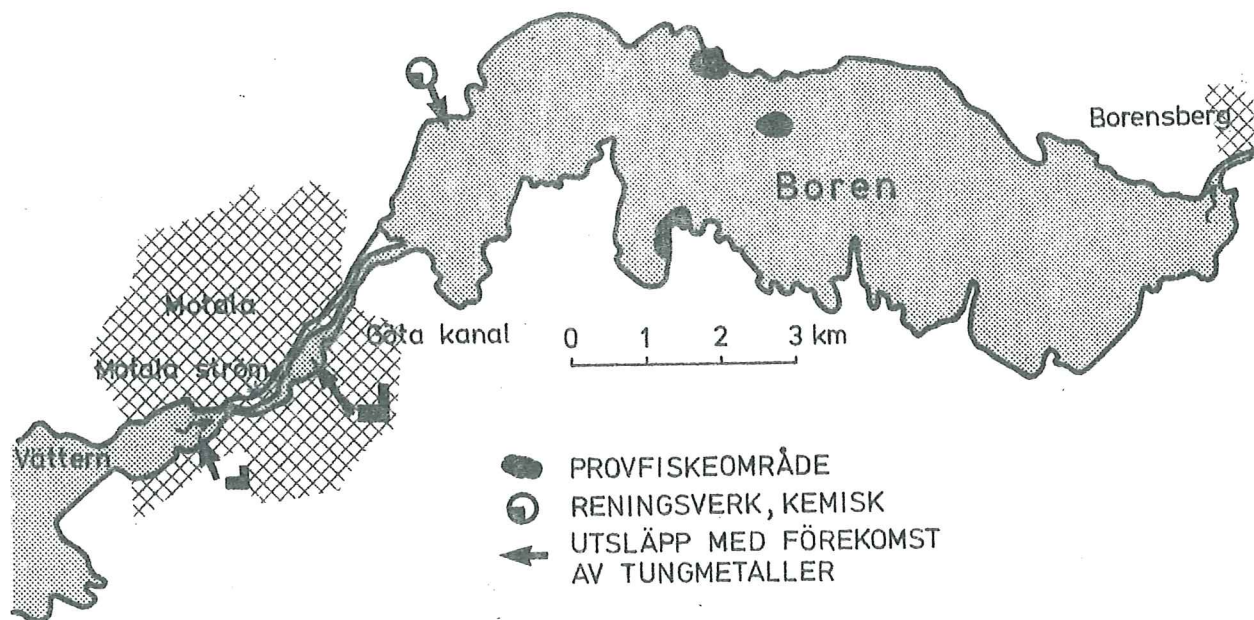


Fig. 3 Karta över Boren i Motala ström.

Längd- och könsfördelning

I Fig. 2 visas pestfrekvensen i olika populationer fördelad i längd-klasser. En ökning av frekvensen med stigande längd-ålder är tydligast bland de mest långsamväxande kräftorna från Nordamerika. Man kan utan vidare förutsätta att de svenska kräftorna genomgående är yngre än de nordamerikanska i motsvarande längd. Detta tyder på att åldern är betydelsefull för frekvensen pestangrepp.

Normalt hittar man inte pestfläckar på yngel och små kräftor under 6 cm. I odling kan man däremot påträffa mycket små pestfläckar på yngel ner till omkring 2 cm.

En skillnad finns mellan könen. Oftast är det fler angripna honor än hanar speciellt bland större kräftor. Dessutom är antalet skador eller fläckar per angripen kräfta högre bland honorna. Detta blir tydligare vid ökad längd (Fig. 4).

I Fig. 5 a och b visas hur angreppsbilden hos hon- respektive hankräftor ser ut i fyra olika sjöar. Man bör i första hand jämföra Erken och Sacramento River där materialet är stort. Likheten mellan sjöarna är slående. Angreppens art skiljer däremot mellan könen vilket ej alltid framgår av figuren. Honornas består vanligen av fläckar i varierande storlek. Hanarna har oftare förlorat någon extremitet eller har angrepp på könsorganet. Pitt Lake som avviker mest har flera angrepp på honorna än övriga sjöar. Avvikelsen beror delvis på en skillnad i bedömningen av hur små fläckar som skulle registreras, men det finns även en reell skillnad i antalet angrepp på ovansidan av abdomen.

Ett försök har gjorts att dela in pestangreppen i olika klasser i följande tabell. Det är tydligt att skadorna på kräftorna i Boren är mera omfattande.

Sjö		Skadeklass				Totalt
		1	2	3	4	
Boren	antal	75	32	24	131	
	procent	57	25	18	-	
Pitt Lake	antal	72	6	-	8	86
	procent	84	7	-	9	-
	"	91				
Halmsjön	antal	9	2	5	16	
	procent	56	13	31	-	

Skadeklassificering: 1. prick mellan 1-2 mm
 2. prick mellan 2-5 mm
 3. angrepp av större omfattning
 4. förlorad del (orsak ej känd)

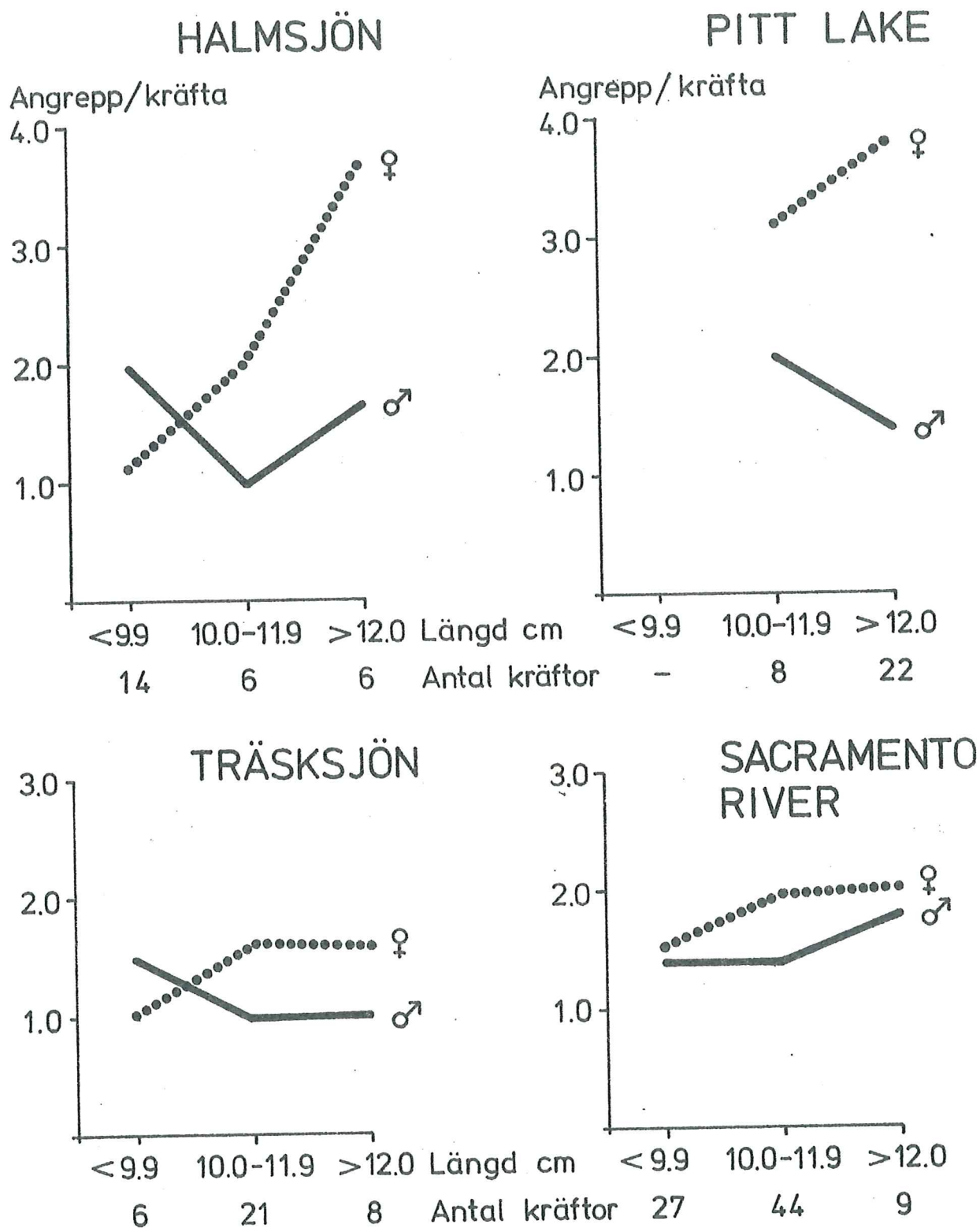
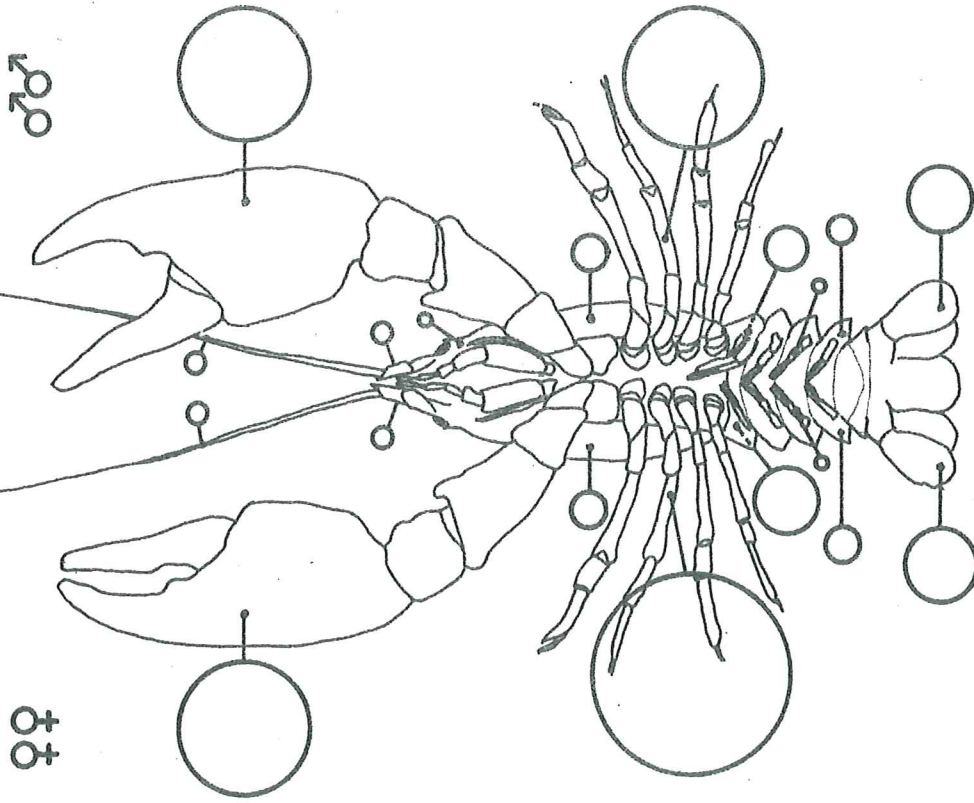


Fig. 4 Pestangrepp räknat per angripen kräfta. Fördelning har gjorts på kön och i tre längdklasser där den övre och undre klassen saknar begränsning uppåt respektive nedåt.

SACRAMENTO RIVER

Antal kräftor totalt 206 medellängd cm 10.3
 Antal kräftor med pestangrepp 80 medellängd cm 10.6



ERKEN

Antal kräftor totalt 2569 medellängd cm 9.8
 Antal kräftor med pestangrepp 77 medellängd cm 10.5

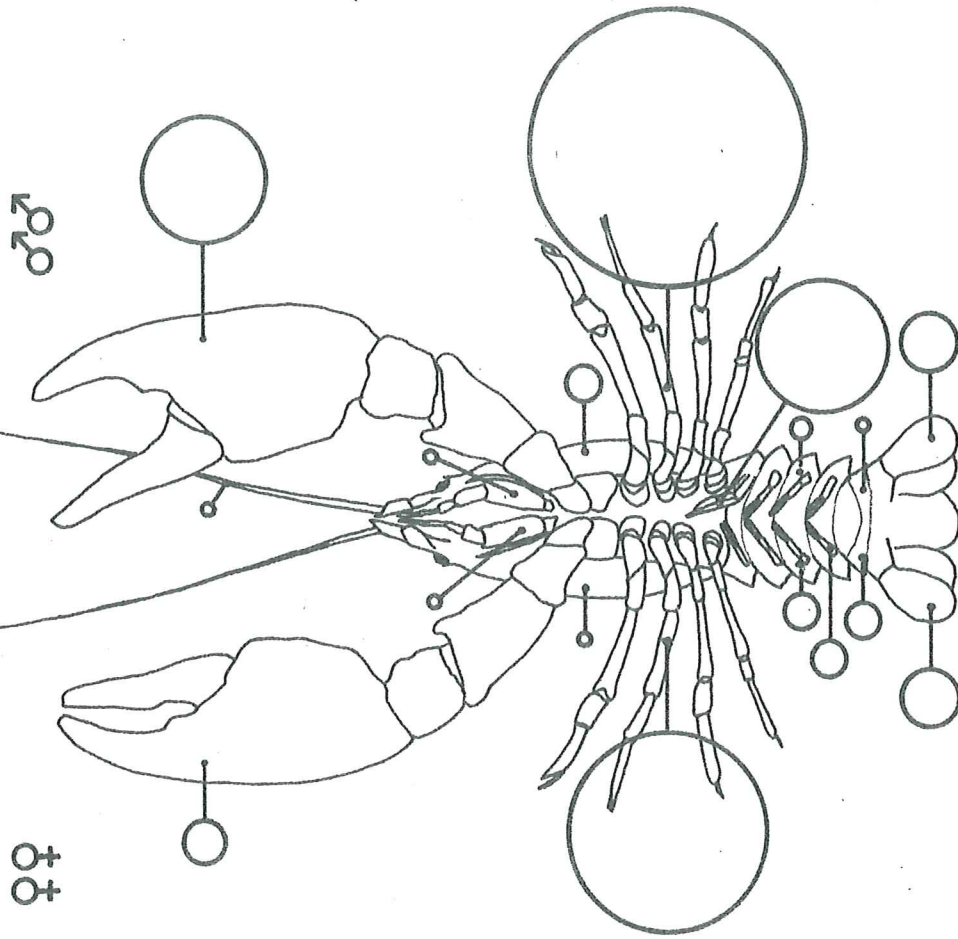
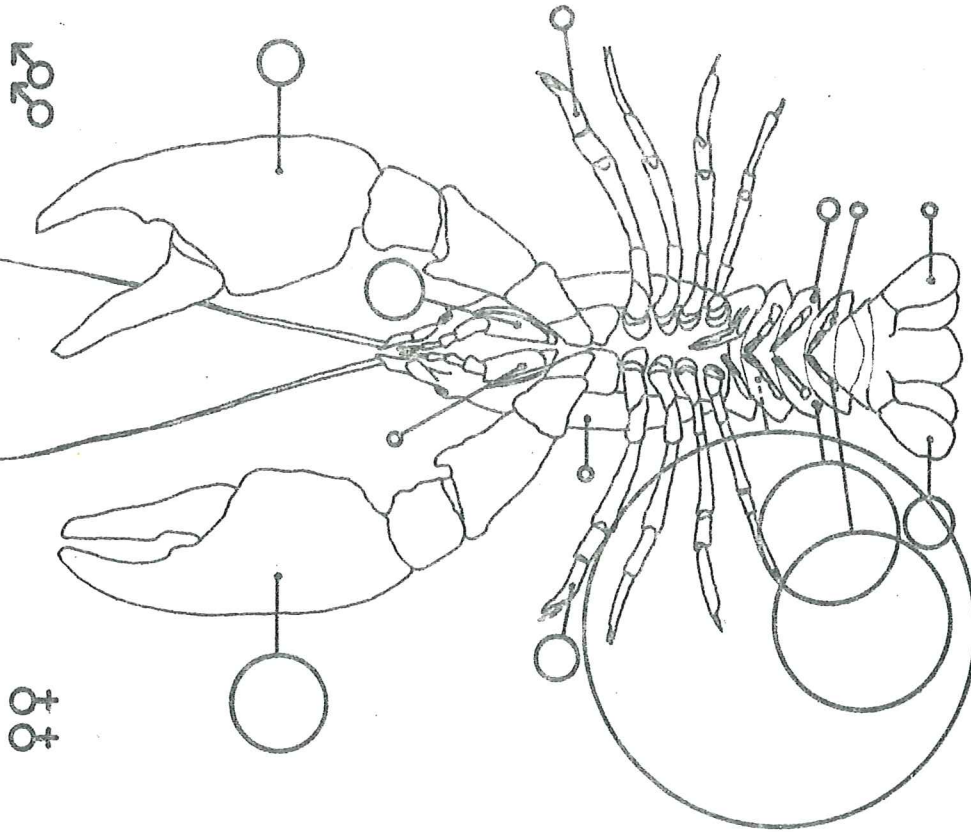


Fig. 5a Fördelning av pestangrepp på olika kroppsdelar. Varje kräfta i figuren visar även skillnaden mellan könen. Vänster halva illustrerar angrepp på honorna, höger halva på hanarna.

PITT LAKE

Antal kräftor totalt 111 medellängd cm 11.9
Antal kräftor med pestangrepp 30 medellängd cm 12.8



HALMSJÖN

Antal kräftor totalt 649 medellängd cm 9.1
Antal kräftor med pestangrepp 28 medellängd cm 10.0

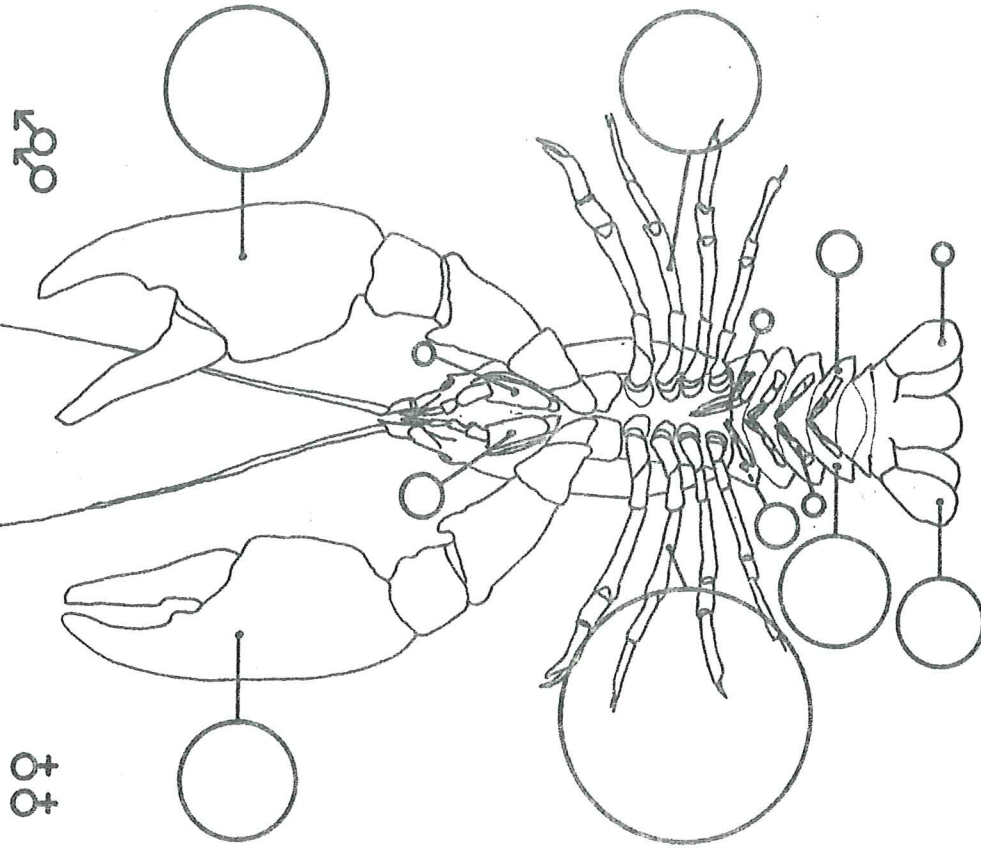


Fig. 5b (se text till Fig. 5a)

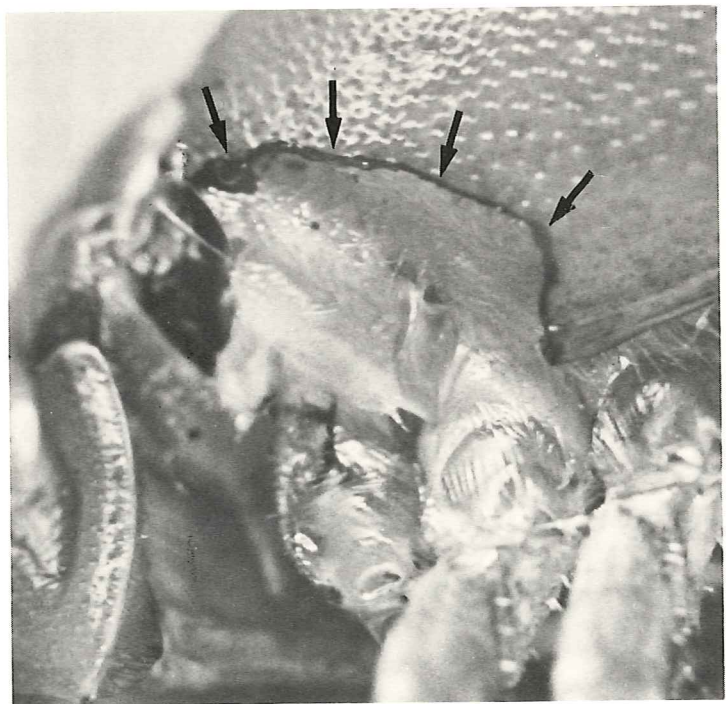
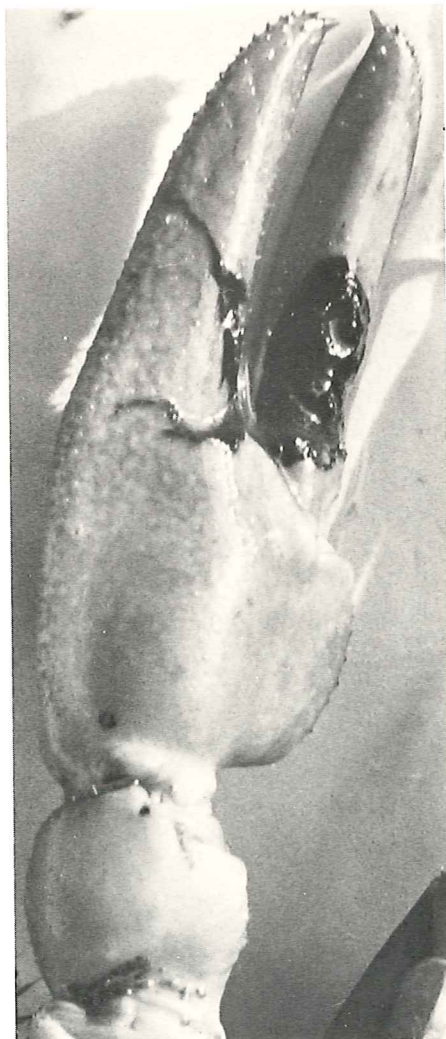
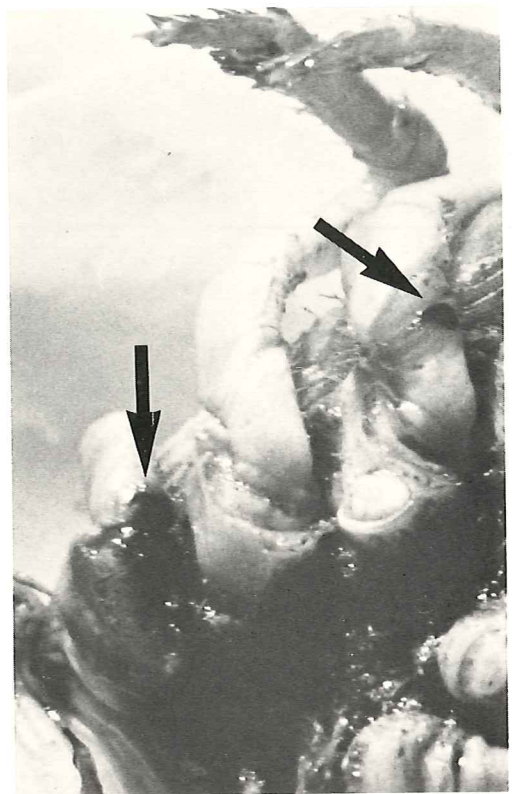
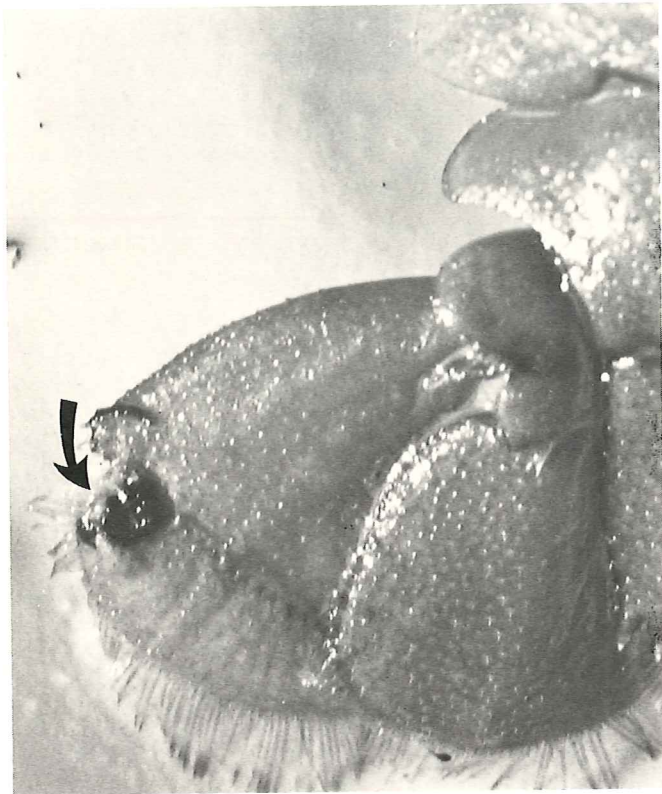


Fig. 6 Fotografierna visar exempel på hur angrepp av kräftpest på signalkräfta kan yttra sig.

Bilden nere till vänster visar en krosskada på en klo, nere till höger en större skada på carapax. I båda fallen har pest angripit sårorna.

Läkning

Läkning kan sannolikt inträffa i samband med skalömsningen. Ett starkt indicium på detta finns från Erken (Odelström muntl.medd.). Där hade en akvariekräfta en stor fläck på en kloled som läktes helt. Teoretiskt skulle det kunna varit fråga om en annan svampart, men det är liten chans att den aktuella kräftan skulle vara ett undantag.

En slutledning blir då att av jämnåriga kräftor får de som växer sämre, d.v.s. ömsar skal färre gånger, högre frekvens av pest. Skillnaden i antal skalömsningar per tidsenhet borde därför ha betydelse för pest-frekvensen.

Enligt Mason (1974) har en fem centimeters kräfta ömsat skal sjutton gånger. Svenska signalkräfter över tio centimeter ömsar vanligen skal en gång om året under normala temperatur- och näringsförhållanden, de största kräftorna hoppar över skalömsningen vissa år.

Det är tydligen ej enbart åldern som ligger bakom att större kräftor oftare är pestangripna. Tillväxthastigheten - d.v.s. antalet skalömsningar per tidsenhet - har i sin tur stor betydelse eftersom varje skalömsning innebär en viss chans till läkning.

Vi vet ännu ej hur vanligt det är att läkning av ett pestangrepp sker på detta sätt. Det har ej heller undersökts om det är en viss typ av pestangrepp som kan läkas till skillnad från andra.

Tidsfaktorn - hur snabbt utvecklas symtom?

Av signalkräfter som fångades i Pitt Lake i september 1977 hade 27 % angrepp av pest. Denna siffra kan jämföras med kräftor som fångats året innan på samma plats - och förvarats ett halvt år i odlingen. I mars 1976 hade 63 % av dessa synliga pestangrepp (Tabell 1, sid. 19). Hela ökningen utgjordes av gångbensskador. Fiske, sumpning, transport och parning gjorde att kräftorna tillfogade varandra skador, som lätt infekterades av pest genom att tätheten periodvis var stor.

I Halmsjön märktes kräftor med lodpistol i olika omgångar. På två återfångade exemplar kunde pest konstateras i märkena. Mellan den 3 augusti och 16 september hade pesten hunnit utvecklas så att den var tydlig.

Hur snabbt pesten utvecklas i en skada är svårbedömbart eftersom den genomgår flera stadier med ökad mörkfärgning.

Det som är viktigt att konstatera är om hanteringen av kräftorna genom fångst eller sumpning har skadliga konsekvenser. Erfarenheterna, bl.a. från märkningsförsöken i Halmsjön, visar ej någon säker ökning i angreppsfrekvensen mellan den 3 augusti och 16 september som tyder på att provfiske och märkningsprocedur inverkat.

Sumpning kan innebära en viss ökning av pestangreppen. I Erken har dock stora mängder kräftor sumpats under flera månader, men utan att man lagt märke till sådana förändringar, att man kan tala om att det skulle innebära problem, att använda sumpning som en metod att förvara kräftor. Någon regelrätt registrering har ej gjorts.

Odling innebär speciella omständigheter och det förefaller som om detta är det enda tillfälle som pesten skulle kunna innebära verkligt allvarliga problem. Stor täthet och liten vattenomsättning är givna orsaker. En viss påverkan av stress kan även ha betydelse. Akvariekräftor kan få omfattande skador som redan Unestam konstaterat tidigare (Unestam 1972).

Smittoförsök

I en särskild rapport, som bifogas, (Appelberg-Fürst), beskrivs ett försök som gick ut på att smitta signalkräftor under skalömsningen med pest från sjuka flodkräftor. Unestam hade lyckats med detta i akvarier där signalkräftorna dog av pesten. Man frågade sig då om det var de ytterst speciella förhållandena i en konstlad miljö som bidrog till dödligheten.

I det nya försöket placerades kräftorna i så naturlig miljö som det var möjligt för att kunna vara kontrollerbart. Kräftorna dog i de flesta fallen, men ingen påverkan kunde konstateras på ett tätt bestånd av signalkräftor intill försöksplatsen i sjön Erken.

Vid kräftpestutbrottet i Ringsjön 1963 placerades några signalkräftor i en sump i kanalen mellan de två sjöhalvorna. Döda kräftor som drev med strömmen fastnade vid sumpen och under tiden sades signalkräftorna ömsa skal utan att ta skada (Svärdson 1964).

Den fråga som är av praktisk betydelse är om mottagligheten för kräftpest under skalömsningen påverkar våra signalkräftbestånd. En viss hög täthet av sporer är förutsättning för att smitta skall ha en chans att överföras. Endast i närheten av en sjuk flodkräfta löper signalkräftorna därför någon risk. Flodkräftor har förekommit i 60 % av de provfiskade signalkräftsjöarna under de senaste fem åren men bestånden är med ett par undantag ytterst glesa. Alla signalkräftor ömsar ej skal samtidigt och de för dessutom ej denna akuta pestsmitta vidare till andra signalkräftor som ömsar skal. Risken för märkbara skador på signalkräftpulationerna är därför ytterst små. Man kan möjligen ge rådet att ta bort eventuella flodkräftor som ingår i fångsten vid kräftfisket.

Dödlighet, kvalitetsförsämring

Dödlighet har ej iakttagits hos signalkräfta på grund av pestangrepp annat än i försök med pestsmitta från flodkräfta i samband med skalömsningen. Den formen av dödlighet saknar i praktiken betydelse.

Ur "Information från Sötvattenslaboratoriet" nr 10, 1977 s. 19-20 (Fürst 1977) citeras följande rader som beskriver det biologiska sambandet mellan pest och kräfta:

"Signalkräftan och kräftpesten hör naturligt ihop. Det är detta som konstituerar kräftans motståndskraft mot pesten. Kräftor som har nedsatt motståndskraft slås ut och det naturliga urvalet gynnar kräftor med större motståndskraft. Sätts detta system ur

spel genom att vi framställer pestfria kräftor för utsättning i fria vatten, riskerar vi att motståndskraften mot pest med tiden avtar. Om därefter pest skulle införas i detta bestånd på samma sätt som pesten nu sprids bland flodkräftor, kan det mycket väl få katastrofala följder med dödlighet bland signalkräftorna som följd.

Slutsatsen är att vi måste betrakta pesten hos signalkräftan som naturlig och anpassa oss efter det. Att kräftorna kan få omfattande skador, om de hålls i akvarier eller en längre tid i sumpar är även en helt naturlig sak. Detta är stressande och onaturliga situationer för kräftorna som skadar varandra och som genom själva stressen får nedsatt motståndskraft.

Man kan förutsätta att kräftorna även får nedsatt motståndskraft mot pest genom att de utsätts för t.ex. tungmetaller eller biocider. Kräftor är i detta hänseende känsligare än fisk och man vet att fiskars motståndskraft mot infektioner minskar i sådana situationer.

Slutsatsen är att onormalt kraftiga angrepp av kräftpest på signalkräftan sannolikt har sin grund i att människan behandlar dem olämpligt eller utsätter dem för en olämplig miljö."

Kvalitetsförsämring har iakttagits i 11 fall av 5.501 undersökta signalkräftor. Inga rapporter har kommit från allmänheten eller från fiskeritjänstemän om uppseendeväckande skador. Boken är i det fallet det enda undantaget. Ingen skada är så stor att inte fiskerättsägaren själv kan använda kräftan. Det kan däremot vara olämpligt att sälja en kräfta som har en mycket stor skada. Observera att flodkräftor även har liknande skador med den skillnaden att någon pest ej finns i särkanten.

Begreppsdefinitioner

Kräftpest är ett begrepp som snarare beskriver en sjukdoms förmåga att härja förödande, än dess orsak som i det här fallet är en svamp och ej en bakterie. Benämningen stämmer väl i förhållande till flodkräftan, men mindre väl i förhållande till signalkräftan.

Det vore riktigare att använda begreppet "skalsvamp" som beskriver pestsvampens förhållande till signalkräftan.

Kronisk kräftpest är en beteckning för kräftpest på signalkräfta som definitionsmässigt bör betyda att läkning ej sker under livstiden. Uttrycket har ej visat sig vara helt adekvat som generell beteckning eftersom pesten i vissa fall kan läkas. Möjligen finns olika typer av pestangrepp varav några kanske förblir oläkta och för dessa skulle benämningen kronisk pest vara riktigare. Det finns emellertid ingen anledning att ändra definitionerna akut och kronisk pest eftersom de har visat sig vara mycket praktiska.

Fortsatta undersökningar

Resultaten av den här redovisade undersökningen har gett upphov till nya frågeställningar. Några exempel är följande:

1. Läkning. Är det en särskild typ av angrepp som läks respektive ej läks? Sker läkning till slut även av extremitetsbrott?
2. Om ett pestangrepp ej läks, hur utvecklas det då? Står en eventuell storleksökning (iakttaget av Unestam) efter skalömsningen i proportion till kräftans storleksökning. Denna fråga ingick bland de aktuella frågeställningarna (sid. 3) men har ej kunnat besvaras.
3. Försök att smitta signalkräfta med pest från flodkräfta. Är en skada förutsättningen? Hur bör skadan i så fall vara beskaffad?
4. Tidsfaktorn. Hur kort tid efter smittotillfället kan pesten fastställas i fält? Hur ser förloppet ut? Är det svårare att smitta kräftor som ömsar skal ofta?
5. Hur påverkar olika giftiga ämnen t.ex. koppar kräftornas resistensgrad? Vilka koncentrationer och under hur lång tid?

Tabell 1. Pestangrepp fördelad på längd hos signalkräftan i olika vatten (1977)

		Kårån	Skillötsjön	Lejondalssjön	Amånningen	Långbjörken	Boren	Erken	Halmsjön	Träksjön	Sacramento	Pitt Lake I	Pitt Lake II
- 80	antal S		2	8	36	19	1	351	120	37			
	antal pest S		-	-	1	-	1	3	2	-			
	% med pest		-	-	2.8	-	100.0	0.9	1.7	-			
80- 89	antal S		2	13	53	78		427	206	52	13		
	antal pest S		-	-	2	1		11	10	1	2		
	% med pest		-	-	3.8	1.3		2.6	4.9	1.9	15.4		
90- 99	antal S	5	2	5	6	110	7	738	130	114	75		19
	antal pest S	-	-	-	1	3	4	20	4	5	25		14
	% med pest	-	-	-	16.6	2.7	57.1	2.7	3.1	4.4	33.3		73.6
100-109	antal S	8		6	13	25	25	557	43	230	73	10	75
	antal pest S	-		-	4	1	14	12	5	8	32	1	45
	% med pest	-		-	30.8	4.0	56.0	2.2	11.6	3.5	43.8	10.0	60.0
110-119	antal S			13	12	5	31	255	35	194	30	22	62
	antal pest S			1	5	1	16	12	1	13	12	7	36
	% med pest			7.7	41.7	20.0	51.6	4.7	2.9	6.7	40.0	31.8	58.1
120-129	antal S		1	13	6	10	9	153	28	82	12	33	36
	antal pest S		-	1	1	2	5	11	3	5	7	10	23
	% med pest		-	7.7	16.7	20.0	55.6	7.1	10.7	6.1	58.3	30.3	63.9
130-139	antal S		1		6	4	3	63	6	16	2	26	31
	antal pest S		-		1	1	2	4	2	3	1	7	20
	% med pest		-		16.7	25.0	66.7	6.3	33.3	18.8	50.0	26.9	64.5
140-149	antal S			2	2		2	19	1	2		11	21
	antal pest S			-	-		2	2	1	-		4	5
	% med pest			-	-		100.0	10.5	100.0	-		36.4	71.4
150-	antal S		2				1	6		1		3	1
	antal pest S		-				-	1		-		1	1
	% med pest		-				-	16.7		-		33.3	100.0
Totalt	antal S	13	10	63	134	251	76	2569	649	728	205	111	245
	antal pest S	-	-	2	15	9	46	77	28	35	79	30	154
	% med pest	-	-	3.2	11.2	3.6	60.5	3.0	4.3	4.8	38.3	27.0	62.9

SAMMANFATTNING

1. Sötvattenslaboratoriet har i artiklar upplyst om att signalkräftan varit i praktiken pestresistent men samtidigt bärare av pest (Svärdson 1968). Fiskeristyrelsen var väl medveten om detta när den bestämde att starta en omfattande utplantering av signalkräfta 1969. Man föranstaltade om olika åtgärder för att minska risken för spridning av pest till opåverkade flodkräftbestånd.
2. Pest har konstaterats i svenska signalkräftpopulationer genom provfiske. Dessutom har pest konstaterats vara vanlig i två nordamerikanska populationer. Resultatet visar att s.k. kronisk kräftpest är normalt förekommande hos signalkräftan.
3. Pestangreppen är som regel mindre än 5 mm i diameter. I två sjöar har hos enstaka exemplar stora delar av skalet varit skadat. Orsaken är troligen att en primär skada inträffat genom yttre våld så att ett sår uppstått (detta kan någon gång även iakttas i vissa flodkräftbestånd). Pesten orsakar därefter en sekundär skada genom att försvåra läkning i samband med skalbyte och förhindra regeneration av förlorade extremiteter. Kräftpesten påverkar ej ätligheten hos signalkräftan. Den utseendemässiga kvaliteten har varit nedsatt hos två promille av undersökta kräftor 1977.
4. I två svenska sjöar där endast yngel och inga vuxna exemplar av signalkräfta utsatts tyder provfiske på att kronisk pest med stor sannolikhet saknas. I två andra sjöar, där enbart yngel utsatts, har däremot smittade exemplar fångats. Resultatet tyder på att yngel i vissa fall har varit fria från pest. I andra fall kan den påträffade pesten eventuellt ha medföljt ynglen från odlingen.
5. Pestfrekvensen ökar med längd-ålder. Honor har oftare och flera angrepp än hanar.
6. Läkning av vissa pestangrepp förekommer i samband med skalbyte. Detta har iakttagits i akvarier. I odling har de mindre kräftorna i samma årskull högre frekvens än de stora. Snabbare tillväxt innebär flera skalbyten per tidsenhet vilket i sin tur ökar chansen för läkning av ett pestangrepp.
7. Högre genomsnittsålder i kombination med långsam tillväxt kan förklara varför pestfrekvensen är högre i Sacramento River och Pitt Lake jämfört med svenska vatten som fortfarande har glesa bestånd. Glesa bestånd innebär i sig dessutom mindre smittorisk. Metoden att fiska bort stora hanar, som rekommenderas som en fiskevårdsåtgärd, bidrar även till att pestangreppen hålls nere.
8. Borens signalkräftor har flera och större angrepp av pest. En tänkbar förklaring är att en främmande faktor minskar signalkräftornas naturliga motståndskraft mot pest. Vi vet att förhöjd koncentration av kopparjoner dels orsakar onormal dödlighet hos signalkräftor, men dessutom att de får en kraftig ökning av antal och storlek av pestangrepp. Det ligger därför nära till hands att tänka sig att gifter t.ex. tungmetaller orsakar den onormala situationen i Boren. Utsläpp av bl.a. koppar och krom förekommer i ett avlopp men det är omöjligt att säga i vilka mängder det förekommer och vad koncentrationen blir efter utspädning.

9. Signalkräfta och kräftpest hör naturligt ihop och man bör ej betrakta detta som något negativt. Tvärtom: det är en fördel att signalkräftan är bärare av pest eftersom det är "vanan" vid pesten som gjort att signalkräftan med tiden blivit resistent.

Kräftpest kan vara skadlig i samband med odling, men ej i andra sammanhang. När signalkräftor utplanteras är det däremot en fördel om de är bärare av pest. Det är en förutsättning för att de i längden skall kunna behålla sin stora resistens.

10. Kräftpest är ett begrepp som stämmer väl på den förödelse som drabbar ett smittat flodkräftbestånd. Skalsvamp är en benämning som är adekvat för orsak och symtom på signalkräfta.

LITTERATUR

- Fürst, M. 1977. Flodkräftan och signalkräftan i Sverige 1976. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10). 32 p.
- Mason, J.C. 1974. Crayfish production in a small woodland stream. p. 449-479. Ur Freshwater crayfish. Red.: J.W. Avault, Jr. Papers from the Second Intern.Symp.Freshw.Crayfish, Baton Rouge, Louisiana, USA. 1974.
- Rødsæther, M.C., J. Olafsen, J. Raa, K. Myhre och J.B. Steen. 1977. Copper as an initiating factor of vibriosis (*Vibrio anguillarum*) in eel (*Anguilla anguilla*). *J.Fish.Biol.* 10(1):17-21.
- Svärdson, G. 1964. Signalkräftan. p. 175-183. Ur Fiskebiologi av G. Svärdson och N.-A. Nilsson. Tema. LT:s Förlag. Halmstad.
- 1965. The American crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana) introduced into Sweden. *Rep.Inst.Freshw.Res.*, Drottningholm 46:90-94.
 - 1968. Tio år med signalkräftan. *Svenskt Fiske* (12):377-379.
- Unestam, T. 1964. Kräftpestproblemet. *Svensk Naturvetenskap* 1964:317-327.
- 1965. Studies on the crayfish plague fungus, *Aphanomyces astaci*. I. Some factors affecting growth in vitro. *Physiologia Plantarum* 18(2).
 - 1969. Resistance to the crayfish plague in some American, Japanese, and European crayfishes. *Rep.Inst.Freshw.Res.*, Drottningholm 49:202-209.
 - 1972. On the host range and origin of the crayfish plague fungus. *Rep.Inst.Freshw.Res.*, Drottningholm 52:192-198.
 - 1973. Significance of diseases on freshwater crayfish. p. 136-150. Ur Freshwater crayfish. Red.: S. Abrahamsson. Papers from the First Intern.Symp.Freshw.Crayfish, Austria 1972.
 - 1975. The dangers of introducing new crayfish species. p. 557-561. Ur Freshwater crayfish. Red.: J.W. Avault, Jr. Papers from the Second Intern.Symp.Freshw.Crayfish, Baton Rouge, Louisiana, USA. 1974.
 - K. Söderhäll, L. Nyhlén, E. Svensson och R. Ajaxon. 1977. Specialization in crayfish defence and fungal aggressiveness upon crayfish plague infection. Ur Freshwater crayfish. Red.: O. Lindqvist. Papers from the Third Intern.Symp.Freshw.Crayfish, Kuopio, Finland. 1976. (Under tryckning.)

SUMMARY: FREQUENCY OF VISIBLE SYMPTOMS OF CRAYFISH PLAGUE IN POPULATIONS OF *PACIFASTACUS LENIUSCULUS* DANA

P. leniusculus was introduced experimentally in Sweden 1960 because of its supposed resistance against the crayfish plague *Aphanomyces astaci* Schikora. It was soon reported that this in fact was the case but that it also often carried the plague (Svårdson 1968). In spite of this the Swedish Fishery Board decided to start introducing *P. leniusculus* in the country 1969. In 1977 there is still no better method to restore the Swedish plague-hit crayfish waters.

Symptoms of crayfish plague on *P. leniusculus* are found in most of the Swedish populations. Examples of visible symptoms are showed in Fig. 6, page 14. Mostly these are dark brown to black spots of melanine less than 5 mm in diameter. Symptoms can also often be found in wounds on the exoskelton. It is evident that all types of wounds could be infected. Regeneration seems to be inhibited by infection in a wound of a lost extremity.

Circumstantial evidence of healing of some of the infected wounds are found by the moulting. New infections on other parts of the body of the same crayfish could be registered between or during moultings.

When newly hatched fries of *P. leniusculus* are used for restocking of old crayfish waters some show infections of plague when they grow up. In two lakes there are evidently no plague among any of the stocked *P. leniusculus*. No symptoms are found and there was also present a good population at plague sensitive *Astacus astacus* among the *P. leniusculus*.

Sex Swedish lakes were specially studied in addition to the populations of Sacramento River (USA) and Pitt Lake (B.C., Canada). (Table on page 5, and Fig:s 1 and 2, page 6.)

According to Fig. 2 infection increase by increasing length (+age).

The growing Swedish populations have a lower infection degree than those from Pitt Lake and Sacramento River. The reasons for this seem to be one or several of the following alternatives.

- a. Sparse populations have low risk of infection.
- b. Crayfish in a growing population have lower average age which means fewer opportunities of infection.
- c. Fast growth rate also means more frequent moulting per time unit. Every moulting means probably a chance of healing an infected wound.
- d. More intense fishing of Swedish lakes means taking away big (and old) specimens.

The very sparse population of the Swedish Lake Boren have an abnormal high frequency of visible symptoms. There has been much speculation about the reasons. One plausible hypothesis is that heavy metals cause a decreasing defense reaction of the *P. leniusculus* against the plague. Outlet of copper and cromium are known to the lake but not measured continously.

The following table illustrates the result of adding copper ions by accident to one of two basins containing 2-year-old *P. leniusculus*.

Length mm	Pure lake water			Lake water and water con- taining copper		
	Number of intact crayfish	Number of crayfish with symptoms	Number of symptoms	Number of intact crayfish	Number of crayfish with symptoms	Number of symptoms
50-59	-	-	-	0	12	23
60-69	5	5	5	0	8	22
70-79	5	9	9	0	3	6
80-89	0	1	1	0	1	3
90-99	-	-	-	0	1	3
Total	10	15	15	0	25	57

It is very likely to compare the result of this accidental experiment and the high frequency of plague symptoms of the Lake Boren. The investigation continues.

There is also a difference in frequency (Fig. 4, page 11) and location (Fig. 5, pages 12-13) between the plague symptoms of the sexes.

"Angrepp/kräfta" means Number of symptoms per crayfish

"Antal kräftor" means Number of crayfish.

"Längd" = Length

Fig. 5 illustrates number of visible symptoms on different parts of the body of both sexes from different populations.

A decrease of quality is found on 11 out of 5 501 investigated *P. leniusculus* due to large plague infected wounds. Such a wound is exemplified on the picture of a damaged carapax in Fig. 6.

The fact that *P. leniusculus* is carrier of the crayfish plague is looked upon as normal. Only such a continuing relation could guarantee a stable resistance.

FÖRSÖK ATT SMITTA SIGNALKRÄFTA UNDER SKALÖMSNINGEN MED HJÄLP AV PEST-SMITTAD FLODKRÄFTA

Magnus Appelberg
Magnus Fürst

INLEDNING

Denna undersökning har syftat till att ge ytterligare information om signalkräftans relation till kräftpesten. I samarbete med Institutionen för Fysiologisk Botanik vid Uppsala Universitet, har burförsök utförts i sjön Erken, norr om Norrtälje. Utgångspunkt för försöket har varit att under signalkräftans skalömsning smitta den med pest från infekterade flodkräftor. Både försök med direkt och indirekt kontakt har utförts.

MATERIAL OCH METOD

Till försöket har fyra burar använts; 2 burar med måtten 1x1 m med 8+1 fack vardera, samt 2 burar med måtten 0.3x0.3 m med 2 fack vardera (se Fig. 1).

De två stora burarna har placerats på botten på ca 2 m djup på två olika kräfttomma lokaler i sjön. En oömsad signalkräfta har placerats i varje fack (undantaget mittenfacket) i vardera buren, sammanlagt 8x2 kräftor. I mittenfacket (försedd med nätväggar) i den ena buren (här kallad nr 1) har sedan varje vecka, med pest artificiellt smittade, flodkräftor tillförts. Dessa har då inte haft direktkontakt med signalkräftorna. Den andra stora buren (här kallad nr 2) har fungerat som nollprov och har inte haft flodkräftor i mittenfacket. Burarna har sedan med hjälp av dykning kontrollerats 1-2 gånger i veckan under ca 1 1/2 månads tid, varvid döda signalkräftor bortplockats och konserverats i sprit och i mån av tillgång ersatts med nya.

I de små burarna (bur nr 3 och 4) har en signalkräfta placerats i varje fack, 2x2 st. Därefter har 2-3 st. smittade flodkräftor tillförts varje fack en gång i veckan. Dessa flodkräftor har då till stor del utgjort föda åt signalkräftorna. Burarna har hängt i vattnet på 1 m djup och kontroll har skett 2-3 gånger i veckan under 1 1/2 månads tid. Någon föda har inte tillförts till de stora burarna, kräftorna bör här ha kunnat livnära sig på detritus och sedimentterande partiklar.

Vattentemperaturen har under försökets gång varierat mellan 14-18°C.

Unestam-gruppen på Uppsala Universitet har stått för infekteringen med kräftpest på flodkräftorna. Dessa har levt 4-6 dagar efter det att de smittats med pest.

Sammanlagt har 24 signalkräftor ingått i försöket, av dessa ömsade 22 st. skal. Pestangrepp registrerades vid försökets start samt vid dess slut. Samtliga kräftor som dog under försöket, undersöktes med avseende på pest under mikroskop.

RESULTAT

Sammanlagt användes 12 signalkräftor i bur nr 1, av dessa ömsade 11 st. skal. 9 kräftor dog; 8 som ömsat skal, 1 som inte ömsat men dock börjat mjukna i skalet, 3 st. överlevde (alla ömsade). Av de kräftor som dog var alla pestangripna. Alla utom 2 hade yttre angrepp i form av melaninfläckar på huden och ca hälften hade svamphyfer under huden i abdomen. Antalet pestfläckar hade vid försökets slut ökat från 0.6 till 1.6 pestfläckar per kräfta.

I bur 2 (nollprov) så hade alla kräftorna ömsat skal, (7 st. 1 saknades). Av dessa så dog 1 (pest kunde inte konstateras) och 6 överlevde. Även i denna bur hade antalet pestfläckar ökat vid försökets slut, från 0.1 till 0.8 fläckar per kräfta. I bur 3 och 4 (direkt kontakt), ömsade 3 st. skal, varav 2 dog, 1 överlevde. 1 ömsade inte skal under försökets gång och överlevde. Antalet pestfläckar var vid försökets början 0.3 per kräfta och vid slutet 2 per kräfta. De flesta kräftor som dog under försöket hade inte klarat av skalbytet riktigt, vilket eventuellt kan vara en indikation på att de var angripna av pest i nervsystemet. Den oömsade kräftan i bur nr 1 som dött visade sig vara mycket svårt pestangripen med svamphyfer under huden.

I stort stämmer detta resultat överens med vad Unestam-gruppen kommit fram till vid akvarieförsök (muntl.komm.). Det står klart att signalkräftan under sin skalömsning är relativt känslig för pest om den sprids från sjuka flodkräftor i hög koncentration och att det vid mycket hög smittokoncentration kan leda till döden. Däremot tycks smitta inte spridas från yttre pestfläckar, så att dödligheten påverkas nämnvärt vid skalömsningen (bur 2). Då materialet är tämligen litet kan inte några mer precisa slutsatser dras.

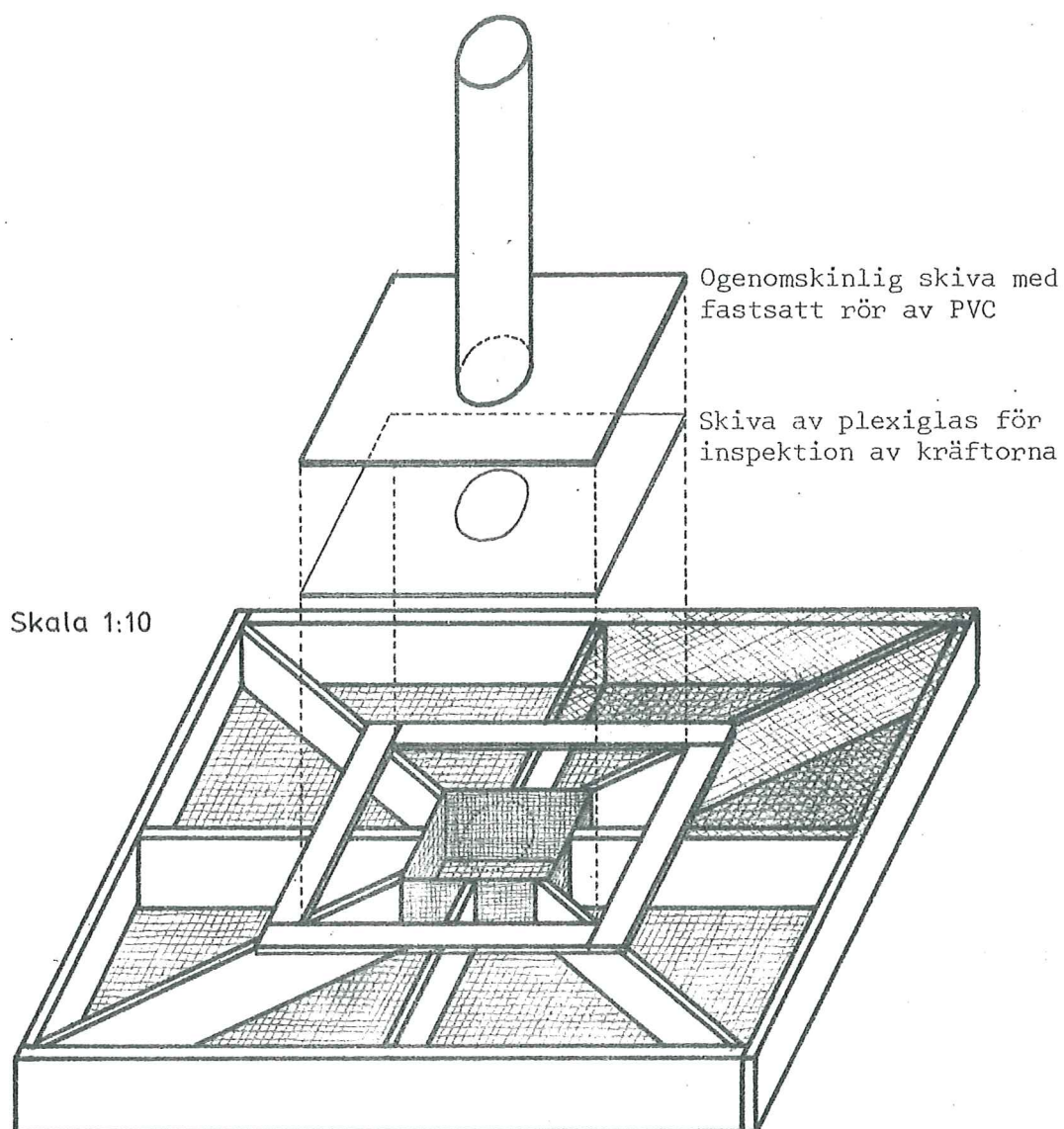


Fig. 1 Bur 1 och 2 som använts i försöken att smitta skalömsande signalkräfter med pestsjuka flodkräftor.

Brädor har använts till ytterräm och till väggar mellan sektorerna. Nät med 1 cm maskor har använts till botten och tak samt till det centrala utrymmet.