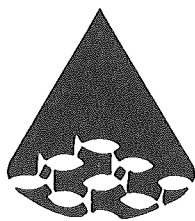


lus, 2

Begrenset distribusjon.

Dato: . . . . . 07.09.89. . . . .

Rapport/Notat Nr. . . . . AKVA 8910 . . . . .



# HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Nordnesparken 2,

Postboks 1870,

5011 Bergen.

Tlf. 05 327760

## Rapportens Tittel:

TIDLIG UTSORTERING AV  
KJØNNSMODNENDE LAKS.

Forfatter/Saksbehandler:

NIKLAS MATTSON

Avdeling:

AKVAKULTUR

Prosjekt Nr:

NFFR V 701.185

Oppdragsgiver ref:

Ansvarlig:

JENS CHR. HOLM

## Sammendrag:

Målsetningen har vært å utvikle en ny metode for utsortering av kjønnsmodnende laks. Metoden en har funnet mest velegnet til dette er ultrasonografi (ultral lyd). Ved å måle gonadediameteren på et ultral ydstverrsnitt kan en allerede i juni foreta en svært sikker klassifisering m.h.t. kjønnsmodning og kjønn. Et nytt bedøvelsesmiddel (metomidate) er utprøvd og funnet mer velegnet enn de som brukes i dag.

Stikkord:

. . . Laks. . . . .  
. . . Kjønnsmodning . . .  
. . . Sortering . . . . .  
. . . Ultralyd . . . . .

Sendt til:

. . . NFFR . . . . .  
. . . . .  
. . . . .  
. . . . .



**FAGLIG SLUTTRAPPORT NFFR V 701.185**  
**- TIDLIG UTSORTERING AV MODNENDE LAKS -**

## **1. SAMMANFATTNING**

Projektet har haft som målsättning att utveckla en ny metod för sortering av lax med avseende på könsognad. Tidigt kösmognande fisk utgör en ekonomisk belastning för laxodlaren. Den utvalda metoden baserar sig på ultrasonografi (ultraljud). Det har visat sig möjligt att köns- och mognads-sortera lax med hjälp av ultrasonografi. Könssortering kan göras med nästan 100 % säkerhet. Bland lax klassificerad som icke mognande 13 & 14 juni (N=1621) återfanns vid slakt 89.5 % av den icke mognande fisken och 17.1 % mognande fisk (12.7 % mognande honfisk och 20.6 % mognande hanfisk). I en mår där man har 10 % könsognande fisk kunde man alltså förvänta att finna ca 2 % mognande fisk bland fisk sorterad som icke mognande. Som kriterium för klassificeringen användes gonaddiametern. Korrelationen mellan gonaddiametern mätt med ultraljud och diametern mätt med linjal, på gonaden efter slakt, var 0.926 för honfisken och 0.754 för hanfisken. Dessutom blev funktioner anpassade till gonaddiameter vs gonadvikt. Ett nytt bedövningsmedel blev utprovat och befunnet bättre än de i dag mest använda.

## **2. GENERELLT OM PROJEKTET**

### **2.1 Anknytning till andra projekter**

Projektet har sedan 1987 samarbetat med Svanøy Stiftelse. NFFR gav från 1988 en egen beviljning till Svanøy som då fick ansvaret för teknisk utveckling och Austevoll för den biologiska delen.

### **2.2. Personal**

Projektansvarig:

Ingvar Huse. Från och med augusti 1989: Jens Christian Holm. Båda vid Akvakulturstasjonen Austevoll, H.I.

Projektledare:

Niklas Mattson, Akvakulturstasjonen Austevoll, H.I..  
Avlönad av medler beviljade av NFFR.

### **2.3. Mål**

Målsättningen för projektet har varit att:

1. Finna objektiv sorterings-metodik som möjliggör sortering av lax med avseende på könsognad
2. Utveckla den utvalda metoden för bruk i

## odlingssammanhang

**3. INLEDNING**

En varierande andel av lax i odling blir könsmogen efter bara en vinter i sjön. Dessa tidigt könsmognande individer kallas tert. Andelen tert är typiskt i intervallet 5 - 20 %, men kan vara betydligt högre. Det är framförallt hanlaxen som blir tert. Könsmogen fisk betingar ett lägre pris vid salg, och utgör en ekonomisk belastning för fiskodlaren.

De könsmognande individerna får ett karakteristiskt utseende allteftersom säsongen framskrider. Detta utnyttjas i dag till sortering av fisken baserat på yttre morfologi. Man räknar med att de könsmognande individerna kan skiljas ut, av erfarna personer, i slutet av juli. Vid slakt klassificeras fisken emellertid utifrån liknande kriterier, varför den bör sorteras tidigare än vad som i dag är möjligt, om högsta kvalitetsklassificering skall uppnås.

Vid uttag av blivande stamfisk gäller liknande problemställningar; man är intresserad av att identifiera potentiell stamfisk på ett så tidigt stadium som möjligt. För att erhålla bra kvalitet på rom och mjölke är det önskvärt att sätta av blivande stamfisk i ägnade enheter för att ge den extra skonsam behandling. Det är också vanligt att ge stamfisken extra vitaminrikt foder.

Många marina fisk-arter är speciellt svåra att köns- och mognadsbestämma. Yttre morfologiska skillnader mellan könen samt mellan könsmognande och icke könsmognande fisk är ofta mycket små.

**4. METODER**

Projektets första delmål var att finna en ägnad metod för mognadssortering. Två metoder blev värderade och förkastade innan valet slutligen föll på ultraljud. Röntgen förkastades då strålningens energi är för hög för att viscera skall åskådliggöras. Dessutom ansågs det alltför riskabelt, både med tanke på strålningsfaran och de höga spänningarna i apparaten kombinerat med saltvatten. Infrarött ljus har använts för att sortera fullt könsmogen sill och kolmule. Metoden utnyttjar det faktum att rom transmitterar IR ljus i långt större grad än mjölke. Könsmogen sill och kolmule har i stort sett hela bukhålan fylld med könsprodukter, vilket underlättar sorteringen. Här var emellertid målsättningen att sortera lax på ett så tidigt stadium i könsmognadsprocessen som möjligt, vilket betyder att gonaderna utgör endast en liten del av viscera. Detta medför att positioneringen blir ytterst kritisk.

#### 4.1. Ultraljud

Linjär ultrasonografi (härefter benämt UL) är ett vanligt hjälpmedel inom human- och veterinärmedicin, där det användes till bla fosterdiagnostik. UL fungerar i princip som ett ekolod. Skillnaden består främst i att man opererar med högre frekvenser (1-10 MHz) samt att man brukar ett ljudhuvud (transducer) med några hundra sändare/mottagare (sk piezo-elektriska kristaller) monterade i serie. Var av dessa sänder ut en ljudpuls varefter reflekterat ljud mottas. Var kristall aktiveras flera gånger per sekund. De mottagna ljudreflexerna behandlas i en datamaskin som genererar en tvådimensionell bild på en monitor. Det är nödvändigt med god akustisk kontakt mellan transducern och fisken för att erhålla goda bilder. Luft fungerar i detta sammanhang som en isolator. Vatten är däremot ett utmärkt kopplingsmedium. Reflexerna som ger upphov till bilderna uppstår då ljudsignalen passerar övergångar mellan organer; ju större skillnad i organernas akustiska egenskaper, ju kraftigare reflex.

Efter en del inledande problem med den ultraljudsapparat som Svanøy förfogade över - framförallt problem med kondens i transducern - togs kontakt med PIE Medical i Holland, som tillverkar ultraljudsscannern till bla veterinärbruk. Tillhörande transducers är vattentäta och man undviker därmed problem med vattenläckage/kondens. En PIE-450 scanner med 3.5 MHz linjär transducer blev inköpt till Akvakulturstasjonen Austevoll våren 1988. Transducern levererades som garanterat vattentät till 5 m djup och med 5 m ledning. Denna utrustning har sedan dess varit i bruk på Austevoll och har fungerat problemfritt. Våren 1989 införskaffades en högfrekvent 7.5 MHz transducer som ger högre upplösning och möjliggör studier av små organ.

För att studera pelagisk (rund) fisk som lax med UL, är det - på grund av fiskens form - fördelaktigt att sänka ned den i ett vattenfyllt kar. För att förhindra att oönskade reflexer stör UL-bilden bör karetts sidor täckas med gummiplattor. Med bentiska arter som tex hälleflundra och piggvar, uppnås tillräckligt god kontakt direkt på slemlaget utan nedsänkning i vatten. För att erhålla goda UL bilder är det oftast nödvändigt att bedöva fisken. På en god UL-bild kan man dels utföra mätningar av organ, och dels erhålla kvalitativ information.

Potentiella bruksområden för ultraljud i fiskodlings-sammanhang är:

1. bestämning av kön och mognad
2. bestämning av ovulationstidspunkt för stamfisk ('portionsgytere')
3. hälsokontroll av viscera
4. kvalitetsbedömning (muskeltjocklek i bukvägg,

etc.)

Detta projekt har arbetat med punkt 1.

#### 4.2. Könsmognad hos lax slaktad på Austevoll

För att beskriva gondernas utveckling hos könsmognande lax togs prover à 100-200 individer av lax slaktad vid Austevoll fiskeindustri i juni (två prover), augusti och september 1988. Vikt, längd, kön, gonad-vikt och -diameter bestämdes för var individ.

#### 4.3. Ultraljud vid mognadsbestämning

För att pröva ultraljud som sorteringsmetod startades i maj 1988 ett försök där lax som gått en vinter i sjön individmärktes. Fisken vägde då i genomsnitt  $1.31 \pm 0.47$  kg (N = 266). Vägning, längdmätning samt ultraljuds-klassificering utfördes i maj, juni, juli, september och oktober. Vid klassificering användes en 3.5 MHz transducer, utom i september då en 7.5 MHz transducer användes. Fisken klassificerades i könsmognande han och honfisk samt omogen fisk. Kriteriet för mognad var "UL-synliga" gonader, dvs om inga gonader kunde urskiljas klassificerades fisken som omogen och omvänt. Vid slakt i oktober klassificerades även omogen fisk efter kön. Specifik växthastighet (Specific Growth Rate) beräknades:  $SGR = (\ln vikt_1 - \ln vikt_0) \times 100 / (t_1 - t_0)$ . Beroende på problem med märkeläsaren (PIT-tag) samt i viss mån dödlighet, blev data för en stor del individer ofullständiga. Vid sammanställningen av data uteslöts dessa; kvar blev 83 individer.

#### 4.4. Fullskalig UL-sortering

För att undersöka hur stor felprocent som man kan förvänta vid UL sortering utfördes en fullskalig sortering 13 och 14 juni 1989. Cirka 2700 lax som gått två vintrar i sjön sorterades i följande sex klasser; könsmognande hanfisk, könsmognande honfisk samt icke könsmognande fisk, som i sin tur delades i fisk till slakt och fisk till stamfisk. Kriteriet för mognad var gonaddiameter >25 mm för honfisken, och >10 mm för hanfisken. Fisken vägde i genomsnitt 4.5 kg. Denna gruppen hade inte tidigare varit sorterad. Felprocenten blev så bestämd vid slakt i slutet av juli. Samtliga fiskar vägdes och mättes vid sortering och vid slakt. Vid sorteringen användes 3.5 och 5 MHz transducers. Dessutom utfördes ett delförsök där diametern på gonaderna från 79 individer - klassificerade som könsmognande till slakt ovan - först mättes med ultraljud och därefter slaktades och gonaderna mättes med linjal.

#### 4.5. Metomidate som bedövningsmedel för fisk

Problemer vid bedövning av lax med chlorbutanol föranledde utprovning av metomidate som alternativ till

existerande medler. Som försöksorganism valdes torsk eftersom den anses som speciell känslig för bedövningsmedler. Försöken följde i stort sett mönster etablerat av Schoettger & Julin (1967); för stadier av bedövning se Tabell 3. Förutom metomidate, prövades benzocaine, MS-222, chlorbutanol och 2-fenoxyetanol.

#### 4.6. Statistik och grafik

Statistik och grafik är utförd med data/grafik programmet RS/1.

### 5. RESULTAT OCH KONKLUSIONER

#### 5.1. Könsmognad hos lax slaktad på Austevoll

Materialet som samlades på Austevoll Fiskeindustri A/S visade sig vara relativt inhomogent; inhämtade uppgifter om fiskens ursprung och ålder visade sig vara osäkra pga sammanslagning av fisk vid sorteringar osv. Trots detta var det en trend i gonadernas utveckling. Speciellt hos hanfisken var detta tydligt. Från Figur 1. kan man sluta sig till att gonaderna hos könsmognande hanfisk börjar öka i diameter i mitten av maj, för att bli signifikant större i slutet av månaden. Det var alltför få mogna honfiskar för att avgöra om det hos dessa existerar en motsvarande tydlig trend, men resultaten tyder på att variationen i gonadernas utveckling kan vara större för honfisk än för hanfisk (Figur 2).

Trots varierande storlek på fisken var det en god överensstämmelse mellan gonaddiameter och gonadvikt (Figur 3 & 4). Funktioner med hög signifikans ( $P < 0.0001$ ) (Tabell 1) blev anpassade till data för han resp honfisk:  
 Hanlax: gonadvikt =  $0.0620 \cdot (\text{gonaddiameter})^{2.03}$   
 Honlax: gonadvikt =  $0.00905 \cdot (\text{gonaddiameter})^{2.49}$   
 För hanfisken är 91.6 % av variationen förklarad med funktionen, för honfisken förklarar funktionen 95.3 % av variationen.

Gonaddiameteren är relativt lätt att bestämma med UL, förutsatt att apparatens upplösning tillåter det. Hanfisken är könsmognande då gonaddiameteren överstiger ca 10 mm (se Figur 1), vilket skulle motsvara gonadvikt på ca 6.6 g. Könsmognande honfisk har en gonaddiameter som är större än ca 25 mm (se Figur 2) svarande till gonadvikt på ca 27 g.

#### 5.2. Ultraljud vid mognadsbestämning

Det visade sig svårt att erhålla goda bilder av liten fisk, dvs mindre än ca 1 kg, med 3.5 MHz transducer. Detta i kombination med att vi var relativt oerfarna med att tolka UL-bilderna medförde att den samlade felprocenten blev så hög som 21 % 30:e juni (Tabell 2). Mot slutet av säsongen minskade felprocenten gradvis

till ca 4 % i oktober. Detta trots att man då blev förvarnad om mognad av i stort sett tydliga yttre könskaraktärer; vi hade förväntat ett ännu lägre tal. Det är intressant att märka sig att felprocenten när 7.5 MHz transducer brukades var hög för omogen fisk, dvs omogen fisk klassificerades som könsmognande (Tabell 2). Detta har sin orsak i denna transducer's högre upplösning kombinerat med att kriteriet för mognad i detta fallet var "UL-synliga" gonader. En 7.5 MHz transducer har högre upplösning, som är fördelaktigt då fisken, som här, är relativt liten.

Den könsmognande hanfisken var i maj ca 50 % större än den omogna (Figur 5; se också 5.3.). Vidare tyder växtdata på att SGR var något större för könsmognande än för icke könsmognande hannar i den påföljande perioden (Figur 6). Det var endast tre honfiskar som mognade i försöket varför data för dessa är osäkra. Det förefaller dock som om honfiskarna följde stort sett samma mönster som hanfiskarna (Figur 7 & 8).

### 5.3. Fullskalig UL-sortering

Resultatet av sorteringen visas i Tabell 3. Vid sortering brukade vi drygt 30 sekunder per fisk. Alltså ca 1 minut per operatör och UL-apparat. Detta inbegriper våthävning, bedövning, märkesläsning, längd- och vikt-mätning, UL samt arbetspauser (kaffe, lunch etc.). Sortering av 2700 lax tog alltså totalt ca 23 timmar fördelat på två dagar.

Trots problem med att se gonaderna på omogen hanfisk var det möjligt att könsbestämma den genom uteslutning eftersom gonaderna hos honfisken var väl synliga.

I perioden efter sorteringen upplevdes en del dödlighet, speciellt bland den icke mognande fisken. Under de första tre veckorna efter sorteringen dog 167 fiskar, varav 111 klassificerade som omogna. Detta har flera möjliga förklaringar. Dels var vattentemperaturen hög (upp till 15°C mitt på dagen). Dels gick sorteringen något långsamt eftersom fisken samtidigt ingick i ett annat försök, som betydde att märken måste avläsas. En viss dödlighet kommer dock alltid att uppstå vid sortering som måste förgå på land. Hur stor denna blir avhänger dock till stor del av hur skonsamt man klarar att behandla fisken; i en riktigt utförd sortering bör den vara betydligt lägre än i detta försök.

Bland fisken som klassificerades som icke mognande i juni, återfanns vid slakt i slutet av juli 89.5 % av den icke mognande fisken och 17.1 % av den mognande (12.7 % av mognande honfisk och 20.6 % av mognande hanfisk) (se Tabell 3). Vid en tänkt könsmognadsfrekvens på 10 % i odlingen, kunde man alltså förvänta att finna ca 2 % mognande fisk bland fisk UL-klassificerad som omogen. Ett



intressant resultat var viktfördelningen mellan de tre grupperna som slaktades (Figur 9). En vanlig föreställning är att mognande fisk är mycket större än icke mognande, något som också resultatet från 5.2 tyder på. Om detta var fallet skulle en enkel storlekssortering kunna reducera könsmognadsfrekvensen i en odling. Detta var emellertid inte fallet i detta försök, som bygger på ett större material än 5.2. (se också NÆVDAL & LERØY, 1982). Viktfördelningen i de olika grupperna visade ett stort överlapp; om man sorterat för att behålla 90 % av den icke mognande fisken hade man också blivit sittande med nästan 50 % av den mognande fisken (Figur 10). Då förutsattes dessutom att man klarat att finna riktigt sorteringskriterium, i detta fallet 4.5 kg. Fisken som blev klassificerad som stamfisk blev naturligtvis inte slaktad och ingår därför inte i detta materialet. Viktfördelningen vid sorteringen, som innefattar stamfisken, uppvisar ändå samma trend som vid slakt; överlappningen är markant (Figur 11).

I delförsöket där gonaddiametern bestämdes med både UL och vid slakt, var korrelationskoefficienten 0.754 för hanfisken och 0.926 för honfisken. Gonaddiametern hos honfisk mätt med UL var signifikant mindre än diametern mätt med linjal. För hanfisk var det däremot ingen signifikant skillnad (Figur 12 & 13) (MATTSON, in prep.). Orsaken till att honfiskens gonader underskattades i storlek kan ha flera olika förklaringar, däribland fel på UL-apparaten, men troligen beror felet på problem med att tydligt urskilja gränsområdena mellan organen.

#### 5.4. Metomidate som bedövningsmedel för fisk

Metomidate visade sig vara ett bättre bedövningsmedel än benzocaine, MS-222, chlorbutanol och 2-phenoxyetanol (Tabell 4 & 5; Mattson & Rippe, in press). Vid den effektiva koncentrationen ( $5 \text{ mg l}^{-1}$  för metomidate) kunde torsk ligga dubbelt så länge i metomidate som i alternativen, utan att ta skada. Den enda nackdelen var att uppvakningstiden var längre för metomidate än för tex benzocain och MS-222. Chlorbutanol och 2-fenoxyetanol visade sig oägna som bedövningsmedel för torsk. Praktiska försök har visat att metomidate även är ägnat till lax, med motsvarande längre uppvakningstid jämfört med tex benzocaine. Vid bedövning av lax verkar det emellertid som om det skulle vara lite att vinna på att bruka metomidate framför benzocaine.

#### 5.5 DISKUSSION OCH KONKLUSIONER

Projektet har visat att det är möjligt att använda UL för nära 100 % riktig könsbestämning av lax, samt att gonaddiameter och (indirekt) gonadvikt kan estimeras med hjälp av UL. Felmarginerna vid mognadssortering med UL har visats vara betydligt mindre än vid sortering baserat på vikt. Vidare har ett för den norska marknaden nytt

bedövningsmedel visat sig vara överlägset de existerande vid bruk på torsk.

Utanför projektets ramar har UL med gott resultat använts för att sortera stamfisk av torsk, hälleflundra (Norsk: kveite) och piggvar på Akvakulturstasjonen Austevoll. Innan dessa arter är helt köns mogna är de mycket svåra att könsbestämma utan hjälp av UL. Inledande försök har också utförts för att om möjligt förutsäga ovulation hos hälleflundra. En hovedfagsstudent arbetar för närvarande med att beskriva lever-dynamik och köns mognad hos torsk under olika foderregimer. UL scannern har dessutom varit använd till köns sortering i äggkalitetsstudier på torsk. Även andra projekt vid avdelning för Akvakultur har brukat UL apparaten till försöksändamål.

Om det blir lönsamt att bruka UL scanner - till ett pris av ca etthundratusen kronor - till utsortering av köns mognande fisk i en kommersiell laxodling, avhänger av köns mognadsfrekvensen, samt hur stor dödlighet man får. Speciellt den icke köns mognande fisken är känslig för fysiska skador vid hävning etc., som kan föra till sjukdomsutbrott. För att minska den ekonomiska belastningen kan UL scannern brukas av flera odlare gemensamt. Ett annat alternativ är att hyra scanner vid behov. Det krävs en del träning för att tolka UL bilderna varför det kunde vara fördelaktigt för fiskodlare, som sällan brukar UL, att anlita en erfaren operatör.

En UL scanner kan vara till stor nytta för stamfisk-anläggningar såväl som forskningsinstitutioner. Priset för en scanner är en relativt relativt blygsam summa i förhållande till de stora värden som stamfisk representerar. Även forskningsinstitutioner som håller stamfisk eller på annat sätt är intresserade i att köns- och mognadsbestämma fisk bör kunna motiveras till denna investering, inte minst på grund av scannerns stora bruksområde.

## 6. INFORMATION

UL tekniken har demonstrerats för forskare, studenter och besökande vid Akvakulturstasjonen Austevoll. Dessutom är ett manuskript till Journal of Fish Biology under utarbetning (MATTSON, in prep).

Försöket med fullskalig UL-sortering och eventuellt jämfört med morfologisk sortering, planeras att publiceras i Norsk Fiskeoppdrett.

Utprövningen av metomidate som bedövningsmedel för torsk är accepterat till publikation i Aquaculture (MATTSON & RIPLE, in press).

## 7. RESULTATUPPFÖLGNING

Om UL skall användas i kommersiell laxodling bör tekniken för att föra fisken till UL apparaten förbättras på åtminstone två punkter: 1) utveckla tekniken för överföring av fisken från mår till position för UL klassificering; bör vara både effektiv och skonsam, 2) finn alternativt sätt att bedöva/sedatera fisken; för att undvika stipulerad karantänstid på tre veckor vid bruk av kemiska bedövningsmedel.

Att helt undvika ökad risk för sjukdomsutbrott får väl betraktas som närmast omöjligt, men mycket kan göras för att minimera den. Sortering vid höga vattentemperaturer (över ca 14 °C för lax) bör undvikas. Fisken bör vidare icke tas ur vattnet i medvetet tillstånd, då detta anses vara extremt stressande för fisken. Stress ökar generellt risken för sjukdomsutbrott. Viktigt är naturligtvis också att undvika fysiska skador.

Bedövningsmedlet skulle helst vara en naturligt förekommande substans, då detta skulle underlätta dispens från karantänstiden. Ett möjligt alternativ är CO<sub>2</sub> gas. I riktig mängd i förhållande till O<sub>2</sub> uppnås anestetisk effekt. Problemet består i att uppnå och behålla riktig koncentration i vattnet. Fisken producerar själv CO<sub>2</sub>, och förbrukar O<sub>2</sub> i aktivitetsavhängig mängd; mera stress ger mer CO<sub>2</sub>-bildning och högre O<sub>2</sub>-konsumtion. Man blir tvungen att kontinuerligt kontrollera både [CO<sub>2</sub>] och [O<sub>2</sub>]. Detta kunde uppnås genom sensorer kopplade till en PLS som i sin tur styr ventiler för tillsättning av respektive gas.

Ett annat sätt att närma sig könsognadsproblematiken vore att försöka påverka fisken att ta "valet" att inte köns mogna, att påverka "den biologiska klockan". Det mest uppenbara är kanske att försöka påverka födointaget i perioden då valet att bli köns mogen tas. Detta har prövats tidigare, även i Norge. De försök som jag har sett beskrivna har opererat med reducerad utfodring med ett antal procent, under olika perioder, varefter könsognadsfrekvensen har registrerats. Dessa försök har inte fört till signifikanta skillnader i könsognadsfrekvens. Däremot har nyligen publicerade resultat (ANON, 1989) visat att svältperioder i februari-mars kan föra till reducerad könsognad. Skillnaden i resultat beror sannolikt på att lax i begynnande könsognad är mer motiverad eller aggressiv än den icke mognande fisken, och klarar därför att få nog mat även om försöks-måren får reducerad fodermängd. Om däremot utfodringen stoppas helt i en period blir all fisken utan foder.

Möjligheten för att utnyttja ultraljud vid förutsägning av ovulationstidspunkt bör undersökas närmare. Här avses inte endast linjär ultraljudssonografi, men även andra

former för ultraljud. Faktorer som ljudhastighet, attenuation och spridning kan möjligen ge noggrannare (numerisk) information om gonadernas tillstånd, än vad som är möjligt med UL (jfr GYTRE, 1987).

UL användes som nämt i inledningen inom veterinär och human medicin för diagnos av bla viscera. Detta bör kunna bli ett framtida användningsområde för UL även för fisk. Speciellt för värdefull stamfisk bör detta kunna motiveras.

## 8. REFERANSER

- ANON, 1989: Research suggests a simple answer to grilsing control. Fish Farmer, 12, 10-11.
- GYTRE, T., 1987: Ultrasonic methods for fish tissue characteristics. ICES, G:14.
- MATTSON, N.S., (in prep.): A new method to determine sex and gonad size of live fishes by using ultrasonography. J. Fish Biol. (submitted).
- MATTSON, N.S.; RIPLE T.H., (in press): Metomidate, a better anesthetic for cod (Gadus morhua) - in comparison with benzocaine, MS-222, chlorobutanol, and phenoxyethanol. Aquaculture.
- NÆVDAL, G.; LERØY, R., 1982: Vekstvariasjon - kjønn og kjønnsmodning hos laks. Norsk Fiskeoppdrett, 10, 12.
- SCHOETTGER, R.A.; JULIN, A.M., 1967: Efficacy of MS-222 as an anesthetic on four salmonids. U.S. Fish Wildl. Serv. Invest. Fish Control, 13, 1-15.

Tabell 1. ANOVA för regressioner gonadvikt vs. gonaddiameter för hanfisk (Figur 3) och honfisk (Figur 4)

Source	Sum of squares	d.f	Mean square	F value	Sig. level	Mult R-sq	Std dev of regr
<u>Hanfisk</u>							
Regression	2102076	2	1051038	1834	0.0001	0.9156	23.94
Residual	193689	338	573				
<u>Honfisk</u>							
Regression	197400	2	98700	2983	0.0001	0.9527	5.75
Residual	9795	296	33				

Tabell 2. Andel riktigt klassificerad lax vid bruk av ultraljudsapparat med 3.5, 5 och 7.5 MHz transducer 1988 och 1989

Datum	Transducer (MHz)	<u>Mognande fisk</u>		Omogen fisk
		han	hon	
19/5/88	3.5	57.8* (26/45)**	33.3 (1/3)	63.8 (51/80)
30/6/88	3.5	72.1 (31/43)	33.3 (1/3)	85.1 (63/74)
20/7/88	3.5	69.2 (27/39)	33.3 (1/3)	88.7 (63/71)
22/9/88	7.5	97.4 (37/38)	100 (3/3)	45.3 (29/64)
27/10/88	3.5	95.6 (43/45)	66.7 (2/3)	97.5 (78/80)
13-14/6/89	3.5 & 5	91.4 (423/463)	93.0 (385/414)	78.7 (617/784)

\* Andel riktigt klassificerade individer i procent (%)

\*\* (Antal klassificerade/Antal i klassen)

Tabell 3. Fördelning av lax sorterad 13-14/6/89. Vid klassificeringen användes 3.5 och 5 MHz transducers. Laxen hade gått två år i sjön.

UL-Klass	Mognande		Omogen		Sum
	Han	Hon	Han	Hon	
Omogen (han+hon)	110	56	214	366	746
Han	422	0	38	2	462
Hon	1	384	0	28	413
Sum	533	440	252	396	1621

Tabell 4. Stages of anesthesia in fish (adapted from Schoettger and Julin, 1967)

Stage 1. Sedation; Partial loss of reaction to external stimuli.

Stage 2. Partial loss of equilibrium; uncoordinated movement, followed by active, erratic swimming.

Stage 3. Total loss of equilibrium;

A: fish usually turns over but retains swimming ability.

B: swimming ability stops but fish responds to pressure on the caudal peduncle.

Stage 4. Anesthesia; Loss of reflex activity, fish fails to respond to strong external stimuli.

Stage 5. Medullary collapse; Respiratory movement ceases (death).

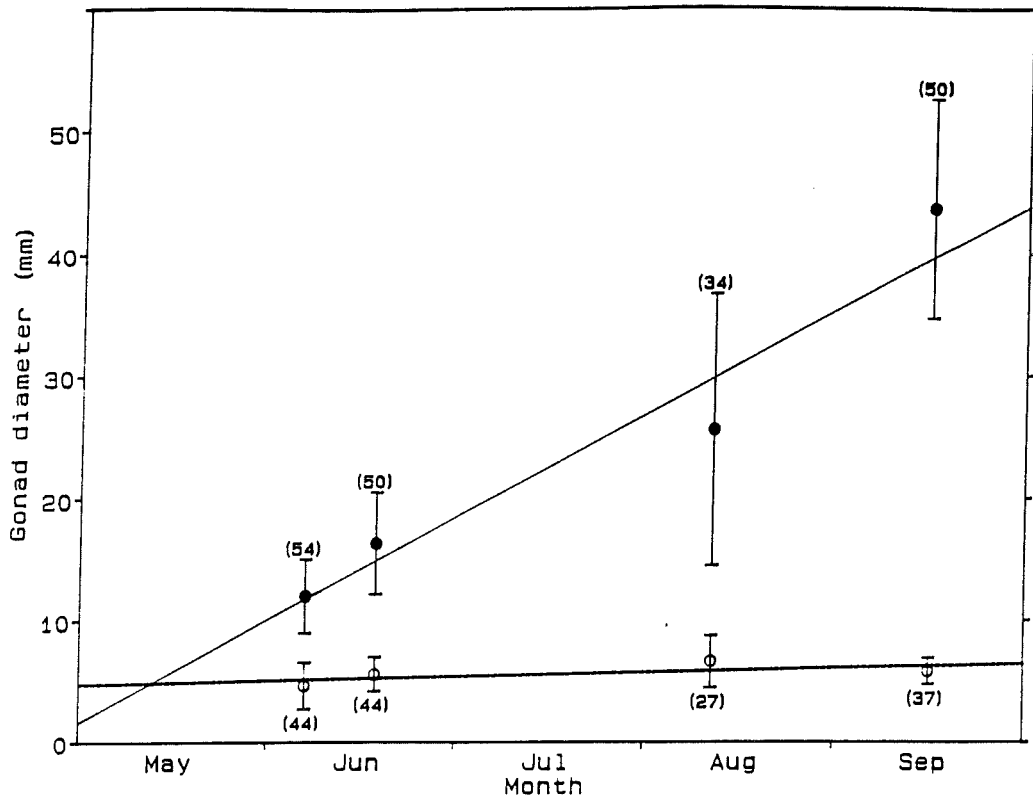
Tabell 5. Metomidate, benzocaine, chlorobutanol, och phenoxyethanol in rapid anesthesia of cod (*Gadus morhua*)

Anesthetic and concentration	Temperature (°C)	Number to stage		Range of exposure times <sup>1</sup> (minutes)	Safe exposure index <sup>2</sup>	Recovery	
		3B within 2 minutes	4 within 3 minutes			Time range <sup>3</sup> (minutes)	Survival (number)
<u>Metomidate:</u>							
20 mg l <sup>-1</sup>	9.6	12/12	12/12	0.9-1.3	0.3	9.6 -16.7	12/12
10 mg l <sup>-1</sup>	9.5	10/10	10/10	3.2-4.7	1.1	11.8-24.8	10/10
7.5 mg l <sup>-1</sup>	9.6	10/10	10/10	4.2-6.7	1.4	13.0-22.5	10/10
6 mg l <sup>-1</sup>	9.5	9/11	10/11	4.0-6.5	1.3	14.0-21.0	10/11
5 mg l <sup>-1</sup>	9.6	6/10	9/10	4.8-10.8	1.6	8.2 -19.2	10/10
<u>Benzocaine:</u>							
100 mg l <sup>-1</sup>	9.6	10/10	10/10	1.2-1.5	0.4	6.9 -16.2	5/10
75 mg l <sup>-1</sup>	9.6	10/10	10/10	1.8-3.0	0.6	7.7 -17.0	5/10
60 mg l <sup>-1</sup>	9.5	10/10	10/10	2.2-2.9	0.7	5.8 -13.1	10/10
50 mg l <sup>-1</sup>	9.6	10/10	9/10	2.1-3.2	0.7	5.0 -12.8	10/10
40 mg l <sup>-1</sup>	9.5	9/11	10/11	2.1-3.2	0.7	3.9 -10.8	11/11
<u>MS-222:</u>							
100 mg l <sup>-1</sup>	8.4	0/10	10/10	1.6-2.0	0.5	2.8-4.0	10/10
75 mg l <sup>-1</sup>	8.4	0/10	10/10	2.8-3.4	0.9	3.7-7.1	10/10
60 mg l <sup>-1</sup>	8.4	0/10	4/10	4.3-7.8	1.4	2.5-5.9	10/10
50 mg l <sup>-1</sup>	8.4	0/10	1/10	5.0-7.9	1.7	2.2-4.0	10/10
<u>Chlorobutanol:</u>							
750 mg l <sup>-1</sup>	9.0	0/12	0/12	1.8-2.8	0.6	9.7 -18.5	9/12
600 mg l <sup>-1</sup>	9.6	1/10	0/10	1.5-3.5	0.5	6.8 -17.5	6/10
450 mg l <sup>-1</sup>	9.6	0/12	0/12	3.5-4.3	1.2	6.5 -19.5	11/12
<u>Phenoxyethanol:</u>							
0.6 ml l <sup>-1</sup>	9.0	11/11	2/11	1.6-2.8	0.5	4.5 -6.2	11/11
0.5 ml l <sup>-1</sup>	9.0	9/9	0/9	1.9-3.0	0.6	2.6 -4.8	9/9
0.4 ml l <sup>-1</sup>	9.0	9/10	1/10	3.5-10.0	1.2	3.1 -5.0	10/10
0.3 ml l <sup>-1</sup>	9.0	6/12	2/12	3.3-15.0	1.1	2.5 -4.8	12/12

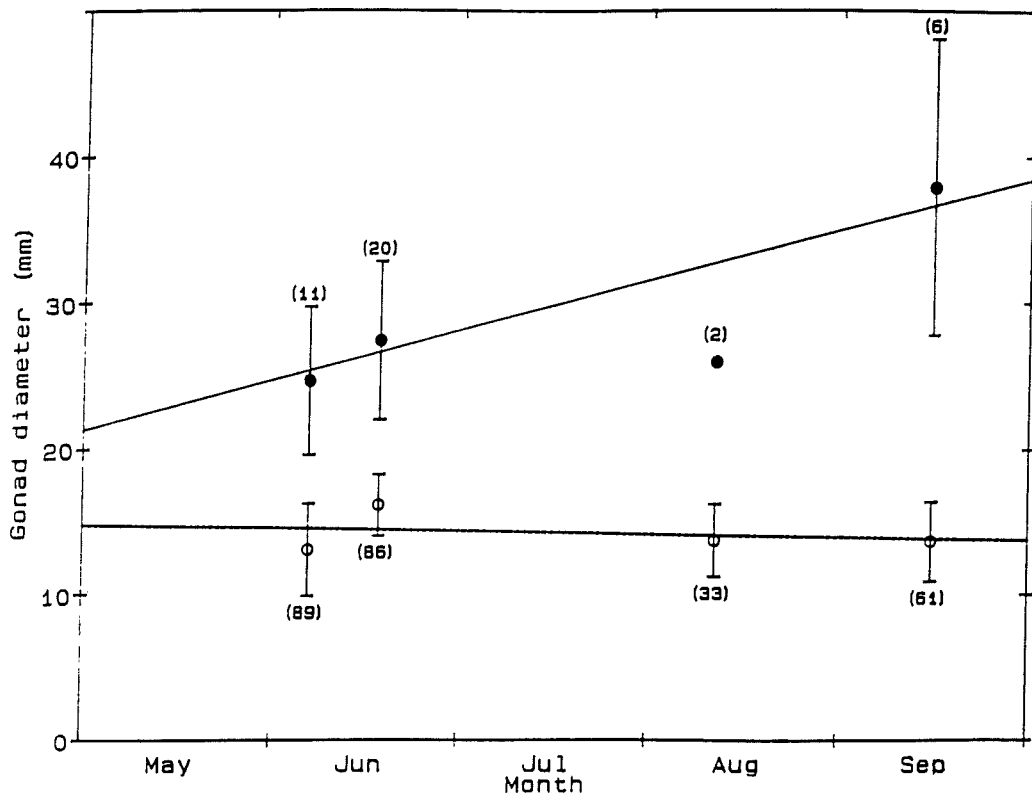
<sup>1</sup>Time for first and last fish to reach medullary collapse

<sup>2</sup>Index obtained by dividing the time for first fish to reach medullary

<sup>3</sup>Time for first and last fish to regain balance

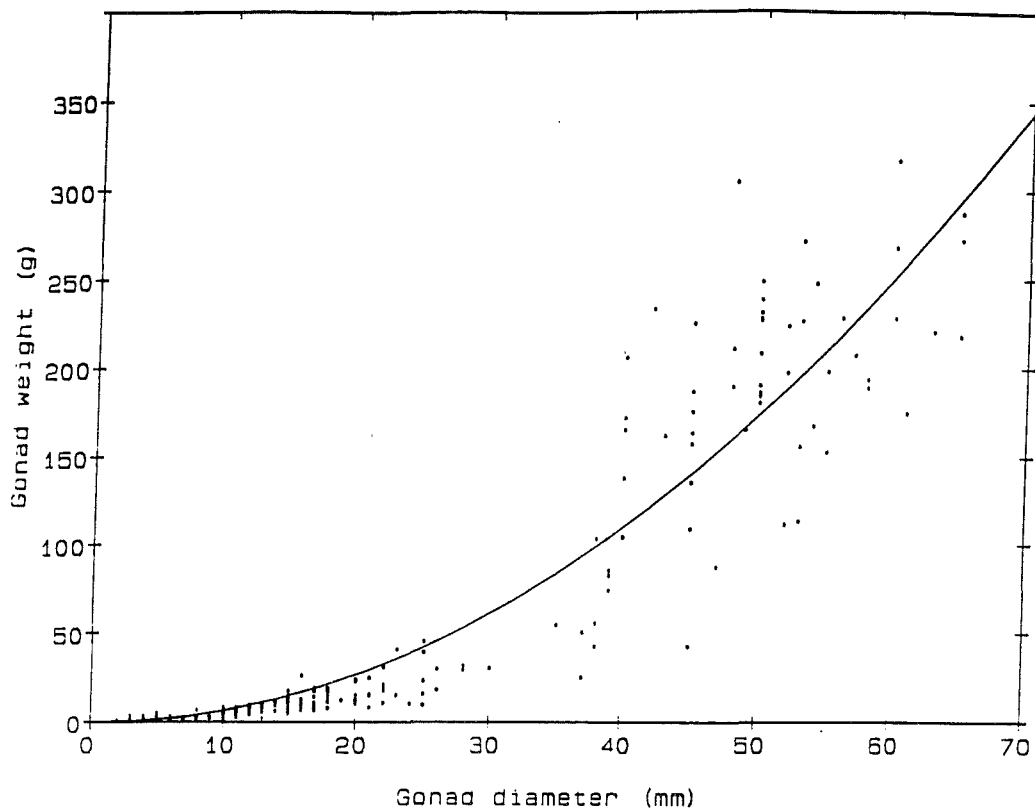


Figur 1. Gonaddiameter hos mognande (●) och icke mognande (○) han-lax i maj-september 1988. Vertikala linjer anger  $\pm$  S.D.. Linjer: linjär regression för mognande (—) och icke mognande (-----) han-lax. Siffror i parantes anger antal fisk.

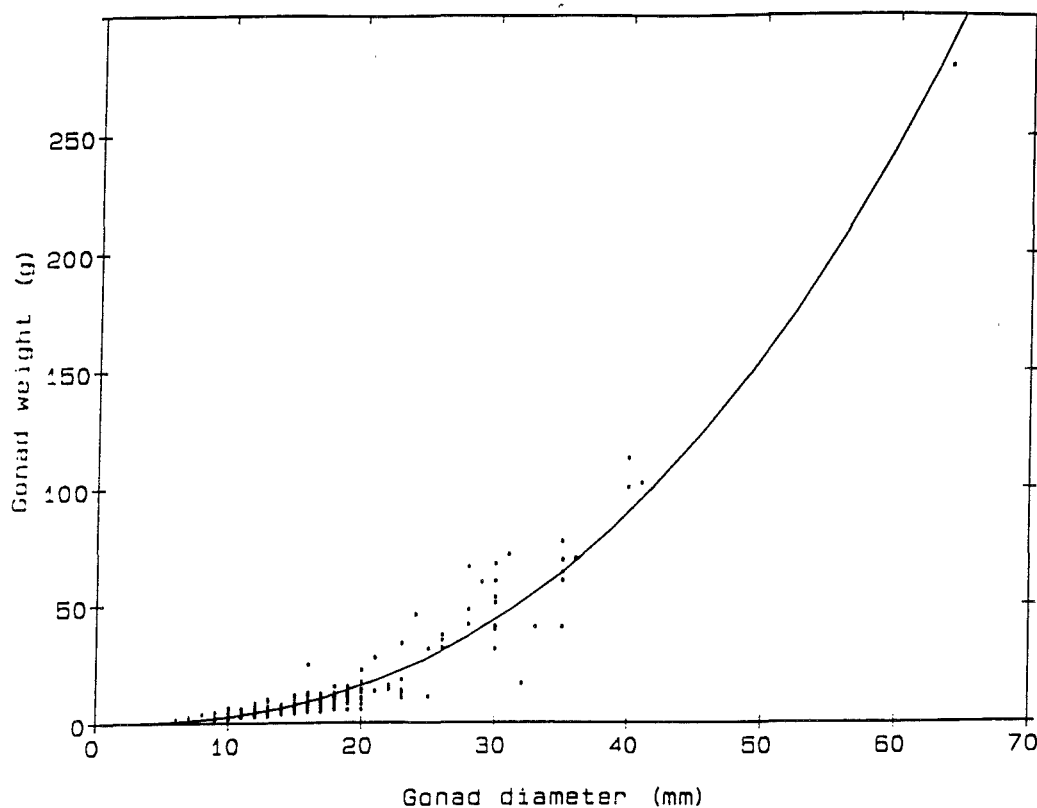


Figur 2. Gonad-diameter hos mognande (●) och icke mognande (○) hon-lax i maj-september 1988. Vertikala linjer anger  $\pm$  S.D.. Linjer: linjär regression för mognande (—) och icke mognande (-----) hon-lax. Siffror i parantes anger antal fisk.

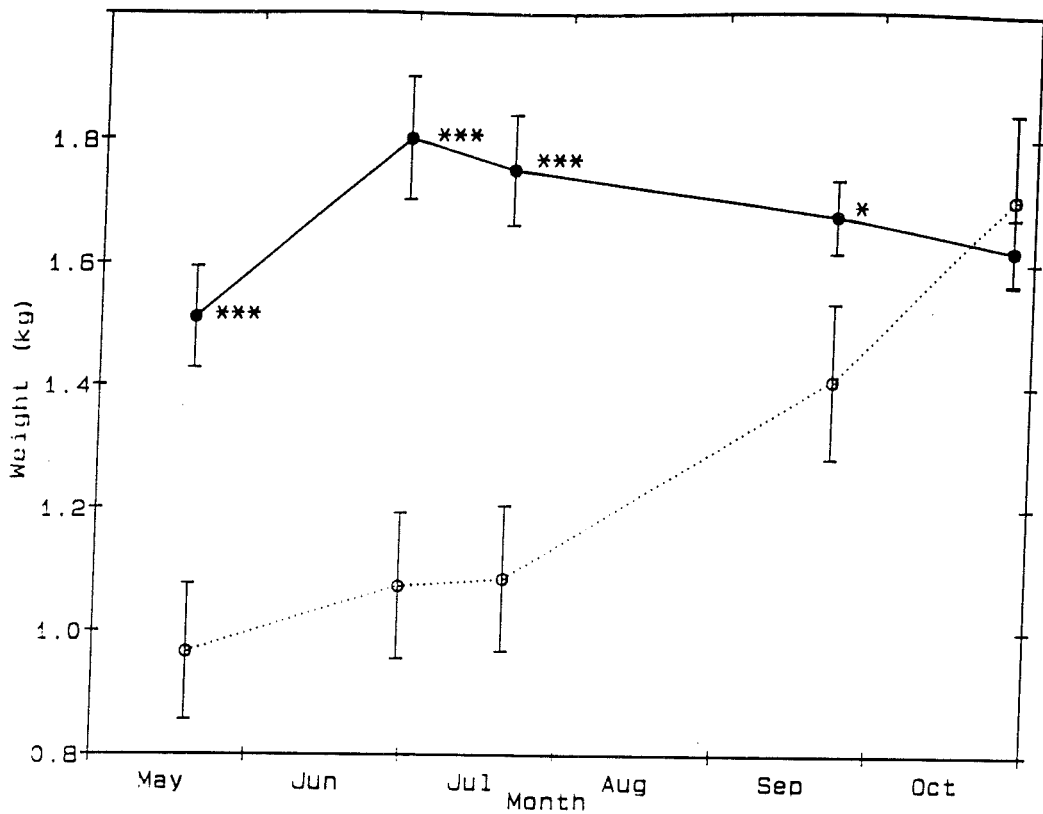




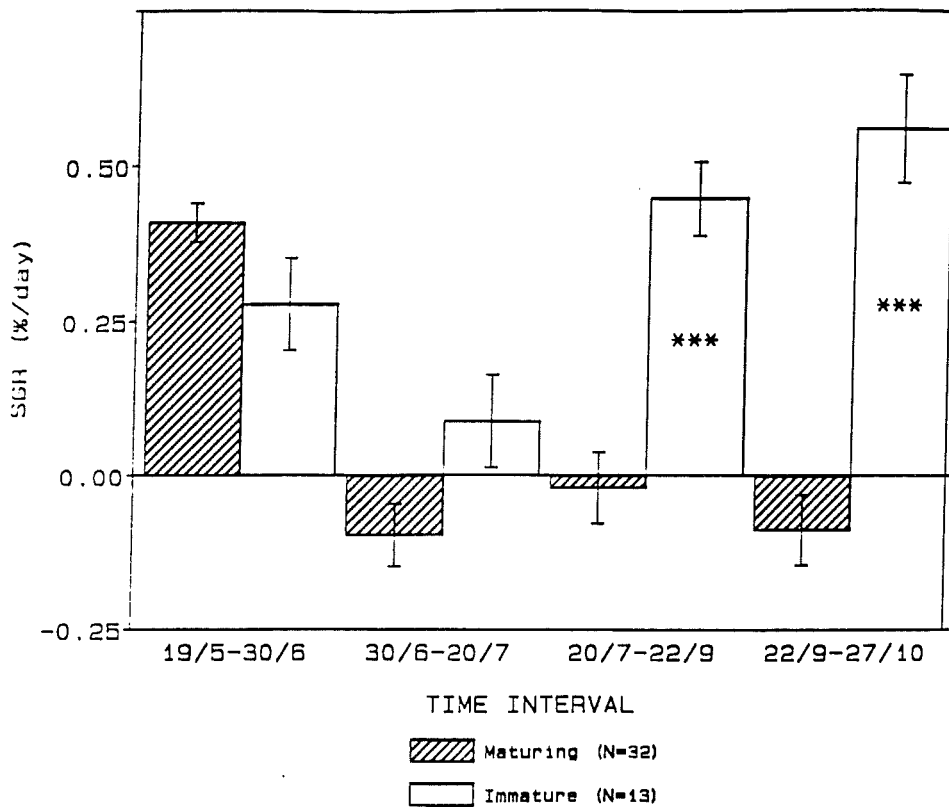
Figur 3. Gonadvikt som funktion av gonaddiameter hos hanlax slaktad på Austevoll Fiskeindustri juni-september 1988. Regressionen (se också Tabell 1):  
 $\text{gonadvikt} = 0.0620 * (\text{gonaddiameter})^{2.03}$



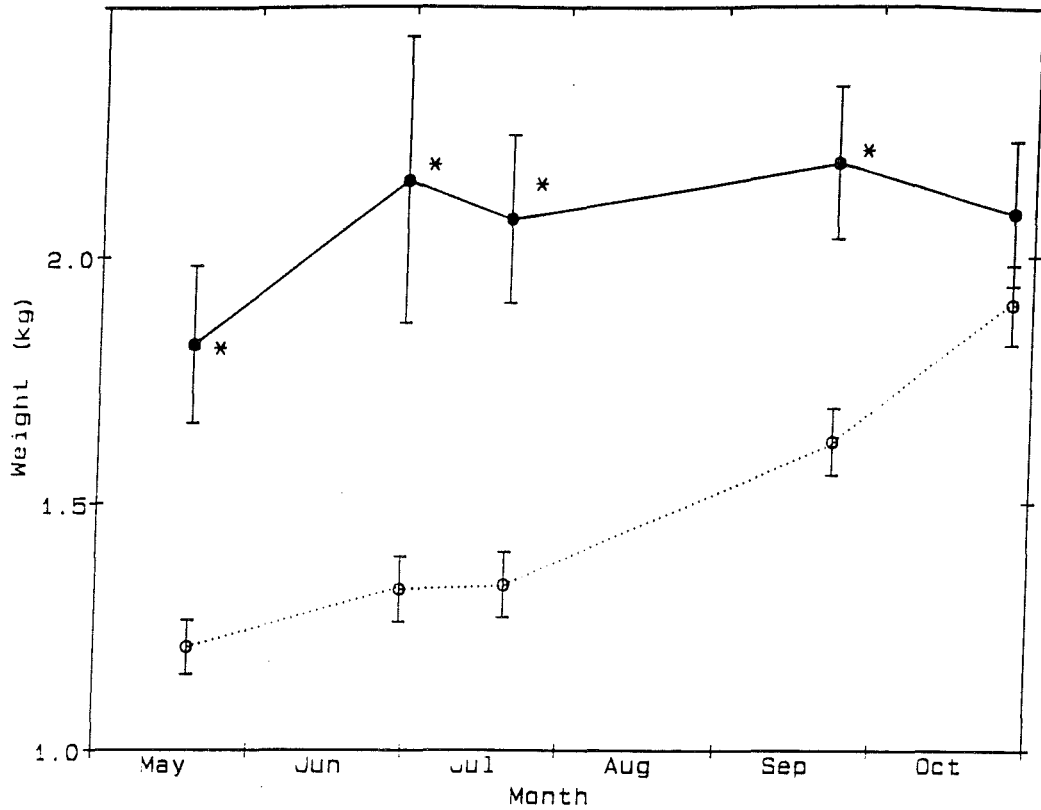
Figur 4. Gonadvikt som funktion av gonaddiameter hos honlax slaktad på Austevoll Fiskeindustri juni-september 1988. Regressionen (se också Tabell 1):  
 $\text{gonadvikt} = 0.00905 * (\text{gonaddiameter})^{2.49}$



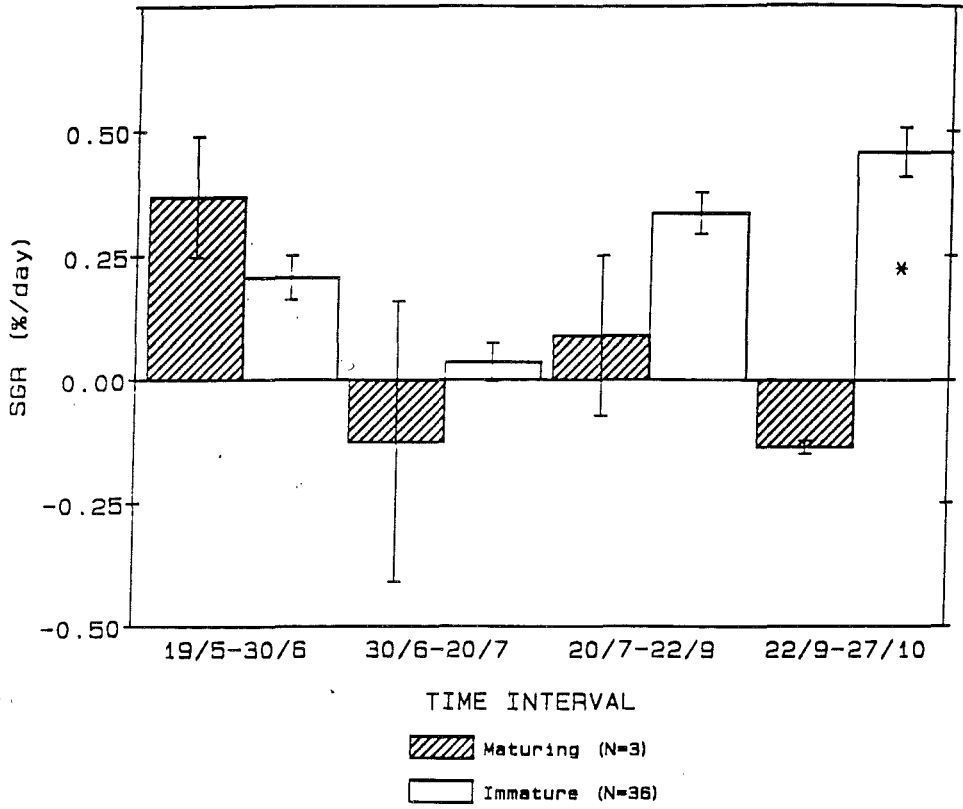
Figur 5. Vikt av mognande (—●—) och omogen (···○···) han-lax maj-oktober 1988. Vertikala linjer anger  $\pm$  S.E.M., \*  $P < 0.05$ , \*\*\*  $P < 0.001$  (Signifikant skillnad mellan mognande (N=32) och omogen (N=13) fisk vid var tidspunkt).



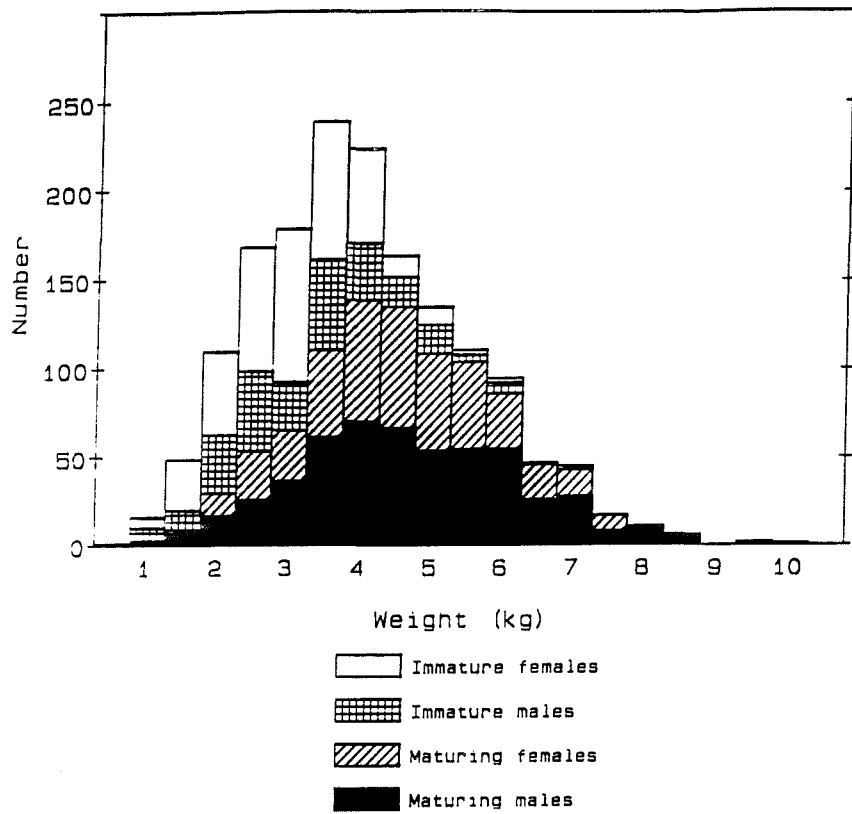
Figur 6. 'Specific growth rate' (SGR) hos mognande och icke mognande han-lax i maj-oktober 1988. Vertikala linjer anger  $\pm$  S.E.M., \*\*\*  $P < 0.001$  (Signifikant skillnad mellan mognande och omogen fisk vid var tidspunkt).



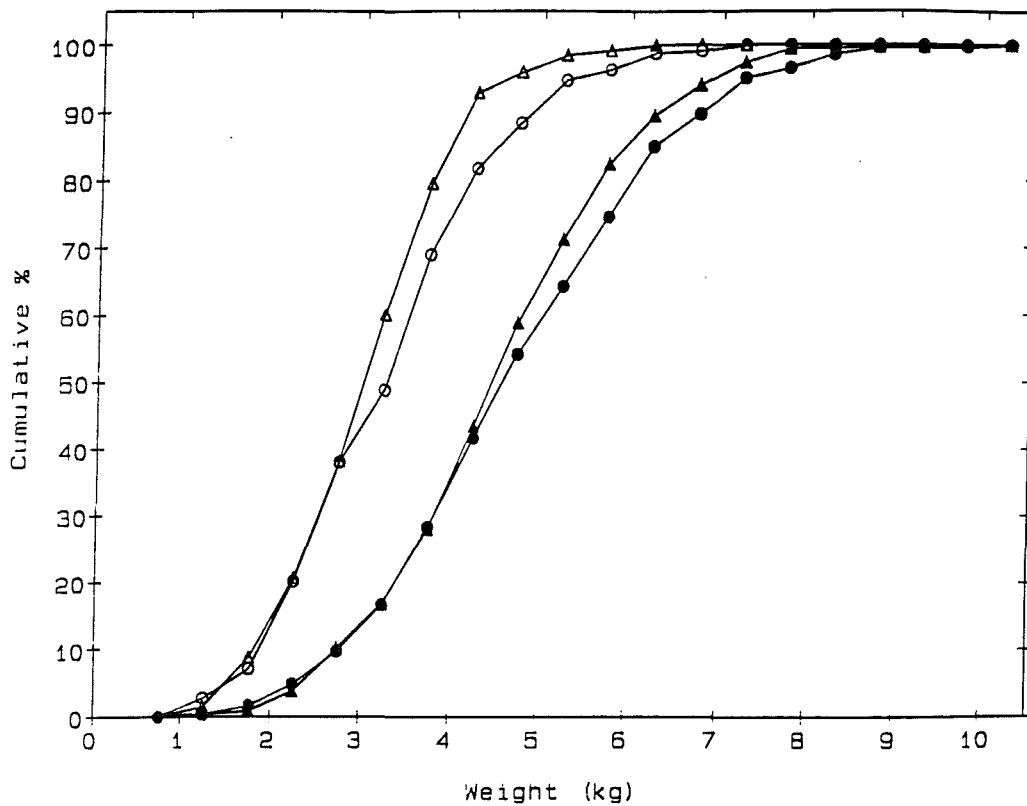
Figur 7. Vikt av mognande (—●—) och omogen (···○···) hon-lax maj-oktober 1988. Vertikala linjer anger ± S.E.M., \* P<0.05 (Signifikant skillnad mellan mognande (N=3) och omogen (N=36) fisk vid var tidspunkt).



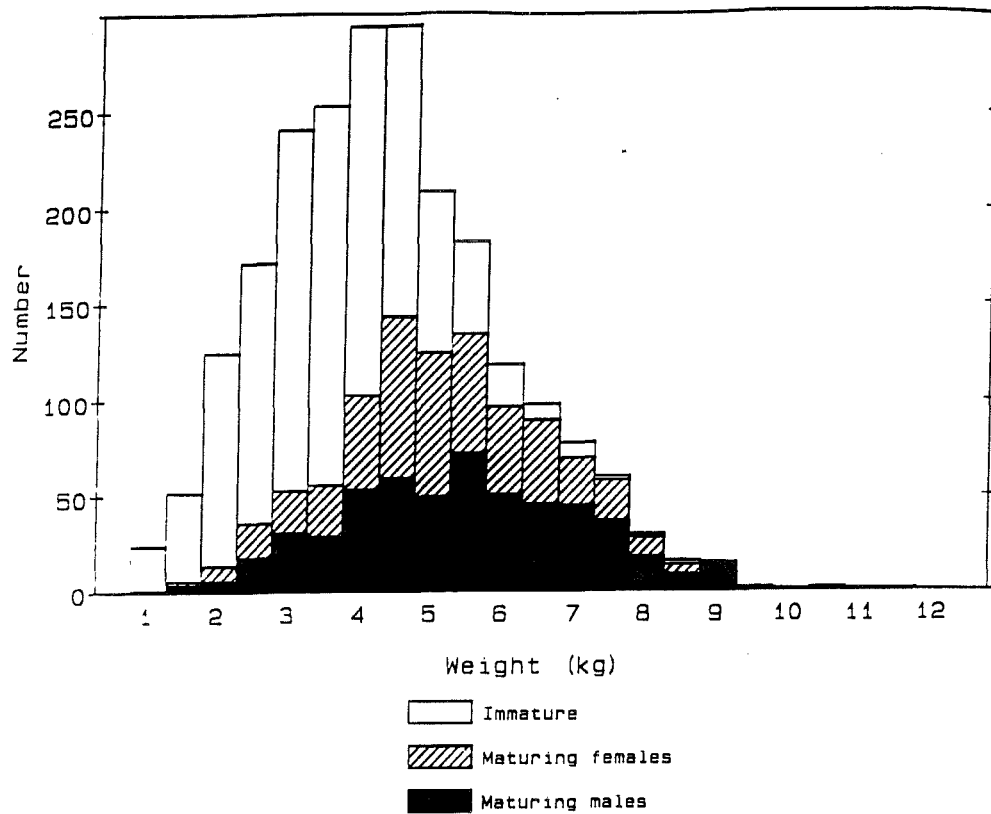
Figur 8. 'Specific growth rate' (SGR) hos mognande och icke mognande hon-lax i maj-oktober 1988. Vertikala linjer anger ± S.E.M., \* P<0.05 (Signifikant skillnad mellan mognande och omogen fisk vid var tidspunkt).



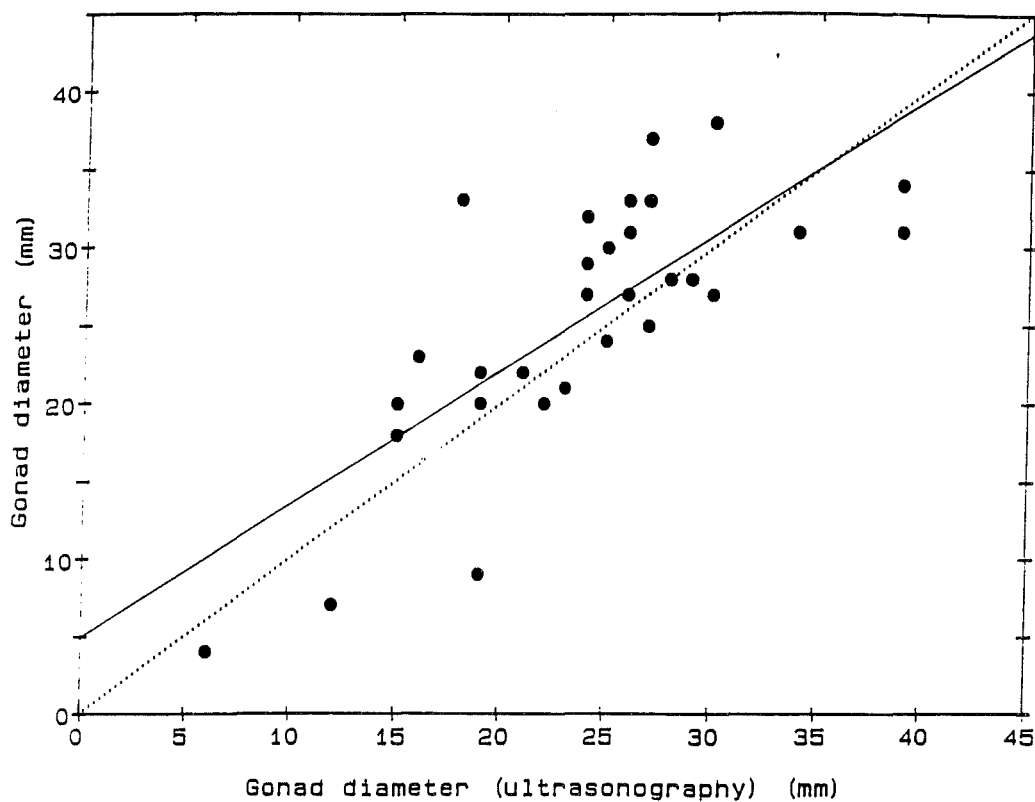
Figur 9. Viktfördelning av lax slaktad 25 juli 1989 fördelat på könsmogande han- och hon-fisk samt omogen han- och hon-fisk (N=1621).



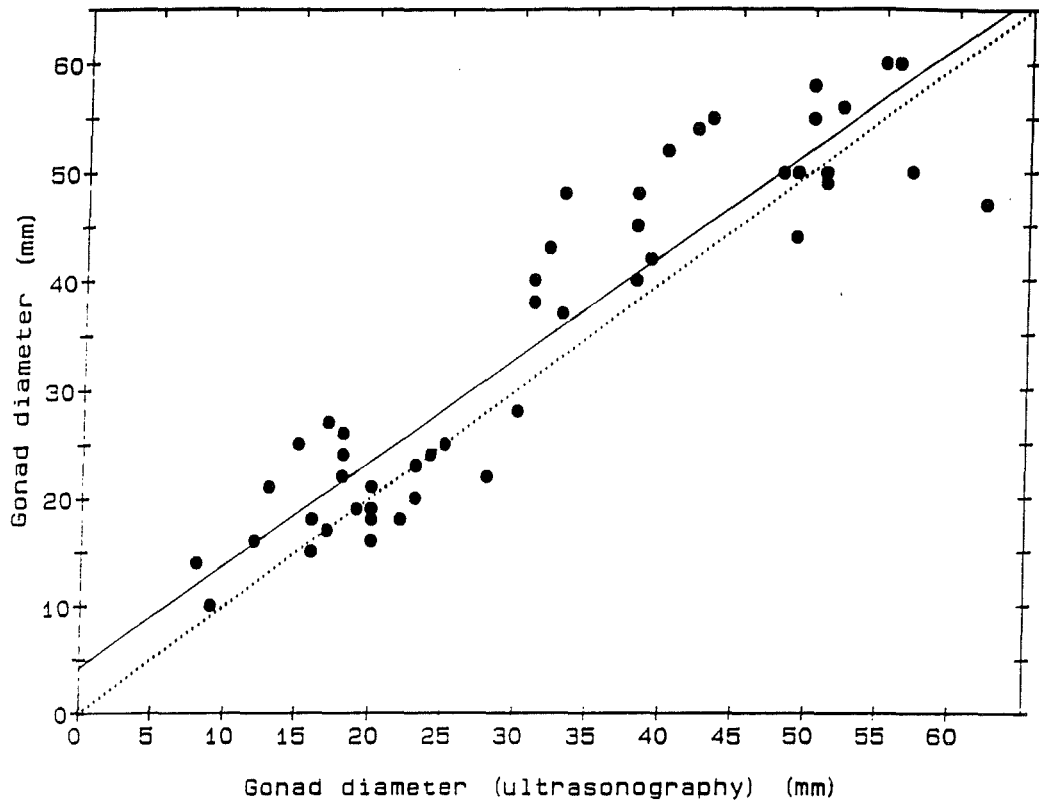
Figur 10. Kumulativ viktfordelning (%) av lax slaktad 25 juli 1989. Samma prov som i Figur 9. Könsmogande han (●), hon (▲) samt omogen han (○) och hon (△).



Figur 11. Viktfördelning av lax sorterad 13 och 14 juni 1989 fördelat på könsmognande han och hon-fisk samt omogen. Baserat på UL-klassificering.



Figur 12. Gonaddiameter vs. UL-gonaddiameter för hanfisk, utfört 25 juli 1989. Korrelationskoefficient: 0.754. Prickad linje anger  $Y = X$ . Helledragen linje är anpassad till data:  $Y = 0.8628 X + 4.903$



Figur 13. Gonaddiameter vs. UL-gonaddiameter för honfisk, utförd 25 juli 1989. Korrelationskoefficient: 0.926. Prickad linje anger  $y = x$ . Heldragen linje är anpassad till data:  $Y = 0.9569 X + 4.247$