

MEDDELELSE FRA FORSØGSDAMBRUGET NR. 82
MARTS 1992

HVORDAN MAN MODVIRKER INDAVL
I MODERFISKBESTANDE

AF
FRANK BREGNBALLE

Indledning.

Mange dambrugere, som lader den ene generation moderfisk efterfølge den anden uden at tilføre fremmede avlsfisk, nærer betænkelighed herved. Denne praksis medfører en vis indavl, som eventuelt kan få uheldige konsekvenser.

For eksempel mener nogle dambrugere, at de misdannede ørreder, (korte eller skæve individer) som i større eller mindre antal forekommer i enhver ørredbestand, er en effekt af indavl. Imidlertid kan misdannelser have andre årsager, som er betinget af miljøfaktorer. De specielle vanskabninger, som frembringes af drejesyge er velkendte, men meget tyder på, at også det såkaldte yngelsyndrom og vintersår kan give anledning til misdannede ørreder, selv om der ikke foreligger noget endeligt bevis (både yngelsyndrom og vintersår fremkaldes af samme bakterie). Det er kendt, at også mangelsygdomme (specielt C-vitamin mangel) kan fremkalde misdannelser, og endelig kan elektriske impulser f.eks. fra et el-hegns jordspyd føre til deformiteter i rygsøjlen (1), og noget tilsvarende kendes fra lynnedslag på dambrug.

På Forsøgsdambruget har man i forbindelse med bioteknologiske eksperimenter bevidst foretaget en streng indavl, og herved er der frembragt vanskabte ørreder. Det må således siges, at streng indavl kan fremkalde misdannelser, men at fænomenet også kan have adskillige andre årsager. Imidlertid vil indavl ofte give mindre iøjnefaldende udslag såsom en almen svækkelse med nedsat overlevelsessevne og væksthastighed til følge, hvilket man har konstateret på Forsøgsdambruget i andre eksperimenter.

Under alle omstændigheder er det fornuftigt at modvirke indavl, og det letteste vil naturligvis være, om man med nogle ørredgenerationers mellemrum tilfører ubeslægtet avlsmateriale fra et andet dambrug. Denne løsning vil dog langt fra altid være god. Hvis man gennem adskillige ørredgenerationer har fremavlet en ørredstamme med nogle ønskværdige egenskaber, kan man miste resultatet af mange års arbejde med bevidst avlsudvalg ved at indføre ukendte arveanlæg fra en anden ørredstamme i moderfiskbestanden. Endvidere gælder for de IPN-fri avlsdambrug, at enhver tilførsel af fisk skal godkendes af Veterinærdirektoratet.

Det er der god mening i, da der altid er en risiko ved at indføre avlsmateriale fra et andet IPN-frit dambrug. Det kunne jo hænde, at den IPN-fri leverandør var blevet smittet med IPN, men at det blot ikke var blevet opdaget endnu.

For mange dambrug gælder det, at man har en interesse i at holde en lukket bestand og føre avlsudvalget videre i nye generationer. Spørgsmålet er her, hvordan man skal bære sig ad i praksis for at modvirke den naturlige tendens til indavl, som eksisterer i kraft af, at man har et begrænset antal moderfisk, hvoraf nogle er mere eller mindre beslægtede.

Almindelig befrugtningspraksis.

Den almindelige fremgangsmåde ved strygning og befrugtning af ørredæg er tidligere beskrevet (2), og her skal kun diskuteres, hvorledes den anvendte metode fremmer risikoen for indavl.

Det er også tidligere beskrevet (3 og 4), hvorledes selve befrugtningen foregår, men det er så længe siden, at mange af nutidens fiskemestre og dambrugsejere på det tidspunkt endnu ikke havde lært at læse. En kort repetition kan derfor være påkrævet.

Ørredægget er omgivet af en ægkapsel. I en grube i kapslen findes en kanal (mikropylen), som kan gennembrænges af en sædcelle. Når ægget kommer i vand begynder det straks at svulme, uanset om det er befrugtet eller ej, og herved lukkes mikropylen. Den første celledeling i ægget tager sin begyndelse, når det cellemateriale, som skal danne selve fostret, er samlet ved den ene af æggets poler kort efter, at vandoptagelsen er tilendebragt.

I ældre tid mente man, at sædcellen først trængte ind i ægget, når der tilsattes vand til blandingen af æg og sæd. Grundlaget for denne opfattelse er sandsynligvis, at hvis man iagttager en dråbe sæd under mikroskop, ser man ubevægelige sædceller, men i samme øjeblik man tilsætter vand, bevæger sædcellerne sig livligt i ca. et halvt minut.

Imidlertid viser det sig, at hvis man i stedet for vand tilsætter ægvæske, varer sædcellernes bevægelsesperiode $3\frac{1}{2}$ -4 minutter.

Yderligere er det således, at hvis man til blandingen af sæd og ægvæske på et senere tidspunkt tilsætter vand, opstår der igen bevægelse i sædcellerne.

Der er således to muligheder:

- sædcellen trænger ind i ægget allerede i ægvæsken,
- sædcellen trænger ind i ægget, når vand tilsættes, og der igen kommer bevægelse i sæden samtidig med, at æggets vandoptagelse begynder.

For at bevise, hvornår befrugtningen i praksis finder sted, måtte man iblande vandet, som tilsættes ørredæggene, et stof som lammer eller dræber sædcellerne. Det viste sig, at bedøvelsesmidlet quinaldine (2-methylquinoline) var anvendeligt. Dette stof er virksomt til bedøvelse af ørreder i koncentrationen 1:35.000, men i ægforsøgene anvendtes en koncentration på 1:1.000. Et ophold på kun et minut i en så stærk opløsning er dræbende for ørreder. Hvad sædcellerne angår, lammedes deres bevægelsesevne fuldstændigt i opløsningen, og det var ikke muligt at bringe dem i bevægelse ved tilsætning af rent vand, når de havde været i opløsningen i et minut.

Der foretoges nu følgende forsøg: Nyafstrøgne æg blandedes med sæd fra nogle hanner. Efter 5 minutters henstand tilsattes vand iblandet quinaldine (1.000 dele til 1 del quinaldine), og heri henstod æggene i en time, inden de skylledes og oplagdes i en klækkebakke. Æggene udviklede sig normalt til øjenægstadiet og ca. 90% viste sig at være befrugtede.

Det er givet, at sædcellerne kun har haft mulighed for aktiv bevægelse, mens de befandt sig i ægvæsken, og da befrugtningens resultat var godt, må man konkludere, at befrugtning ved vor almindelige dambrugspraksis finder sted, inden der tilsættes vand til blandingen af æg og sæd.

Disse iagttagelser gav anledning til mistanke om, at man ved almindelig befrugtningsspraksis skaber en ganske betydelig risiko for indavl. Normalt afstryger man æggene af et antal hunner i et

fad, hvorefter man fordeler en stråle af sæd fra en han rundt i fadet, dernæst benyttes næste han på samme måde o.s.v.

Imidlertid havde forsøgene jo vist, at sæden fra første han kommer i livlig bevægelse, og at befrugtningen begynder straks, sæden rammer ægvæsken. Det betyder, at den første han har den største befrugtningchance.

I nogle forsøg udtoges nu æg i en afstand på lidt over fem centimeter fra de synlige spor af den første hans sædstråle i fadet med æg. Udtagningen fandt sted netop på det tidspunkt, hvor man var rede til at stryge sæden af han nummer to. Det fremgik, at næsten alle æg i denne afstand var befrugtede. Herefter måtte det skønnes, at omkring 80% af æggene i et fad blev befrugtet af den første han, når sædstrålen var nogenlunde fordelt over fadet.

Ved et eksempel kan det belyses, hvordan den almindelige befrugtningsspraksis giver risiko for indavl, hvis den anvendes ved grundlæggelsen af en ny generation avlsfisk.

Det antages, at et hundrede treårs hunner og tredive hanner anvendes ved etableringen af en ny generation. Hver hun yder 4.000 æg, og der stryges 10 hunner i fadet, før befrugtning finder sted med tre hanner. Den første han befrugter 80% af æggene, hvorved 32.000 af kuldene har samme far, og af disse har teoretisk set 3.200 tillige samme moder. Den næste han befrugter mange af de tilbageværende ubefrugtede æg, og sæden fra den sidst anvendte han har ikke store chancer for at møde et ubefrugtet æg.

Ved befrugtningen af de 400.000 æg, har man da kun 10 fædre til de 320.000 af æggene. Når man af den nye generation har udvalgt avlsfisk, vil mange af individerne i bestanden have samme far. Man kommer let til at krydse halvsøster med halvbroder med en betydende indavl til følge. Der er også en risiko for at krydse søster med broder, men den er meget mindre.

Den almindelige befrugtningsspraksis fungerer udmærket til produktionsformål. Det betyder intet, om opdrætsfiskene til slagtning i betydelig grad består af halvsøskendekuld, men for fisk, der anvendes til videre avl, er det ugunstigt.

En anden befrugtningsmetode.

Efter at de ovenfor omtalte eksperimenter var gennemført, anbefalede Forsøgdambruget en anden metode til befrugtning, når æggene skulle bruges til en ny generation avlsfisk.

Efter denne metode stryger man alle hannerne før hunnerne. Sæden fra hver han stryges i et bægerglas, idet der tages nogenlunde lige meget sæd fra hver han. Man skal herved sørge for, at der ikke kommer vand, slim eller tarmindehold med i glasset. Fra bægerglasset hældes uforurenede sæd fra hver han over i et større glas, sådan at man efterhånden får en blanding af sæd fra samtlige hanner. Når glasset henstår køligt, frostfrit og uden direkte sollys, kan sæden holde sig levende en dag igennem, idet det endnu engang skal understreges, at der ikke må komme den mindste smule vand til sæden under opbevaringen. Hver gang man har strøget et passende antal hunner hælder man lidt sæd fra glasset i fadet med æg, hvorefter befrugtningen finder sted.

Tanken hermed er naturligvis, at enhver han skal have en mulighed for at befrugte nogle æg fra enhver hun. En helt ligelig befrugtningsschance får hannerne dog ikke, selv om man tager nøjagtig lige megen sæd fra hver. Det varierer fra han til han, hvor mange sædceller der er pr. rumenhed sæd, og dambrugerne vil da også have iagttaget, at nogle hanner yder en tyktflydende, hvid sæd, mens den hos andre er en mere klar væske.

Der er god logik i metoden med at blande alle hanners sæd sammen i en pulje, fordi man tilsyneladende får et afkom, der repræsenterer et meget stort antal kombinationer af arvelige egenskaber fra fædrene og mødrene side, hvorved risikoen for indavl reduceres. Efter at Forsøgdambruget for snart femogtyve år siden anbefalede metoden har den da også vundet betydelig udbredelse i avlsarbejdet.

Nyere canadiske undersøgelser (5) tyder imidlertid på, at man ikke opnår den tilsigtede effekt ved at blande ørredsæd fra mange hanner sammen i en pulje. Det nytter ikke, at der er god logik i befrugtningsmetoden, hvis befrugtningen faktisk foregår anderledes i praksis. Det er naturens love og ikke menneskelig logik, der afgør befrugtningseresultatet.

Befrugtningsresultater med sæd i pulje.

Det skal straks anføres, at de forsøg, som her kort skal refereres, ikke er udført med regnbueørred, men med stillehavslakse-arten, *Oncorhynchus tshawytscha*. Arten benævnes ofte som Spring Salmon, King Salmon eller Chinook Salmon. Imidlertid er det i 1980-erne blevet påvist, at regnbueørreden tilhører slægten *Oncorhynchus*, og ikke, som man tidligere antog, slægten *Salmo* (der omfatter atlantehavslaksen samt bæk- og havørreden). Chinook Salmon og regnbueørred står således hinanden temmeligt nær, da de tilhører samme slægt - regnbueørredens korrekte navn er nu *Oncorhynchus mykiss* (6).

Undersøgelsen hviler på, at man ved moderne undersøgelsesmetoder af legemsvæv fra modne han- og hunfisk og fra disses afkom kan afgøre faderskabet med stor sikkerhed. Når man benytter en pulje af sæd fra flere hanner og undersøger legemsvæv fra den resulterende yngel, kan man påvise, om de hanner, der bidrager til puljen med samme volumen sæd, får et nogenlunde lige stort antal afkom.

I eksperimenterne (5) anvendtes 4 puljer med sæd, idet der i hver pulje indgik samme rumfang sæd fra hver af tre hanner. Sædpuljerne anvendtes til befrugtning af fire blandinger med æg fra 2 til 3 hunner. Samtidig foretog man et kontrolforsøg, hvor hver han for sig anvendtes til befrugtning. Herved kontrollerede man, at hver enkelt han faktisk var befrugtningsdygtig.

Det fremgik, at den enkelte han, når sædpulje anvendtes, befrugtede mellem 1,4% og 75,6% af æggene. Der var således hanner, der næsten ikke fik afkom, mens andre dominerede stærkt i etableringen af den nye generation. Dette skyldtes vel at mærke ikke en generel forskel i befrugtningsevne. En han med få efterkommere ved puljebefrugtning kunne give en høj befrugtningsprocent, når den anvendtes alene. Ejheller var der sammenhæng mellem antallet af sædceller pr. ml. sæd og befrugtningssuccessen.

Af Forsøgsdambrugets undersøgelser af regnbueørred er det tidligere fremgået (4), at det i sjældne tilfælde kan forekomme, at en hans sæd let befrugter æggene fra én hun, men giver dårligt befrugtningresultat med æg fra en anden. Selv om sæden fra en

given han ikke stemmer lige godt overens med æggene fra enhver hun, kan det ikke give en tilfredsstillende forklaring på de ovennævnte resultater. I de refererede forsøg afhang befrugtningssuccessen af hvilke andre hanner, der bidrog til sædpuljen, og der var indbyrdes konkurrence mellem sædceller af forskellig oprindelse.

I den omtalte afhandling har forfatteren gjort opmærksom på, at laksefisk kan levere sæd i en periode, der strækker sig over uger eller måneder. Det er ikke givet, at sædcellerne på ethvert tidspunkt hele perioden igennem er lige kapable til hurtigt at opsoge et æg og gennemtrænge mikropylen. For regnbueørredens vedkommende kan det nævnes, at nogle hanner i hh. til Forsøgsdambrugets undersøgelser kan levere sæd i 7 af årets måneder (7).

Uanset om en tidsforskydning mellem hannernes befrugtningedygtighed er forklaringen, så er det væsentlige i sagen, at man ved anvendelsen af en pulje af sæd fra forskellige hanner får nogle hanner meget svagt og andre meget stærkt repræsenteret som fædre til den nye generation.

Det tilsigtede mål, at opnå en nogenlunde ligelig fordeling i antallet af efterkommere fra alle hanner, nås ikke ved at anvende en pulje med lige megen sæd fra hver han.

Den bedste befrugtningstype ved avlsudvalg.

Ved grundlæggelsen af en ny generation avlsfisk skal der indgå så mange hanner og hunner i befrugtningen som muligt, og de forskellige individer ønskes at give ophav til nogenlunde lige mange moderfisk i den kommende generation.

Dette kan man tilstræbe ved at anvende lige mange hanner og hunner og kun anvende én han til hver hun. Man benytter sig af den simple kendsgerning, at ingen han kan befrugte flere æg, end dens sæd kommer i kontakt med. Den enkelte hans befrugtningedygtighed holdes inden for fastlagte rammer, men til gengæld bliver hver eneste han brugt til befrugtning i praksis og ikke bare i teorien. Konkurrencen mellem sæd fra forskellige hanner om at befrugte mange æg er ophævet. De meget store kuld af halvsøskende forekommer ikke

længere, for der fremkommer kun helsøskendekuld. I den nye generation vil der være risiko for at parre søster med broder, men jo flere hanner og hunner, der anvendes som udgangsmateriale, desto mindre bliver risikoen.

Når der kun bruges én han til hver hun vil det være uheldigt, om hannen er steril. Økonomisk er det til at bære, om der intet resultat kommer ud af nogle få parringer, men driftsmæssigt kan det volde megen ulejlighed og fare for skimmelangreb, hvis der er mange ubefrugtede æg i nogle af klækkebakkerne. Imidlertid er det undertegnedes erfaring, at hanner, som overhovedet kan levere sæd, meget sjældent er sterile. Gennem årene er der på Forsøgsdambruget foretaget mange hundrede befrugtninger med anvendelse af kun én han, uden at man herunder har erfaret, at en han vel kunne levere sæd, men at sæden ikke var befrugtningsdygtig.

Derimod er det, som tidligere omtalt sjældne gange forekommet, at sæd fra en bestemt han gav et fint befrugtningsresultat med æg fra adskillige hunner, men et meget ringere resultat med æg fra en enkelt hun. At dette ikke skyldtes hunnen, kunne man se deraf, at andre portioner af dens æg befrugtedes effektivt af sæd fra andre hanner. Det var således kombinationen af han og hun, som var uheldig, og hverken sædens eller æggenes kvalitet.

Da det således kan forekomme, at en enkelt han ikke giver en tilfredsstillende befrugtningsprocent, er det fornuftigt at anvende en ekstra han som "reserve-befrugter". Da det er sjældent, at han og hun udgør en uheldig kombination, må det formodes at være uhyre sjældent, at samme uheldige kombination forekommer ved anvendelsen af to hanner til hver hun. Det skal her bemærkes, at der kun skal en meget ringe mængde sæd til at befrugte alle æggene fra en enkelt hun.

Forslag til praktisk fremgangsmåde.

Der anvendes et antal plastfade, hvoraf ét skal være sort eller mørkfarvet. Der skal være god belysning over det fad, hvor æggene stryges, men ikke direkte sollys.

Der stryges nogle æg i det sorte fad, og man kaster et blik på dem. Er der en hvid plet i æggene, kasseres alle æg fra denne hun. Det samme gælder, hvis æggene springer som gummibold ved strygningen. Sådanne abnormiteter viser, at æggene er overmodne og uanvendelige.

Er æggene normale stryges hunnen færdig, hvorefter man kontrollerer, om der er knuste æg. Dette ses lettest i et sort fad, idet proteinerne fra knuste æg fremtræder som en hvid substans. Er der knuste æg, stryger man straks sæd på æggene og hælder dem over i en særlig spand beregnet til anden sorterings æg. Knuste æg hæmmer befrugtningen, og man kan ikke forvente en god overlevelse. Det sorte fad aftørres med en tør klud, inden det anvendes til næste hun, hvis der har været knuste æg.

Er æggene normale, hældes de over i et af de andre fade. Nu stryges næste hun på samme måde og hældes i næste fad o.s.v., til man har et antal fade med gode æg fra hver sin hun.

Ved befrugtningen skal det nu tilstræbes, at hver hun så vidt muligt parres med én og kun én han, men der anvendes til hver hun en ekstra han som reserve.

Først stryger man sæden fra ♂a over ♀A's æg, og ♂a anvendes ikke mere. Man svinger derefter fadet lidt for at få sæden godt opblandet. Dernæst tages ♂b, og det meste af sæden stryges på ♀B, men man stryger ikke ♂b helt ren. Den sidste sæd fra ♂b stryges i ♀A's æg, idet ♂b er "reservebefrugter" til ♀A. Tilsvarende anvendes ♂c først til befrugtning af ♀C, og derefter som reserve til ♀B o.s.v. Hvis man går frem i nogenlunde sindigt tempo og svinger lidt med fadet, før reservens sæd tilsættes, har man gjort sit bedste for, at den først anvendte han kan nå at befrugte alle æggene fra hunnen. Kun i tilfælde af en uheldig kombination mellem hunnen og først anvendte han, får reservens sæd en chance for at befrugte et betydeligt antal æg.

Ved denne metode får man en serie familier, og man undgår, at en enkelt han bliver far til et meget stort antal af afkommet. Hvis alle hunnerne yder omtrent lige mange æg bliver familierne nogenlunde ligelig repræsenteret i den nye generation. Såfremt man benytter hunner af samme årgang og dermed af nogenlunde samme

størrelse er denne forudsætning rimelig godt opfyldt, selv om der altid vil være forskelle. Man kunne naturligvis klække hvert kuld æg for sig og optælle lige mange æg fra hver familie. Hvis fiskene imidlertid opdrættes i en blandet bestand, som sorteres adskillige gange inden den nye generation moderfisk udvælges, får man alligevel ikke en ligelig repræsentation af familierne. Systemet indebærer, at alle fisk får en chance for, at deres afkom bliver repræsenteret i den nye generation moderfisk, men ikke nogen garanti. Hvis en familie udviser dårlige vækstegenskaber eller ringe overlevelsessevne er chancen for at blive repræsenteret i næste generation lille. Således bør det også være.

Hvor mange moderfisk skal man anvende?

Da formålet med, at hver han kun skal befrugte én hun, er at modvirke indavl, kan man naturligvis ikke nøjes med at anvende nogle få fisk som udgangsmateriale. Herved ville risikoen for at parre helsøskende i næste generation blive alt for stor.

For at gøre risikoen for helsøskendeparring lille må man anvende mange moderfisk, når en ny generation avlsfisk grundlægges. Spørgsmålet om hvor mange kan besvares med et: Så mange som muligt. Da moderfiskbestande er af begrænset størrelse, er det sikkert mere relevant at omformulere spørgsmålet til: Hvor få moderfisk kan man tillade sig at bruge?

Det varierer noget, hvor langt forskellige avlsforskere mener man kan gå ned i bestandsstørrelse for at holde tendensen til indavl nede på et så lavt niveau, at den ikke får praktisk betydning (8). Nogle mener, at minimumstallet er omkring 50 par avlsfisk (9 og 10), mens andre anbefaler ikke at underskride 100 par (11).

Hvis man har færre moderfisk, end man måske finder ønskeligt, bør man i det mindste anvende alle dem, man har. Hvis man f.eks. har flere hanner end hunner, bør man tage alle hanner i brug, derved at man deler nogle hunners æg i to portioner, og bruger en særskilt han til hver portion. Herved indgår alle hanners arveanlæg i afkommet. Hvis man omvendt har flere hunner end hanner må nogle af hannerne befrugte to hunner, således at alle hunner kommer med i avlsmaterialet.

Udvælgelse af hanner.

I forbindelse med forbuddet mod anvendelse af malakitgrønt er det blevet et stort problem at holde liv i avlshannerne gennem flere gydesæsoner. Mange dambrugere er derfor gået over til hvert år at anvende en ny generation hanner. Herved bør man være opmærksom på problemet med arveligt anlæg for kønsmodning i en ung alder.

I de fleste bestande af regnbueørred er det således, at nogle hanner bliver kønsmodne allerede før de er ét år gamle, det store flertal bliver kønsmodne som to-årige, og endelig er der nogle hanner, der først kønsmodnes som tre-årige. Hunnerne bliver kønsmodne et år senere end hannerne, men fordeler sig på tilsvarende måde.

Da kønsmodne individer er absolut uønskede i leveringer af ørreder til konsum eller til fortsat opdræt i havbrug, er det nødvendigt at gøre sig bevidste anstrengelser for at undgå arveligt anlæg for kønsmodning i en ung alder. Af denne grund bør man i avlsarbejdet foretrække hanner, der bliver kønsmodne første gang, når de er tre år gamle.

I praksis kan man bære sig således ad:

Man sorterer nogle tusinde fine ørreder fra, som grundmateriale til udvalg af avlshanner. I ørredernes anden levevinter sorteres alle kønsmodne hanner fra og sælges, efter at deres antal er opgjort. Ligeledes opgøres antallet af de tilbageblivende fisk, som dels er hunner dels umodne hanner. Da der i en naturlig bestand er lige mange hunner og hanner, kan man efter optællingen få et godt skøn over, hvor mange tre-års hanner, der vil være til rådighed i næste gydesæson. Har man et rigeligt antal hanner, kan man nedbringe bestanden til et lavere antal. For så vidt man ikke agter at anvende hunnernes æg, bør man sørge for, at fiskene er røde i kødet, når hunnerne sælges næste vinter, så snart man kan skelne mellem hanner og hunner.

- (1) From, J., V. Hørlyck og N.J. Jensen (1985): Electroinduced Scoliosis or Fracture of the Vertebral Column in Rainbow-trout, *Salmo gairdneri* Richardson 1836. Bull. Eur. Fish Pathol. 5(1), i oversættelse: Ferskvandsfiskeribladet nr. 9, 1985.
- (2) Bregnballe, F. (1982): Opdræt og strygning af moderfisk samt befrugtning af æg. Meddelelse fra Forsøgsdambruget nr. 65.
- (3) Rasmussen, C.J. (1967): Håndbog i ørredopdræt. Forlaget Rhodos.
- (4) Bregnballe, F. (1968): Nogle betragtninger over avlsarbejdet på ørreddambrugene. Meddelelse fra Forsøgsdambruget nr. 32.
- (5) Withler, R.E. (1988): Genetic Consequences of Fertilizing Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) Eggs with Pooled Milt. Aquaculture vol. 68, 15-25.
- (6) From, J. (1990): Regnbueørredens videnskabelige navn. Ferskvandsfiskeribladet nr. 6.
- (7) Bregnballe, F. (1968): Om tidligt og sent modne stammer af regnbueørred. Meddelelse fra Forsøgsdambruget nr. 35.
- (8) Gharrett, A.J. and S.M. Shirley (1985): A Genetic Examination of Spawning Methodology in a Salmon Hatchery. Aquaculture 47, 245-256.
- (9) Allendorf, F.W. and S.R. Phelps (1980): Loss of Genetic Variation in a Hatchery Stock of Cutthroat Trout. Transact. Amer. Fish. Soc. 109, 537-543.
- (10) Kincaid, H.L. (1983): Inbreeding in Fish Populations Used for Aquaculture. Aquaculture 33, 215-227.
- (11) Krueger, C.C. et al. (1981): Genetic Aspects of Fisheries Rehabilitation Programs. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38, 1877-1881.