Korean J. Ichthyol. 6(1), 71~78, 1994. 韓魚誌, 6(1), 71~78, 1994.

3배체 참돔(*Pagrus major*)의 생산

박인석 · 김형배* · 손진기* · 김동수**
군산대학교 해양개발학과
*한국해양연구소 해양생물공학연구실
**부산수산대학교 양식학과

참돔 암 · 수 친어에 5 mg/kg 체중의 잉어 뇌하수체 추출물(CPE) 및 1,000 IU/kg 체중의 태반성 성선자극 호르몬(HCG)을 주사, 인공 산란을 유도한 후 수정난에 3℃의 저온 처리를 가하여 참돔 3배체를 유도하였다. 그 결과 수정 후 6분에 3℃의 저온으로 20분 및 30분간 처리시 100%의 3배체 유도율을 나타내었으며 초기 생존율을 고려시 81.3% 및 80.0%의 높은 3배체 생산율을 각각 나타내었다. 유도 3배체는 2배체에 비해 염색체수와 적혈구 세포 및 핵의 크기에 있어 증가를 보여 3배체는 2배체에 비해 세포핵의 부피가 1.58배 증가하였다. 염색체 및 핵형은 대조군이 2n=48 acrocentric 염색체인 반면, 3배체는 72개의 acrocentric 염색체로 구성되어 있었다. 부화 10일 후부터 34일 까지의 유도 3배체의 초기 전장 성장 및 부레 성장은 2배체의 그것에 비해 낮게 나타났다.

緖 論

어류의 유전 육종 기법 중 염색체 공학에 의한 3배체 어류의 생산은 3배체 어류가 불임이므로 2배체 어류에서 나타나는 산란기의 방란 및 방정에 의한 에너지 손실을 막고 식욕 감퇴, 사료 효율 감소, 육질 감소 및 산란 이후의 사망을 억제시킬 수 있어 양식 어종의 생산성 향상을 위해 널리 이용되고 있다(Allen *et al.*, 1986 ; Benfey *et al.*, 1986 ; Kim *et al.*, 1986 ; Thorgaard, 1986).

어류에서 3배체 유도는 수정난에 물리, 화학적 처리에 의한 제 2극체 방출을 억제하여 이루어지는 것으로 해산 어류에서 3배체 유도는 Purdom (1972)에 의해 최초로 이루어져 plaice (*Pleuronectes platessa*)의 3배체 및 plaice와 flounder (*Platichthys flesus*)의 잡종 3배체가 최초로 유도된 이래 참돔(*Pagrus major*) 및 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 등 경제성 있는 해산 어류를 대상으로 시도되고 있다. 그러나, 3배체 유도시 친어로부터 최적의 난질 획득이 어렵고, 물리, 화학적 처리에 의한 높은 초기 사망율 등으로 인해 3배체 유도시 최적 처리 조건의 판별이 절실히 요구되고 있다(Purdom *et al.*, 1976 ; Lincoln, 1981 ; Tabata *et al.*, 1986 ; Kitamura *et al.*, 1991).

본 연구는 참돔 친어로부터 최적 난질을 획득하기 위하여 산란 유도 호르몬에 의해 인공 산란을 유도한 후, 참돔 3배체 유도를 위한 최적 처리 조건을 파악하였다. 또한 유도된 참돔 3배체의 세포 및 핵의 크기 측정, 염색체수 조사 등 세포 유전학적 연구와 함께 유도된 참돔 3배체의 초기 성장을 2배체의 초기 성장과 비교하였다.

材料 및 方法

참돔 3배체를 유도하기 위하여 해상 가두리에서 사육 중인 친어를 산란기인 1988년 5월 육상 사육조로 옮겨 사육 수온을 2~3℃ 상승시킨 후 성숙되었다고 판단된 암 · 수 각각 6마리의 친어를 대상으로 5 mg/kg 체중의 잉어 뇌하수체 추출물(CPE : Sigma, USA)과 1,000 IU/kg 체중의 태반성 성선자극 호르몬(HCG : Sigma, USA)을 단독 혹은 함께 복강 주사하여 산란을 유도하였다. 대조군에는 생리 식염수 만을 복강 주사하였다. 산란 유도 호르몬 주사 후 6시간 및 12시간에 친어를 20℃의 100 ppm lidocaine-HCl/1,000 ppm $NaHCO_3$로 마취시킨 후(Park *et al.*, 1988), 복부 압박법으로 방란, 방정시켰다.

3배체 유도시 산란이 이루어진 2마리의 암컷과 4마리의 숫컷이 사용되었으며 채란, 채정된 난과 정자를 건도법으로 수정하였다. 수정난은 수온 20±1℃, 비중 1.025, pH 8.2~8.5의 자외선 멸균 해수로 2~3회 세척 후 부화시켰다.

3배체 유도를 위하여 수정난을 3℃의 냉각 해수로 수정 2분 후 10, 20 및 30분간, 수정 4분 후 10, 20 및 30분간 그리고 수정 6분 후 10, 20 및 30분간 저온 처리 하였다. 저온 처리시 최초처리 시간은 수정난의 세척시 자외선 멸균 해수 첨가시기로 정하였다.

실험군과 대조군을 대상으로 부화율, 기형율 및 초기 생존율을 측정하였고 3배체 유도율 측정은 실험군, 대조군의 30개 내외 발안난을 대상으로 Klingerman과 Bloom(1977)의 solid법으로 하였다. 3배체 생산율은 초기 생존율 x 3배체 유도율/100으로 계산하였다.

2배체 및 3배체 적혈구의 핵 및 세포 크기를 측정하기 위해 전장 약 10cm의 각 개체 미부 · 정맥으로부터 적혈구를 채취한 후 슬라이드에 도말하여 고정한 다음 Giemsa 혹은 May-Grünbaldt Giemsa 용액으로 염색하였다. 각 개체 당 100개 이상의 적혈구를 대상으로 현미경(1,000 x) 하에서 세포 및 핵의 장경, 단경을 micrometer로 측정 하였으며 이들의 표면적과 부피는 Sezaki과 Kobayashi(1978) 및 Lemoine과 Smith(1980)의 방법으로 계산하였다.

참돔 2배체와 3배체의 초기 성장을 조사하기 위하여 1톤 용량의 사육조에 2배체군과 가장 높은 3배체 생산율을 보인 실험군을 각각 동일 밀도로 수용하였으며 부화 후 10일 부터 부화 후 34일까지 2일 간격으로 각각 50마리씩 무작위 추출하여 전장은 버어니어 캘리퍼스로 부레 길이는 해부 현미경 하에서 micrometer로 측정하였다.

結　　果

1. 호르몬 처리에 의한 산란 유도

친어 체중 kg당 잉어 뇌하수체 추출물 5 mg과 태반성 성선 자극 호르몬 1,000 IU를 동시에 주사하거나 태반성 성선 자극 호르몬 만을 단독 주사한 결과는 Table 1과 같다.

대조군은 산란이 전혀 이루어지지 않은 반면 수컷 친어는 잉어 뇌하수체 추출물과 태반성 성선자극 호르몬의 동시처리 또는 태반성 성선자극 호르몬 단독 처리로도 정자형성 및 방정이 촉진됨을 관찰할 수 있었으나 암컷 친어인 경우 잉어 뇌하수체 추출물과 태반성 성선자극 호르몬의 동시 처리에서만 산란이 이루어졌다.

Table 1. Induced spwaning by intraperitoneal injection with carp pituitry extract and/or human chorionic gonadotropin to red seabream, ***Pagrus major***

Fish No.	Body weight (g)	Body length (cm)	Sex	Hormone*	Result**
1	1,400	42.4	M	none	-
2	1,600	44.6	F	none	-
3	1,500	47.0	F	CPE+HCG	-
4	2,200	49.1	F	CPE+HCG	-
5	2,400	50.6	F	HCG	+
6	1,600	43.7	F	HCG	+
7	1,400	42.4	F	HCG	-
8	1,300	49.9	F	HCG	-
9	2,200	48.2	M	CPE+HCG	+
10	1,600	44.3	M	CPE+HCG	+
11	1,400	45.3	M	HCG	+
12	2,200	43.8	M	HCG	+
13	1,500	49.2	M	HCG	+
14	1,500	44.3	M	HCG	+

* CPE (carp pituitary extract, 5 mg/kg BW), HCG (human chorionic gonadotropin, 1,000 IU/kg BW).

**+, spawned ; -, no response

2. 3 배체 유도

참돔 수정난에 3℃의 저온 처리 효과는 Table 2와 같다. 부화율은 대조군이 76.3%인 반면 처리군은 이보다 낮은 24.3~71.6%의 부화율을 보였으며 최초 처리 시간이 빠를수록, 그리고 처리 시간이 짧을수록 높은 부화율을 나타내었다.

Table 2. The effect of cold shocks at 3℃ on hatching, incidence of malformed larva, early survival, triploidy and triploid production rate in the red seabream, ***Pagrus major***

Exp. group	Initial treatment time (min)	Treatment duration (min)	Hatching rate (%)	Incidence of malformed larva	Early survival rate (%)*	Triploidy (%)	Triploid production rate (%)*
Control	-	-	148/194 (76.3)	2/51 (4.0)	52/62 (83.9)	0/30 (0)	0
1	2	10	84/156 (53.8)	15/53 (28.3)	52/70 (74.3)	26/30 (86.7)	64.4
2	2	20	79/152 (52.0)	16/52 (30.8)	40/59 (67.8)	30/32 (93.8)	63.6
3	2	30	42/173 (24.3)	17/50 (34.0)	36/60 (60.0)	26/26 (100)	60.0
4	4	10	96/155 (61.9)	10/49 (20.4)	54/67 (80.6)	28/31 (90.3)	72.8
5	4	20	81/152 (53.3)	13/55 (23.6)	49/64 (76.6)	30/31 (96.8)	74.1
6	4	30	64/134 (33.0)	14/51 (27.5)	41/63 (65.1)	33/34 (97.1)	63.2
7	6	10	106/148 (71.6)	7/45 (15.6)	57/71 (80.3)	24/30 (80.0)	64.2
8	6	20	88/160 (55.0)	7/44 (15.9)	52/64 (81.3)	29/29 (100)	81.3
9	6	30	59/203 (29.1)	11/52 (21.2)	56/70 (80.0)	27/27 (100)	80.0

* From 3 days to 10 days after hatching.

** Early survival rate × triploidy/100.

기형율은 대조군이 4.0%인 반면 처리군은 15.6~34.0%의 높은 기형율을 나타내었으며 최초 처리 시간이 빠르고 처리 시간이 길어질수록 높은 기형율을 나타내었다.

부화 후 5일에서 부화 후 10일 까지의 초기 생존율은 대조군이 83.9%인 반면 처리군은 60.0~81.3%를 나타내었으며 3배체 처리시 부화율의 결과와 마찬가지로 최초 처리 시간이 빠를수록, 처리 시간이 짧을수록 높은 초기 생존율을 나타내었다.

3배체 유도는 대조군에서는 이루어지지 않았으며 처리군에서 80.0~100%의 3배체 유도율을 보여 60.0~81.3%의 3배체 생산율을 나타내었다. 특히 3℃의 저온으로 수정 2분 후에 30분간 처리, 수정 6분 후에 20분간 처리 그리고, 수정 6분 후에 30분간 처리 모두 100%의 3배체 유도율을 보였다.

3. 3 배체의 세포 유전학적 분석

참돔 2배체의 염색체수는 2n=48으로 핵형 분석시 24쌍의 acrocentric 염색체로 이루어 졌으며 참돔 3배체의 염색체수는 3n=72로 염색체 각 조는 3개의 염색체로 구성되어 있었다. 또한 암 · 수간 이형 염색체는 찾아볼 수가 없어 본 종은 성 염색체가 존재하지 않는 것으로 나타났다(**Fig. 1.** a & b).

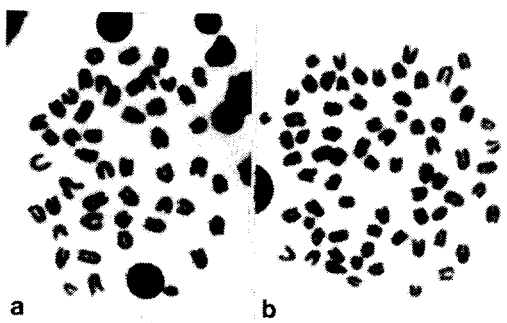

Fig. 1. Karyotypes of diploid(a) and triploid (b) red seabream, *Pagrus major*.

참돔 2배체 및 참돔 3배체의 세포 및 핵 크기 측정 결과는 Table 3과 같다. 2배체 세포의 평균 장축, 단축은 각각 8.98±0.02 μm, 6.35±0.12 μm 이었다. 3배체 세포의 평균 장축, 단축은 각각 11.98±0.53 μm, 7.68±0.26 μm로 3배체가 2배체에 비해 세포의 평균 장축 및 단축에 있어 각각 1.33배, 1.20배의 크기 증가를 보였고 3배체 세포의 표면적 및 부피(71.73±3.32 μm^2, 384.84±25.28 μm^3)는 2배체 세포의 표면적 및 부피(44.75±0.91 μm^2, 189.35±7.28 μm^3)에 비해 각각 1.60배, 1.93배의

Table 3. Comparisons of erythrocyte size between diploid and triploid red seabream, *Pagrus major*

	2n	3n	Ratio of 3n/2n
Cell*			
Major axis (μm)	8.98±0.02	11.98± 0.53	1.33
Minor axis (μm)	6.35±0.12	7.68± 0.26	1.20
Surface area (μm^2)	44.75±0.91	71.73± 3.32	1.60
Volume (μm^3)	189.35±7.28	384.84±25.28	1.93
Nucleus*			
Major axis (μm)	4.22±0.16	5.70±0.20	1.35
Minor axis (μm)	3.03±0.03	3.27±0.04	1.08
Surface area (μm^2)	10.02±0.45	14.65±0.66	1.46
Volume (μm^3)	20.21±1.08	31.95±1.79	1.58

* Values are means±SD.

증가를 보였다(Table 3). 2배체 핵의 평균 장축, 단축은 각각 4.22±0.16 μm, 3.03±0.03 μm 이었으며, 3배체 핵의 평균 장축, 단축은 각각 5.70±0.20 μm, 3.27±0.04 μm로 3배체가 2배체에 비해 핵의 평균 장축 및 평균 단축에 있어 각각 1.35배, 1.08배의 크기 증가를 보였다. 3배체 핵의 표면적 및 부피(14.65±0.66 μm^2, 31.95±1.79 μm^3)는 2배체 세포의 표면적 및 부피(10.02±0.45 μm^2, 20.21±1.08 μm^3)에 비해 핵의 표면적 및 부피에 있어 각각 1.46배, 1.58배의 증가를 보였다(Table 3).

4. 초기 성장

부화 10일 후 참돔 2배체 및 3배체의 전장은 각각 3.7±0.2mm, 3.6±0.2mm였으나 부화 후 34일 후의 2배체, 3배체의 전장은 각각 11.8±0.4mm, 8.9±0.7mm로 3배체가 2배체에 비해 낮은 전장 성장을 보였다(Fig. 2).

부화 10일 후의 참돔 2배체 및 3배체의 부레 전장은 각각 0.14±0.05mm, 0.16±0.05mm였고, 이 후 점진적인 성장을 보여 부화 34일 후의 2배체, 3배체의 부레 전장은 각각 1.49±0.14mm, 1.23±0.13mm로 전장 성장의 결과와 마찬가지로 3배체가 2배체에 비해 낮은 부레 성장을 보였다(Fig. 3).

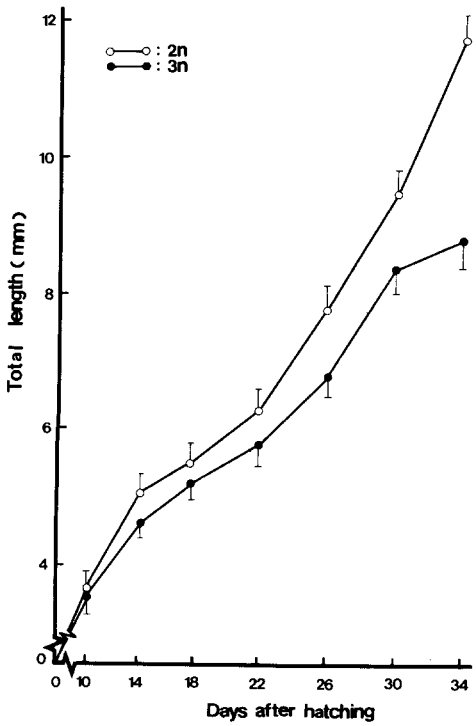

Fig. 2. Early growth comparison between diploid and triploid red seabream, *Pagrus major*.

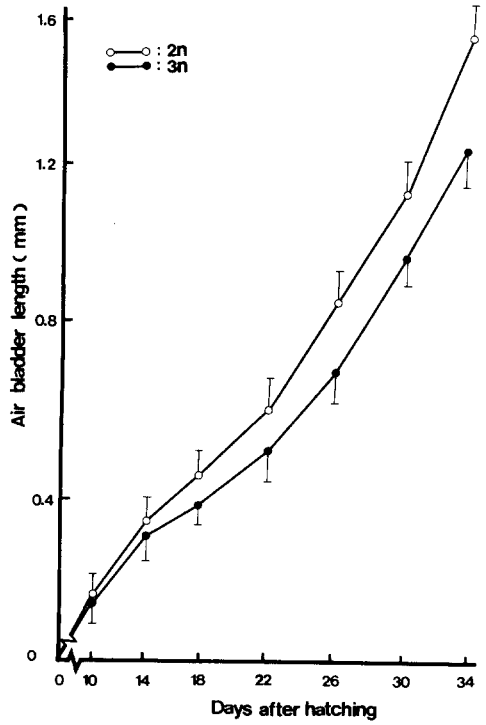

Fig. 3. Air bladder length comparison between diploid and triploid red seabream, *Pagrus major*.

考　　察

어류의 산란 유도는 종묘 생산의 조절 수단으로서 널리 이용되고 있다. 참돔 3배체를 유도하기 위해 잉어 뇌하수체 추출물 및 태반성 성선 자극 호르몬을 단독 혹은 혼합 주사시 방정 효과는 100%를 나타냈으나 암컷의 경우 일부만이 산란하였다. 이는 Lam(1982) 및 Kim 등(1990a)이 지적한대로 어류의 종간에 있어서 배란유도 호르몬에 대한 특이성과 친어의 성숙도에 기인된 것으로 사료된다. 앞으로 본 종의 산란 유도시 그 산란 유도 효과 및 최적의 난질을 획득키 위하여 친어의 영양 상태, 광주기, 염분도 및 온도 등의 환경적인 요소와 아울러 생식소 성숙 단계에 따른 호르몬의 효과를 조사하여야 할 것이다.

어류에서 3배체 유도를 위해 사용되는 저온 처리는 온수성 어류를 대상으로 주로 적용되는 것으로서(Allen and Wattendort, 1987 ; Kim *et al*., 1990b ; Wolters, 1991), 본 실험의 참돔 3배체 유도시 최초 처리 시간 6분에 20 및 30분간 3℃의 저온 처리시 각각 81.3% 및 80.0%의 높은 3배체 생산율을 보였다. 해산 양식 어종을 대상으로 한 이와같은 저온 처리로의 3배체 유도는 Kitamura 등(1991)이 2~3℃의 저온 처리로 수정 3분 후에 15분간 처리로 3배체 참돔을 유도한 바 있으며 Tabata 등(1986, 1989)은 저온 처리로 수정 3분 후에 45분간 처리로 3배체 넙치(***Paralichthys olivaceus***)를 유도한 바 있다. 그러나, 참돔의 경우 35℃의 고온처리로도 제 2극체 방출을 억제시켜 자성발생성 2배체를 유도한 바 있으므로(Sugama *et al*., 1990) 앞으로 고온 처리에 의한 참돔의 3배체를 유도한 후 본 실험 결과와 비교하여야 할 것이다.

염색체수 및 핵형에 있어 참돔 3배체는 제 2극체 방출 억제에 기인되어 모계 기원인 반수체 2개조와 부계 기원인 반수체 1개조로 구성되어 참돔 2배체의 모계 기원 반수체 1개조와 부계 기원인 반수체 1개조에 비해 1개조의 반수체 증가를 보였으며, 역시 참돔 3배체는 참돔 2배체에 비해 적혈구의 세포 및 핵 크기에서도 증가를 보였다. 그러나 이러한 3배체에서의 세포 크기 증가는 그 세포수의 감소로 인해 최종 크기 증가 효과를 상쇄 시킨다고 보고되고 있는 바(Ihssen, 1990 ; Ueno, 1984), 차후 유도 참돔 3배체를 대상으로 DNA 함량 측정 및 세포수의 조사와 아울러 물질 대사와 연관될 수도 있는 세포 주기에 대한 면밀한 조사가 필요하리라 사료된다.

3배체는 2배체에 비해 초기에 체장 및 체중 성장에 있어 그 율이 비교적 낮게 나타나고 있으며 이러한 3배체의 낮은 초기 성장은 배수화에 따른 3배체 자체의 유전적 불안정에 기인된 것이다(Thorgaard *et al*., 1982 ; Utter *et al*., 1983 ; Solar *et al*., 1984). 이러한 3배체의 유전적 불안정은 무지개송어 3배체에서는 특히 심각함이 알려져 낮은 빈도의 3배체율을 나타내는 3배체를 2배체와 혼합 사육시 먹이 경쟁에서 3배체가 2배체에 비해 뒤떨어지므로 양식 산업에 있어서 효과적인 3배체의 사육을 위하여는 높은 3배체 유도율이 요구되고 있다(Lincoln and Bye, 1984). 이러한 관점에서 본 연구에서 나타난 100%의 3배체 유도 조건은 앞으로 참돔 양식 산업에 응용이 가능하리라 사료된다.

본 실험 역시 참돔 3배체는 참돔 2배체에 비해 초기에 낮은 전장, 부레 성장을 보였으나 무지개송어 3배체, 차널메기 3배체 및 plaice (***Pleuronectes platess***)와 flounder (***Platichthys flesus***)의 잡종 3배체는 미성숙기와 성숙기에 이들 2배체에 비해 높은 체장 성장 및 체중 성장을 보이므로 차후 참돔 3배체를 대상으로 미성숙 및 성숙기의 성장에 관한 연구가 필요하다(Lincoln, 1981 ; Wolters *et al*., 1982 ; Chourrout *et al*., 1986 ; Thorgaard, 1986).

引 用 文 獻

Allen, S. K., Jr., R. G. Thiery and N. T. Hagstrom, 1986. Cytological evaluation of the likelihood that triploid grass carp will reproduce. Trans. Am. Fish. Soc. 115 : 841 - 848.

Allen, S. K., Jr. and R. J. Wattendorf, 1987. Triploid grass carp : status and management implications. Fisheries 12 : 20 - 24.

Benfey, T. J., I.I. Solar, G. de Jong, and E. M. Donaldson, 1986. Flow - cytometric confirmation of aneuploidy in sperm from triploid rainbow trout. Trans. Am. Fish. Soc. 115 : 838 - 840.

Chourrout, D., B. Chevassus, F. Krieg, A. Happe, G. Burger, and P. Renard, 1986. Production of second generation triploid and tetraploid rainbow trout by mating tetraploid males and diploid females - potential of tetraploid fish. Theor. Appl. Genet. 72 : 193 - 206.

Ihssen, P. E., L. R. Mckey, I. McMillan and R. B. Phillips, 1990. Ploidy manipulation and gynogenesis in fishes : Cytogentic and fisheries applications. Trans. Am. Fish. Soc. 119 : 698 - 717.

Kim. D. S., I. -B. Kim and Y.G. Baik, 1986. A report of triploid rainbow trout production in Korea. Bull. Kor. Fish, Soc. 19 : 575 - 580.

Kim, D. S., G. C. Choi and I. -B. Kim., 1990a. Induced spwning of channel catfish, ***Ictalurus punctatus*** (Teleostomi : Siluriformes). J. Aquat. 3 : 25 - 30.

Kim, D. S., G. C. Choi and J. -Y. Jo, 1990b. Induced triploid in channel catfish, ***Ictalurus punctatus***, Kor. J. Genet. 12 : 229 - 235.

Kitamura, H., O. Y. Teong, and T. Arakawa, 1991. Gonadal development of artificially induced triploid red sea bream ***Pagrus major***. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 57 : 1657 - 1660.

Kligerman, A. D. and S. E. Bloom, 1977. Rapid chromosome preparations from solid tissues of fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 34 : 266 - 269.

Lam, T. J., 1982. Applications of endocrinology to fish culture. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39 : 111 - 137.

Lemoine, H. L. Jr. and L. T. Smith, 1980. Polyploidy induced in brook trout by cold shock. Trans. Am. Fish. Soc. 109 : 626 - 631.

Lincoln, R. F., 1981. The growth of female diploid and triploid plaice (***Pleuronectes platessa***) and plaice × flounder (***Platichthys flesus***) hybrids over one spawning season. Aquaculture 25 : 259 - 268.

Lincoln, R. F. and V. J. Bye, 1984. Triploid rainbows show commercial potential. Fish Farmer 7 : 31 - 32.

Park, I. -S., J. -M. Kim, Y. H. Kim and D. S. Kim, 1988. Influence of lidocaine as an anaesthetic for marine fishes, J. Fish Pathol. 1 : 123 - 130.

Purdom, C. E., 1972. Induced polyploidy in plaice (***Pleuronectes platessa***) and it hybrid with the flounder (***Platichthys flessus***). Heredity 29 : 11 - 24.

Purdom, C. E., D. Thompson, and P. R. Dando, 1976. Genetic analysis of enzyme polymorphisms in plaice (***Pleuronectes platessa***). Heredity 37 : 193 - 206.

Sezaki, K. and H. Kobayashi, 1978. Comparison of erythrocytic size between diploid and tetraploid in spinous loach, ***Cobitis biwae***. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44 : 851 - 854.

Solar, I. I., E. M. Donaldson, and G. A. Hunter, 1984. Induction of triploidy in rainbow trout (***Salmo gairdneri*** Richardson) by heat shock, and investigation of early growth. Aquaculture 42 : 57 - 67.

Sugama, K., N. Taniguchi, S. Seki, H. Nabeshima, and Y. Hasegawa, 1990. Gynogentic diploid production in red sea bream using UV-irradiated sperm of black sea bream and heat shock. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 56 : 1427-1433.

Tabata, K., S. Gorie, and N. Taniguchi, 1986. Verification by isozyme gene marker for gynogenetic diploidization and triploidization in hirame, ***Paralichthys olivaceus***. Fish Genet. Breed. Sci. 11 : 35-41.

Tabata, K., S. Gorie, and Y. Kawamura, 1989. Growth, survival and maturation in the induced triploid hirame ***Paralichthys olivaceus***. Suisanzoshoku 36 : 267-276.

Thorgaard, G. H., 1986. Ploidy manipulation and performance. Aquaculture 57 : 57-64.

Thorgaard, G. H., P. S. Rabinovitch, M. W. Shen, G. A. E. Gall, J. Propp, and F. M. Utter, 1982. Triploid rainbow trout identified by flow cytometry. Aquaculture 29 : 305-309.

Ueno, K., 1984. Induction of triploid carp and their haematological characteristics. Jap. J. Genet. 59 : 585-591.

Utter, F. M., O. W. Johnson, G. H. Thorgaard, and P. S. Rabinovitch, 1983. Measurement and potential applications of induced triploidy in Pacific salmon. Aquaculture 35 : 125-135.

Wolters, W. R., 1991. Growth, yield, and dress-out percentage of diploid and triploid channel catfish in earthen ponds. Prog. Fish Cult. 53 : 33-36.

Wolters, W. R., C. L. Chrisman and G. S. Libey, 1982. Erythrocyte nuclear measuremets of diploid and triploid channel catfish, ***Ictalurus punctatus*** (Rafinesque). J. Fish. Biol. 20 : 253-258.

Triploidy Production of Red Seabream, *Pagrus major*

In-Seok Park, Hyung-Bae Kim*, Jin-Kee Son* and Dong-Soo Kim**

Department of Marine Sciences, Kunsan National University, Kunsan 573-360, Korea

*Marine Biotechnology Laboratory, Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan, P.O. Box 29, Ansan 425-600, Korea

**Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

Fertilized eggs of red seabream, ***Pagrus major*** were subjected to cold shock with various initial treatment times and durations. Cold shocks at 3℃ for 20 minutes and 30 minutes at 6 minutes after fertilization yielded the highest triploid incidence with 100%. Triploidy was confirmed by erythrocyte measurements and chromosome counts. Diploid had 48 acrocentric chromosomes, while triploid had 72 acrocentrics. Triploids revealed increased erythrocyte size compared to their diploids and early growth rates of triploids from 10 days to 34 days after hatching were slightly lower than that of their controls.