

黑龙江银鲫的性别控制和 无性生殖系的研究*

刘 刚 沈俊宝

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所)

提要 用方正银鲫(♀)×镜鲤(♂)所产生的全雌性后代的一部份幼鱼,投以95%酒精作性诱导剂的配制饲料,使幼鱼性转化为生理雄鱼。转化率在84%以上。此法开始处理的时间是在孵化后16—17天,处理的持续时间为30—40天。3年来,从性转化的生理雄鱼与方正银鲫雌鱼获得了无性生殖系一代,然后再从此一代获得了无性生殖系二代,以此建立了方正银鲫纯系。根据后代形态学指标、染色体数和红血球体积等确定,后代与亲本完全相似,并由此确定方正银鲫的性别决定机制,雌性为XX型,雄性为XY型。

主题词 黑龙江,银鲫,单性,性反转,无性生殖

鱼类的性别控制和性控技术,近三十年来不少学者作了大量的研究^[15,16,21,22,23]。自Yamamoto(1953)应用性类固醇激素进行人工性反转研究以来,已成功地诱导了15种雌雄异体的种类^[21];其中一些种类,如虹鳟、罗非鱼等,通过人工性反转可获得全雌性或全雄性种苗已应用于生产^[5,19,24]。鱼类由于性别不同,在体型、大小以及生长率等方面表现出明显的差别。罗非鱼雄鱼比雌鱼生长快2—3倍,雄鱼的群体生产率要比雌鱼大40.4%;而鲤鱼雌鱼要比雄鱼生长快15%^[22],产量提高10—30%^[6];黑龙江银鲫二龄雌鱼体重要比雄鱼大10%左右;因此,养殖单性鱼可以提高产量。

鲫鱼的性别控制和性反转技术,一些学者也已进行了研究。Yamamoto等(1968、1975)分别用甲基睾酮和雌酮成功地将金鱼(*Carrassius auratus*)由雌鱼或雄鱼性反转为雄鱼或雌鱼,并分离出YY雄鱼^[24]。Гомельская(1982)、陈本德(1982)用雄性激素或乙醇使天然雌核发育的银鲫或人工雌核发育的红鲫性反转为生理雄鱼^[7,25]。黑龙江银鲫是一个具有雌、雄两性的天然雌核发育种群,由于其群体的繁殖力强,养殖水域常因过渡繁殖而影响群体的生长和产量。因此,通过性反转技术进行单性养殖,可以提高其产量。同时,通过雌核发育和性别控制建立无性生殖系,无疑也将对遗传研究和育种应用具有重要意义。

材 料 和 方 法

本试验是在1982—1984年进行的。用于性反转试验的鱼,是由饲养在本所松浦试验

* 本文承蒙哈尔滨医科大学李璞教授审阅,在此特表感谢。

场来自方正县双凤水库的3—4龄银鲫雌鱼,用镜鲤雄鱼的精子刺激诱导其雌核发育而获得的全雌性后代。这些后代先在网箱中(设置在肥水池)饲养,至开始口服性诱导剂为止。此时,幼鱼体长为9—10毫米,体重7—10毫克。性诱导剂是 17α -甲基睾酮和95%酒精。前者的剂量为每克饲料含30微克;后者为每克饲料1毫升。配制性诱导剂的饲料是哈尔滨市苗种繁殖场试制的鲤鱼开口饲料。每日分上、下午两次投饵,日投饵量为鱼体重的4%。试验在水族箱中进行。水族箱容积,3个装水15升,1个12升;1982年在室外用松花江水,昼夜温差5—10°C;1983年在室内用电厂净化的余热水,水温稳定,平均在24°C左右。两年口服性诱导剂的持续时间约40天左右,然后停止服用。放入鱼池饲养到10月初出池,体长可达9—10厘米,体重30—40克,性腺已明显分化并均可用肉眼鉴别。随机解剖一定数量,计算性反转效果。

1983年,随机取1982年性反转雄鱼9尾,分成3组,每组用一尾正常雌鱼交配,各组均获得一尾性转雄鱼的后代。从后代的性比、倍性和形态学特征,检验这些性反转雄鱼的生理机能和性别机制。1984年,对1983年试验的第2组3尾性反转雄鱼又作了重复检验;同时对1983年性反转的89尾雄鱼,取44尾与3尾方正银鲫雌鱼作了群体后代的性比测验。在进行上述检验时,又用方正银鲫(♀)×方正银鲫(♂)、方正银鲫(♀)×镜鲤(♂)、方正银鲫(♀)×扎龙湖鲫(♂)、方正银鲫(♀)×红鲫(♂)和扎龙湖鲫(♀)×扎龙湖鲫(♂)等组合进行对照(前4组为雌核发育,最后一组为两性生殖)。这些组合都采用一尾雌鱼配一尾雄鱼,放在面积为25米²的水泥孵化池中自然产卵;对不能按期产卵的注射适量脑垂体促其产卵。各组所产的卵分别用网箱孵化。鱼苗孵化后,过数,放入鱼池饲养到出池。然后解剖检查各组后代的性比,进一步验证性反转雄鱼和方正银鲫的性别机制。对产卵后的各组亲本检查性别、倍性和形态学特征。后代性比是用肉眼鉴别,每组解剖检查100尾以上;形态学特征主要测定体长、体高、头长和背鳍条、侧线鳞、鳃耙数、咽齿等可数、可量性状。每组测定15尾。亲本和 F_1 的倍性采用染色体数和测量红血球表面积值两种方法。染色体用肾细胞快速法制备^[4,26]。每个组合的 F_1 检查5尾,每尾计数10个分裂相;红血球表面积值用测量红细胞长轴和短轴,然后按公式: $S = a \cdot b \cdot \pi / 4$ 求得。式中, a 为短轴, b 为长轴^[14];每组 F_1 测定15尾,每尾测量15个红血球。

结 果

性诱导雄性化效果:在开始处理时间为孵化后16—17天和口服性诱导剂的持续时间为33—45天的条件下,两种性诱导剂的雄性化效果不同。甲基睾酮组的雄鱼比例分别为2.6和4.3%,这一比例与多年来用方正银鲫(♀)×镜鲤(♂)交配所得雌核发育后代的雄鱼比例是相同的。因此,可以认为这一性诱导剂无性反转效果;而95%酒精组,两年来均获得了较理想的雄性化效果,雄鱼的比例分别为84%和98%。这和陈本德(1982)的试验结果一致(表1),说明酒精成功地激发了银鲫“永恒”雌鱼的精巢发育^[9]。但是,本试验在性诱导剂开始处理时间和持续时间上与陈本德、Yamamoto、Yamazaki等的不同^[7,27,28],这将在下面讨论。

已性反转的雄鱼精巢,当年发育完全。一般两侧均有精巢,个别的一侧发育不全或

表 1 黑龙江银鲫对两种性诱导剂的雄性化效应
 Table 1 Effect of two sex-inducers on the masculinity of Heilongjiang crucian carp

试验日期 time	鱼种类 species	性诱导剂种类 kinds of sex inducers	剂量 (微克/克或 毫升/克) dosage ($\mu\text{g/gor}$ ml/g)	从孵出到开始口服天数 days from hatched try to the beginning of the treatment	口服持续 天数 last of treatment (days)	日投饵量 (占体重%) daily feed body (weight,%)	试验鱼数 numbers of fish		雄性化效果 result			备注 notes	
							入池数 in pond	出池数 out pond	♀	♂	♀♂占%		
1982	方正银鲫(♀)×镜 鲤(♂)雌核发育 F ₁	甲基睾酮 methyl- testosterone	80	17	35	4	1,570	482	189	5	0	2.6	口服期间因口丝虫病, 死亡较大。 during the treatment there were a lot of mortality for the reason of the disease
		50%酒精 50% alcohol	1	17	35	4	800	72	8	42	0	84.0	
1983	同上	甲基睾酮 methyl- testosterone	80	14	45	4	1,000	340	64	3	3	4.3	同上
		95%酒精 95% alcohol	1	16	33	4	1,000	780	4	195	0	98.0	

表2 黑龙江银鲫性反转雄鱼与正常雌鱼交配 F₁ 及其他组合 F₁ 及其他组合 F₁ 的性比
 Table 2 Sex ratio for F₁ of the sex reversed males of crucian carp, normal females and after mating groups

年度 years	试验组合 groups	亲本 parents		生殖方式 reproductive form	池塘放养情况 status of the stock in ponds			F ₁ 性比 ratio of F ₁		备注 notes
		♂	♀		面积 (米 ²) area (m ²)	放养尾数 fishes in pond	出池尾数 fishes out pond	♀ 占 %	♂ 占 %	
1983	88-试验 I	银鲫-82性反 I 号	方正银鲫 II	无性生殖 asexual propagation	300	800	662	99.56	44.9	
	88-Test I	Crucian carp-82 sex reversed I 号	Fangzheng crucian carp II	同上	300	30	22100	22	0	
	88-试验 II	银鲫-82性反 IV 号	方正银鲫 III	同上	300	800	820	99.73	202.1	
	88-test II	Crucian carp sex reversed	Fangzheng crucian carp	雌核发育 syngonogenesis	300	600	530	84.2	209.39	
	88-试验 III	银鲫-82性反 VII 号	方正银鲫 IV	同上	600	2,300	1,667	99.0	208.2	
	88-test III	Crucian carp sex reversed	Fangzheng crucian carp	同上	300	300	372	99.6	544.2	
	88-对照 IV	方正银鲫	方正银鲫	同上	300	300	701	100	300.0	
	88-control IV	Fangzheng crucian carp	Fangzheng crucian carp							
	88-对照 V	镜鲤	同上							
	88-control V	Mirror carp	同上							
	88-对照 VI	扎龙湖鲫	同上							
	88-control VI	Zhalong goldfish	同上							
	88-对照 VII	红鲫	同上							
	88-control VII	Red goldfish	同上							

89-对照 VIII Control	扎龙湖鲫 Zhalong goldfish	扎龙湖鲫 Zhalong goldfish	两性生殖 bisexual propagation	300	800	710	69,6494216
84-试验 I	银鲫-82性反 VI 号	方正银鲫 V	无性生殖 asexual propagation	600	1,000	1,051	100 100 0
84-test I	Crucian carp sex reversed	Fangzheng crucian carp					
84-试验 II	银鲫-82性反 VII	方正银鲫 VII	同上	600	1,000	482	100 100 0
84-test II	Crucian carp sex reversed	Fangzheng crucian carp					
84-试验 III	银鲫-82性反 VIII	方正银鲫 VIII	同上	600	1,000	889	100 100 0
84-test III	Crucian carp sex reversed	Fangzheng crucian carp					
84-试验 IV	银鲫-82性反 VIII (Crucian carp sex reversed x Fang zhe ng Crucian carp) F ₁	银鲫-82性反 VIII x 方正银鲫 F ₁	同上	600	300	192	100 140 0
84-test IV	银鲫-82性反 VIII (Crucian carp sex reversed x Fang zhe ng Crucian carp) F ₁	银鲫-82性反 VIII x 方正银鲫 F ₁					natural reproduction in the population
84-试验 V	银鲫-83性反	方正银鲫 V-VIII	同上*	300	500	400	100 100 0
84-test V	Crucian carp sex reversed	Fangzheng crucian carp					44 尾性反转雄鱼与 3 尾方正银鲫 3 Fangzheng crucian carp
84-对照 VI	扎龙湖鲫	红鲫	两性生殖	300	600	480	46.7 50 57
84-control VI	Zhalong goldfish	Red goldfish	bisexual propagation				

1984

表3 1983—1984年黑龙江银鲫性反转雄鱼与
Table 3 Ploidy and the morphological index of the sex reversed males and

组合 groups	亲本性别 sex of the parents	样本数 No. of samples	倍性 ploidy			平均体长 (厘米) average body length (cm)	平均体重 (克) average body weight (g)
			染色体数 numbers of chromosomes	红血球体积 volumes of erythrocyte	倍性 ploidy		
83-试验I	♂	1	151	150.8	3n	15.0	165
83-test I	♂	1	152	149.3	2n	11.9	67
83-试验II	♂	1	148	144.2	3n	16.2	180
83-test II	♂	1	153	146.3	3n	12.3	77.0
83-试验III	♂	1	154	148.9	2n	15.9	155
83-test III	♂	1	149	140.7	2n	12.0	63
84-试验I	♂	1	150	145.3	2n	15.8	190
84-test I	♂	1	152	150.3	3n	19.2	345
84-试验II	♂	1	148	146.4	3n	16.1	185
84-test II	♂	1	154	148.1	2n	19.5	325
84-试验III	♂	1	150	150.5	2n	16.9	190
83-test III	♂	1	154	144.7	3n	19.1	305

表4 1983—1984年黑龙江银鲫性反转雄鱼与
Table 4 Ploidy and the morphological index of the sex reversed males and F₁

组合 groups	F ₁	样本数 No. of samples	倍数 ploidy			平均体长 (厘米) average body length (cm)	平均体重 (克) average body weight (g)	体高/ 体长 body height/ body length	头长/ 体长 head length/ body length	尾柄长/体长 caudal peduncle length/ body length	尾柄高/体长 caudal peduncle height/ body length
			染色体数 numbers of chr- mosomes	红血球 体积 volumes of eryt- throcyte	倍性 ploidy						
83-试验I	F ₁	15	150 ±	138.0	3n	10.9 ±	49.6 ±	0.42 ±	0.29 ±	0.12 ± 0.0	0.16 ± 1.8
83-test I						0.1	1.3	0.0	0.0		
83-试验III	F ₁	15	150 ±	151.2	2n	10.3 ±	42.3 ±	0.43 ±	0.29 ±	0.13 ± 0.0	0.16 ± 0.0
83-test III						0.1	0.7	0.0	0.0		
84-试验I	F ₁	15	150 ±	145.2	2n	10.3 ±	43.3 ±	0.40 ±	0.30 ±	0.15 ± 0.0	0.16 ± 0.4
84-test I						0.4	4.3	0.0	0.0		
84-试验II	F ₁	15	150 ±	149.1	2n	9.9 ±	33.9 ±	0.37 ±	0.29 ±	0.13 ± 0.0	0.15 ± 0.0
84-test II						0.1	0.7	0.3	0.2		
84-试验III	F ₁	15	150 ±	150.3	2n	10.6 ±	44.3 ±	0.40 ±	0.29 ±	0.15 ± 0.0	0.16 ± 0.0
84-test III						0.2	0.9	0.0	0.0		
83-对照IV	F ₁	15	150 ±	154.5	3n	10.2 ±	43.9 ±	0.43 ±	0.29 ±	0.13 ± 0.0	0.17 ± 0.0
83-control IV						0.1	1.6	0.0	0.0		
83-对照VI	F ₁	15	150 ±	146.1	3n	10.3 ±	42.4 ±	0.41 ±	0.30 ±	0.12 ± 0.0	0.16 ± 0.0
83-control VI						0.1	0.4	0.0	0.0		

正常雌鱼交配组合亲本的倍性及形态学指标

the parents of the normal females for the mating groups in 1983—1984

形态学指标 morphological index						
体高 体长 body height /body length	头长/体长 head length /body length	背鳍 条数 dorsal	臀鳍 条数 anal	侧线鳞数 scale in lateral line	鳃耙数 gill rakers	下咽齿式 pharyngeal teeth
0.43	0.27	4—17	3—5	31	49	4/4
0.40	0.29	4—16	3—5	31	50	4/4
0.39	0.29	4—17	3—5	29	48	4/4
0.43	0.28	4—17	3—5	31	49	4/4
0.41	0.27	4—16	3—5	31	50	4/4
0.39	0.30	4—17	3—5	29	47	4/4
0.42	0.28	4—16	3—5	29	49	4/4
0.41	0.29	4—17	3—5	31	48	4/4
0.43	0.25	4—17	3—5	31	50	4/4
0.39	0.29	4—17	3—5	30	48	4/4
0.40	0.26	4—17	3—5	31	49	4/4
0.39	0.29	4—16	3—5	31	50	4/4

正常雌鱼交配组合 F₁ 的倍性及形态学指标

of the normal females for the mating groups in 1983—1984

形态学指标 morphological index									
背吻距/ 体长 distance bet ween dorsal fin and end of snout body length	背尾距/ 体长 distance bet ween dorsal fin and caudal fin/ body length	吻长/头长 snout length/ head length	眼径/头长 eye diameter/ head length	眼间距/ 头长 distance bet ween eyes/ head length	背鳍 条数 dorsal	臀鳍 条数 anal	侧线鳞数 scale in lateral line	鳃耙数 rake gill	下咽齿式 pharyngeal teeth
0.54±0.0	0.54±0.0	0.29±0.0	0.22±0.0	0.42±0.0	16.5±0.16	3.5	31.1± 0.15	50.0± 0.27	4/4
0.52±0.0	0.57±0.0	0.30±0.0	0.21±0.0	0.38±0.0	16.9±0.1	3.5	29.5± 1.53	49.8± 0.3	4/4
0.52±0.0	0.55±0.0	0.30±0.0	0.24±0.0	0.41±0.0	16.9±0.1	3.5	28.9± 1.5	48.0± 0.5	4/4
0.50±0.0	0.55±0.0	0.27±0.0	0.22±0.0	0.40±0.0	17.0±0.1	3.5	30.8± 0.2	47.8± 0.2	4/4
0.51±0.0	0.56±0.0	0.28±0.0	0.24±0.0	0.39±0.0	16.9±0.1	3.5	30.6± 0.2	48.5± 0.3	4/4
0.54±0.0	0.55±0.0	0.28±0.0	0.23±0.0	0.43±0.0	16.6±0.1	3.5	30.7± 0.2	49.1± 0.0	4/4
0.55±0.0	0.55±0.0	0.26±0.0	0.21±0.0	0.43±0.0	16.2±0.1	3.5	30.8± 0.2	48.5± 0.0	4/4

无,这与方正银鲫的正常雄鱼相似。发育完全的精巢呈圆柱状或叶片状,乳白色、丰满。第2年春(越冬后)已能挤出白色精液,完全可以参与繁殖活动。同时,性反转雄鱼也与正常雄鱼一样具有副性征,在鳃盖边缘、胸鳍硬棘的两侧有细小的追星,泄殖孔稍向外突。

性反转雄鱼与正常雌鱼交配 F_1 的性比;1982年95%酒精性反转组合,两年共检验了53尾,均获得了99.5—100%的雌性后代;而方正银鲫(♀)和镜鲤(♂)、扎龙湖鲫(♂)、红鲫(♂)等组合 F_1 的雌性比例也取得了相似的结果;但前者系无性生殖,后者系雌核发育。方正银鲫自交组(雌核发育)和扎龙湖鲫自交组(两性生殖) F_1 的雄性比例分别为15.7%和30.7%。1983年性反转雄鱼与正常雌鱼交配的 F_1 , 群体自繁(群体中有少量雄鱼)也获得了100%的雌性后代,而对照组红鲫(♀)×扎龙湖鲫(♂)的两性繁殖组, F_1 的雌鱼比例为46.7%(表2)。由此,可以完全确定,1982、1983年用酒精性反转的雄鱼,是由雌性转化的生理雄性。同时,证实方正银鲫的性别机制是雌性同配(XX型)和雄性异配(XY型)。

性反转雄鱼与正常雌鱼交配的 F_1 和亲本的倍性及形态学特征;从表3可以看到, F_1 和亲本在体高、头长、尾柄长、尾柄高、吻长、眼径、眼间距、背鳍鳍条、侧线鳞数、鳃耙数等形态学特征上和染色体数、红血球体积的倍性上是完全一致的。各性状的差异显著性测验结果,均表现为无显著性, F_1 完全重复母本性状。由此,确定此 F_1 为无性生殖系。

讨 论

对性诱导剂的有效剂量,鱼类似乎有种的特异性。从第一次摄食开始,口服甲基睾酮对任何种类都是有效的。用外源类固醇诱导鱼类性反转应当在最适时间开始,并应保持适当时间。许多实验证明,性分化开始于孵出后,在摄食前后,口服处理从第一次摄食后马上开始较为有效。摄食后的第二周至四周,是处理的敏感期^[27]。对金鱼的性诱导剂量为25微克甲基睾酮,口服持续时间为60天^[28];对银鲫和红鲫的诱导剂量为30微克甲基睾酮和1毫升95%酒精,口服持续时间为90天^[7]。本试验甲基睾酮组的剂量也是30微克,口服持续时间约为上述学者所用剂量的一半,未取得诱导效果,这可能与口服时间较短有关。这同 Yamazaki 的结论一致。而本试验的酒精组,开始处理时间和持续时间都与 Yamazaki 的结论不同^[27]。本试验开始时间是在孵化后16—17天,已超过1—2周的最佳处理时间,而口服持续时间大大低于上述学者,而与 Guerrero (1975)、Fineman 等人(1974)处理青鳉和兰罗非鱼的时间相似^[17,19]。因此,是否可以认为,银鲫的性分化时间是在孵出后17天,或更长一点时间,性转化的持续时间,用酒精诱导可以缩短到30—40天,这对生长期短的地区是有意义的。

酒精对鱼类性别分化的作用,陈本德曾引证布鲁姆的小白鼠试验,但不能解释酒精对鱼类性别分化的作用机制^[7]。从两年试验结果看,浓度95%的酒精在诱导雌性银鲫反转为生理雄性上具有类固醇激素的相同效果。这一事实也说明对于性腺未分化的幼鱼,使其性反转可以用非激素类。一些学者认为类固醇激素的作用主要是得到一个抑制性别分化的方向,而相应地刺激另一方向的性别分化(Padou, 1937; Chiefi, 1954; Kubota

等, 1961)^[10], 由此可以认为酒精是一种阻碍雌性激素分泌的抑制剂。

鱼类具有较原始的性别决定机制^[84], 其性别的表型是多种多样的, 大多数种类没有发现异形性染色体^[11]; 决定它们的性别是受多基因控制的。雄性基因和雌性基因位于许多染色体中, 向雄性发育或向雌性发育取决于这些基因的平衡^[84]。Yamamoto (1969) 认为许多鱼类的性腺性别是属于未分化型的。鲫鱼和雌核发育银鲫是雌雄异体, 一些学者根据核型分析的结果认为, 它们与多数鱼类一样没有形态上不同的性染色体^[1, 2, 10, 6], 但有的学者认为有性染色体^[8]。我们通过对方正银鲫和扎龙湖鲫的核学研究, 也没有发现有异形染色体或性染色体^[2]; 但是, 对于这些遗传性别属于单形染色体性别的鱼类, 雌、雄配子却并不都是同形的^[37]。对于鱼类雌、雄配子的类型, Курпачников 指出, 可以通过激素改变性别来测定。如雌鱼为同配性的, 在睾丸酮作用下转化为雄鱼后, 与正常雌鱼交配, 其后代应全部为雌性^[86]; 反之, 后代则既有雌性又有雄性。我们用性诱导剂使遗传雌性转化为生理雄性, 然后与正常雌性交配, 获得了全雌后代, 这个结果证实黑龙江银鲫雌性是同型配子, XX 型; 雄性是异型配子, XY 型。这一结果与国外研究的金鱼 (*C. auratus*)、鲤鱼 (*C. carpio*)、草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 等雌鱼都属同配型 (XX 型), 雄鱼是 XY 型异形配子的结果是一致的^[18, 20, 22, 25, 26]。而黑龙江银鲫是雌核发育种群, 染色体数为 $150 \pm$, 具有雌、雄两性, 与苏联、日本的银鲫不同。根据其体细胞、精子 DNA 含量的测定和精子生物学等的研究确定, 它是一个染色体数为 $150 \pm$ 的二倍体种。按物种的遗传规律, 三倍体种的雄性是不育的, 但黑龙江银鲫雄鱼是可育的, 而且决定了后代的性别。因此, 上述研究结果进一步证实它是一个二倍体种的假设。在性反转雄鱼与正常雌鱼交配的 F_1 中, 一些组合出现约 0.5% 左右的雄鱼, 这和我们在研究方正银鲫与鲤鱼等异种精子进行的雌核发育后代中也有约 2.5% 左右的雄鱼的情况相似。Okada 等在虹鳟鱼性反转的 F_1 中也发现有 0—4.2% 的雄鱼^[24]。Yamamoto (1969) 认为, 两性鱼的性决定机制类似于蝇, 其性别决定于全部染色体, 有些染色体表现较强, 其他表现较弱, 或完全不能表现^[83]。Winge (1934)、Winge and Detlevsen (1947、1948) 认为, 常染色体具有决定性微基因 (雄性微基因和雌性微基因), 在正常情况下, 常染色体微基因对异染色体性决定基因是下位的, 通过遗传的改变或染色体的重组, 常染色体雄性的与雌性的潜能总和将压倒上位性染色体基因, 因而产生罕见的个体。*Paecilia fomosa* 偶尔出现雄性个体或是雌核生殖出现两性后裔^[81], 可能是这种原因。

鱼的无性系是在自然界的雌核发育中发现的。无性生殖系是指具有相同遗传物质的一个个体的后代^[37]。用雄性激素将无性系的一部份雌鱼转化为机能性雄鱼, 然后与这个系的正常雌鱼 (此雌、雄鱼的基因型完全相同) 交配, 就可以得到大量的无性生殖系^[37]。黑龙江银鲫是天然雌核发育种群, 同种或异种精子进入卵细胞只起激动卵子发育的作用, 精子带来的父本染色体在卵细胞的原生质内解体, 胚胎后来的正常发育都是按母本遗传的, 这是一代无性系, 然后我们用酒精诱导使遗传雌性反转为生理雄鱼, 再与正常雌鱼交配获得了第二代无性生殖系; 接着用 F_1 再与生理雄鱼交配, 获得了第三代无性生殖系。这样, 我们已有了一个高度近交的银鲫纯系。

参 考 文 献

- [1] 吴政安、杨慧一, 1980. 鱼类细胞遗传学的研究II. 鱼类淋巴细胞的培养及其染色体组型分析. 遗传学报, 7(4): 370—374.
- [2] 沈俊宝等, 1983. 黑龙江主要水域鲫鱼倍性及其地理分布. 水产学报, 7(2): 87—94.
- [3] 沈俊宝、范兆廷等, 1984. 方正银鲫与扎龙湖鲫鱼细胞、精子的 DNA 含量及倍性的比较研究. 动物学报, 30(1): 7—13.
- [4] 林义浩, 1982. 快速获得大量鱼类肾细胞中期分裂相的 PHA 体内注射法. 水产学报, 6(3): 201—207.
- [5] 杨永铨等, 1979. 莫桑比克罗非鱼性别生理遗传控制的初步研究. 遗传学报, 6(3): 17—22.
- [6] 陈宏溪, 1983. 鱼类的雌核生殖, 鱼类学论文集(第3辑), 135—146. 科学出版社.
- [7] 陈本德, 1982. 甲基睾丸酮诱导鲫鱼雌核发育子代性转化的研究. 水产学报, 6(2): 147—152.
- [8] 管瑞光、宋坤, 1980. 鲤、鲫、鲢、鳙染色体组型的分析比较. 遗传学报, 7(1): 72—79.
- [9] 管瑞光, 1982. 沼池两种鲫鱼的性染色体和 C-带核型研究. 遗传学报, 9(1): 32—39.
- [10] 彼尔索夫 T. M. (卢浩泉、张天荫译), 1982. 鱼类的性别分化, 28. 农业出版社.
- [11] 桂建芳, 1984. 爬行动物的性别决定. 生物科学动态, 2: 8—14.
- [12] 小島吉雄, 1978. 鱼类的细胞遗传学概论. 遗传, 32(7): 4—10.
- [13] 官尾诚, 1983. 雄性ホルモン処理による种苗生産について. 养殖, 10: 44—48.
- [14] 瀬崎啓次郎等, 1977. 2 倍体および3 倍体ギンブナの赤血球径の比較. 鱼类学杂志, 24(2): 135—140.
- [15] Clemens, H. P. and Inslee, T., 1968. The production of unisexual broods by *Tilapia mosambica* sex-reversed with methyltestosterone. Trans. Am. Fish. Soc., 97(1): 18—21.
- [16] Donaldson, E. M. and Hunter, G. A. 1982. Sex control in fish with particular reference to Salmonids. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 99—110.
- [17] Fineman, R. et al., 1974. Duration of life and mortality rates in male and female phenotypes in three sex chromosomal genotypes (XX, XY, YY) in the killfish *Oryzias latipes*. J. Exp. Zool. 188: 35—40.
- [18] Golinskaya, K. A., 1969. Artificial gynogenesis in carp. in: B. I. Charfas (Editor), genetics, selection and hybridization of fish. Akad. Nauk. SSSR, Moscow, 74—78. (Trans. from Russian by R. Lavoott, Nat. Tech. Inf. Serv., Springfield, VA. 1972).
- [19] Guerrero III, R. D., 1975. Use of androgens for the production of all-male *Tilapia aurea* (Steindachner). Trans. Am. Fish. Soc., 2: 342—348.
- [20] Gomelsky, B. J. et al., 1979. Investigation of radiation-induced diploid gynogenesis in carp (*Cyprinus carpio* L.). IV Gonad state and evaluation of reproductive ability in carp of gynogenetic origin. Genetika. 15(9): 1648—1650 (in Russian with English summary).
- [21] Johnstone, R. et al., 1979b. Sex reversal in salmonid culture. Part 111. The reproduction and performance of all-female populations of brook trout. Aquaculture 18: 241—252.
- [22] Nagy, A. et al., 1978. Investigation on carp, *Cyprinus carpio* L., gynogenesis. J. Fish. Biol., 13: 215—224.
- [23] Nagy, A. et al., 1981. Sex reversal in carp (*Cyprinus carpio*) by oral administration of Methyltestosterone. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38, 6): 725—728.
- [24] Okada, H. et al., 1979. Functional masculinization of genetic females in Rainbow trout. Bull. Japan. Soci. Fish. 45(4): 413—419.
- [25] Stanley, J. G., 1976. Production of hybrid, androgenetic, and gynogenetic grass carp and carp. Trans. Am. Fish. Soc., 1: 10—16.
- [26] Yamamoto, K. and Y. Ojima, 1973. A PHA-culture method for cells from the renal tissue of teleosts. Proc. Japan. Acad. 48, 3): 235—238.
- [27] Yamazaki, F. 1983. Sex control and manipulation in fish. Aquaculture 33: 329—354.
- [28] Yamamoto, T. and T. Kajishima, 1968. Sex hormone induction of sex reversal in the goldfish and evidence for male heterogamety. J. Exp. Zool., 168: 215—222.
- [29] Yamamoto, T., 1968a. Permanency of hormone-induced reversal of sex differentiation in the

- medaka, *Oryzias latipes*. *Annot. Zool. Jan.*, 41: 172—179.
- [30] Yamazaki, F., 1976. Application of hormones in fish culture. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 33: 948—958.
- [31] Yamamoto, T., 1953. Artificially induced sex-reversal in genotypic males of the medaka (*Oryzias latipes*). *J. Exp. Zool.* 123: 571—594.
- [32] Yamamoto, T. and Onitake, K., 1975. A preliminary note on methylandrostenediol—induced XX male and reduction of anal fin-rays in the medaka *Oryzias latipes*. *Proc. Japan. Acad.*, 51: 136—139.
- [33] Yamamoto, T., 1969. Sex differentiation. In: W. S. Hoar and D. J. Rordall (Editors). *Fish physiology*, 111: 117—175. Academic press, New York.
- [34] Yamamoto, T., 1975. A YY male goldfish from mating Estrone-induced XY female and normal male. *Heredity* 66: 2—4.
- [35] Гомельский, Б. 1982 Самцы и самки по зкаву. Рыбоводство и рыболовство 11: 12—13.
- [36] Киричников, В. С. 1979 Генетические основы селекции выб. изд: "Наука" Ленинград 45—49.
- [37] Черкас, Н. 1982. Близнецы у рыб. рыболовство и рыболовство 3: 10—12.

STUDIES ON THE SEX CONTROL AND A SYSTEM OF ASEQUAL REPRODUCTION OF CRUCIAN CARP (*CARASSIUS AURATUS GIBELIO BLOCK*) IN HEILONGJIANG RIVER SYSTEM

Liu Gang and Shen Junbao

(Heilongjiang Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Aquatic Sciences, Harbin)

ABSTRACT All female young fish, which were produced by mating crucian carp (*Carassius auratus gibelio block*) (♀) with common carp (*Cyprinus carpio*) (scattered ♂) were daily fed on the diet mixed with 95% alcohol (one ml per gram of diet as sex inductive substance and 84% of the fish developed into males (sex reversal physiological males). The treatment begun on 16—17 days after hatching and continued for 30—40 days. After 3 years experiments we got the first asexual generation from mating the reversal males with female crucian carp. And then made the reversal males mate with the first asexual generation, we obtained the second asexual generation which may be called pure-clonic form of crucian carp. According to the index of morphological characters, numbers of chromosome and the volume of red cell, the pureclonic form is not different from crucian carp. Besides, the mechanism of sex determination has been found XX (♀); XY (♂).

KEY WORDS Heilongjiang, crucian carp, unisexuality, sex reversal, asexual propagation