

鲤鲫移核鱼与散鳞镜鲤杂交 优势及遗传性状的研究*

潘光碧 唐刚胜 杜森英 李祖华 张 峰 邹桂伟 郑卫东

(中国水产科学研究院长江水产研究所)

提 要 本研究将鲤鲫移核鱼进行有性杂交,使其遗传性状得到改良,效果显著。试验材料为鲤鲫移核鱼 F_2 ♂(以下简称移核鱼)和散鳞镜鲤♀(以下简称镜鲤),经杂交获 F_1 (以下简称颖鲤)。当年颖鲤个体增重平均比双亲快47%,群体增重平均快109%;二冬龄个体增重平均快60.1%,群体增重平均快75.11%。颖鲤含肉率为74.58%,移核鱼和镜鲤为61.7%与72.21%。颖鲤和父母本肌肉蛋白质含量分别为18.35%,17.37%和16.95%。模糊数学聚类分析表明,颖鲤及其反交在体高、体厚、头长等性状均偏向移核鱼,尤其偏向其雌性个体。

关键词 鲤鲫移核鱼、散鳞镜鲤、颖鲤、杂种优势、遗传改良、模糊数学聚类分析

目前鱼类遗传育种大致可分为传统和新技术育种两大途径,并正向多种途径结合。本研究首次采用核移植技术获得的鲤鲫移核鱼进行有性杂交,使其遗传性状得到改良,改变了杂交育种一直依赖自然界现有种或地理种群的常规,为杂交育种开辟了新领域,同时使理论研究价值较高的移核鱼更充分发挥了生产应用价值。在杂交育种中,一般三品系杂交比两品系效果好,且不亚于四个以上品系杂交^[2]。无性杂交的移核鱼再与散鳞镜鲤杂交,其后代颖鲤具有类似三品系杂交生长快的优点,而在保种制种方面,因移核鱼 F_1 、 F_2 、 F_3 三代基本性状趋于一致⁽¹⁾,故相当于单交。这就避免了三品系杂交需保持四个亲本和保种制种烦杂的弊病,有利于生产单位应用推广。此外,移核鱼的三、四代生长优势比荷包红鲤快14.74~59.72%⁽¹⁾。预计用移核鱼第三、四代为亲本,其生长优势不会受到影响。

材 料 和 方 法

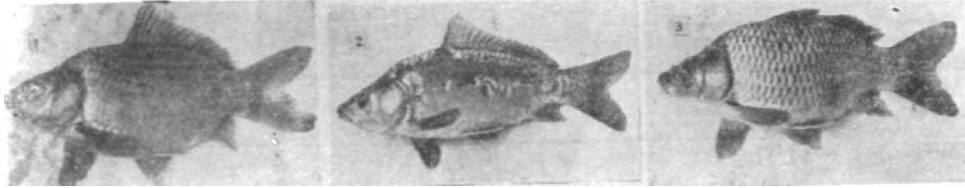
1. 材料来源 父本系长江水产研究所移核组1977年移植成功的鲤鲫移核鱼 F_2 (图版—1)。此鱼系荷包红鲤为供体,鲫鱼为受体发育而来^[1]。其多数性状,如口角左右各1对须,咽喉齿式为1.1.3/3.1.1,体色、鳞被等均似荷包红鲤,但脊椎骨数和侧线鳞数等性状偏向鲫鱼或界于两者之间⁽¹⁾。母本散鳞镜鲤(以下简称镜鲤)由黑龙江引进。其尾柄全部、背鳍基部一行、腹部一行有大鳞片覆盖,侧线上有少量不规则大鳞片,体为青灰色(图版—2)。

2. 颖鲤的制种 经人工催情,干法授精,脱粘流水孵化,常规鱼种培育方法养至夏花或春片鱼

* 本文承蒙张兴忠副研究员、楼允东副教授审阅。刘仲琪、廖朝兴、游文章、林康生、黄木桂、董元凯、同志协助部分试验工作。李明秀、毕剑波、张德林协助生产对比试验。在此一并致谢。

收稿年月:1988年8月;1989年3月修改。

(1) 中国科学院发育生物研究所等,1986。鲤鲫移核鱼的研究报告。鲤鲫移核鱼成果鉴定会技术文件(之一)。



图版 1. 鲤鲫移核鱼 2. 散鳞镜鲤 3. 颖鲤
Plate 1. Cyca hybrid fish 2. Scattered mirror carp 3. Ying hybrid

种。

3. 杂交鲤与双亲主要性状比较 以0.75~1公斤以上二冬龄鱼为材料, 取样15~20尾测量生物学性状。与双亲比较则用杂种指数(HI)和模糊数学聚类分析等方法。

4. 生长对比 颖鲤与双亲、反交 B₁(移核鱼♀×散鳞镜鲤♂)和三杂交鲤(荷元鲤♀×镜鲤♂)、5号鱼(镜鲤♀×荷包红鲤♂)的对比试验。中期撒网抽样检测, 年终干塘验收生长和产量。

5. 肌肉营养分析 材料取同池对比的颖鲤及双亲(当年和二冬龄鱼)。当年鱼每种各5尾, 二冬龄鱼每种各9尾, 每3尾为一组, 分三组测量。

6. 电泳分析 材料为血清蛋白、肌、心、肝、肾、眼等组织的酯酶(EST)同工酶。每种鱼取样5~7尾。电泳按周宗汉等(1983)方法^[23,24]略作改进。

结果和讨论

(一) 颖鲤的形态特征

颖鲤(图版-3)体长为体高2.32倍, 为体厚4.1倍; 为头长3.23倍; 尾柄长是尾柄高的0.71倍。背鳍3, 17—21(多数为19—20); 胸鳍1, 13—15(多为14); 腹鳍1, 7—8(多为8); 臀鳍3, 5。侧线鳞33—37 $\frac{5\sim6}{5\sim6}$, 多为36—37 $\frac{6}{5}$; 咽齿式1.1.3/3.1.1。脊椎骨4+34, 鳔两室, 前室长为后室3倍。颖鲤鳍条数、脊椎骨数、咽齿式、鳔数等性状均与双亲相同。颖鲤体灰黑色, 全鳞, 比双亲更受消费者欢迎。

(二) 颖鲤生长优势

1. 颖鲤与双亲当年鱼比较 松滋南海渔场三口鱼池均为0.29公顷, 作分池对比试验。1986年5月25日分别投放试验鱼220尾(780尾/公顷), 10月21日干池验收, 历时148天。从表1可知, 颖鲤个体增重比父本快67%, 比母本快27.1%, 平均比双亲快47%。群体增重比父本快140%, 比母本快78.1%。常德市渔场一口鱼池0.087公顷, 作同池对比试验。放养三种鱼各63尾(2175尾/公顷)。1986年6月9日放养, 8月9日验收, 历时仅60天, 个体增重比父本快47.4%, 比母本快13.4%, 平均比双亲快30%。试验结果详见表1。

经 t 值检验, 颖鲤体重增长与移核鱼相比, $t=9.4787$, $df=56$, $P<0.001^{**}$ 。与散鳞镜鲤相比, $t=7.8968$, $df=56$, $P<0.001^{**}$ 。由此可见颖鲤体重增长明显优于父母本, 呈显著性差异。

2. 颖鲤与双亲二冬龄鱼比较 1986年12月2日, 将当年颖鲤及双亲各25尾同

表1 当年颖鲤与双亲的生长比较

Tab. 1 Growth comparison between yearly Ying hybrid and its parents

池号	鱼别	放养		收获						比母本增长(%)		比父本增长(%)		备注	
		体长(cm)	体重(g)	成活率(%)	体长(cm) (\bar{x})	体高(cm) (\bar{x})	体厚(cm) (\bar{x})	体重(g) (\bar{x})	总产量(kg)	单产(kg/ha)	个体增长	群体增长	个体增长		群体增长
松滋 II-1	颖鲤	2.40	0.35	100	21.45 (0.9473)	10.9071 (0.5242)	5.9786 (0.3695)	628.0357 (58.8366)	138.17	481.95	/	/	/	/	三个池投放的白鲢、草鱼种数相同,平均每公顷产4—5寸草鲢鱼种4875公斤。
松滋 II-2	移核鱼	3.79	1.53	69.5	18.4967 (2.8373)	8.65 (1.0776)	4.77 (0.6098)	376.1667 (128.5441)	57.53	200.70	/	/	67	140	
松滋 II-3	镜鲤	2.22	0.46	71.4	23.386 (1.8343)	9.4033 (0.5524)	4.6367 (0.3943)	494.1667 (69.3825)	77.58	270.6	27.1	78.1	/	/	
常德市渔场	颖鲤	3.3	/	/	18.4 (0.8083)	8.575 (0.05)	/	280 (17.7951)	/	/	/	/	/	/	因管理不善,全部泛池死亡。
	移核鱼	6.67	/	/	15.94 (2.1859)	7.1 (0.4243)	/	190 (49.3710)	/	/	/	/	47.4	/	
	镜鲤	3.3	/	/	18.66 (0.7266)	7.82 (0.2490)	/	247 (18.2345)	/	/	13.4	/	/	/	

池稀养于南海渔场后备亲鱼池,作两年生长对比试验。1987年11月11日干池验收,结果见表2。

由表2可看出,颖鲤个体增重比移核鱼快65.4% ($t = 7.3886, df = 30, P < 0.001^{**}$),比镜鲤快19.9% ($t = 2.6223, df = 29, P < 0.025^{**}$),平均比双亲快57.4%。经 t 值检验,颖鲤仍显著优于父母本,与父本有非常显著性差异,与母本呈一般显著性差异。

洪湖渔场在1986年11月28日各放60尾于同一池试验,1987年10月22日干池;本所试验场于1987年3月23日将几种鱼分别试养在4口均为1.2亩的池中,每池放40尾,1987年11月6日干池。试验结果也见表2。

现将本所试验组种鱼体重 t 值检验如下:

颖鲤与镜鲤 $t = 3.0657, df = 40, P < 0.005^{**}$;

颖鲤与移核鱼 $t = 15.8034, df = 48, P < 0.001^{**}$;

颖鲤与反交B₁ $t = 3.1502, df = 38, P < 0.005^{**}$;

镜鲤与移核鱼 $t = 6.7868, df = 50, P < 0.001^{**}$ 。

由表2数据计算出,颖鲤个体增重比父本平均快92.33%,比母本平均快27.87%,比双亲平均快60.1%;群体增重比父本平均快99.98%,比母本平均快50.23%,比双亲平均快75.11%。

3. 颖鲤与其它杂交鲤比较 与三杂交鲤相比,当放养密度为1500—9000尾/公顷时,颖鲤比三杂交快5—7%。当每公顷放630—750尾时,则快21.6~22.8%,群体增重快22.8~32.6%。但考虑放养规格略有差异,再以各自体重增长倍数相比,颖鲤增长倍数分别为87.7和72.1倍,三杂交鲤为86.6和71.8倍。颖鲤与三杂交鲤的杂交优势基

表 2 二冬龄鲫鱼与双亲在各试验点的生长对比
 Tab.2 Growth comparison between two winters old Ying hybrid and its parents in different experimental place;

试验地点	鱼名	放养		收获										比母本 增重(%)		比父本 增重(%)	
		体长 (cm)	体重 (g)	体长(cm)		体高(cm)		体厚(cm)		体重(kg)		总产量 (kg)	个体增重	群体增重	个体增重	群体增重	
				\bar{x}	δ_{n-1}	\bar{x}	δ_{n-1}	\bar{x}	δ_{n-1}	\bar{x}	δ_{n-1}						
松 滋	颖 鲤	22.71	613.57	31.2933	1.8085	16.10	0.8976	10.2867	0.8175	2.2030	0.2949	55.08	/	/	/	/	
	彩 梭 鱼	19.99	470.63	27.3529	4.1223	13.1412	1.3337	8.4410	0.9559	1.3412	0.3508	30.85	/	/	65.4	78.54	
	镜 鲤	24.43	509.67	36.9750	2.8074	13.3375	1.3846	7.9563	1.0106	1.8380	0.4585	40.43	19.9	36.2	/	/	
洪 湖	颖 鲤	15.10	164.07	30.81	2.7374	13.2867	1.9157	7.8333	0.9846	1.38	0.3669	82.8	/	/	/	/	
	彩 梭 鱼	9.14	38.96	24.36	2.1319	10.7000	1.6180	6.6100	1.1818	0.76	0.2475	43.3	/	/	81.6	91.2	
	镜 鲤	16.67	177.54	29.45	6.2326	10.9733	2.2118	6.1533	1.2922	1.01	0.5081	60.6	36.6	36.6	/	/	
本 所	颖 鲤	15.10	164.07	26.22	3.2102	12.4000	0.8373	7.295	0.7388	1.22	0.3777	42.7	/	/	/	/	
	彩 梭 鱼	9.14	38.96	21.76	2.144	9.0433	0.8161	/	/	0.53	0.1202	18.55	/	/	130	130.2	
	镜 鲤	16.67	177.54	29.600	3.1333	10.9182	1.3030	/	/	0.96	0.6467	24	27.1	77.9	/	/	
	反 叉 鱼	12.95	83.97	27.490	2.4318	11.1550	0.7236	/	/	1.03	0.4651	36.05	18.4	18.4	/	/	

表3 颖鲤与其它杂交鲤生长比较
Tab. 3 Growth comparison between Ying hybrid and other hybrid carps

池 号	鱼 别	放 养					收 获								比其它鲤 增长(%)		备 注
		日 期	总 尾 数	尾 公 顷	体 长 (cm) *为全长	体 重 (g)	日 期	生 长 天 数	总 尾 数	成 活 率 (%)	平 均 体 长 (cm)	平 均 体 重 (g)	总 产 量 (Kg)	单 产 (Kg/ha)	个 体 增 长	群 体 增 长	
18	颖 鲤	86.6.23	565	9000	3.2*	0.35	86.12.1	160△499	88.3	14.5	124.8	62.3	1005	/	/	△实际11月 上旬已停止 投食。	
	反 交	86.6.23	600	9000	3.3*		86.12.1	160△636		13.0	84	53.4	801	16.7	25.5		
	三 杂 交	86.6.23	550	9000	4.3*		86.12.1	160△490	89.1	13.8	119	58.3	982.5	7	2.3		
2	颖 鲤	87.6.5	100	750	6.56	8.6	87.11.3	148	98	26.96	754.2	73.9		/	/	增长87.7倍	
	三 杂 交	87.6.5	100	750	6.12	7.1	87.11.3	148	98	24.77	614.2	60.2		22.8	22.8	增长86.5倍	
II-9	颖 鲤	87.6.5	50	630	6.56	8.6	87.11.3	148	98		620	61		/	/	增长72.1倍	
	三 杂 交	87.6.5	50	630	6.12	7.1	87.11.3	148	90		510	46		21.6	32.6	增长71.8倍	
I	颖 鲤	86.6.3	100	1500	3.2*	0.35	86.12.24	170	96	20.3	393.2	37.75	566.25	/	/	5*是镜鲤♀ × 荷包红鲤 ♂	
	5*	86.6.3	120	1500	3.3*		86.12.24	170	85.5	19.5	335.7	34.6	482	17.1	31		
3	反 交	86.6.3	150	1500	3.3*		86.12.24	170	95.3	19.7	347.3	49.7	496.5	13.2	14		
	三 杂 交	86.6.3	150	1500	4.3*		86.12.24	170	95.3	21.2	374.3	56.6	535.5	4.9	5.7		

本相似,但略优于三杂交鲤。而在制种方面却简便得多。与5号鱼相比,颖鲤比5号鱼个体增重快17.2%,比群体增重快31%。说明以荷包红鲤为供体的鲤鲫移核鱼比荷包红鲤优良,这也证明了移核鱼的经济价值和理论研究价值。与反交 B_1 相比,颖鲤比 B_1 个体增重快13.2—18.4%,群体增重快14—25.5%。详见表3。

4. 颖鲤生产应用的效果 1985年在南海渔场6个条件相似、均为0.29公顷的大鱼种池中,每亩套养50尾夏花鱼种,饲养5个月,颖鲤个体平均达到1.14公斤/尾。 B_1 为0.9公斤/尾,三杂交为0.72公斤/尾,经 t 值检验,差异非常显著。又如洪湖县东湖渔场,6个0.13公顷左右的鱼种池,每公顷套养480—675尾颖鲤夏花鱼种,当年平均个体达1.1~1.2公斤/尾,最大的达2.4公斤/尾,最小的0.6公斤/尾。洪湖新堤渔场另一成鱼池,同池投放颖鲤、移核鱼和散鳞镜鲤春片各60尾,结果平均个体重分别为1.59公斤、0.94公斤和1.11公斤。鱼种池套养夏花颖鲤,当年养成商品鱼,收到良好效益。

(三) 颖鲤的成活率和起捕率

从表1、2、3可知,颖鲤成活率平均为95.5%;移核鱼86%;镜鲤80.5%。起捕率高低与鱼池大小、池水深浅关系很大,在同池饲养条件下,以镜鲤最高,颖鲤次之,移核鱼最低。

(四) 肌肉营养成分分析

当年颖鲤与父母本比,肌肉蛋白质含量分别为18.35%,17.37%和16.95%;水份含量为79.16%,80.59%和80.16%。试验见表4。

表4 颖鲤与双亲含肉率及肌肉营养成分分析

Tab.4 Analysis of flesh content and muscular nutritive components in Ying hybrid and its parents

年 龄	鱼 别	平均体重(g)	含肉率(%)	水份(%)	粗蛋白(%)	脂肪(%)
I	颖 鲤	575		79.16	18.35	1.82
	移核鱼	402		80.59	17.37	1.41
	镜 鲤	515		80.16	16.95	1.88
II	颖 鲤	1587	74.58	79.35	17.05	2.66
	移核鱼	813	61.70	78.53	17.87	2.32
	镜 鲤	1342	72.21	79.15	17.03	2.45

(五) 颖鲤性状遗传的研究

1. 模糊数学聚类分析 将颖鲤(Ying hybrid)(F_1)、反交(back cross)(B_1)母本(Mirror carp)(M)和父本(Cyca hybrid)(T)的体高、体厚和头长按雌雄分类,用模糊数学进行聚类分析,即从图1中得到以下结论:(1)颖鲤雌雄个体生长性状特征值,不存在显著差异。与此相比,反交 B_1 雌雄个体则差异较大;(2)就亲本而言,镜鲤雌雄间相似程度大,移核鱼相似程度较小;(3)颖鲤无论雌雄个体其生长性状均偏向父本,尤其偏向父本的雌体;反交 B_1 偏向母本移核鱼,尤其偏向移核鱼的雌体;(4)从(3)可看出,移核鱼和镜鲤

杂交组合中,无论正、反交,在生长性状特征方面均偏向移核鱼的雌性个体,这说明移核鱼雌体的遗传影响较大,起着重要作用。这一研究方法和结果,可为杂交育种定向预测提供理论依据。

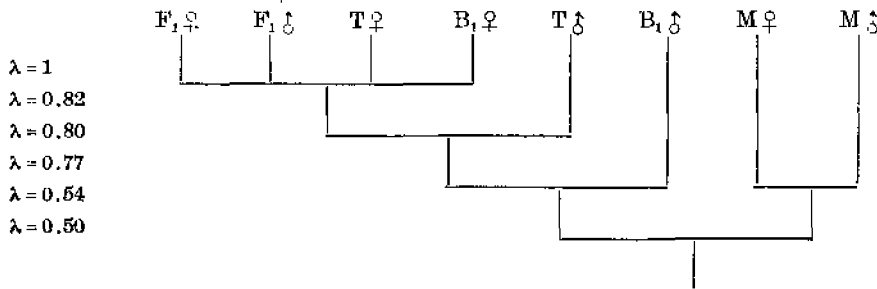


图1 模糊聚类分析图谱

Fig. 1 Fuzzy cluster analysis

2. 杂交指数分析 杂交指数为零时表明杂种性状为中间型;负值则偏向或超过母本种;正值为偏向或超过父本种。杂交指数情况见表5。由表5可知,颖鲤所有性状特征值均偏向移核鱼,尤其尾柄高,达到了超父本偏离的程度。这一结果与模糊数学聚类分析的结果相一致。

表5 颖鲤与双亲主要形态特征比较

Tab. 5 Comparison of major morphological characteristics between Ying hybrid and its parents

主要性状	鱼别	颖鲤		移核鱼		镜鲤		HII
		变幅	平均值	变幅	平均值	变幅	平均值	
占全长%	体长	76.56—81.56	79.91	75.93—82.07	78.80	76.94—84.66	83.23	+49.89
	体高	33.54—36.74	35.34	34.39—39.56	35.43	27.78—30.63	29.23	+97.10
	体厚	18.29—21.74	19.74	17.24—24.38	21.78	14.21—17.11	16.28	+37.23
	头长	22.81—26.84	24.85	23.33—29.19	26.69	20.56—23.89	21.63	+27.27
	尾柄长	8.8—10.36	9.37	7.5—12.96	9.17	8.79—11.11	10.26	+63.30
	柄尾高	14.04—15.94	14.81	12.96—16.39	14.54	9.41—13.89	13.10	+137.5

3. 生化遗传分析 血清蛋白电泳分析见图2。为便于分析,将蛋白区带分A、B、C和D四区。从图谱和吸收曲线均可明显看出,颖鲤和反交B、与各自的母本相似,子代与双亲的血清蛋白在正极端的谱带相似,说明这些小分子蛋白有特异性遗传。

在电泳图谱中,颖鲤与镜鲤在C区非常相似,均有四条着色很深的带;反交与移核鱼在C区也很相似,只有两条弱带,这与颖鲤、镜鲤差异较大。这说明母本对控制C区蛋白形成基因得到了表达。子代在B、D区比各自母本各少一条带,可能是母本的某些基因未能得到表达所致。

从模糊数学聚类和杂种指数分析均得出,颖鲤所有生长性状特征值都偏向移核鱼。这

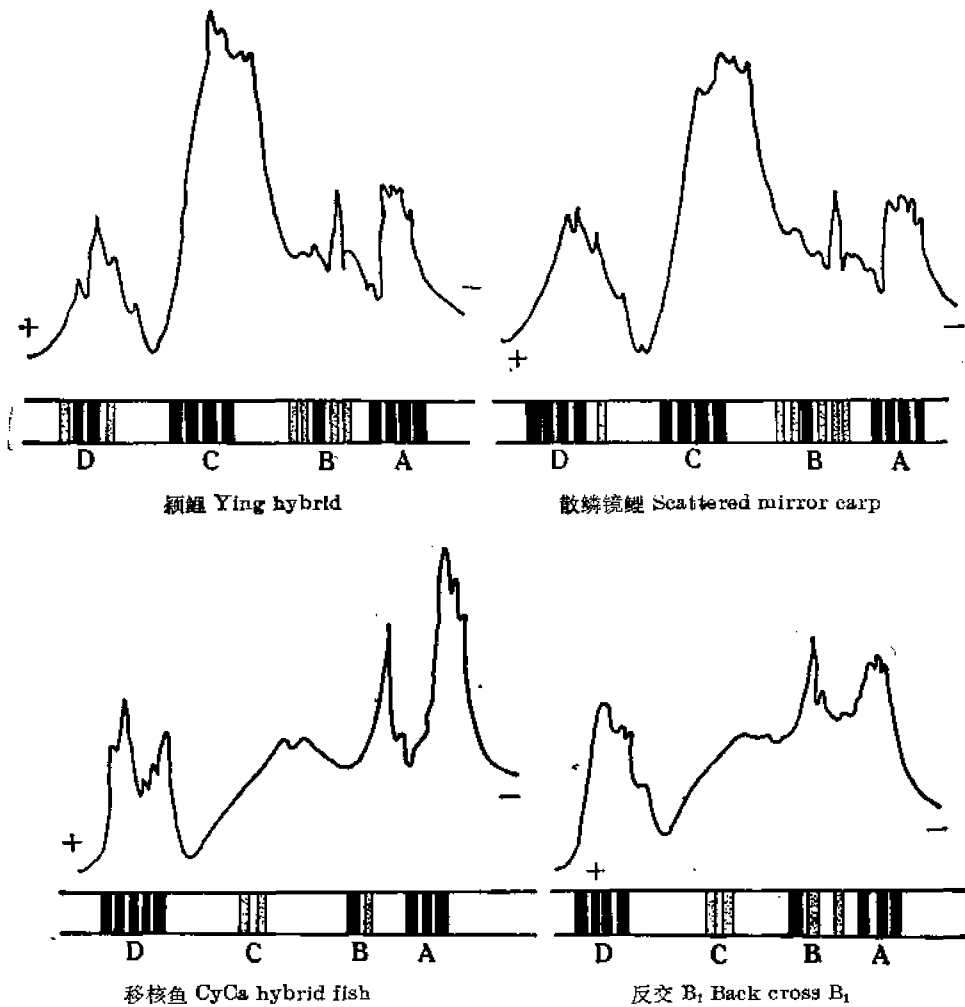


图 2 四种鱼的血清蛋白吸收曲线

Fig. 2 Absorption curve of serum proteins in four kinds of fish

一结果与酯酶同功酶的电泳分析结果一致(从略), 但与血清蛋白电泳图谱不一致。由此看来, 体型遗传与内在某些酶的基因表达是否一致, 有待继续研究^[4]。本实验中移核鱼在体型方面对杂种后代的遗传影响较大。

综上所述, 将核移植技术与传统杂交育种技术相结合是可行的, 经济效益明显, 可作为一种新的育种方法。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院动物研究所等, 1980。硬骨鱼类的细胞核移植——鲤鱼细胞核和鲫鱼细胞质配合的杂种鱼。中国科学, (4): 376—382。
- [2] 内蒙古自治区牧业学校主编, 1979。家畜遗传繁殖学。农业出版社。
- [3] 朱蓝菲, 蒋一珪, 1987。银鲫种类的遗传标记及其在选种中的应用。水生生物学报, 11(2): 105~109。
- [4] 李生武等, 1988。尼罗罗非鱼(♀)、奥利亚罗非鱼(♂)及其杂种(F₁)酯酶(EST)同功酶的研究。淡水渔业, (3): 22—25。

- [5] 国家水产总局长江水产研究所育种室鲤鱼组,1981。荷元鲤(荷包红鲤♀×元江鲤♂)杂种优势利用及性状遗传的研究。淡水渔业,(3):1—9。
- [6] 周宗汉等,1983。介绍鱼类组织中蛋白质及同功酶的电泳方法。淡水渔业,(2):35—40。
- [7] 斯奈迪格, G. W. 等(杨纪柯、汪安琦译),1964。应用于农学和生物学实验的数理统计方法。科学出版社。

ON SOME CHARACTERISTICS OF THE HYBRID OF SCATTERED MIRROR CARP CROSSED WITH CYCA HYBRID*

Pan Guangbi, Tang Gangsheng, Du Senying, Li Zuhua,
Zhang Feng, Zou Guiwei and Zheng Weidong

(Changjiang Fisheries Research Institute)

ABSTRACT The study is emphasized on the characteristics of the hybrid (denominated Ying hybrid) of female mirror carp crossed with CyCa F₂ hybrid. The yearling Ying hybrid exhibited an average 47–109% better growth in weight than the parental individuals, and two-winters old individuals increase 60.1% and 75.11% respectively. In polyculture of 525–1200 Ying hybrid fish of 1½ inches in length in a fingerling pond per ha, they can reach the weight of 618–1300g, with the biggest being 2.4kg. The Ying hybrid not only grows faster but also is easier to maintain and produce than tri-cross hybrid carp. It is suitable to be popularized among fish-culture industries. The Ying hybrid contains 74.58% of flesh, but CyCa F₂ hybrid and mirror carp only contain 61.7% and 74.2% respectively. The musculian protein contents of the Ying hybrid, CyCa F₂ Hybrid and Mirror carp are 18.35%, 17.37% and 16.95% respectively.

By means of cluster analysis of fuzzy mathematics, it comes to a conclusion that the Ying hybrid and its reversely crossed one are more alike to CyCa F₂ hybrid, especially to the female in characters such as body depth and width and head length. The experiment has shown that the approach to combine biotechnology with the traditional selective breeding techniques is feasible and can achieve rather satisfactory economic benefits.

KEYWORDS CyCa hybrid (fish), scattered mirror carp, Ying hybrid, heterosis, genetic improvement, cluster analysis of fuzzy mathematics

* CyCa hybrid (fish): hybrid fish from transplanting nucleus of *Cyprinus carpio* Var. Wuyuanensis into cytoplasm of *Carassius auratus* Linnaeus