

建鲤和黑龙江野鲤自交以及正反交子代生长比较

朱健^{1,2} 柴学森¹ 李冰² 张成锋²

(¹上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

(²农业部淡水渔业和种质资源利用重点实验室 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 无锡 214081)

摘要 以建鲤和黑龙江野鲤为亲本, 建立黑龙江野鲤自交群体(HH)、建鲤自交群体(JJ)、黑龙江野鲤♀×建鲤♂群体(HJ)以及建鲤♀×黑龙江野鲤♂群体(JH)。于养殖198 d和588 d时测量体重、体长、体高和体厚4个生长参数。对生长性状、增重率、肥满度以及生长指数进行方差分析和LSD多重比较。结果表明, 不同交配组合在这些指标上均有极显著差异($P < 0.01$)。养殖198 d和588 d时, 4个群体体重和体长大小顺序均为JH > HH > HJ > JJ。4个群体的绝对增重率和特定增重率均随养殖时间而减小。4个群体中, HJ在不同养殖时间内, 特定增重率均为最大, JJ群体均为最小; 而JH在不同养殖时间内, 绝对增重率均为最大, 198 d时JJ群体最小, 588 d时HH群体最小, 说明杂种群体生长性能优于自交群体。在不同的养殖时间内, JJ群体的肥满度均大于其他群体, 随养殖时间增加, HH、JJ及HJ群体肥满度不断增大, 而JH群体恰恰相反。4个群体的生长指数随养殖时间而增大, 并均以JH群体生长指数最大。杂种优势分析表明, HJ群体体型介于黑龙江野鲤和建鲤中间, 并随着养殖时间的增加, 体型逐渐接近黑龙江野鲤。JH群体在养殖第588天时体高和体厚超黑龙江野鲤杂种优势出现了负值, 其余数值均为正值, 表现出显著的杂种优势。不同养殖时间, 4个群体588 d与198 d体重间的相关系数均达到极显著水平($P < 0.01$), JH群体558 d体长和198 d体长、558 d体高和198 d体高; HH群体558 d体厚和198 d体厚间的相关系数也达到了极显著水平($P < 0.01$)。

关键词 建鲤; 黑龙江野鲤; 生长参数; 杂种优势

中图分类号 S963.7 文献标识码 A 文章编号 1000-7075(2014)02-0035-07

Growth comparison of inbreeds of *Cyprinus carpio* var. Jian, *Cyprinus carpio haematopterus* and the reciprocal F₁ hybrid

ZHU Jian^{1,2} CHAI Xue-sen¹ LI Bing² ZHANG Cheng-feng²

(¹College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306)

(²Key Laboratory of Freshwater Fisheries and Germplasm Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081)

ABSTRACT Four groups of inbreed F₁ of *Cyprinus carpio haematopterus* (HH), inbreed F₁ of *C. carpio* var. Jian (JJ), F₁ of *C. carpio haematopterus* ♀ × *C. carpio* var. Jian ♂ (HJ), F₁ of *C. carpio haematopterus* ♂ × *C. carpio* var. Jian ♀ (JH) were established and cultured in the same pond after

“十二五”国家支撑计划“长江下游池塘高效生态养殖技术集成与示范”专项资金(2012BAD25B07)、农业财政专项渔业种质资源保护项目和鲤鱼原良种保种选育(2130135)共同资助

收稿日期:2013-03-05;接受日期:2013-06-06

作者简介:朱健(1968-),男,研究员,主要从事鱼类育种和养殖生物学研究。E-mail: zhuj@ffrc.cn, Tel: (0510)85550414

passive integrated transponder (PIT) marking. Four growth parameters (body weight, body length, body height and body width) were determined at 198 d and 588 d culturing and the growth traits, growth rate, fullness and growth index were analyzed by using ANOVA. The results showed that there were highly significant differences in growth rate, fullness and growth index of the four groups ($P < 0.01$). Both the body weight and body length of four groups were $JH > HH > HJ > JJ$. Both AGR and SGR of the four groups decreased with the culturing time. During the culturing, SGR of HJ group was the maximum and that of JJ group was the minimum. At 198 d and 588 d, AGR of JH group was the maximum, and at 198 d, that of JJ group was the minimum, but at 588 d, AGR of HH group was smaller than the others. This indicated that the growth performance of the hybrid groups was better than the inbred groups. At 198 d and 588 d, the fullness of JJ group was greater than the other groups. The fullness of HH, JJ and HJ group increased with time, while JH group was the opposite. The growth indexes of four groups increased and the growth index of JH was the highest during the whole culturing. The analysis of heterosis showed that the body type of HJ group was between *C. carpio haematopterus* and *C. carpio var. Jian*. The JH group showed positive heterosis during the whole culturing (except for body height and width at 588 d). The body weights of the four groups at 588 d were significantly positive-correlated with those at 198 d ($P < 0.01$). The correlation coefficient of body length and body height of JH group between 588 d and 198 d were highly significant ($P < 0.01$), meanwhile the correlation coefficient of body width of HH group between 588 d and 198 d was also highly significant ($P < 0.01$).

KEY WORDS *Cyprinus carpio var. Jian*; *Cyprinus carpio haematopterus*; Growth parameter; Heterosis

建鲤 *Cyprinus carpio var. Jian* 是采用家系选育、多系杂交和雌核发育技术相结合的综合育种技术与快速育种方法人工育成的鱼类新品种。其主要优点是生长快、体型优、青灰色、肉质好、饲料转化率高、性温顺、易驯养、易起捕、适应性抗逆能力强,适宜全国各地各种养殖方式饲养(张建森等 1994)。黑龙江野鲤 *Cyprinus carpio haematopterus* 与黄河、长江、辽河等野鲤同属一个亚种,它起源于欧洲野鲤,后分化为两个亚种(刘明华等 1994)。在长期的进化过程中,黑龙江野鲤对于黑龙江流域多变的水温环境已经适应(尹家胜等 2002),具有极强的抗寒能力和抗病能力。

杂交是自然界普遍存在的现象,杂交可以有效地对动植物进行选育和品种改良,同时杂交也是获得新品种的有效途径(王印庚等 2013;李炎璐等 2013;吴彪等 2013)。不同品系杂交,可以制作出大量基因座位上杂合的杂种,而无论两个不同的纯种群体等位基因的差异如何,其杂交后代往往都会表现出不同程度的杂种优势(Wiking 1981;Falconer 1989)。多年来,众多学者在水产动物杂交方面进行了大量的实践研究,如牙鲆 *Paralichthys olivaceus*(徐田军等 2009)、斑点叉尾鲟 *Ictalurus punctatus*(Wolters et al. 1995)、沼虾 *Macrobrachium nipponensis*(许凡等 2011)、中华绒螯蟹 *Eriocheir sinensis*(董颖等 2008)、菲律宾蛤仔 *Ruditaphilippinarum*(张跃环等 2009)、泥蚶 *Tegillarca granosa*(朱东丽等 2010)等,并取得了显著成果。仅就鲤而言,我国应用不同品种(品系)的鲤进行杂交,生产了一批具有显著杂种优势的杂交种,如“丰鲤”、“荷包红鲤”、“荷元鲤”和“三杂交鲤”等(楼允东 1999),并利用杂种优势育成了一些新品种,如“建鲤”和“福瑞鲤”等(张建森等 1994;于讯 2011)。

本研究通过将建鲤与黑龙江野鲤进行自交与杂交,在保持建鲤现有生长优势和优良性状的基础上,以期获得高耐寒、耐盐碱、耐低氧等抗逆能力强的后代,更好地满足水产养殖的需要。并将获得群体的体重、体长等表型性状数据进行比较和相关性分析,确定优势交配组合以及各表型性状对体重的相对重要性,为今后开展的家

系选育实践提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

研究于2010年4月在中国水产科学研究院淡水渔业研究中心宜兴养殖基地进行,挑选体格健壮、性腺发育成熟、无病症的优质个体作为繁育亲本(共160尾,每个交配组合雌、雄亲本各20尾)。按表1完成黑龙江野鲤与建鲤的自交和正反交,获得了HH、JJ、HJ、JH 4个群体。

1.2 实验方法

将4个群体置于面积为500 m²的室外水泥池内进行网箱养殖,网箱规格为2 m × 1 m × 1 m,养殖密度为60尾/网箱,每个组合设3个重复,共计12个网箱。养殖期间每日定时投喂颗粒

饲料,每日投喂量视摄食情况而定,平均日投喂量约为体重的3%。定时检测水质,保证各群体在一个健康稳定的环境中生长。2010年8月(养殖114 d)对HH、JJ、HJ和JH 4个试验群体进行PIT(Passive Integrated Transponder)个体标记识别。于70%酒精中消毒PIT标记和注射器,后将PIT标记放入注射器针头。将针头从鱼腹后方以45°角刺入腹腔,与腹壁平行轻推推杆约1 cm,将PIT标记注入鱼体腹腔。抽出注射器,轻柔注射部位(董在杰等 2008),并测量体重(*W*)、体长(*BL*)、体高(*BH*)、体厚(*BW*)等生长参数。HH、JJ、HJ和JH 4个群体平均体重(范围)依次是39.22(27.4–52.5) g、38.94(30.3–52.3) g、34.39(23.5–60.4) g、47.74(31.3–33.6) g。

试验鱼在注射标记完成后移至室外池塘中混养,进行同池生长对比实验,于2010年11月(养殖198 d,将幼鱼移至室外土塘常规养殖)以及2011年11月(养殖588 d,已达成鱼规格,进行筛选,以作为繁育亲本)再次扫描实验鱼体,并按照PIT标记测量相应鱼体的生长数据。用电子称和数显卡尺测量上述可量性状(养殖588 d时,每个群体随机挑选30尾进行测量),分别精确到0.1 g和0.1 mm。

1.3 数据处理

1.3.1 生长性状计算

绝对增重率、特定增重率、肥满度、生长指标及变异系数几个生长性状采用的计算公式如下:

$$\text{绝对增重率 } AGR_w = \frac{W - W_0}{t - t_0}$$

$$\text{特定增重率 } SGR_w = \frac{\ln W - \ln W_0}{t - t_0} \times 100\%$$

$$\text{肥满度} = \frac{W}{L^3} \times 100\%$$

$$\text{生长指标} = \frac{\lg L - \lg L_0}{0.4343} \times L_0$$

$$\text{变异系数 } CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\%$$

表1 两种鲤的双列杂交配组方式

Table 1 The diallel crossing patterns in two variants of common carp

	黑龙江野鲤 <i>C. carpio haermapterus</i>	建鲤 <i>C. carpio var. Jian</i>
黑龙江野鲤 <i>C. carpio haermapterus</i>	自交 HH	正交 HJ
建鲤 <i>C. carpio var. Jian</i>	反交 JH	自交 JJ

1.3.2 杂种优势计算

杂种优势计算参照李思发等(2006)。

$$\text{平均杂种优势 } H_M(\%) = \frac{\overline{F_1} - 1/2(\overline{P_J} + \overline{P_H})}{1/2(\overline{P_J} + \overline{P_H})} \times 100\%$$

$$F_1 \text{ 超过黑龙江野鲤亲本的超亲杂种优势 } H_{BH}(\%) = \frac{\overline{F_1} - \overline{P_H}}{\overline{P_H}} \times 100\%$$

$$F_1 \text{ 超过建鲤亲本的超亲杂种优势 } H_{BJ}(\%) = \frac{\overline{F_1} - \overline{P_J}}{\overline{P_J}} \times 100\%$$

式中, W_0 、 L_0 为标记时(养殖 114 d)体重和体长; W 、 L 为测量时(养殖 198 d 和 588 d)体重、体长; $t - t_0$ 为实验时间; S 为标准差, X 为平均值; $\overline{F_1}$ 、 $\overline{P_H}$ 、 $\overline{P_J}$ 分别代表杂种一代、黑龙江野鲤亲本某性状的平均值、建鲤亲本某性状的平均值。

运用 Excel 2003、SPSS 16.0 软件对数据进行处理分析。对各生长参数进行方差分析、显著性检验以及 LSD 多重比较分析。

2 结果

2.1 4 个群体生长性状统计

养殖 588 d 后, 试验鱼已达成鱼规格, 4 个群体体重和体长表型差异明显(表 2)。在养殖 198 d 和 588 d 时, 4 个群体体重值和体长值排序均为 JH > HH > HJ > JJ。JJ 群体和 JH 群体体重和体长变异系数均有逐渐增大的趋势, 说明生长的离散程度变大。

表 2 4 个群体体重和体长表型值

Table 2 Phenotype values of body weight and length of four groups

群体 Group	时间 Time(d)	体重 Weight(g)				体长 Length(mm)			
		Mean ± SD	最大值 Max	最小值 Min	变异系数 CV(%)	Mean ± SD	最大值 Max	最小值 Min	变异系数 CV(%)
HH	198	272.35 ± 59.63	385.9	143.0	21.89	219.07 ± 12.79	245.9	199.4	5.84
	588	664.75 ± 131.06	1007.0	493.0	19.72	291.56 ± 21.37	335.2	250.3	7.33
JJ	198	223.42 ± 32.67	280.6	141.3	14.62	199.35 ± 12.00	219.4	179.3	6.02
	588	519.45 ± 151.12	878.0	344.0	29.09	257.96 ± 24.95	305.2	205.6	9.67
HJ	198	244.90 ± 38.87	351.2	199.8	15.87	207.03 ± 9.50	232.7	190.2	4.59
	588	592.62 ± 81.65	831.0	465.0	13.78	276.83 ± 13.75	309.5	255.4	4.97
JH	198	309.17 ± 52.47	455.8	201.9	16.97	227.20 ± 11.82	255.2	196.8	5.20
	588	674.04 ± 117.96	885.0	412.0	17.50	293.26 ± 18.08	325.7	248.6	6.17

2.2 4 个群体增重率分析

SGRw 表示单位体重在单位时间内的净积累量; AGRw 表示单位时间内体重的净积累量, 所表示的均为瞬时值。由表 3 可知, 4 个群体的 AGRw 和 SGRw 均随养殖时间而减小。4 个群体中, HJ 在不同养殖时间内, SGRw 均为最大, JJ 群体均为最小; 而 JH 在不同养殖时间内, AGRw 均为最大, 198 d 时 JJ 群体最小, 588 d 时 HH 群体最小, 说明杂种群体重生长性能优于自交群体。198 d 时, 4 个群体间 AGRw 有差异显著 ($P < 0.05$); HH 群体分别与 HJ 和 JH 群体没有差异 ($P > 0.05$), 与 JJ 群体有显著差异 ($P < 0.05$)。588 d 时, HH、JJ 和 HJ 群体间差异不显著 ($P > 0.05$), 但与 JH 群体有显著差异 ($P < 0.05$); 4 个群体的 SGRw 差异均显著 ($P < 0.05$)。

方差分析表明, 不同交配组合间 AGRw 和 SGRw 差异达到极显著水平 ($P < 0.01$)。

2.3 4个群体肥满度和生长指数分析

由表4所示,在不同的养殖时间内, JJ 群体的肥满度均大于其他群体,随养殖时间, HH、JJ 及 HJ 群体肥满度不断增大, 体型更为肥满; 而 JH 群体恰恰相反。198 d 时, HH 群体肥满度与 JH 群体差异不显著 ($P > 0.05$), JJ 与 HJ 群体差异也不显著 ($P > 0.05$)。588 d 时, HH 群体与 JH 群体没有差异 ($P > 0.05$), 而与 JJ 群体和 HJ 群体差异显著 ($P < 0.05$)。

4个群体的生长指数随养殖时间而增大(表4), 并均以 JH 群体生长指数最大。198 d 时, HH 群体和 JH 群体没有差异 ($P > 0.05$), 但和 JJ 与 HJ 群体均有差异 ($P < 0.05$); 588 d 时, HH 群体与 HJ 群体生长指数没有差异 ($P > 0.05$), JJ 与 HJ 群体差异也没有显著差异 ($P > 0.05$)。

方差分析表明, 不同交配组间肥满度和生长指数差异达到极显著水平 ($P < 0.01$)。

2.4 杂交群体的杂种优势率比较

建鲤和黑龙江野鲤杂交群体生长性状的杂种优势率见表5。由表5看出, HJ 群体在养殖198 d 和 588 d 时, 超黑龙江野鲤优势率, 均为负值, 558 d 时4个性状优势率要小于198 d 时; 而超建鲤优势率, 均为正值, 558 d 时4个性状优势率要大于198 d

时, 说明 HJ 群体体型介于黑龙江野鲤和建鲤中间, 并随着养殖时间的增加, 体型逐渐接近黑龙江野鲤。JH 群体在养殖第588天时体高和体厚超亲杂种优势, 出现了负值, 其余数值均为正值, 表现出显著的杂种优势。在198 d 和 588 d 时, 只有体高超建鲤, 优势率略有增加, 其余性状均减小, 说明 JH 群体杂种优势在逐渐衰退。在正向杂种优势率中, 体重杂种优势率最大, 说明体重在两个群体间的遗传差异最大, 遗传分化明显。

表3 4个群体不同时期的增重率(平均值 ± 标准差)

Table 3 Growth rate of four groups at different period (Mean ± SD)

群体 Group	绝对增重率 AGR _w (g/d)		特定增重率 SGR _w (%/d)	
	198 d	588 d	198 d	588 d
HH	2.775 ± 0.656 ^b	1.243 ± 0.2567 ^b	2.299 ± 0.231 ^{ab}	0.509 ± 0.053 ^d
JJ	2.196 ± 0.347 ^d	1.079 ± 0.297 ^b	2.079 ± 0.143 ^c	0.535 ± 0.070 ^c
HJ	2.506 ± 0.403 ^c	1.269 ± 0.314 ^b	2.352 ± 0.200 ^a	0.623 ± 0.061 ^a
JH	3.112 ± 0.556 ^a	1.458 ± 0.302 ^a	2.224 ± 0.135 ^b	0.582 ± 0.051 ^b

注: 同列参数平均值后字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同

Note: Means in the same column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$). The same as in following tables

表4 4个群体不同时期肥满度和生长指数(平均值 ± 标准差)

Table 4 Fullness and growth index of four groups at different period (Mean ± SD)

群体 Group	肥满度 Fullness		生长指数 Growth index	
	198 d	588 d	198 d	588 d
HH	2.564 ± 0.309 ^b	2.670 ± 0.091 ^c	7.443 ± 0.509 ^a	10.532 ± 0.953 ^a
JJ	2.817 ± 0.268 ^a	2.974 ± 0.073 ^a	6.456 ± 0.553 ^c	9.463 ± 0.835 ^b
HJ	2.747 ± 0.237 ^a	2.786 ± 0.057 ^b	7.034 ± 0.375 ^b	10.000 ± 0.782 ^b
JH	2.617 ± 0.182 ^b	2.587 ± 0.055 ^c	7.618 ± 0.480 ^a	10.762 ± 0.875 ^a

表5 不同时期杂交群体的杂种优势率

Table 5 Heterosis rate of hybridization groups at different period

群体 Group	杂种优势 Heterosis (%)	198 d				588 d			
		体重 W	体长 BL	体高 BH	体厚 BW	体重 W	体长 BL	体高 BH	体厚 BW
HJ	H_M	-1.57	-1.04	0.11	0.73	0.09	0.75	-1.75	-1.68
	H_{BH}	-10.08	-5.50	-0.56	-4.18	-10.85	-5.05	-4.84	-8.37
	H_{BJ}	9.61	3.85	0.79	4.95	14.07	7.32	1.56	6.07
JH	H_M	24.72	8.60	7.87	7.03	13.84	6.73	2.64	1.37
	H_{BH}	13.52	3.71	7.14	2.90	1.40	0.58	-0.59	-5.53
	H_{BJ}	38.38	13.97	8.73	11.51	29.76	13.68	9.36	6.09

此外, HJ 群体平均杂种优势在养殖198 d 和 588 d 均小于 JH 群体, 说明两个杂交群体在性状上产生了差异。

2.5 不同生长发育阶段生长性状的相关性分析

养殖 588 d 时,鱼体已达成鱼规格,所以对 588 d 的各性状与 114 d 和 198 d 的相关性进行了分析(Pearson 系数),见表 6。结果显示,588 d 的体重与 114 d 的体重,相关性只有 JJ 群体为极显著($P < 0.01$)外;而 588 d 的体重与 198 d 的体重相关性,4 个群体均为极显著相关($P < 0.01$)。此外,JH 群体 558 d 体长和 198 d 体长、558 d 体高和 198 d 体高以及 HH 群体 558 d 体厚和 198 d 体厚间的相关系数也达到了极显著水平($P < 0.01$)。

结果表明,对于 HH 和 JJ 两个群体而言,可以分别以 198 d 的体厚和体重作为主要选育指标对 588 d 上市体厚和体重进行直接选育。

3 讨论

3.1 不同群体生长差异分析

增重率、肥满度以及生长指数均为表示鱼体生长情况的指标。本研究中将建鲤与黑龙江野鲤进行杂交,经方差分析,获得的后代群体,在生长性状、增重率、肥满度以及生长指数等指标中均有显著差异($P < 0.05$)。

相关分析是研究现象之间是否存在某种依存关系,并对具体有依存关系的现象探讨其相关方向以及相关程度,是研究随机变量之间相关关系的一种统计

方法。通过分析不同养殖阶段不同群体性状间的相关性,可以为早期选育提供参考。在本研究中,4 个群体 588 d 体重和 198 d 体重间的相关系数均达到极显著水平($P < 0.01$),但只有 JJ 群体 558 d 体重和 198 d 体重间相关系数达到了 0.800 高度相关水平,其余群体体重间相关系数值略低,不足以作为直接选育指标。HH 群体 588 d 体厚和 198 d 体厚间相关系数也达到了 0.800 水平,也可作为直接选育指标。但两个杂交种 588 d 和 198 d 各性状间的相关系数均没有达到 0.800 水平,198 d 各性状对 588 d 各性状影响甚微。由于所有群体均在相同的环境里生长,可以排除环境影响带来的差异,造成这种差异的出现可能就是杂交群体和自交群体生长性能的不同。在 AGRw 上,HJ 和 JH 两个群体在 588 d 阶段均优于其他两个群体。所以由于生长差异的存在,在 198 d 时进行选择,会使得选择效率低下和可信度不高。

3.2 杂种优势分析

杂种优势是指不同品种间、不同品系间以及不同种或不同属间的交配所产生的后代,往往在生活力、适应性、抗逆性以及生产力诸方面都比纯种有所提高(王金玉等 2004)。根据杂种优势原理,通过育种手段可以提高产量、改进品质和提高生产率,二品种间杂交,生长优势在 15% - 30% 之间,且能更多综合其他经济性状和适应能力(张建森等 1994;中国科学院水生生物研究所鱼类遗传育种研究室育种组鲤鱼研究小组 1975)。本研究以建鲤和黑龙江野鲤为材料,进行杂交和自交试验,从数量遗传学角度来分析其杂种优势。研究发现,其杂交后代有明显的杂种优势,JH 群体在不同时期平均杂种优势为正值。在鱼类育种中,不同性状的杂种优势程度不同(季士治等 2006),在不同养殖时期,所有性状超亲杂种优势比较中,体重超亲杂种优势最大,说明体重在两个群体间的遗传差异最大,遗传分化明显。根据吴仲庆等(1985)和松岛昌大(1972)的报道,杂种形态学性状有 3 种类型,倾向父本、中间型和倾向母本。本研究中,HJ 群体体型即介于双亲之间。相对于亲本而言,JH 群体体型更大,生长速度更快。HJ 群体平均杂种优势在养殖 198 d 和 588 d 均小于 JH 群体,两个正反交后代形态性状变化较大,原因可能是杂交后基因的杂合性增大,不同亲本的基因在后代基因组中所占

表 6 4 个群体 588 d 与 198 d,114 d 性状间的相关系数

Table 6 The traits correlation coefficient of four groups between 588 d and 198 d, 114 d

性状 Traits	时间 Time(d)	HH	JJ	HJ	JH
体重 W	588/114	0.318	0.783 **	0.239	0.285
	588/198	0.626 **	0.866 **	0.560 **	0.502 **
体长 BL	588/114	0.321	0.472 *	0.331	0.246
	588/198	0.434	0.461 *	0.321	0.721 **
体高 BH	588/114	-0.437	0.192	0.325	0.485 *
	588/198	-0.109	0.366	0.162	0.656 **
体厚 BW	588/114	0.446	0.371	-0.417 *	-0.143
	588/198	0.817 **	0.384 *	0.021	-0.141

** 表示相关性极显著; * 表示相关性显著

** means highly significant difference($P < 0.01$); * means significant difference($P < 0.05$)

比例不同,因而,双亲对后代群体的遗传贡献是不均等的(杨宁等 1993)。两个杂交后代是否还表现其他亲代所没有的特征,还需做进一步研究。

4 小结

将建鲤和黑龙江野鲤进行自交和杂交,在所获得的后代群体中,杂交后代较自交后代相比,已经产生了一定程度的差异,尤其是 JH 群体在增长率、肥满度以及生长指数等指标上获得了杂种优势。通过相关性分析可以得出,HH 群体 588 d 体厚和 198 d 体厚以及 JJ 群体 588 d 体重和 198 d 体重间相关系数达到了 0.800 水平,可以分别以体厚和体重作为下一阶段直接选育指标。此外,通过对比两个杂交后代可以发现,JH 群体较 HJ 群体产生了显著差异,以建鲤为母本获得的 JH 群体已经获得了父母本的优势性状,在体重、体长等一些性状上有明显的超亲杂种优势,在今后即将开展的家系选育实践中应注重上述优势性状以及对 JH 群体的选育。

参 考 文 献

- 于讯. 2011. 水科院淡水中心完成“福瑞鲤”选育项目. 现代渔业信息, 26(12):42
- 中国科学院水生生物研究所鱼类遗传育种研究室育种组鲤鱼研究小组. 1975. 散鳞镜鲤与兴国红鲤、龙州镜鲤的杂种优势以及鳞被、体色的遗传. 水生生物学集刊, 5(4):439-448
- 王印庚, 荣小军, 张凤萍, 王岚, 廖梅杰, 邹安革. 2013. 养殖刺参“腐皮综合征”致病菌——灿烂弧菌的原位杂交检测方法的建立与应用. 渔业科学进展, 34(2):114-118
- 王金玉, 陈国宏. 2004. 数量遗传与动物育种. 南京: 东南大学出版社, 66
- 尹家胜, 邱岭泉, 徐伟, 崔喜顺, 周长海. 2002. 水温变化对黑龙江野鲤繁殖的影响. 上海水产大学学报, 11(3):252-258
- 许凡, 王婷婷, 陈太丰, 宋学宏, 陆凤娟, 孙立新, 褚春泉. 2011. 日本沼虾野生群体与养殖群体杂交、回交后代的形态特征和生产性能. 水产科学, 30(4):215-220
- 刘明华, 沈俊宝, 张铁齐. 1994. 选育中的高寒鲤. 中国水产科学, 1(1):10-19
- 朱东丽, 林志华, 董迎辉, 姚韩韩, 柴雪良. 2010. 泥蚶(♀)×毛蚶(♂)受精及胚胎发育过程的初步研究. 渔业科学进展, 31(5):69-75
- 吴仲庆, 洪水根. 1985. 鱼类杂交育种的原理和应用. 福建水产, (1):61-66
- 吴彪, 于涛, 杨爱国, 刘志鸿, 周丽青. 2013. 不同地理群魁蚶杂交受精过程的荧光观察. 渔业科学进展, 34(5):64-68
- 李炎璐, 王清印, 陈超, 宋振鑫, 吴雷明, 翟介明, 马文辉. 2013. 盐度时云纹石斑鱼(♀)×七带石斑鱼(♂)杂交子一代胚胎发育和仔鱼活力的影响. 渔业科学进展, 34(5):17-22
- 李思发, 王成辉, 刘志国, 项松平, 王剑, 潘增运, 段江萍, 徐志彬. 2006. 三种红鲤生长性状的杂种优势与遗传相关分析. 水产学报, 30(2):175-180
- 张建森, 孙小异. 1994. 建鲤育种研究论文集. 北京: 科学出版社, 13-20
- 张跃环, 闫喜武, 王艳, 霍忠明, 杨凤, 张国范, 藤利平, 杨坦光. 2009. 不同壳型菲律宾蛤仔杂交家系的建立及早期生长发育比较. 渔业科学进展, 30(2):71-77
- 杜家菊, 陈志伟. 2010. 使用 SPSS 线性回归实现通径分析的方法. 生物学通报, 45(2):4-6
- 季士治, 雷霖霖, 王伟继, 孔杰. 2006. 双列杂交法分析两个大菱鲆养殖群体的杂交效果. 中国水产科学, 13(6):1001-1005
- 杨宁, 吴常信. 1993. 亲本对后代群体的不均等遗传贡献及其优化控制. 遗传学报(英文版), 20(1):294-299
- 徐田军, 王磊, 陈松林, 田永胜. 2009. 双列杂交分析比较两个养殖群体杂交牙鲆抗病力. 渔业科学进展, 30(5):34-39
- 盖钧镒. 2000. 实验统计方法. 北京: 中国农业出版社
- 董颖, 周遵春, 宋伦, 阎有利. 2008. 中华绒螯蟹、日本绒螯蟹及其杂交 F₁ 代群体的遗传多样性 AFLP 分析. 水产科学, 27(3):135-138
- 董在杰, 杨弘, 徐跑. 2008-08-13. 一种罗非鱼个体标记的方法. 中国专利: 200810018667
- 楼允东. 1999. 鱼类育种学. 北京: 中国农业出版社, 40-43
- 松岛昌大. 1972. エィヒカワチブナの交雑種の研究-Ⅲ交雑種 F₄の形質解析. 淡水研报, 22(2):109-126
- Falconer DS. 1989. Introduction to quantitative genetics. England: Longman Scientific and Technical, 3rd edition, 438
- Wiking NP. 1981. The rationale and relevance of genetics in aquaculture: an overview. Aquaculture 22(3):209-228
- Wolters WR, Johnson MR. 1995. Analysis of a diallel cross to estimate effects of crossing on resistance to enteric septicemia in channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Aquaculture 137(1-4):263-269