

红鲤生长性状的上位性遗传效应分析

王成辉¹, 李思发¹, 刘志国¹, 项松平², 王 剑², 潘增云², 段江萍², 徐志彬²

(1. 上海水产大学 农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室, 上海 200090; 2. 浙江龙泉省级瓯江彩鲤良种场, 浙江龙泉 323700)

摘要:运用加性-显性-上位性遗传模型及其分析方法,研究了兴国红鲤(*Cyprinus carpio* var. *singuanensis*)、荷包红鲤(*C. carpio* var. *wuyuanensis*)和瓯江彩鲤(*C. carpio* var. *color*)的双列杂交子二代F₂的体质量和10个形态性状(全长、体长、体高、体宽、头长、吻长、眼径、眼间距、尾柄长和尾柄高)的上位性遗传效应。结果表明,除体高外,其余性状均存在不同程度的加性×加性上位性方差,其中体质量、全长、体长、头长、吻长和尾柄长的加性×加性上位性方差达显著水平($P < 0.05$);这10项性状的上位性方差占总遗传变异量的百分率为:体质量11.4%、全长22.6%、体长14.0%、体宽8.3%、头长24.2%、吻长17.5%、眼径12.9%、眼间距23.1%、尾柄长5.4%和尾柄高20.1%;通过3种红鲤亲本的遗传育种效应预测发现,瓯江彩鲤的加性和上位性效应能显著增加后代的体质量、全长和体长,而兴国红鲤和荷包红鲤的加性和上位性效应能显著降低后代的体质量、全长和体长。上位性遗传效应在鱼类数量性状的遗传育种中具有较重要作用。[中国水产科学, 2006, 13(4): 573-578]

关键词:红鲤;体质量;形态性状;上位性效应;遗传分析

中图分类号:Q959.468 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2006)04-0573-06

上位性效应(epistatic effect)是非等位基因间的相互作用而产生的基因效应,即不同位点上的基因相互作用,其效应值偏离单位点上基因的累加效应值,这部分偏离的效应值称为基因的上位性效应值^[1-2]。对任何生物体而言,其性状的表型值是由同一位点上等位基因产生的加性效应和显性效应、不同位点上非等位基因相互作用产生的上位性效应以及这些基因与环境共同作用的结果^[3]。现代遗传学与育种学研究表明,上位性效应是物种分化和适应的重要机制^[4-5],是影响生物诸多性状的遗传组分^[6],它在杂种优势的形过程中起重要作用^[2,7]。根据位点上基因相互作用的方式,上位性效应可分为加性×加性上位性效应、加性×显性上位性效应、显性×显性上位性效应等。与加性效应一样,加性×加性上位性效应可通过选择而趋于稳定遗传^[8]。估算加性×加性上位性效应的遗传分量,在遗传选择与育种上具有重要意义。一些研究表明,上位性效应在水产生物的遗传育种中也发挥了重要作用^[9-11],但从数量遗传学的角度来研究有

关性状的上位性效应却很少,迄今只见 Pante 等^[12]运用加性-显性-加加上位性模型研究了虹鳟 [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)] 不同近交群体的上位性效应;Dunham 等^[13]对斑点叉尾鲷 [*Ictalurus punctatus* (Rafinesque)] 的繁殖性能的上位性效应作过初步研究。但中国在鱼类数量性状的上位性研究尚未开展。

红鲤是中国优良的鱼类育种材料之一,在养殖生产上发挥着重要作用。自20世纪70年代以来,中国应用兴国红鲤(*C. carpio* var. *singuanensis*)或荷包红鲤(*C. carpio* var. *wuyuanensis*)与其他鲤品种(品系)杂交,生产了一批具有明显杂种优势的杂交种,如“丰鲤”、“颖鲤”、“荷元鲤”、“岳鲤”、“芙蓉鲤”和“三杂交鲤”等^[14-17],并利用杂种优势育成了一些新品种,如“建鲤”和“松浦鲤”等^[18-19]。然而,至今仍未开展红鲤的数量遗传学研究。

本研究是在兴国红鲤、荷包红鲤和瓯江彩鲤(*C. carpio* var. *color*)3种红鲤先进行双列杂交,再进行F₁自交繁育获得F₂的基础上,对F₂个体的

收稿日期:2005-06-20; 修订日期:2005-11-03.

基金项目:浙江省科委项目(2003C32026);上海市重点学科建设项目(Y1101);上海水产大学博士启动资金项目(科02198).

作者简介:王成辉(1972-),博士,从事水产动物种质资源与遗传育种研究. E-mail: wangch@shfu.edu.cn

通讯作者:李思发. Tel: 021-65710333, E-mail: sli@shfu.edu.cn

体质量和形态等数量性状进行上位性遗传效应分析,了解红鲤的遗传育种效应,评价加性×加性上位性效应在鱼类遗传育种中的作用,为鱼类的遗传选择与育种提供相关理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

2001年,取兴国红鲤、荷包红鲤和瓯江彩鲤雌雄各15尾,进行3×3的完全双列杂交(表1),生产F₁。2003年,随机选取每个交配组合(包括杂交与自交组合)的F₁雌雄个体各15尾,进行F₁的自交繁

育,生产F₂。

1.2 实验设置

待F₂鱼苗生长至4~5 cm,随机选取F₂个体剪鳍标记,水泥池中饲养。饲养放养方式采用亲本与其杂交组合同池放养。例如兴国红鲤自交子代F₂、荷包红鲤自交子代F₂及它们的正交子代F₂(兴国红鲤♀×荷包红鲤♂)和反交子代F₂(荷包红鲤♀×兴国红鲤♂)4种鱼同放一池。每池160尾,每种试验鱼各40尾。每种放养方式各设3个重复。供试水泥池9个,各50 m²。F₂实验鱼放养方式与重复数如表2所示。

表1 3种红鲤的双列杂交配组方式

Tab.1 Diallel crossing patterns in three variants of red common carp

	兴国红鲤(♂) <i>C. carpio</i> var. <i>singuenensis</i>	荷包红鲤(♂) <i>C. carpio</i> var. <i>taoyuanensis</i>	瓯江彩鲤(♂) <i>C. carpio</i> var. <i>color</i>
兴国红鲤(♀) <i>C. carpio</i> var. <i>singuenensis</i>	自交 purebred	正交 crossbred	正交 crossbred
荷包红鲤(♀) <i>C. carpio</i> var. <i>taoyuanensis</i>	反交 crossbred	自交 purebred	正交 crossbred
瓯江彩鲤(♀) <i>C. carpio</i> var. <i>color</i>	反交 crossbred	反交 crossbred	自交 purebred

注:每个交配组合雌雄各5尾(♀:♂=5:5)。

Note: Five males and five females were employed in each mating combination.

表2 F₂实验鱼放养方式

Tab.2 Stocking method for F₂ individuals of each mating combination in red common carp

实验池 Tank	1 [#] , 4 [#] , 7 [#]	2 [#] , 5 [#] , 8 [#]	3 [#] , 6 [#] , 9 [#]
放养方式 Stocking method	兴国红鲤(XG)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 兴国红鲤(XG)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×兴国红鲤(XG)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×兴国红鲤(XG)♂ (40) 兴国红鲤(XG)♀×兴国红鲤(XG)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40)	兴国红鲤(XG)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 兴国红鲤(XG)♀×兴国红鲤(XG)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40)	荷包红鲤(HB)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 兴国红鲤(XG)♀×兴国红鲤(XG)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 荷包红鲤(HB)♀×荷包红鲤(HB)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40) 瓯江彩鲤(CL)♀×瓯江彩鲤(CL)♂ (40)

注:括号的数字为每个交配组合F₂的放养个体数;XG,兴国红鲤;HB,荷包红鲤;CL,瓯江彩鲤。

Note: Number in parenthesis indicated stocking individuals of each mating combination; XG, *C. carpio* var. *singuenensis*; HB, *C. carpio* var. *taoyuanensis*; CL, *C. carpio* var. *color*.

当F₂饲养至20个月(成鱼阶段)时,测量每个实验池中F₂个体的体质量(BW)和10个形态性状,即全长(TL)、体长(SL)、体高(BD)、体宽(BWD)、头长(HL)、吻长(SNL)、眼径(ED)、眼间距(IW)、尾柄长(CPL)和尾柄高(CPD),共11个性状。由于良好的饲养管理条件,各交配组合的最低成活率均达92.5%,成活率差异对实验结果无显著影响。

1.3 遗传分析方法

运用加性-显性-上位性遗传模型^[8]进行分析。其模型的线性公式如下:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + A_j + D_{ij} + AA_{ii} + AA_{jj} + 2AA_{ij} + e_{ij}$$
 式中, Y_{ij} 是F₂个体的体质量和形态性状的表型值; μ 为群体均值; A_i 、 A_j 分别是母本和父本的加性效应, A_i 或 $A_j \sim (0, \sigma_A^2)$; D_{ij} 为显性效应, $D_{ij} \sim (0, \sigma_D^2)$; AA_{ii} 、 AA_{jj} 或 AA_{ij} 是加性×加性上位性效应, AA_{ii} 、 AA_{jj} 或 $AA_{ij} \sim (0, \sigma_{AA}^2)$; e_{ij} 为随机效应, $e_{ij} \sim (0, \sigma_e^2)$ 。

采用最小范数二阶无偏估计法——MINQUE (1)法[Minimum Norm Quadratic Unbiased Estimation by setting 1 for all prior values, MINQUE

(1)]^[20-23],估算各性状的方差分量:即表型方差 V_P 、加性方差 V_A 、显性方差 V_D 、上位性方差 V_{AA} 和机误方差 V_e 。

采用调整无偏预测法(Adjusted Unbiased Prediction, AUP)^[23-24]估算3种红鲤亲本各性状的加性效应、加性×加性上位性效应的遗传育种效应预测值;利用 Jeckknife 法^[24-25]计算各遗传参数的标准误,然后对每项遗传参数的显著性进行 t 检验。

2 结果

2.1 加性、显性和上位性方差分量

体质量和10个形态性状的方差分量见表3。

在11个性状中,除体高外,其他性状均存在不同程度的加性×加性上位性方差。体质量的加性、显性和加性×加性上位性方差均达显著水平($P < 0.05$);全长、体长和头长的加性方差和加性×加性上位性方差显著($P < 0.05$);吻长和尾柄长的加性×加性上位性方差显著($P < 0.05$)。

从各项方差分量与表型方差的比率看(表3与图1),在11个所测性状中,有8项(体质量、全长、体长、头长、吻长、眼径、眼间距和尾柄高)的加性×加性上位性方差比率超过10%,吻长、眼径和眼间距的加性×加性上位性方差比率大于加性方差比率。

表3 红鲤体质量和形态性状的各项方差分量及其与表型方差比率

Tab.3 Variance components and their proportions to phenotype variance for body weight and morphological traits in red common carp

性状 Trait	方差分量 Variance components			方差比率 Variance proportions		
	V_A	V_D	V_{AA}	V_A/V_P	V_D/V_P	V_{AA}/V_P
体质量 Body weight	1 389.56*	1 214.20*	908.57*	0.174*	0.152	0.114*
全长 Total length	1.125*	0.011*	0.679*	0.347*	0.004*	0.226*
体长 Standard length	2.444*	0.010*	0.613*	0.558*	0.002	0.140*
体高 Body depth	0.172	0.000	0.000	0.429*	0.000	0.000
体宽 Body width	0.022	0.000	0.011	0.166	0.000	0.083
头长 Head length	0.026*	0.004	0.019*	0.332*	0.051	0.242*
吻长 Snout length	0.000	0.072	0.022*	0.000	0.581*	0.175
眼径 Eye diameter	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.129
眼间距 Interorbital width	0.000	0.001	0.008	0.000	0.004*	0.231*
尾柄长 Caudal peduncle length	0.029	0.113*	0.009*	0.167*	0.653*	0.054*
尾柄高 Caudal peduncle depth	0.042	0.051	0.031*	0.265	0.328	0.201*

注:0.05 < * < 0.01; ** < 0.05; 加性/表型, V_A/V_P ; 显性/表型, V_D/V_P ; 上位性/表型, V_{AA}/V_P 。

Note: Additive/Phenotype, V_A/V_P ; Dominance/Phenotype, V_D/V_P ; Epistasis/Phenotype, V_{AA}/V_P 。

2.2 遗传育种效应预测

3个红鲤亲本11个性状的加性、上位性遗传效应预测值列于表4。对于体质量性状,兴国红鲤和荷包红鲤的加性效应和上位性效应均能使后代的体质量下降,尤其是上位性效应能显著降低后代的体质量。与这两种红鲤相反,瓯江彩鲤的加性和上位性效应均能使后代的体质量明显增加。

对于形态性状,兴国红鲤和荷包红鲤的上位性效应能显著降低后代的全长和体长,瓯江彩鲤的上位性效应却能显著地增加后代的全长和体长。此外,荷包红鲤的上位性效应能显著地降低后代的头长和吻长,但瓯江彩鲤的上位性效应虽能显著地增加后代的头长,但却显著地降低了后代的吻长。

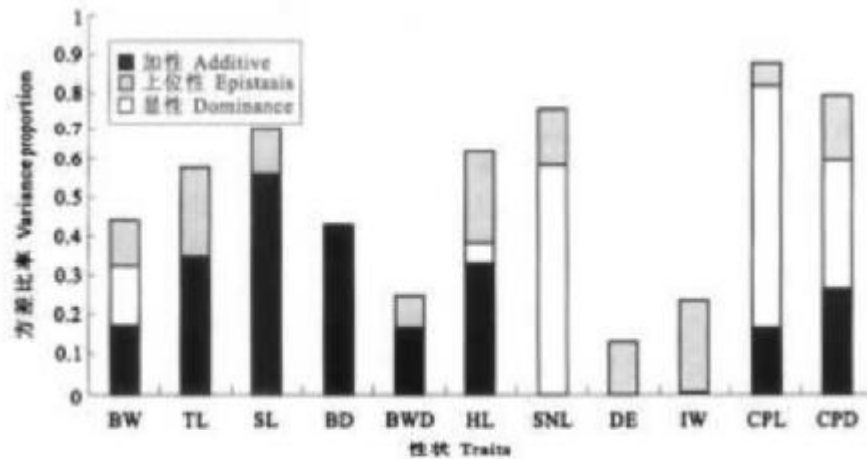


图1 红鲤体质量和形态性状的各项方差分量对表型方差的比率

注: BW, 体质量; TL, 全长; SL, 体长; BH, 体高; BWD, 体宽; HL, 头长; SNL, 吻长; ED, 眼径; DE, 眼间距; CPL, 尾柄长; CPH, 尾柄高。

Fig.1 Variance proportions to phenotype variance for body weight and morphological traits in red common carp
Note: BW, Body weight; TL, Total length; SL, Standard length; BH, Body depth; BWD, Body width; HL, Head length; SNL, Snout length; ED, Eye diameter; DE, Interorbital width; CPL, Caudal peduncle length; CPH, Caudal peduncle depth.

表4 3种红鲤亲本体质量和形态性状的加性和上位性遗传效应预测值
Tab.4 Predicted values of additive effect, additive $\times$ additive epistatic effect for body weight and morphological traits in three brooder groups of red common carp

性状 Trait	兴国红鲤 <i>C. carpio</i> var. <i>Singuenensis</i>		荷包红鲤 <i>C. carpio</i> var. <i>Wuyuanensis</i>		瓯江彩鲤 <i>C. carpio</i> var. <i>Color</i>	
	加性 Additive	上位性 Epistasis	加性 Additive	上位性 Epistasis	加性 Additive	上位性 Epistasis
体质量 Body weight	-12.097	-6.667*	-18.140	-21.728*	30.235	15.452*
全长 Total length	0.138	-0.165*	-0.810**	-0.769*	0.671*	0.298*
体长 Standard length	-0.026	0.018	-1.092*	-0.499*	1.118*	0.665*
体高 Body depth	-0.306*	0.000	0.279	0.000	0.027	0.000
体宽 Body width	-0.075	-0.051	-0.044	-0.053	0.119	0.057
头长 Head length	-0.115*	-0.068	-0.001	-0.062*	0.115*	0.025*
吻长 Snout length	0.000	-0.060	0.000	-0.079*	0.000	-0.053*
眼径 Eye diameter	0.000	-0.007	0.000	-0.005	0.000	-0.010*
眼间距 Interorbital width	-0.020	-0.004	-0.005	0.011	0.014	-0.006
尾柄长 Caudal peduncle depth	0.026	0.000	-0.131	0.000	0.105	0.000
尾柄高 Caudal peduncle depth	-0.041	-0.091*	-0.060	-0.063	0.101	-0.076*

注: 0.05 < * < 0.01, ** < 0.05, *** < 0.01.
Note: 0.05 < * < 0.01, ** < 0.05, *** < 0.01.

3 讨论

开展鱼类的遗传改良,是中国水产养殖业持续、稳定发展的重要保障。在对鱼类进行性状改良与选

择时,预先对拟改良的目标性状进行遗传效应分析,是必要的基础工作。如发现由加性效应所引起的狭义遗传力较高的性状,并有目的地予以选育,就可望取得较好的选择育种效果;如发现由显性效应所引

起的广义遗传力较高的性状,就可预知难以取得较满意的直接选择效果,但有望获得较好的杂交优势。

在当前的遗传效应研究中,对加性效应和显性效应研究较多,如 Winkelman 等^[26]研究了大鳞大麻哈鱼 [*Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum)] 9 月龄的体质量和体长的加性效应、显性效应和环境效应;Pante 等^[27]分析了虹鳟 (*Oncorhynchus mykiss*) 近交群体体质量的加性效应和显性效应,但对上位性效应研究却很少涉及。在生产实践中,忽略对上位性遗传效应的分析,有时会影响遗传育种工作。因为当某一改良性状的加性效应较低时,并不意味着没有希望,如果在存在较高的加性×加性上位性效应的情况下,也有可能取得较好的选择效果。

由于加性×加性上位性效应引起的变异,是一种可以遗传给后代的变异,通过选择可在后代得到累加或固定。因而上位性效应与加性效应一样,在遗传选择与育种上具有重要作用。但并不是所有性状都存在显著的上位性效应,不同的性状可能表现不同程度的上位性效应。本研究中,体质量、头长、吻长和尾柄长具有显著的上位性效应,能对后代的选择与育种产生重要影响;其他的性状虽存在不同程度的上位性效应,但不仅没有达到显著水平,而且远低于加性效应。在这种情况下,其上位性效应在遗传育种中的作用就很有限。

通过上位性效应分析,还可以为育种亲本的选择提供更为详细的信息。即通过对选育亲本的上位性遗传效应预测,选择既有较大加性效应,又有较高上位性效应的育种亲本,以期获得更理想的育种效果。如前所述,瓯江彩鲤在体质量、全长和体长的上位性效应,能显著促进后代的生长,用瓯江彩鲤作亲本,可获得更好的遗传改良效果。而兴国红鲤和荷包红鲤在体质量、全长和体长的上位性效应却能明显地降低后代的生长。在使用这两种红鲤作亲本进行遗传改良时,应考虑到上位性效应带来的负面影响。兴国红鲤与荷包红鲤的这种负向上位性效应是否由于这两种红鲤均为人工选育而成的良种,导致基因位点的纯合度较高,不同位点上基因相互作用产生效应排斥或修饰,这些问题均有待进一步研究。此外,在本研究中,吻长与尾柄长还存在较高的显性效应,由于显性效应主要表现在 F_1 群体中,而这 2 个性状的显性效应占表型效应的 50% 以上,这 2 个性状是否存在较大程度的基因型-环境相互作用,尚有待于后续研究揭示。

参考文献:

- [1] 余四斌,周 芳. 植物杂种优势遗传基础的研究进展[J]. 种子,1998, 6:53-56,58.
- [2] 余四斌. 上位性效应是水稻杂种优势的重要遗传基础[J]. 中国科学(C辑),1998,28(4):333-342.
- [3] Cheverud J M, Routman E J. Epistasis and its contribution to genetic variance components[J]. Genetics, 1995, 139:1455-1461.
- [4] Allard R W. Genetic basis of the evolution of adaptations in plants[J]. Euphytica, 1996, 92:1-11.
- [5] Rieseberg L H, Sinervo B, Linder C R, et al. Role of gene interactions in hybrid speciation: evidence from ancient and experimental hybrids[J]. Science, 1996, 272:741-745.
- [6] Li Z K, Finson S R M, Park W D, et al. Epistasis for three grain yield components in rice (*Oryza Sativa* L.)[J]. Genetics, 1997, 145:453-465.
- [7] Yu S B, Li J X, Xu C G, et al. Importance of epistasis as the genetic basis of heterosis in an elite rice hybrid[J]. Pro Natl Acad Sci, 1997, 94:226-231.
- [8] 朱 军. 遗传模型分析方法[M]. 北京:中国农业出版社, 1996. 1-15, 6-174.
- [9] Winkler F M, Estevez B F, Joffe L B, et al. Inheritance of the General Shell Color in the Scallop *Argopecten purpuratus* (Bivalvia: Pectinidae)[J]. Heredity, 2001, 92(6): 521-525.
- [10] Hodgecock D, McGoldrick D J, Bayne B L. Hybrid vigor in Pacific oysters: An experimental approach using crosses among inbred lines[J]. Aquaculture, 1995, 137: 285-298.
- [11] Paht Y, Shirak A, Czaani A, et al. Detection of genes with deleterious alleles in an inbred line of tilapia (*Oreochromis aureus*)[J]. Aquaculture, 2002, 206: 151-164.
- [12] Pante M J R, Gjerdie B, McMillan I. Effect of inbreeding on body weight at harvest in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* [J]. Aquaculture, 2001, 192:201-211.
- [13] Danham R A, Argue B J. Reproduction among Channel Catfish, Blue Catfish, and Their F sub(1) and F sub(2) Hybrids[J]. Trans Am Fish Soc, 2000, 129: 222-231.
- [14] 楼允东. 鱼类育种学[M]. 北京:中国农业出版社, 1999. 40-107.
- [15] 吴仲庆. 水产生物遗传育种学(第三版)[M]. 厦门:厦门大学出版社, 2000. 153-167.
- [16] 李思发. 中国淡水鱼类种质资源和保护[M]. 北京:中国农业出版社, 1996. 50-56.
- [17] Li S F, Wang C H. Genetic diversity and selective breeding of red common carp in China [J]. INGA ICLARM quarterly, 2001, 24(3-4): 56-61.
- [18] 张建森, 孙小昇. 建鲤育种研究论文集[C]. 北京:科学出版社, 1994. 144-153.
- [19] 沈俊宝, 刘明华. 鲤鱼育种研究[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社, 2000. 91-97.

- [20] Rao C R. Estimation of variance and covariance components MINQUE theory[J]. J Multivar Anal, 1971, 1: 257-275.
- [21] 朱 军. 估算遗传方差和协方差的混合模型方法[J]. 生物数学学报, 1992, 7(1): 1-11.
- [22] Zhu J, Weir B S. Analysis of cytoplasmic and maternal effects: I. a genetic model for diploid plant seeds and animals[J]. Theor Appl Genet, 1994, 89: 153-159.
- [23] Zhu J, Weir B S. Diallel analysis for sex-linked and maternal effects[J]. Theor Appl Genet, 1996, 92: 1-9.
- [24] Zhu J, Weir B S. Mixed model approaches for diallel analysis based on a bio-model[J]. Genet Res Camb, 1996, 68: 233-240.
- [25] Miller R G. The jackknife: a review[J]. Biometrika, 1974, 61: 1-15.
- [26] Winkelman A M, Peterson R G. Heritabilities, dominance variation, common environmental effects and genotype by environment interactions for weight and length in chinook salmon[J]. Aquaculture, 1994, 125: 17-30.
- [27] Pante M J R, Gjerde B, McMillan I, et al. Estimation of additive and dominance genetic variances for body weight at harvest in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* [J]. Aquaculture, 2002, 204: 383-392.

Genetic analysis of epistatic effects of growth traits in red common carp

WANG Cheng-hui¹, LI Si-fa¹, LIU Zhi-guo¹, XIANG Song-ping², WANG Jian², PAN Zeng-yun², DUAN Jiang-ping², XU Zhi-bin²

(1. Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecosystem, Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China; 2. The Provincial Farm of Oujiang Color Common Carp, Zhejiang 323700, China)

Abstract: Red common carp are very excellent genetics and breeding materials in aquaculture in China, but the study on their quantitative genetics has not been conducted yet. In this paper, the additive-dominance-epistasis genetic model was used to analyze additive, dominance and epistatic genetic effects for body weight and 10 morphometric traits (total length, standard length, body depth, body width, head length, snout length, eye diameter, interorbital width, Caudal peduncle length and Caudal peduncle depth) from three variants of red common carp, *Cyprinus carpio* var. *Singuanensis*, *C. carpio* var. *Wuyuanensis* and *C. carpio* var. *Color*, based on F₂ data from diallel cross experiment. The results indicated: except the trait of body depth, the additive-additive epistatic effects were observed in the other traits. In which, the additive-additive epistatic effects were significant in traits of body weight, total length, standard length, head length, snout length and caudal peduncle length. The proportions of epistasis to phenotype variance of 10 traits were: body weight 11.4%, total length 22.6%, standard length 14.0%, body width 8.3%, head length 24.2%, snout length 17.5%, eye diameter 12.9%, interorbital width 23.1%, caudal peduncle length 5.4% and caudal peduncle depth 20.1%. Through the genetic merit prediction of three parents, it was found that the additive and additive-additive epistatic effects of *C. carpio* var. *Color* could increase the body weight, total length and standard length in progenies, but the these two effects of *C. carpio* var. *Singuanensis* and *C. carpio* var. *Wuyuanensis* could decrease the body weight, total length and standard length in progenies. Epistatic genetic effect could play an important role in genetic selection and breeding in fish. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(4): 573-578]

Key words: red common carp; body weight; morphometric traits; epistatic effect; genetic analysis

Corresponding author: LI Si-fa. E-mail: sli@shfu.edu.cn