

文章编号: 1004-7271(2004)01-0001-04

我国 4 种红鲤群体的生化遗传差异

王成辉, 李思发, 赵金良

(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)

摘要 采用聚丙烯酰胺凝胶水平电泳, 分析了兴国红鲤、玻璃红鲤、荷包红鲤和瓯江彩鲤的 8 种同工酶和 1 种肌蛋白。结果发现, 荷包红鲤的多态位点比例最高(21.05%), 瓯江彩鲤和玻璃红鲤相等(15.79%), 兴国红鲤最低(10.53%), 群体平均杂合度期望值为 0.0458~0.0742, 平均杂合度观察值为 0.0440~0.0748, 聚类分析表明, 兴国红鲤、玻璃红鲤和瓯江彩鲤为同一分支, 荷包红鲤为另一分支。

关键词 红鲤 群体 同工酶 遗传差异

中图分类号 S917 文献标识码: A

Study on biochemical genetic differences among 4 populations of red common carp in China

WANG Cheng-hui, LI Si-fa, ZHAO Jin-liang

(Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecosystem Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract Biochemical genetic differences of Xingguo red common carp (*Cyprinus carpio* var. *singuanensis*), glass red common carp (*C. c.* var. *wananensis*), purse red common carp (*C. c.* var. *wuyuanensis*) and Oujiang color common carp (*C. c.* var. *color*) were analyzed by polyacrylamide gel electrophoresis. The results indicated: the highest percentage of polymorphic loci resulted in purse red common carp (21.05%), Oujiang color common carp was equal to glass red common carp (15.79%), but the lowest was observed in Xingguo red common carp (10.53%); the expected heterozygosity values of four red carps ranged from 0.0458 to 0.0742; the observed heterozygosity values ranged from 0.0440 to 0.0748. Phylogenetic tree showed Xingguo red carp, glass red carp and Oujiang color carp belong to the same clade, and purse red carp belongs to another clade.

Key words red common carp; population; isoenzyme; genetic difference

红鲤是我国极为重要的遗传育种材料, 如兴国红鲤 (*Cyprinus carpio* var. *singuanensis*) 和荷包红鲤 (*C. c.* var. *wuyuanensis*)。目前在我国养殖较广泛的红鲤除上述两种外, 还有玻璃红鲤 (*C. c.* var. *wananensis*) 和瓯江彩鲤 (*C. c.* var. *color*)。兴国红鲤、荷包红鲤和玻璃红鲤均分布于江西省, 俗称“江西三红”^[1-2], 瓯江彩鲤分布于浙江省的瓯江流域。对我国部分红鲤的生化遗传特性已有一些研

收稿日期 2003-11-24

基金项目: 上海水产大学—浙江龙泉市合作项目“瓯江彩鲤种质特性与开发利用研究”(技 99-12)

作者简介: 王成辉(1972-), 男, 湖南宁远人, 博士, 从事水产动物种质资源与种苗工程研究。Tel: 021-65710348, E-mail: wangch@shfu.edu.cn

通讯作者: 李思发(1938-), 男, 江苏镇江人, 教授, 博士生导师, 从事水产动物种质资源与种苗工程研究。Tel: 021-65710333, E-mail: lsf038@mail.online.sh.cn

究^[3-6],如朱必凤等^[3]分析了兴国红鲤心、肝、肾、脑、眼和肌肉中的乳酸脱氢酶(LDH)、苹果酸脱氢酶(MDH)、酯酶(EST)和葡萄糖-6-磷酸脱氢酶(G-6-PDH)4种同工酶,表明存在明显的组织特异性。李思发等^[4]研究了兴国红鲤肌、脑、心、肝和眼5种组织中的LDH、MDH、EST、G-6-PDH、超氧化物歧化酶(SOD)、山梨醇脱氢酶(SDH)、异柠檬酸脱氢酶(IDH)、苹果酸酶(ME)、醇脱氢酶(ADH)、甘油-3-磷酸脱氢酶(α -GPDH)共10种同工酶,其中LDH有明显的组织特异性,ADH、IDH、EST有多态性。尹洪滨等^[5]对荷包红鲤心、肝、肌和眼4种组织中的LDH、MDH、EST和SOD同工酶研究表明也存在明显的组织特异性。但是,对红鲤的生化遗传差异研究主要是部分群体不同组织的同工酶表达差异研究,对群体的遗传变异,除李思发等^[4]曾报道兴国红鲤的多态座位比例为15.79%,平均杂合度为0.0738外,少有报道。至于红鲤不同种群间生化遗传差异的比较研究,尚未见报道。本文通过横向比较这四种红鲤的生化遗传差异,旨在为红鲤的种质和开发利用研究积累相关资料。

1 材料和方法

1.1 组织采集

兴国红鲤、玻璃红鲤、荷包红鲤采自上海水产大学南汇种质试验站,瓯江彩鲤采自浙江省龙泉瓯江彩鲤良种场。每个群体各取样30尾,体重为180.5~254.7g。取背部肌肉及肝脏,编号后放入小塑料袋中,于低温冰箱中(-25℃)保存备用。

1.2 电泳方法

采用聚丙烯酰胺凝胶及LKB平板电泳仪电泳。共分析了8种同工酶:ADH、IDH、LDH、MDH、G-6-PDH、SOD、EST、ME以及肌蛋白。电泳条件和染色方法参考文献[4]的方法。

1.3 统计分析

统计每个红鲤群体的多态位点比例(P)、平均杂合度观察值(H_o)和期望值(H_e)^[7],然后对群体平均杂合度的观察值与期望值进行 χ^2 检验,以考察各群体是否偏离Hardy-weinberg平衡。计算群体内和群体间的遗传相似度(I)、遗传距离(D)^[7],根据遗传距离,用MEGA 2.0软件^[8]进行聚类分析。

2 结果

2.1 等位基因频率

在对四种红鲤肌肉、肝脏中8种同工酶和1种肌蛋白的电泳分析中,除ADH同工酶染色未显带,在显带清楚的7种同工酶和肌蛋白中,仅肌肉中 $Ldh-B$,肝脏中 $Est-1$ 、 $Est-2$ 和 Idh 见多态位点。4种红鲤的多态位点及其等位基因频率见表1。

表1 4种红鲤所测的多态位点及其等位基因频率

Tab.1 Polymorphic loci and their allelic frequencies of the studied isozymes of 4 populations of red common carp

位点	等位基因	兴国红鲤	玻璃红鲤	荷包红鲤	瓯江彩鲤
$Ldh-B$	100	0.5000	0.7143	0.8333	0.4545
	97	0.3000	0.2857	0.1667	0.3636
	94	0.2000	0.0000	0.0000	0.1919
$Est-1$	100	0.8536	0.8536	0.7143	0.6250
	105	0.1464	0.1464	0.2857	0.3750
$Est-2$	100	1.0000	0.8333	0.7969	0.8333
	95	0.0000	0.1667	0.2031	0.1667
Idh	100	1.0000	1.0000	0.7734	1.0000
	94	0.0000	0.0000	0.2266	0.0000

2.2 群体的遗传变异

四种红鲤群体的多态位点比例和平均杂合度见表 2。兴国红鲤、玻璃红鲤和荷包红鲤的平均杂合度观察值与期望值之比 (H_o/H_e) 均小于 1, 只有瓯江彩鲤的平均杂合度观察值与期望值之比 (H_o/H_e) 略大于 1。经 χ^2 检验, 除荷包红鲤极显著地偏离 hardy-weinberg 平衡外 ($P < 0.01$), 其它三种红鲤均符合 Hardy-weinberg 平衡 ($P > 0.05$)。

表 2 四种红鲤的多态位点比例 (P) 和平均杂合度 (H)

Tab. 2 Proportion of polymorphic loci (P) and average heterozygosity (H) of 4 populations of red common carp

群体	多态位点比例 ($P, \%$)	杂合度观察值 (H_o)	杂合度期望值 (H_e)	H_o/H_e
兴国红鲤	10.53	0.0440	0.0458	0.9607
玻璃红鲤	15.79	0.0624	0.0653	0.9556
荷包红鲤	21.05	0.0649	0.0721	0.9001
瓯江彩鲤	15.79	0.0748	0.0742	1.0081

2.3 群体间的遗传相似度和遗传距离

兴国红鲤、玻璃红鲤、荷包红鲤和瓯江彩鲤群体间的遗传相似度和遗传距离列于表 3。兴国红鲤与玻璃红鲤的生化遗传相似度最高 (0.9961), 遗传距离最低 (0.0039); 而兴国红鲤与荷包红鲤遗传相似度最小 (0.9891), 相互间的遗传距离最大 (0.0110)。

从构建的四种红鲤群体的 UPGMA 聚类关系图发现, 兴国红鲤、玻璃红鲤和瓯江彩鲤为同一聚类支, 荷包红鲤为另一聚类支。

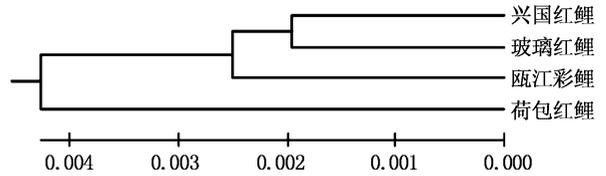


图 1 四种红鲤群体的 UPGMA 聚类图

Fig. 1 The UPGMA dendrogram of 4 populations of red common carp

表 3 四种红鲤的遗传相似度 (右上角) 和遗传距离 (左下角)

Tab. 3 Genetic similarity indexes (above diagnose) and genetic distances (below diagnose) between 4 populations of red common carp

	兴国红鲤	玻璃红鲤	荷包红鲤	瓯江彩鲤
兴国红鲤		0.9961	0.9891	0.9951
玻璃红鲤	0.0039		0.9942	0.9949
荷包红鲤	0.0110	0.0058		0.9912
瓯江彩鲤	0.0049	0.0051	0.0088	

3 讨论

3.1 四种红鲤的遗传变异

多态位点是进化中变异活跃的片段, 群体的多态位点比例 (P) 和平均杂合度 (H) 反映了群体分化和变异的程度^[9]。在这四种红鲤中, 瓯江彩鲤的平均杂合度最高, 其平均杂合度的观察值与期望值之比 (H_o/H_e) 略大于 1, 表明瓯江彩鲤的杂合子略有过剩。而兴国红鲤、玻璃红鲤和荷包红鲤平均杂合度的观察值与期望值之比 (H_o/H_e) 均小于 1, 表明它们均存在不同程度的杂合子缺失现象, 即纯合子过剩, 进而表明瓯江彩鲤的遗传变异水平最高。因为兴国红鲤、玻璃红鲤和荷包红鲤均为人工育成品种, 兴国红鲤于 1973 - 1985 年进行了 6 代选育, 玻璃红鲤于 1973 - 1983 年进行了 6 代选育, 荷包红鲤于 1969 - 1979 年进行了 6 代选育^[2]。而瓯江彩鲤是尚未经人工选育的地方性养殖群体。人工育成品种是从有

限的原始群体中经过多代近交而获得的,势必造成了部分等位基因的丧失,从而使群体纯合子的频率增加,杂合子的频率下降。

在本研究中,荷包红鲤的多态位点比例最高,比兴国红鲤、玻璃红鲤和瓯江彩鲤多一个多态位点,平均杂合度(期望值)也比较高,与瓯江彩鲤相近,但荷包红鲤平均杂合度的观察值却较低,极显著地偏离 Hardy-weinberg 平衡,存在显著的杂合子缺失现象,荷包红鲤可能存在较高程度的非平衡选择。

3.2 四种红鲤的相互关系

从上述结果可以看出,兴国红鲤、玻璃红鲤、瓯江彩鲤 3 种红鲤间的亲缘关系较近,而荷包红鲤与这三种红鲤的亲缘关系较远,这与形态水平的研究结果一致,而与分子水平的研究有所差异^[10]。这也说明较长时期的地理隔离和有目的的人工选择,不但会使生物的形态性状和数量性状发生相应的变化,也会使生化遗传性状发生相应的变化。但由于同工酶检测的是基因的表达产物,检测的位点有限(本研究中只有 3 个多态位点),表达产物的基因在生物体的整个基因组中只占极少部分,还有大量的遗传变异未能检测出来,此外从基因到表达产物存在转录、翻译等中间环节,同时受到自然选择或人工选择的影响,因而同工酶所反映的遗传变异往往较低,同工酶数据反映的亲缘关系有时可能不够全面。对于四种红鲤的遗传多样性和遗传亲缘关系还有待更深层次的研究,特别是 DNA 水平上的研究来加以验证。

本研究得到蔡完其教授的鼎力相助,浙江省龙泉市水利局的曾伟光、徐志彬、项松平和王剑参加瓯江彩鲤的样本采集工作,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 楼允东,孙景春. 江西三种红鲤起源与遗传多样性研究的进展[J]. 水产学报, 2001, 25(6): 570 - 575.
- [2] 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.
- [3] 朱必凤,李思光. 兴国红鲤成体组织中四种同工酶的研究[J]. 江西大学学报, 1992, 16(4): 372 - 378.
- [4] 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998. 79 - 85, 184 - 228.
- [5] 尹洪滨,孙中武,刘明华. 荷包红鲤与德国镜鲤四种同工酶的比较研究[J]. 水产学杂志, 1995, 8(1): 18 - 21.
- [6] 石安静,冯开茂,胡国清,等. 人工诱导荷包红鲤雌核发育子代与亲本的染色体组型及几种酶的组织化学比较[J]. 水生生物学报, 1986, 10(2): 121 - 127.
- [7] Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals[J]. Genetics, 1978, 89: 583 - 590.
- [8] Kumar S, Tamura K, Jakobsen I B, et al. MEGA2: Molecular evolutionary genetics analysis software[J]. Bioinformatics, 2001, 17: 1244 - 1245.
- [9] 程立生. 同工酶电泳技术在动物分类学上的应用[J]. 动物学杂志, 1987, 18(4): 20 - 23.
- [10] 王成辉. 中国红鲤遗传多样性研究[D]. 上海水产大学 2002 届博士论文.