

稀有鮠鲫 HAN 近交系的免疫与生化标记分析

邵燕^{1,2}, 王伟³, 王剑伟¹, 曹文宣¹

(1. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072; 2. 滨州学院 滨州市食品安全重点实验室, 滨州 256603;
3. 滨州医学院, 滨州 256603)

【摘要】 目的 筛选稀有鮠鲫 HAN 近交系遗传质量检测标记。方法 采用鳞片活体移植和同工酶聚丙烯酰胺凝胶电泳法对稀有鮠鲫 HAN 近交系的遗传纯度进行检测。结果 在免疫标记分析中, 鳞片自体移植存活率为 96.7% 以上, 野生群体移植存活率为 7.4%, 而 HAN 系 F22 鳞片异体移植的成功率为 80%, 显著高于野生群体。在生化标记分析中, 在 HAN 系 F22 中无多态性位点, 不同个体的同工酶谱呈现高度一致, 在野生群体中有 2 个多态位点即 *est2* 和 *est3*, 多态位点的比例为 15.56%。结论 经过多代近亲交配, 稀有鮠鲫 HAN 近交系生化标记基因已经纯合, 鳞片异体移植存活率达到 80%, 表明 HAN 系具有较高的遗传均一性。选用鳞片的异体移植及酯酶和肌蛋白分别作为免疫和生化标记对稀有鮠鲫 HAN 近交系进行遗传质量检测是可行的。

【关键词】 稀有鮠鲫; 免疫标记; 生化标记; 遗传质量检测

【中图分类号】 Q95-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-4847(2012)01-024-06

Doi: 10.3969/j.issn.1005-4847.2012.01.006

Identification of immunological and biochemical markers in an inbred strain HAN of *Gobiocypris rarus*

SHAO Yan^{1,2}, WANG Wei³, WANG Jian-Wei¹, CAO Wen-Xuan¹

(1. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China;
2. Binzhou University, Key Laboratory for Food Safety of Binzhou, Binzhou 256603;
3. Binzhou Medical College, Binzhou 256603)

【Abstract】 Objective To screen markers used in genetic quality detection of inbred strain HAN of *Gobiocypris rarus*. **Methods** Living donor transplantation of scales and polyacrylamide gel electrophoresis of isozyme were used for the genetic quality control of HAN inbred strain. **Results** The survival rate of allotransplanted scales in the inbred strain HAN was significantly higher (80%) than that of 7.4% in the wild population. Six isozymes presumably were encoded by 13 gene loci, 11 of which were found monomorphic in the wild population, and 2 polymorphic loci (*est2*, *est3*) with a mean proportion of 15.56%. However, no polymorphic loci was found in F22. In addition, no difference between individuals was found in the inbred stock. **Conclusions** After successive mating brother and sister, inbred stock of *G. rarus* has reached a high degree of genetic purity. It is feasible to perform genetic quality control of HAN inbred strain of *Gobiocypris rarus* by scale allotransplantation and gel electrophoresis on Est and Mp.

【Key words】 *Gobiocypris rarus*; Immunological marker; Biochemical marker; Control of genetic quality

稀有鮠鲫(*Gobiocypris rarus*)是中国特有的一种小型鲤科鱼类动物,由于其具有许多作为实验动物的优点^[1],从1990年开始,我们采用全同胞兄妹交

配的方法开展了稀有鮠鲫近交系 HAN 的培育工作。目前已进行至近交 22 代的培养。但是由于长期的近交繁殖,出现了近交衰退的现象,从第 9 代起亲鱼

[基金项目] 中国科学院知识创新工程重要方向项目(编号: KSCX-SW-425); 湖北省科技基础条件平台专项; 滨州学院博士科研启动基金项目(2007Y11)。

[作者简介] 邵燕(1979-),女,研究方向: 鱼类学。E-mail: shaoyan79@163.com

[通信作者] 王剑伟。E-mail: wangjw@ihb.ac.cn

成熟后部分出现产卵畸形现象,不能正常孵出苗,严重影响了传代的速度和质量。因此,对目前已建立的稀有鮡鲫 HAN 近交系,亟需要了解其遗传背景如何? 遗传纯度如何?

由于科学研究对实验动物的均一性和实验结果的重复性有较高要求,因而对实验动物遗传物质的稳定性和一致性也就提出了更高要求。遗传均一性是标准实验动物的关键,我国《实验动物—哺乳类实验动物的遗传质量控制》规定皮肤移植法和生化标记检测为必检项目。对于鱼类实验动物,目前尚没有统一的方法和标准,必须借鉴哺乳类的相关规定建立与完善检测的方法。为了获取稀有鮡鲫近交系的遗传背景资料库,检测近交系的遗传纯度,建立稀有鮡鲫品系鉴定的方法,作者继利用微卫星技术对稀有鮡鲫近交系遗传检测后^[2],又采用鳞片移植法和生化标记基因法对稀有鮡鲫 HAN 近交系遗传纯度进行了检测,现将结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 实验材料

实验所用稀有鮡鲫野生群体 80 尾,平均体长(44.31 ± 4.33) mm,2006 年 1 月采自四川省汉源县。HAN 系为本实验室自 1990 年以来培育的近交系^[2],检测样本为 F22 代 80 尾,平均体长(40.05 ± 3.26) mm。实验在普通实验室下进行,根据 3R 原则在实验方案和操作上进行了控制。活体操作前,实验鱼用 100 mg/L 的甲磺酸三卡因(MS-222)进行麻醉。

1.2 鳞片移植法检测

鳞片移植参考 Kikuchi & Egami^[3]、吴青江等^[4]的方法略加修改。自体鳞片移植选取同一尾鱼背部鳞片 3 枚移至其同侧腹部鳞片的鳞囊中;异体鳞片移植选取 3 尾鱼的背部鳞片各 1 枚先后移至第 4 尾鱼腹部鳞片的鳞囊中,对受体鱼自体移植鳞片 1 枚作为对照。手术后将鱼放在 0.4% 的食盐水中,每缸中仅放 1 尾鱼。实验鱼在移植前后各停食 2 d,以减少粪便,防止伤口感染。移植后在解剖镜下观察鳞片的脱落情况和鳞片上色素细胞的变化情况。

1.3 生化标记基因法检测

野生群体和 HAN 近交系各取 30 尾。每尾鱼经形态学测量后,取肝脏和肌肉分别以 1:8(重量 g:体积 mL)加入预冷的 0.1 mol/L 磷酸盐缓冲液(pH 7.0),于微量匀浆器中匀浆以粉碎组织。离心后分

装,于低温冰箱中保存至分析用。电泳采用不连续聚丙烯酰胺垂直平板凝胶电泳。电泳条件参照胡能书等^[5]和何效忠^[6]的方法。染色方法参照 Harris & Hopkinson^[7]和曾呈奎^[8]的方法,酶谱判译参照王中仁^[9]的方法,数据处理采用 BIOSYS-1 软件^[10]。

2 结果

2.1 鳞片移植法检测

2.1.1 鳞片的存活率

方差分析表明稀有鮡鲫自体移植鳞片存活率在野生群体和近交 HAN 系之间无显著差异($P = 0.067 > 0.05$),异体移植鳞片存活率则差异极显著($P = 0.000 < 0.001$)。稀有鮡鲫野生群体和近交系 F22 自体移植鳞片存活率结果见表 1。移植 30 d 后,鳞片存活率分别为 96.7%、100%。稀有鮡鲫野生群体和近交系 F22 异体移植鳞片存活率见表 2。在受体鱼的自体移植对照组中,移植 30 d 后,野生种群和近交系 F22 鳞片的存活率均为 100%,鳞片均未见脱落。但在相应的异体移植试验组中,近交系 F22 鳞片的存活率高于野生种群的,30 d 后近交系 F22 的鳞片存活率为 80%,30 枚鳞片中共有 6 枚脱落,24 枚鳞片存活;而野生群体的鳞片存活率则仅为 7.4%,27 枚鳞片中共有 25 枚已脱落,仅 2 枚存活。

表 1 稀有鮡鲫野生群体和 HAN 近交系 F22 自体移植鳞片存活率

Tab. 1 Survival rates of scales of the autografts in wild population and HAN inbred strain F22 of *Gobiocypris rarus*

观察时间 (天) Observation days	野生群体 Wild population		HAN 系 F22 F22 of inbred strain HAN	
	鳞片数 (枚) Number of scales (n)	存活率 (%) Survival rate (%)	鳞片数 (枚) Number of scales (n)	存活率 (%) Survival rate (%)
1	30	100	30	100
2	30	100	30	100
3	30	100	30	100
4	30	100	30	100
5	30	100	30	100
7	30	100	30	100
10	30	100	30	100
15	30	100	30	100
20	29	96.7	30	100
25	29	96.7	30	100
30	29	96.7	30	100

表 2 稀有鮰鲫野生群体和 HAN 近交系 F22 异体移植鳞片存活率

Tab. 2 The survival rates of scales of allografts in the wild population and HAN inbred strain F22 of *Gobiocypris rarus*

观察时间 (天) Observation days	野生种群 Wild population				HAN 系 F22 F22 of inbred strain HAN			
	自体移植 Autotransplantation		异体移植 Allotransplantation		自体移植 Autotransplantation		异体移植 Allotransplantation	
	鳞片数(枚) Number of scales (n)	存活率(%) Survival rate(%)	鳞片数(枚) Number of scales (n)	存活率(%) Survival rate(%)	鳞片数(枚) Number of scales (n)	存活率(%) Survival rate(%)	鳞片数(枚) Number of scales (n)	存活率(%) Survival rate(%)
1	9	100	27	100	10	100	30	100
2	9	100	22	81.5	10	100	30	100
3	9	100	19	70.4	10	100	30	100
4	9	100	16	59.2	10	100	30	100
5	9	100	12	44.4	10	100	30	100
7	9	100	10	37.0	10	100	30	100
10	9	100	6	22.2	10	100	30	100
15	9	100	2	7.4	10	100	27	90
20	9	100	2	7.4	10	100	27	90
25	9	100	2	7.4	10	100	24	80
30	9	100	2	7.4	10	100	24	80

2.1.2 鳞片的色素细胞变化

鳞片移植后,鳞片上的色素细胞首先会发生排斥反应,在移植后的第 2 天就可以观察到排斥反应,鳞片脱落或开始充血、发炎,色素细胞溶解、破裂,色素逐渐消失。在野生和近交群体的鳞片自体移植中,5~10 d 后色素细胞稳定,不再出现细胞破裂的现象,色素细胞在形态上都趋于稳定,呈小点状(图 1,彩插 4)。在野生种群的鳞片异体移植中,色素细胞的数量一直都在减少,细胞不断破裂、色素溶解,在移植后的第 2 天部分鳞片被排斥而脱落,但是也有极少数鳞片虽未脱落但是随着时间的延长鳞片上的色素细胞逐渐消失,直至最后完全消失,整个鳞片呈一透明的薄片状(图 2,彩插 5);在 HAN 系 F22 的异体鳞片移植中,鳞片上的色素细胞的变化则具备上述两种情况:即①少数鳞片移植后,其鳞片上的色素细胞逐渐消失,鳞片最后或者脱落,或者呈一透明的薄片状,无色素细胞;②大多鳞片移植后能够存活,只是鳞片上的色素细胞在形态和数量上趋于稳定的时间较自体移植的稍长,需要 7~15 d 左右,稳定后鳞片上的色素细胞大多都呈圆点状,在随后的时间内色素细胞在形态上基本不再发生变化(图 3,彩插 5)。

2.2 生化标记基因法检测

2.2.1 同工酶酶谱

野生和近交稀有鮰鲫肌肉和肝脏组织同工酶酶谱表达见图 4。在所分析的 6 种同工酶中,HAN 系 F22 表现了较高的遗传同质性,各同工酶的表型均一致,未见有个体差异;野生种群除了在 Est 同工酶

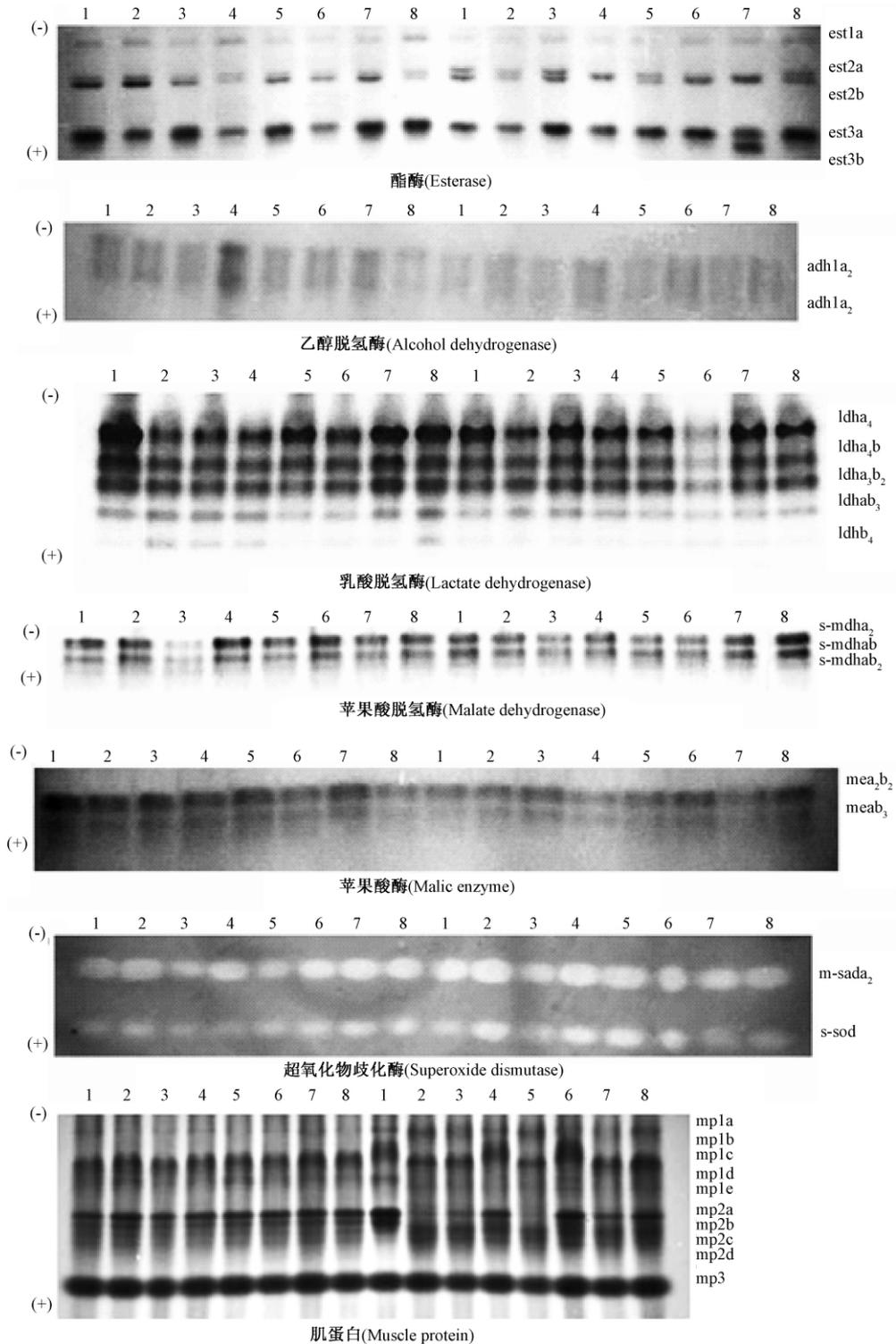
表达上有差异,显示了一定的多态性,在其他同工酶的表达上也一致,未出现个体差异。

在肌肉组织中 Est 同工酶共由 3 个位点编码,*est1* 由 1 个等位基因编码,酶的表达在野生种群和 HAN 系 F22 之间无差异;*est2*、*est3* 均由 a 及 b 两个等位基因编码,*est2* 在 HAN 系 F22 中表型可见 1 条酶带,在野生种群中出现多态现象,个体间存在明显差异,可见 1~2 条酶带;*est3* 在 HAN 系 F22 中表达为 1 条酶带,在野生种群中表达为 1~2 条酶带,个体间酶的表达有明显差异,存在多态现象。

稀有鮰鲫野生种群和 HAN 系 F22 肝脏组织的 Adh 同工酶各由 2 个位点编码,均为单态纯合,个体间无差异。在肌肉组织中 Ldh 同工酶有 2 个基因座位(*ldha*、*ldhb*)控制,座位间可杂合,电泳分离出 5 条酶带,野生种群和 HAN 系 F22 不同个体之间在酶谱表达上无差异。野生种群和 HAN 系 F22 在肌肉组织中的 Mdh 上表现一致,有 2 个基因座位编码(*s-mdha*、*s-mdhb*)均为单态,座位间可杂合,表型为 3 条带。在肌肉组织中野生种群和 HAN 系 F22 的 Me 同工酶表达无差异,由 2 个基因座位编码,互相之间可杂合,表型可见 2 条带。Sod 同工酶在野生种群和 HAN 系 F22 不同个体的肌肉组织中表达无差异,由 2 个位点编码(*s-sod*、*m-sod*)均为单态。

2.2.2 肌蛋白电泳图谱

稀有鮰鲫的 Mp 电泳图谱较为复杂,由 3 个座位编码,即 *mp1*、*mp2* 和 *mp3*(图 4)。*mp1*、*mp2* 和 *mp3* 在 HAN 系 F22 各个体中表达是一致的,个体间无差异;野生种群的 *mp1*、*mp2* 则明显表现出多态



注: 左侧 1-8: HAN 系 F22; 右侧 1-8: 野生种群

图 4 稀有鮡鲫野生群体和 HAN 近交系同工酶和肌蛋白电泳图谱

Note: The left 8 ind.: Inbred population; The right 8 ind.: wild population.

Fig. 4 Electrophoretogram of isozymes and muscle protein expressed in wild population and HAN inbred strain F22 of *Gobiocypris rarus*

性 *mp3* 的表达在不同个体也都是是一致的。HAN 系 *mp1* 表型为 3 条谱带,即 a、c、d 组成,c 带活性强,a 带、d 带的活性均较弱;*mp2* 表型可见 4 条谱带,a 带的活性最强,其他带均为较强带;*mp3* 仅表现为 1 条带,活性最强,在不同个体间无差异。野生种群 *mp1* 表达为 5 条谱带,在野生种群的不同个体间的差异较大,谱带 b 和 e 在近交群体中缺乏;*mp2* 的 4 条谱带是稳定存在的,但谱带仅在活性强弱上具有多态性;*mp3* 在野生群体中也只表达为 1 条带,活性最强,个体间无差异。

2.2.3 同工酶的多态位点及其等位基因频率

稀有鮡鲫野生和近交群体多态位点等位基因频率见表 3。在研究的 6 种同工酶系统中,共记录出 13 个基因位点,其中在野生种群中单态位点有 11 个,有 2 个位点为多态,它们是 *est2* 和 *est3*,多态位点的比例为 15.56%;在 HAN 系 F22 中则无多态性位点。

表 3 稀有鮡鲫同工酶的多态位点及等位基因频率

Tab.3 Observed polymorphic loci and allele frequency of the enzymes in *Gobiocypris rarus*

多态位点 Multiple loci	等位基因 Allele	野生种群 Wild population	HAN 系 F22 F22 of inbred strain HAN
<i>est2</i>	a	0.4167	0.0000
	b	0.5833	1.0000
<i>est3</i>	a	0.8667	1.0000
	b	0.1333	0.0000

3 讨论

3.1 稀有鮡鲫 HAN 近交系的免疫标记分析

在鱼类中,组织移植主要是采用鳞片移植、鳍条移植和脾脏移植等^[11-13]。本实验借鉴于小鼠的皮肤移植法,采用鳞片移植的方法来监测在实验室条件下通过近亲繁殖已近交至 22 代的稀有鮡鲫个体间的组织相容性,发现鳞片存活率在 HAN 系 F22 的异体鳞片移植中比在野生群体中的明显要高很多;野生群体异体移植的鳞片黑色素细胞最后几乎完全消失,存活黑色素细胞极少,而 HAN 系 F22 大多数黑色素细胞能够存活,反映了 HAN 系 F22 个体间具有较强的遗传一致性。但是相对于自体移植而言,HAN 系 F22 异体鳞片移植的成功率要稍低,可能是因为近交至 22 代的个体还未达到基因完全一致的水平,从而导致部分鳞片会发生脱落。

在本研究中观察的两个主要指标是鳞片的存活率和黑色素细胞的变化情况,鳞片的排斥反应最快

为 2 d,最长为 20 d。鳞片上的黑色素细胞会随着排斥反应而发生相应的变化,在移植后的第 2 天就会发生色素细胞破裂的现象。这在许多研究中都有报道。研究生物素和 X-射线对鲮鱼(*Fundulus heteroclitus*)鳞片移植的影响,发现未经处理的鳞片黑色素细胞在移植后 3~7 d 就会被破坏^[14]。青鳉异体移植的鳞片经 γ -射线照射后,最长在 20d 之内就会发生排斥,色素细胞在 25 d 内完全消失^[3]。用鳞片移植的方法对兴国红鲤的纯系—红鲤 8305 进行品系鉴定,结果发现鳞片移植中整个排斥过程为 5~14 d,有 87% 的移植鳞片都能正常生长^[4]。因此,鳞片的存活率和黑色素细胞的变化情况是评价稀有鮡鲫同种异体移植排斥反应的良好指标。

对通过全同胞兄妹交配培育而成的青鳉近交系进行鳞片移植研究,发现同系鳞片移植的成功率随着自交代数的上升而增加,近交至 20 代的个体 30 日后同系异体鳞片移植的成功率均在 75% 以上^[15]。通过鳞片移植法对雌核发育的红鲤 8305 进行品系鉴定,发现鳞片移植的成功率为 87%^[4]。稀有鮡鲫近交至 22 代后,30 日后鳞片异体移植的成功率为 80%,因此可以认为,目前已建立的稀有鮡鲫近交系 HAN 系已具有较高的纯合度。

在本研究中,采用自体移植作为对照,发现自体鳞片移植的成功率很高,表明鳞片异体移植不成功主要是由于鱼类自身的免疫反应所致,而非移植时技术上的失败造成的。因此,采用鳞片移植的方法进行稀有鮡鲫近交系的遗传质量检测是可行的。

3.2 稀有鮡鲫 HAN 近交系的生化标记分析

鱼类同工酶的遗传学研究始于 60 年代初期,同工酶作为一种生化指标,已被用于鱼类雌核发育群体、近交系的遗传变异和遗传结构研究中^[16-18]。在本研究中,稀有鮡鲫 HAN 近交系 F22 同工酶的基因表型趋于一致,个体间同工酶的表达未见差异,遗传多态性明显降低,这表明,稀有鮡鲫 HAN 系已具有较好的遗传均一性,长期的近交使其遗传物质发生了明显的改变。这在剑尾鱼也有过类似的报道^[19]。

稀有鮡鲫野生种群和 HAN 系 F22 在 *est2*、*est3* 和 *mp2*、*mp3* 表达的明显差异性和在近交系内个体间的相似性可以作为区分野生种群和近交系的生化遗传标志。研究同工酶基因表达的主要目的之一,就是在于选择明显而稳定的特别是具多态性的等位基因,作为群体检测的生化遗传标记。在研究的同工酶中,只有在酯酶同工酶和肌蛋白的表达上显示

了一定的多态性,因此,在所研究的 6 种同工酶和 1 种肌蛋白中,可以考虑只检测酯酶同工酶和肌蛋白。

在近交系实验动物监测中,同工酶监测是一种常规的遗传监测方法,已成为中华人民共和国国家标准《哺乳类实验动物的遗传质量控制 GB14923-2001》推荐的实验动物近交系小鼠、大鼠的遗传检测方法。但是本研究发现同工酶用于稀有鮠鲫近交系的遗传监测中效果不是十分理想,6 种同工酶中,只有酯酶同工酶表现出多态性,因此,今后还需继续进行稀有鮠鲫不同群体的同工酶分析研究,以筛选出更多的生化标记,用于近交系的遗传监测工作中,从而可以更全面地反映近交系的遗传概貌。此外,由于同工酶电泳分析所测定的位点,只是遗传变异的很小部分,而且电泳方法只能检测出全部核苷酸代换数目(即全部遗传变异)的 1/4 ~ 1/3。因此,还需要结合分子生物学技术,从 DNA 水平进行检测,使实验结果更加准确、可靠。

(本文图 1~3 见彩插 4 5)。

参 考 文 献

- [1] 曹文宣,王剑伟. 稀有鮠鲫—一种新的鱼类实验动物 [J]. 实验动物科学与管理, 2003, 20 (增刊): 96-99.
- [2] 邵燕,王剑伟,何勇凤,等. 稀有鮠鲫近交系微卫星多态性分析 [J]. 水生生物学报, 2009, 33(4): 649-655.
- [3] Kikuchi S, Egami N. Effects of γ -irradiation on the rejection of transplanted scale melanophores in the teleost, *Oryzias latipes* [J]. Dev Comp Immunol, 1983, 7: 51-58.
- [4] 吴清江,叶玉珍,陈荣德,等. 雌核发育系红鲤 8305 的产生及其生物学特性 [J]. 海洋与湖沼, 1991, 22(4): 295-299.
- [5] 胡能书,万贤国. 同工酶技术及其应用 [M]. 1985, 长沙: 湖南科学出版社.
- [6] 何效忠,张树政. 电泳 (第 2 版) [M]. 1999, 北京: 科学出版社.
- [7] Harris H, Hopkinson DA. Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human Genetics [M]. 1976, Amsterdam, Oxford: North Holland Publishing Com.
- [8] 曾呈奎,相建海. 海洋生物技术 [M]. 1998, 济南: 山东科技出版社.
- [9] 王中仁. 植物等位酶分析 [M]. 1996, 北京: 科学出版社.
- [10] Swofford DL, Selander RB. BIOSYS-4: a computer program for the analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematics [J]. J Heredity, 1989, 72: 281-283.
- [11] 阿不都克热木·吾甫尔. 组织移植对额河银鲫不同雌核发育系的遗传监测 [J]. 新疆教育学院学报, 2003, 19(4): 119-121.
- [12] Kallman KD. Gynogenesis in the teleost, *Mollisensia formosa*, with a discussion of the detection of parthenogenesis in vertebrates by tissue transplantation [J]. J Genetics 1962, 58: 7-21.
- [13] Kallman KD, Gordon M. Transplantation of fins in Xiphophorus fishes [J]. Annals New York Acad Sci, 1957, 71(3): 307-318.
- [14] Cooper EL. The effects of antibiotics and X-irradiation on the scale homografts in *Fundulus heteroclitus* [J]. Transplantation 1964, 2: 2-20.
- [15] Taguchi Y. Establishment of inbred strains of the teleost, *Oryzias latipes* [J]. Zool Mag, 1980, 89: 283-301.
- [16] Taniguchi N, Kijima A, Fukai J. High heterozygosity at *Gpi-1* in gynogenetic diploids and triploids of ayu, *Plecoglossus olivaceus* [J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1987, 53: 717-720.
- [17] Streisinger G, Walker C, Dower N, et al. Production of clones of homozygous diploid zebrafish (*Brachydanio rerio*) [J]. Nature, 1981, 291: 293-296.
- [18] 徐成,王可玲,徐永立,等. 雌核发育牙鲮同工酶基因的重组及父方基因的表达 [J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(1): 62-67.
- [19] 魏杰,刘双环,王洪,等. 近交系剑尾鱼的遗传生化标记研究 [J]. 中国比较医学杂志, 2009, 19(12): 27-34.

[收稿日期] 2010-04-19

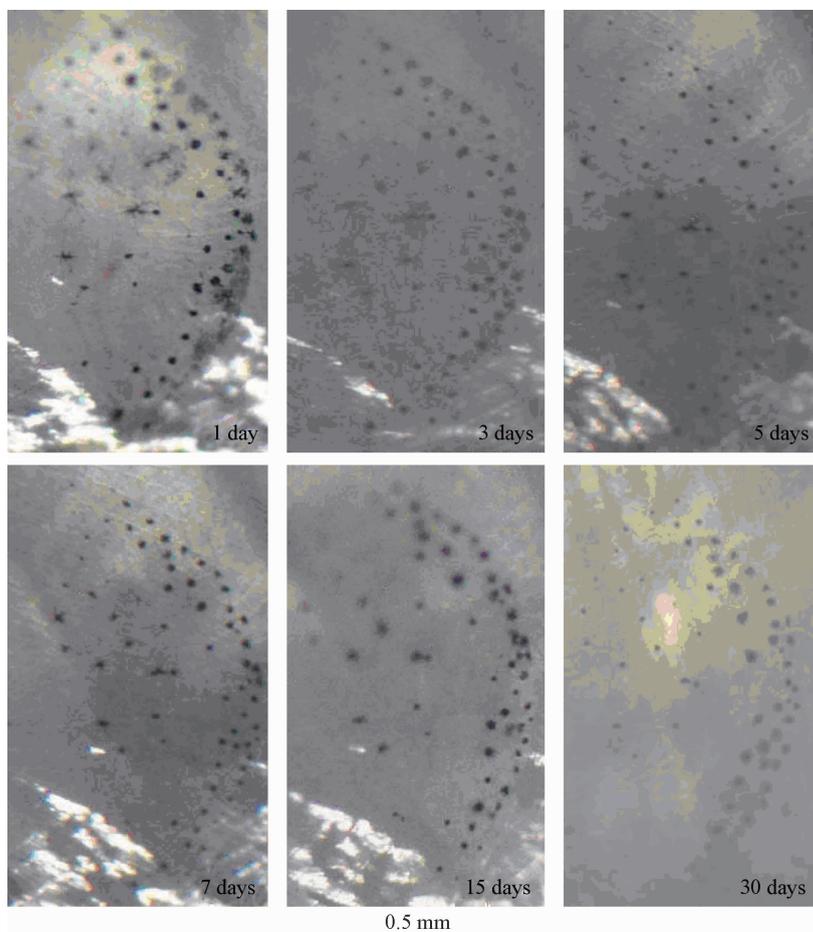
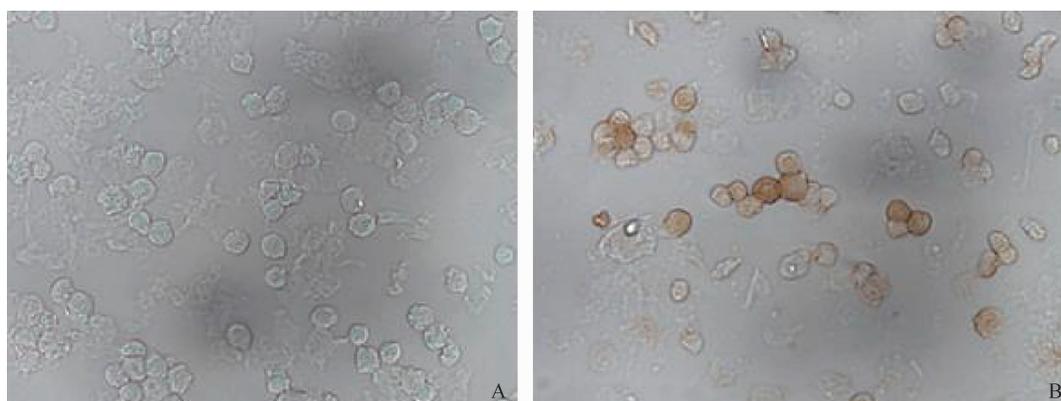


图 1 稀有鮡鲫 HAN 近交系 F22 鳞片自体移植中色素细胞的变化

Fig. 1 Changes of the melanophores during the scale autotransplantation in F22 inbred strain HAN of *Gobiocypris rarus*



注: A. 阴性对照; B.仙台病毒与金黄地鼠阳性血清 IEA 反应结果, IgG-HRP 以 1:80 稀释。

图 5 仙台病毒抗原与金黄地鼠阳性血清 IEA 结果

Note: A. Negative control; B. The IEA results of response of Sendai virus antigen with the positive hamster serum against SV. The dilution of the rabbit against hamster IgG-HRP was 1:80.

Fig. 5 IEA results of the response of Sendai virus antigen with the positive hamster serum against Sendai virus (SV)

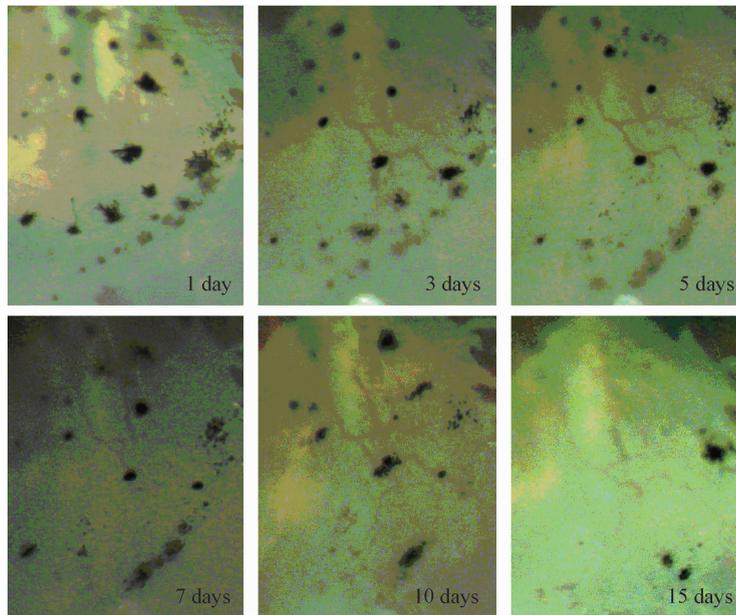


图 2 稀有鮡鲫野生群体鳞片异体移植中色素细胞的变化

Fig. 2 Changes of melanophores during the scale allotransplantation in the wild populations of *Gobiocypris rarus*

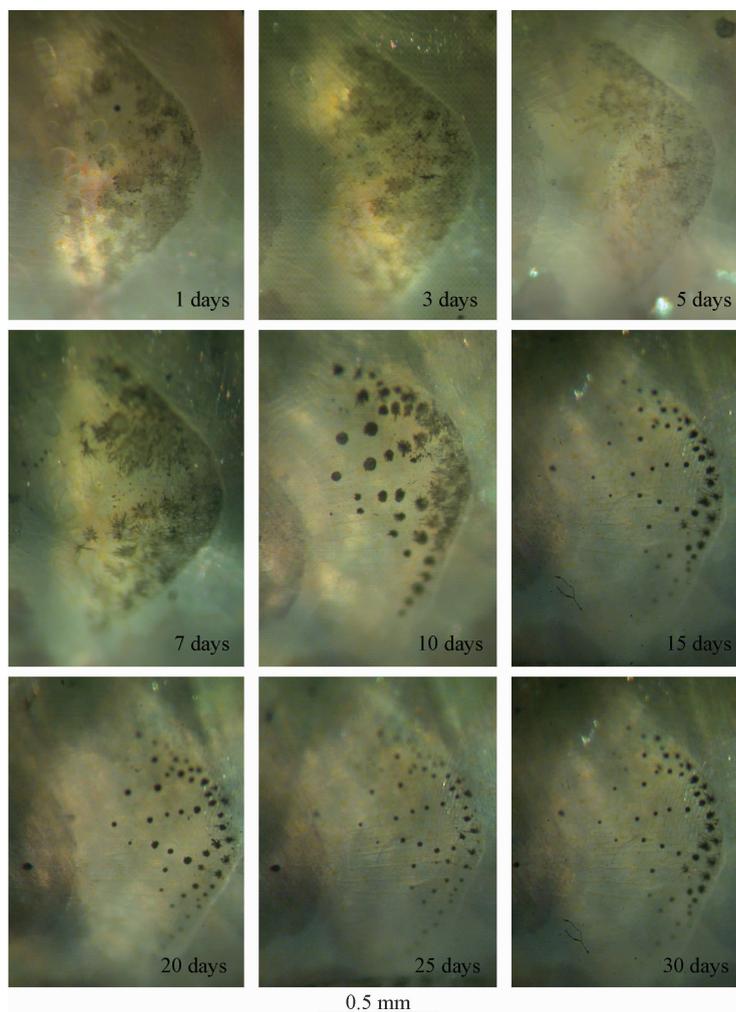


图 3 稀有鮡鲫 HAN 近交系 F22 鳞片异体移植中色素细胞的变化

Fig. 3 Changes of melanophores during the scale allotransplantation of F22 in inbred strain HAN of *Gobiocypris rarus*