

两种壳色虾夷扇贝的同工酶分析

孙秀俊^{1,2} 杨爱国^{1*} 刘志鸿¹ 周丽青¹ 王卫军³

(¹农业部海洋渔业资源可持续发展利用重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(²上海水产大学生命科学与技术学院, 200090)

(³山东省海洋水产研究所, 烟台 264006)

摘要 采用不连续聚丙烯酰胺凝胶垂直电泳技术对两种壳色虾夷扇贝的闭壳肌进行了同工酶检测分析与比较。8种同工酶(MDH、ADH、ME、SOD、EST、GDH、SDH和 α -AMY)共检测出17个位点,其中白色贝有7个多态位点,褐色贝有6个多态位点,多态位点($P_{0.99}$)的比例分别为41.18%和35.29%,白色贝和褐色贝平均每个位点的等位基因有效数目(A_e)分别为1.1421和1.1040,预期杂合度分别(H_e)为0.0919和0.0674,实际杂合度(H_o)分别为0.1275和0.0907,多态位点的遗传偏离指数表明,白色贝具有更高的遗传变异水平和多样性水平。位点Est-3可以作为鉴定白色贝和褐色贝的特异性蛋白质分子标记。

关键词 虾夷扇贝 同工酶 多态性 遗传变异 壳色

中图分类号 Q55;Q959.215 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2009)01-0054-07

Analysis of isozymes in different shell colors of *Patinopecten yessoensis*

SUN Xiu-jun^{1,2} YANG Ai-guo^{1*} LIU Zhi-hong¹

ZHOU Li-qing¹ WANG Wei-jun³

(¹Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resources, Minister of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(²Shanghai Fisheries University, College of Aqua-life Science and Technology, 200090)

(³Marine Fisheries Research Institute of Shandong, Yantai 264006)

ABSTRACT The electrophoretograms of isozymes from adductor muscle of *Patinopecten yessoensis* were analyzed by vertical polyacrylamide gel electrophoresis. Results showed that there were 17 loci by detecting 8 isozymes (MDH, ADH, ME, SOD, EST, GDH, SDH, α -AMY) in white scallops and brown scallops. Among the recorded loci, 7 loci (*Sod-2*, *s-Mdh-1*, *Est-2*, *Est-3*, *Sdh-1*, α *Amy-2*, α *Amy-5*) and 6 loci (*Sod-2*, *s-Mdh-1*, *Est-2*, *Sdh-1*, α *Amy-2*, α *Amy-5*) were polymorphic in white and brown scallops, and the mean proportion of polymorphic loci (P) was 41.18% and 35.29%. The mean effective number of alleles per locus (A_e) was 1.1421 and 1.1040, the mean expected heterozygosity per locus (H_e) was 0.0919 and 0.0674, and the mean observed heterozygosity (H_o) was 0.1275 and 0.0907. In the mean time, the devia-

国家高技术研究发展计划(863)项目(2006AA10A408)、国家科技支撑计划专题(2006BAD01A00)和国家自然科学基金项目(30600465)共同资助

* 通讯作者。E-mail: yangag@ysfri.ac.cn, Tel: (0532)85811982

收稿日期: 2007-10-13; 接受日期: 2007-11-19

作者简介: 孙秀俊(1981-), 男, 硕士研究生, 主要从事贝类遗传育种研究。E-mail: sxjrenp@hotmail.com, Tel: 13730960725

tion indexes from Hardy-Weinberg equilibrium (d) of the polymorphic loci were calculated, both of them showed the absence of heterozygosity. The genetic variability of white scallops was higher than those of brown scallops, which had a better growth potential during the further selection. We conclude that white scallops have better potential a for further selection and breeding. At the same time, we found the dissimilarity of activity and polymorphism in *Est-3* between white scallops and brown scallops, and it can be used as the genetic marker of *variation*.

KEY WORDS *Patinopecten yessoensis* Isozyme Polymorphism
Genetic variability Shell colors

虾夷扇贝 *Patinopecten yessoensis* 主要分布于日本和朝鲜半岛沿海,20世纪80年代初从日本引进,目前已成为我国北方沿海养殖的重要经济贝类之一。在人工养殖过程中,近几年发现少部分虾夷扇贝的壳色发生变异,变成左右壳均为白色。多年的生产实践证明,白色贝较褐色贝有着生长快、易于度夏等优点,通过对左右壳均为白色的扇贝进行定向选育,培育出能够稳定遗传的优良品种。目前,国内外对虾夷扇贝的苗种培育、繁殖生物学等方面的研究报道较多(王庆成 1984;李文姬等 1997;隋锡林等 1990),有关虾夷扇贝的生化遗传及分子标记方面的研究工作开展较少(陈省平等 2005;高悦勉等 2003,2004;Fujio *et al.* 1991),有关虾夷扇贝壳色方面的研究尚少有报道。

本实验应用同工酶技术对壳色变异的虾夷扇贝和正常壳色的虾夷扇贝进行生化遗传研究,对二者的同工酶的酶谱特征进行分析和比较,分析二者的遗传多样性水平,为虾夷扇贝的良种选育和生化遗传提供基础资料和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

白色贝,左右壳均为白色;褐色贝,为正常壳色,左壳为红褐色,右壳为白色,两种虾夷扇贝于2007年1月29日取自大连长海县小长山养殖海区,从同龄贝中随机选取48只白色贝和48只褐色贝,白色贝平均壳长 9.47 ± 0.50 cm,褐色贝平均壳长 9.41 ± 0.43 cm,活体带回实验室, -80°C 保存备用。

1.2 样品的制备

取0.5g闭壳肌,加入1.5ml 0.05%巯基乙醇水溶液,冰浴条件下进行研磨, 4°C 冷冻离心12 000r/min,离心30 min,取上清液分装入PCR管中,放入 -80°C 保存。

1.3 电泳及染色方法

采用北京六一仪器厂的DYCZ-24A型电泳槽进行不连续聚丙烯酰胺凝胶电泳,对凝胶浓度、电压、电极缓冲液和点样量的多少及染色条件进行反复摸索和优化,确立的酶电泳参数如下:浓缩胶 $T=3.6\%$, pH6.7,分离胶 $T=8.2\%$ (MDH、 α -AMY、IDH、ALP、ACP、ADH、ME、SOD、POD、GDH和SDH),EST的分离胶 $T=13\%$, pH8.9,凝胶厚度1mm, TG缓冲液系统恒压230~300V, TC系统恒压80V, EBT系统恒压140V,电泳在 4°C 冰箱中进行,电泳时间4~5h,点样量根据不同种酶类而异。

电泳结束后,进行各种酶的染色,染色参照胡能书等(1985)、王中仁(1998)和季维智等(1999)的方法(略做改动),最后用UVP Biomaging systems C-80拍照记录。

1.4 结果记录及数据处理

同工酶的位点和等位基因的命名参照Shaklee等(1990)和Whitmore(1990)的方法。以同工酶名称缩写

的代表酶蛋白,小写英文字母 a、b、c...表示不同的基因位点,小写英文字母后面的数字代表不同的等位基因,用它们的组合代表基因型。控制同一种酶的不同基因座位按照从阳极到阴极的顺序依次标记为 1、2、3...

同工酶数据的数理统计采用王中仁(1998)和 Nei(1972)方法,计算多态位点比例(P)、等位基因频率(q_i)、平均每个位点等位基因的有效数目(A_e)、预期杂合度(H_e)和实际杂合度(H_o)、Hardy-Weinberg 遗传偏离指数(d)、遗传相似度(I)和遗传距离(D_{nei})。多态位点以其主要的等位基因频率低于 0.99 为标准。

2 结果与分析

2.1 虾夷扇贝同工酶电泳结果

白色贝和褐色贝 12 种同工酶的结果表明,酸性磷酸酶(ACP)、碱性磷酸酶(ALP)、过氧化物酶(POD)、异柠檬酸脱氢酶(IDH)4 种同工酶未检测到活性表达或酶谱不清晰,对显带清楚的 8 种同工酶进行生化遗传分析,共检测出 17 个位点,所测的位点和基因频率见表 1。部分同工酶电泳图谱见图 1、图 2 和图 3。

表 1 白色贝和褐色贝 17 个同工酶位点的等位基因频率
Table 1 Allele frequencies of 17 isozyme loci in white and brown scallops

基因位点 Loci	等位基因 Allele	基因频率 Frequency		基因位点 Loci	等位基因 Allele	基因频率 Frequency	
		白色贝(W)	褐色贝(R)			白色贝(W)	褐色贝(R)
<i>Sod-1</i>	A	1.000 0	1.000 0		b	0.062 5	0.135 4
<i>Sod-2</i>	A	0.500 0	0.500 0	<i>Est-3</i>	a	0.770 8	1.000 0
	B	0.500 0	0.500 0		b	0.229 2	0.000 0
<i>Sod-3</i>	A	1.000 0	1.000 0	<i>Sdh-1</i>	a	0.947 9	0.947 9
<i>s-Mdh-1</i>	A	0.947 9	0.937 5	α <i>Amy-1</i>	b	0.052 1	0.052 1
	B	0.052 1	0.062 5		a	1.000 0	1.000 0
<i>m-Mdh-1</i>	A	1.000 0	1.000 0	α <i>Amy-2</i>	a	0.166 7	0.072 9
<i>Adh-1</i>	A	1.000 0	1.000 0	b	0.833 3	0.927 1	
<i>Me-1</i>	A	1.000 0	1.000 0	α <i>Amy-3</i>	a	1.000 0	1.000 0
<i>Gdh-1</i>	A	1.000 0	1.000 0	α <i>Amy-4</i>	a	1.000 0	1.000 0
<i>Est-1</i>	A	1.000 0	1.000 0	α <i>Amy-5</i>	a	0.937 5	0.968 8
<i>Est-2</i>	A	0.937 5	0.864 6	b	0.062 5	0.031 2	

2.1.1 超氧化物歧化酶(SOD, E. C. 1.15.1.1)

二聚体酶。白色贝和褐色贝均观察到 *Sod-1* 和 *Sod-2* 和 *Sod-3* 三个位点。其中, *Sod-1* 有 1 种等位基因 a 编码,观察到 1 种基因型 aa,活性较弱。*Sod-2* 由两种等位基因 a 和 b 编码,观察到 1 种基因型 ab,为多态位点。*Sod-3* 有 1 种等位基因 a 编码,观察到 1 种基因型 aa,为单态。

2.1.2 苹果酸脱氢酶(MDH, E. C. 1.1.1.37)

二聚体酶。白色贝和褐色贝中均有一个位点 *m-Mdh-1* 编码,由于等位基因的 a 或 b 关闭,只观察到某个等位基因的纯合基因型 aa 或 bb。

白色贝和褐色贝中均有一个位点 *s-Mdh-1* 编码,观察到两种等位基因 a、b 和两种基因型 aa、ab,个体之间有差异,为多态位点。

2.1.3 乙醇脱氢酶(ADH, E. C. 1.1.1.1)

二聚体酶。白色贝和褐色贝均有 *Adh-1* 一个位点编码,观察到 1 种等位基因 a 和 1 种基因型 aa,为单态。

2.1.4 苹果酸酶(ME, E. C. 1.1.1.40)

四聚体酶。白色贝和褐色贝均有 *Me-1* 一个位点编码,观察到 1 种等位基因 a 和 1 种基因型 aa,为单态。

2.1.5 谷氨酸脱氢酶(GDH, E. C. 1.4.1.2)

二聚体酶。白色贝和褐色贝均有 *Gdh-1* 一个位点编码,观察到一种等位基因 a 和一种基因型 aa,为单态。

2.1.6 酯酶(EST, E. C. 3. 1. 1. 1)

单聚体酶。白色贝和褐色贝均有 *Est-1*、*Est-2* 和 *Est-3* 三个位点编码,其中,白色贝和褐色贝在位点 *Est-1* 均观察到 1 种等位基因 a 和 1 种基因型 aa,为单态位点,位点 *Est-2* 均观察到两种等位基因 a、b 和 3 种基因型 aa、ab 和 bb,为多态位点。而白色贝在位点 *Est-3* 活性较弱,观察到两种等位基因 a、b 和两种基因型 aa、ab,为多态位点(图 2)。而褐色贝此位点活性较强,只观察到 1 种等位基因 a 和 1 种基因型 aa,为单态位点(图 3)。为更好的证明酯酶在白色贝和褐色贝之间的表达差异,将白色贝和褐色贝的样品放在同一张胶板上在相同的条件下进行聚丙烯酰胺凝胶电泳(图 4)。结果证实,位点 *Est-3* 的活性在白色贝和褐色贝中的表达有着稳定而显著的差异。

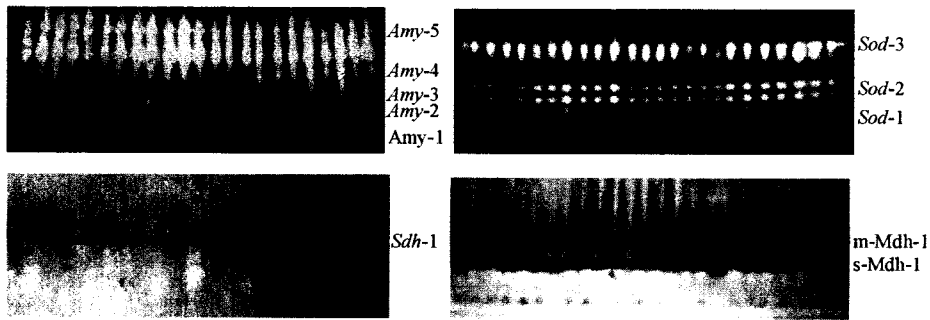


图 1 虾夷扇贝的部分电泳图谱

Fig. 1 Isozyme electrophoregrams of *Patinopecten yessoensis*

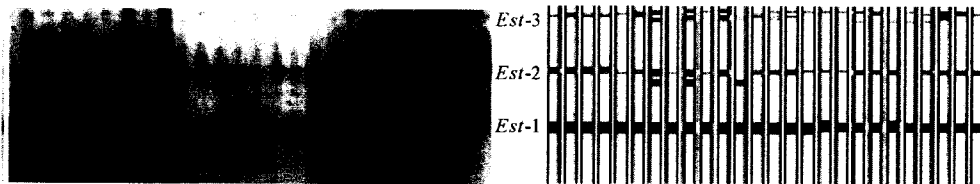


图 2 白色贝 EST 酶谱

Fig. 2 The zymogram of EST of white scallops

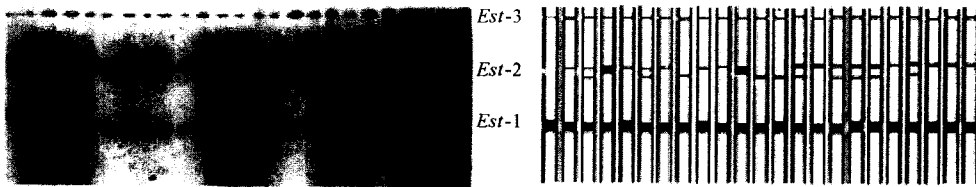
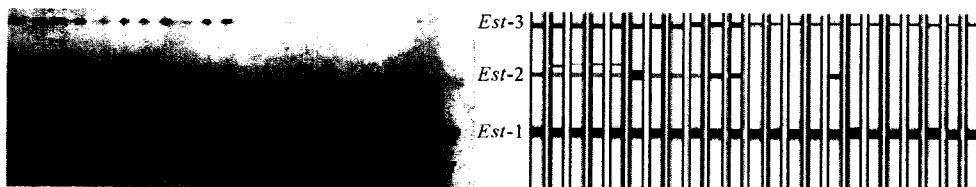


图 3 褐色贝 EST 酶谱

Fig. 3 The zymogram of EST of brown scallops



W:白色贝;R:褐色贝

W:white scallops;R:brown scallops

图 4 白色贝和褐色贝的 EST 对比酶谱

Fig. 4 The contrast zymogram of EST of white and brown scallops

2.1.7 山梨醇脱氢酶(SDH, E. C. 1. 1. 1. 14)

二聚体酶。白色贝和褐色贝均有 *Sdh-1* 一个位点编码,观察到两种等位基因 a、b 和 3 种基因型 aa、ab 和 bb,为多态位点。

2.1.8 α -淀粉酶(α -AMY, E. C. 3. 2. 1. 1)

单聚体酶。白色贝和褐色贝均有 α -Amy-1、 α -Amy-2、 α -Amy-3、 α -Amy-4 和 α -Amy-5 五个位点编码,其中, α -Amy-2、 α -Amy-3 和 α -Amy-5 三个位点均观察到 1 种等位基因 a 和 1 种基因型 aa,为单态位点。位点 α -Amy-2 和 α -Amy-5 均观察到两种等位基因 a、b 和两种基因型 aa、ab,个体之间有差异,为多态位点。

2.2 两种壳色虾夷扇贝遗传参数的比较

2.2.1 两种壳色虾夷扇贝的多态位点比率(P)

白色贝和褐色贝在 8 种同工酶的 17 个位点中分别检测出 7 个(*Sod-2*、*s-Mdh-1*、*Est-2*、*Est-3*、*Sdh-1*、 α -Amy-2 和 α -Amy-5)和 6 个(*Sod-2*、*s-Mdh-1*、*Est-2*、*Sdh-1*、 α -Amy-2 和 α -Amy-5)多态性位点,多态位点的百分数 *P* 分别为 41.18 % 和 35.29 %,白色贝具有较高的多态位点比例。

2.2.2 两种壳色虾夷扇贝平均每个位点等位基因的有效数目(A_e)

白色贝和褐色贝的平均每个位点等位基因有效数目 A_e 分别为 1.142 1 和 1.104 0。

2.2.3 两种壳色虾夷扇贝平均每个位点的预期杂合度(H_e)和实际杂合度(H_o)

白色贝和褐色贝平均每个位点的预期杂合度 H_e 分别为 0.091 9 和 0.067 4,实际杂合度 H_o 分别为 0.127 5 和 0.090 7。其中,多态位点的预期杂合度(H_e')和实际杂合度(H_o')见表 2。

表 2 白色贝和褐色贝多态位点的预期杂合度(H_e')、实际杂合度(H_o')和遗传偏离指数(d)
Table 2 The observed and expected heterozygosity, divergent index (d) at each polymorphic locus

多态位点 Polymorphic loci	H_e'		H_o'		d	
	白色贝(W)	褐色贝(R)	白色贝(W)	褐色贝(R)	白色贝(W)	褐色贝(R)
<i>Sod-2</i>	0.500 0	0.500 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
<i>s-Mdh-1</i>	0.098 7	0.117 2	0.104 2	0.125 0	0.055 7	0.066 6
<i>Est-2</i>	0.117 2	0.234 2	0.041 7	0.104 2	-0.644 2	-0.555 1
<i>Est-3</i>	0.353 3	—	0.458 3	—	0.297 2	—
<i>Sdh-1</i>	0.098 7	0.098 7	0.104 2	0.104 2	0.055 7	0.055 7
α -Amy-2	0.277 8	0.135 2	0.333 3	0.145 8	0.199 8	0.078 4
α -Amy-5	0.117 2	0.060 5	0.125 0	0.062 5	0.066 6	0.033 1

2.2.4 两种壳色虾夷扇贝 Hardy-Weinberg 遗传偏离指数(d)

白色贝和褐色贝多态位点的遗传偏离指数 d 除了位点 *Est-2* 为负值外,其余均为正值(见表 2)。

2.2.5 两种壳色虾夷扇贝的遗传相似度(I)和遗传距离(D_{nei})

白色贝和褐色贝之间的遗传相似度(I)和遗传距离(D_{nei})分别为 0.995 8 和 0.004 2。

3 讨论

3.1 两种壳色虾夷扇贝同工酶的表达

高等动物的 MDH 通常有细胞液型(*s-MDH*)和线粒体型(*m-MDH*)两种类型,本实验中白色贝和褐色贝检测到的 MDH 有两种类型:*s-MDH* 和 *m-MDH*。其中 *m-MDH* 迁移较慢,通常是由 a 和 b 两种等位基因编码的二聚体,而 *s-MDH* 迁移较快,通常也是由 a 和 b 两种等位基因编码的二聚体。白色贝和褐色贝中位点 *s-MDH-1* 在个体之间的表达有差异,为多态位点,这与日本栉孔扇贝的酶谱特征相类似(李太武等 2001)。经

典的 *sMDH* 观察到 1 条或 3 条酶带,本实验中 *sMDH-1* 的等位基因 *b* 纯合时没有表达,未检测到纯合基因型 *bb*,由此推断等位基因 *b* 可能是哑等位基因,需要通过繁殖实验进一步验证。高悦勉等(2004)对我国大连海域养殖的虾夷扇贝进行了同工酶生化遗传分析,所检测的两个 MDH 位点均为单态,这与本实验结果不一致。作者认为,造成这种差异的原因可能是因为实验所采用养殖群体的不同所造成的酶谱表型的差别,也可能是由于自然选择、人工选择等因素造成了同工酶某些位点上的杂合子缺失,进而导致种群分化,形成异质性较大的不同群体。

3.2 特征酶谱的确定

同工酶是一种相对稳定的蛋白质水平的遗传标记,已广泛应用于分析种群遗传结构、遗传变异、种质鉴定以及种间差异等研究中(王梅芳等 2000、2002;张繁荣等 2000;杨发群等 2005)。王梅芳等(2002)认为,SOD、EST 酶谱分析结果与江珧形态分类学分析有较高的相关性,酶谱特征可以作为蛋白质水平的分子标记用于江珧物种的鉴定和亲缘关系的判别上。

从两种壳色虾夷扇贝的同工酶电泳结果来看,白色贝和褐色贝的 EST 的活性表达在二者之间表现出显著的差别,白色贝的位点 *Est-3* 的活性表达虽然较弱,但个体之间的表达有差异,具有明显的多态性,而褐色贝的 *Est-3* 活性较强,为单态位点。从图 4 可以看出,在相同条件下的重复电泳更加证明了白色贝和褐色贝在 *Est-3* 活性表达的差异。作者认为,褐色贝 *Est-3* 的杂合个体的缺失可能是由于自然选择、近亲繁殖和无效等位基因等因素造成的。因此,位点 *Est-3* 可以作为鉴别白色贝和褐色贝的蛋白质分子标记,应用于虾夷扇贝的品种鉴定和亲缘关系的判别方面,为虾夷扇贝进一步的品种改良和定向选育提供依据。另外,在图 2、图 3 和图 4 中也发现位点 *Est-2* 在白色贝和褐色贝之间的表达差异,但只是在活性方面的差异需进一步的研究和验证。

3.3 两种壳色虾夷扇贝遗传变异分析

多态位点的比率、平均每个位点的有效等位基因数、预期杂合度和实际杂合度常用来分析种群的变异程度和遗传多样性水平。高悦勉等(2003)的研究结果表明,大连海域养殖的虾夷扇贝的多态位点比例为 40%,证明虾夷扇贝养殖群体具有较高的遗传变异能力。本实验中白色贝和褐色贝多态位点的比例分别为 41.18% 和 35.29%,预期杂合度 H_e 分别为 0.0919 和 0.0674,实际杂合度 H_o 分别为 0.1275 和 0.0907,由此可知,白色贝表现出更高的遗传变异水平,种质资源状况较好,而褐色贝的遗传变异处于较低的水平,可能是由于自然选择或近亲繁殖造成的。

Hardy-Weinberg 遗传偏离指数 d 反映了 H_e 和 H_o 二者之间的平衡关系, d 值越接近于零,基因型分布越接近于平衡状态, d 值的正负直接反映了种群内杂合子的过剩或缺失的状态, d 值为正则说明杂合子过剩, d 值为负则说明杂合子处于缺失状态。本实验的研究表明,白色贝和褐色贝多态位点的 d 值除 *Est-2* 外均大于零,杂合子处于过剩状态,而二者在 *Est-2* 的杂合子出现不同程度的缺失现象。

白色贝和褐色贝之间的遗传相似度和遗传距离分别为 0.9958 和 0.0042。Nei(1987)根据从细菌到人类的各种生物类群的遗传距离估计值进行的分析和统计认为,亚种间遗传距离一般在 0.05 左右或大于 0.05,由此说明白色贝和褐色贝之间的遗传相似度高,亲缘关系较近。白色贝作为虾夷扇贝的一个选育种群,在出柱率方面表现出极显著的优势($P < 0.01$)(孙秀俊等 2008)。贝壳的颜色较浅,更容易适应高温和强光的环境,实验证明具有更高的遗传变异水平,但要判断白色贝在生长方面是否表现出显著的优势,应进行白色贝与褐色贝的形态学分析和比较,还要从生理和生态的角度对二者的新陈代谢机制及适应外界环境能力进行比较研究,并从 DNA 分子水平上找到与壳色表达相关的基因,为虾夷扇贝进一步选种育种和品种改良提供依据。

参 考 文 献

- 王中仁. 1998. 植物等位酶分析. 北京:科学出版社,95~163
王庆成. 1984. 虾夷扇贝的引进及其在我国北方增养殖的前景. 水产科学,3(4):24~27

- 王梅芳,余福勇,杨书婷,桂建芳. 2000. 栉江珧种内同工酶表型差异的比较研究. 热带海洋,19(4):45~50
- 王梅芳,叶富良,余祥勇. 2002. 3种江珧同工酶遗传标记. 湛江海洋大学学报,20(2):1~5
- 孙秀俊,杨爱国,刘志鸿,周丽青. 2008. 2种壳色虾夷扇贝的形态学指标比较分析. 安徽农业科学,36(23):10 008~10 010
- 李文姬,李华琳,王凤君,王 军,王笑月. 1997. 虾夷扇贝生产性育苗的高产技术. 水产科学,16(2):21~23
- 李太武,孙修勤,刘 艳,张进兴. 2001. 栉孔扇贝种群的遗传变异分析. 高技术通讯,4:25~27
- 季维智,宿 兵. 1999. 遗传多样性研究的原理和方法. 杭州:浙江科学技术出版社,75~93
- 张繁荣,雷 刚. 2000. 几种不同体色黄鳍的酯酶同工酶的分析. 江汉大学学报,17(6):8~11
- 杨发群,周秋白,张燕萍,李新华. 2005. 鄱阳湖地区3种体色黄鳍酯酶同工酶的遗传差异分析. 经济动物学报,9(2):110~113
- 陈省平,包振民,潘 洁,胡景杰. 2005. 4种养殖扇贝遗传多样性及特异性 AFLP 标记研究. 海洋学报,27(2):160~164
- 胡能书,万贤国. 1985. 同工酶技术及其应用. 长沙:湖南科学技术出版社,73~85
- 高悦勉,李国喜. 2003. 虾夷扇贝同工酶的生化遗传分析. 大连水产学院学报,18(4):269~272
- 高悦勉,李国喜,赵银丽. 2004. 大连沿海虾夷扇贝养殖群体遗传结构的研究. 大连水产学院学报,19(2):142~145
- 隋锡林,王庆成. 1990. 虾夷扇贝生产性育苗试验. 水产科学,9(2):1~5
- Fujio, Y., and Brand, E. 1991. Differences in degree of homozygosity between seed and sown population of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis*. Nippon Suisan Gakkaishi, 57(1):45~50
- Nei, M. 1987. Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press, New York
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. The American Naturalist, 106:283~292
- Shaklee, J. B., and Allendorf, F. W. *et al.* 1990. Genetic nomenclature for protein-coding loci in fish. Trans. Am. Fish Soci. 119:2~15
- Whitmore, D. H. 1990. Electrophoretic and isoelectric focusing technique in fisheries management. Boston: CPC Press, 28~30

《海洋水产研究》期刊将于 2009 年 1 月起更名为《渔业科学进展》

各有关单位、各位读者:

经国家新闻出版署 2008 年 11 月 13 日(新出报刊[2008]1324 号文)和山东省新闻出版局 2008 年 12 月 11 日(鲁新出批字[2008]325 号文)批准,从 2009 年 1 月起,《海洋水产研究》期刊将更名为《渔业科学进展》(英文名:Progress in Fishery Sciences),ISSN 1000-7075,国内统一刊号:CN 37-1466/S,国内邮发代号:24-153,国外发行代号:4578Q。刊期仍为双月刊。

更名后,本刊栏目包括研究论文、研究综述和研究简报等,内容涵盖各类水域渔业科学研究最新成果,涉及与渔业科技有关的各学科门类的研究进展。本刊主要报道渔业生物学、渔业海洋学、水产增养殖学、水产种质资源与遗传育种、水生野生生物保护、渔业生物病害及其防治、渔业生态环境保护、渔业设施与捕捞技术、渔业装备制造技术、水产品综合利用与质量安全等领域的新发现、新技术和新成果。希望各位领导、各位专家,一如既往地关心和支持我们的工作,踊跃为《渔业科学进展》刊物投稿。

祝愿各位领导、各位专家工作顺利、万事如意!

中国水产科学研究院黄海水产研究所

《海洋水产研究》编辑部

2008 年 12 月 30 日