

## 近交对中国明对虾生长、存活及抗逆性的影响

张洪玉<sup>1,2</sup>, 罗坤<sup>1</sup>, 孔杰<sup>1</sup>, 张天时<sup>1</sup>, 常亚青<sup>2</sup>

(1. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 2. 大连水产学院, 辽宁 大连 116023)

**摘要:** 以“中国对虾遗传育种中心”2个近交家系为基础培育近交群体, 近交系数为0.375; 以“中国对虾遗传育种中心”选育的核心群体做对照群体。将实验对虾养殖60 d, 每隔20 d测量体长与体质量。通过体长、体质量、存活率、耐盐力、耐温力和抗白斑综合症病毒(WSSV)感染能力6个指标来评价近交对中国明对虾生长、存活和抗逆性的影响。方差分析表明, 近交群体和对照群体在体长、体质量和存活率这3个性状上差异显著( $P < 0.05$ ), 近交衰退系数分别为-4.027 0%、-7.300 0%、-5.803 3%; 而近交群体和对照群体在耐盐力、耐温力和抗WSSV感染能力3个抗逆性状上差异不显著( $P > 0.05$ ), 近交衰退系数分别为0.084 1%、-0.739 4%、1.911 0%。研究表明, 近交使中国明对虾生长、存活等性状产生显著的衰退, 而对抗逆性这一性状没有显著影响。[中国水产科学, 2009, 16(5): 744-750]

**关键词:** 中国明对虾; 近交; 生长; 存活; 抗逆

中图分类号: S96

文献标识码: A

文章编号: 1005-8738-(2009)05-0744-07

为满足水产养殖需要, 越来越多的苗种将由人工蓄养的亲本群体提供, 在苗种生产过程中, 由于捕获的亲本数量有限, 群体内近交不可避免, 由此而引起的近交衰退日益引起人们的关注。

近交的发生通常会导致物种某些表型性状的降低, 人们把这种现象称为近交衰退<sup>[1]</sup>。近交衰退程度通常利用近交衰退系数表示, 即在相同养殖条件下, 近交系数每增加10%, 近交群体比基础群体或非近交群体表型值下降的百分率。目前, 有关近交衰退的研究多数集中在多位点性状和数量性状方面, 包括体质量、体长、性腺成熟系数、产卵数、孵化率、畸形率和存活率<sup>[2-4]</sup>等方面。另有报道认为, 近交能影响鱼体花色和盐度耐受力<sup>[5-7]</sup>。但这些研究多集中在鱼类, 关于对虾近交的研究资料还较少。Keys等<sup>[8]</sup>报道近交会引引起日本对虾(*Penaeus japonicus*)生长和存活等性状的衰退; Moss等<sup>[9]</sup>与杨翠华等<sup>[10]</sup>分别报道了近交会引引起对虾的抗病毒感染能力降低。关于中国明

对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)在耐受环境变化的能力方面是否存在近交衰退的研究还未见报道。

本实验通过研究体长、体质量、存活率、耐盐力、耐温力及抗白斑综合症病毒(White spot syndrome virus, WSSV)感染能力6个相关性状来评价近交对中国明对虾的生长、存活和抗逆性的影响。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验动物

以“中国对虾遗传育种中心”2个没有任何亲缘关系的核心家系分别进行连续2代全同胞交配, 利用产生的F<sub>3</sub>共建立5个家系(5581、5585、5591、5592、5593)作为近交群体(Inbreeding group), 近交系数为0.375。

以“中国对虾遗传育种中心”选育的无任何亲缘关系的3个核心家系(5183、E176、E751)作为对照群体, 其与本研究建立的近交群体家系间没有任何亲缘关系。

收稿日期: 2009-02-06; 修订日期: 2009-05-20.

基金项目: 国家863计划项目(2006AA10A406); 国家自然科学基金项目(30871919).

作者简介: 张洪玉(1981-), 男, 硕士, 主要从事对虾遗传与育种研究. E-mail: zhhy02@126.com

通讯作者: 孔杰. Tel: 0532-85823291-801; E-mail: kongjie@ysfri.ac.cn

利用VIE (Visible implant elastomer) 将近交群体和对照群体各家系分别进行不同颜色组合的荧光标记<sup>[11]</sup>后混养。

## 1.2 生长实验

实验于即墨鳌山卫黄海水产研究所“中国对虾遗传育种中心”进行,对虾养殖在4个水泥池(3.40 m × 2.70 m × 1.50 m)中。从每个家系挑选规格相近的60尾对虾,平均放到4个池子中,每池放入120尾,共计480尾。每天投喂配合饲料3次,日投喂量为对虾体质量的8%~10%,每2天换水1/2,温度26~32℃,盐度26~30。养殖60 d后结束养殖实验。期间每隔20 d测定对虾体长与体质量。

## 1.3 盐度、温度耐受力检测

盐度耐受力: 每个家系取规格相近[体质量:(2.30±0.50 g)]并经荧光标记的30尾中国明对虾放入同一水泥池混养,共8个家系,总计240尾中国明对虾。盐度分2次进行降低,首先从26降到13;48 h后,从13降到0,通过加入淡水来调节盐度。每15 min捞取死虾1次,至对虾全部死亡结束实验。

温度耐受力: 对虾数量、规格及实验组数与盐度耐受力实验相同,温度升温分2个步骤操作,首先从27℃快速升温至33℃;48小时后,从33℃快速升温至38.5℃。每30 min捞取死虾1次,至对虾全部死亡结束实验。

## 1.4 WSSV感染及病毒检测

将随机挑选经过荧光标记的8个家系共计480尾中国明对虾暂养于20 m<sup>3</sup>圆形池子,对照群体平均体质量为(1.081 5±0.328 0)g,近交群体平均体质量为(1.413 6±0.579 3)g。饥饿24 h后,投喂含WSSV的毒饵(经WSSV感染致死的日本对虾,剁碎后制成),投喂量为对虾总质量的15%,之后继续投喂配合饲料至实验结束,水温控制在(28.5±0.5)℃,盐度为28。每隔1 h捞取死虾1次,168 h后结束实验。

病毒检测方法均参照邓灯等<sup>[12]</sup>的方法。

## 1.5 数据处理与分析

为了剔除体长、体质量等差异的影响,以初始体长和体质量作为协变量,应用SPSS 13.0软件进行协

方差分析。先将全部存活率的 $P$ 值转换成 $\theta$ 角度再进行方差分析,即 $\theta = \sin^{-1} \sqrt{P}$ <sup>[13]</sup>。

近交系数( $F_X$ )通过以下公式进行估计

$$F_X = \sum \left\{ \left( \frac{1}{2} \right)^{(n_1+n_2+1)} (1+F_A) \right\}^{[14]}$$

其中 $n_1$ 是共同祖先与该个体父本间的世代间隔数, $n_2$ 是共同祖先与该个体母本间的世代间隔数, $F_A$ 是共同祖先本身的近交系数。

各性状的衰退系数(Inbreeding depression coefficient, IDC)通过以下公式估计:

$$IDC = \frac{1 - \frac{\bar{W}_{mbred}}{\bar{W}}}{(F - F_{mbred})}^{[8]}$$

其中 $\bar{W}_{mbred}$ 和 $\bar{W}$ 分别指近交群体和对照群体的家系平均体质量。 $F_{mbred}$ 和 $F$ 分别指近交群体和对照群体的近交系数。

## 2 结果与分析

### 2.1 生长性状

各家系中国明对虾的初始及终末体长和体质量如表1所示。由于各个家系间的初始体长、体质量不一致,因此将初始体长、体质量作为分析生长指标的协变量后进行协方差分析。

由图1可见,实验进行的前20 d内,近交和对照2个群体的对虾其体长与体质量差异不显著( $P < 0.05$ );从20 d到60 d,近交和对照2个群体生长差异逐渐加大,且在养殖实验结束后,对照群体和近交群体之间终末体长与体质量差异显著( $P < 0.05$ );从平均增长量来分析,对照群体的体长与体质量增长显著大于近交群体( $P < 0.05$ )。

### 2.2 存活率比较

中国明对虾经过60 d的养殖后,近交和对照群体的存活率差异明显(表1)。从平均存活率分析,对照群体的几个家系存活率高于近交群体,通过多重比较结果显示,对照群体与近交群体差异显著( $P < 0.05$ )。

表1 近交对中国明对虾体质量、体长及存活的影响

Tab. 1 Influence of inbreeding on length and weight and survival of *F. chinensis* $n=60; \bar{x} \pm SD$ 

实验组 Experimental group	家系 Family	初始体质量/g Initial body weight	终末体质量/g Final body weight	初始体长/cm Initial body length	终末体长/cm Final body length	存活率/% Survival rate
对照群体 Control group	5183	0.7300±0.1817	5.6240±1.0999 <sup>b</sup>	3.9739±0.2851	7.5360±0.4934 <sup>b</sup>	0.8000 <sup>b</sup>
	E176	0.7029±0.2155	5.6820±1.3475	3.8958±0.4091	7.5820±0.6258	0.8889
	E751	0.7125±0.2360	5.6518±1.3573	3.7216±0.3875	7.5558±0.6468	0.8444
近交群体 Inbreeding group	5581	0.7433±0.1791	4.7463±1.5969 <sup>a</sup>	3.8590±0.3252	6.9243±0.7666 <sup>a</sup>	0.8222 <sup>a</sup>
	5585	0.8918±0.2142	4.4158±1.3551	4.0055±0.3706	6.9504±0.7634	0.5556
	5591	0.7600±0.2969	3.9116±1.9742	3.8805±0.5445	6.5332±1.1429	0.5556
	5592	0.6181±0.2078	3.9193±1.3466	3.7319±0.4442	6.6564±0.7141	0.6444
	5593	0.8149±0.2170	3.6370±1.4409	4.0007±0.3957	6.4932±0.8202	0.5333

注: 同列标注不同字母的两项间差异显著 ( $P<0.05$ ).

Note: The two items with different letters in the same column are significantly different ( $P<0.05$ ).

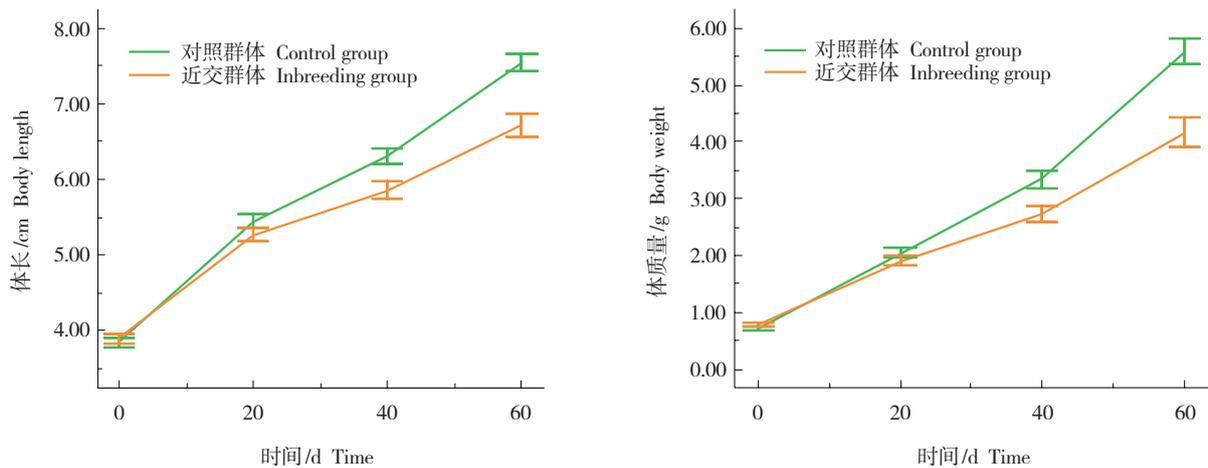


图1 中国明对虾近交群体和对照群体在60 d内生长状况的比较

Fig. 1 Comparison on 60-day growth of *F. chinensis* between inbreeding group and control group

### 2.3 盐度与温度耐受力

中国明对虾养殖环境盐度从26降到0, 温度从27℃升高至38.5℃, 其存活时间如表2所示。盐度从26降到13后, 对虾在降低初始阶段表现略微不安, 随后逐渐恢复正常, 在48 h内未出现死亡。在盐度从13降到0时, 对虾游动缓慢, 身体麻木, 死亡增加。从实验开始到结束, 近交群体的平均存活时间略高, 为(51.222 0±0.196 1)h; 对照群体的平均存活时间略低, 为(51.061 0±0.149 1)h。但2个群体之间差异不显著( $P>0.05$ )。

温度从27℃升至33℃后, 对虾未表现出异样, 在48 h内未出现死亡。温度从33℃迅速升温至38.5℃,

对虾游动缓慢, 身体逐渐发白至死亡。中国明对虾对照群体的平均存活时间为(59.789 5±1.100 8)h; 略高于近交群体的(58.131 6±1.015 0)h。但2个群体之间差异不显著( $P>0.05$ )。

### 2.4 抗WSSV感染

人工感染WSSV后, 中国明对虾的平均存活时间如表2所示。近交群体累积存活时间较长, 为(64.604±1.596)h, 略高于对照群体的(60.284±2.453)h, 但2个群体之间差异不显著( $P>0.05$ )。

### 2.5 近交衰退

本实验所用近交群体是连续两代全同胞近交后得到的 $F_3$ , 通过分析, 6个性状中有3个性状

表2 近交群体与对照群体3个抗逆性状的对比

Tab. 2 Comparison on three anti-adversity traits of *F. chinensis* between inbreeding group and control group

性状 Traits	组别 Group	
	对照群体 control group	近交群体 Inbreeding group
耐盐力 Salinity tolerance	51.0610±0.1491 (n=90)	51.2220±0.1961 (n=150)
耐温力 High temperature tolerance	59.7895±1.1008 (n=90)	58.1316±1.0150 (n=150)
感染WSSV存活时间 Survival time after WSSV infection	60.2840±2.4530 (n=180)	64.6040±1.5960 (n=300)

注: 耐盐力与耐温力分别通过盐度、温度骤变后到对虾的存活时间来表示; 感染WSSV存活时间是指从对虾接触病毒到死亡持续的时间, 若对虾在试验结束时仍未死亡, 认为该虾的存活时间为168 h.

Note: salinity tolerance and temperature tolerance were expressed as survival time after environment sudden change; WSSV survival time was the persisting time from WSSV challenge to death, and if animal was still alive throughout the experiment, we considered its survival time as 168 h.

存在不同程度的近交衰退(表3), 表现在近交系数每增加10%, 体质量、体长与存活率的衰退系数分别为-7.300 0%、-4.027 0%和-5.803 3%, 且近交群体和对照群体在这些性状表型值上存在显著差异( $P<0.05$ )。其他3个抗逆性状中, 盐度耐受力与抗WSSV感染力的近交衰退系数随着近交系数每增加10%, 分别为0.084 1%、1.911 0% ( $P>0.05$ ), 表明这2个抗逆性状不存在近交衰退; 而温度耐受力的近交衰退系数为-0.739 4%, 近交群体和对照群体在这一性状表型

值上无显著差异( $P>0.05$ ), 表现出轻微的衰退。

### 2.6 病毒检测

利用巢式PCR技术对部分样品进行检测, PCR产物在1.5%琼脂糖凝胶上进行电泳, 于UVP EC3 Imaging System上成像, 部分检测结果如图2所示。实验前随机取样60尾中国明对虾检测结果全部为阴性。每个群体随机抽取30尾攻毒死亡对虾进行2次巢式PCR检测, 共计90尾。第1次巢式PCR阳性率为83.33%, 第2次巢式PCR阳性率为90.00%。

表3 中国明对虾近交家系的近交衰退系数

Tab. 3 Inbreeding depression coefficients of inbreeding families on *F. chinensis*

性状 Traits	近交系数/% Inbreeding coefficient	近交衰退系数/% Inbreeding depression coefficient
体质量 Body weight	37.5	-7.3000
体长 Body length	37.5	-4.0270
存活率 Survival rate	37.5	-5.8033
盐度耐受力 Salinity tolerance	37.5	0.0841
温度耐受力 High temperature tolerance	37.5	-0.7394
抗WSSV感染力 Resistibility against WSSV	37.5	1.9110

注: 近交衰退系数为近交系数每增加10%, 近交群体比基础群体或非近交群体表型值下降的百分率。

Note: The estimated inbreeding depression coefficient is the decrease percent of the inbreeding population compared with the base or non-inbreeding population when the inbreeding coefficient increases per 10%.

## 3 讨论

### 3.1 中国明对虾近交群体的生长性状

在封闭的群体中, 近交是不可避免的。除非是经过人工控制, 否则大部分的近交本身都是有害的, 因此育种工作者都会尽量避免近交<sup>[15-16]</sup>。研究结果表明, 近交不仅使猪、牛、羊等哺乳动物的生产性状产生严重的衰退<sup>[17-19]</sup>, 对水生动物影响也很严重。迄

今, 近交衰退在水产养殖种类的研究主要集中在鱼类。近年来, 其他种类也有报道, 如日本对虾<sup>[8]</sup>及牡蛎(*Crassostrea gigas*)<sup>[20-21]</sup>等。几乎所有的研究结果均支持Keller等<sup>[22]</sup>的观点, 即近交衰退是大多数物种的普遍问题。在本研究中, 连续两代全同胞交配, 近交系数为37.5%时, 中国明对虾体长与体质量的近交衰退系数分别为-4.027 0%和-7.300 0%, 存活率的

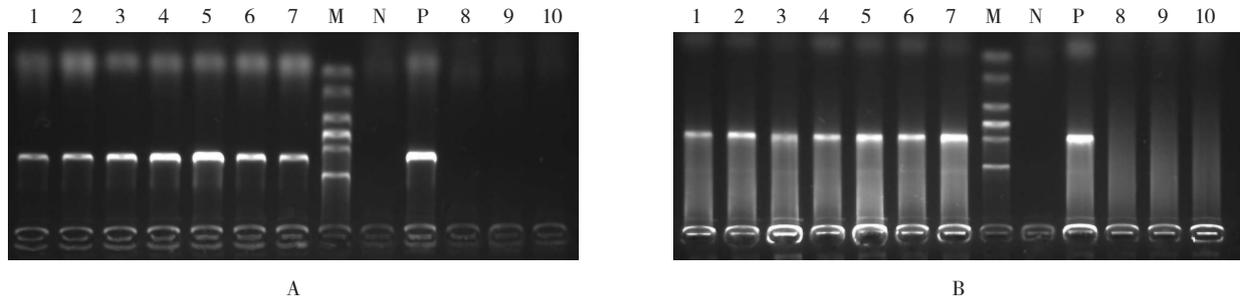


图2 人工感染 WSSV 后部分样品的 PCR 检测结果

A: 第一次巢式 PCR 扩增结果; B: 第二次巢式 PCR 扩增结果

M: DL2000 分子量标准; P: 阳性对照; N: 阴性对照. 1-7 为攻毒后死亡对虾; 8-10 为攻毒前对虾.

Fig. 2 Nest PCR products of *F. chinensis* artificially infected by WSSV

A: amplification of the first time; B: amplification of the second time

M: DL2000 maker; P: positive control; N: negative control. 1-7 denote the dead shrimps after artificial infection; 8-10 denote shrimps before WSSV infection.

近交衰退系数为 $-5.803\ 3\%$ 。已有学者报道,近交系数每增加 $10\%$ 就会引起 $3\% \sim 50\%$ 的近交衰退<sup>[2,21,23]</sup>,本研究中3个性状的近交衰退系数在 $3\% \sim 50\%$ 的范围内,与相关研究结果一致。

### 3.2 中国明对虾近交群体的抗逆性

近交是否增加了群体对环境的敏感性,目前还存在着争议。一方面,群体遗传学认为,由于近交群体缺少遗传变异,无法有效地应对环境的压力。Bijlsma等<sup>[24]</sup>与Miller<sup>[25]</sup>支持这一说法,认为环境压力可能会加大近交衰退的影响;另一方面,Dahlgaard等<sup>[26]</sup>认为抗逆性状与近交或者非近交不存在必然的联系,Armbruster等<sup>[27]</sup>也认为近交与环境无关。在水产动物方面的研究主要集中在模式动物孔雀鱼(*Poecilia reticulata*)上,一些学者认为近交会降低孔雀鱼的耐盐力,但不会降低耐温力<sup>[5,7]</sup>。

甲壳类由于相关应激能力较低等,还未见相关方面的报道。本研究结果表明,耐盐力和耐温力在骤变的第一阶段,都没有对虾死亡现象,说明中国明对虾对环境和温度的骤然变化有一定的耐受力。但以存活时间来分析,近交群体与对照群体的耐盐力和耐温力都不存在显著的差异,由此认为近交对中国明对虾自身的影响与环境没有必然的联系,这也印证了Dahlgaard等<sup>[26]</sup>与Armbruster等<sup>[27]</sup>的观点。

近交对对虾抗病毒能力的影响的研究也有过报道, Moss等<sup>[9]</sup>认为太平洋白对虾[*P. (Litopenaeus) vannamei*]在感染桃拉综合征病毒(Taura syndrome virus, TSV)及WSSV后,更容易造成死亡;杨翠华等<sup>[10]</sup>在研究中发现近交使中国明对虾抗WSSV感染能力产生一定的衰退。在本研究中发现近交群体与对照群体并不存在抗WSSV感染的显著差异。作者认为可能有以下几种原因:(1)不同的物种、近交程度及不同病毒感染导致近交衰退程度不同<sup>[28]</sup>;(2)实验材料(中国明对虾)来源与杨翠华的不同,因而导致实验群体的近交系数也不同;(3)近交衰退现象具有不稳定性,即近交群体在不同的环境条件下表现不一,同一个物种同一个性状在一种环境下产生近交衰退,而在另一种环境却不产生近交衰退<sup>[29]</sup>。

致谢:本研究得到了西北农林科技大学动物科技学院张建勤老师的帮助,在此表示感谢!

### 参考文献:

- [1] Frankham R, Gilligan D M, Morris D, et al. Inbreeding and extinction: effects of purging [J]. *Conserv Genet*, 2001, 2: 279-285.
- [2] Gallardo J A, Garcia X, Lhorente J P, et al. Inbreeding and inbreeding depression of female reproductive traits in two populations of coho

- salmon selected using BLUP predictors of breeding values [J]. *Aquaculture*, 2004, 234: 111–122.
- [3] Su G S, Liljedahl L E, Gall G A E. Effects of inbreeding on growth and reproductive traits in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. *Aquaculture*, 1996, 142: 139–148.
- [4] Gjerde B, Gunnes K, Gjedrem T. Effect of inbreeding on survival and growth in rainbow trout [J]. *Aquaculture*, 1983, 34: 327–332.
- [5] Shikano T, Chivokubo T, Taniguchi N. Effect of inbreeding on salinity tolerance in the guppy (*Poecilia reticulata*) [J]. *Aquaculture*, 2001, 202: 45–55.
- [6] Oosterhout V C, Trigg R E, Carvalho G R, et al. Inbreeding depression and genetic load of sexually selected traits: how the guppy lost its spots [J]. *J Evol Biol*, 2003, 16: 273–281.
- [7] Nakadate M, Shikano T, Taniguchi N. Inbreeding depression and heterosis in various quantitative traits of the guppy, *Poecilia reticulata* [J]. *Aquaculture*, 2003, 220: 219–226.
- [8] Keys S J, Crocos P J, Burrige C Y, et al. Comparative growth and survival of inbred and outbred *Penaeus (Marsupenaeus) japonicus*, reared under controlled environment conditions: indications of inbreeding depression [J]. *Aquaculture*, 2004, 241: 151–168.
- [9] Moss D R, Arce S M, Otoshi C A, et al. Effects of inbreeding on survival and growth of Pacific white shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* [J]. *Aquaculture*, 2007, 272: S30–S37.
- [10] 杨翠华, 孔杰, 王清印, 等. 控制环境养殖下近交对中国对虾早期体重和抗 WSSV 性状的影响 [J]. *水产学报*, 2007, 31 (2): 226–234.
- [11] Godin D M, Carr W H, Hagino G, et al. Evaluation of a fluorescent elastomer internal tagged in juvenile and adult shrimp *Penaeus vannamei* [J]. *Aquaculture*, 1996, 13 (9): 243–248.
- [12] 邓灯, 张庆文, 王伟继, 等. 中国对虾几个产卵场群体携带白斑综合征病毒状况调查 [J]. *水产学报*, 2005, 29 (1): 74–78.
- [13] 蔡一林, 岳永生. *水产生物统计* [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 115.
- [14] 马大勇, 胡红浪, 孔杰. 近交及其对水产养殖的影响 [J]. *水产学报*, 2005, 29 (6): 849–856.
- [15] Pante M J R, Gjerde B, Memillan I. Inbreeding levels in selected populations of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* [J]. *Aquaculture*, 2001, 192: 213–224.
- [16] Falconer D S, Mackay T F C. *Introduction to quantitative genetics* [M]. Essex: Longman Press, 1996, 464.
- [17] Dickerson G E. Experimental design for testing inbred lines of swine [J]. *J Anim Sci*, 1942, 1: 326–341.
- [18] Dinkel C A, Busch D A, Minyard J A, et al. Effects of inbreeding on growth and conformation of beef cattle [J]. *J Anim Sci*, 1968, 27: 313–322.
- [19] Terrill C E. Fifty years of progress in sheep breeding [J]. *J Anim Sci*, 1958, 17: 944–959.
- [20] Langdon C, Evans F, Jacobson D, et al. Yields of cultured Pacific oysters *Crassostrea gigas* Thunberg improved after one generation of selection [J]. *Aquaculture*, 2003, 220: 227–244.
- [21] Naciri G Y, Launey S, Lebayon N, et al. Influence of parentage upon growth in *Ostrea edulis*: evidence for inbreeding depression [J]. *Genet Res*, 2000, 76: 159–168.
- [22] Keller L F, Waller D M. Inbreeding effects in wild populations [J]. *Trends Ecol Evol*, 2002, 17: 230–241.
- [23] Li S, Cai W Q. Genetic improvement of the herbivorous blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) [J]. *Naga*, 2003, 26: 20–23.
- [24] Bijlsma R, Bundgaard J, Putten W F V. Environmental dependence of inbreeding depression and purging in *Drosophila melanogaster* [J]. *J Evol Biol*, 1999, 12 (6): 1 125–1 137.
- [25] Miller P S. Is inbreeding depression more severe in a stressful environment [J]. *Zool Biol*, 1994, 13: 195–208.
- [26] Dahlgaard J, Hoffmann A A. Stress resistance and environmental dependency of inbreeding depression in *Drosophila melanogaster* [J]. *Conserv Biol*, 2001, 14 (4): 1 187–1 192.
- [27] Armbruster P, Reed D H. Inbreeding depression in benign and stressful environments [J]. *Heredity*, 2005, 95: 235–242.
- [28] Wang S Z, Hard J J, Utter F. Salmonid inbreeding: a review [J]. *Rev Fish Biol Fish*, 2001, 11 (4): 301–319.
- [29] Pray L A, Schwartz J M, Goodnight C J, et al. Environmental dependency of depression: implications for conservation biology [J]. *Conserv Biol*, 2002, 8 (2): 562–568.

## Effects of inbreeding on growth, survival and stress resistance in *Fenneropenaeus chinensis*

ZHANG Hong-yu<sup>1,2</sup>, LUO Kun<sup>1</sup>, KONG Jie<sup>1</sup>, ZHANG Tian-shi<sup>1</sup>, CHANG Ya-qing<sup>2</sup>

(1.Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 2.Faculty of Life Science and Technology, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China)

**Abstract:** Inbreeding, which refers to situations in which relatives mate, is unavoidable in aquaculture populations because of the restricted population size. To date, few studies investigated the effects of inbreeding on growth and stress resistance traits, although inbreeding depression of such traits had made great impact on the evolution and ecology of Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. This study quantified the effects of inbreeding on body length, body weight, survival rate, salinity-tolerance, temperature-tolerance and anti-WSSV (White spot syndrome virus) of domesticated *F. chinensis* in Chinese Shrimp Genetics Breeding Centre. Two inbreeding *F. chinensis* families from the Centre were used as broodstocks to produce inbreeding populations whose inbreeding coefficient was 0.375. Meanwhile, core populations of *F. chinensis* from the same center were settled as control. Inbreeding and control groups were both tagged with visible implant elastomer (VIE), and then cultivated together under the same conditions. Body length as well as body weight was measured per 20 days during the experiment. The results showed that the first three traits including body length, body weight and survival rate of inbreeding population were significantly higher than those of control population ( $P < 0.05$ ), whose inbreeding depression coefficients were  $-4.027\ 0\%$ ,  $-7.300\ 0\%$  and  $-5.803\ 3\%$ , respectively. Compared with the first three traits, the last three traits including salinity-tolerance, temperature-tolerance and anti-WSSV were slightly affected by inbreeding effect ( $P > 0.05$ ), with their inbreeding depression coefficients being  $0.084\ 1\%$ ,  $-0.739\ 4\%$  and  $1.911\ 0\%$ , respectively. These results demonstrated that inbreeding could cause significant depression on growth and survival, but not on stress resistance traits in *F. chinensis*. Nest-PCR (Polymerase Chain Reaction) was used to detect WSSV infection in *F. chinensis*. Result showed that few individuals were infected by WSSV before the experiment, but the virus positive rate was  $83.33\%$  according to the first-step PCR and  $90.00\%$  according to the second-step PCR after the experiment. [Journal of Fishery Sciences of China, 2009, 16 (5): 744–750]

**Key words:** *Fenneropenaeus chinensis*; inbreeding; growth; survival; stress resistance

**Corresponding author:** KONG Jie. E-mail: kongjie@ysfri.ac.cn