

## 半滑舌鳎白化现象的初步研究

李仰真<sup>1</sup>, 陈松林<sup>1\*</sup>, 邢贺飞<sup>1,2</sup>, 吴娅红<sup>1,2</sup>, 孙何军<sup>1,2</sup>,  
王晓夏<sup>1,2</sup>, 李仲明<sup>3</sup>, 邵长伟<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所,农业部海洋渔业可持续发展重点开放实验室,山东 青岛 266071;

2. 上海海洋大学水产与生命学院,上海 201306;

3. 昌邑市三新海洋苗业实验场,山东 昌邑 261300)

**摘要:** 通过建立半滑舌鳎家系对其白化现象进行了初步研究。实验共建立半滑舌鳎家系17个,首先对这17个家系白化率进行了抽样统计和方差分析,并对部分家系的白化个体的眼睛异常率进行了统计;其次,选取其中白化率较高的4个家系,对白化个体和正常个体的生长情况进行了对比;最后,对白化率较高的4个家系白化个体和正常个体的抗鳃弧菌病能力进行了比较。结果发现,不同家系个体白化率有较大的差别,3号家系白化率最高,高达94.50%,15号、33号和37号家系白化率为0.00%;父本为养殖群体的家系的平均白化率最高,为19.68%,父本为野生群体的家系的平均白化率最低,为3.21%,父本为选育群体的平均白化率为7.50%,但3者之间差异不显著( $P>0.05$ );3个家系的白化个体眼睛异常率较高,5号家系为48.48%、10号家系为45.83%和12号家系为88.89%。选取4个家系对其白化个体和正常个体的生长情况进行比较发现,同一家系中3~4月龄白化个体在全长、体宽和体质量方面均显著或极显著小于正常个体,但生长至12~13月龄时,这种差异基本不显著,1号和17号家系白化个体的全长、体宽和体质量甚至超过了同家系的正常个体;1号和17号家系白化个体的日增重分别超过了同家系的正常个体。对选取的4个家系的白化个体和正常个体进行鳃弧菌感染实验发现,白化个体的死亡率均低于同家系正常个体,1号和17号家系的白化个体的抗病性相对同家系正常个体较突出,死亡率分别比正常个体低24.92%和20.25%。研究表明,半滑舌鳎野生群体的后代白化率较低,白化现象会伴随一定比例的眼睛异常,白化个体初期生长较慢,后期生长加快,甚至会超过正常个体,并且同一家系中白化个体的抗病性要优于正常个体。

**关键词:** 半滑舌鳎;白化;家系;鳃弧菌

**中图分类号:** S 965.3

**文献标志码:** A

半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)俗称舌头鱼,鳎米等,属鲽形目(Pleuronectiformes)、舌鳎科(Cynoglossidae)、舌鳎属(*Cynoglossus*),是中国特有的一种名贵海水经济鱼类,在中国沿海海域均有分布,尤其是黄渤海海域。因具有肉质细嫩、味道鲜美和营养丰富等特点,其市场价值极高,养殖前景非常广阔。近十年,半滑舌鳎养殖业得到

了迅速发展,人工繁殖技术已经成熟,陈松林等<sup>[1]</sup>已经通过人工繁殖技术建立了大量家系,并且半滑舌鳎精子冷冻保存技术也已成熟<sup>[2]</sup>,陈松林等<sup>[3]</sup>于2012年对半滑舌鳎不同家系的性别比例和生长性能进行了分析,筛选出了多个雌性比例高的半滑舌鳎优良家系,从而促进了半滑舌鳎养殖业的发展,目前已实现了工厂化养殖<sup>[4]</sup>。近

收稿日期:2013-10-10 修回日期:2013-11-17

资助项目:国家公益性行业科研专项(200903046);国家“八六三”高技术研究发展计划(2012AA10A403-2);山东省泰山学者建设工程专项经费

通信作者:陈松林,E-mail:chensl@ysfri.ac.cn

几年,半滑舌鳎养殖发展尤为迅速,半滑舌鳎的年产量已达万余吨,年产值达30多亿元<sup>[3]</sup>。

然而,在半滑舌鳎育苗过程中常遇到的问题出现高比例的白化苗种,即有眼侧的局部或者全部出现白化的现象(图1-b),鱼苗身体呈半透明状态,并且白化部分通常无鳞。通常情况下,半滑舌鳎白化现象被认为严重影响了商品价值,且放流易被敌害捕食,成活率低,育苗场或养殖户会将其全部淘汰。因此,对半滑舌鳎白化现象展开研究,具有极大的经济价值和学术意义。目前关于半滑舌鳎白化现象的研究尚未见报道,但其他比目鱼类,尤其是鲆鲽类,有较多关于白化现象的报道。

在鲆鲽类白化发生机制研究方面,已有学者从环境因子(光照、水温和养殖密度等)<sup>[5-8]</sup>、营养<sup>[9-13]</sup>、遗传学<sup>[14-16]</sup>和生理学<sup>[17-19]</sup>等方面进行了大量研究,并且大多数学者认为营养和生理因

素是导致白化的主要原因,但半滑舌鳎白化发生机制尚不清楚。

本实验用养殖群体的半滑舌鳎雌鱼做母本,用野生群体、养殖群体和选育群体(选育群体指在家系建立的基础上选育出的生长速度、快抗病性优良的家系个体,而养殖群体为从工厂化养殖的群体中随机选择的个体)的雄鱼做父本建立家系,首次在半滑舌鳎家系的基础上对白化现象进行了初步研究,对17个家系的白化率和部分家系白化个体的眼睛异常率(未发生偏转,即眼睛在两侧)进行了抽样统计,并对白化率较高的4个家系白化个体和正常个体的生长和抗病性能进行了测定。主要目的为探究半滑舌鳎不同家系的白化率和白化个体的眼睛异常率,以及同家系中白化个体和正常个体生长和抗病性能的差异。

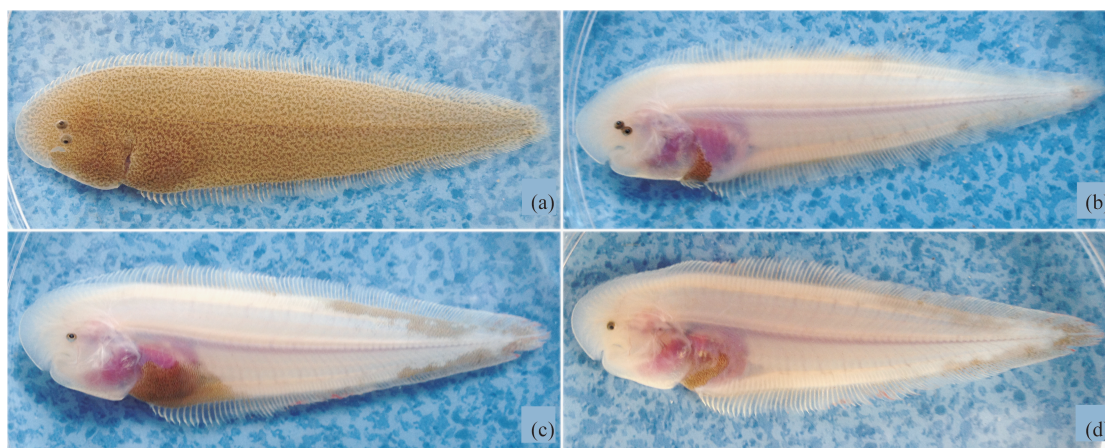


图1 半滑舌鳎白化个体和正常个体

(a)正常体色个体;(b)白化个体;(c)白化苗中眼睛异常的个体;(d)白化苗中眼睛异常个体的腹面

Fig.1 Normal individual and albinistic individuals of half-smooth tongue sole

(a) individual with normal body color; (b) albinism; (c) albinism with abnormal eyes; (d) the belly of fig. C

## 1 材料与方法

### 1.1 半滑舌鳎亲鱼来源、人工催产和授精

半滑舌鳎家系建立于2012年6月16日至2012年7月15日在山东省海阳市黄海水产有限公司进行。实验所用亲鱼群体为养殖群体和从自然海域捕获的野生群体以及本实验室于2008年和2010年选育群体。雌鱼均为养殖群体,雄鱼为养殖群体、野生群体和选育群体。雌鱼在产卵前36 h进行人工催产,催产方法参照

杨景峰等<sup>[20]</sup>关于半滑舌鳎催产技术研究中的方法进行。雌鱼进行人工催产约36 h后即可进行人工采卵和授精。

### 1.2 半滑舌鳎家系建立及鱼苗培育

采用1尾雌鱼和1尾雄鱼交配的方式建立全同胞家系,具体方法参照陈松林等<sup>[1]</sup>建立半滑舌鳎家系的方法。受精卵经碘伏消毒处理后于孵化池中的孵化网箱中进行预孵化。孵化水温控制在 $(22.5 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ,盐度为28~30,pH为7.8~8.2,水中溶氧 $\geq 8.0 \text{ mg/L}$ 。鱼苗出膜前5~8 h将上

浮卵收集到 3 m<sup>3</sup> 水缸中,不同家系受精卵分别放置不同水缸中孵化出膜,每个水缸放受精卵 20 ~ 30 mL,各家系的放卵密度基本一致。

鱼苗出膜后至伏底前的培育按照常规的半滑舌鳎鱼苗培育方法。鱼苗 1 月龄、2 月龄和 3 月龄时需进行分缸,以便保持缸内鱼苗密度,避免因密度过大影响鱼苗生长。鱼苗 3 ~ 4 月龄时,即鱼苗 5 ~ 10 cm 时,随机选取白化率较高的 4 个家系中的白化苗和正常苗各 100 ~ 200 尾分家系饲养,用于进行生长和抗病性对比。在各家系鱼苗培育过程中,光照、饲养密度以及饵料投喂均一致。

本研究共建立半滑舌鳎家系 54 个,有 17 个家系存活下来,均为全同胞家系,每个家系鱼苗 500 尾条以上。17 个家系的母本均来自养殖群体,8 个家系的父本来自养殖群体(1、2、3、5、10、33、49 和 52 号),4 个家系的父本来自野生群体(6、8、36 和 37 号),5 个家系的父本来自选育群体(12、13、15、17 和 45 号)。其中 1、3、5 和 17 号家系白化率较高(均高于 17%)。

### 1.3 半滑舌鳎各家系鱼苗白化率和眼睛异常率统计

2012 年 10 月上旬,每个家系随机捞取 90 尾以上鱼苗,分别记录其中白化个体数和正常个体数,并计算白化率。本实验中全部白化和局部白化的鱼苗均看做白化鱼苗。同时,在 7 个家系中,分别随机捞取 30 尾以上白化鱼苗,观察并记录其中眼睛异常的数量,计算其异常比例。

### 1.4 半滑舌鳎白化个体和正常个体生长性能测定

2012 年 10 月 14 日(3 ~ 4 月龄)随机选取白化率较高的 4 个家系的白化个体和正常个体各 50 ~ 100 尾对其全长、体宽和体质量进行测量。2013 年 7 月 7 日(12 ~ 13 月龄)再次随机选取这 4 个家系白化鱼个体和正常鱼个体各 50 ~ 100 尾对其全长、体宽和体质量进行测量。用 SPSS 软件计算各性状的平均值和标准差,并对白化个体和正常个体的各性状进行单因素方差分析(One-Way ANOVA)。

日增重(average daily gain, ADG, g/d) =  $(W_2 - W_1)/T$ , 式中  $W_1$  和  $W_2$  分别为第 1 次和第 2 次测量时的体质量,  $T$  为两次测量间隔的天数。

### 1.5 半滑舌鳎白化个体和正常个体鳃弧菌感染实验

鳃弧菌(*Vibrio anguillarum*)感染实验于 2013 年 7 月中下旬进行。分别随机捞取白化率较高的 4 个家系(1、3、5 和 17 号)白化个体和正常个体各 30 尾以上进行鳃弧菌感染实验。

感染实验所用菌株为本实验室保存并经过鉴定的鳃弧菌菌株。鳃弧菌的培养、半致死浓度的确定以及感染方法参照陈松林等<sup>[1,21]</sup>的方法,并略有改进。本实验所用鳃弧菌稀释液为 PBS 缓冲液。感染实验期间,水温为 19 ~ 20 °C,每个家系感染后的鱼苗单独饲养在 0.7 m<sup>3</sup> 的水缸中。每天正常饲喂、充气和换水,每 3 h 观察一次,及时捞出发病死亡的个体,待发病停止并且稳定后统计各家系死亡个体数量和存活个体数量,计算各家系白化个体和正常个体的死亡率。

## 2 结果

### 2.1 白化率和眼睛异常率统计

本实验对各家系鱼苗白化率和部分家系白化个体眼睛异常率进行了抽样统计,对父本为不同群体的家系的白化率进行了方差分析。各家系的白化率有较大差异,其中 3 号家系白化率最高,高达 94.50%,1 号、5 号和 17 号家系白化率较高,分别为 23.20%、17.37% 和 24.67%,其他家系白化率均较低,不足 10%,15 号、33 号和 37 号家系未出现白化现象(表 1)。母本均为养殖群体的情况下,父本为养殖群体、野生群体和选育群体的家系白化率有较大的差别,父本为养殖群体的家系的平均白化率最高,为 19.68%;而父本为野生群体的家系的平均白化率最低,仅为 3.21%(表 2)。

另外,实验还首次发现半滑舌鳎白化现象会伴随一定比例的眼睛异常情况,即眼睛未发生偏转,背面和腹面各有一只眼睛,并且,出现眼睛异常的个体眼周围皮肤必然为白化。对部分家系的白化个体抽样统计发现,12 号家系白化个体中眼睛异常率最高,高达 88.89%;5 号和 10 号家系白化个体眼睛异常率较高,分别为 48.48% 和 45.83%;1 号、3 号、17 号和 49 号家系白化个体眼睛异常率较低,分别为 8.67%、2.50%、12.12% 和 11.11%;其他家系未做统计。

表1 各家系鱼苗白化率统计  
Tab.1 Albinism rate of each family

父本 sire	家系 families	抽样数 sample	白化鱼苗数 albinos	白化率/% ratio	(平均值 ± 标准差)/% mean ± SD
养殖群体 cultivated population	1	250	58	23.20	19.68 ± 31.21
	2	166	4	2.40	
	3	300	284	94.50	
	5	190	33	17.37	
	10	100	8	8.00	
	33	200	0	0.00	
	49	200	9	4.50	
	52	200	15	7.50	
野生群体 wild population	6	90	7	7.78	3.21 ± 3.49
	8	100	4	4.00	
	36	190	2	1.05	
	37	200	0	0.00	
选育群体 selected population	12	220	17	7.73	7.50 ± 10.00
	13	100	3	3.00	
	15	200	0	0.00	
	17	150	37	24.67	
	45	330	7	2.12	

表2 各组白化率方差分析  
Tab.2 Variance analysis of albinism rate of each group

	平方和 sum of squares	自由度 degree of freedom	均方 mean square	F 值 F-value	P 值 P-value
组间变异 between groups	0.088	2	0.044	0.851	0.448
组内变异 within groups	0.725	14	0.052		
总变异 total	0.814	16			

表3 部分家系白化个体眼睛异常率统计  
Tab.3 The abnormal rate of albinism in given families

家系 families	抽样数 sample	眼异常鱼苗数 albinos	眼异常率/% ratio
1	150	13	8.67
3	280	7	2.50
5	132	84	48.48
10	48	22	45.83
12	36	32	88.89
17	99	12	12.12
49	36	4	11.11

## 2.2 白化个体和正常个体生长性能比较

第一次测量时(3~4月龄),1号、5号和17号家系白化个体全长、体宽和体质量均显著小于同家系正常个体,3号家系白化个体全长和体质量

量分别显著小于同家系正常个体,两者体宽无显著差异,但白化个体体宽略小于正常个体(表4)。第二次测量时(12~13月龄),除3号家系白化个体体质量显著小于正常个体外,3号家系全长和体宽以及其他家系的全长、体宽和体质量白化个体和正常个体均差异不显著;但1号和17号家系白化个体的全长、体宽和体质量均略微高于同家系正常个体,3号家系白化个体的全长和体宽,以及5号家系白化个体的全长、体宽和体质量均略小于同家系正常体色个体。

1号和17号家系白化个体日增重均高于同家系正常个体,1号家系白化个体和正常个体日增重分别为0.28和0.23 g/d,17号分别为0.12和0.10 g/d;5号家系两者持平,均为0.10 g/d;3号家系情况与其他家系不同,白化个体日增重低



于正常个体,分别为 0.26 和 0.21 g/d(图 2)。

白化个体前期(3~4 月龄)生长较正常个体慢,但至 12~13 月龄时,二者基本已经差异不显著,在部分家系中,白化个体各生长性状甚至超过

正常个体,结果说明半滑舌鳎白化个体仅在幼苗期生长较慢,随着时间的推移,白化个体的生长速度会逐渐增快,甚至会超过正常个体。

表 4 各家系白化个体和正常个体生长比较  
Tab. 4 Comparison of growth between albinistic and normal individuals

家系 families	体色 body color	3~4 月龄 3 to 4 months			12~13 月龄 12 to 13 months		
		全长/cm total length	体宽/cm body width	体质量/g body weight	全长/cm total length	体宽/cm body width	体质量/g body weight
1	正常 normal	10.92 ± 1.62	3.35 ± 0.46	8.32 ± 3.14	22.19 ± 4.09	6.47 ± 1.34	69.48 ± 38.42
	白化 albinism	9.13 ± 1.69 **	2.84 ± 0.61 **	4.59 ± 2.60 **	23.63 ± 3.95	6.78 ± 1.35	79.77 ± 36.95
3	正常 normal	10.43 ± 1.39	3.18 ± 0.42	6.14 ± 2.18	23.51 ± 2.97	7.00 ± 1.21	76.09 ± 36.25
	白化 albinism	9.43 ± 1.84 *	3.01 ± 0.69	4.78 ± 2.52 *	23.24 ± 5.84	6.64 ± 1.03	60.51 ± 26.10 *
5	正常 normal	9.75 ± 1.26	2.82 ± 0.42	5.65 ± 1.98	18.65 ± 2.77	5.33 ± 0.84	33.21 ± 16.22
	白化 albinism	8.35 ± 0.92 **	2.47 ± 0.28 **	3.49 ± 1.26 **	18.30 ± 2.88	5.24 ± 0.88	29.99 ± 15.52
17	正常 normal	9.72 ± 1.42	3.04 ± 1.44	6.19 ± 2.51	18.01 ± 2.95	5.28 ± 0.89	32.87 ± 18.72
	白化 albinism	8.68 ± 1.39 **	2.64 ± 0.44 **	3.85 ± 1.91 **	18.70 ± 3.39	5.39 ± 0.98	34.71 ± 19.52

注: \* 表示同一家系中白化个体与正常个体差异显著( $P < 0.05$ ); \*\* 表示同一家系中白化个体与正常个体差异极其显著( $P < 0.01$ )  
Notes: \* indicates difference is significant at the 0.05 level in the same family; \*\* indicates difference is significant at the 0.01 level in the same family

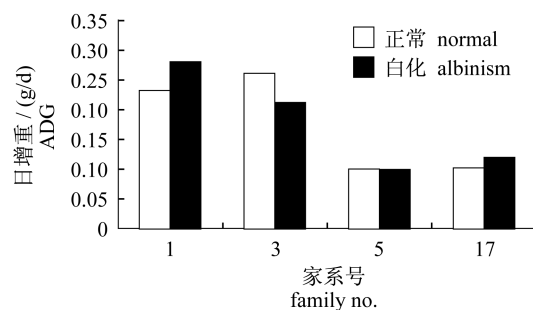


图 2 白化个体和正常个体日增重比较

Fig. 2 Comparison of ADG in different families

### 2.3 白化个体和正常个体抗病性能比较

对部分家系白化个体和正常个体进行鳃弧菌感染实验发现,同一家系中半滑舌鳎白化个体和正常个体的抗鳃弧菌病性能有较大差异(表 5)。这 4 个家系白化个体的死亡率均低于正常个体,1 号家系正常个体感染鳃弧菌后死亡率高达 57.14%,比同家系白化个体高出 34.92%;17 号家系白化个体抗鳃弧菌病能力较强,死亡率仅为 8.70%,比正常个体低 20.25%;3 号家系白化个体死亡率比正常个体低 10%;5 号家系白化个体和正常个体死亡率相差不大,白化个体的死亡率略低于正常个体。

表 5 部分家系白化苗和正常苗抗病性比较

Tab. 5 Comparison of disease-resistant performance of albinistic and normal individuals in given families

家系 families	体色 body color	总数 total	死亡数 deaths	死亡率/% mortality
1	正常 normal	42	24	57.14
	白化 albinism	36	8	22.22
3	正常 normal	50	21	42.00
	白化 albinism	151	49	32.45
5	正常 normal	260	115	44.23
	白化 albinism	58	24	41.38
17	正常 normal	76	22	28.95
	白化 albinism	46	4	8.70

### 3 讨论

半滑舌鳎是我国重要的海水养殖经济鱼类,其白化个体因不受养殖者和消费者青睐而影响了其市场价值和经济效益,因此本实验对其白化现象展开了初步研究,以期半滑舌鳎白化的病因以及后续的研究提供参考。

本实验发现,半滑舌鳎白化现象在不同家系中的比例有较大差别,个别家系白化率甚至超过 90%,17 个家系中仅有 3 个家系未出现白化现象,其他家系均存在一定比例的白化个体。实验所用 17 个家系的母本均为养殖群体,父本群体为

养殖群体、野生群体和选育群体,对不同父本家系的白化情况进行比较发现,父本为养殖群体的家系平均白化率达 19.68%,父本为选育群体和野生群体的平均白化率分别为 7.50% 和 3.21%,与父本为养殖群体的家系有较大的差异。

半滑舌鳎白化现象会伴随眼睛异常是本实验的另一重要发现,实验抽取了部分家系中的白化个体进行统计发现,不同家系的白化个体眼睛异常率有较大差别,从 2.50%~88.89% 不等,表现为眼睛未发生偏转,并且眼睛未发生偏转的个体眼周围皮肤均为白化。白化病是由于动物的眼睛和皮肤中缺乏黑色素细胞或黑色素的生成发生障碍所引起,魏海云等<sup>[22]</sup>认为,人类皮肤白化病的重要临床表现之一为眼睛异常,并且会通常伴随眼睛的生理学病变。2013 年 7 月中旬,我们曾多次对正常体色的半滑舌鳎鱼苗抽样,统计其眼睛未发生偏转的比例,每次随机选取 500 条以上鱼苗,发现正常体色鱼苗的眼睛异常比例约为 0.3%~0.5%,比例极低。国外学者研究发现白化病会引起人的眼睛异常,如虹膜半透明、视力低下和立体视觉差等<sup>[23-24]</sup>,故推断半滑舌鳎的白化(尤其是眼部白化)导致了部分个体眼睛异常,但半滑舌鳎白化个体眼睛异常的机制尚不清楚,有待进一步研究。

比较部分家系白化个体和正常个体的生长情况发现,3~4 月龄的半滑舌鳎白化个体较同家系的正常个体生长慢,但 12~13 月龄时,白化个体和正常个体的生长情况已基本差异不明显,甚至已超过正常个体。另外,Estévez 等<sup>[25]</sup>通过对轮虫和卤虫无节幼体等活饵料用鱼油和小球藻等营养强化剂强化培养后投喂牙鲆幼苗发现该方法可以有效防止牙鲆的白化病的发生。所以,半滑舌鳎鱼苗初期应该注重营养强化,以减少其白化率。

鳃弧菌感染实验发现,半滑舌鳎白化个体抗病性能优于同家系的正常个体,在某些家系中表现出了较大的优势,例如 1 号家系白化个体感染鳃弧菌的死亡率为 22.22%,而正常个体的死亡率为 57.14%。目前,以鳃弧菌为主的半滑舌鳎细菌病频发,细菌病已经成为威胁半滑舌鳎健康的主要疾病,鉴于其白化个体的抗病性能较强,完全可以用来培育具有优良抗病性能的新品系。

#### 参考文献:

[1] Chen S L, Du M, Yang J F, et al. Development and characterization for growth rate and disease resistance

of families in half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*) [J]. Journal of Fisheries of China, 2010, 34(12): 1789 - 1794. [陈松林, 杜民, 杨景峰, 等. 半滑舌鳎家系建立及其生长和抗病性能测定. 水产学报, 2010, 34(12): 1789 - 1794.]

[2] Tian Y S, Chen S L, Ji X S, et al. Cryopreservation of tongue sole *Cynoglossus semilaevis* sperm [J]. Marine Fisheries Research, 2009, 30(6): 97 - 102.

[田永胜, 陈松林, 季相山, 等. 半滑舌鳎精子冷冻保存. 渔业科学进展, 2009, 30(6): 97 - 102.]

[3] Chen S L, Li Y Z, Zhang J, et al. Selection of the families with high growth rate and high female proportion in half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*) [J]. Journal of Fisheries of China, 2013, 37(4): 481 - 488. [陈松林, 李仰真, 张静, 等. 半滑舌鳎快速生长及高雌性家系的筛选. 水产学报, 2013, 37(4): 481 - 488.]

[4] Sun Z Z, Liu X Z, Xu Y J, et al. Technique and technology of productive scale seedling rearing of *Cynoglossus semilaevis* Günther [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14(2): 244 - 248.

[孙中之, 柳学周, 徐永江, 等. 半滑舌鳎工厂化人工育苗工艺技术研究. 中国水产科学, 2007, 14(2): 244 - 248.]

[5] Denson M R, Smith T I J. Diet and light intensity effects on survival, growth and pigmentation of southern flounder *Paralichthys lethostigma* [J]. Journal of the World Aquaculture Society, 1997, 28(4): 366 - 373.

[6] Li B Q, Chen M D, You J T, et al. Effects of different color containers on albinism rates and survival rates of southern flounder, *Paralichthys lethostigma* [J]. Journal of Fujian Fisheries, 2009(3): 6 - 9. [李碧泉, 陈明达, 游剑涛, 等. 容器颜色对漠斑牙鲆白化率和成活率的影响. 福建水产, 2009(3): 6 - 9.]

[7] Iwata N, Kikuchi K. Effects of sandy substrate and light on hypermelanosis of the blind side in cultured Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* [J]. Environmental Biology of Fishes, 1998, 52(1-3): 291 - 297.

[8] Ottwswn O H, Strand H K. Growth, development, and skin abnormalities of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) juveniles kept on different bottom substrates [J]. Aquaculture, 1996, 146(1-2): 17 - 25.

[9] Venizelos A, Benettib, D D. Pigment abnormalities in flatfish [J]. Aquaculture, 1999, 176(1-2):

- 181 - 188.
- [10] Ma A J, Chen S Q, Lei J L, *et al.* Study on effect of vitamin and mineral mixture on the turbot pigmentation improvement [ J ]. *Marine Fisheries Research*, 2004, 25 ( 5 ) : 25 - 29. [ 马爱军, 陈四清, 雷霖霖, 等. 维生素与矿物质对大菱鲆幼鱼色素恢复作用的研究. *海洋水产研究*, 2004, 25 ( 5 ) : 25 - 29. ]
- [11] Chen W, Jiang Z Q, Wu L X, *et al.* Comparison of fatty acid composition between normally pigmented and albino Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* [ J ]. *Journal of Dalian Fisheries University*, 2004, 19 ( 1 ) : 21 - 25. [ 陈炜, 姜志强, 吴立新, 等. 牙鲆正常个体与白化个体脂肪酸组成的比较. *大连水产学院学报*, 2004, 19 ( 1 ) : 21 - 25. ]
- [12] Rainuzzo J R, Reitan K I, Olsen Y. The significance of lipids at early stages of marine fish: a review [ J ]. *Aquaculture*, 1997, 155 ( 1 - 4 ) : 103 - 115.
- [13] Reitan K I, Rainuzzo J R, Olsen Y. Influence of lipid composition of live feed on growth, survival and pigmentation of turbot larvae [ J ]. *Aquaculture International*, 1994, 2 ( 1 ) : 33 - 48.
- [14] Wang J Q, Hou L, Zou X Y, *et al.* Isolation and characterization of the albinism-related genes of DEN-1 and DEN-2 from turbot *Scophthalmus maximus* [ J ]. *Acta Zoologica Sinica*, 2007, 53 ( 1 ) : 159 - 166. [ 王家庆, 侯林, 邹向阳, 等. 大菱鲆白化相关基因 ( DEN-1、DEN-2 ) 的分离鉴定及特征分析. *动物学报*, 2007, 53 ( 1 ) : 159 - 166. ]
- [15] Hou L, Yao F, Wang W. The Elementary study on isolating albinism related gene from *Paralichthys olivaceus* with mrna differential display method [ J ]. *Journal of Liaoning Normal University: Natural Science Edition*, 2004, 27 ( 1 ) : 65 - 68. [ 侯林, 姚锋, 王伟. 以 mRNA 差异显示法分离牙鲆白化相关基因的初步研究. *辽宁师范大学学报: 自然科学版*, 2004, 27 ( 1 ) : 65 - 68. ]
- [16] Tabata K. Genetic factors on the albinism of Hiramé *Paralichthys olivaceus* [ J ]. *Suisanzoshoku*, 1991, 39 ( 1 ) : 29 - 35.
- [17] Huang B. Albinism development mechanism in turbot *Scophthalmus maximus* [ D ]. Qingdao: Ocean University of China, 2004. [ 黄冰. 大菱鲆白化病白化发生机理研究. 青岛: 中国海洋大学, 2004. ]
- [18] Zhu J, Zhang X M, Gao T X, *et al.* The metamorphosis of turbot *Scophthalmus maximus* and morphological observation on melanophores in larval skin [ J ]. *Journal of Fisheries of China*, 2002, 26 ( 3 ) : 193 - 200. [ 朱杰, 张秀梅, 高天翔, 等. 大菱鲆早期变态发育和体表黑色素细胞形态学观察. *水产学报*, 2002, 26 ( 3 ) : 193 - 200. ]
- [19] Zhu J, Zhang X M, Gao T X. Comparisons of DHA and EPA contents in skin and muscle between normal and albino *Paralichthys olivaceus* [ J ]. *Journal of Fisheries of China*, 2004, 28 ( 1 ) : 74 - 78. [ 朱杰, 张秀梅, 高天翔. 正常和白化褐牙鲆皮肤和肌肉中 DHA 和 EPA 含量的比较. *水产学报*, 2004, 28 ( 1 ) : 74 - 78. ]
- [20] Yang J F, Chen S L, Zhai J M, *et al.* Artificial propagation of half-smooth tongue-sole, *Cynoglossus semilaevis* [ J ]. *Journal of Inner Mongolia University for Nationalities: Natural Sciences* 2010, 25 ( 2 ) : 185 - 190. [ 杨景峰, 陈松林, 翟介明, 等. 半滑舌鳎人工催产技术的研究. *内蒙古民族大学学报: 自然科学版*, 2010, 25 ( 2 ) : 185 - 190. ]
- [21] Chen S L, Tian Y S, Xu T J, *et al.* Development and characterization for growth rate and disease resistance of disease-resistance population and family in Japanese flounder ( *Paralichthys olivaceus* ) [ J ]. *Journal of Fisheries of China*, 2008, 32 ( 5 ) : 665 - 673. [ 陈松林, 田永胜, 徐田军, 等. 牙鲆抗病群体和家系的建立及其生长和抗病性能初步测定. *水产学报*, 2008, 32 ( 5 ) : 665 - 673. ]
- [22] Wei H Y, Li H Y, Guo X M, *et al.* The performance of ocular albinism and its occurrence mechanism [ J ]. *Chinese Journal of Practical Ophthalmology*, 2005, 23 ( 7 ) : 653 - 656. [ 魏海云, 李洪义, 郭向明, 等. 白化病的眼表现及其发生机制. *中国实用眼科杂志*, 2005, 23 ( 7 ) : 653 - 656. ]
- [23] Oetting W S, King R A. Molecular basis of albinism: Mutations and polymorphisms of pigmentation genes associated with albinism [ J ]. *Human Mutation*, 1999, 13 ( 2 ) : 99 - 115.
- [24] Jeffery G. The albino retina: an abnormality that provides insight into normal retinal development [ J ]. *Trends In Neurosciences*, 1997, 20 ( 4 ) : 165 - 169.
- [25] Estévez A, Sameshima M, Ishikawa M, *et al.* Effect of diets containing low levels of methionine and oxidized oil on body composition, retina structure and pigmentation success of Japanese flounder [ J ]. *Aquaculture Nutrition*, 1997, 3 ( 3 ) : 201 - 216.

## Preliminary study on the albinism of half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*)

LI Yangzhen<sup>1</sup>, CHEN Songlin<sup>1\*</sup>, XING Hefei<sup>1,2</sup>, WU Yahong<sup>1,2</sup>, SUN Hejun<sup>1,2</sup>,  
WANG Xiaoxia<sup>1,2</sup>, LI Zhongming<sup>3</sup>, SHAO Changwei<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, MOA, Yellow Sea Fisheries Research Institute,  
Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

3. Sanxin Marine Seeding Industry and Experimental Station, Changyi 261300, China)

**Abstract:** This paper studied the albinism of half-smooth tongue sole by establishing families, and 17 half-smooth tongue sole families were established. Firstly, sampling statistics and variance analysis have been conducted for the albinism rate, including statistics for the eyes abnormal rate of albinistic individuals in given families. Secondly, the growth of albinos and normal individuals in 4 higher albinism rate families was compared. Finally, the resistance to *Vibrio anguillarum* was tested in the 4 given families for the albinistic and normal individuals respectively. The results are as follows: the albinism rates in different Families were quite different, the albinism rate in Family 3 is the highest which was 94.50%, and that in Families 15, 33 and 37 was 0.00%; while the families whose sire is cultured population have the highest average albinism rate, which is 19.68%, while the families whose sire is wild population have the lowest albinism rate, which is 3.21%. The average albinism rate of the families whose sire is selected population is 7.50%, however, there is no significant difference among them ( $P > 0.05$ ). There are 3 families that the albinism rate was higher, the albinism rate of Family 5 is 48.48%, that of Family 10 is 45.83%, and that of Family 12 is 88.89%. 4 families were selected for comparison of their albinos and normal individuals growth, and we found that the growth of albinistic individuals whose age was 3 to 4 months was slower or significantly slower than normal individuals in total length and body width and body weight in the same family, whereas, when they were 12 to 13 months old, this kind of difference was not significant any more, and albinos in Family 1 and Family 17 even exceeded normal individuals in total length and body width and body weight. Albinistic and normal individuals in 4 given families were injected with *V. anguillarum*, and we found that the mortality rate of albinistic individuals was lower than that of the normal individuals in the same family respectively, the disease-resistance of the albinos in Family 1 and Family 17 was greatly higher than that of normal individuals, and the declines were 24.92% and 20.25% separately. This study indicates that progenies of half-smooth tongue sole whose parents are from wild population tend to have a lower albinism rate, and the albinism could associate with a certain proportion of abnormality of eyes. We also found that at the early growth stage, albinistic larvae grew slower and later they grew faster, even faster than the normal individuals. Moreover, the disease-resistance of albinos is superior to the normal individuals in the same family.

**Key words:** *Cynoglossus semilaevis*; albinism; family; *Vibrio anguillarum*

**Corresponding author:** CHEN Songlin. E-mail: chensl@ysfri.ac.cn