

# 鞍带石斑鱼工厂化育苗研究

黄宗文, 骆 剑, 林 彬, 郭仁湘, 杨 薇, 陈国华

(海南大学 海洋学院 热带生物资源教育部重点实验室, 海南 海口 570228)

**摘要:** 作者设计了一种新的鞍带石斑鱼(*Epinephelus lanceolatus*)工厂化人工育苗方法。测定了鞍带石斑鱼人工育苗过程中水环境因子和育苗水体浮游生物的种类、数量变化。育苗期间水温 28.0~30.7℃; 盐度为 27.0~32.0; pH 值为 7.39~7.90; 溶氧量 6 mg/L 以上; 中午池面平均光照 3315.9 lx; 记录了 1 d 的光照、水温、溶解氧和 pH 的变化; 育苗池前 18 d 只加水不换水, 氨氮不断上升, 最低值 0.24 mg/L, 最高值 2.53 mg/L, 育苗后期采取换水措施, 氨氮迅速下降; 育苗期间, 水体除正常投喂的轮虫(*Brachionus plicatilis*)和桡足类外, 池中出现浮游植物 12 种、浮游动物 5 种, 浮游植物平均生物量  $6.92 \times 10^6$  个/L, 原生动物平均生物量  $0.74 \times 10^6$  个/L。经过 34 d 的培养, 得到平均全长 2.45 cm 鱼种, 单位水体育苗密度 300 尾/m<sup>3</sup>, 育苗成活率为 2.73%。结果表明, 用有效微生物群(effective microorganisms, 简称 EM)+高级虾片调节水质的模式, 可以保持育苗水质稳定, 成功培育出鞍带石斑鱼幼鱼。

**关键词:** 鞍带石斑鱼(*Epinephelus lanceolatus*); 人工育苗; 水环境因子

中图分类号: S962

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)09-0023-07

鞍带石斑鱼(*Epinephelus lanceolatus*)俗称龙胆石斑鱼, 隶属鲈形目(Perciformes)、鲷科(Serranidae)、石斑鱼属(*Epinephalus*), 为暖水性、中下层珊瑚礁鱼类, 分布于印度洋非洲东岸至太平洋中部密克罗尼西亚, 南至澳大利亚, 中国产于南海诸岛和海南岛等海域, 但数量稀少。鞍带石斑鱼是石斑鱼类中体型最大的种类<sup>[1]</sup>, 具有生长速度快, 抗病性强, 肉质鲜美等诸多优点, 且肌肉氨基酸组成与人体氨基酸组成较为接近, 营养价值高, 成为养殖前景极大的石斑鱼种类, 深受消费者<sup>[2]</sup>和养殖业者的喜爱, 由于人工繁殖技术尚不成熟, 苗种不足限制了鞍带石斑鱼养殖的发展。

石斑鱼鱼苗培育被认为是海水鱼类育苗中难度较大的一种<sup>[2]</sup>, 而鞍带石斑鱼又有亲鱼获取较难、产卵期短等问题, 使人工繁殖更加困难。目前, 学者们<sup>[2-7]</sup>对于石斑鱼育苗存在的问题达成了几点共识: 首先, 育苗水环境因子的变化是育苗成功与否的重要因素之一<sup>[3,4]</sup>; 第二, 由内源性营养转为外源性营养的仔鱼开口期饵料不适宜<sup>[3]</sup>, 长棘期和收棘期的营养缺乏, 均可导致高的死亡率; 此外, 由于鱼苗密度较高产生的局部缺氧和稚、幼鱼期的互相残杀也是育苗成活率低的重要原因。目前, 鞍带石斑鱼育苗多采用池塘生态育苗方式<sup>[6,8,9]</sup>, 鞍带石斑鱼在海南的主要产卵期是 4~6 月和 9~10 月, 前一个产卵期内, 海南的池塘育苗中水温经常达到 32 以上, 而这个水温

条件在鞍带石斑鱼的育苗早期仔鱼很难渡过; 后一个产卵期是海南的台风季节, 台风的影响经常导致池塘育苗失败。可见, 鞍带石斑鱼的池塘育苗受天气制约, 工厂化育苗可以在一定程度上克服受天气制约的问题。鞍带石斑鱼的工厂化育苗相关报道较少<sup>[2,5]</sup>, 作者曾采用单细胞藻类净化水质的方法<sup>[3]</sup>进行鞍带石斑鱼的育苗, 但效果不稳定。为了改进鞍带石斑鱼的工厂化育苗方法, 本实验是通过向育苗池中定时定量加入 EM 菌和高级虾片, 在育苗水体中构建一条碎屑食物链, 保持育苗水体水质稳定, 完成育苗过程, 现将实验总结如下。

## 1 材料与方 法

### 1.1 育苗设施与材料

育苗实验在万宁业兴水产养殖有限公司石斑鱼育苗基地(海南省万宁市和乐镇港北港)进行。

水源: 海边砂滤并过滤海水。

育苗池条件: 室内水泥池, 方形, 规格为 5 m×5 m×1 m; 设有上溢下排的排水口和池底排污口; 全

收稿日期: 2010-03-31; 修回日期: 2010-06-18

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2007BAD29B01, 2007BAD29B02); 海南大学重点科研资助项目(hd09xm11)

作者简介: 黄宗文(1984-), 男, 广西北海人, 硕士生, 研究方向为热带水产养殖生物生殖调控与繁育, E-mail: wening201@163.com; 陈国华, 通信作者, 教授, E-mail: chguh@hainu.edu.cn

池设 25 只气石充气; 育苗车间的房顶部分采用透光材料, 设有遮光网, 可调节室内光照强度, 控制 11: 00~15: 00 育苗池水面光照强度 3 000~5 000 lx。

EM 菌: 市售东方菌王 10 L, 清水 20 L, 红砂糖 2 kg, 在 50 L 聚乙烯桶中混匀, 密封备用。

虾片: 市售金虾牌高级虾片。

生物饵料: 用池塘培育的轮虫、桡足类。

鞍带石斑鱼受精卵 0.2 kg。

## 1.2 育苗方法与水质管理

### 1.2.1 育苗前的准备与投放仔鱼

培水: 育苗池在使用前用漂白粉消毒, 冲洗至无余氯。加入海水至 80 cm 深。育苗池进水当天开始, 每天 8: 00、15: 00 分 2 次向池中泼洒准备好的 EM 菌和虾片。

投放仔鱼: 培水至第 4 天, 购鞍带石斑鱼受精卵 0.2 kg, 孵化出仔鱼后小心投放到育苗池; 仔鱼下池 3 h 后, 抽样测定密度为 1.1 万尾/m<sup>3</sup>。

### 1.2.2 饵料投喂和水质管理

#### 1.2.2.1 饵料投喂

仔鱼孵出第 2 天, 向育苗池中接种轮虫, 保持育苗水体轮虫密度 15~20 个/mL。第 14 天开始, 继续投喂轮虫外, 投喂少量经 80 目筛绢过滤的桡足类幼体。第 20 天, 以投喂桡足类为主, 保持育苗水体桡足类密度为 5~10 个/mL。

#### 1.2.2.2 水质管理

仔鱼下池后: 第一周, 不换水; 第二周, 每天向池中加水 1~2 cm; 第三周每天换水 3~8 cm; 第四周以后, 根据育苗水质状况, 每天换水 20~30 cm。

### 1.2.3 育苗水体理化条件和浮游生物的测定

#### 1.2.3.1 水温、pH、盐度、溶氧、光照强度

每天 8: 00、15: 00 两次测定。水温、溶氧测定使用美国 HACH HQ30D flexi METER, 盐度测定使用手持式折光盐度计; pH 测定用 DELTA 320 台式 pH 计, 光照强度测定用 DT-1301 LIGHT METER 测定水面照度。

#### 1.2.3.2 氨氮测定

HACH DREL 2800 便携式完全水质分析实验室的方法。

#### 1.2.3.3 浮游生物密度测定

育苗期间, 每隔 3 d 取样测定 1 次轮虫、桡足类以外的浮游生物密度。

#### 1.2.3.4 浮游植物和浮游动物(原生动物的定性测定

取水样 300 mL, 用 150 目筛绢过滤去轮虫、桡

足类等小型浮游生物, 用鲁哥氏液固定(终浓度为 1%), 显微镜下观察、鉴定种类。

#### 1.2.3.5 浮游生物的定量测定

取水样 300 mL, 用 150 目筛绢过滤去轮虫、桡足类等小型浮游生物, 用鲁哥氏液固定(终浓度为 1%), 水样静置 24 h, 用虹吸法吸去上清部分, 定容到 30 mL。取 0.08 mL 浓缩水样到计数板, 显微镜下分别计数浮游植物和浮游动物(原生动物), 每个水样观察计数 2 个计数板。每个计数板计数 50 个视野, 记录每个视野浮游生物个数, 再计算单位原水样中浮游生物的数量。

### 1.2.4 鱼苗生长的观察和密度测定

每日两次观察记录鱼苗的活动状况; 每 3 天取样 1 次, 每次 10~20 尾, 经终浓度 4% 甲醛固定后测量全长并描述主要形态特征。

石斑鱼的密度测定, 在夜间无光条件下, 待鱼苗在池中分散均匀, 用 500 mL 烧杯随机取样 3~5 次, 取平均值估算鱼苗密度。

## 2 结果与分析

### 2.1 育苗期间理化因子和浮游生物的变化

#### 2.1.1 育苗水体理化因子的变化及对育苗的影响

##### 2.1.1.1 水温和盐度

育苗期间, 水体温度范围在 28.0~30.7 、盐度 27.0~32.0, 鱼苗生长发育正常。在育苗过程中, 遇一次台风, 室外温度骤降, 因育苗车间的保温作用, 室内育苗水温变化较小, 没有对育苗造成大的影响。育苗早期不换水, 因蒸发盐度有小幅上升趋势, 至育苗的第三周, 因降水影响, 海边砂滤井的海水盐度有所下降, 此时对育苗池少量换水, 盐度有小幅下降, 对鱼苗生长没有明显影响(图 1)。

##### 2.1.1.2 溶氧

育苗水体采取不间断充气, 水体溶氧在 6 mg/L 以上, 溶氧条件良好(图 2)。

##### 2.1.1.3 光照

育苗车间的光照变化很大, 主要受天气变化的影响, 车间设置的日光灯, 对实际光照影响不大, 图 3 可以看出, 育苗期间出现过 3 次低光照情况。

第一次在育苗的第四、五天, 持续时间 1 d, 正值仔鱼从内源营养向外源营养的过度期, 从育苗的实际效果看, 对鱼苗生长没有产生大的影响; 第二次遇到光照情况是在第 15~17 天(台风影响), 持续时间 2 d 多, 从池中的鱼苗密度变化看, 育苗受到一定

的影响;第三次是在育苗的第21~23天,池中出現一些死苗现象。

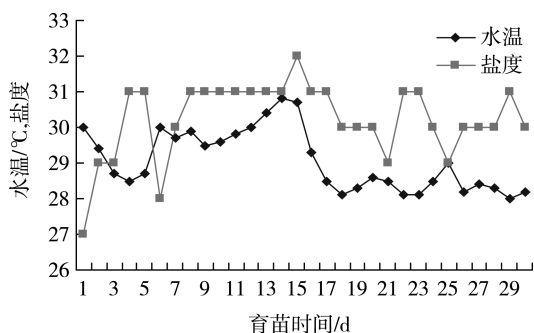


图1 育苗水体中温度和盐度的变化

Fig. 1 Variations of temperature and salinity in breeding water

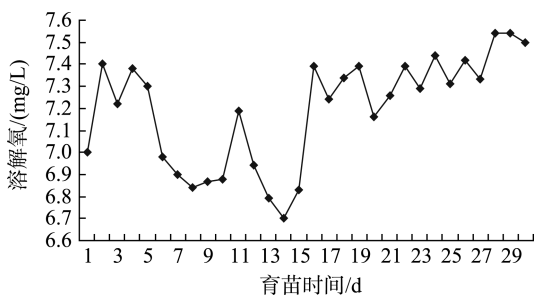


图2 育苗水体中溶解氧的变化

Fig. 2 Variation of DO in breeding water

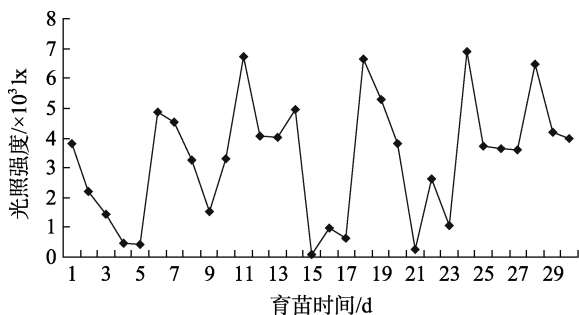


图3 育苗光照强度的变化

Fig. 3 Variation of illumination in whole period

#### 2.1.1.4 酸碱度

从图4可以看出,育苗水体酸碱度在pH7.39~7.90的范围变化,随着育苗进程,pH值有逐渐降低的趋势。

#### 2.1.1.5 环境因子的周日变化与鱼苗活动规律

选定一个晴天,即在育苗的第13天,每隔2h测定一次水温、溶氧、光照、pH,以了解其变化规律(表1)。从总体看,仅光照取自然光,变化明显,水温、溶氧、pH都相对稳定。此时鞍带石斑鱼苗背鳍和腹鳍都已经长出长棘,测量理化因子的同时,观

察了鱼苗的活动情况。6:00,车间内光照为109.0lx,鱼苗胃内食物极少或者没有,开始从晚上的随水漂浮转为主动游泳,之后,出现身体向前窜动的摄食动作;8:00,摄食动作明显加强,鱼苗腹部饱满,以后整个白天,都有摄食动作,且腹部饱满;至20:00,车间内光照强度为0,用灯光照射育苗池发现鱼苗随充气造成的水流翻滚,无摄食动作,偶尔因灯光刺激而活动。

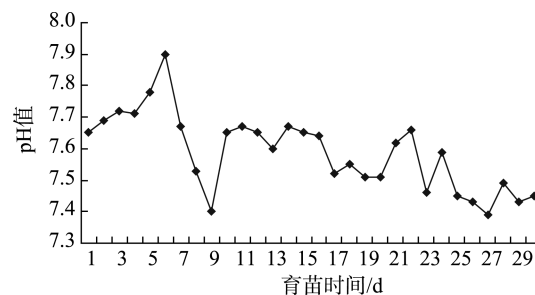


图4 育苗水体的pH值变化

Fig. 4 Variation of pH in breeding water

#### 2.1.2 水体氨氮含量变化及对鱼苗生长的影响

育苗期间,4次测定了水体的氨氮含量,育苗第1天(水源)、第7天、第18天、第29天的氨氮含量,分别为0.24,0.47,2.53,0.97 mg/L。从结果看,本方法进行育苗,水体氨氮含量不断增高,在第18天达到最高(因为此前不换水),以后随着换水量增大,氨氮含量下降。第18天的氨氮含量达2.53 mg/L,鱼苗活动并无明显异常。

#### 2.1.3 育苗水体浮游生物的测定

##### 2.1.3.1 育苗水体浮游生物的种类组成

育苗第7天开始,每隔3d采样1次,测定育苗池中轮虫、桡足类以外的浮游生物种类,见表2。

表1 24h育苗水体环境因子的变化

Tab. 1 Daily variations of environment factors

时间	水温 ( )	溶解氧 (mg/L)	pH	光照强度 (lx)
6:00	30.4	6.96	7.62	109.0
8:00	30.4	6.79	7.59	1758
10:00	30.7	6.61	7.60	4870
12:00	31.1	6.58	7.61	5470
14:00	31.4	6.60	7.66	1186
16:00	31.4	6.56	7.62	584.0
18:00	31.1	6.49	7.73	168.9
20:00	31.0	6.53	7.70	0

2.1.3.2 育苗水体中微型浮游生物量的变化

育苗池换水之前, 分 4 次取样测定了浮游植物和浮游动物(原生动物)的生物量。浮游植物生物量: 第 7 天  $5.77 \times 10^6$  个/L, 第 11 天  $4.36 \times 10^6$  个/L, 第 15 天  $7.71 \times 10^6$  个/L, 第 19 天  $9.85 \times 10^6$  个/L; 浮游原生动物的生

物量: 第 7 天  $1.78 \times 10^6$  个/L, 第 11 天  $0.74 \times 10^6$  个/L, 第 15 天  $0.30 \times 10^6$  个/L, 第 19 天  $0.15 \times 10^6$  个/L。这些浮游生物(浮游植物和浮游原生动物)是育苗过程中自然出现在育苗池中, 在育苗池中生长, 构成了育苗池中生物的组成部分, 在育苗池中发挥作用。

表 2 育苗水体中出现的浮游生物种类

Tab. 2 Planktons in breeding pools

浮游生物种类	出现的时间(或检测出的时间)			
	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 19 天
<b>浮游植物</b>				
1. 小球藻 ( <i>Chlorella</i> sp.)	+	+	+	+
2. 微绿球藻 ( <i>Nannochloropsis ovulata</i> )				+
3. 菱形藻 ( <i>Nitzschia</i> sp.)	+			
4. 隐藻 ( <i>Cryptophyta</i> sp.)			+	+
5. 直链藻 ( <i>Melosira</i> sp.)		+	+	+
6. 原甲藻 ( <i>Prorocentrum</i> sp.)				+
7. 等片藻 ( <i>Diatoma</i> sp.)	+			+
8. 多甲藻 ( <i>Peridinium</i> sp.)				+
9. 颤藻 ( <i>Oscillatoria</i> sp.)				+
10. 单鞭金藻 ( <i>Chromulina</i> sp.)	+			
11. 新月藻 ( <i>Closterium</i> sp.)		+	+	
12. 蓝色裸甲藻( <i>Gymnodinium coeruleum</i> )	+	+	+	+
<b>浮游动物</b>				
1. 旋回侠盗虫( <i>Strobilidium gyrans</i> )	+	+		
2. 四膜虫 ( <i>Tetrahymena</i> sp.)	+	+		
3. 七口虫 ( <i>Holophrya</i> sp.)	+			
4. 尾毛虫 ( <i>Urotricha</i> sp.)	+			
5. 异养鞭毛虫( <i>Heterotrophic flagellates</i> )	+		+	+

2.2 鱼苗密度变化和育苗效果

育苗期间, 4 次测定了池中的鱼苗密度。第 1 天(仔鱼下池)密度为  $11 \times 10^3$  尾/ $m^3$ , 第 7 天为  $10 \times 10^3$  尾/ $m^3$ , 第 19 天为  $2 \times 10^3$  尾/ $m^3$ , 第 30 天为  $0.3 \times 10^3$  尾/ $m^3$ 。随着育苗时间的推移, 鱼苗密度逐渐下降, 符合石斑鱼育苗的一般规律。育苗到第 30 天, 育苗成活率为 2.73%。

2.3 鱼苗生长情况

2.3.1 初孵仔鱼

刚孵化出膜的仔鱼, 身体前端有一个椭圆形半透明的卵黄囊, 卵黄囊后部有一小油球, 初孵仔鱼由于油球的作用倾斜浮在水面上, 偶尔垂直向上游动。

2.3.2 开口仔鱼

放苗的第 3 天, 观察到卵黄囊明显变小且接近

消失, 此时期仔鱼由开始由内源性营养型向外源性营养型转变, 口部开始形成, 出现胸鳍原基, 在水中观察可明显看到仔鱼头部有两个黑点, 腹部、尾部各一个黑点, 头朝下浮于水中, 已可在水中平游。用烧杯观察时, 可见仔鱼用吻部用力的啄烧杯底部, 有明显的摄食行为, 此时应保证水体中有足够的适合仔鱼摄食的饵料。

2.3.3 背棘和腹棘根芽出现

放苗的第 7 天, 此时仔鱼全长为  $0.250 \text{ cm} \pm 0.02 \text{ cm}$ , 背棘和腹棘根芽出现, 头部增高, 消化管上部黑色素增大, 在池中有聚群行为, 喜欢在池角和边缘活动, 有趋光行为。用烧杯打起观察, 可明显看到仔鱼身体两侧长出一对翅状鳍条, 振动较快, 黑色素加深, 仔鱼摄食能力增强, 活力较好。

2.3.4 背鳍长棘和腹鳍长棘出现

放苗的第 10 天, 此时全长  $0.350 \text{ cm} \pm 0.01 \text{ cm}$ ,

背鳍位置上出现一枚长棘,棘上有黑色素分布,棘缘呈锯齿状,在身体两侧的腹鳍位置上也长出两枚长棘,与背棘相似,鱼体全身布满黏液。用烧杯观察,呈“小三叉”状。鱼苗在池中分布面积稍微扩大,但四角的分布密度仍然比较高,四壁稍低。主要在水中中上层活动。

### 2.3.5 背鳍、臀鳍鳍条出现

放苗的第 17 天,此时全长  $0.8\text{ cm}\pm 0.1\text{ cm}$ ,背鳍长棘和腹鳍长棘继续加长,呈“大三叉”状。长棘长及尾部,骨骼和肌肉系统迅速发育,身体中轴银色脊索明显可见,背鳍、臀鳍、尾鳍鳍条均可观察到。消化道进一步分化。

### 2.3.6 背鳍、臀鳍、尾鳍鳍条形成

放苗第 23 天,全长  $1.45\text{ cm}$ ,第二背鳍棘和腹鳍棘绝对长度达到仔稚鱼阶段的最大值。鱼体头部眼眶斜后上方色斑增多并有向胸鳍附近扩大之势。第一背鳍和第二背鳍已连在一起,臀鳍第一鳍条变粗形成鳍棘,各鳍已基本形成。

放苗第 34 天,平均全长  $2.45\text{ cm}$ ,部分生长快的个体开始长出鳞片。此时,鱼苗可以进入下一阶段的标粗培育,实验结束。

## 3 讨论

### 3.1 水环境因子对育苗的影响

育苗水体温度是育苗成功与否的关键水质指标。很多学者皆对育苗过程中水体适宜温度进行论述与报道。周仁杰<sup>[10]</sup>在斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)育苗试验的结果显示,水温范围在  $27.3\sim 30.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,鱼苗生长发育正常;王云新<sup>[11]</sup>认为斜带石斑鱼最佳培养水温在  $25\sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;陈国华<sup>[3]</sup>报道点带石斑鱼(*Epinephelus malabaricus*)仔鱼期适宜水温为  $24\sim 29\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,低于或高于这个范围则会影响仔鱼的正常活动,而稚鱼期适温略宽。本实验中鞍带石斑鱼育苗期间测得水温范围在  $28\sim 30.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,鱼苗的发育正常,与黄进光<sup>[5]</sup>报道的鞍带石斑鱼育苗水体温度为  $27\sim 29.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  接近。龚孟忠<sup>[2]</sup>在水温  $23.30\sim 27.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  的条件下也取得了鞍带石斑鱼育苗的成功。

育苗水体盐度、溶氧量、pH 值的变化范围与斜带石斑鱼<sup>[10,11]</sup>、点带石斑鱼<sup>[3,4]</sup>等基本一致。

#### 3.1.1 光照对育苗的影响

本次育苗遇到 3 次低光照情况,持续时间都不长,从育苗效果看,没有造成大的影响。正常情况下,鞍带石斑鱼的育苗车间取自然光,育苗池水面光照

$4\ 000\sim 5\ 000\text{ lx}$  是适宜的。

### 3.1.2 氨氮对育苗的影响

非离子氨对水生物有较强的毒性,中国渔业水质标准规定非离子氨  $0.20\text{ mg/L}$ 。周永欣等<sup>[12]</sup>研究未离解氨对草鱼种的毒性,未离解氨对 26、47、125 日龄草鱼的 96 h  $\text{LC}_{50}$  分别是  $0.570$ 、 $1.609$  和  $1.683\text{ mg/L}$ ,对 47、60、125 日龄的 48 h  $\text{LC}_{50}$  则分别为  $1.727$ 、 $2.050$  和  $2.141\text{ mg/L}$ 。在亚急性毒性试验中,根据氨对草鱼生长和鳃组织的影响,认为未离解氨的最大允许毒物质量浓度为  $0.054\sim 0.099\text{ mg/L}$ 。曲克明等<sup>[13]</sup>研究氨氮对大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)的急性毒性效应,过饱和溶氧条件下,非离子氨对大菱鲂的 48 h  $\text{LC}_{50}$  值和 96  $\text{LC}_{50}$  值分别为  $2.4\text{ mg/L}$  和  $1.73\text{ mg/L}$ ;正常溶氧条件下,非离子氨对大菱鲂的 48 h  $\text{LC}_{50}$  值和 96  $\text{LC}_{50}$  值分别为  $1.82\text{ mg/L}$  和  $1.14\text{ mg/L}$ 。采用本实验的方法进行鞍带石斑鱼的育苗,在育苗第 18 天,氨氮含量达到  $2.53\text{ mg/L}$ ,经用“海水水质标准(GB 3097-1997)附录 B”的非离子氨换算方法,得非离子氨为  $0.051\text{ mg/L}$ ,并且在育苗过程中立即采取了换水措施,未见鱼苗出现急性中毒现象,但是否存在组织损伤等影响,值得进一步研究。

### 3.2 EM 菌+高级虾片的生态育苗模式

用本实验方法进行鞍带石斑鱼人工育苗,实际上在水体中建立了一条碎屑食物链:定时定量加入虾片和微生物制剂,利用微生物分解虾片、各类生物的排泄废物和残体;这样的育苗方法,育苗池中还会自然出现一些微型浮游生物(如原生动物);作为饵料投入的轮虫可摄食微型浮游生物、单细胞藻类等;育苗后期作为饵料投入的桡足类,摄食微型浮游生物、轮虫和藻类等;作为培育对象的石斑鱼苗则摄食轮虫、桡足类。这种 EM 菌+高级虾片的育苗方法解决了石斑鱼育苗中几个不易解决的问题:(1)提供了石斑鱼的开口饵料。石斑鱼育苗的难点之一在于如何解决幼苗开口期的营养需求<sup>[14]</sup>。龚孟忠<sup>[2]</sup>用双壳类的受精卵、担轮幼虫和面盘幼虫作为鞍带石斑鱼的开口饵料能够顺利渡过此时期,但投喂受精卵对水质影响较大,不宜多过投喂。本实验利用水体中出现的微型浮游生物作为仔鱼的开口饵料,开口效果良好;(2)石斑鱼育苗前二周,因仔鱼太小,对育苗池换水相当困难。目前,常用的石斑鱼人工育苗的方法,均以接种单胞藻类来改善水质,如利用小球藻(*Chlorella*)、金藻等<sup>[3-5]</sup>配成“绿水”培育仔鱼,使

水体中维持一种生态平衡。本实验的育苗方法,实际上是在育苗水体构建了一条碎屑食物链,物质和能量沿着食物链传递,微生物和藻类利用水体中溶解的无机盐,避免无机盐在水体中快速积累,从而保持水质相对稳定,达到育苗前二周不换水的目的。但需要说明的是,这样建立的育苗系统并不是一个能够自我维持的体系,只是在一定程度上保持相对稳定,一些指标还是在不断上升的,如  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ,  $\text{NO}_2 - \text{N}$ ,  $\text{COD}$  等指标实际上也是在不断上升的,只是上升的速度有所控制,并且能够在 2 周左右的时间内满足石斑鱼生长发育的需要,正好解决石斑鱼育苗早期(前 2 周)难于换水的问题。之后,随着鱼苗的生长,活动能力增强,可以通过对育苗池换水,解决育苗池中无机盐不断上升的问题,使石斑鱼育苗过程得以完成;(3) 轮虫、桡足类作为石斑鱼的饵料投入到育苗水体,当天不可能全部被鱼苗摄食,总会存留一部分,本实验的育苗方法中,育苗池中存在丰富的微生物、微型浮游生物,成为了轮虫、桡足类的饵料,保证后者不会因饥饿降低其作为石斑鱼饵料的價值,有利于提高育苗成活率。

### 3.3 微型浮游生物进入育苗池的可能途径和意义

石斑鱼工厂化育苗中,育苗池会自然出现一些微型浮游生物。分析传入途径可能有二:(1) 石斑鱼育苗场都建造在海边,附近常有大量的养鱼、养虾池分布,鱼虾养殖池的微型浮游生物可能通过空气传播,养殖池大量使用增氧机,更增大了微型浮游生物通过空气传播的可能性;(2) 育苗过程中必须向育苗池中投入轮虫、桡足类,在这些生物饵料中混杂有部分微型浮游生物。尽管这些微型浮游生物不是人为加入,但按目前的工厂化育苗条件,育苗池中出现一些微型浮游生物也是不可避免的。这些微型浮游生物在育苗池中生长,成为育苗水体生物群落的组成部分,起到保持水质稳定的作用。微型浮游动物在育苗池中的另一个重要作用是作为鞍带石斑鱼仔鱼的开口饵料,尤颖哲<sup>[15]</sup>曾投喂培育的原生动物作为鞍带石斑鱼仔鱼的开口饵料,取得了比投喂牡蛎受精卵或者 S 型轮虫更好的培育效果。本实验中,育

苗池中保持有较高的原生动物密度,利用这类生物作为鞍带石斑鱼仔鱼的开口饵料,取得了较好效果。

#### 参考文献:

- [1] 张海发,王云新,刘付永忠,等.鞍带石斑鱼人工繁育及胚胎发育研究[J].广东海洋大学学报,2008,28(4):36-40.
- [2] 龚孟忠,陈慧,范希军.龙胆石斑鱼引种及人工育苗技术的初步研究[J].福建水产,2004,1:47-50.
- [3] 陈国华,张本.点带石斑鱼人工育苗技术[J].海洋科学,2001,25(1):1-3.
- [4] 全汉锋,刘振勇,范希军.点带石斑鱼人工育苗技术的初步研究[J].福建水产,2004,3(1):31-34.
- [5] 黄进光.龙胆石斑鱼人工育苗技术初探[J].科学养鱼,2006,12:34-36.
- [6] 黎祖福,陈省平,庄余谋,等.鞍带石斑鱼人工繁殖与鱼苗培育技术研究[J].海洋水产研究,2006,27(3):78-85.
- [7] 杨洪志,梁荣峰.鞍带石斑鱼 *Epinephelus lanceolatus*(Bloch)繁殖生物学的初步研究[J].现代渔业信息,2002,17(7):20-21.
- [8] 关则智.鞍带石斑鱼高位池育苗技术探讨[J].中国水产,2009,2:44-45.
- [9] 蒲利云,冯永勤,董杨,等.室外高位池鞍带石斑鱼人工育苗的初步试验[J].科学养鱼,2009,6:26-27.
- [10] 周仁杰,林涛.斜带石斑鱼人工育苗技术试验[J].台湾海峡,2002,21(1):57-62.
- [11] 王云新,黄国光,刘付永忠等.斜带石斑鱼人工育苗试验[J].渔业现代化,2003,6:14-15.
- [12] 周永欣,张甫英,周仁珍.氨对草鱼的急性和亚急性毒性[J].水生生物学报,1986,10(1):32-38.
- [13] 曲克明,徐勇,马绍赛,等.不同溶解氧条件下亚硝酸盐和非离子氨对大菱鲂的急性毒性效应[J].海洋水产研究,2007,28(4):83-88.
- [14] 何永亮,区又君,李加儿,等.石斑鱼人工繁育技术研究进展[J].南方水产,2008,4(3):75-79.
- [15] 尤颖哲.龙胆石斑鱼人工育苗仔鱼开口及前期饵料转换技术研究[J].中国水产,2007,6:54-55.

## Industrial seed culture of *Epinephelus lanceolatus*

HUANG Zong-wen, LUO Jian, LIN Bin, GUO Ren-xiang, YANG Wei, CHEN Guo-hua  
(College of Ocean, Hainan University, Key Laboratory of Tropic Biological Resources of Ministry of Education, Hainan University, Haikou 570228, China)

**Received:** Mar., 31, 2010

**Key words:** *Epinephelus lanceolatus*; artificial breeding; water environment factors

**Abstract:** We reported a modified industrial breeding method of *Epinephelus lanceolatus*. The variations of water environment factors, as well as the type and quantities of micro-planktons were recorded during the whole artificial breeding process. The fertilized eggs of *E. lanceolatus* could hatch completely and develop into normal larval fishes under the following conditions: 28~30.7 ‰, 27~32 salinity, pH 7.39~7.90, >6 mg/L DO, and 3315.9 lx average noon illumination intensity. Variations of these environmental factors during the time span of a day were also recorded every two hours. The concentration of *Ammonia nitrogen* went from 0.24 mg/L up to 2.53 mg/L 18 days after the addition of water, and it then dropped dramatically after water renewing at the later stage. During the whole culture process, 12 types of phytoplanktons and 5 types of zooplanktons were detected in the breeding pool. The average concentrations of plankton and protozoa were  $6.92 \times 10^6/L$  and  $0.74 \times 10^6/L$ , respectively. At the end of our 34-day industrial culture experiment, the average length of grouper larvae reached 2.45cm, and the density was 300/m<sup>3</sup>. The survival rate of grouper larvae was 2.73%. The result of this study indicated that using effective-microorganism (EM) mix shrimp-cracker method, the water quality could remain suitable for *E. lanceolatus* larvae growth.

(本文编辑: 谭雪静)

(上接第 22 页)

## Anti-oxidation and bacteriostasis activity of the ethanol extract of *Subergorgia suberosa*

LIU Lei<sup>1</sup>, WEI Yu-xi<sup>1</sup>, WANG Chang-yun<sup>2</sup>, GUO Qi<sup>1</sup>, WAN Hui-yi<sup>1</sup>, ZHAO Ling<sup>1</sup>

(1. Biological Department of Qingdao University, Qingdao 266071, China; 2. Institute of Marine Drugs, Ocean University of China; Key Laboratory of Marine Drugs, Ministry of Education, Qingdao 266003, China)

**Received:** Dec., 30, 2009

**Key words:** *Subergorgia suberosa*; ethanol extract; anti-oxidation; bacteriostasis

**Abstract:** Ethanol extract from *Subergorgia suberosa* from the South Sea of China was obtained and was partitioned with petroleum ether, ethyl acetate, and n-butanol. The ethanol extract and the three organic phases showed better ·OH-scavenging efficiency than the synthetic antioxidants, TBHQ and BHT, at 50 mg/L. The scavenging efficiencies of the petroleum ether phase and the ethyl acetate phase to DPPH· and O<sub>2</sub><sup>-</sup>· were higher than those of the ethanol extract and the n-butanol phase, respectively. Furthermore, for all samples the bacteriostasis activities against five marine bacteria and four terrestrial bacteria were also determined. All samples' MICs against the five marine bacteria were about 100mg/ml and, no bacteriostasis activity was found against the terrestrial bacteria tested.

(本文编辑: 康亦兼)