

## 七带石斑鱼仔鱼摄食习性的观察

吴雷明<sup>1,2</sup> 陈超<sup>2\*</sup> 翟建明<sup>3</sup> 杨志<sup>4</sup> 李炎璐<sup>1,2</sup> 马文辉<sup>3</sup>  
宋振鑫<sup>1,2</sup> 孙涛<sup>4</sup> 庞尊方<sup>3</sup> 孙芳芳<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 上海海洋大学 水产与生命学院, 201306)

(<sup>2</sup> 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(<sup>3</sup> 莱州明波水产有限公司, 烟台 261418)

(<sup>4</sup> 烟台开发区天源水产有限公司, 264006)

**摘要** 在人工育苗条件下, 采用轮虫与牡蛎受精卵两种开口饵料, 3种不同的投喂方式: 开口单喂轮虫(A)、开口单喂牡蛎受精卵(B)、开口将牡蛎受精卵和轮虫混合投喂(C), 分析对比不同饵料对仔鱼开口效果。通过观察5日龄仔鱼日摄食与4~20日龄仔鱼消化道饱满度的变化, 探讨仔鱼摄食习性及光照与摄食的关系。结果发现, 七带石斑鱼孵化开口后, 投喂3d牡蛎受精卵者比直接投喂轮虫对仔鱼生长有明显的效果; 10日龄前, B组在全长、肛前距、口裂宽方面都大于A、C两组, B组全长的特定生长率为4.969%, 分别是A、C两组的2.5与2.4倍, 生长速度最快; 5日龄仔鱼在09:00~10:00与13:00~14:00时间段, 有两个明显的摄食高峰期, 光照强度分别为720~1018 lx与865~923 lx; 4日龄仔鱼其饱食率较低, 只有40%达到了3级摄食量, 4~10日龄的仔鱼饱食率波动幅度较大, 10日龄后开始逐渐上升, 13日龄后基本可以达到100%。

**关键词** 七带石斑鱼 仔鱼 摄食习性

中图分类号 S93 文献标识码 A 文章编号 1000-7075(2013)02-0058-07

## Observation of the larval feeding habits of seven-band grouper *Epinephelus septemfasciatus*

WU Lei-ming<sup>1, 2</sup> CHEN Chao<sup>2\*</sup> ZHAI Jian-ming<sup>3</sup> YANG Zhi<sup>4</sup>  
LI Yan-lu<sup>1, 2</sup> MA Wen-hui<sup>3</sup> SONG Zhen-xin<sup>1, 2</sup> SUN Tao<sup>4</sup>  
PANG Zun-fang<sup>3</sup> SUN Fang-fang<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> College of Fisheries and Life Sciences, Shanghai Ocean University, 201306)

(<sup>2</sup> Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(<sup>3</sup> Mingbo Fisheries Limited Corporation, Laizhou, Yantai 261400)

(<sup>4</sup> Tianyuan Fisheries Limited Corporation, Yantai 264006)

**ABSTRACT** Effects of two first-feeding diets (rotifers and fertilized oyster eggs) on the early stage larvae of seven-band grouper *Epinephelus septemfasciatus* were analyzed and compared

科技部国际合作专项(2012DFA30360)和天津市滨海新区项目(201004070)共同资助

\* 通讯作者。E-mail: ysfri.chen.chao@126.com

收稿日期: 2012-03-14; 接受日期: 2012-04-10

作者简介: 吴雷明(1987-), 男, 硕士研究生, 主要从事海水鱼类繁育和养殖生态研究。E-mail: xiaoxiao4854@163.com, Tel: 13792836539

with three different feeding modes (A. rotifers, B. oyster eggs, C. mixture of oyster eggs and rotifers) under artificial rearing conditions. Through observations on the feeding situation of 5 dph (day-post-hatching) larvae and gastrointestinal fullness of 4~20 dph larvae, the larval feeding habits and the relationship of light and feeding were discussed. We found that treatment B, which was fed with oyster eggs for 3 days, grew much better than treatment A, which was fed with rotifers only. The specific growth rate of total length in treatment B was 4.969%, which was 2.5- and 2.4-fold of treatments A and C, respectively. Before 10dph, total length, anal distance, and mouth width in treatment B were greater than the other two treatments. Two obvious feeding peaks were found at 9:00~10:00 and 13:00~14:00 for 5 dph larvae. The light intensity was between 720~1,018 lx and 865~923 lx respectively. The satiation rate of 4dph larvae was lower, in which only 40% reached the III level in food intake. Satiation rate of 4~10dph larvae fluctuated, and it began to rise at 10dph, reaching 100% at 13dph.

**KEY WORDS** Seven-band grouper Larvae Feeding habit

七带石斑鱼 *Epinephelus septemfasciatus*, 属鲈形目、鲷科、石斑鱼属, 俗称七带斑、子鱼、过鱼, 主要分布在黄海、东海沿岸区域, 是黄海唯一分布的石斑鱼品种(成庆泰等 1981), 因其能够耐受 7~8℃ 的低温冷水, 又称为“冷水石斑”(王新安等 2008)。七带石斑鱼具有生长快、耐低温、适应能力强、营养物质丰富、肉质鲜美等优点, 深受广大消费者的喜爱, 具有较大的经济价值和市场潜力。

有关海产鱼类早期发育阶段对开口饵料的要求, 以及早期摄食习性与生长特性的研究对人工繁育与养殖的影响已有许多报道, 如半滑舌鳎(庄志猛等 2005)、浅色黄姑鱼(张雅芝等 2006)、银鲳(施兆鸿等 2007)等, 为开展海产经济鱼类的人工繁育研究、积累基础生物学资料、完善苗种培育技术、促进养殖业发展等工作提供了宝贵的基础资料。七带石斑鱼的开口饵料对其仔鱼的成活率、生长都有较大的影响, 是其苗种繁育的关键问题之一, 鉴于人工配合饲料还不能完全替代动物性饵料(Munilla *et al.* 1990; Walford *et al.* 1993), 选择合适的动物性饵料来满足后期仔稚鱼的需求, 成为人们一直关注与探讨的问题。

在人工育苗条件下, 许多鱼类的仔鱼在营养转换(内源性营养过渡到混合性营养, 再向外源性营养转变)的过程中, 会出现大量“掉苗”现象, 导致苗种繁育成活率低, 有些学者称为敏感期(Sensitive period)或者是危险期(Critical period)(朱成德 1986)。能否选择出大小适口、符合仔鱼营养需求、容易摄食的开口饵料, 使仔鱼成功渡过营养转换期, 是苗种培育成功与否的重要因素之一。石斑鱼人工育苗过程中, 与上述情况相似, 仔鱼对饵料的摄食情况也是影响苗种成活率高低的一个关键性问题(张海发等 2004)。本研究对在人工培育条件下的七带石斑鱼仔鱼发育阶段摄食习性进行了初步观察探究, 为其早期发育阶段的基础生物学积累资料, 为今后开展大规模种苗生产提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

实验于 2011 年 6~7 月在山东莱州明波水产有限公司进行。实验采用的仔鱼为人工培育的七带石斑鱼亲鱼, 经促熟、催产成熟的亲鱼所产的两批受精卵孵化获得。不同开口饵料对仔鱼生长性能的影响的实验采用的仔鱼为第一批, 日摄食量与摄食率和消化道饱满度观察为第二批。采用干法授精获得受精卵, 用砂滤海水洗净后, 放入 500L 的内悬挂筛网的孵化水槽内, 适当充气, 流水孵化。孵化至胚体形成后, 将受精卵捞起放入 2 000 ml 的量筒中, 取上浮受精卵称重, 然后移至育苗车间进行孵化培育。育苗池为 9 m<sup>3</sup> 圆形水泥池。培育水

温为 20~25℃,盐度为 29~30。实验期间所用的饵料为牡蛎 *Ostrea plicatula* 受精卵与 *s* 型褶皱臂尾轮虫 *Brachionus plicatilis*。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 开口饵料对仔鱼生长性能的影响

实验设置 A、B、C 3 个池,分别投喂设定的开口饵料,即 A、B、C 3 组。各组投喂的饵料分别为轮虫(A),牡蛎受精卵(B),牡蛎受精卵+轮虫(C)。初孵仔鱼 3d 后开口,每天 09:00 点和 14:00 点进行投喂,牡蛎受精卵在池中的密度为 7~12 ind/ml,轮虫的密度为 5~7 ind/ml,混合投喂组牡蛎受精卵与轮虫的密度为其 1/2。分别投喂 3d 不同种饵料后,3 组全部转为投喂轮虫。自初孵仔鱼第 4 天开始,每日 14:00 取 1 次样,经 MS-222 麻醉剂麻醉后,在显微镜(Nikon-200)下测量全长、肛前距、口裂宽指标。

### 1.2.2 仔鱼(5 日龄)的日摄食量观察

初孵仔鱼 3d 开口后,首先投喂 2d 的牡蛎受精卵,第 6 天开始投喂部分轮虫,投喂方法同上。取样时间为 06:00 到次日 06:00。06:00 至 18:00,每隔 1h 从池中取 10 尾仔鱼,18:00 到次日 06:00 每隔 2h 取 1 次样品。取样后,仔鱼经 MS-222 麻醉剂麻醉,在 Olympus 解剖镜(SZX7)下解剖(以便准确掌握摄食情况),使用显微镜(Nikon-200)观察记录仔鱼肠道内生物饵料的数量,分析仔鱼摄食情况。每隔 1h 测 1 次光照强度。

### 1.2.3 摄食率和消化道饱满度观察

从 4~20 日龄,每天 14:00,取 10 尾仔鱼,用目测法测量消化道饱满度。消化道饱满度采用 5 级标准:消化道内无饵料为“0”级,消化道内饵料不足消化道容量的 1/2 为“1”级,消化道内饵料超过消化道容量的 1/2 但未充满为“2”级,消化道内饵料充满但未膨胀为“3”级,消化道内饵料充满且膨胀为“4”级(谢仰杰等 2007)。饱满度 3 级和 4 级为饱食。饱食率为饱食个体所占所取试验样品的比例。

## 1.3 数据处理与计算

摄食率 = 摄食个体数 / 测定个体总数 × 100%

饱食率 = 胃饱满度 3~4 级的个体 / 测定个体总数 × 100%

全长( $SGR_w$ )、肛前距( $SGR_A$ )与口裂宽( $SGR_M$ )的特定增长率:  $[(\ln L_2 - \ln L_1) / (t_2 - t_1)] \times 100\%$

## 2 结果

### 2.1 生长特性

投喂 3d 后,6 日龄仔鱼 B 组生长最为明显,全长、肛前距、口裂宽都大于其他两组(图 1、图 2、图 3),其他两组增长较小;B、C 两组全长增长幅度相同(图 1),B 组肛前距大于 C 组,而口裂宽小于 C 组;10 日龄前仔鱼: B、C 两组生长速度较快,A 组全长、口裂宽一直低于 B、C 两组(图 1、图 3)。

#### 2.1.1 特定增长率

3 组仔鱼投喂 3 d 饵料后,B 组全长的特定增长率为 4.969%,分别是 A、C 两组的 2.5 与 2.4 倍,生长速度最快。B 组口裂宽的特定增长率为 11.996%,生长速度也大于其他两组。A、C 两组全长的特定增长率增长幅度相同,A 组肛前距生长速度最快,为 8.017%,C 组口裂宽特定增长率大于 A 组,是 A 组的 3.6 倍。

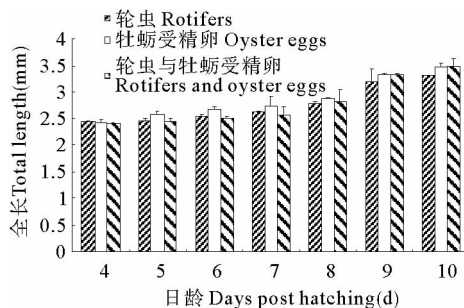


图 1 A、B、C 3 组仔鱼 7d 内的全长变化  
Fig. 1 Body length of *E. septemfasciatus* larvae in the three treatments during 4~10 dph

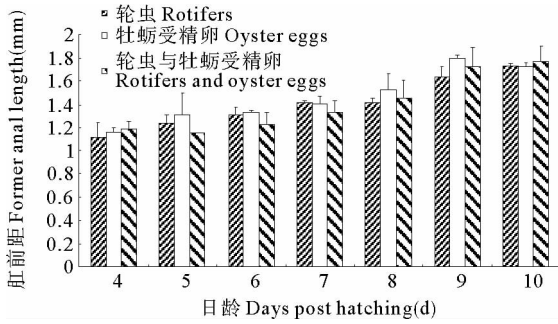


图 2 3 组仔鱼 7d 内的肛前距变化

Fig. 2 Former anal length of *E. septemfasciatus* larvae in the three treatments during 4~10 dph

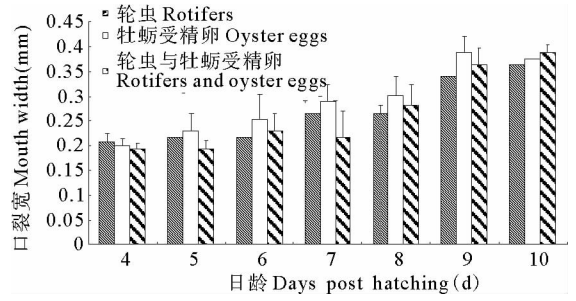


图 3 3 组仔鱼 7d 内的口裂宽变化

Fig. 3 Mouth width of *E. septemfasciatus* larvae in the three treatments during 4~10 dph

表 1 3 组仔鱼(4~6 日龄)的特定生长率

Table 1 Specific growth rate of *E. septemfasciatus* larvae (4~6 dph) in the three treatments

分组 Treatment	全长特定生长率 SGR <sub>w</sub>	肛前距特定生长率 SGR <sub>A</sub>	口裂宽特定生长率 SGR <sub>M</sub>
A	1.942	8.017	2.350
B	4.969	6.807	11.996
C	2.098	1.508	8.593

### 2.2 仔鱼日摄食量变化情况观察

5 日龄仔鱼日摄食情况见图 4。由图 4 可以看出,早上 06:00~08:00 与 18:00 到次日 06:00,光照强度较弱时,仔鱼对饵料的摄入量相对较少;仔鱼 09:00~10:00 与 13:00~14:00 有两个明显的摄食高峰,光照强度分别为 720~1 018 lx 与 865~923 lx;16:00~17:00 仔鱼摄食量较大。01:00 后仔鱼肠道内的食物含量低,只有个别的仔鱼肠道内有少量的饵料,大部分仔鱼肠道处于排空状态。

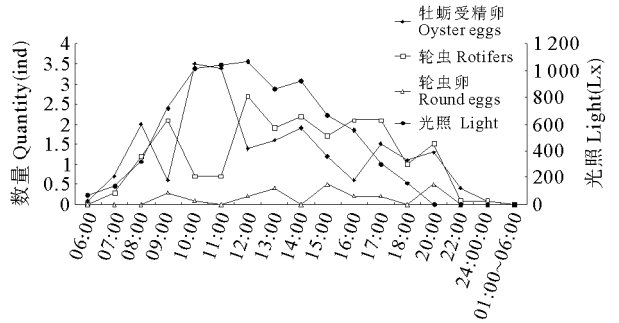


图 4 5 日龄仔鱼摄食情况

Fig. 4 Feeding situation of *E. septemfasciatus* larvae at 5 dph

### 2.3 消化道饱满度观察

4~20 日龄仔鱼消化道饱满度情况见表 2。4 日龄的仔鱼饱食率较低;有 60% 的仔鱼肠胃中的食物较少,只有 40% 达到了 3 级摄食量。4 日龄与 5 日龄的仔鱼饱食率为 80%、90%, 分别有 20%、10% 未摄食,6 日龄后摄食率都达到了 100%(图 5);8 日龄后摄食量达到 3、4 级的仔鱼数量开始增加;10 日龄后的仔鱼其饱食率才开始稳定;13 日龄后的仔鱼,在饵料充足的情况下,基本可以达到饱食状态(图 6)。

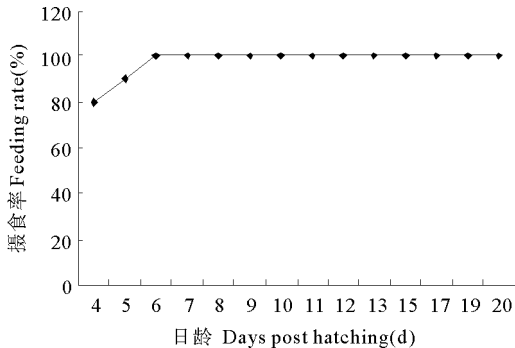


图 5 4~20 日龄仔鱼摄食率

Fig. 5 Feeding rate of *E. septemfasciatus* larvae during 4~20 dph

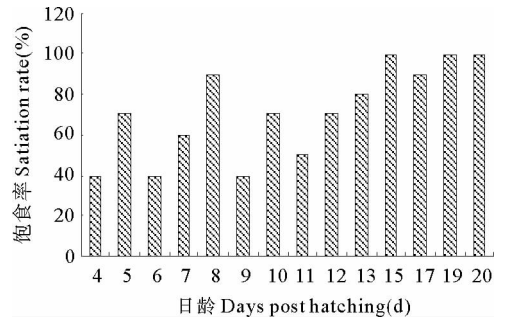


图 6 4~20 日龄仔鱼饱食率

Fig. 6 Satiation rate of *E. septemfasciatus* larvae during 4~20 dph

表2 4~20日龄仔鱼的消化道饱满度、摄食率、饱食率

Table 2 Gastrointestinal fullness, feeding rate and satiation rate of *E. septemfasciatus* larvae during 4~20 dph

日龄 Days post hatching(d)	测定尾数 Number of samples(ind)	消化道饱满度 Gastrointestinal fullness				
		0	1	2	3	4
4	10	2	0	4	4	
5	10	1	1	1	4	3
6	10		3	3	3	1
7	10		1	3	4	2
8	10			1	7	2
9	10		5	1	4	
10	10		1	2	3	4
11	10		4	1	3	2
12	10		1	3	3	4
13	10			2	3	5
15	10				4	6
17	10			1	4	5
19	10				2	8
20	10				3	7

### 3 讨论

了解七带石斑鱼仔鱼发育阶段的饵料需求和摄食状况,对于在人工养殖条件下,掌握其仔鱼的减耗规律和过程以及其存活机理意义重大。随着仔稚幼鱼的生长发育,不同种类及同种类不同发育阶段的鱼苗,对生物饵料的种类、营养成分、投喂时间等要求是不同的(楼宝等 2004)。在人工育苗生产上有针对性、有计划地培养生物饵料,可以根据仔鱼不同发育阶段投喂适量、适口的饵料。

#### 3.1 仔鱼对开口饵料的选择性与适用性

Lubzens 等(1989)认为,褶皱臂尾轮虫可以作为苗种培育饵料,其能够满足仔鱼新陈代谢的营养要求并能提高仔鱼的成活率;轮虫也可作为营养物质与药物的载体,为仔鱼提供重要的营养物质,提高仔鱼的免疫力与成活率。Su 等(1997)以牡蛎受精卵、S型轮虫和SS型轮虫中的一种或几种投饲斜带石斑鱼仔鱼,结果表明,牡蛎受精卵和SS型轮虫都适合做仔鱼的开口饵料。

仔鱼的摄食选择并不完全取决于饵料的营养组成,饵料颗粒的大小也是个重要的因子(殷名称 1995),是否与其摄食能耗过高有关,需要进一步研究证实。据报道赤点石斑鱼的初孵仔鱼全长小于2mm,不能摄食普通的褶皱臂尾轮虫(俞存根等 1997)。有学者认为,牡蛎受精卵大小与石斑鱼仔鱼口径适合,能被取食,但其营养不足(邹记兴等 2000)。随着培育时间的增加,斜带石斑鱼仔鱼对牡蛎受精卵的摄食量加大,在开口后的1~3d只投喂牡蛎受精卵,仔鱼生长缓慢,应尽量缩短投喂牡蛎受精卵的时间(谢仰杰等 2007)。汤保贵等(2007)发现,长期单一投喂轮虫,军曹鱼仔鱼处于持续饥饿状态,从而导致生长和成活率低下,轮虫是军曹鱼仔鱼的适宜开口饵料,但随着鱼体的增长,其个体明显偏小,导致被迫型不完全拒食。在保证仔鱼能够摄食的条件下,提供营养丰富的饵料,及时转换饵料种类,是人工育苗过程中的一个瓶颈。通过实验的观察,七带石斑鱼的仔鱼开口后投喂3d的牡蛎受精卵比直接投喂轮虫效果明显,B组全长的特定生长率为4.969%,分别是A、C两组的2.5与2.4倍,生长速度最快。仔鱼开口期投喂牡蛎受精卵,容易摄食。直接投喂轮虫,虽然仔鱼可以摄食,但是由于轮虫的游动速度较快,仔鱼捕获和摄食率下降,摄食时能量消耗较大,不利于仔鱼的生长发育。

### 3.2 光照强度对仔鱼摄食的影响

许多研究认为,仔鱼的摄食与光照强度有很大的关系(殷名称 1995;李大勇等 1994;王迎春等 1999)。视觉对鱼类近距离觅食最为有效;鱼类通过视觉可以获得丰富的信息,例如食物的位置、距离、大小、形状、色彩等(王作楷 1990)。中、上层生活的鱼类,通常靠视觉提供信息、完成摄食,主要在白天进行摄食活动,夜晚基本不摄食;底层生活的鱼类主要靠嗅觉、触觉等化学感觉及机械感觉提供信息、完成摄食,其摄食高峰都在晚上(乔志刚等 2008)。依靠视觉摄食的鱼类不仅存在一个适宜的光照强度,而且还存在一个摄食的视觉阈值(周显青等 2000)。黑海凶猛鱼类(三须鲑、鱼由、黑海石首鱼等)的捕食行为,是在照度为  $0.1\sim 0.011x$  时它们便开始活跃起来(普洛塔索夫 1978)。

王涵生(1996)发现,赤点石斑鱼的仔鱼的摄食受光照度影响较大,摄食量随光照的增强而增大。实验通过5日龄仔鱼日摄食量变化情况观察,发现七带石斑鱼仔鱼在光照较弱与黑暗情况下摄食量较小或者停止摄食。在一天摄食过程中,七带石斑鱼仔鱼有两个比较明显的摄食高峰期(09:00~10:00与13:00~14:00),光照强度分别为  $720\sim 1\ 018\ lx$  与  $865\sim 923\ lx$ (图4)。有研究表明,使用小轮虫作为初期饵料,在饵料充足的情况下,赤点石斑鱼仔鱼在日落前后摄食再次活跃,出现所谓的多吃现象(俞存根等 1997);实验也发现在16:00~17:00这段时间,仔鱼摄食量较大(图4),鉴于仔鱼夜间肠道内饱满程度,可以考虑在这段时间进行再次投喂。

### 3.3 仔鱼的摄食节律分析

Helfman(1986)把鱼类的摄食归纳为白天摄食、晚上摄食、晨昏摄食和无明显节律4种类型。摄食节律测定方法:24 h内,每隔几小时进行采样,观察不同日龄的仔鱼、稚鱼的摄食情况,判断此鱼的摄食节律类型(竺俊全等 2002;谢仰杰等 2007)。实验分为3个处理:自然光照组、持续光照组、黑暗组3组,每隔3h观察仔鱼的摄食情况,判断此鱼的摄食节律类型(乔志刚等 2008)。研究发现,在早晨与傍晚光照强度较弱时,5日龄七带石斑鱼仔鱼的摄食量迅速下降,黑暗情况下仔鱼摄食少量或者不摄食;仔鱼在夜间不摄食或者摄食少量的饵料,仔鱼肠道内食物含量很少,只有个别的仔鱼肠道内有食物。测定结果表明,七带石斑鱼仔鱼属于白天摄食类型。但仍需进一步观察七带石斑鱼稚鱼与幼鱼的摄食规律,才能确定七带石斑鱼的摄食节律。

### 3.4 七带石斑鱼仔鱼摄食能力与苗种成活率的关系

在饵料充足的情况下,鱼类仔稚幼鱼的摄食率很高。浅色黄姑鱼摄食率高达96.19%(张雅芝等 2006),花鲈摄食率高达99.1%(张雅芝等 1999)。实验观察结果证明(表2),4日龄与5日龄的仔鱼摄食率分别为80%与90%,5日龄后的仔鱼摄食率达到100%,说明仔鱼开口后大部分都有摄食的能力。由于4日龄仔鱼口裂、游泳能力、器官发育等原因,导致仔鱼摄食强度弱,其饱食率较低,只有40%达到了3级摄食量。5~13日龄七带石斑鱼仔鱼平均摄食率为97%,平均饱食率为61%。除个别外,15日龄以后的鱼苗,摄食率与饱食率都可以达到100%。说明七带石斑鱼摄食能力强,摄食活动旺盛。

许多鱼类的仔鱼在由内源性营养转变为外源性营养的过渡阶段都易出现大批死亡,因此这一时期被一些学者称为敏感期(唐宇平等 1993)。仔鱼在从内源性营养转为外源性营养时,摄食量较低、死亡率较高,是苗种繁育阶段的一个关键时期。鱼苗的不同发育阶段,其摄食节律、摄食能力不尽相同。在鱼苗培育期间,应根据鱼苗摄食节律的变化,确定合理的投喂时间与饵料投喂量,完善人工繁育技术(马爱军等 2005)。

选择适宜的开口饵料,不仅大小适宜、游泳速度与分布便于仔稚鱼摄食,同时容易消化吸收、营养价值丰富,根据仔鱼的摄食习性进行投喂,是保证仔鱼成活率、获得良好育苗的关键步骤之一(王新安等 2006)。七带石斑鱼10日龄前的仔鱼其饱食率起伏较大;直到10日龄后,仔鱼饱食率才开始稳定并逐步提高;13日龄后的仔鱼达到4级饱食量的比例逐渐增大。随着仔鱼培育时间的增加,应根据仔鱼摄食规律及仔鱼当天摄食的具体情况,进行投喂。在苗种培育过程要保证育苗池中饵料充足,使得仔鱼能够摄食到足够的饵料。既要避免饵料的浪费,又要避免饵料投喂不足,影响仔鱼的正常摄食与生长。

## 参 考 文 献

- 马爱军, 柳学周, 徐永江, 梁友, 庄志猛, 翟介明, 李波. 2005. 半滑舌鲷(*Cynoglossus semilaevis*)早期发育阶段的摄食特性及生长研究. 海洋与湖沼, 36(2): 130-138
- 王迎春, 苏锦祥, 周勤. 1999. 光照对黄盖鲹仔鱼生长、发育及摄食的影响. 水产学报, 23(1): 6-12
- 王作楷. 1992. 鱼类摄食行为的感受基础. 水利渔业, 59(5): 720-732
- 王涵生. 1996. 赤点石斑鱼早期仔鱼轮虫日摄食量的研究. 水产学报, 20(4): 365-369
- 王新安, 马爱军, 张秀梅, 庄志猛, 于宏. 2006. 海洋鱼类早期摄食行为生态学研究进展. 海洋科学, 30(11): 69-74
- 王新安, 马爱军, 陈超, 杨志, 曲江波. 2008. 七带石斑鱼两个野生群体形态差异分析. 海洋与湖沼, 39(6): 656-660
- 朱成德. 1986. 仔鱼的开口摄食期及其饵料综述. 水生生物学报, 10(1): 86-95
- 庄志猛, 万瑞景, 陈省平, 刘新富. 2005. 半滑舌鲷仔鱼的摄食与生长. 动物学报, 51(6): 1023-1033
- 阮洪超, 尤锋. 1990. 人工培育条件下黑鲷仔稚鱼摄食习性的观察. 海洋科学, 6: 39-41
- 乔志刚, 张英英, 张国梁, 彭新亮. 2008. 不同光照周期下鲷仔鱼的日摄食节律. 四川动物, 27(5): 743-746
- 乔志刚, 张国梁, 张英英, 彭新亮. 2008. 不同光照周期下鲷幼鱼的日摄食节律. 水产科学, 27(10): 511-515
- 成庆泰, 杨文华. 1981. 中国脂科鱼类地理分布的初步研究. 鱼类学论文集, 第一辑. 北京: 科学出版社: 1-8
- 李大勇, 何大仁, 刘晓春. 1994. 光照对真鲷仔、稚、幼鱼摄食的影响. 台湾海峡, 13(1): 26-31
- 汤宝贵, 陈刚, 张健东, 施钢, 吴灶和. 2007. 饵料系列对军曹鱼仔鱼生长、消化酶活力和体成分的影响. 31(4)水生生物学报, : 479-484
- 邹纪兴, 胡超群, 肖耀兴, 杨家驹, 刘龙志. 2000. 石斑鱼性控技术与育苗现状及产化概述. 水利渔业, 20(2): 1-3
- 张海发, 刘晓春, 林浩然, 刘付永忠, 王云新, 黄国光, 王宏东, 欧春晖. 2004. 斜带石斑鱼仔鱼的摄食节律及日摄食量. 水产学报, 28(6): 669-674
- 张雅芝, 郑金宝, 谢仰杰, 郑斯电. 1999. 花鲈仔、稚、幼鱼摄食习性与生长的研究. 海洋学报, 21(5): 110-119
- 张雅芝, 胡家财, 谢仰杰, 钟幼平, 谢伟州. 2006. 浅色黄姑鱼早期发育阶段的摄食习性与生长特性. 热带海洋学报, 25(5): 74-79
- 周显青, 牛翠娟, 李庆芬. 2000. 光照对水生动物摄食、生长和存活的影响. 水生生物学报, 24(2): 178-181
- 竺俊全, 李祥云, 吴锡科. 2002. 花鲈仔稚鱼的生长发育与摄食节律研究. 浙江海洋学院学报, 21(3): 210-215
- 施兆鸿, 马凌波, 高露姣, 于宏, 柳敏海, 陈波, 傅荣兵. 2007. 人工育苗条件下银鲷仔稚幼鱼摄食与生长特性. 海洋水产研究, 28(4): 38-46
- 胡玫, 张中英. 1983. 尼罗罗非鱼仔鱼、稚鱼和幼鱼消化系统的发育及其食性的研究. 水产学报, 7(3): 207-217
- 俞存根, 余方平. 1997. 赤点石斑鱼仔鱼日间摄食量和摄食日周期的研究. 海洋水产科技, 53(1): 35-40
- 殷名称. 1995. 鱼类仔鱼期的摄食和生长. 水产学报, 19(4): 335-342
- 唐宇平, 樊恩源. 1993. 鳊鱼消化器官的发育和食性的研究. 水生生物学报, 17(4): 329-336
- 普洛塔索夫 B P 著, 何大仁, 俞文钊译. 1984. 鱼类的行为(第一版). 北京: 科学出版社, 62-65
- 谢仰杰, 翁朝红, 苏永全, 王军. 2007. 斜带石斑鱼仔稚鱼生长和摄食的研究. 厦门大学学报, 46(1): 123-130
- 楼宝, 史海东, 柴学军. 2004. 不同生物饵料对赤点石斑鱼稚幼鱼生长和存活率的影响. 上海水产大学学报, 13(3): 270-273
- Helfman GS. 1986. Fish behavior by day, night and twilight. The behaviour of Teleost fishes. Tong J. Pitchered. Baltimore Maryland. The Johns Hopkins University Press; 366-387
- Lubzens E, Tandler A, Minkoff G. 1989. Rotifers as food in aquaculture. Kluwer Academic Publishers. 186/187: 387-400
- Munilla MR, Stark JR, Barbour A. 1990. The role of exogenous enzymes on the digestion of the cultured turbot larvae, *Scophthalmus maximus* L. Aquaculture 88: 337-350
- Su HM, Su MS, Liao IC. 1997. Preliminary results of providing various combinations of live foods to grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. Hydrobiologia 358: 301-304
- Walford J, Lam TJ. 1993. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in sea bass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles. Aquaculture 109: 187-205