

doi: 10.3969/j.issn.2095-0780.2014.05.012

· 研究简报 ·

## 南海区驯养条石鲷亲鱼的初次性成熟和产卵

区又君<sup>1</sup>, 李加儿<sup>1</sup>, 林 锋<sup>2</sup>

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业部南海渔业资源开发利用重点实验室, 广东 广州 510300;  
2. 广东省饶平县江海特种养殖种苗服务中心, 广东 饶平 515700)

**摘要:** 2008年4月初在广东省饶平县对2006年5月人工孵化和培育的2龄条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)成熟亲鱼进行激素诱导, 研究和观察条石鲷亲鱼初次性成熟的繁殖生物学。结果显示, 在南海区全人工养殖的条石鲷亲鱼初次性成熟年龄为2龄, 成熟亲鱼的最小型为全长245 mm、体质量610 g, 最大个体为全长300 mm、体质量1450 g; 产卵季节为4月10日~7月15日, 产卵盛期为4月中旬至6月下旬; 为升温产卵型鱼类, 产卵温度为20.0~28.8℃, 适宜的产卵温度为20.7~27.6℃; 雌、雄亲鱼发育同步, 个体大小和成熟年龄差别不大; 雌鱼属于一年一次分批产卵类型, 产卵期超过3个月; 24尾初次性成熟雌性亲鱼的总产卵量为 $3\,180.0 \times 10^4$ 粒, 日最高产卵量为 $341.5 \times 10^4$ 粒; 其产卵量和受精卵质量与水温的变化关系密切, 受精卵的浮卵率随温度的变化而变化, 在水温相对衡定时, 浮卵率相对稳定并维持在80%~95%的较高水平; 受精卵平均卵径为 $(0.860 \pm 0.023)$  mm, 油球径为 $(0.191 \pm 0.009)$  mm。

**关键词:** 条石鲷; 南海区; 驯养; 初次性成熟; 产卵

中图分类号: S 965.2

文献标志码: A

文章编号: 2095-0780-(2014)05-0082-05

## First maturation and spawning of cultured *Oplegnathus fasciatus* broodstock in the South China Sea

OU Youjun<sup>1</sup>, LI Jia'er<sup>1</sup>, LIN Feng<sup>2</sup>

(1. Key Lab. of South China Sea Fishery Resources Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Guangzhou 510300, China; 2. Jianghai Special Aquaculture Seedlings Service Center of Raoping, Raoping 515700, China)

**Abstract:** In early April of 2008, we carried out hormone inducement in 2-year-old *Oplegnathus fasciatus* broodstocks hatched in May of 2006 in Raoping of Guangdong Province, so as to investigate their reproductive biology for first maturation. Results show that in the South China Sea, it took 2 years for the first maturation with biological minimum size of 245 mm in total length and 610 g in weight, maximum size being 300 mm and 1450 g for the *O. fasciatus* broodstocks by complete artificial breeding. Spawning season was from April 10 to July 15 with the peak period from middle April to late June. Being a thermo-dependent spawning type, the breeding temperature of the fish ranged from 20.0~28.8℃ with suitable temperature of 20.7~27.6℃. Development was synchronous for both sexes and no significant difference was found in size and mature age. Being an annual spawning multiplicity species, the breeding season of the fish lasted over three months, with total fecundity of  $3\,180.0 \times 10^4$  and maximum daily value of  $341.5 \times 10^4$ . Significant correlation was found among fecundity, quality of fertilized eggs and water temperature. When temperature was stable, the floating rate of eggs maintained at higher level of 80%~95%. Average diameter of fertilized eggs was  $(0.860 \pm 0.023)$  mm and that of oil globule was

收稿日期: 2014-04-15; 修回日期: 2014-05-27

资助项目: 广东省海洋渔业科技推广专项(A200901D01); 中国水产科学研究院水产种质资源与养殖技术重点开放实验室基金课题(2007A014)

作者简介: 区又君(1964-), 女, 研究员, 从事鱼类生物学、发育生物学与水产增殖技术研究。E-mail: ouyoujun@126.com

(0.191 ± 0.009) mm.

**Key words:** *Oplegnathus fasciatus*; the South China Sea; culture; first maturation; spawning

条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)俗称日本鸚鵡鱼,隶属于鲈形目、石鲷科、石鲷属,是暖温性海洋中下层鱼类,多栖息于温带、亚热带岩礁海区,为恋礁性鱼类,主要分布于中国黄海、东海、台湾沿海及韩国、日本至夏威夷等海域,中国《福建鱼类志》<sup>[1]</sup>、《上海鱼类志》<sup>[2]</sup>、《台湾鱼类志》<sup>[3]</sup>和日本的《日本产鱼类大图鉴》<sup>[4]</sup>等资料中均有记载。该鱼具有肉质鲜美、色泽艳丽、体态优美、适温范围广等优点,是具有较高食用价值和观赏价值的重要海产鱼类,适合于中国池塘和网箱养殖。通过人工繁殖和苗种培育研究,可以将条石鲷逐渐发展成为中国海水网箱养殖、池塘养殖、人工鱼礁增殖放流的新品种。

条石鲷一般在北方水温较低条件下养殖,日本于20世纪60年代末开始条石鲷的人工繁殖和育苗技术研究,在80~90年代得到较快发展。中国在2004年取得规模化苗种生产成功,2005年开始报道条石鲷的人工繁殖研究,亲鱼为采自黄海南部青岛外海的2~3龄野生亲鱼群体<sup>[5-8]</sup>,主要的养殖地区为山东半岛、江苏、浙江、福建宁德沿海。目前有关条石鲷的研究已有较多报道<sup>[9-23]</sup>,但未见其亲鱼人工培育成熟和在南海区繁育的报道。笔者于2006年5月开始在广东饶平进行条石鲷全人工繁殖和育苗技术研究并获得规模化成功<sup>[24-25]</sup>,在此期间研究了在南海区养殖的条石鲷亲鱼的初次性成熟和产卵情况,以期对条石鲷的亲鱼培育、人工繁殖和苗种培育研究提供有价值的参考资料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验时间和地点

试验在广东省饶平县进行,试验周期为2006年~2008年。

### 1.2 亲鱼的来源

2006年5月从韩国引进条石鲷受精卵,在广东省饶平县进行人工孵化和育苗,人工育成的鱼苗首先在海上网箱养殖6个月后,挑选生长速度快、体形较好、体色鲜艳的成鱼,运回陆上室外水泥池,再经过1年半的强化培育后成为成熟亲鱼,养殖时间为2周年、3个年度。

### 1.3 亲鱼的培育和管理

条石鲷亲鱼培育池为露天的长方形水泥池(体积为5.5 m × 4.5 m × 1.0 m),池的上方以黑布遮挡直射光线,光照强度为1 860~20 000 lx。亲鱼培育密度为4.2尾·m<sup>-3</sup>水体。投喂鳗鱼配合饲料(粗蛋白质量分数≥46.0%),添加复合维生素和鱼油进行营养强化,每天投喂1次,投饵量为体质量的2.5%左右。每天换水和排污1~2次,换水量80%,每半个月换池1次。推池、投喂、倒池等操作尽量细致轻微,避免

惊吓亲鱼。溶解氧质量浓度保持在5.5~7.5 mg·L<sup>-1</sup>。

产卵池大小同亲鱼培育池,产卵期间日换水量200%~400%,溶解氧与亲鱼培育相同。

### 1.4 亲鱼的配组

2008年4月,亲鱼性腺发育成熟,开始进入繁殖季节,5月4日起对亲鱼产卵进行连续观察。挑选2对成熟度较好的亲鱼进行配组,雌雄配比为1:1,分组放入水体为1 m<sup>3</sup>的玻璃纤维水槽,观察亲鱼个体的产卵情况,每日上午8:00前记录产卵情况;另外再挑选48尾成熟度较好的亲鱼,雌雄配比为1:1,置于长方形水泥池中催产,用于观察亲鱼群体的总产卵量和进行人工育苗。

### 1.5 受精卵收集和孵化

每天上午以筛绢网收集受精卵,将收集到的受精卵采用浮卵法分离死卵和杂质,记录总产卵量和浮卵量,并计算浮卵率(浮卵量与总产卵量之比)。

将受精卵置于0.5 m<sup>3</sup>的孵化桶内进行孵化,孵化水温为22~26℃,盐度为28~32,孵化密度为50 × 10<sup>4</sup>~60 × 10<sup>4</sup>粒·m<sup>-3</sup>水体。孵化时微充气,及时去除死卵和死胚胎。孵化后换水,去除泡沫。

### 1.6 产卵盐度

条石鲷亲鱼自然产卵的盐度变化为22~33.6,产卵池平均盐度为30.3 ± 2.4。在5月和6月上旬的产卵盛期时盐度最高(30~33.6);随着雨季来临,盐度下降,6月25日降到最低。整个产卵期盐度多数时间维持在28以上,产卵盐度较高(图1)。

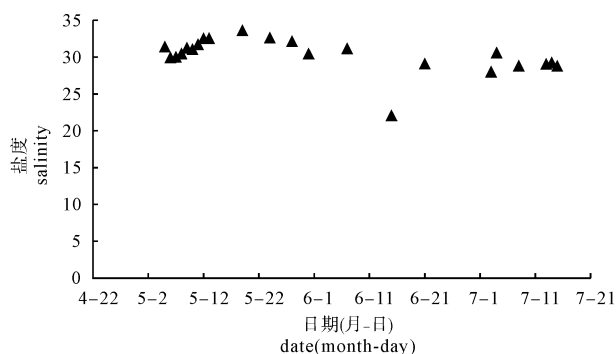


图1 条石鲷亲鱼的产卵盐度

Fig. 1 Spawning salinity for *O. fasciatus* broodstocks

### 1.7 产卵期间的摄食

由于条石鲷产卵期较长,所以在产卵期间仍正常投饵,以保证亲鱼性腺发育和产卵有充足的营养和能量。每天投喂鳗鱼配合饲料(粗蛋白质量分数≥46.0%),添加复合维生素和鱼油进行强化培育,每日投喂1次,投饵量约为体

质量的2.5%，亲鱼摄食活跃。

### 1.8 催产效果

用促黄体素释放激素类似物(LRH-A<sub>2</sub>)作为催产激素,对性成熟雌性亲鱼进行催产,注射剂量为8~10 μg·kg<sup>-1</sup>体质量,雄鱼剂量减半。注射次日亲鱼即可自然产卵,效应时间为24~48 h,并且在注射1次后,亲鱼即可多批自然产卵。

### 1.9 生物学观察

测量每尾亲鱼的全长、体长和体质量等生物学指标。每天上午8:00和下午5:00记录水温和盐度。每隔一定时间观察受精卵的发育,采用Leica DM LB2显微镜和Nikon解剖镜观察、测量和记录受精卵和初孵仔鱼的质量、形态和发育。以Microsoft Excel 2003软件进行数据统计。

## 2 结果

### 2.1 生殖群体组成

条石鲷亲鱼经过2周年的养殖,于2008年4月达到初次性成熟。初次性成熟时的亲鱼全长范围为245~300 mm,体质量范围为610~1450 g。

### 2.2 初次性成熟的最小个体和年龄

依据对条石鲷亲鱼的跟踪观察,条石鲷为雌雄异体鱼类,没有性逆转现象,雌、雄亲鱼初次性成熟时个体大小和成熟年龄差别不大,性腺发育同步,可催产、产卵的最小个体为2龄,全长245 mm,体质量610 g。

### 2.3 产卵类型和产卵时间

全人工养殖的条石鲷亲鱼从2008年4月中旬开始自然产卵一直持续至7月15日,产卵周期超过3个月,雌鱼属于分批成熟、分批产卵、一年产卵一次类型(图2)。其产卵时间为每日下午5:00~10:00。

### 2.4 产卵水温和群体总产卵量

条石鲷属春夏季产卵鱼类,在水温为20.0~28.8℃的变幅范围内均可产卵,产卵池的平均水温随海水温度的变化而波动,为(25.4±2.2)℃。4月中旬,当水温上升至20℃时,亲鱼经人工激素诱导开始自然产卵,开始几天只有少数个体产卵,几天后大多数亲鱼都可以产卵,在历时3个月的产卵期间,仅有个别日期没有产卵,几乎每天都在产卵。整个产卵期间仅需最初的激素诱导1次,即可连续自然产卵。从5月4日至7月15日,条石鲷亲鱼在水温上升期间一般都有较高的产卵量,24尾初次性成熟雌性亲鱼的总产卵量达到3180.0×10<sup>4</sup>粒以上,每日产卵量最高达到341.5×10<sup>4</sup>粒(图2)。进入7月,自然水温逐渐升高,此时为条石鲷产卵后期。当水温达到并超过28.0℃时,条石鲷产卵量逐渐下降,直至基本不再产卵。最适产卵水温为20.7~27.6℃。

### 2.5 产卵盛期、产卵高峰期和一般产卵期

条石鲷的产卵期可明显区分为产卵盛期、产卵高峰期

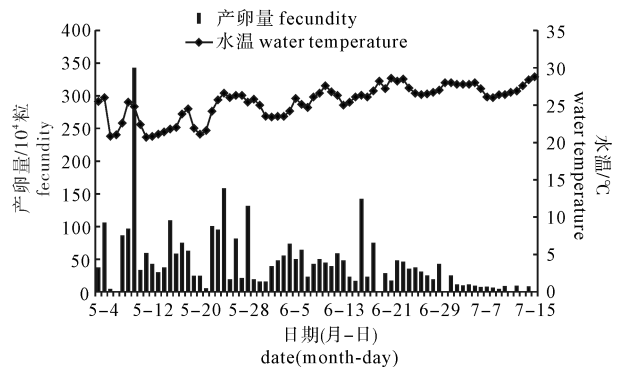


图2 条石鲷亲鱼的产卵量和产卵水温

Fig. 2 Effect of water temperature on fecundity of *O. fasciatus* broodstocks

和一般产卵期。产卵盛期为4月中旬至6月下旬,共产卵71 d,占整个产卵期的74%,产卵3077.0×10<sup>4</sup>粒,占总产卵量的96.72%。在产卵盛期内包含4个产卵高峰期,第一个产卵高峰期是4月20日~4月30日,随后分别是5月5日~5月10日、5月16日~5月29日和6月5日~6月19日。产卵盛期前后是一般产卵期,日均产卵量较少。在水泥池人工养殖条件下亲鱼的产卵与月亮圆缺或潮汐没有明显的相关性。

### 2.6 温度变化与受精卵质量

条石鲷受精卵的总体浮卵率与水温变化波动有一定关系。由于天气原因,在水温不太稳定的时期,浮卵率也显得不稳定,在40%~98%波动;当水温较为平稳时,浮卵率一般稳定在80%~95%(图3)。在条石鲷产卵后期,水温超过28.0℃时浮卵率则持续下降。产卵量较大时浮卵率也较好,其中产卵量为341.5×10<sup>4</sup>、157.2×10<sup>4</sup>、130.1×10<sup>4</sup>和140.9×10<sup>4</sup>粒等的浮卵率也分别达到97.1%、97.5%、97.2%和96.3%的较高水平;日平均浮卵率为(82.2±14.6)% (图3)。

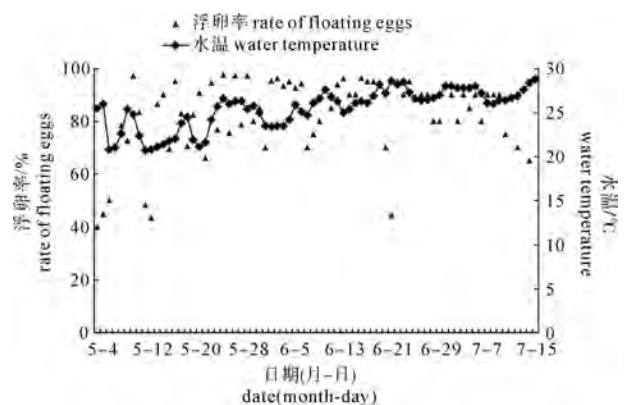


图3 条石鲷受精卵的浮卵率与水温的关系

Fig. 3 Relationship between water temperature and rate of floating eggs of *O. fasciatus*

## 2.7 个体产卵量和浮卵率

将1尾雌性亲鱼与雄亲鱼配组, 连续记录初次性成熟亲鱼个体从5月5日至5月28日的产卵情况。如图4所示, 亲鱼的个体产卵量在第一天达到最大( $14.5 \times 10^4$ 粒), 然后持续自然产卵24 d, 期间有6 d没有产卵, 产卵期间个体产卵量有波动, 最低只有 $0.2 \times 10^4$ 粒, 单尾初次性成熟雌性亲鱼的个体总产卵量达到 $66.3 \times 10^4$ 粒以上; 浮卵率在33.3%~95%波动, 平均浮卵率为 $(70 \pm 18)\%$ 。

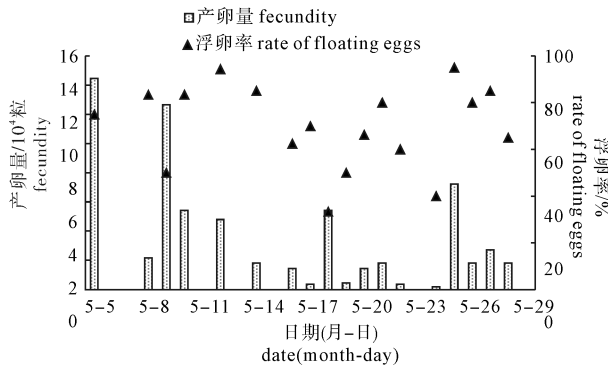


图4 条石鲷亲鱼的个体产卵量和浮卵率

Fig. 4 Individual fecundity and rate of floating eggs of *O. fasciatus* broodstock

## 2.8 卵径和孵化时间

条石鲷受精卵平均卵径为 $(0.860 \pm 0.023)$  mm, 油球径为 $(0.191 \pm 0.009)$  mm, 在水温为 $25 \sim 26$  °C、盐度为30~32的条件下, 经过22 h 30 min即可孵出仔鱼。

## 3 讨论

1) 据已有资料报道, 条石鲷的性成熟年龄为3龄, 自然繁殖季节为5月~6月, 从南到北5月到8月均可发现繁殖个体<sup>[26-27]</sup>。笔者于2006年5月引进条石鲷受精卵, 在广东饶平经过人工育苗和2周年养殖成为成熟亲鱼, 2008年4月利用该批成熟的2龄亲鱼, 成功催产 $3180 \times 10^4$ 粒受精卵<sup>[24-25]</sup>, 在池塘培育出商品苗 $121 \times 10^4$ 尾, 获得条石鲷南海区池塘全人工繁育成功。研究发现广东饶平全人工养殖的条石鲷亲鱼第一次达到性成熟并成功产卵的年龄为2龄, 产卵季节为4月10日至7月15日, 产卵时间持续3个多月, 初次性成熟年龄比已有资料提早1龄, 产卵周期也较长; 福建漳浦人工养殖的条石鲷亲鱼至6月30日还能产卵。

2) 条石鲷的性周期为一年产卵一次, 雌鱼属于分批成熟、分批产卵类型, 这与现有资料一致。条石鲷为升温产卵型鱼类, 其产卵量和受精卵质量与水温的变化关系相当密切。

3) 在广东饶平全人工养殖的条石鲷亲鱼, 产卵温度较高, 温度影响条石鲷产卵的数量和质量, 产卵后期水温较

高, 达到甚至超过 $28.0$  °C, 产卵量和浮卵率均下降, 孵化试验结果显示孵化率明显低于40%。产卵前期亲鱼产卵量较大, 但浮卵率随温度的波动而变得不稳定。温度较为稳定时, 虽然水温达到 $23.4 \sim 26.6$  °C, 但浮卵率仍可达80%以上, 经过孵化试验确定, 孵化率也保持80%以上, 这与全汉锋等<sup>[26]</sup>的报道存在一定差异, 可能与亲鱼的培育方式和培育条件不同有关。同时, 亲鱼在室外水泥池养殖没有进行人为温度调控, 完全利用自然温度进行培育, 受气温波动影响较大。温度不稳定时所产卵的浮卵率随温度上下波动较大, 卵质不太稳定; 当水温较为稳定时浮卵率则处于一个相对稳定的较高水平。因此, 如果控制条石鲷亲鱼的水温, 使之保持在较为稳定的温度, 则可能得到的受精卵卵质更为稳定。

## 参考文献:

- [1] 朱元鼎. 福建鱼类志(下卷)[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985: 254-255.
- [2] 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海市水产研究所. 上海鱼类志[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 286-287.
- [3] 沈世傑. 台湾鱼类志[M]. 台北: 国立台湾大学动物学系, 1993: 413.
- [4] 益田一, 尼岡邦夫, 荒賀忠一, 等. 日本産魚類大図鑑[M]. 東京: 東海大学出版会, 1984: 184.
- [5] 辛俭, 薛利建, 毛国民, 等. 条石鲷的胚胎发育观察[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 2005, 24(1): 31-36.
- [6] 常抗美, 毛建平, 吴剑锋, 等. 条石鲷胚胎及仔稚鱼的发育[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(4): 401-405.
- [7] 柳学周, 徐永江, 王妍妍, 等. 条石鲷的早期生长发育特征[J]. 动物学报, 2008, 54(2): 332-341.
- [8] 倪梦麟, 范卫明, 毛志增, 等. 舟山沿海条石鲷人工育苗技术研究[J]. 浙江海洋学院学报, 2007, 26(2): 143-146.
- [9] 徐善良, 王亚军, 王丹丽, 等. 条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)发育早期的脂肪酸组成变化研究[J]. 海洋与湖沼, 2013, 44(2): 438-444.
- [10] LIM S J, HO K J. Partial replacement of fish meal by cottonseed meal and soybean meal with iron and phytase supplementation for parrot fish *Oplegnathus fasciatus*[J]. Aquaculture, 2009, 290(3/4): 283-289.
- [11] CHO Y S, CHOI B N, KIM K H, et al. Differential expression of Cu, Zn superoxide dismutase mRNA during exposures to heavy metals in rockbreem *Oplegnathus fasciatus* [J]. Aquaculture, 2006, 253(1/2/3/4): 667-679.
- [12] 肖志忠, 肖永双, 任桂静, 等. 条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)养殖群体与野生群体线粒体控制区序列遗传变异研究[J]. 海洋与湖沼, 2013, 44(1): 249-254.
- [13] KOH J N, KIN Y U. Embryonic development and morphology of larvae and juveniles of parrot fish *Oplegnathus fasciatus* (Temminck et Schlegel)[J]. Bull Nat Fish Univ Pusan: Nat Sci, 1992, 32

- (2): 29-45.
- [14] 何滔, 肖志忠, 刘清华, 等. 条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)心脏早期发育的组织学观察[J]. 海洋与湖沼, 2012, 43(2): 268-272.
- [15] 艾丽, 区又君, 李加儿, 等. 条石鲷早期发育阶段鳍的分化[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2010, 39(5): 517-522.
- [16] 孙鹏, 尹飞, 彭士明, 等. 条石鲷线粒体 CO I 和 Cyt b 序列的遗传变异分析[J]. 水产学报, 2011, 35(3): 327-333.
- [17] 胡玲玲, 李加儿, 区又君, 等. 养殖条石鲷消化道形态构造及组织学观察[J]. 南方水产, 2010, 6(6): 65-69.
- [18] 胡玲玲, 李加儿, 区又君, 等. 条石鲷肌肉营养成分分析及评价[J]. 华南农业大学学报, 2010, 31(3): 71-75.
- [19] SHAN X J, QUAN H F, DOU S Z. Effects of delayed first feeding on growth and survival of rock bream *Oplegnathus fasciatus* larvae [J]. Aquaculture, 2008, 277(1): 14-23.
- [20] NAM Y K, CHO Y S, CHO B N, et al. Alteration of antioxidant enzymes at the mRNA level during shortterm starvation of rockbream *Oplegnathus fasciatus* [J]. Fish Sci, 2005, 71(6): 1385-1387.
- [21] KIM Y I, HA Y M, AHN S J, et al. Production and characterization of polyclonal antibody against recombinant ORF 049L of rock bream (*Oplegnathus fasciatus*) iridovirus [J]. Proc Biochem, 2007, 42(2): 134-140.
- [22] 胡玲玲, 李加儿, 区又君, 等. 条石鲷头肾和脾脏的显微结构观察[J]. 南方水产, 2010, 6(3): 41-45.
- [23] 胡玲玲, 李加儿, 区又君, 等. 条石鲷外周血细胞的显微结构[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2009, 38(4): 384-387.
- [24] 蔡文超, 区又君, 李加儿. 南海区养殖条石鲷的胚胎发育[J]. 南方水产, 2009, 5(4): 31-35.
- [25] 蔡文超, 区又君, 李加儿. 盐度对条石鲷胚胎发育的影响[J]. 生态学杂志, 2010, 29(5): 951-956.
- [26] 牛化欣, 常杰, 马牲. 条石鲷的生物学及养殖生态学研究进展[J]. 水产科技情报, 2008, 35(1): 50-52.
- [27] 全汉锋, 肖治忠. 条石鲷人工繁育技术研究[J]. 台湾海峡, 2007, 26(2): 295-300.