

周西,詹政军,季亚培,等. 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼不同阶段生长和存活的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):324-327.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.094

# 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼不同阶段生长和存活的影响

周西,詹政军,季亚培,郁晴雯,尚国玲,许欢欢,杨家新  
(南京师范大学/江苏省水产生物饵料重点实验室,南京210023)

**摘要:**为探讨开口饵料种类在黄颡鱼仔稚鱼阶段的投喂效果,研究了不同饵料组合对黄颡鱼仔稚鱼开口期及后期存活与生长的影响。试验选用480尾刚出膜4d的黄颡鱼幼鱼,随机分为8组,开口期分别投喂蛋黄(蛋黄开口组,前4组)、轮虫(轮虫开口组,后4组),后期对蛋黄组和轮虫组分别改投喂蛋黄、轮虫、卤虫及轮虫与卤虫组合。试验结束以存活率(SR)、特定生长率(SGR)、增质量率(WGR)、最终肥满度(CF)为指标,综合评价不同的饵料组合对黄颡鱼仔稚鱼的影响。结果显示:在黄颡鱼仔稚鱼开口期投喂轮虫,苗种的SR最高,可达90.83%,而投喂蛋黄组的SR只有63.75%,同时前者的SGR也显著高于后者( $P < 0.05$ );后期阶段,前期投喂轮虫的组别分别改投喂蛋黄、轮虫、卤虫及轮虫与卤虫混合的4个试验组,SR分别为35.00%、48.33%、56.67%和50.00%,SGR分别为2.48%、3.05%、5.88%和5.22%,SR和SGR均以后期投喂卤虫组为最高,蛋黄组呈现类似结果;就黄颡鱼仔稚鱼整个生长阶段(4~24d)来看,开口期投喂轮虫且后期投喂卤虫的饵料组合下,苗种的SR最高,为56.67%;WGR也最大,为3300%。SGR以开口期投喂蛋黄且后期投喂卤虫的组合最高,为5.00%,开口期投喂轮虫且后期也投喂轮虫的组合CF最大,为1.23%。研究表明,在黄颡鱼苗种开口期投喂轮虫,后期投喂卤虫可以有效地保证苗种较高的存活率以及较快的生长速度。

**关键词:**黄颡鱼仔稚鱼;蛋黄;轮虫;卤虫;饵料

**中图分类号:**S963 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)05-0324-04

黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)隶属于鲇形目(Siluriformes)、鲿科(Bagride)、黄颡鱼属(*Pelteobagrus*)<sup>[1]</sup>,是我国江河湖泊中常见的底栖肉食性鱼类,因其肉质鲜美、市场

潜力巨大而成为我国新型的名特优养殖种类。目前,国内多家单位已经开展黄颡鱼的人工繁殖和养殖研究<sup>[2]</sup>,但在黄颡鱼苗种培育阶段,由于开口生物饵料同步化技术受限,仔稚鱼死亡率很高、苗种生长速度参差不齐、苗种培育成活率差异显著。开口饵料的供给状况和饵料质量是制约黄颡鱼大规模苗种培育稳定性的主要瓶颈。

国内外许多学者做过黄颡鱼食性<sup>[3-4]</sup>、疾病防治<sup>[5]</sup>等方面的报道,并进一步做了组织<sup>[6]</sup>、细胞<sup>[7]</sup>及分子水平<sup>[8]</sup>等方面的研究,但迄今为止有关不同饵料对黄颡鱼仔稚鱼生长、发育和存活影响的研究尚不多见。本研究就轮虫对黄颡鱼开口

收稿日期:2016-01-14

资助项目:江苏省科技支撑计划(编号:BE2011366);江苏省水产三新工程(编号:Y2014-32)。

作者简介:周西(1989—),女,硕士研究生,研究方向为生态毒理学。E-mail:1012630205@qq.com。

通信作者:杨家新,博士,教授,研究方向为水产生物饵料学。E-mail:yangjx@njnu.edu.cn。

- [27] Lowry O H, Rosebrough N J, Farr A L, et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent [J]. The Journal of Biological Chemistry, 1951, 193 (1): 265-275.
- [28] Furné M, Hidalgo M C, López A, et al. Digestive enzyme activities in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: a comparative study [J]. Aquaculture, 2005, 250 (1/2): 391-398.
- [29] Hakim Y, Uni Z, Hulata G, et al. Relationship between intestinal brush border enzymatic activity and growth rate in tilapias fed diets containing 30 or 48 protein [J]. Aquaculture, 2006, 257 (1/2/3/4): 420-428.
- [30] Halver J E. The vitamins [M]//Halver J E. Fish nutrition. 3rd ed. New York: Academic Press, 2002: 66-98.
- [31] Amezcaga M R, Knox D. Riboflavin requirements in on-growing rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* [J]. Aquaculture, 1990, 88: 87-98.
- [32] Woodward B. Sensitivity of hepatic D-amino acid oxidase and glutathione reductase to the riboflavin status of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) [J]. Aquaculture, 1983, 34: 193-201.

- [33] Serrini G, Zhang Z, Wilson R P. Dietary riboflavin requirement of fingerling Channel catfish (*Ictalurus punctatus*) [J]. Aquaculture, 1996, 139: 285-290.
- [34] Woodward B. Dietary vitamin requirements of cultured young fish, with emphasis on quantitative estimates for salmonids [J]. Aquaculture, 1994, 124: 133-168.
- [35] Lanari D, Poli B M, Ballestrazzi R. The effects of dietary fat and NFE levels on growing European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): Growth rate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency [J]. Aquaculture, 1999, 179: 351-364.
- [36] Lackner R. Oxidative stress in fish by environmental pollutants [J]. Fish Ecotoxicology, 1998, 86: 203-224.
- [37] 韩雨哲,姜志强,任同军,等. 氧化鱼油与棕榈油对花鲈肝脏抗氧化酶及组织结构的影响 [J]. 中国水产科学, 2010, 17 (4): 798-806.
- [38] 钱好,孙存鑫,刘文斌,等. 饲料生物素水平对团头鲂幼鱼肠道消化酶活性、胴体组成及肝脏抗氧化能力的影响 [J]. 浙江农业学报, 2014, 26 (2): 309-314.

期的作用效果进行了研究,并对黄颡鱼苗转食后饵料种类对其生长、存活的影响做了进一步探究,探讨黄颡鱼幼体开口期和后期适宜的饵料种类和合理搭配,以期为研究黄颡鱼人工育苗的饵料投喂方法提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验所用的黄颡鱼幼体取自南京市水产科学研究所禄口基地刚出膜水花(出苗当天记为 0 日龄,0 d)。萼花臂尾轮虫(*Brachionus calyciflorus*)用蛋白核小球藻(*Chlorella pyrenoidosa*)常规培养,卤虫(*Artemia*)无节幼体由休眠卵 25℃孵化而来。

试验期间,水温维持在 23.0~25.0℃,溶氧高于 4.0 mg/L,pH 值为 7.0~7.6,光照周期为自然光周期,静水养殖,每次投喂前换水。

### 1.2 试验设计

1.2.1 饵料密度调配 轮虫用 400 目筛绢过滤浓缩,然后将高密度轮虫液稀释至试验所需的轮虫密度。蛋黄用 200 目筛绢过滤,孵化出的卤虫无节幼体也用 200 目筛绢过滤浓缩,按试验所需配成不同密度,投喂方法同投喂轮虫。

1.2.2 仔稚鱼投喂 根据 4~24 日龄投喂食物不同,分为蛋黄开口组(4 组)和轮虫开口组(4 组)共 8 组试验。鱼苗 4 日龄平游时开始分缸,并开始投喂食物。在 1 000 mL 烧杯中注入处理后的自来水 800 mL,随机放入 20 尾水花,充气增氧,整个试验持续 20 d。10 日龄之前,蛋黄开口组日投喂蛋黄,轮虫开口组投喂轮虫,每天 07:00、19:00 各投喂 1 次。10 日龄后,按照试验设置分别投喂对应的食物,投喂时间和方法同上述一致。

8 组试验组合如下:

蛋黄开口组 10 日龄之前投喂熟蛋黄作为开口食物,10 日龄后改变食物,分别改投喂蛋黄(蛋黄—蛋黄组),40 ind/mL 的轮虫(蛋黄—轮虫组),10 ind/mL 的卤虫(蛋黄—卤虫组),20 ind/mL 的轮虫和 5 ind/mL 的卤虫组合(蛋黄—轮虫和卤虫组)。

轮虫开口组 10 日龄之前投喂 20 ind/mL 的轮虫开口,10 日龄后改变食物,分别改投喂蛋黄(轮虫—蛋黄组),40 ind/mL 的轮虫(轮虫—轮虫组),10 ind/mL 的卤虫(轮虫—卤虫组),20 ind/mL 的轮虫和 5 ind/mL 的卤虫组合(轮虫—轮虫和卤虫组),试验设置 3 组重复。

1.2.3 取样和测量 试验期间每天记录鱼苗死亡情况,并将死亡鱼苗及时捞出以免影响水质。试验在 11~24 日龄期间,每 4 d 取 1 次样,19:00 投喂前取样,每次每烧杯随机取样 10 尾(不足 10 尾取全部),用直尺测量鱼苗全长,并在试验开始和结束时滤纸吸附鱼体水分测量鱼苗体质量。

### 1.3 数据处理

试验鱼的增质量率、特定生长率、肥满度的计算参照文献[9],公式如下:

$$\text{增质量率}(WGR) = (m_2 - m_1) / m_1 \times 100\%;$$

$$\text{特定生长率}(SGR) = [(\ln L_2 - \ln L_1) / (t_2 - t_1)] \times 100\%;$$

$$\text{肥满度}(CF) = m / L^3 \times 100\%。$$

式中: $m_1$ 、 $m_2$  分别前后 2 次测量个体的平均体质量,g; $L_1$ 、 $L_2$

为前后 2 次测量个体的平均体长,cm; $t_1$ 、 $t_2$  为前后 2 次测量的时间,d。

试验数据以样本平均值±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 对数据进行方差和差异显著性分析(ANOVA), $P < 0.05$  即认为有显著性差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼开口期生长和存活的影响

由图 1 可知,早期苗种使用蛋黄和轮虫开口处理后,苗种存活率出现显著差异,轮虫开口组的存活率一直显著高于蛋黄组( $P < 0.05$ );随着日龄增加,蛋黄组苗种的存活率明显下降,到苗种 10 日龄时,轮虫作为早期开口生物饵料,其苗种存活率达 90.83%,而使用蛋黄作为早期开口生物饵料时存活率仅为 63.75%。这表明:早期使用轮虫作为开口饵料是苗种培育的首选,可以明显提高苗种存活率。

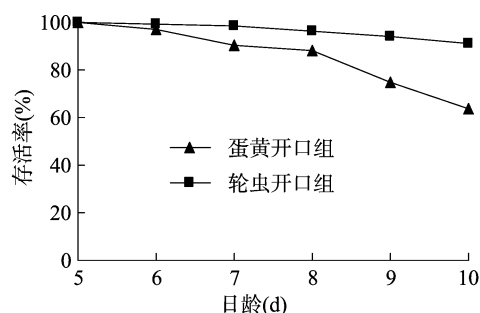


图1 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼开口期存活率的影响

开口期投喂轮虫不仅可以提高苗种的存活率,对黄颡鱼仔稚鱼的生长速度也有很大的影响。由表 1 可知,从苗种 4 日龄投喂食物开始到 10 日龄为止,轮虫组特定生长率达到 2.52%,显著高于蛋黄投喂组的 1.03% ( $P < 0.05$ )。

表 1 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼开口期生长的影响

| 组别    | 生长状态         |              |              |
|-------|--------------|--------------|--------------|
|       | 初始体长<br>(cm) | 终末体长<br>(cm) | 特定生长率<br>(%) |
| 蛋黄开口组 | 0.71 ± 0.01  | 0.76 ± 0.02  | 1.03 ± 0.36a |
| 轮虫开口组 | 0.71 ± 0.01  | 0.85 ± 0.01  | 2.52 ± 0.31b |

注:同列相同字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ),不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ).下表同。

### 2.2 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼后期生长和存活的影响

蛋黄开口期结果显示:从 11 日龄改投喂食物,到 14 日龄时,各组间没有显著差异( $P > 0.05$ );在 17 日龄和 20 日龄时,后期投喂卤虫的试验组存活率显著高于继续投喂蛋黄的试验组( $P < 0.05$ );24 日龄时,投喂卤虫组的存活率显著高于其他组( $P < 0.05$ )(图 2-A)。

轮虫开口组结果显示:20 日龄之前,各组间没有显著差异( $P > 0.05$ );20 日龄以后,改投喂蛋黄组的存活率显著低于其他组( $P < 0.05$ ),其他 3 组间差异不显著( $P > 0.05$ ),但以投喂卤虫的试验组存活率最高(图 2-B)。

从蛋黄开口组结果(表 2)可以看出,转食期投喂卤虫或投喂轮虫和卤虫组合的试验组特定生长率较高,且 2 组之间无显著差异( $P > 0.05$ ),但远远高于其他 2 组,其中一直投喂蛋黄的组合特定生长率最低,显著低于其他 3 组( $P < 0.05$ )。

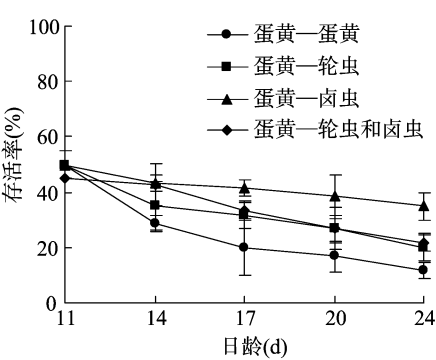


图2 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼后期存活率的影响

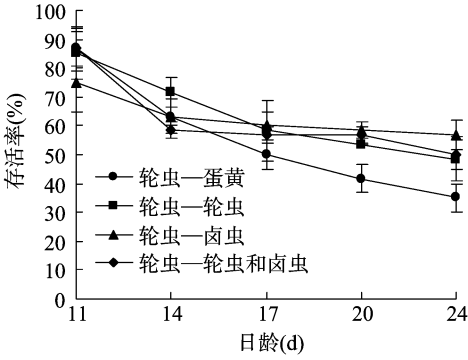


表 3 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼(轮虫组)后期存活率的影响

| 组别       | 生长状态         |              |              |
|----------|--------------|--------------|--------------|
|          | 初始体长<br>(cm) | 终末体长<br>(cm) | 特定生长率<br>(%) |
| 轮虫—蛋黄    | 0.86 ± 0.01  | 1.20 ± 0.06  | 2.48 ± 0.30c |
| 轮虫—轮虫    | 0.84 ± 0.01  | 1.25 ± 0.04  | 3.05 ± 0.19c |
| 轮虫—卤虫    | 0.84 ± 0.01  | 1.80 ± 0.02  | 5.88 ± 0.13a |
| 轮虫—轮虫和卤虫 | 0.84 ± 0.00  | 1.65 ± 0.05  | 5.22 ± 0.23b |

活与生长情况见表 4。轮虫开口组成活率均高于蛋黄开口组 ( $P<0.05$ ), 轮虫开口组的成活率最低为 46.67%, 最高为 56.67%; 相反, 蛋黄开口组均不高于 35%。轮虫开口组的后期改投喂卤虫(轮虫—卤虫组), 其增质量率最高(3300%)。后期投喂卤虫可显著增加特定生长率, 最终肥满度以投喂轮虫效果最为显著。

表 4 不同的饵料组合对黄颡鱼仔稚鱼整个阶段存活与生长的影响

| 组别       | 生长参数         |              |              |              |             |                |               |               |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|
|          | 初始体长<br>(cm) | 终末体长<br>(cm) | 初始体<br>质量(g) | 终末体<br>质量(g) | 增质量率<br>(%) | 存活率<br>(%)     | 特定生长率<br>(%)  | 最终肥满度<br>(%)  |
| 蛋黄—蛋黄    | 0.71 ± 0.01  | 1.10 ± 0.04  | 0.002        | 0.008        | 300         | 11.60 ± 5.77c  | 2.27 ± 0.19c  | 0.60 ± 0.06bc |
| 蛋黄—轮虫    | 0.71 ± 0.01  | 1.20 ± 0.02  | 0.002        | 0.018        | 800         | 21.67 ± 7.64bc | 2.69 ± 0.09c  | 1.04 ± 0.05a  |
| 蛋黄—卤虫    | 0.73 ± 0.02  | 1.90 ± 0.08  | 0.002        | 0.05         | 2400        | 35.00 ± 5.00b  | 5.00 ± 0.21a  | 0.73 ± 0.10b  |
| 蛋黄—轮虫和卤虫 | 0.71 ± 0.01  | 1.75 ± 0.05  | 0.002        | 0.02         | 900         | 27.50 ± 3.54bc | 4.58 ± 0.16ab | 0.37 ± 0.03c  |
| 轮虫—蛋黄    | 0.71 ± 0.01  | 1.20 ± 0.06  | 0.002        | 0.013        | 550         | 47.50 ± 10.61b | 2.66 ± 0.26c  | 0.77 ± 0.12b  |
| 轮虫—轮虫    | 0.72 ± 0.01  | 1.25 ± 0.04  | 0.002        | 0.024        | 1100        | 48.33 ± 2.89ab | 2.90 ± 0.17c  | 1.23 ± 0.12a  |
| 轮虫—卤虫    | 0.71 ± 0.01  | 1.80 ± 0.02  | 0.002        | 0.068        | 3300        | 56.67 ± 2.89a  | 4.73 ± 0.06ab | 1.16 ± 0.05a  |
| 轮虫—轮虫和卤虫 | 0.71 ± 0.01  | 1.65 ± 0.05  | 0.002        | 0.035        | 1650        | 46.67 ± 5.77a  | 4.31 ± 0.15b  | 0.77 ± 0.07b  |

3 讨论与结论

3.1 轮虫对黄颡鱼仔稚鱼开口期(4~10 日龄)生长与存活的影响

开口饵料是影响仔鱼生长发育和成活率的最主要因素之一, 仔鱼开口饵料主要分为天然饵料和人工饵料, 其中天然饵料主要有水蚯蚓、轮虫、卤虫无节幼体、枝角类, 人工饵料主要有鸡蛋黄、人工配合饲料等<sup>[10]</sup>。杨瑞斌等通过研究投喂频率和饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼生长和存活的影响, 认为充足的适口饵料是影响黄颡鱼苗种生长的重要因素<sup>[11]</sup>。

轮虫由于具有适口性强、营养丰富、繁殖快、对水质污染小等特点, 可以作为许多淡水和海产鱼类幼苗的良好开口饵料<sup>[12-13]</sup>。国内外关于轮虫对苗种培育效果评价的研究也比

较多, 所涉及的水生生物有暗纹东方鲀(*Takifugu obscurus*)、牙鲆(*Paralichthys Olivaceus*)、胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)、七带石斑鱼(*Epinephelus septemfasciatus*)、暹罗斗鱼(*Betta splendens*)等<sup>[14-19]</sup>。在黄颡鱼开口期使用轮虫作为饵料是其苗种培育的首选, 从试验结果看, 开口期投喂轮虫的黄颡鱼苗的成活率要远远高于投喂蛋黄的试验组, 并且前者比后者的生长速度快, 可能是因为蛋黄营养成分比较单一, 不能满足鱼苗生长所需要的营养且易沉降、散失, 入水后易造成水质败坏, 致使鱼苗生长慢, 存活率低<sup>[16]</sup>。袁锡立等在用蛋黄作为胭脂鱼开口饵料时也发现同样问题<sup>[17]</sup>。而轮虫具有较高的粗蛋白质和粗脂肪含量, 氨基酸比例与仔鱼体内氨基酸组成比例相近, 且含有大量鱼虾类幼体所必需的不饱和脂肪酸, 具有较高的营养价值。轮虫个体大小也适合仔鱼摄食。再者,

轮虫在水中呈缓慢游动状态,仔鱼在水中容易摄取。轮虫可以在育苗水体中生长繁殖,不仅保持了其营养素的稳定,而且对育苗水质的污染微乎其微。

### 3.2 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼后期(11~24 日龄)生长与存活的影响

黄权等曾做过关于投喂卤虫无节幼体条件下黄颡鱼仔稚鱼生长、存活率、摄食力和体成分变化的研究,发现投喂卤虫无节幼体的黄颡鱼生长较传统鱼苗投喂方式生长快、存活率高<sup>[20]</sup>。在笔者的研究中也发现,笔者还发现投喂卤虫无节幼体不仅与传统投喂方式相比表现出优势,与另外 2 种投喂方式相比也表现出更好的效果。就开口期用蛋黄投喂的 4 组鱼苗而言,后期投喂卤虫的鱼苗成活率更高,且生长速度最快,而后期依然用蛋黄投喂的鱼苗成活率最低,到试验结束个体体长也最小。后期投喂轮虫以及投喂轮虫、卤虫混合的鱼苗成活率相差不大,但都没有投喂卤虫的效果好,主要原因在于随着日龄的增加,鱼苗摄食器官等进一步完善,摄食能力加强,消化能力也进一步完善,此时已能较好地摄取蛋白质含量高的卤虫无节幼体,而轮虫由于个体较小,鱼苗要获得足量的轮虫需要消耗更多的能量因而制约了鱼苗的生长,除非水体中轮虫密度足够多。对于用轮虫开口的 4 组鱼苗,也呈现类似的结果。

### 3.3 饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼整个阶段(4~24 日龄)的效果评价

就经济价值而言,存活率和增质量率是 2 项重要的指标,以这 2 项为标准得出最佳的饵料投喂组合为开口期用轮虫投喂,在黄颡鱼苗 10 日龄后改投喂卤虫,这样可以保证鱼苗相对较高的存活率和最大的增体质量率<sup>[21~23]</sup>。

试验结束时,蛋黄—卤虫组的特定增长率反而更高,其次是轮虫—卤虫组,在开口期时后者比前者的生长速度快,但后来都投喂一样的卤虫饵料,前者却比后者的生长速度快,主要原因可能由于在开口期前者的死亡率比较大,但后期投喂的饵料量一样,故前者在捕获饵料方面有更大的优势,个体平均能获得更多的食物。轮虫—轮虫组、轮虫—卤虫组、蛋黄—卤虫组的肥满度更高,同等体长的苗种肉质更多,也是饵料投喂效果评价的一项重要指标。

综上所述,轮虫在黄颡鱼仔稚鱼开口期起着重要的作用,最有利于黄颡鱼苗早期培育的饵料投喂组合为开口期投喂轮虫;在黄颡鱼仔稚鱼后期投喂卤虫,可以有效地保证其相对较高的存活率以及较快地地生长、发育。鉴于轮虫在天然饵料对黄颡鱼仔稚鱼开口期的重要作用,今后应在饵料方面特别是天然饵料方面加强科研力度,使黄颡鱼育苗技术有新的突破。

### 参考文献:

- [1] 方 巍,樊启学,杨瑞斌,等. 黄颡鱼早期发育阶段摄食研究[J]. 水生生态学杂志,2010,3(5):32-37.
- [2] 王令玲,仇潜如,邹世平,等. 黄颡鱼生物学特点及其繁殖和饲养[J]. 淡水渔业,1989(6):23-24,31.
- [3] 袁 刚,茹辉军,刘学勤. 洞庭湖黄颡鱼苗食性研究[J]. 水生生物学报,2011,35(2):271-275.

- [4] 刘世平. 鄱阳湖黄颡鱼生物学研究[J]. 动物学杂志,1997,32(4):10-15.
- [5] Ye S G, Li H, Qiao G, et al. First case of *Edwardsiella ictaluri* infection in China farmed yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* [J]. Aquaculture, 2009, 292(1/2):6-10.
- [6] 尹洪滨,贾中贺,姚道霞,等. 黄颡鱼性腺分化的组织学观察[J]. 动物学杂志,2008,43(6):103-108.
- [7] 方之平,潘黔生,罗立廷,等. GnRH 及其受体在性成熟前后鲂、黄颡鱼脑、垂体和卵巢中的免疫细胞化学定位[J]. 水生生物学报,2004,28(1):63-68.
- [8] Kim J H, Rhee J S, Dahms H U, et al. The yellow catfish, *Pelteobagrus fulvidraco* (Siluriformes) metallothionein cDNA: molecular cloning and transcript expression level in response to exposure to the heavy metals Cd, Cu, and Zn [J]. Fish Physiology and Biochemistry, 2012, 38(5):1331-1342.
- [9] 杜海明,刘文奎,张 磊,等. 投喂频率对鳃幼鱼摄食及生长的影响[J]. 淡水渔业,2007,37(6):15-18.
- [10] 吴兴兵,杨德国,朱永久,等. 不同开口饵料对四川裂腹鱼仔鱼生长和成活率的影响[J]. 淡水渔业,2014,44(6):9-12,23.
- [11] 杨瑞斌,谢从新,樊启学,等. 投喂频率和饵料种类对黄颡鱼仔稚鱼生长和存活的影响[J]. 应用与环境生物学报,2009,15(1):78-81.
- [12] Takao Yoshimatsu, M. Amzad Hossain. Recent advances in the high-density rotifer culture in Japan [J]. Aquaculture International, 2014, 22:1587-1603.
- [13] 窦雅秋,李晓东. 臂尾轮虫的饵料基础研究进展[J]. 水产科学,2002,21(3):31-33.
- [14] 郭正龙,秦桂祥. 家化暗纹东方鲀仔鱼开口饵料研究[J]. 淡水渔业,2003,33(2):3-5.
- [15] 邱小琼,周洪琪,曾庆华,等. 营养强化的轮虫、卤虫对牙鲆仔鱼的成活、生长及体脂脂肪酸组成的影响[J]. 水产科学,2004,23(2):4-8.
- [16] 徐 琴. 浅谈五种常见的鱼苗开口饵料[J]. 渔业致富指南,2013(10):40.
- [17] 袁锡立,刘本祥,薛治国,等. 胭脂鱼仔鱼开口饵料的初步研究[J]. 淡水渔业,2004,34(2):14-15.
- [18] Wullur S, Sakakura Y, Hagiwara A. Application of the minute monogonont rotifer proales similis de Beauchamp in larval rearing of seven-band grouper *epinephelus septemfasciatus* [J]. Aquaculture, 2011, 315(3/4):355-360.
- [19] Ogata Y, Kurokura H. Use of the freshwater rotifer *Brachionus angularis* as the first food for larvae of the siamese fighting fish *Betta splendens* [J]. Fisheries Science, 2012, 78(1):109-112.
- [20] 黄 权,姜 夙,齐科翀,等. 投喂卤虫无节幼体条件下黄颡鱼仔稚鱼生长、存活率、摄食力和体成分的变化[J]. 中国水产科学,2012,19(6):1034-1042.
- [21] 唐忠林,茆健强,周国勤,等. 黄颡鱼工厂化育苗技术[J]. 江苏农业科学,2015,43(1i):326-327,403.
- [22] 胡银亨. 寄生于黄颡鱼鳃上的流行小车轮虫研究[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):168-170.
- [23] 张国松,侯新远,尹绍武,等. 黄颡鱼属(*Pelteobagrus*)鱼类遗传多样性的研究进展[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):174-179.