

饥饿对中华倒刺鲃仔鱼摄食、存活与生长发育的影响

黄洪贵, 胡振禧, 黄种持, 叶小军, 黄柳婷, 吴妹英

(福建省淡水水产研究所, 福建 福州 350002)

摘要:在实验室条件下,通过饥饿试验,研究饥饿胁迫下中华倒刺鲃 (*Spinibarbus sinensis*)仔鱼摄食、存活、生长发育的变化规律。结果表明:在(25 ± 0.5) 水温条件下,中华倒刺鲃仔鱼初次开口摄食的初次摄食率达 86.7%, 6~11日龄初次摄食率持续达 100%, 12日龄开始下降, 18日龄进入 PNR。延迟 1~6 d投饵对仔鱼成活率的影响不显著,之后,开始显著下降 ($P < 0.05$)。完全饥饿条件下,累计死亡率超过 50%发生在 19日龄, 22日龄全部死亡。饥饿对仔鱼全长、头长、眼径、体高和尾柄高 5项形态学生长指标的影响不同步,分别在延迟投饵时间达 6, 7, 5, 3, 4 d起显著低于正常投饵组 ($P < 0.05$)。饥饿仔鱼鳍发育停滞,饥饿达 7 d以上仔鱼除出现头大身瘦、脊索弯曲、肠道萎缩等饥饿仔鱼的一般形态特征外,还出现“胸角”现象。中华倒刺鲃仔鱼开始投饵的最适时间建议在 6~8日龄。

关键词:中华倒刺鲃;仔鱼;饥饿;摄食;存活;生长发育

中图分类号: S965.199.622 文献标识码: A 文章编号: 1000-2286(2010)02-0231-05

The Effects of Starvation on Feeding, Survival, Growth and Development of *Spinibarbus sinensis* Larvae

HUANG Hong-gui, HU Zhen-xi, HUANG Zhong-chi,
YE Xiao-jun, HUANG Liu-ting, WU Mei-ying

(Institute of Freshwater Fishery of Fujian Province, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Under the laboratory condition *Spinibarbus sinensis* larvae were reared at water temperature (25.0 ± 0.5) to examine the effects of starvation on the feeding, survival, growth and development under the starvation condition. The results showed that the larvae had the first feeding ability 5 days after hatching and the initial feeding rate was 86.7%, the unfed larvae had the highest feeding rate at 100% at the age of 6 - 11 days after hatching and followed by decreasing rate, and unfed larvae reached the point of no return (PNR) 18 days after hatching. The survival rate was not affected when delayed initial feeding for 1 - 6 days, and then decreased with increasing of delay of initial feeding time ($P < 0.05$). Under the absolutely hungry condition, the time of above 50% mortality and 100% mortality for the starvation larvae happened at the age of 19 days and 22 days after hatching respectively. When delayed initial feeding for 6, 7, 5, 3, 4 days, there were significant differences in growth rate of the total length, head length, eye diameter, body height and caudal peduncle height between treatments and controls respectively ($P < 0.05$). The unfed larvae had bigger head and thinner body, curved spina dorsalis, atrophy of intestines etc, and also pectoral angle when starved for

收稿日期: 2009-12-09 修回日期: 2010-03-16

基金项目: 福建省发改委 2008年“五新”项目(闽发改农业[2008]815号)

作者简介: 黄洪贵(1970-),男,高级工程师,主要从事水产增殖与育种工作, E-mail: fjdssagui@163.com.

over 7 days, starvation prevented the development of all fins of the unfed larvae. Therefore, it is suggested that the most suitable first feeding time of *Spinibarbus sinensis* larvae should be within 6 ~ 8 days after hatching.

Key words: *Spinibarbus sinensis*; larvae; starvation; feeding; survival; growth and development

“不可逆点”(the point of no return/ PNR)和临界期(critical period),是从不同角度评判鱼类早期发育成活率的两个生态学概念。影响仔鱼“不可逆点”和临界期的表露,或影响鱼类早期发育成活率的因素是多方面的,如鱼的种类、卵的大小、孵化时间和卵黄容量等多种生态因子。在自然水域条件下,仔鱼的死亡率远远高于稚鱼和幼鱼。而在水质等环境条件较好的情况下,饵料生物是影响仔鱼成活的重要因素^[1]。中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*),属鲤形目(Cypriniformes)、鲤科(Cyprinidae)、鲃亚科(Barbinae)、倒刺鲃属(*Spinibarbus*),主要分布于长江水系中上游的干支流流域,为产区重要的经济鱼类。目前,有关中华倒刺鲃人工繁育等方面的研究已有一些零星报道^[2-5],但有关中华倒刺鲃等倒刺鲃属种类人工养殖条件下的摄食生态学、营养生理特性等方面的研究进展不大^[6]。因此,研究饥饿对中华倒刺鲃仔鱼的影响,以探索仔鱼科学的开口投饵时间,可为中华倒刺鲃鱼苗的大规模生产提供参考,并进一步完善人工养殖条件下的摄食生态学资料。

1 材料与方法

1.1 材料

2009年9月在福建省淡水水产研究所试验基地,利用池塘人工培育达性成熟的亲鱼,经人工催产、人工授精后获得的同批受精卵,经人工孵化后选取同批发育正常的仔鱼为试验对象,受精卵孵化与仔鱼暂养期间的水温为25.0~27.2℃。仔鱼饲养容器为塑料圆桶,每桶的水体均为4L,试验用水为经24h以上充分曝气的自来水,试验期间控温在(25.0±0.5)℃。

1.2 初次摄食率与PNR的确定

从出膜后5日龄开始,每天随机取样30尾仔鱼均分到3个500mL的烧杯内,烧杯内轮虫密度为20个/mL以上。1.5h后将仔鱼取出,用10~15mg/L的丁香酚麻醉后在解剖镜(OLYMPUS SZ61)下逐尾检查。仔鱼的初次摄食率为胃内有食物的仔鱼尾数占每次观察总尾数的百分数。PNR的确定参照文献[7]和文献[8]的方法。

1.3 饥饿试验

从出膜后5日龄开始,分延迟(正常投饵)0~12d依次投饵组和完全饥饿组,共14组,每组设3个重复,每个重复各50尾健康仔鱼。24h微充气培育。投喂饵料为轮虫和小型枝角类,正常投饵时,每天早中晚共投饵4次,投饵量为每次投饵前略有剩余为宜。每天吸污1次,换水2次。每天早中晚检查记录死亡个体数,仔鱼死亡以心脏停止跳动、鱼体发白为准。延迟投饵到12d后,存活仔鱼继续饲养6d,到23日龄试验结束时,每个桶随机取样5尾,麻醉后拍摄(Moticam 1300),通过Moticam Images Advanced 3.0软件测定仔鱼全长、头长、眼径、体高和尾柄高,精确到0.01mm,并计算各个试验组仔鱼的存活率。全长特殊生长率(specific growth rate/SGR)用以下公式计算^[9-10]:

$$SGR_{\%} = [(\ln L_2 - \ln L_0) / t] \cdot 100\%$$

式中, L_0 和 L_2 分别代表仔鱼4日龄全长和结束时的全长, t 代表试验天数(18d)。

1.4 数据处理与分析

应用Excel软件进行数据计算与统计。组间差异显著性采用新复极差检验(new multiple range test)^[11],以 $P < 0.05$ 作为差异显著水平。

2 结果分析

2.1 中华倒刺鲃仔鱼的初次摄食率和PNR

在25.0~27.2℃水温条件下,中华倒刺鲃仔鱼发育到5日龄时已具有摄食能力。在(25.0±0.5)℃水温条件下,仔鱼初次开口摄食的初次摄食率为86.7%,6日龄时初次摄食率达最高值100%并持续6d,12日龄开始下降,18日龄下降到40%,进入到PNR(表1)。

表 1 中华倒刺鲃仔鱼的初次摄食率 (25 ±0.5)

Tab 1 The initial feeding rate in *S. sinensis* larvae (25 ±0.5)

日龄 /d day old	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
初次摄食率 /% initial feeding rate	86.7	100	100	100	100	100	100	83.3	93.3	83.3	63.3	53.3	56.7	40.0

摄食率为平均值。Initial feeding rates were mean values

2.2 饥饿对中华倒刺鲃仔鱼存活的影响

不同饥饿时间对仔鱼成活率的影响如表 2 所示。饥饿 1~6 d 对仔鱼存活的影响不显著,饥饿 1~4 d 的成活率比正常投饵组的略高。饥饿 7~11 d 后恢复投饵,成活率急剧下降到 50% 以下,并在恢复投饵后的 3 d 内出现死亡高峰,饥饿 12 d 恢复投饵,仔鱼已无法存活。完全饥饿条件下,仔鱼累计死亡率超过 50% 发生在 19 日龄,22 日龄全部死亡,死亡高峰在 18~20 日龄。

表 2 不同饥饿时间对中华倒刺鲃仔鱼成活率的影响 (25 ±0.5)

Tab 2 The effects of different starved time on survival rate of *S. sinensis* larvae (25 ±0.5)

饥饿天数 /d starved days	成活率 /% survival rate	各日龄平均死亡率 /% The average daily mortality rate																							
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23						
0	86.7 ±3.1 ^a	1.3	1.3	3.3	5.3	0.7	0.7	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	88.0 ±2.0 ^a	0.7	2.7	1.3	4	0.7	1.3	0.7	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	88.7 ±3.1 ^a	0	0	2.7	6	2	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	90.7 ±1.2 ^a	0	0	0.7	2.7	4	0.7	0.6	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	89.4 ±8.4 ^a	0	0.7	0	2.7	3.3	1.3	1.3	0.6	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	78.0 ±3.5 ^a	0	0.7	4.7	4.7	3.3	4.7	2.7	0	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	85.3 ±3.1 ^a	0.7	0	0	2.7	2.7	4.7	1.3	1.3	0	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	44.7 ±33.0 ^b	0	0	0.7	1.3	0	5.3	1.3	26	4	12	4.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	26.0 ±19.3 ^b	2	0	0	0.7	1.3	1.3	2	0.7	37.3	22.7	0.7	0	1.3	0.7	1.3	0.7	1.3	0.7	1.3	0	0	0	0	0
9	21.3 ±18.6 ^b	0.7	0	0	0.7	0.7	0	0.7	2	1.3	38	21.3	3.3	1.3	2	2	2.7	2	2	2.7	2	0	0	0	0
10	28.0 ±24.3 ^b	0	0.7	0.7	1.3	0	1.3	0.7	1.3	0	1.3	26	22	10.7	4	1.3	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0
11	22.7 ±18.5 ^b	0	0.7	0.7	0	0	2.7	2.7	0.6	0.6	0	2.7	38	20	4.7	0.6	1.3	2	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0.7	5.3	9.3	13.3	66	4	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
完全饥饿	0	1.3	0	0.7	0	0.7	0	0	0	0.7	0.7	1.3	4	16	41.3	22.7	8.7	2	0	0	0	0	0	0	0

同列数据右上标字母不同表示差异显著 (P < 0.05)。

Values with different superscript letters within same column indicate significant difference (P < 0.05).

表 3 不同饥饿时间对中华倒刺鲃仔鱼形态学指标的影响 (25.0 ±0.5)

Tab 3 The effects of different starved time on morphological characteristics of *S. sinensis* larvae (25.0 ±0.5)

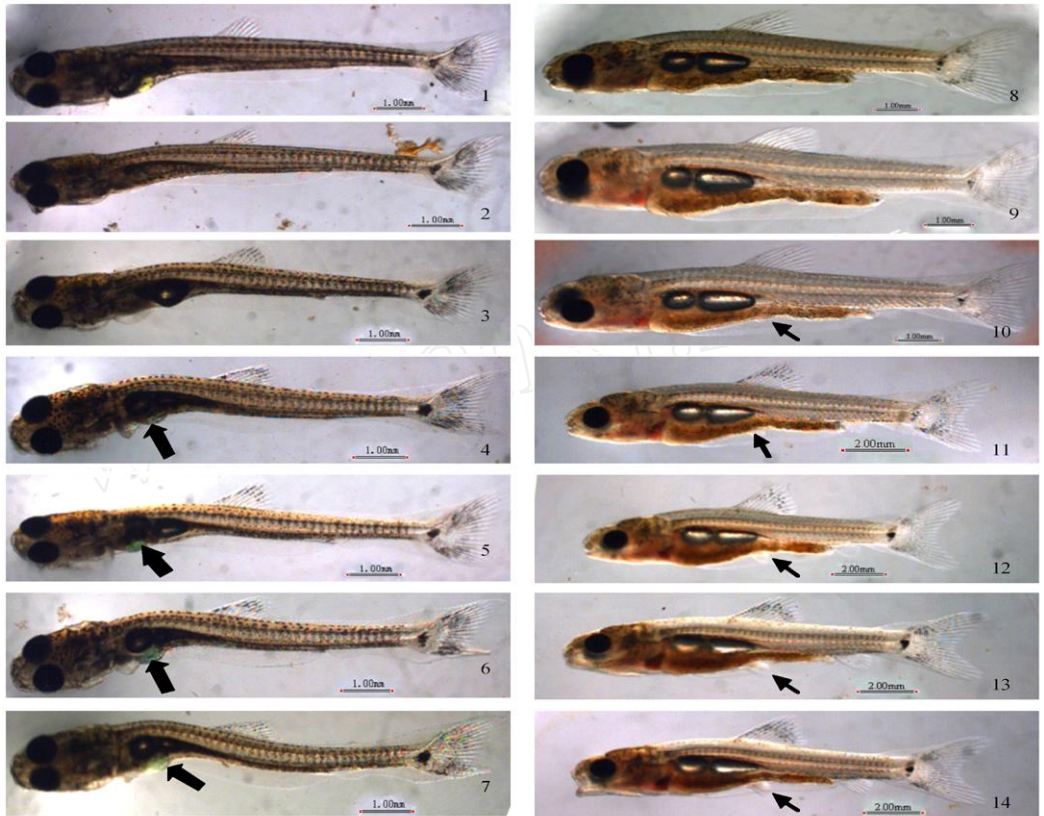
饥饿天数 /d Starved days	全长 /mm Total length	全长特殊 生长率 /% SGR _L	头长 /mm Head length	眼径 /mm Eye diameter	体高 /mm Body depth	尾柄高 /mm Caudal peduncle depth
0	15.62 ±0.91 ^a	3.23 ±0.32 ^a	3.38 ±0.04 ^a	1.07 ±0.05 ^a	2.73 ±0.14 ^a	1.35 ±0.16 ^a
1	15.25 ±0.07 ^{ab}	3.10 ±0.03 ^{ab}	3.24 ±0.16 ^a	1.08 ±0.04 ^a	2.48 ±0.07 ^b	1.23 ±0.05 ^{ab}
2	15.56 ±0.47 ^a	3.21 ±0.17 ^a	3.31 ±0.10 ^a	1.06 ±0.03 ^a	2.55 ±0.18 ^{ab}	1.27 ±0.13 ^{ab}
3	15.41 ±0.53 ^a	3.15 ±0.20 ^{ab}	3.38 ±0.21 ^a	1.05 ±0.07 ^a	2.34 ±0.18 ^{bc}	1.22 ±0.08 ^{ab}
4	15.06 ±0.31 ^{ab}	3.03 ±0.11 ^{ab}	3.30 ±0.20 ^a	1.10 ±0.08 ^a	2.21 ±0.06 ^{cd}	1.16 ±0.05 ^{bc}
5	14.70 ±0.54 ^{ab}	2.89 ±0.20 ^{ab}	3.26 ±0.27 ^a	0.95 ±0.05 ^b	2.19 ±0.12 ^{cd}	1.04 ±0.08 ^{cd}
6	14.36 ±0.32 ^b	2.77 ±0.12 ^b	3.15 ±0.11 ^{ab}	0.97 ±0.05 ^b	2.20 ±0.12 ^{cd}	1.03 ±0.05 ^{cd}
7	13.30 ±1.03 ^c	2.33 ±0.43 ^c	2.91 ±0.28 ^{bc}	0.90 ±0.02 ^{bc}	2.14 ±0.15 ^{cde}	1.05 ±0.12 ^{cd}
8	12.96 ±0.18 ^{cd}	2.19 ±0.08 ^{cd}	2.89 ±0.10 ^{bc}	0.85 ±0.03 ^{cd}	2.03 ±0.09 ^{de}	0.96 ±0.03 ^{de}
9	12.13 ±0.54 ^{de}	1.83 ±0.25 ^{de}	2.77 ±0.03 ^{cd}	0.87 ±0.02 ^{cd}	1.81 ±0.08 ^f	0.84 ±0.08 ^e
10	12.22 ±0.28 ^{de}	1.87 ±0.13 ^{de}	2.76 ±0.14 ^{cd}	0.86 ±0.03 ^{cd}	1.96 ±0.07 ^{ef}	0.88 ±0.02 ^e
11	11.46 ±0.06 ^e	1.51 ±0.03 ^e	2.57 ±0.04 ^d	0.81 ±0.02 ^d	1.78 ±0.07 ^f	0.82 ±0.03 ^e

4 日龄仔鱼平均全长 (8.73 ±0.39) mm, 同列数据右上标字母不同表示差异显著 (P < 0.05)。

The average total length of larvae 4 - day after hatching was (8.73 ±0.39) mm. Values with different superscript letters within same column indicate significant difference (P < 0.05).

2.3 饥饿对中华倒刺鲃仔鱼生长发育的影响

不同饥饿时间对中华倒刺鲃仔鱼形态学指标的影响见表 3。饥饿对仔鱼全长、头长、眼径、体高和尾柄高 5 项形态学生长指标的影响不同步,分别在延迟投饵时间达 6, 7, 5, 3, 4 d 起显著低于正常投饵组 ($P < 0.05$)。完全饥饿条件下,鳍发育停滞,饥饿达 7 d 以上仔鱼除出现头大身瘦,脊索弯曲,肠道萎缩,胆囊膨大,里面充满黄绿色胆汁等一般饥饿仔鱼的形态特征外,还出现“胸角”(pectoral angle)^[8]现象(图版 1~7)。



图版 饥饿状态下中华倒刺鲃仔鱼的形态特征

Plate Morphological characters of *Spinibarbus sinensis* larvae under starvation

1~7:分别为 12~18 日龄饥饿仔鱼,头大体瘦、脊索弯曲、肠道萎缩、胆囊变大、黄绿色胆汁(粗箭头),鳍发育停滞; 8~14:分别为 12~18 日龄正常摄食仔鱼,腹鳍正常发育(细箭头)。

1~7: unfed larvae of 12~18 days after hatching respectively, bigger head and posture become thin, spina dorsalis curved, digestive tube wither, gall bladder become bigger, yellow and green juice in gall bladder(wide arrow), fins didn't develop; 8~14: normal fed larvae of 12~18 days after hatching respectively, the ventral fins developed normally(thin arrow).

3 讨论

3.1 饥饿对中华倒刺鲃仔鱼摄食与存活的影响

鱼类的初次摄食时间主要与种类、卵黄囊大小、摄食器官的发育、发育水温和开口饵料的种类等有关^[7]。鱼类仔鱼的开口摄食率通常很低,在 10%~50%^[10,12-13],只有少数种类如暗纹东方鲀(*Takifugu obscurus*)^[14]、白斑狗鱼(*Esox lucius*)^[15]等超过 90%。在(25.0 ± 0.5) 水温条件下,中华倒刺鲃 5 日龄仔鱼初次开口摄食的初次摄食率达 86.7%,第 2 d 初次摄食率达最高值 100%并持续 6 d,18 日龄进入 PNR。PNR 被用来判断各种仔鱼耐受饥饿的能力,以及反映仔鱼忍受饥饿的程度^[1]。抵达 PNR 时间长短在一定程度上反映仔鱼耐饥饿能力的强弱,抵达 PNR 时间长,表明仔鱼耐饥饿能力强,反之,耐饥饿能力弱^[7,15]。水温(25.0 ± 0.5) 时,中华倒刺鲃仔鱼出现 PNR 的时间比鳊(*Siniperca chuatsi*)的 8 d^[16]、瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli* Richardson)的 15 d^[9]长。说明中华倒刺鲃仔鱼的摄食能力和耐饥饿能力较强。

饥饿仔鱼累计死亡率超过 50%的时间出现在 PNR 前还是在 PNR 后,在不同的种类中表现不同。

仔鱼累计死亡率 50% 出现在 PNR 之后,意味着在 PNR 前仔鱼一旦得到食物尚有较大恢复可能,反之,可能性较小^[15]。如 (26.0 ± 1.0) °C 水温条件下,唐鱼 (*Tanichthys albonubes*) 饥饿仔鱼累计死亡率 50% 出现在 PNR 后 1 d,在 PNR 前 1 d 恢复投饵,幸存的仔鱼能迅速恢复到或接近正常生长水平^[15]。试验结果表明,在完全饥饿条件下,中华倒刺鲃饥饿仔鱼死亡高峰在 18 ~ 20 日龄,累计死亡率超过 50% 的时间出现在 19 日龄即 PNR 后 1 d,仔鱼在 PNR 前 1 ~ 6 d 恢复投饵,即使仔鱼仍具有一定的初次摄食率,但仔鱼的成活率已显著低于正常投饵组甚至无法存活(表 2),且死亡高峰均出现在恢复投饵后的 3 d 内。说明中华倒刺鲃仔鱼发育阶段存在内在的危险期即临界期,在 (25.0 ± 0.5) °C 水温条件下,其临界期在 11 ~ 12 日龄,在此之前,需提供优质适口的饵料,以抑制 PNR 和临界期的表露,才能保证仔鱼的成活。

3.2 饥饿对中华倒刺鲃仔鱼生长与形态的影响

饥饿 1 ~ 5 d 的中华倒刺鲃仔鱼经过一段时间的恢复投饵后,仔鱼全长的生长与正常投饵组的差异不显著;饥饿时间超过 6 d,即使恢复投饵后,仔鱼全长的生长仍然显著低于正常投饵组。说明在一定时间的饥饿刺激下,中华倒刺鲃仔鱼具有较强的补偿生长能力,但饥饿超过一定时限后,补偿生长能力逐渐减弱或消失,这种现象在其它鱼类中同样存在^[9,17-18]。中华倒刺鲃仔鱼 9 日龄前卵黄囊消失进入外源性营养^[5],在饥饿胁迫下,由于仔鱼没有外源能量供给,鳍发育停滞在 9 日龄仔鱼的基础上,即臀鳍原基为芽状、尾鳍末端浅叉状,腹鳍芽未形成,同时出现一般饥饿仔鱼的形态特征和“胸角”现象(图版 1 ~ 7);而正常摄食仔鱼没有上述特征,各鳍发育正常,如 14 日龄时腹鳍芽形成(图版 10 ~ 14)。说明中华倒刺鲃仔鱼在饥饿条件下,其生命活动所需的能量同样需要通过消耗自身的组织来获得,从而引起死亡率增加和生长减慢,并使仔鱼的外形和某些器官产生变化,试验结果与已有的研究结果相符^[8-9,19-20]。

3.3 生产应用

在 (25.0 ± 0.5) °C 水温条件下,延迟 1 ~ 6 d 投饵对仔鱼成活率的影响不显著,其中延迟 1 ~ 4 d (6 ~ 9 日龄) 投饵组的成活率高于正常投饵组;饥饿 1 ~ 3 d 恢复投饵对仔鱼各项形态指标的影响不显著。因此,中华倒刺鲃仔鱼开始投饵的最适时间建议在 6 ~ 8 日龄。

参考文献:

- [1] 刘焕亮,黄樟翰.水产养殖学[M].北京:科学出版社,2008:405-407.
- [2] 蔡焰值,蔡焯强,何长仁.中华倒刺鲃人工繁殖技术研究[J].淡水渔业,2005,35(1):35-38.
- [3] 曹文宣,常剑波,乔晔,等.长江鱼类早期资源[M].北京:中国水利水电出版社,2007:135-137.
- [4] 黄洪贵,胡振禧,黄种持,等.温度对中华倒刺鲃胚胎与仔鱼发育的影响[J].淡水渔业,2009,39(5):28-31.
- [5] 黄洪贵.中华倒刺鲃胚胎与仔鱼发育的观察[J].江西农业大学学报,2009,31(6):1087-1092.
- [6] 胡安忠.刺鲃、中华倒刺鲃及倒刺鲃的研究现状分析[J].江西水产科技,2006(1):33-38.
- [7] 殷名称.北海鲱卵黄囊期仔鱼的摄食能力和生长[J].海洋与湖沼,1991,22(6):554-560.
- [8] 鲍宝龙,苏锦祥.海洋饥饿仔鱼营养状况的研究[J].上海水产大学学报,1998,7(1):51-58.
- [9] 马旭洲,王武,甘炼,等.延迟投饵对瓦氏黄颡鱼仔鱼存活、摄食和生长的影响[J].水产学报,2006,30(3):323-328.
- [10] 单秀娟,窦硕增.饥饿胁迫条件下黑鲢 (*M.ichthys m.iiuy*) 仔鱼的生长与存活过程研究[J].海洋与湖沼,2008,39(1):14-23.
- [11] 李春喜,姜丽娜,邵云,等.生物统计学[M].3版.北京:科学出版社,2005:102-104.
- [12] Rana K J. Influence of egg size on the growth, onset of feeding, point - of - on - return, and survival of unfed *O. roochram is m ossam bicus* fry[J]. Aquaculture, 1985, 46: 119 - 131.
- [13] Dou S, Masuda R, Tanaka M, et al. Effects of temperature and delayed initial feeding on the survival and growth of Japanese flounder larvae[J]. Journal of Fish Biology, 2005, 66: 362 - 377.
- [14] 田照辉.饥饿对暗纹东方鲀仔鱼摄食和存活的影响[J].中国水产,2007(4):81-82.
- [15] 陈国柱,方展强.饥饿对唐鱼摄食和生长的影响[J].动物学杂志,2007,42(5):49-61.
- [16] 张晓华,崔礼存.温度与鳊仔鱼饥饿耐力的关系[J].安徽农业大学学报,2000,27(4):391-393.
- [17] 邓利,张波,谢小军.南方鲇继饥饿后的恢复生长[J].水生生物学报,1999,23(2):167-173.
- [18] 高露姣,陈立侨,宋兵.饥饿和补偿生长对史氏鲟幼鱼摄食、生长和体成分的影响[J].水产学报,2004,28(3):279-284.
- [19] 张怡,曹振东,付世建.延迟首次投喂对南方鲇 (*Silurus meridionalis* Chen) 仔鱼早期发育的影响[J].重庆师范大学学报:自然科学版,2005,22(4):45-48.
- [20] 黄晓荣,庄平,章龙珍,等.延迟投饵对史氏鲟仔鱼摄食、存活及生长的影响[J].生态学杂志,2007,26(1):73-77.