

盐度及 pH 对星斑裸颊鲷受精卵孵化和仔鱼耐饥饿能力的影响

周立斌^{①②} 曾丽丽^② 王安利^{①*} 张海发^③ 刘付永忠^③

(^①华南师范大学生命科学学院 广东省高等学校生态与环境科学重点实验室 广州 510631;

^②惠州学院生命科学系 惠州 516007; ^③广东省大亚湾水产试验中心 惠州 516081)

摘要: 比较观察了不同盐度(0.5‰、10‰、15‰、20‰、25‰、30‰、35‰、40‰和45‰)及不同 pH(5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0和9.5)条件下, 星斑裸颊鲷(*Lethrinus nebulosus*) 受精卵的孵化时间、孵出期、孵化率、畸形率及一定时间内(24 h 和 48 h) 仔鱼成活率, 并且在以上盐度和 pH 条件下对星斑裸颊鲷初孵仔鱼进行耐饥饿试验, 测定其不投饵存活指数(survival activity index, SAI)。结果表明, 只有 SAI 值大于 3 的星斑裸颊鲷仔鱼才有可能被进一步培育成苗, 低于 3 的将在数天内死亡; 星斑裸颊鲷受精卵孵化的适宜盐度范围是 10‰~ 45‰, 最适宜盐度范围 15‰~ 40‰, 适宜 pH 是 6.5~ 9.0, 最适宜 pH 范围 7.0~ 8.5; 初孵仔鱼生存的适宜盐度范围是 10‰~ 40‰, 最适宜盐度范围 20‰~ 25‰, 适宜 pH 是 5.5~ 9.5, 最适宜 pH 范围 7.0~ 8.5。

关键词: 星斑裸颊鲷; 盐度; pH; 不投饵存活指数

中图分类号: Q495 文献标识码: A 文章编号: 0250 3263(2008)05- 114 06

Effects of Salinity and pH on Hatching, Enduring Hunger Ability and Larval Activity of *Lethrinus nebulosus*

ZHOU Li Bin^{①②} ZENG Li-Li^② WANG An Li^{①*} ZHANG Hai Fa^③ LIUFU Yong-Zhong^③

(^①Key Laboratory of Ecology and Environmental Science in Guangdong Higher Education, College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631;

^②Department of Life Science Huizhou University, Huizhou 516007;

^③Guangdong Daya Bay Fisheries Development Center, Guangdong Huizhou 516081, China)

Abstract: The incubating period, hatching period, hatching rate of fertilized egg, deformation rate, larvae survival rate within a certain period of time (24 h and 48 h) and survival activity index (SAI) of newly hatched larvae of *Lethrinus nebulosus* were observed at salinities of 0.5‰, 10‰, 15‰, 20‰, 25‰, 30‰, 35‰, 40‰ and 45‰, and pH values of 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0, 9.5. The results showed that the incubating period and hatching period of *L. nebulosus* demonstrated a variation tendency of shortening first and then lengthening within a certain range of salinity and pH values; hatching rate and larvae survival rate within a certain period of time (24 h and 48 h) became higher in salinity from 10‰ to 45‰; hatching rate and larvae survival rate within a certain period of time (24 h and 48 h) became higher in pH values from 6.5 to 9.0. The SAI of newly hatched larvae of *L. nebulosus* became higher

基金项目 国家科技支撑计划课题(No. 2007BAD29B04), 广东省重大科技兴海(兴渔)项目(No. A200501G01), 广东省科技计划项目(No. 2007B020708013);

* 通讯作者, E-mail: wanganli@senu.edu.cn;

第一作者介绍 周立斌, 男, 博士, 副教授; 研究方向: 水产动物营养与免疫; E-mail: zlb@hzu.edu.cn.

收稿日期: 2008-04-14, 修回日期: 2008-06-22

in salinity from 10‰ to 40‰; the SAI of newly hatched larvae of *L. nebulosus* became higher in pH values from 6.0 to 9.0; larvae only SAI values higher than 3 could be reared to finish their metamorphosis and become young fish. The others would die in several days. Taken together, results showed that: Salinity from 10‰ to 45‰, pH from 6.5 to 9.0 are suitable for hatching and the optimum is salinity from 15‰ to 40‰, pH from 7.0 to 8.5, respectively; Salinity from 10‰ to 40‰, pH from 5.5 to 9.5 are suitable for larvae survival and the optimum is from 20‰ to 25‰ for salinity, and from 7.0 to 8.5 for pH, respectively.

Key words: Spangled Emperor (*Lethrinus nebulosus*); Salinity; pH; Survival activity index (SAI)

星斑裸颊鲷 (*Lethrinus nebulosus*) 俗名连尖、黎黄, 属鲈形目 (Perciformes) 裸颊鲷科 (Lethrinidae) 裸颊鲷属。广东省大亚湾水产试验中心于 2000 年 6、7 月份从香港等地购进两批亲鱼, 并进行了人工育苗, 在室内水泥池和土塘都取得成功。国内外有关星斑裸颊鲷生物学特性和人工繁殖研究的报道较少, 日本的冲绳县曾进行过该鱼胚胎发育及仔鱼形态的研究^[1], 国内学者对该鱼胚胎发育和仔鱼形态也有过一定研究^[2]。国内外有关盐度、pH 对海水鱼类早期发育的影响已有不少报道^[3~6], 但其对星斑裸颊鲷早期发育的影响尚未见报道。探明其受精卵孵化、仔鱼生存及生长发育所需要的最适环境因子范围, 对星斑裸颊鲷人工育苗及养殖产业的发展具有重要意义。本研究不同盐度、pH 条件下星斑裸颊鲷受精卵的孵化及其仔鱼耐饥饿能力, 为提高孵化率及育苗成活率提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源 星斑裸颊鲷受精卵通过广东省大亚湾水产试验中心培育的亲鱼经过自然产卵受精获得。在水温 24℃ 条件下, 星斑裸颊鲷于 19:30 时左右产卵受精, 卵受精后及时用筛绢网捞取, 挑选发育正常的上浮受精卵用于不同盐度和 pH 孵化实验。孵化水温为 24℃。挑选同一批正常受精卵孵化出的健康仔鱼进行 24 h 和 48 h 的存活率实验。

另取部分受精卵置于孵化网箱内进行微充气及微流水孵化。仔鱼孵出后, 肉眼观察挑选无畸形的正常仔鱼用于不投饵存活指数的实验观察。

1.2 方法

1.2.1 不同盐度下受精卵孵化实验 利用天然海水加入精盐或纯净水配制盐度分别为 0、5‰、10‰、15‰、20‰、25‰、30‰、35‰、40‰、45‰ 的实验海水。将星斑裸颊鲷受精卵分组放于盛有 1 000 ml 不同盐度海水的烧杯中, 每组 100 粒受精卵。恒温 (24 ± 0.5)℃ 静水孵化。实验设 3 个平行组。仔鱼孵出后记录孵化时间、孵出期、孵化率、24 h 和 48 h 仔鱼成活率。孵化时间指同时受精的一批卵子中有 50% 孵化出膜时所用的时间; 孵出期指同时受精的一批鱼卵从第一尾仔鱼孵化出膜至最后一尾仔鱼孵化出膜的时间间隔。

1.2.2 不同盐度下仔鱼不投饵存活指数的测定 仔鱼的耐饥饿能力以不投饵存活指数 (survival activity index, SAI) 为衡量指标。实验海水的配制及盐度组设计与 1.2.1 相同。仔鱼孵出后, 用烧杯从水中舀取肉眼观察无异常的仔鱼 100 尾, 放入已准备好不同盐度海水的 1 000 ml 烧杯中, 不投饵静水培育。实验设 3 个平行组。每天计算死亡的仔鱼数, 直至仔鱼全部死亡, 然后比较其 SAI 值。SAI 值以下式求出^[6]:

$$SAI = \sum_{i=1}^k ((N - h_i) \times i/N)$$

式中, N 为起始的仔鱼数; k 为仔鱼全部死亡所需的天数; h_i 为第 i 天时仔鱼的累计死亡数。

1.2.3 不同 pH 下受精卵孵化实验 利用天然海水 (盐度为 30‰) 加入 HCl 或 NaOH 配制 pH 分别为 5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0 和 9.5 的实验海水 (实验结束测定 pH, 无显著性变化)。将星斑裸颊鲷受精卵分组放于盛有 1 000 ml 不同 pH 海水的烧杯中, 每组 100 粒受

精卵。恒温(24±0.5)℃静水孵化。实验设3个平行组。仔鱼孵出后记录孵化时间、孵出期、孵化率、24 h和48 h仔鱼成活率。

1.2.4 不同 pH 下仔鱼不投饵存活指数的测定

实验海水的配制及 pH 组设计与 1.2.3 相同,仔鱼孵出后,取肉眼观察无异常的仔鱼 100 尾,放入已准备好不同 pH 海水的 1 000 ml 烧杯中,不投饵静水培育。实验设 3 个平行组。每天计算死亡的仔鱼数,直至仔鱼全部死亡。然后比较其 SAI 值。

1.2.5 数据处理统计 实验所得数据均以平均值±标准误(Mean±SE)表示,采用 SPSS 软件统计包中的 Duncan's 法检验,当 P<0.05 时认为差异显著。

2 结果

2.1 不同盐度对星斑裸颊鲷受精卵孵化的影响

不同盐度对星斑裸颊鲷受精卵孵化的影响见表 1。盐度在 5‰以下,孵化时间、孵出期和孵化率都为 0。随着盐度的增加,孵化时间呈现出先缩短后延长的变化趋势,盐度为 10‰和

15‰时,孵化时间最长,为 32.8 h;其次是盐度为 20‰和 45‰组,分别为 28.2 h 和 28.4 h;25‰~40‰的各组中,孵化时间较接近,基本在 27.1~27.8 h 之间,差异不显著(P>0.05)。

不同盐度下孵出期和孵化时间很相似,星斑裸颊鲷受精卵的孵出期也呈现出先缩短后延长的变化趋势,统计结果表明:盐度为 10‰、15‰、20‰、40‰和 45‰各组之间的孵化周期无显著差异(P>0.05);孵化周期最短的是盐度 25‰和 30‰ 两组,为 3.3~3.7 h。

盐度为 10‰~45‰范围内,盐度变化对受精卵的孵化率影响不大,介于 94.5%到 99.1%之间,各组之间无显著差异;盐度为 30‰时,孵化率最高,为 99.1%;而当盐度下降到 5‰时,基本不能孵化。初孵仔鱼除盐度 5‰以外的其他组在 24 h 和 48 h 内的存活率都很高。畸形率方面,10‰盐度的畸形率较高,与其他组之间有显著性差异(P<0.05)。

综合考虑孵化率、畸形率和 48 h 仔鱼存活率,受精卵的适宜孵化盐度范围为 10‰~45‰,最适孵化盐度范围为 15‰~40‰。

表 1 不同盐度对星斑裸颊鲷受精卵孵化的影响(Mean±SE, n=3)

Table 1 Effect of different salinities on Hatching of fertilized egg of *Lethrinus nebulosus*

	盐度 Salinity (‰)									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
孵化时间 (h) Incubating period	—	—	32.8±0.0 ^c	32.8±0.4 ^c	28.2±0.0 ^b	27.2±0.1 ^a	27.2±0.0 ^a	27.1±0.0 ^a	27.8±0.8 ^{ab}	28.4±0.0 ^b
孵出期 (h) Hatching period	—	—	6.4±0.0 ^b	6.4±0.3 ^b	6.2±0.1 ^b	3.3±0.1 ^a	3.7±1.0 ^a	5.0±0.8 ^{ab}	6.3±0.0 ^b	5.7±0.5 ^b
总孵化率 (%) Hatching rate	—	—	95.6±2.1 ^a	94.9±2.1 ^a	95.3±1.5 ^a	94.5±2.6 ^a	99.1±1.3 ^a	98.2±0.0 ^a	94.0±3.4 ^a	97.8±1.8 ^a
畸形率 (%) Deformation rate	—	—	51.5±2.3 ^b	1.5±0.8 ^a	0±0.0 ^a	0±0.0 ^a	0±0.0 ^a	0±0.0 ^a	0±0.0 ^a	0±0.0 ^a
24 h 存活率 (%) Larvae survival rate of 24 h	—	59.5±3.1 ^a	100±0.0 ^a	100±0.0 ^a	100±0.0 ^a	100±0.0 ^a	100±0.0 ^a	100±0.0 ^a	98.6±0.7 ^a	85.4±0.6 ^a
48 h 存活率 (%) Larvae survival rate of 48 h	—	—	88.9±12.6 ^b	96.6±2.1 ^c	97.2±1.3 ^c	98.6±0.8 ^c	98.1±2.8 ^c	100.0±0.0 ^c	97.2±1.4 ^c	76.9±2.0 ^c

—表示不能孵出;数值右上角标有相同字母表示无显著性差异, P>0.05, Duncan's 检验。下表同。

— Mean not hatching; The same superscript mean that the difference were not significant P>0.05 by Duncan's test. The same as following table.

2.2 不同盐度对星斑裸颊鲷仔鱼不投饵存活指数的影响 在不同盐度条件下测定了 3 批仔鱼的 SAI 值(图 1)。盐度在 5‰~45‰ 范围内, 随着盐度的增加, 仔鱼的 SAI 值呈先升后降的变化趋势。当盐度为 5‰ 和 45‰ 时, 仔鱼的 SAI 值明显偏低, 低于 3。盐度为 15‰~35‰ 时, 仔鱼的 SAI 值较高, 其中盐度为 20‰ 的仔鱼的 SAI 值最高, 其次是盐度 25‰, 分别达到了 31.2 和 30.0, 统计结果表明, 二者之间无显著性差异($P > 0.05$)。根据实验结果, 仔鱼存活的适宜盐度范围为 10‰~40‰, 最适盐度范围为 20‰~25‰。

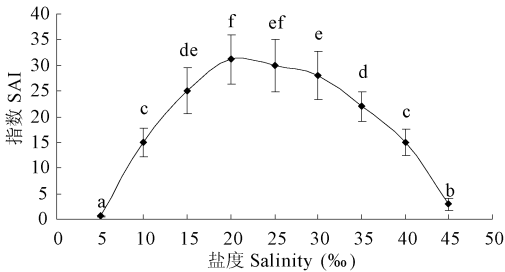


图 1 不同盐度对星斑裸颊鲷仔鱼不投饵存活指数的影响(Mean±SE, n=3)

Fig. 1 Effect of different salinities on survival activity index of larval *Lehrinus nebulosus* without feeding

数值上方标有相同字母表示 SAI 值无显著性差异, $P > 0.05$, Duncan's 检验。后图同。
The same superscript mean that the difference were not significant $P > 0.05$ by Duncan's test. The same as following fig.

2.3 不同 pH 条件对星斑裸颊鲷受精卵孵化的影响 不同 pH 对星斑裸颊鲷受精卵孵化的影响见表 2。pH 在 5.5~9.0 范围内, 星斑裸颊鲷受精卵的孵化时间呈现先缩短后延长的变化趋势。pH 高于 9.5 时, 受精卵不能孵化; pH 为 5.5 和 6.0 时, 孵化时间最长, 为 28.4 h; 其次是 pH 6.5 组, 为 27.5 h; pH 7.0、7.5 和 9.0 组, 孵化时间较接近, 基本在 27.2~27.4 h 之间。孵化时间最短的是 pH 8.5 组, 为 26.8 h。

不同 pH 组孵出期的情况与孵化时间相似, 星斑裸颊鲷受精卵的孵出期也呈现出先缩

短后延长的变化趋势。pH 为 5.5、6.0 和 9.0 时, 孵出期明显延长, 分别为 9.4 h、7.2 h 和 7.2 h; pH 6.5、7.0 和 8.5 时孵出期较接近, 在 5.8~6.2 h 之间。孵出期最短的是 pH 8.0, 为 4.8 h。pH 5.5~7.0, 孵化率较高, 在 97.0%~99.5% 之间; pH 为 9.0 时, 孵化率最低, 为 84.2%, 其余各组孵化率差别不大。初孵仔鱼在 48 h 内的存活率除 pH 5.5 和 pH 6.0 组为 0 外, 其余组成活率都很高。畸形率方面, 各组之间没有显著性差异($P > 0.05$)。

综合考虑孵化率、畸形率和 48 h 仔鱼存活率, 受精卵孵化的适宜 pH 范围为 6.5~9.0, 最适 pH 范围为 7.0~8.5。

2.4 不同 pH 对星斑裸颊鲷仔鱼不投饵存活指数的影响 不同 pH 对 3 批仔鱼的不投饵存活指数(SAI)的影响见图 2。随着 pH 的增加, 仔鱼的 SAI 值呈先升后降的变化趋势。pH 为 5.5 和 9.5 时, 仔鱼的 SAI 值较低, SAI 值较高的组为 pH 7.0~8.5, SAI 在 15.0~16.5 之间。根据实验结果, 仔鱼存活的适宜 pH 范围为 5.5~9.5, 最适 pH 范围为 7.0~8.5。

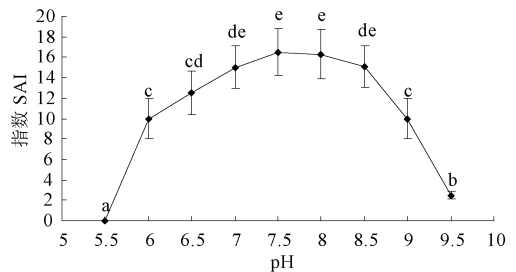


图 2 不同 pH 对星斑裸颊鲷仔鱼不投饵存活指数的影响(Mean±SE, n=3)

Fig. 2 Effect of different pH values on survival activity index of larval *Lehrinus nebulosus* without feeding

3 讨论

3.1 盐度对星斑裸颊鲷受精卵孵化及初孵仔鱼耐饥饿能力的影响 鱼类受精卵的发育受渗透压的影响, 胚胎和仔鱼的渗透调节能力随着发育而变化。盐度主要影响鱼类卵内渗透压,

表 2 不同 pH 对星斑裸颊鲷受精卵孵化的影响 (Mean ± SE, n = 3)

Table 2 Effect of different pH values on hatching of fertilized egg of *Lethrinus nebulosus*

	pH								
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
孵化时间 (h)	28.4 ±	28.4 ±	27.5 ±	27.4 ±	27.2 ±	26.8 ±	26.5 ±	27.3 ±	—
Incubating period	0.3 ^d	0.2 ^d	0.0 ^e	0.3 ^{bc}	0.0 ^{bc}	0.5 ^{ab}	0.0 ^a	0.1 ^{bc}	—
孵出期 (h)	9.4 ±	7.2 ±	6.0 ±	6.2 ±	5.5 ±	4.8 ±	5.8 ±	7.2 ±	—
Hatching period	0.0 ^d	0.1 ^c	0.0 ^b	0.1 ^b	0.0 ^{ab}	1.0 ^a	1.5 ^{ab}	1.3 ^c	—
总孵化率 (%)	97.2 ±	98.6 ±	97.0 ±	99.5 ±	91.5 ±	94.7 ±	95.6 ±	84.2 ±	—
Hatching rate	1.3 ^{ab}	0.7 ^b	0.6 ^{ab}	0.7 ^b	2.8 ^{ab}	2.4 ^{ab}	2.5 ^{ab}	15.1 ^a	—
畸形率 (%)	0 ±	0 ±	0 ±	0 ±	0 ±	0 ±	0 ±	0 ±	0 ±
Deformation rate	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
24 h 存活率 (%)	—	98.5 ±	98.6 ±	100 ±	99.6 ±	100 ±	100 ±	100 ±	100 ±
Larvae survival rate of 24 h	—	2.1 ^a	0.6 ^a	0.0 ^a	0.6 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
48 h 存活率 (%)	—	97.1 ±	97.2 ±	97.6 ±	99.1 ±	99.5 ±	100 ±	99.1 ±	99.5 ±
Larvae survival rate of 48 h	—	1.6 ^a	1.3 ^a	2.0 ^{ab}	0.1 ^{ab}	0.7 ^{ab}	0.0 ^b	1.3 ^{ab}	0.7 ^{ab}

许多海水鱼类的受精卵能够在较自然海水的盐度(约为 30‰)低或高的较大范围内保持其形态不发生改变,是因为在适盐范围内受精卵内渗透压可通过自身调节保持在相对稳定的水平。盐度对于受精卵孵化的影响因鱼种类的不同而不同,斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)受精卵孵化的适宜盐度范围是 15‰~ 45‰,而最适盐度范围是 20‰~ 30‰^[51],星斑裸颊鲷受精卵孵化的适盐范围与斜带石斑鱼相似,适盐范围较广。从本实验结果看,盐度变化对星斑裸颊鲷受精卵孵化的孵出期及畸形率影响最大,其次是孵化时间,而对孵化率的影响并不十分显著。随着盐度的增加,星斑裸颊鲷受精卵的孵出期和孵化时间呈现出先缩短后延长的变化趋势。有学者指出在海水鱼类胚胎发育中外界环境的高渗作用会促进胚胎发育的进程,使孵化时间缩短。但盐度太高、孵化时间太短又会影响正常的胚胎发育^[7]。许多鱼类能在很高(如 60‰)和很低(如 4‰)的盐度条件下保持着较高的孵化率,但这并不意味着仔鱼有较高的成活率,因为在超常条件下孵化的鱼往往身体弯曲、尾巴卷曲,呈不正常体态。本实验中,在盐度 10‰的条件下,畸形率较高,可能是因为盐度过低时,溶液比重减少,仔鱼难以自由地孵出和形成尾部的肌肉组织。本实验中,仔鱼在

耐饥饿能力方面,盐度为 20‰和 25‰组仔鱼的 SAI 值最高,分别为 31.2 和 30.0,并且这两个盐度条件下,仔鱼发育及摄食正常。此外,还观察到初孵仔鱼能够在很宽的盐度范围内存活,在较低盐度(10‰)下也有较高的成活率。其主要原因,一是低盐度条件下,仔鱼较不活泼,因而消耗较少的能量;二是低盐度条件下,仔鱼对卵黄有较高的利用效率^[51]。星斑裸颊鲷受精卵孵化和提高初孵仔鱼成活率的盐度最好控制在 20‰~ 25‰之间。

3.2 pH 对星斑裸颊鲷受精卵孵化及初孵仔鱼耐饥饿能力的影响 pH 能直接影响鱼类的生长发育和生理状况,不同鱼类所要求水环境的 pH 最适范围不同。由于受精卵的细胞膜有一定的调节能力,因此 pH 在一定范围内的变化不会影响鱼的胚胎发育,但这种变化一旦超出一定范围而影响胚胎内环境的平衡,将会对其形成危害。另外,仔鱼体液的 pH 与水的 pH 不能相差过大,否则容易导致仔鱼死亡^[8]。

大多数海水鱼类适应于中性或偏弱碱性的水环境,pH 在 7.0~ 8.5 范围内为宜,一般不能低于 6.0。在海水环境中各种鱼类的胚胎发育对 pH 的要求基本上与其成体相同。pH 的变化对星斑裸颊鲷受精卵孵化的畸形率影响不大,而对孵化时间和孵出期影响比较明显,在适宜

pH 范围内, 孵化时间和孵出期都较短, 同时孵化率也较高, 并且仔鱼的 SAI 值也较高。实验表明, 星斑裸颊鲷受精卵孵化及仔鱼生存的适宜 pH 是 6.0~9.0, 育苗实践中注意保持孵化和育苗水体的 pH 在 7.5~8.5 的范围内。

3.3 星斑裸颊鲷的卵质、仔鱼 SAI 值和耐饥饿能力 仔鱼孵出后, 在不投饵的情况下, 存活时间与其卵所积累营养物质的数量和质量有关, 与亲鱼的营养状况以及其他生态条件也密切相关^[9]。通过测定初孵仔鱼的 SAI 值可以判断仔鱼的耐饥饿能力, 进而可以判断受精卵的卵质。本实验中, 盐度为 20‰和 25‰的 2 个组初孵仔鱼的 SAI 值最高, 分别为 31.2 和 30.0。需要说明的是, 测定仔鱼的 SAI 值必须在适宜的环境条件(比如温度)下进行, 否则所测定的值不能体现仔鱼耐饥饿能力^[5]。因此, 在育苗实践中判断仔鱼耐饥饿能力时, 仅依据 SAI 值是不充分的, 还应包括仔鱼的生长发育、摄食等指标, 从而更准确地对仔鱼耐饥饿能力做出判断。

参 考 文 献

[1] Shinsyu. Development of Eggs, Larvae, and Juveniles of the

Spangled Emperor *Lethrinus nebulosus* Reared in the Hatchery. Japan: Bulletin of Okinawa Pref Fish Imp Cent, 1980.

- [2] 舒斌, 谭枫野, 李彩兰等. 星斑裸颊鲷胚胎及卵黄囊期仔鱼发育研究. 海洋科学, 2005, 29(10): 12~18.
- [3] 王涵生. 盐度对真鲷受精卵发育及仔鱼生长的影响. 中国水产科学, 2002, 9(1): 33~38.
- [4] 雷霖霖, 孙鲁宁, 陈学豪. 盐度对黑鲷胚胎和早期仔鱼发育影响的初步观察. 海洋水产研究, 1986, (7): 143~147.
- [5] 张海发, 刘晓春, 王云新等. 温度、盐度及 pH 对斜带石斑鱼受精卵孵化和仔鱼活力的影响. 热带海洋学报, 2006, 25(2): 31~36.
- [6] Yasuhisa T.M. Effects of salinity on the embryonic development and larval survival activity index of red spotted grouper *Epinephelus akaara*. *Saibai Giken*, 1993, 22(1): 35~38.
- [7] 谢仰杰, 翁朝红, 林锦宗等. 盐度对花尾胡椒鲷胚胎和仔鱼的影响. 台湾海峡, 2000, 19(1): 22~26.
- [8] 王宏田, 张培军. 环境因子对海产鱼类受精卵及早期仔鱼发育的影响. 海洋科学, 1998, (4): 50~52.
- [9] 王涵生, 方琼珊, 郑乐云. 盐度对赤点石斑鱼受精卵发育的影响及仔鱼活力的判断. 水产学报, 2002, 26(4): 344~350

欢迎订阅《动物学杂志》

《动物学杂志》是中国科学院动物研究所、中国动物学会主办的科技期刊, 亦是中國自然科学核心期刊。主要报道动物学领域的最新研究成果, 介绍有创见的新思想、新学说、新技术、新方法。报道范围既有宏观生态研究, 又有微观实验技术。报道层次既有科学前沿性、资料性的, 也有技术性、知识性的。稿件内容涉及范围广, 实用性强, 主要栏目有: 研究报告、珍稀濒危动物、技术与方法、研究简报和快讯、科技动态等等。读者对象为动物科学领域的研究、教学、技术、管理人员及广大业余爱好者。

近年,《动物学杂志》各项统计指标有了很大的提高, 是国内各大数据库及国外著名数据库英国《动物学记录》、美国《化学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》收录的源期刊。

《动物学杂志》双月刊, 16 开, 112 页, 2009 年每册定价 35 元, 全年 210 元, 国内外公开发行。国内邮发代号: 2-422; 国外发行代号(Code No.): BM58。全国各地邮局均可订阅。如未能在当地邮局订到, 可与编辑部直接联系。本刊对在对学生及个人订户 7 折优惠(直接与编辑部联系订阅)。

地址: 北京市朝阳区大屯路 中国科学院动物研究所内《动物学杂志》编辑部

邮编: 100101; 电话: (010) 64807162;

E-mail: journal@ioz.ac.cn, 网址: bird.chinajournal.net.cn; dxwzz.ioz.ac.cn。

欢迎投稿、欢迎订阅、欢迎刊登广告。