

温度、盐度对条石鲷胚胎发育 影响及初孵仔鱼饥饿耐受力

徐永江¹ 柳学周^{1*} 王妍妍¹ 曲建忠²

(¹ 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(² 青岛忠海水产有限公司, 266414)

摘要 研究了盐度、温度对条石鲷胚胎发育的影响和初孵仔鱼对饥饿的耐受力。结果表明, 胚胎发育的适宜盐度范围为 20~35, 最适盐度范围为 25~30, 孵化率都在 89% 以上, 盐度低于 20 或高于 35, 孵化率都降低。盐度对孵化时间有一定影响, 盐度高于 35 或者低于 15 条件下孵化时间都延长。胚胎发育的适宜温度范围为 21~27℃, 孵化率都在 77% 以上, 最适温度范围为 23~25℃, 孵化率达 89% 以上, 低于 19℃ 或者高于 27℃ 时孵化率降低且初孵仔鱼畸形率升高。胚胎孵化时间与温度成负相关关系, 胚胎发育速率与温度成正相关关系。条石鲷胚胎发育的生物学零度(阈温度)为 10.06℃, 有效积温值为 405.3℃·h。对胚胎发育的 Q_{10} 值进行了计算。饥饿条件下, 条石鲷初孵仔鱼 8 日龄全部死亡, 半数死亡时间出现在第 6 天, 饥饿对初孵仔鱼生长具有明显的抑制作用。

关键词 条石鲷 胚胎发育 温度 盐度 饥饿

中图分类号 S965.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2009)03-0025-07

Effects of temperature and salinity on embryonic development and starving tolerance of newly hatched larvae of rock bream *Oplegnathus fasciatus*

XU Yong-jiang¹ LIU Xue-zhou^{1*} WANG Yan-yan¹ QU Jian-zhong²

(¹ Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Qingdao 266071)

(² Qingdao Zhonghai Fishery Co., Ltd. 266414)

ABSTRACT A series of experiments have been conducted to study the effects of salinity and temperature on embryonic development and starvation endurance of newly hatched larvae of rock bream *Oplegnathus fasciatus* (T. & S.). Experiments were carried out in Qingdao Zhonghai Fishery Co., Ltd. from 2004~2007. Eggs were collected immediately after spawning and transferred into tanks for incubation. Salinity study was carried out in 2005, with treatments at salinities of 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10 and 5. The results showed that the suitable salinities for embryonic hatching ranged from 20 to 35 with the most suitable range between 25~30, when

国家 863 计划项目(2006AA10A414)和农业部海洋渔业资源可持续利用重点实验室开放课题共同资助

* 通讯作者。E-mail: liuzz@ysfri.ac.cn, Tel: (0532)85811982

收稿日期: 2008-07-18; 接受日期: 2008-09-03

作者简介: 徐永江(1981-), 男, 博士研究生, 助理研究员, 主要从事海水鱼类繁殖生物学及人工繁育技术研究。E-mail: xuyj@ysfri.ac.cn,

Tel: (0532)85811982

hatching rates were all above 88%. Salinities above 40 or below 20 led to low hatching rate and prolonged hatching time. Temperature study was done in 2004, 2005 and 2007, respectively. Taking into consideration the hatching rate, hatching time and deformity rate of the newly hatched larvae, it is deduced that the suitable temperatures for hatching ranged from 21~27°C with hatching rates above 77%; most suitable temperatures were 23~25°C with high hatching rates over 89% and low deformity rate of newly hatched larvae. Hatching time was negatively correlated with temperature while embryonic development speed was positively correlated with temperature. The threshold temperature for embryo development was calculated as 10.06°C, the effective accumulated temperature was 405.3°C·h. In addition, Q_{10} value was calculated, and was found to accord with the experimental result. Newly hatched larvae were starved to death at 8 DAH with half death time appeared at 6 DAH; starvation had regative effects on larval growth.

KEY WORDS Rock bream *Oplegnathus fasciatus* Embryonic development
Temperature Salinity Starvation

条石鲷 *Oplegnathus fasciatus*, T. & S. 隶属于鲈形目 Perciformes、鲈亚目 Percoidei、鲈总科 Percoidea、石鲷科 Oplegnathidae、石鲷属 *Oplegnathu*(孟庆闻等 1995), 俗称日本鸚鵡鱼。我国产于黄海、东海和台湾海峡, 自然分布于太平洋和印度洋沿岸。条石鲷肉味鲜美, 体态美丽, 故可作为海水观赏和养殖经济鱼类的发展对象。通过开展人工繁育技术和养殖技术研究, 条石鲷有望成为我国海水网箱养殖、休闲渔业和增殖放流的优良品种。

有关生态因子对鱼类胚胎和早期仔鱼生长发育影响的报道较多。前人已经进行了黑鲷 *Sparus macrocephalus*(雷霖霖等 1986)、鳗鲡 *Anguilla anguilla*(谢刚等 1995)、橙点石斑鱼 *Epinephelus coioides*(Kawahara *et al.* 1997)和美洲狼鲈 *Morone americanus*(Morgan *et al.* 1982)等的研究, 为这些经济海水鱼类的人工繁育技术、养殖业发展, 以及资源、环境保护等方面的工作提供了宝贵的资料。本文总结了作者2004、2005和2007年在条石鲷人工育苗过程中进行的生态因子对胚胎发育影响的结果, 提出了条石鲷胚胎孵化的最适盐度和温度, 并进行了饥饿对前期仔鱼生长的影响研究, 以期对条石鲷的人工育苗技术中胚胎孵化和饵料投喂提供技术参考。

1 材料与方法

试验于2004~2007年在青岛忠海水产有限公司进行。亲鱼为2003年采自黄海南部青岛外海的野生亲鱼群体, 于养殖网箱内暂养驯化。2004年春移入室内进行强化培育。亲鱼在水温21.0~23.0°C, 盐度30.5, pH 8~9条件下培育, 通过调控温度和光照, 亲鱼在培育池内自然产卵。受精卵收集时处于16细胞期, 挑选正常发育的受精卵用于胚胎实验。收集部分受精卵在圆形玻璃钢水槽内(30L)培育, 水温23~25°C, 盐度29~33, pH 8~9条件下孵化出仔鱼, 挑选健康的活力较好的初孵仔鱼用于饥饿实验研究。

1.1 不同盐度下的胚胎孵化试验

设置盐度梯度8个: 40、35、30、25、20、15、10和5; 高盐度海水以砂滤海水添加人工海水素配制而成; 低盐度海水以砂滤海水加淡水(充分曝气除氯)配制。海水比重计($\pm 1\%$)标定盐度。在1000ml烧杯中分别放入100粒受精卵进行盐度试验, 试验水温23~24°C, pH 8.0~8.6, 每个实验组设两个平行。烧杯置于大型水槽内, 以MS701型控温仪保持水槽内温度恒定。试验过程中及时清除死卵并记录。仔鱼孵出后, 记录不同盐度条件下的孵化率和孵化时间。

1.2 不同温度下的胚胎孵化试验

温度梯度设置:15、17、19、21、23、25、27、29和31℃,共8组。在1000ml烧杯中放受精100粒。pH 8.0~8.2,盐度31.5,每组设两个平行。受精卵放入烧杯后,以0.5℃/min的速度升、降温度到设计温度,每个实验组置于一个恒温水浴中,MS701型控温仪保持试验过程中各试验组温度恒定。观察、记录不同水温下的胚胎发育速率、孵化时间、孵化率和初孵仔鱼畸形率。

1.3 胚胎发育的阈温度和有效积温计算

任何生物在发育过程中不仅需要一定的温度,而且还需要温度与时间的结合,才能完成某一阶段的发育,称为有效积温法则(尚玉昌 1993)。生物的发育在一定的温度范围之下都不能进行,称为发育阈温度或生物学零度(李庆芬 2002)。生物发育的有效积温可表示为: $K = N \cdot (T - C)$ 。式中, N 为完成某阶段发育所需时间(h); T 为发育期间平均水温(℃); C 为该生物的发育阈温度(℃); V 为发育速率; K 为生物完成某阶段发育所需的有效积温(时度)。

$$C = \frac{\sum V^2 \cdot \sum T - \sum V \cdot \sum VT}{n \cdot \sum V^2 - (\sum V)^2}; K = \frac{n \cdot \sum VT - \sum V \cdot \sum T}{n \cdot \sum V^2 - (\sum V)^2}$$

积算温度(Accumulative temperature) A 指孵化时间(N)与孵化水温(T)的乘积,即 $A = N \cdot T$ 。

1.4 胚胎发育的温度系数

为了定量表示某一温度带内温度变化对胚胎发育的影响,采用胚胎发育速度的温度系数 Q_{10} 值来表示: $Q_{10} = \left(\frac{Z_0}{Z_a}\right)^{\frac{t_a - t_0}{10}}$ 。式中, Q_{10} 表示温度改变10℃时发育速度加快的倍数, Z_0 和 Z_a 分别表示在温度 t_0 和 t_a 时发育持续的时间。

1.5 初孵仔鱼饥饿耐受力试验

各取健康仔鱼200尾,分别置于体积5L玻璃水槽内,水温23~25℃。其中,3组无投饵静水培育;另一组微充气培育,定时换水,仔鱼开口后投喂小球藻和轮虫。每天吸4个实验组死亡仔鱼1次,记录死亡仔鱼数,饥饿组仔鱼全部死亡时试验结束。用NIKON SMZ800型显微镜(带目微尺)观察测量仔鱼全长,记录半数和全部死亡时间,计算仔鱼存活率。

1.6 数据分析处理

卵黄囊体积计算方法:卵黄囊体积 = $4/3 \cdot \pi \cdot (r/2)^2 \cdot R_1/2$ 。式中, r 为卵黄囊短径, R_1 为卵黄囊长径(Alderdice *et al.* 1979)。孵化率和孵化时间数据均为平均值(Mean),初孵仔鱼生长和卵黄囊数据表达为Mean ± S. D.,数据处理和图表制作在Microsoft Excel 2003中进行。

2 结果

2.1 温度对胚胎孵化率和孵化时间的影响

胚胎发育的适温范围为21~27℃,孵化率都在77%以上,最适温度范围为23~25℃,孵化率达89%以上,低于19℃时孵化率降至27%以下,高于27℃时孵化率降至47%以下(图1),且初孵仔鱼畸形率升高;15℃时胚胎经过3~4h后大部分畸形死亡,只有个别(2%)能孵化出膜且全部为畸形。对孵化时间、发育速率和水温进行线性回归分析表明,胚胎孵化时间与温度成负相关关系,符合关系式: $N = -1.440 2T + 63.199$ ($R^2 = 0.972 3$);胚胎发育速率与温度成正比,符合关系式: $V = 0.002 1T - 0.014 9$ ($R^2 = 0.973 6$)(图2)。

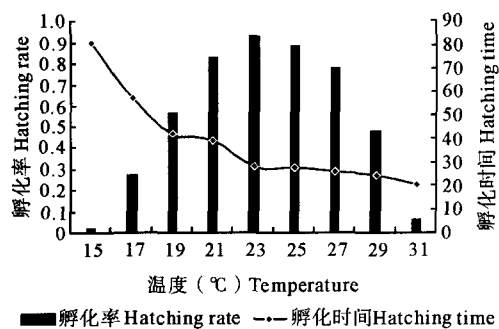


图1 条石鲷胚胎在不同温度下的孵化率

Fig. 1 Hatching rate of embryos of rock bream under different temperatures

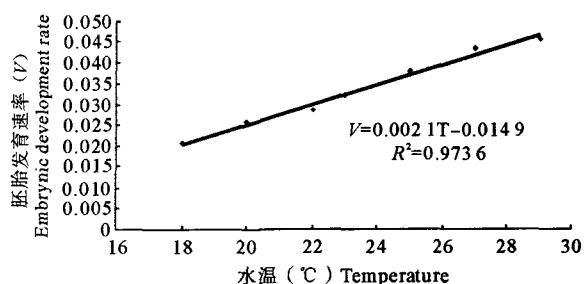


图2 条石鲷胚胎发育速率和水温的关系

Fig. 2 Relationship between embryonic development speed and water temperature of rock bream

2.2 胚胎发育的阈温度、有效积温和 Q_{10} 值

综合 2004~2007 年作者进行的 8 批次的胚胎孵化试验结果,按照 1.3 中的方法计算得出条石鲷胚胎发育的有效积温值和积算温度(表 1)。条石鲷胚胎发育的生物学零度为 10.06°C ,有效积温值为 $405.3^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ 。对胚胎发育的 Q_{10} 值按照 1.4 的方法进行计算,结果见表 2。水温 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ 时,胚胎发育的 Q_{10} 值最接近 2(李加儿等 1987),说明 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ 是胚胎发育的适宜温度范围,与实验实际得出的结果一致。

表 1 条石鲷胚胎发育与水温的关系

Table 1 Relationship between embryonic development and water temperature of rock bream

组别 No.	试验时间 Date of test(年-月)	培育水温($^{\circ}\text{C}$) Water temperate			发育时间(h) Incubation duration	发育速率 Embryonic Development Rate	有效积温值 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$) Effective accumulated temperature	积算温度 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$)
		水温范围 Range($^{\circ}\text{C}$)	平均水温($^{\circ}\text{C}$) Average	温差 Variation				
1	2004-06 June. 2004	24~26	25.0	2.0	27.50	0.036 364	410.823 178 3	687.5
2	2004-07 July. 2004	23.5~24.5	23.0	1.0	30.00	0.033 33	388.170 74	690
3	2004-07 July. 2004	22.0~22.5	22.3	0.5	32.30	0.030 96	395.320 496 7	720.29
4	2005-06 June. 2005	26.5~27.5	27.0	1.0	23.20	0.043 103	392.985 372 2	626.4
5	2005-07 July. 2005	23.5~24.3	29.0	1.0	22.10	0.045 249	418.552 445 1	640.9
6	2005-06 June. 2005	23~23.5	23.25	0.5	31.2	0.032 051	411.497 569 6	725.4
7	2007-06 June. 2007	20~21.4	20.7	1.4	39	0.025 641	414.921 961 9	807.3
8	2007-06 June. 2007	18~19	18.5	1.0	48.6	0.020 576	410.136 598 7	899.1

表 2 条石鲷胚胎在各温度带的 Q_{10} 值

Table 2 Values of Q_{10} of embryonic development of rock bream at different temperature regime

温度带 Temperature regime		温度间隔 Temperature difference ($t_a - t_0$)	平均水温(°C) Average temperature		Z_a	Z_0	Q_{10}
t_a	t_0		$\frac{t_a + t_0}{2}$				
21.4	18	3.4	19.7		39	48.6	1.71
25	22	3	23.5		27.5	32.3	1.93
25	18	7	21.5		27.5	48.6	2.25

2.3 盐度对胚胎孵化率和孵化时间的影响

试验条件下,胚胎发育的适宜盐度范围为 20~35,孵化率为 62.2%~92.6%;最适盐度范围为 25~30,孵化率达 89%~92.6%,盐度低于 20 或高于 35,孵化率都降低。盐度对孵化时间有一定影响,盐度高于 35 或者低于 15 的条件下孵化时间都会延长(图 3)。

2.4 初孵仔鱼饥饿耐受力

饥饿对条石鲷初孵仔鱼全长的影响见图 4。饥饿仔鱼和正常仔鱼生长的差异在开口后第 4 天开始显现(图 4),第 7 天后饥饿仔鱼呈现一定的负增长。静水培育条件下,条石鲷仔鱼在饥饿第 8 天全部死亡,半数死亡时间出现在第 6 天(图 5)。

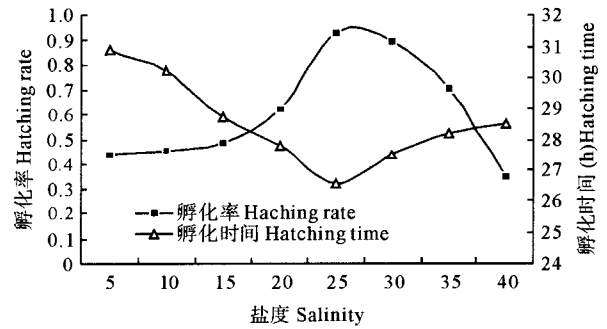


图 3 条石鲷胚胎在不同盐度下的孵化率和孵化时间

Fig. 3 Hatching rate and hatching time of eggs of rock bream under different salinities

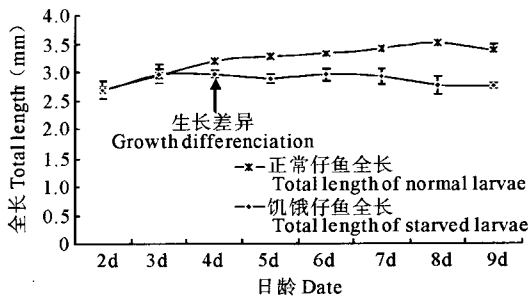


图 4 饥饿条件下的条石鲷初孵仔鱼生长

Fig. 4 Growth of newly hatched larvae of rock bream under starvation condition

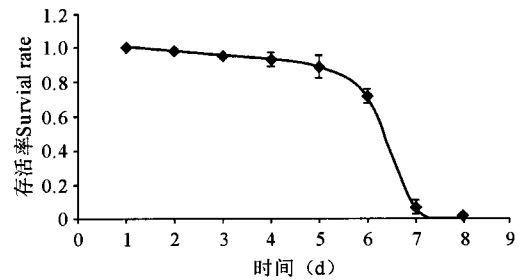


图 5 条石鲷初孵仔鱼饥饿存活率

Fig. 5 Survival rate of starving newly hatched larvae

3 讨论

水温和盐度是鱼类在自然水体分布范围的主要决定因子,适宜的水温和盐度范围对海水鱼类胚胎和早期发育以及种群数量维持具有重要意义。在人工繁育过程中,研究温度、盐度及饥饿对胚胎发育和前期仔鱼的影响有助于早期种苗培育适宜条件的选择和调控,提高育苗成活率。前人已对几种鲷科鱼类的胚胎发育温度、盐度适应性做了研究,提出了胚胎发育的适宜温度和盐度范围(表 3)。与其他几种鲷科鱼类相比较,条石鲷胚胎孵化所需的适宜盐度和最适盐度范围相对较窄,胚胎发育所需的适温范围与平鲷 *Phabdosargus sarba* 相似而比其他几种类别窄(1/3~1/2),胚胎发育的适盐范围高于真鲷 *Pagrosomus major* 和黄鲷 *Dentex tumifrons*,

低于其他几种鲷鱼,说明了条石鲷胚胎发育和早期生长阶段对生态环境的要求较高,这可能与其自然生存环境密切相关。

表3 几种鲷科鱼类胚胎发育适宜温度、盐度比较

Table 3 Comparison of salinity and temperature adaptability of several sparidae species

种类 Species	适宜水温(°C) Suitable temperatures	最适水温(°C) Optimum temperatures	适宜盐度 Suitable salinities	最适盐度 Optimum salinities	资料来源 References
真鲷 <i>Pagrosomus major</i>	15~27	18~24 ^a	27~33	32~33 ^b	^a 陈政强等 1996 ^b 王函生 2002
黑鲷 <i>Sparus macrocephalus</i>	15~23	18~21 ^a	14.2~38.1	20.2~30.2 ^b	^a 郑镇安等 1983 ^b 雷霖霖等 1986
平鲷 <i>Phabdosargus sarba</i>	21~27	21~24 ^a	12~52	28~32 ^b	^a 李加儿等 1987 ^b Mihelakakis 1994
黄鳍鲷 <i>Sparus latus</i> Houuttuyn	16~26	21~24	12~33	25~27	许鼎盛等 1991
黄鲷 <i>Dentex tumifrons</i>	16~26	18~22 ^a	27~39	33~36 ^b	^a 夏连军等 2006 ^b 施兆鸿等 2004
横带髯鲷 <i>Haplogenyus mucronatu</i>	18.7~33.8	21.6~30	15.4~42.8	25.9~37.7	史海东等 2004
条石鲷 <i>Oplegnathus fasciatus</i>	21~27	23~25	20~35	25~30	本文 This paper

3.1 温度对胚胎发育的影响

在自然海区中,一定范围的水温分布是鱼类产卵和胚胎发育必须具备的主要生态条件之一。本实验条件下,条石鲷胚胎发育的阈温度为 10.06°C,与真鲷胚胎发育的生物学零度 10.6°C 相似(陈政强等 1996),黄鲷胚胎发育的阈温度 7.88°C,远高于黄鳍鲷 *Sparus latus* Houuttuyn 的 1.02°C(李加儿等 2000)、黑鲷的 0.36°C(李加儿等 1990),其产生差异的原因可能与这几种鲷科鱼类在自然海区分布的环境状况的差异、亲鱼培育的环境条件有关。实际生产过程中,条石鲷胚胎孵化要求的最低水温不低于 17°C,黄鲷的孵化水温不能低于 18°C(李加儿等 2000),表明实际胚胎孵化的水温下限与理论生物学零度有一定差异。鱼类胚胎的孵化出膜主要靠两方面的作用:胚体的运动和孵化酶的作用。孵化酶的分泌和作用受温度的影响,通常低温使酶受到抑制,高温则受破坏(楼允东 1965)。胚胎发育所需时间和发育速率通常在一定范围内与温度成负相关,这与本试验结果一致。

3.2 盐度对胚胎发育的影响

胚胎和早期仔鱼发育涉及细胞分化、形态发生和胚胎组织间相互影响等过程,除了细胞内基因的表达起决定性作用外,还受到内外环境因素的影响,盐度的变化可导致胚胎和仔鱼发育出现各种异常。王函生等(2002)报道,真鲷胚胎孵化率随盐度降低而降低。研究中,盐度对条石鲷胚胎孵化的影响也呈现同样的现象,盐度低于 15 时,孵化率降至 48.7%,其原因可能是受精卵在低盐度条件下大多沉于水底,缺氧造成孵化率的低下。实验还发现高盐度(40)下胚胎孵化率较低(35%),且孵化仔鱼畸形率高,这可能是一定时间内异常的盐度对胚胎的内部生化结构造成的损害作用,影响了初孵仔鱼的形态和成活(王宏田等 1995)。

3.3 初孵仔鱼饥饿耐受力

条石鲷仔鱼在3日龄开始摄食,卵黄4日龄消耗殆尽。卵黄囊期仔鱼靠卵黄和油球储存的内源性营养提供生长发育所需的能量;卵黄囊消失前后,体内储存的少量卵黄主要用来提高仔鱼活动水平,搜索并摄取饵料,建立外源性营养模式。如果不能及时得到外源性营养的补充,仔鱼将在内源性营养消耗完毕后经受饥饿,表现为体长生长缓慢甚至是负增长,最终饥饿死亡,这在本研究中得到验证。饥饿条件下,条石鲷仔鱼动用部分身体储备能量来满足维持生存需要的代谢消耗,而还有部分能量则会投入到生长方面,相比摄食仔鱼生长速度减缓,待自身储备能量不足时,生长就会受到抑制,这表明了耐受饥饿的时间与发育速率之间存在着生态对策上的替代效应(曹振东等 2002)。在人工育苗过程中,要在仔鱼开口后及时投喂适口饵料,提高仔鱼开口摄食率和早期成活率,促进仔鱼生长。

参 考 文 献

- 王宏田,张培军. 1995. 环境因子对真鲷胚胎发育的影响. 海洋科学, 4:16~17
- 王涵生. 2002. 盐度对真鲷受精卵发育及仔稚鱼生长的影响. 中国水产科学, 9(1):33~36
- 史海东,毛国民,王海岳. 2004. 温度和盐度对横带髯鲷胚胎发育的影响. 上海水产大学学报, 13(3): 230~234
- 许鼎盛,王秋荣. 1991. 黄鳍鲷胚胎及仔、稚、幼鱼发育观察. 厦门水产学院学报, 13(2): 10~18
- 李加儿,区又君,许波涛. 1990. 黑鲷生物学及其种苗生产技术研究. 南海水产研究, (2):36~44
- 李加儿,丁彦文,周宏团. 1987. 温度对平鲷胚胎发育的影响. 海洋渔业, 6: 246~248
- 李加儿,区又君. 2000. 深圳湾沿岩池养黄鳍鲷的繁殖生物学. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 19(2):139~143
- 李庆芬. 2002. 基础生态学. 北京: 高等教育出版社, 25
- 陈政强,林锦宗,张雅芝. 1996. 温度对秋冬季生殖真鲷胚胎发育及仔、稚鱼存活的影响. 厦门水产学院学报, 18(1):63~70
- 孟庆闻,苏锦祥,缪学祖. 1995. 鱼类分类学. 北京: 中国农业出版社, 753
- 尚玉昌. 1993. 普通生态学. 北京: 高等教育出版社, 36~37
- 郑镇安,施泽博,许鼎盛. 1983. 黑鲷人工繁殖及育苗的研究. 福建水产, (3): 3~16
- 施兆鸿,夏连军,王建钢,陆建学,赵荣兴,王海平,谢立峰. 2004. 盐度对黄鳍鲷胚胎发育及早期仔鱼生长的影响. 水产学报, 28(5):599~602
- 夏连军,施兆鸿,王建钢,陆建学,赵荣兴,黄宁宇,来琦芳,么宗利,楼宝,辛俭. 2006. 温度对黄鳍鲷胚胎发育的影响. 上海水产大学学报, 15(2):143~147
- 曹振东,谢小军. 2002. 温度对南方鲈饥饿仔鱼的半致死时间及其体质量和体长变化的影响. 西南师范大学学报(自然科学版), 27(5):746~750
- 谢刚,祁宝伦,曾超. 1995. 鳊鲂胚胎发育与水温和盐度的关系. 中国水产科学, 2(4):1~8
- 楼允东. 1965. 鱼类的孵化酶. 动物学杂志, 7(3):97~101
- 雷霖霖,孙鲁宁,陈学豪. 1986. 盐度对黑鲷胚胎发育和早期仔鱼发育影响的初步观察. 海洋水产研究, 7: 143~147
- Alderdice, D. F., Rao, T. R., and Rosenthal, H. 1979. Osmotic responses of eggs and larvae of the Pacific herring to salinity and cadmium. Helgolander wiss. Meeresunters, 32: 508~538
- Kawahara, S., Shams, A. J., Al-Bosta, A. A., Mansor, M. H., and Al-Baqqal, A. A. 1997. Effects of incubation and spawning water temperature, and salinity on egg development of the orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*, Serranidae). Asian Fisheries Science, 9(4):239~250
- Mihelakakis, A., and Kitajima, C. 1994. Effects of salinity and temperature on incubation period, hatching rate, and morphogenesis of the silver sea bream, *Sparba sarba*. Aquaculture, 126(3~4):361~371
- Morgan, R. P., and Rasin, V. J. R. 1982. Influence of temperature and salinity on development of white perch eggs. Trans. Am. Fish. Soc. 111: 396~398