

# 四种鲷科鱼类的精子激活条件与其生态习性的关系

江世贵, 李加儿, 区又君, 郑运通

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

**摘要:**研究了盐度、pH 和温度对黄鳍鲷 *Sparus latus* (Houttuyn)、平鲷 *Rhabdosargus sarba* (Forsk.)、黑鲷 *Sparus macrocephalus* (Basilewsky) 和真鲷 *pagrosomus major* (Temminck et Schlegel) 4 种鲷科鱼类精子活力的影响, 比较了南海区 4 种鲷科鱼类精子对盐度、pH 和温度的适应性, 探讨了 4 种鲷科鱼类的精子激活条件与其生态习性的关系。黄鳍鲷、平鲷、黑鲷和真鲷精子激活所需的最低盐度分别为 8、10、 $>8$ 、 $>10$ ; 激活的最适盐度则分别为 21、22、25、25; 在高盐条件(盐度 40 左右)下, 黄鳍鲷精子的适应性最强, 精子活力最好, 其次是黑鲷和真鲷的精子, 平鲷精子对高盐条件的适应性最差。对黄鳍鲷、平鲷、黑鲷和真鲷精子在不同 pH 值的海水中的活力观测结果表明, 上述 4 种鲷科鱼类的精子对 pH 的适应范围较广, 其精子激活所需的最适 pH 值依次为 7.8、8.0、8.0、 $>8.0$ 。平鲷、黑鲷、真鲷精子激活的适宜温度分别为 20.2℃、20.6℃、18.8℃。上述 4 种鲷科鱼类的精子激活所需的盐度、pH 和温度条件与其生态习性密切相关。

**关键词:** 鲷科鱼类; 精子; 激活; 活力; 盐度; pH; 温度; 生态习性

## Relationships between conditions for activating spermatozoa of four sparidae fishes and the fishes' ecological habits

JIANG Shi-Gui, LI Jia-Er, OU You-Jun, ZHENG Yun-Tong (South China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Guangzhou 510300)

**Abstract:** The effect of salinity on motility of spermatozoa of four Sparidae fishes, yellowfin bream *Sparus latus* (Houttuyn), silver bream *Rhabdosargus sarba* (Forsk.), black porgy *Sparus macrocephalus* (Basilewsky) and red seabream *Pagrosomus major* (Temminck et Schlegel), from South China Sea was studied in recent years. The comparison on the adaptive salinity ranges for activating spermatozoa of these species was made. And it was found that the lowest activating salinity of each of spermatozoa of yellowfin bream, silver bream, black porgy and red seabream should be 8, 10,  $>8$ ,  $>10$  at least, respectively. The optimum activating salinity of each of them was 21, 22, 25, 25, successively. When the activating salinity was about 40, the adaptability of spermatozoa of yellowfin bream was the best among these four species, and the silver bream's was the worst. These results indicated that the salinity which the spermatozoa required for activating were line with the salinity that their populations lived in natural conditions.

The effect of pH on motility of spermatozoa of these fishes was also studied. The spermatozoa of the fishes could adapt to pH in a wide range, and the optimum pH values for activating spermatozoa of yellowfin bream, silver bream, black porgy and red seabream should be 7.8, 8.0, 8.0,  $>8$  respectively. This adaptation was also line with their ecological habits of each population.

The preliminary study on temperature for activating spermatozoa of the fishes was carried out. The optimum temperatures for activating spermatozoa of silver bream, black porgy and red seabream should be 20.2℃, 20.6℃, 18.8℃, respectively, which were close to the temperatures at which the fishes spawn in

基金项目: 中国水产科学研究院基金资助项目

收稿日期: 1999-03-24 修订日期: 1999-03-20

作者简介: 江世贵(1964~), 男, 副研究员。

万方数据

their natural conditions.

All of the results represented that there were very close relationships between conditions for activating these spermatozoa and their ecological habits of the four Sparidae fishes.

**Key words:** Sparidae fish; spermatozoa; activation; motility; salinity; pH; temperature; ecological habit

文章编号:1000-0933(2000)03-0468-06 中图分类号:Q959.483 文献标识码:A

鲷科鱼类(Sparidae)的真鲷(*Pagrosomus major*)、平鲷(*Rhabdosargus sarba*)、黑鲷(*Sparus macrocephalus*)和黄鳍鲷(*S. latus*)是重要的经济鱼类,也是目前海水养殖的重要对象。随着鲷科鱼类增养殖研究的进展,几种鲷科鱼类的人工繁殖与育苗技术相继建立<sup>[1~3]</sup>,有关鲷科鱼类精子生物学的研究也不断深入<sup>[4~9]</sup>。作者在研究其人工繁殖和育苗技术的同时,对其精子的生物学特性进行了研究。本文分析了4种鲷科鱼类精子激活时对盐度、pH、温度的条件要求以及与这些种类的生态习性的关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 雄鱼来源

黄鳍鲷亲鱼捕自广东沿海,或为人工养殖的3龄鱼,体重350~1000g。平鲷和黑鲷系由大亚湾、大鹏湾捕获的天然鱼苗在深圳盐田水泥池或海上网箱养成,2龄鱼以上,体重100g以上。真鲷捕自大亚湾,多系2~3龄鱼,体重1000g以上。

### 1.2 采精

选用轻压腹部即有精液泄出的成熟雄鱼,先用干毛巾抹去体表及生殖孔周围的水分,然后用手轻轻挤压其腹部,使精液泄出滴于培养皿中,并立即取样观察。

### 1.3 激活溶液盐度、pH的设置

用天然海水(盐度30,pH8.1)加蒸馏水配制低盐度的激活溶液,用天然海水加氯化钠配制高盐度的激活溶液。先用较低盐度的激活溶液激活精子,确定4种精子激活所需的最低盐度,以此为起点设置盐度梯度。盐度的测定使用盐度计或比重计。配制不同pH的激活溶液时,用NaOH和醋酸调节自然海水(砂滤)的pH,设置一系列pH梯度,用于激活实验。

### 1.4 精子活力观察

用经消毒的注射针头从培养皿中挑取一点精液于载波片上,再将载波片置于显微镜载物台上,对正高倍镜视野固定好,用吸管往精液上滴加一小滴激活溶液,用针头搅散后立即观察,同时开始计时。精子活力用激活后精子的激烈运动(涡动)时间表示,即自精子激活开始至90%的精子原地颤动止的快速运动时间。文中的数据结果为多次观测的平均值。

在进行盐度对精子激活的影响的实验中,激活溶液的pH未经专门调节,因此不同盐度的激活液的pH值略有不同,高盐度的激活溶液的pH为8.1~8.2,低盐度的激活溶液的pH有所降低。在进行pH对精子激活的影响的实验中,激活黄鳍鲷、平鲷、黑鲷和真鲷精子所用的激活溶液的盐度分别为20、32、30、30。激活黄鳍鲷、平鲷、黑鲷和真鲷精子时的温度分别为23~26℃、15.1~20.0℃、22.4~23.8℃、25~30℃。

## 2 结果

### 2.1 激活溶液的盐度对4种鲷科鱼类精子激活与活力的影响

黄鳍鲷精子在不同盐度中的活力见图1。当激活溶液的盐度为21左右时,精子活力最好,涡动时间最长。当盐度高于或低于21时,随着激活溶液盐度的升高或下降,精子的涡动时间缩短。

平鲷精子在不同盐度中的活力见图2。实验表明,当激活溶液的盐度为22左右时,精子活力最好,涡动时间最长。激活溶液的盐度高于或低于22时,精子活力下降,涡动时间缩短。当盐度上升至38时,精子虽能被激活,但涡动时间接近于0。

黑鲷精子在不同盐度中的活力见图3。当激活溶液的盐度为25~30时,精子活力最好,涡动时间最长,其中盐度25时出现峰值,盐度30时出现次峰值。当盐度高于或低于25时,涡动时间均缩短。

真鲷精子在不同盐度中的活力见图 4。当盐度为 25~30 时,精子活力最好,涡动时间最长,在此盐度范围内精子涡动时间基本不变。盐度高于 30 或低于 25 时,精子涡动时间缩短。

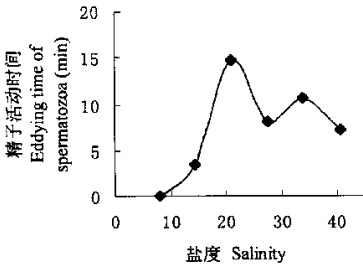


图 1 盐度对黄鳍鲷精子活力的影响

Fig. 1 Effect of salinities on the motility of yellowfin bream spermatozoa

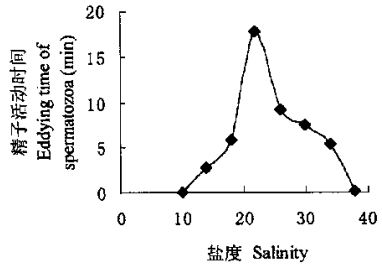


图 2 盐度对平鲷精子活力的影响

Fig. 2 Effect of salinities on the motility of silver bream spermatozoa

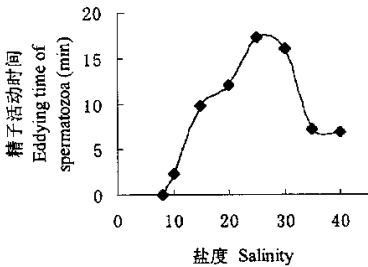


图 3 盐度对黑鲷精子活力的影响

Fig. 3 Effect of salinities on the motility of black porgy spermatozoa

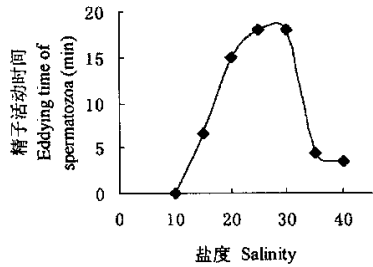


图 4 盐度对真鲷精子活力的影响

Fig. 4 Effect of salinities on the motility of red seabream spermatozoa

在实验中观察到,黄鳍鲷精子在盐度为 8 时,即有激活反应,从激活到全部死亡的时间为 1min,但涡动时间为 0。平鲷精子在盐度为 10 时,开始有激活反应,从激活到全部死亡的时间为 5s 左右,但涡动时间为 0。黑鲷精子在盐度为 8 时,无激活反应,但当盐度上升到 10 时,精子涡动时间可达 2min 左右。真鲷精子需在盐度高于 10 时才能激活。真鲷、黑鲷、平鲷和黄鳍鲷的精子激活所需的最低盐度逐次降低。

从图 1~图 4 可以看到,黄鳍鲷、平鲷、黑鲷和真鲷 4 种精子激活的最适盐度分别为 21、22、25、25,限于 21~25 的狭窄范围内,显示出 4 者对受精的盐度要求的相似性与趋同性。其中,黄鳍鲷与平鲷的精子激活的最适盐度特别相近,黑鲷与真鲷的精子激活的最适盐度几乎相同。在各自的最适激活盐度条件下,黄鳍鲷精子的涡动时间稍短,其余 3 种鲷科鱼类精子的涡动时间则非常接近。

根据图 1~4 的结果比较还可看到(表 1),在高盐度条件下(激活盐度为 38~40),黄鳍鲷精子的适应性最强,精子活力最好,其次是黑鲷和真鲷的精子,平鲷精子对高盐条件的适应性最差。

## 2.2 激活溶液的 pH 对 4 种鲷科鱼类精子激活与活力的影响

pH 对黄鳍鲷精子激活与活力的影响见图 5。当激活溶液 pH 为 7.9 时,精子活力最好,快速运动时间在 11min 以上。pH 高于 7.8 时,精子活力下降,但在 pH8.0~8.6 范围内,精子活力下降幅度不大。当激活溶液的 pH 为 7.6 时,精子活力已明显下降。从总体来说,当激活溶液的 pH 在 7.6~8.6 范围时,精子活力均较好,其快速运动时间最低也在 6.5min 以上。

图 6 的结果反映了激活溶液的 pH 对平鲷精子活力的影响。在 pH7.6~8.8 条件下,精子活力较好, pH8.0 左右时精子的活力最好,在 pH8.8~9.2 区间,精子活力明显下降。

表 1 4 种鲷科鱼类精子在高盐条件下的活力之比较 \*

Table 1 comparison of spermatozoa motility in high salty conditions among four Sparidae fishes

种类 Species	激活盐度 Activating salinity		精子活力 Spermatozoa motility		$T/T_{\max}$ (%)
	高盐	最适盐度	$T$	$T_{\max}$	
	High salinity	Optimum salinity	(min)	(min)	
黄鳍鲷 <i>Sparus latus</i>	40.6	21	7.2	14.7	49.0
平鲷 <i>Rhabdosargus sarba</i>	38	22	0.1	17.7	0.6
黑鲷 <i>Sparus macrocephalus</i>	40	25	6.8	17.2	39.5
真鲷 <i>Pagrosomus major</i>	40	25	3.5	18.0	19.4

\*  $T$ ——在该高盐条件下的精子活动时间; $T_{\max}$ ——在最适激活盐度条件时的精子活动时间。

激活溶液的 pH 对黑鲷精子活力的影响结果见图 7。在 pH6.8~8.0 之间精子活力呈上升趋势, pH8.0 时活力最强。当激活溶液的 pH 高于 8.0 时, 随着 pH 的升高, 精子活力下降, 其中, 在 pH8.0~8.4 区间, 随着 pH 的升高, 精子活力大幅度下降。图 7 的结果表明, 黑鲷精子对 pH 的适应能力很强。但从激活溶液的 pH 的梯度区间来比较, 则在 pH7.6~8.0 时的黑鲷精子活力明显高于在 pH8.4~9.2 时的活力。

激活溶液的 pH 对真鲷精子活力的影响结果见图 8。当激活溶液的 pH 在 8.0~8.8 时精子活力较好。不过, 在 pH7.6~9.2 范围内真鲷精子都显示出较好的活力, 精子的快速运动时间至少在 3min 以上, 说明真鲷精子对 pH 的适应范围较广。与黑鲷精子比较, 明显不同的是, 当激活溶液的 pH 高于 8.0 时, 真鲷精子活力还在增强, 而黑鲷精子的活力则急剧下降。

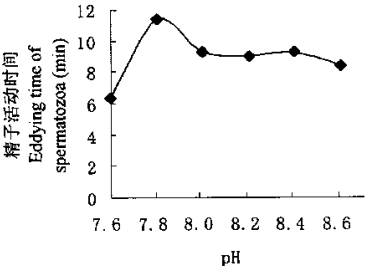


图 5 pH 对黄鳍鲷精子活力的影响

Fig. 5 Effect of pH on the motility of yellowfin bream spermatozoa

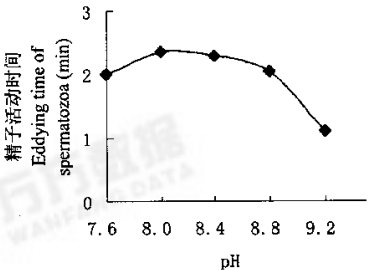


图 6 pH 对平鲷精子活力的影响

Fig. 6 Effect of pH on the motility of silver bream spermatozoa

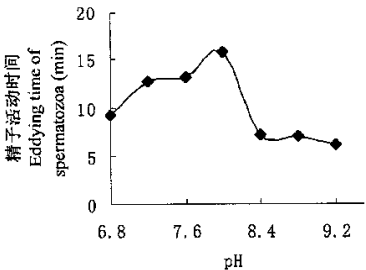


图 7 pH 对黑鲷精子活力的影响

Fig. 7 Effect of pH on the motility of black sea bream spermatozoa

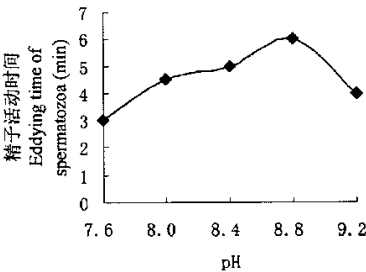


图 8 pH 对真鲷精子活力的影响

Fig. 8 Effect of pH on the motility of red sea bream spermatozoa

### 2.3 温度对鲷科鱼类精子激活与活力的影响

真鲷精子的活力在 18.8℃ 时最高,高于或低于这一温度,精子活力均下降。低于 13.7℃,精子则失去快速运动的能力。平鲷精子在 15.1~20.2℃ 时,随着温度的升高,其活力增强,超过 20.2℃ 时则活力下降。黑鲷精子在 20.6℃ 时活力最好,高于或低于这一温度,精子活力均下降。且不论温度如何变化,黑鲷精子在盐度 25 时的活力都比在盐度 30 时强。关于温度对黄鳍鲷精子激活与活力的影响,未进行系统测定。

## 3 讨论

### 3.1 鲷科鱼类精子的适盐性与环境盐度的关系

就南海大亚湾的鲷科鱼类的分布来说,真鲷种群通常分布在珠江口以外,栖息盐度最高(达 34);黑鲷、平鲷和黄鳍鲷的分布较为分散,栖息盐度较低,其中黄鳍鲷可在盐度 10 以下生长。虽然有时候它们也出现在相同的水域,但其栖息的盐度范围仍有比较明显的区别,通常来说,真鲷、黑鲷、平鲷和黄鳍鲷所需的栖息环境的盐度逐次降低。但是,真鲷产卵时会从较高盐度的深水区洄游到较低盐度的内湾,而平鲷、黄鳍鲷产卵时会从近岸、河口游向较高盐度的水域,因此它们的繁殖盐度的差别比栖息盐度的差别小。就仔稚鱼及鱼苗在大亚湾的分布而言,真鲷苗多分布在盐度略高的岛屿附近,其他 3 种鱼苗分布在近岸,其中黄鳍鲷苗可见于河口附近。对这些资料的分析,可以看出,真鲷、黑鲷、平鲷和黄鳍鲷繁殖所需的盐度也呈现逐次降低的规律,同时,4 种鲷科鱼类在一定程度上表现出对繁殖盐度要求的趋同。

实验结果表明,真鲷、黑鲷、平鲷和黄鳍鲷精子激活所需的最低盐度与其所需的栖息盐度相关,二者呈现相似的变化规律。4 种精子激活所需的最适盐度则与该种类的繁殖盐度密切相关。4 种鲷科鱼类对繁殖盐度要求的趋同,也表现为 4 种精子在适盐性上的趋同,其激活的最适盐度相互接近,限于 21~25 的狭窄范围内。

另外,4 种鲷科鱼类精子在低盐和高盐条件下的激活与活力情况,反映出精子在适盐范围上的区别,也反映出这几种鱼类在广盐性方面的差别。

### 3.2 鲷科鱼类精子适盐性的种类特征与种群特征

真鲷为近海暖温性底层洄游鱼类,适应盐度较高且稳定,我国的渤海、黄海、东海和南海近海都有分布。黄、渤海的种群,其渔场水深通常在 20~40m,越冬场水深 80~90m;东海区的种群分布较分散,每年 8 月群集后,进入闽南、闽中、台湾浅滩渔场及厦门近海;南海仅在 10~12 月底,在珠江口外 80~100m 水深处能捕到个体较大的鱼。真鲷在内海港湾生殖,黄、渤海种群的产卵期为 5 月上旬~6 月上旬,水深 8~20m,盐度 29~31;东、南海区的种群的产卵期则为 10 月下旬~12 月下旬,水深 20~40m,盐度在 32~34 范围内<sup>[10]</sup>。黑鲷是广盐性近岸底栖鱼类,在我国沿海及日本、朝鲜都有分布,主要分布在水深 50m 左右的沿岸、港湾和河口。产卵场分布较广,各地种群的产卵期不同,产卵期的盐度相差也较大,如南海种群的产卵场的盐度可高达 32,福建、台湾产卵场的盐度为 15,而浙江象山湾的产卵场的盐度则只有 1.3<sup>[10]</sup>。平鲷亦系沿岸底栖鱼类,分散栖息于浅海,常与黄鳍鲷一起生活,我国沿海均有分布。平鲷的适盐性也较广,在繁殖季节到来前的 1~2 个月,会从近岸的咸淡水区域洄游到较深水域的高盐度区域<sup>[7]</sup>。黄鳍鲷系浅海暖温性底层鱼类,我国仅产于南海及台湾海峡,其栖息、产卵所需盐度通常低于上述 3 种鲷科鱼类,在沿岸甚至河口均可捕到。从上述资料可以看出,虽然黄鳍鲷、平鲷、黑鲷和真鲷 4 种鲷科鱼类均为浅海种类,但它们所要求的栖息、产卵环境仍有明显的区别,不仅表现出明显的种类特征,而且表现出明显的种群特征。

由于精子适盐性与该种类的栖息、繁殖环境的盐度相关,因此,4 种鲷科鱼类精子在适盐性方面也相应地表现出种类特征与种群特征。本文的实验结果只能反映出精子适盐性的种间区别,即种类特征。由于资料不多,难以进行种群间的全面比较。但通过对本文结果与其它资料<sup>[4,8,10]</sup>的分析比较,也不难看出黑鲷和真鲷的不同种群间的精子适盐性差别。

### 3.3 4 种鲷科鱼类精子对 pH 的适应性及其与生态栖息环境的关系

黄鳍鲷、平鲷、黑鲷和真鲷的精子对 pH 的适应范围都很广,同时它们对于比正常海水 pH 值低的环境条件有较强耐受能力。但是,它们之间仍然存在一定的区别,最主要的区别是 4 者激活所需的最适 pH 值不同,实验结果表明,黑鲷、平鲷精子激活所需的 pH 为 8.0,黄鳍鲷精子激活所需的 pH 最低(为 7.8),

而真鲷精子激活的适宜 pH 较高,在 8.0 以上。

在前面已经指出,真鲷、黑鲷、平鲷和黄鳍鲷所需的栖息环境的盐度逐次降低,其繁殖所需的盐度以及精子激活所需的盐度虽较接近,但也同样呈现逐次降低的规律。它们的精子对 pH 的适应性的研究结果也表现出了同样的规律性。也就是说,4 种鲷科鱼类精子对 pH 的适应性同其适盐性特征互相关联、互相对应,表明了 4 种鲷科鱼类精子对 pH 的适应性也是与该种类的生态栖息环境习性相关的,尤其与它们的适盐性特征密切相关。之所以如此,是因为在天然水域中,盐度低的水体其 pH 值也相应较低。

### 3.4 鲷科鱼类精子激活所需的温度与其生态习性的关系

温度是控制生命代谢的重要手段。在进行精子保存时,通过降低温度,可以抑制精子的代谢,减少其能量消耗,从而达到保存精子的目的。因此温度在精子激活生理中的作用可能主要表现在对参与代谢的酶的活性的调节。

然而,生物的适温特性是物种在生态环境的作用下,长期选择、进化的结果,表现为种类的特异性。不同的鱼类,都有特定的适温范围,通常也都必须在特定的季节、特定的水温条件下才能繁殖。举例来说,不同水域的黑鲷种群其繁殖季节有明显的区别,广东为 12 月份至次年 3 月份中;台湾为 12 月份至次年 3 月份;福建为 3 月中至 5 月份初;江苏为 4~5 月份;山东和日本为 5 月份初至 6 月初。但若从其繁殖的水温来分析,却发现其温度非常接近。换言之,各地种群繁殖季节的不同,是温度选择的结果。适温范围是物种(或品种)的特征之一。在南海区,4 种鲷科鱼类繁殖时的海水温度通常在 17~20℃ 左右,这与几种鲷科鱼类精子激活的适宜温度是一致的。由此可见,鲷鱼精子激活所需的适宜温度与该种类自然繁殖时的海水温度基本相同,精子激活的最适温度与该种类的生态习性相统一。

### 参考文献

- [1] 郑运通,马荣和,许波涛,等.黄鳍鲷人工繁殖与育苗技术的研究.海洋渔业,1986,8(5):205~208.
- [2] 马荣和,李加儿,丁彦文,等.平鲷人工繁殖及育苗的初步研究.南海水产研究文集,(1).广州:广东科技出版社,1989,1~8.
- [3] 江世贵,李加儿,区又君,等.平鲷♀与真鲷♂的杂交研究.海洋科学,1996,(5):33~38.
- [4] Chao N H,Chao W C,Liu K C and Liao L C. The biological properties of black porgy(*Acanthopagrus schlegeli*) sperm and its cryopreservation. *Proc. Natl. Sci. Counc. B. Taiwan*,1986,10:145~149.
- [5] 区又君,李加儿.黑鲷 *Sparus macrocephalus* (Basilewsky) 精子在不同环境中的活力.中国水产科学研究院学报,1991,4(1):18~26.
- [6] 叶玉珍,董新红,吴清江.黄鳍鲷精子活力以及超微结构的初步研究.中国水产科学,1995,2(5):61~64.
- [7] 李加儿,区又君,江世贵.环境因子变化对平鲷精子活力的影响.动物学杂志,1996,31(3):6~9.
- [8] 张万树,张其永,周东晨.四种海产经济鱼类精子的生理特性和环境因子的关系.海洋科学,1997,(3):64~65.
- [9] 区又君,李加儿,江世贵.保存和激活对真鲷精子生理特性的影响.热带海洋,1998,17(3):65~74.
- [10] 张仁斋,陆穗芬,赵传,等.中国近海鱼卵与仔鱼.上海:上海科学技术出版社,1985.105~110.