

# 放流用牙鲆苗种培育策略

## Seed rearing strategies of *Paralichthys olivaceus* for releasing

宋立民<sup>1</sup>, 刘肖莲<sup>2</sup>, 于清海<sup>1</sup>, 王玉芬<sup>1</sup>, 姜秀凤<sup>1</sup>, 张红涛<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院 北戴河中心实验站, 河北 秦皇岛 066100; 2. 天津市水产研究所, 天津 300221)

中图分类号: S965 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2013)10-0142-06

牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)是中国近海习见的大型比目鱼(*Platichthys flesus*)类, 以黄渤海区分布较多, 其主要捕食底栖非经济鱼类及甲壳类, 具有肉质好、洄游性小、回归性强等特点, 是近海良好的增养殖对象之一<sup>[1-4]</sup>。

发展增殖放流渔业即在发展低碳经济、恢复和提高资源量、促进渔业经济可持续发展、增加渔民收入的同时, 还可以改良水域环境。中国从 20 世纪 80 年代初就已经开始了近海渔业资源增殖试验和较大规模的生产性苗种放流工作。多年来, 围绕近海渔业资源增殖, 在放流水域和放流种类的选择、生态容量、人工育苗、标志方法、跟踪调查和效果评估等方面开展了大量工作<sup>[5-11]</sup>。

作者以北戴河中心实验站近几年所承担的牙鲆苗种繁育项目为实践基础、从保质保量完成增殖放流任务的角度、本着“负责任海洋生物资源增殖放流”的理念<sup>[12-13]</sup>, 讨论并制定了放流用牙鲆苗培育策略, 以期今后增殖放流相关工作提供参考。

## 1 育苗流程的确定

### 1.1 合理利用休渔期

实施休渔制度主要是为了缓解捕捞压力, 使大多数鱼类群体正常产卵、孵化, 仔幼鱼能够安全生长发育, 顺利渡过生活史的敏感阶段。中国 1995 年和 1999 年开始在黄渤海、东海和南海相继实施全面伏季休渔制度, 休渔范围涉及沪、苏、皖、赣、鄂、湘、渝、川、黔、滇以及港、澳等省、市、区。目前黄渤海区休渔时间设定在 6~9 月份<sup>[14]</sup>。此阶段若融入投放卵、仔、幼鱼等的放流活动, 改变休渔这种单纯“静态养护”的局面, 将会使其意义得到质的提高, 变成有目的的“动态保护”, 补充自然资源、优化食物链, 同时也使放流对象躲过人为捕捞, 维护增殖

放流效果, 得到更好的生态、经济效益。

休渔期间水温平稳回升, 各种饵料生物活跃并达到一定量, 消除人为干扰, 给放流苗种提供了较好适应条件, 具体放流时机最好选在当地天然鱼卵或相近规格苗出现的时期, 以使放流行为与自然情况协调, 使效果最大化。在黄渤海区 5 月中旬前后可以选择放流牙鲆受精卵, 7~8 月间实施牙鲆幼苗的放流, 为其留有足够的休渔时间生长、扩散。作者不赞成不同规格同种、不同种苗种一起或集中放流, 以免在同海域、时间段产生强烈竞争、相残或被捕食等违背放流宗旨的现象发生, 所以应适当考虑与其他放流活动协同操作。

### 1.2 不同培育阶段的适宜温度及发育、生长情况

鱼类属变温水生生物, 无论是以体内能量分配为中心的繁殖、个体发育、补充和生长等生物学特性研究还是以种群数量变动季节性洄游和捕食与被食间关系等为中心的生态学研究, 都认为温度是影响鱼类生态生理学特征的一个主要控制因素<sup>[15-18]</sup>。Seikai 等<sup>[19]</sup>指出: 在食物充足、密度合理的情况下温度是影响鱼苗生长的主要因子。因此, 为按时保质保量完成苗种生产任务, 最重要的是规划好育苗水温。

牙鲆由受精卵完成胚胎发育, 经过仔、稚鱼阶段而达到幼鱼期。其过程是由浮游生活经变态而转入营底栖生活。能否顺利度过生长发育的初期阶段, 完成变态, 进入幼鱼期, 是决定牙鲆存活率的重要因素, 也决定着资源的补充量<sup>[20]</sup>。温度规划的粗略标准, 在

收稿日期: 2012-04-25; 修回日期: 2012-10-15

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(200903005)

作者简介: 宋立民(1982-), 男, 河北秦皇岛人, 工程师, 硕士, 主要从事鱼类繁育方面研究, 电话: 15033530963, E-mail: limindom@gmail.com

鱼苗沉底前后分别以成活率、生长速度为主要参考。

### 1.2.1 胚胎发育期

胚胎发育期是指受精卵从卵裂到仔鱼即将出膜这一段时期, 又称为卵膜内发育期。部分有关牙鲆受精卵最适孵化水温的描述如表 1, 适宜孵化水温集中在 15℃左右, 这与牙鲆产卵盛期时产卵海域的水温基本一致。作者在实际工作中, 从亲鱼产卵池收集受精卵时水温为 14℃左右, 转入孵化池设定水温为 15~16℃, 鱼苗经 70 h 左右孵出。

表 1 牙鲆受精卵孵化情况

Tab. 1 Hatching situation of flounder fertilized eggs

孵化水温 (°C)	标准	孵化时长 (h)	文献
14.5~15.6	—	69	[1]
14~16	孵化率高	63.5	[3]
14~16	孵化率高	92~73	[21]
15	孵化率高、畸形少	50~60	[22]
15	孵化率高、畸形率低	53.8~58.8	[23]
15.3~17.7	—	66.59~52.79	[24]
15	孵化率、存活率高	—	[20]
15	受精率、孵化率高、畸形率低	70.27	[25]

注: “—”文中没有明确指出

### 1.2.2 仔鱼期

仔鱼期分为前后两期: 前期仔鱼从初孵仔鱼到卵黄囊完全吸收殆尽为止, 属内源性营养阶段; 后期仔鱼从卵黄囊完全消失殆尽到冠状背鳍形成, 右眼开始上升, 脊索末端向上翘起为止, 是鱼苗开始依靠外源营养进行生长、发育的时期, 亦是其生命活动中变化较为激烈的时期。Dou 等<sup>[26]</sup>认为 25%~35% 的初孵仔鱼在不可逆点(the point-of-no-return, PNR)附近不能建立有效的摄食机制, 没有建立有效摄食机制的仔鱼在孵化后 8 d (15℃)、5 d (18℃)、4 d (21℃)时开始萎缩; 雷霖霖等<sup>[3]</sup>试验得知仔鱼开口后, 耐饥饿能力最多只能支持到第 6 天。仔鱼于孵化后的第 10~16 天死亡率较大, 其主要原因可能是饵料解决不妥所致。仔鱼期间一个重要发育结点就是开口摄食。

仔鱼开口摄食时间与仔鱼开口前的发育速度有直接关系, 而影响仔鱼开口前发育速度的最主要因素是水温<sup>[27]</sup>。15~22℃条件下仔鱼能够积极搜寻食物, 并且较高的温度能够促进它们摄取外源性营养的能力和生长。Dou<sup>[26]</sup>等认为 18℃、21℃条件下仔鱼开

口、生长速率明显快于 15℃的情况, 但 15℃、18℃条件下的成活率明显高于 21℃的情况。过高温度使仔鱼只有很少时间建立有效摄食机制, 容易达到不可逆点, 又会加剧初孵仔鱼脱落卵膜的腐败, 滋生细菌、恶化水质; 较低温度条件虽然延长了仔鱼达到不可逆点的时间, 但影响了摄食积极性, 增加了饥饿风险, 不利生长。随着仔鱼进入变态早期, 鳍的完善与肠容量的扩大使其摄食能力的提高成为可能, 在习性上表现为对饵料日渐强烈的要求, 进而为变态的深化提供物质基础。与此同时, 相应的调整管理措施: 更换饵料规格、加大投饵量和换水量、适当提高水温。结合前人经验(表 2), 实际操作中从破膜后逐渐升温, 16~17℃度过仔鱼前期, 17~19℃度过仔鱼后期, 孵化后第 3 d 初次投喂, 鱼苗摄食、生长及成活情况良好。

表 2 牙鲆仔鱼开口情况

Tab. 2 Mouth opening situation of flounder larvae

采用水温(°C)	孵出到第一次投饵的时间(d)	文献
14.4~17.6	5.0~6.0	[27]
15.7	5.0	[19]
17.0	3.0	[28]
18.2	2.2	[26]
19.1	3.0	[26]
14.5~19.5	2.4~3.0	[23]
21.5	1.8	[26]

### 1.2.3 稚鱼期

从鱼苗的右眼移至头顶开始到右眼完全到达左侧为止, 是鱼苗变态发生的高峰期。随着苗体形态的变化, 其生态习性、行为生理等均相应改变, 该期出现的早晚延续时间的长短以及变态能否顺利完成等受前期培育情况的影响很大。

Seikai<sup>[19]</sup>和刘立明<sup>[29]</sup>的试验表明在 19~22℃条件下完成变态进入幼鱼期需经历 27~23 d, 发育速度明显快于 13~16℃低温条件, 22℃条件下完成变态的时间较 24、26℃条件只差 1 d, 但成活率却分别高 7%、27%以上。较低的温度会推迟其进入相应的变态阶段, 变态过程延缓、生长缓慢, 但水温过高(>24℃)会使部分体弱仔鱼难以完成变态, 特别难以度过变态“高峰期”而中止变态的深化进程。在一定温度范围内, 变态速度呈现出随水温升高而加快的趋势, 但存活率随水温升高而下降。孙光<sup>[22]</sup>认为从孵化仔鱼到变态沉底的适宜水温为 15~22℃; 庄虔增等<sup>[30]</sup>试验证明: 在培育水温为 18~19℃时苗种生长发育最好, 鱼苗变态开始时间早、历时短、规格整齐, 孵化后第 24 d 部分全长达 13.7 mm, 完成变态,

成活率在 80%以上。

处于变态期的鱼苗生长具阶段性停滞的特点, 内部变化激烈, 摄食情况不稳定。从仔鱼末期继续提高育苗温度, 使其 19℃左右条件下进入变态过程, 20~22℃条件下快速完成变态, 进入幼鱼阶段, 能够保障较高成活率、有利于提高生产进度、减少养殖风险。实际生产中, 兼顾成本因素, 作者及其他项目工作者于稚鱼期采用锅炉将育苗水温提升至 19~20℃, 鱼苗约需孵化后 25~30 d 完成变态, 此时全长达 14~20 mm。

#### 1.2.4 幼鱼期

幼鱼期即进入鱼苗后期培育阶段。孙光<sup>[22]</sup>报道的有关日本牙鲆苗种生产技术资料显示: 后期饲养(沉底后培养阶段)适宜水温为 18~25℃。Fonds 等<sup>[31]</sup>文中表述 20℃条件下 3 cm 左右的牙鲆苗生长速度为

0.5 mm/d, 25℃下为 1.1 mm/d; Seikai 和 Kohsiishi 补充文献认为 22℃投喂糠虾的鱼苗生长速度为 2.1 mm/d, 投喂颗粒饲料的为 1.2 mm/d; Tanaka 补充文献认为 3~7 cm 牙鲆苗的生长速度为 0.5~1.3 mm/d, 120 cm 时为 1.0~2.3 mm/d; 这说明随鱼苗的生长其生长速度越来越快。庄虔增等<sup>[30]</sup>认为孵化后第 40 天全长可达 4 cm, 第 80 天全长可达 8 cm, 牙鲆稚幼鱼生长速度差别可达 3~4 倍。变态期后幼鱼摄食量增大, 生长速度明显加快。在育苗实践中, 牙鲆苗孵化后 40~50 d 全长在 30 mm 以上, 随气温升高, 6 月中旬前后从天然海区泵出的海水水温逐渐升至 18~20℃, 可省去锅炉提温, 流水养苗, 生长加速。综合以上信息得出(图 1), 培育 8 cm 以上的幼苗计划需时 100 d 左右, 培育 5 cm 以上幼苗则需 80 d 左右, 若计划 7 月下旬放流 8 cm 苗, 则须在 4 月中旬前期布卵孵化。

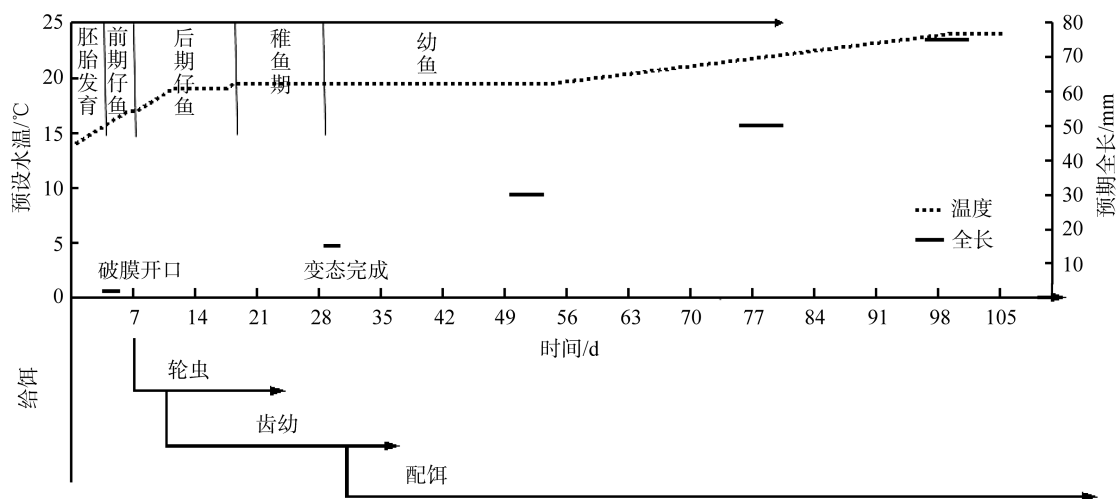


图 1 牙鲆苗种培育过程

Fig. 1 The breeding process of flounder fry

“0”受精起始点; 前期饲养(从孵化仔鱼到变态沉底)期间为达到适宜水温, 一般采用锅炉提温, 日升温幅度为 0.5℃; 后期饲养(沉底后)随气温转暖, 一般自然水温达 18℃以上时取消人工提温, 适宜温度不超过 25℃; 轮虫投喂时长约 15~18 d; 齿幼投喂时长约 25~30 d; 配饵投喂至任务结束

## 2 关键管理措施

任务的完成不仅需要有利的时间程序规划, 更要求保质保量、对任务负责、对环境负责。为求达到高产、集约、生态的健康养殖目的, 关键在于强化管理、提高技术水平。

### 2.1 海水孵化与井水养殖相结合

牙鲆受精卵在低盐度下不能悬浮而下沉, 孵化率明显降低, 通常采用自然海水孵化, 其余阶段均可适当降低培育用水的盐度, 这符合自然条件下牙

鲆苗的分布习性<sup>[20]</sup>。采用井水适当降低盐度, 能够提高仔、稚、幼鱼的存活率, 饵料转换效率, 生长速率和降低白化率<sup>[20,32-33]</sup>。另外, 由于井水中所含各种病原极少, 对控制病原传染、侵害, 减少用药亦有积极作用。

自然海水汲水源头难免会受到风暴、洋流、赤潮等自然因素的影响, 加之钻井、航运、海边建设、污水排放等人为活动愈演愈烈, 所以有必要考虑后备水源。使用井水、尤其是地热井水育苗, 将极大提高生产的灵活性, 完善预警, 主动趋利避害, 是放流工作中规避风险的一种有力措施。

## 2.2 配合饵料的驯化

配合饵料运输与贮藏方便,来源稳定,营养较科学,对水体水质保持以及疾病的防治都有积极作用,所以育苗过程中一定时期内采用配合饵料替代生物饵料能够大大方便生产管理,节省资源。

### 2.2.1 配合饵料驯化时机的选择

配合饵料(简称“配饵”)用于前期饲育会遇到不少问题,如摄饵差、残饵多、换水或者流水操作困难、水体水质恶化速度快。另外鱼苗前期驯化易受光照、水质等环境条件的影响,使效果反复、不稳定,影响变态发育,造成仔鱼生长差、成活率低等。因此,在放流苗种培育过程中,配饵的驯化不宜过早。但是较大些的幼鱼,选择能力强,野性本能使其执着于天然饵料,驯化过程中遇到的抵制力增大,需要投入更多的时间、人力、材料,影响任务完成进度。另外,鱼苗的“危险期”多发生在变态中期到变态后3~4d的时间里,此期间稍有不慎,即会造成大量死亡。变态是牙鲆育苗过程中特殊而关键的时期,需要一个平稳、安全的过渡<sup>[23]</sup>。变态后的鱼苗进入相对稳定的生长、发育时期,逐渐强壮,摄食、生长都有一个相对高峰<sup>[29]</sup>。因此在管理条件和技术有限的前提下,建议驯化配饵的时间点选在“危险期”以后。

### 2.2.2 配饵驯化方式

#### 2.2.2.1 空腹驯化

经过整晚消化,清晨幼苗腹空,此时捕食欲望强烈,容易接受配饵。驯化前水质清澈,无剩饵、残质,溶氧较高;配饵粒径、色泽、沉降、膨胀系数等物理指标和营养指标均适宜;维持一定的给饵密度,并持续一定的给饵时间。

#### 2.2.2.2 光诱驯化

幼鱼对光线较敏感,适当调整光的分布、强弱,可以诱使鱼苗聚集,借此驯化配饵,降低劳力,同时发挥群体效应,有利摄食。注意控制驯化时间,防止缺氧,控制光照强度,强光对摄食有抑制作用<sup>[20]</sup>。

#### 2.2.2.3 流水驯化

提供流动新水,改善摄食环境、维持良好条件,增强鱼苗食欲,另外,通过水流刺激,吸引鱼群聚集,发挥群体效应。注意根据实际情况控制流量、流速。

#### 2.2.2.4 综合驯化法

可以根据所具备的条件、鱼苗所处的不同阶段,在早晨、白天、傍晚等因时制宜,选择合理的方式方法或多种方法结合应用,增强驯化强度,以求最短时间收到良好效果。

### 2.2.3 降低白化率

牙鲆人工育苗中常出现一定比例的体色异常鱼,主要是眼侧色素发育不良,全部或局部变白,这种现象称为白化。白化种苗养殖商品价值低,放流易被敌害捕食。导致白化的因素很多:饵料的营养、培养密度、通气量、光照、水温、换水率、盐度、培养基质等环境因素以及遗传因素<sup>[34]</sup>,而其中最重要的就是营养,育苗工作中降低白化率主要从加强营养方面入手。有条件的地方投喂或混合投喂天然浮游生物,能够有效防止白化苗出现,而对于人工暂养、培育的生物饵料,在投喂之前,必需进行强化培养。投喂优质的微粒子配合饵料对白化病的出现也有抑制作用,但存活率一般不如喂生物饵料,而且对管理要求水平高。另外亲鱼培育期间加强营养强化,对降低子代白化率同样有利。至于投饵方式,因时而异,需要及时适量地投喂饵料,更换饵料规格。前期饲育管理过程中,须保证幼苗每日清晨及时吃到新鲜的、强化好的活饵,并且维持水体中有一定的活饵数量,幼苗摄食条件消失后(主要是光照),池中基本无剩饵。实际操作中遵循少量多次原则,勤观察水体中含饵量、鱼苗饱食程度等,实施适应性调整。

### 2.2.4 药物的使用

养殖过程中应通过调控水质、水温及培养密度,适时倒池、分苗,改进饵料质量及投喂技术等预防管理措施,减少用药,并做到负责任得兼顾环境影响得用药。在此对二氧化氯与大蒜素两种不同类药剂做简单介绍,以期在药物的选择与应用方面抛砖引玉。

(1) 二氧化氯高效、广谱、安全的特性已得到国际公认,可以用于养殖用水的处理,如消除井水中含有的铁、锰等重金属对鱼苗的毒害影响,增加溶氧含量;水源受到赤潮污染时用以杀灭原生生物、藻类、真菌和各种孢子及孢子形成的菌体,增加透明度;清除池中残存的硫化物、亚硝酸盐、有机质等,对受水量、设备限制不能按时倒池的水体效果更为明显。在水产动物疾病的防治方面同样有良好效果。采用二氧化氯泼洒养殖水体能够有效阻滞病原的传播,预防创伤发炎、感染,并对多种细菌性疾病有较好疗效。应用过程中,其治疗质量浓度为0.3~0.5 μg/mL,使用成本仅为0.03~0.04元/t水,有效浓度低,经济实惠,且受pH、硬度、温度、氮含量等影响小,不产生致癌物,对人体及鱼苗危害小,对环境不造成二次污染<sup>[35-37]</sup>。二氧化氯作为一种环保、高效药剂,应该得到更广泛的认识、并加以推广。

(2) 大蒜(素)不仅具有普通抗生素所具有的抑制、杀灭多种细菌和真菌,消炎、驱虫等功效,而且能增强鱼苗食欲、胃液分泌和胃肠蠕动,促进消化,从而促进鱼苗生长,降低饲料系数;降低汞、氰化物、亚硝酸盐等有害物的毒性,增强抗病力,提高成活率;降低腥臭味、改善肉质;并对各种感污引起的烂腮、赤皮、肠炎、出血等疾病的治疗亦有特效。其无毒、无副作用,无药物残留,无耐药性,可在养殖过程中替代部分抗生素,作为常规饲料添加剂。

### 3 结语

上述内容主要为放流工作者提供了一条苗种培育的脉络,实践中需结合成本、自身设备、技术水平、气候变化等合理统筹。增殖放流的目的或是修复生态环境,或是以海为牧场,本质是以放流物种来填补生态位、优化生物圈的能量循环、改善生态效益的行为,理应具有比普通养殖更深一层的内容,需要顺和自然的策略。在规避油污、疾病等风险的同时,更应注意在自身的养殖过程中合理利用水资源,不能滥用抗生素、重金属及其他违禁药物,避免药残、基因污染、废水污染等,减少对外界的不良影响,体现出统筹规划与健康养殖的理念。

#### 参考文献:

- [1] 吴佩秋, 郑澄伟, 裴祖南. 牙鲆的人工繁殖和育苗[J]. 海洋湖沼通报, 1980, 1: 46-52.
- [2] 吴鹤洲, 阮洪超, 王新成, 等. 胶州湾牙鲆资源增殖的生物学基础及种苗放流实验研究[J]. 海洋科学, 1987, 11(6): 52-53.
- [3] 雷霖霖, 梁亚全, 周士泉, 等. 牙鲆人工鱼苗的初步试验(一)[J]. 海洋湖沼通报, 1981, 1: 43-48.
- [4] 张其永. 我国海水鱼类增养殖技术研究现状及其发展前景[J]. 现代渔业信息, 1991, 6(9): 1-5.
- [5] 李元山, 王远隆, 王培良. 刺参的生活环境及增殖水域选择[J]. 海洋湖沼通报, 1994, 4: 42-47.
- [6] 王伟定, 俞国平, 梁君, 等. 东海区适宜增殖放流种类的筛选与应用[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2009, 28(4): 379-383.
- [7] 仲霞铭, 倪金弟, 汤建华, 等. 黑鲷全人工繁育及其增殖放流[J]. 水产养殖, 1998, 5: 28-29.
- [8] 汤建华, 促霞铭, 刘培廷, 等. 渔业资源增殖放流加标方法的比较[J]. 现代渔业信息, 2005, 20(9): 13-15.
- [9] 李旭杰, 任一平, 徐宾铎, 等. 青岛市古镇口湾增殖放流日本对虾的生长特性[J]. 南方水产, 2008, 4(4): 26-29.
- [10] 陈丕茂. 渔业资源增殖放流效果评估方法的研究[J]. 南方水产, 2006, 2(1): 1-4.
- [11] 刘莉莉. 山东省海洋渔业资源增殖放流的发展现状及其 SD 仿真的初步研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2007.
- [12] Blankenship H L, Leber K M. A responsible approach to marine stock enhancement[J]. Am Fish Soc Symp, 1995, 15: 167-175.
- [13] 程家骅, 姜亚洲. 海洋生物资源增殖放流回顾与展望[J]. 中国水产科学, 2010, 17(3): 610-617.
- [14] 王中媛. 关于我国伏季休渔制度绩效的初步研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.
- [15] Pepin P. Effect of temperature and size on development, mortality, and survival rates of the pelagic early life history stages of marine fish[J]. Can J Fish Aquat Sci, 1991, 48(3): 503-518.
- [16] Rankin J C, Jensen F B. Fish Ecophysiology [M]. London: Chapman & Hall, 1993: 1-421.
- [17] Jobling M. Fish Bioenergetics[M]. London: Chapman & Hall, 1994: 1-309.
- [18] Neill W H, Miller J M, Veer H V D, et al. Ecophysiology of marine fish recruitment: a conceptual framework for understanding interannual variability[J]. Nethl J Sea Res, 1994, 32(2): 135-152.
- [19] Seikai T, Tanangonan J B, Tanaka M. Temperature influence on larval growth and metamorphosis of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in the laboratory[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1986, 52(6): 977-982.
- [20] 张秀梅, 朱杰, 高天翔, 等. 褐牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)受精卵及仔稚鱼生理生态学研究进展[J]. 青岛海洋大学学报, 2001, 31(4): 495-500.
- [21] 杨纯武, 阮洪超, 黄瑞东. 牙鲆种苗大规模培育[J]. 海洋科学, 1985, 9(6): 7-11.
- [22] 孙光. 日本牙鲆苗种生产技术的现状[J]. 海洋科学, 1988, 12(1): 69-73.
- [23] 吴光宗, 张英. 牙鲆早期阶段存活率研究[J]. 海洋科学, 1993, 17(1): 13-17.

- [24] 朱鑫华, 王云峰, 刘栋. 温度对褐牙鲆资源补充特征的生态效应[J]. 海洋与湖沼, 1999, 30 (5): 477-485.
- [25] 司飞, 刘海金, 孙朝徽, 等. 温度对牙鲆胚胎发育的影响[J]. 大连水产学院学报, 2008, 2(6): 476-478.
- [26] Dou S Z, Masuda R, Tanaka M, et al. Effects of temperature and delayed initial feeding on the survival and growth of Japanese flounder larvae[J]. J Fish Biol, 2005, 66(2): 362-377.
- [27] 林利民, 李益云, 万瑞景, 等. 牙鲆早期发育阶段的摄食节律[J]. 水产学报, 2006, 30(3): 329-334.
- [28] Dou S, Masuda R, Tanaka M, et al. Feeding resumption, morphological changes and mortality during starvation in Japanese flounder larvae[J]. J Fish Biol, 2002, 60(6): 1363-1380.
- [29] 刘立明. 不同温度条件下牙鲆变态期生长发育变化的研究[J]. 海洋科学, 1996, 20(4): 58-63.
- [30] 庄虔增, 于鸿仙, 李成见, 等. 牙鲆升温育苗及若干问题初探[J]. 海洋科学, 1996, 20(5): 11-14.
- [31] Fonds M, Tanaka M, van der Veer H W. Feeding and growth of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in relation to temperature and food supply[J]. Neth J Sea Res, 1995, 34(1-3): 111-118.
- [32] 王涵生. 海水盐度对牙鲆仔稚鱼的生长、存活率及白化率的影响[J]. 海洋与湖沼, 1997, 28(4): 399-405.
- [33] 姜志强, 赵祥东, 王国祖. 不同盐度下牙鲆幼鱼存活、生长和摄食的研究[J]. 大连水产学院学报, 2002, 17(2): 79-83.
- [34] 王伟, 侯林, 姚锋, 等. 牙鲆鱼白化病因的研究进展[J]. 海洋科学, 2004, 28(6): 60-65.
- [35] 艾晓辉, 杨先乐, 毛爱民, 等. 二氧化氯对水产动物致病菌的杀菌效果及安全性评价[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(4): 367-370.
- [36] 袁定清. 二氧化氯及其在水产养殖中的应用技术初探[J]. 齐鲁渔业, 2007, 24(2): 9-10.
- [37] 刘南. 二氧化氯消毒研究进展[J]. 重庆医学, 2005, 34(3): 449-451.

(本文编辑: 谭雪静)