

大泷六线鱼人工繁殖及育苗技术初步研究

潘 雷, 胡发文, 高凤祥, 菅玉霞, 张少春, 王 雪, 郭 文

(山东省海水养殖研究所, 山东 青岛 266002)

摘要: 总结了 2009~2010 年关于大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii*)人工繁殖及育苗技术的研究结果, 论述了大泷六线鱼苗种繁育的关键技术。通过对亲鱼强化培育和促熟, 创新发明人工平面授精技术和网箱吊式孵化技术, 加强饵料的合理搭配与投喂、水质调控技术等措施, 突破了大泷六线鱼人工繁殖的技术难点, 明显提高了受精率、孵化率和苗种成活率, 解决了人工繁殖大泷六线鱼苗种生产问题。在水温 16~17℃, 盐度 31, 光照 500~1000 lx 的培育条件下, 大泷六线鱼鱼苗经过 90~100 d 的培育, 全长生长至 5~6 cm。2009 和 2010 年分别培育出全长 5 cm 以上大泷六线鱼鱼苗 4.1 万尾、11.4 万尾, 苗种成活率分别达到 41.7%、43.2%, 在国内首次实现了大泷六线鱼人工规模化繁育。

关键词: 大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii*); 人工繁殖; 苗种培育

中图分类号: S917.4 文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2012)12-0039-06

大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii*)又名欧氏六线鱼、六线鱼, 俗称黄鱼, 属鲷形目(Scorpaeniformes)、六线鱼科(Hexammmidae)、六线鱼属(*Hexagrammos*), 为冷温性近海底层岩礁鱼类。主要分布于中国黄海和渤海, 也见于朝鲜、日本和俄罗斯远东诸海^[1]。此鱼耐低温, 生存温度 2~26℃, 生长于中国山东、辽宁和江苏等地的近海多岩礁海区。其肉质细嫩、味道鲜美, 素有“北方石斑”之称, 经济价值较高, 深受广大消费者和养殖者青睐。大泷六线鱼是中国北方网箱养殖的理想种类, 也是开展渔业增殖放流和发展游钓渔业的理想品种, 作为北方特有名贵海水鱼类具有广阔的推广前景。

国内外关于大泷六线鱼的研究多集中于基础生物学方面^[2-5], 日本于 20 世纪 70 年代开始对大泷六线鱼进行人工繁育, 目前尚处于试验阶段, 未突破形成规模^[6]。中国有关大泷六线鱼苗种繁育的研究始于 20 世纪 90 年代中后期, 吴立新等^[7]在实验室内采用海区自然受精卵块培育出 1.5 cm 鱼苗 244 尾, 孵化率 22.9%, 成活率 2.4%; 庄虔增等^[8]采用海区自然受精卵块和人工授精获得的受精卵共计培育出 3.5 cm 鱼苗 1.83 万尾, 孵化率 56%, 成活率 23.4%。大泷六线鱼的人工繁殖和大规格苗种的培育迄今没有突破, 是由于大泷六线鱼自身的繁殖特性决定了其人工繁殖的难度较大。

大泷六线鱼是地方性鱼种, 随着近海经济鱼类种类和数量的减少, 沿海渔民对大泷六线鱼的捕捞

量逐渐加大, 渔获个体也逐年减小, 其渔业资源承受的压力越来越大, 资源衰退的趋势日趋严重^[9]。为了保护 and 恢复大泷六线鱼的自然资源, 满足养殖产业对大泷六线鱼苗种的大量需求, 使大泷六线鱼养殖业健康持续发展, 开展大泷六线鱼苗种人工繁育技术研究具有重大意义。2008 年以来, 山东省海水养殖研究所开展了大泷六线鱼人工繁育技术研究, 取得了理想结果, 作者总结了有关大泷六线鱼人工苗种繁育技术的研究结果, 以期为大泷六线鱼规模化人工繁育提供参考。

1 材料与方 法

1.1 亲鱼的来源与培育

2009~2010 年在山东省海水养殖研究所青岛即墨鳌山卫中试基地进行了大泷六线鱼人工繁育试验, 使用的亲鱼选自大连黑石礁海区海上网箱养殖的 2~3 龄大泷六线鱼。大泷六线鱼属于秋季产卵型鱼类^[10], 从 9 月份海水水温下降便开始亲鱼的营养强化培育。强化培育期间, 投喂优质新鲜的玉筋鱼、小虾等, 投喂量为鱼体质量的 2%~3%, 日投喂 1~2 次。

收稿日期: 2011-08-25; 修回日期: 2012-03-06

基金项目: 山东省渔业资源修复行动计划项目和山东省科技发展计划共同资助项目(2011GHY11502)

作者简介: 潘雷(1978-), 男, 山东青岛人, 硕士, 工程师, 主要从事海水鱼类繁育研究, 电话: 0532-86513001; 郭文, 通信作者, E-mail: yzsjsjd@126.com

10月下旬,水温降至 $16\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时经营养强化培育的亲鱼已经发育成熟,这时可以选择体表无伤、光泽鲜亮、腹部膨大、松软的雌鱼到室内水泥池内暂养。

亲鱼暂养池使用圆形水泥池,面积 25 m^2 ,池深 1.0 m ,排水口设置于池底部中央,排水口末端设阀门及活动摇臂器,控制水位高度 $0.6\sim 0.8\text{ m}$ 。亲鱼暂养池配有进排水、充气、控温、控光设施等,池内布有水泥制遮蔽物供亲鱼栖息。

亲鱼培育密度为 $3\sim 5\text{ 尾}/\text{m}^3$,雌、雄比例为 $2:1$ 。培育用水为沙滤自然海水,温度 $16\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$,换水量为 $3\sim 5$ 个量程/d,连续充气,盐度 $29\sim 31$,pH $7.8\sim 8.1$,溶解氧保持在 5 mg/L 以上,光照强度控制在 $500\sim 1\,000\text{ lx}$,光照时间为 $6:00\sim 22:00$ 。

1.2 人工催产和平面授精

对于发育不成熟的雌鱼可进行人工催产,催产激素采用促黄体素释放激素 A_2 (LHRH- A_2 ,宁波第二激素厂),背部肌肉注射,注射剂量 $30\sim 50\text{ }\mu\text{g}/\text{kg}$ 体质量,分 $2\sim 3$ 次注射完毕,每次间隔 24 h 。雄鱼一般自然成熟,无需注射激素即可人工挤出精液。

人工授精采用半干法授精,首先镜检精子和鱼卵的成熟情况,如果成熟良好,即可开始授精。将 $2\sim 3$ 尾雄鱼的精液挤入盛有 $80\sim 100\text{ mL}$ 海水的烧杯中,选择腹部膨大松软、生殖孔红肿、性腺发育良好的雌鱼,直接将鱼卵挤入脸盆、解剖盘等容器内,迅速将烧杯内的精液淋到鱼卵上,混合均匀后将鱼卵整形成平面薄片状,厚度为 $2\sim 3$ 层鱼卵,每片大小为 $10\sim 15\text{ cm}$ 左右的方形, 2 min 后加入海水,此即为人工平面授精。 15 min 后受精卵片凝固变硬,经过 $3\sim 5$ 次洗卵,放入孵化网箱中孵化。

1.3 网箱吊式孵化

1.3.1 孵化设施

孵化池长条形($5\text{ m}\times 1.5\text{ m}\times 1\text{ m}$),进水口、出水口分别两头,池内依次排放网目为 60 目的方形孵化网箱 3 个(规格为 $1\text{ m}\times 1\text{ m}\times 1.2\text{ m}$),网箱底部放置气石 $1\sim 2$ 个。

1.3.2 孵化条件

孵化用水为沙滤海水,水温 $16\sim 17\text{ }^{\circ}\text{C}$,盐度 $29\sim 31$,pH $7.8\sim 8.1$,溶解氧保持在 5 mg/L 以上,光照强度 $500\sim 1\,000\text{ lx}$,光照时间 $6:00\sim 22:00$ 。 24 小时长流水,日流量为 $8\sim 10$ 个全量。连续充气,充气量控制在 $0.2\sim 0.4\text{ L}/\text{min}$ 。在上述条件下受精卵经

过 $20\sim 23\text{ d}$ 的孵化仔鱼可以全部孵出,仔鱼孵化出后已经开口。

1.3.3 孵化方式

孵化方式采用网箱吊式孵化(图1),将人工授精后的平面受精卵片用棉绳或聚乙烯绳穿成串,每串 3 片受精卵,卵片间隔 $15\sim 20\text{ cm}$,加坠石吊挂于网箱内孵化,孵化密度为 $3\text{ 片}\times 3\text{ 串}/\text{m}^3$ 网箱,约 $1.0\times 10^5\sim 1.5\times 10^5\text{ 粒}/\text{m}^3$ 。在上述条件下受精卵经 $20\sim 23\text{ d}$ 仔鱼全部孵出。

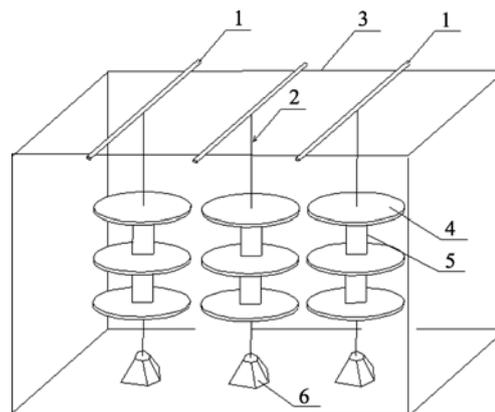


图1 网箱孵化示意图

Fig. 1 Sketch map of the hatching cage

1. 横竿; 2. 聚乙烯绳; 3. 孵化网箱; 4. 受精卵片; 5. 泡沫材料; 6. 坠石
1. horizontal pole; 2. polyethylene rope; 3. hatching cage; 4. fertilized egg; 5. bubble; 6. pendant

1.4 苗种培育

1.4.1 设施条件

配套设施设备有:高位水池、砂滤池、水泵房、罗茨鼓风机、蒸汽锅炉、车间保暖设施、照明设施、池底清洁器、潜水泵、常规水质检测仪、显微镜、解剖镜、发电机组等。室内苗种培育池为长方形抹角水泥池($4\text{ m}\times 3\text{ m}\times 1\text{ m}$)。另有配套的饵料培养车间,单胞藻培养池和轮虫培养池若干个(容积 $10\sim 15\text{ m}^3$), 0.5 、 1 m^3 的玻璃钢水槽若干个。

1.4.2 培育密度

初孵仔鱼多集中于网箱边缘和底部,当仔鱼逐渐活跃并上浮到水体中上层时,轻轻收集仔鱼至培育池培育,仔鱼的布池密度为 $0.5\text{ 万}\sim 0.8\text{ 万尾}/\text{m}^3$,随着苗种的生长及时分池稀疏密度。

1.4.3 水质管理

每天昼夜两次监测培育水体的水质情况,保证水质指标稳定:水温 $16\sim 17\text{ }^{\circ}\text{C}$,盐度 $29\sim 31$,

pH=7.8~8.1, 溶解氧 5 mg/L 以上, $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 含量 0.1 mg/L。培育初始水量为培育池体积的 3/5, 前 5 d 采取逐渐加水至满, 以后至采取网箱排水换水方式, 每天换水 2 次, 随着鱼苗的生长逐渐增大换水量, 20 日龄前换水量为 60%, 40 日龄前为 100%, 60 日龄前为 150%, 60 日龄后采取流水培育方式, 随着鱼苗的生长和摄食量的增加, 流量逐渐增大到 200%~400%。鱼苗培育期间每天使用清底器吸底 1 次, 保证培育池底清洁无死鱼、残饵; 并在水面设置集污器, 清除水面的污物, 避免水面的通透性降低而造成气体交换的不畅。

1.4.4 光照与充气

光照强度控制在 500~1 000 lx, 阴天和夜晚可以使用人工光源。气石密度为 0.5 个/m², 充气量随着鱼苗的生长逐渐加大, 每只气石的出气量由调节阀控制, 由刚开始的 0.2~0.4 L/min 逐渐增大到 6~8 L/min。

1.4.5 微藻添加与饵料投喂

鱼苗培育期间每天向培育池添加新鲜的处于指数生长期海水小球藻(*Chlorella* spp.), 保持培育池中密度在 30 万~50 万个/mL, 直至 25 d 停止添加。饵料系列为轮虫(*Brachionus plicatilis*)、卤虫(*Artemia salina*)无节幼体、配合饲料。投喂时期: 轮虫 5~25 日龄, 卤虫无节幼体 10~60 日龄, 配合饵料在 50 日龄后开始投喂(图 2)。轮虫投喂前用富含 DHA 和 EPA 的营养强化剂(裂壶藻(*Schizochytrium limacinum*)粉 DHA:EPA=2:1, 青岛越洋进出口有限公司)强化

10~12 h, 每天投喂 2 次, 使培育池内的轮虫密度保持在 6~8 个/mL。卤虫无节幼体孵化前需脱壳处理, 投喂前需要用富含 DHA 和 EPA 的强化剂裂壶藻粉强化 6~8 h, 每天投喂 2~3 次, 投喂密度开始为 0.3~0.5 个/mL, 并逐渐增大到 1~2 个/mL。轮虫和卤虫在营养强化收集后投喂前, 需要用清洁海水反复冲洗干净, 降低携带污物和病原。从 50 日龄开始投喂市售日升全价配合饲料, 配合饵料的粒径由开始的 200 μm 逐步增大, 遵循勤投少投的原则, 一般情况下驯化 10~15 d 左右, 鱼苗开始摄食饵料, 每天投喂 8~10 次。

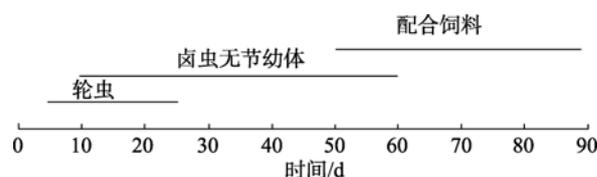


图 2 大泷六线鱼苗种培育的饵料系列

Fig. 2 Food serials during seedling production of *Hexagrammos otakii*

2 结果

2.1 亲鱼培育

表 1 为 2009~2010 年大泷六线鱼亲鱼培育情况, 完全可以利用人工养殖方法培育获得成熟亲鱼进行人工授精, 不需要采集自然海域的鱼卵进行苗种繁育, 对于不能达到自然成熟的亲鱼可以采取人工催产促熟的办法。

表 1 2009~2010 年大泷六线鱼亲鱼培育情况

Tab. 1 Culture condition of *H. otakii* parent fish during 2009-2010

年份	亲鱼数量(尾, ♀:♂)	平均体质量(g)	平均体长(cm)	自然成熟率(%)	成活率(%)
2009	218(145:73)	260±13.1	32±4.2	42	85
2010	577(385:192)	405±21.6	38±5.6	67	92

2.2 受精率和孵化率

表 2 为 2009~2010 年大泷六线鱼采卵、人工授

精和孵化情况。采用人工平面授精方法, 受精率 93%; 采用网箱吊式孵化方法, 孵化率 81%。

表 2 2009-2010 年大泷六线鱼采卵情况

Tab. 2 Condition of *H. otakii* eggs production during 2009-2010

年份	总采卵量(万粒)	受精率(%)	孵化率(%)	卵径(mm, n=60)	卵质量(mg, n=60)
2009	13.1	93±1.7	81±0.9	1.84±0.18	3.33±0.13
2010	33.1	95±2.1	84±1.1	1.95±0.16	3.57±0.21

2.3 苗种培育

初孵仔鱼在水温 16~17℃, 盐度 29~31 的条件下, 经 90~100 d 培育, 平均全长可达 5.0~6.0 cm。

表 3 2009~2010 年苗种培育情况

Tab. 3 Seedling production during 2009~2010

年份	孵化仔鱼总数(万尾)	育成苗种数量(万尾)	全长(cm)	成活率(%)	培育时间(d)	培育水温(℃)
2009	9.8	4.1	5.0~5.5	41.7	90	15~16
2010	26.4	11.4	5.0~6.0	43.2	100	16~17

表 4 大龙六线鱼生长情况(16~17℃, n=60)

Tab. 4 Growth of young *H. otakii* (16~17℃, n=60)

时间(d)	全长(mm)	体质量(g)
10	9.61 ± 0.68	0.07 ± 0.01
20	16.40 ± 0.73	0.12 ± 0.03
40	27.43 ± 0.85	0.21 ± 0.08
60	38.42 ± 1.44	0.48 ± 0.11
80	49.23 ± 1.73	1.12 ± 0.19
100	60.45 ± 3.23	1.73 ± 0.26

3 讨论

3.1 鱼卵来源

大龙六线鱼为一次性产卵鱼类, 产黏性卵, 卵块多数附着于水深 2~5 m 海底的扁江篱(*Gracilaria taylorii*)、松藻(*Codium fragile*)上, 少数产于礁石上^[11]。虽然可以通过采集海边的天然受精卵获得孵化仔鱼进行培育, 这样对本来就日渐枯萎的自然资源人为地进行了破坏, 难以此法进行规模化的人工苗种繁育, 存在局限性和不稳定性。本试验通过亲鱼营养强化培育可以在每年的 10 月下旬至 11 月下旬获得成熟的雌雄亲鱼, 并开展了未成熟雌鱼人工注射催产试验。这为大龙六线鱼苗种规模化人工繁育寻找了一条可靠途径, 避免了对自然资源的毁坏以及增加了人为可控性。对于人工激素催产与自然成熟的亲鱼在受精卵、孵化率和苗种成活率方面有无差别, 还需进一步研究。

本试验受精卵均来自人工挤卵授精, 亲鱼自然产卵操作简便, 对亲鱼无损伤, 卵子质量好, 它的技术要领在于培育高质量的亲鱼和亲鱼的温光调控产卵技术^[12]; 另外目前尚无对人工培育子一代苗种进行工厂化养殖培育亲鱼的研究报道, 这些可以作为下一步研究方向, 为开展全人工苗种繁育进行探讨研究。

表 3 为 2009~2010 年苗种培育情况, 成活率可达 40%以上, 超过以往大龙六线鱼育苗成活率。表 4 为大龙六线鱼苗种生长状况。

3.2 人工授精和孵化

大龙六线鱼鱼卵较大, 卵径 1.6~2.3 mm, 亲鱼怀卵量低, 属黏性卵, 自然状态下受精后的卵粒互相黏着成团, 卵块内部的卵则因缺氧而不同程度受到影响, 导致人工条件下采集到的自然受精卵块孵化率仅有 20%左右。在自然海区, 大龙六线鱼产卵于松藻和扁江篱上, 鱼卵成松散排列的球块状, 随着水流的冲击不断摇曳, 如此可以获得充足的溶氧, 自然海区的受精卵块孵化率达 95%以上^[8]。

大龙六线鱼人工挤卵授精时遇到海水后会在 10 min 内迅速凝结成块, 这样不利于精子与卵子的充分结合, 导致受精率不高。此外大龙六线鱼的孵化时间比较长, 作者的试验证明 16~17℃ 的水温下需要孵化 20~23 d, 如此长时间的孵化, 对于块状鱼卵来说非常不利。适当提高水温可以缩短孵化时间, 但是否会影响到孵化率这有待下一步试验证明。由于卵块相互重叠、挤压, 卵块上的死卵、卵壳等污物覆盖于好卵之上, 使内层卵因长期缺氧而腐败死亡, 导致孵化率较低。

研究表明, 充足的氧气对于胚胎的正常发育是必需的, 水产动物在胚胎发育阶段最容易受到水体溶解氧的影响, 当水体溶解氧过低时, 胚胎将出现发育迟缓、代谢紊乱、仔鱼提前脱膜等现象, 最终导致较高的苗种畸形率和死亡率^[13]。本研究采取了人工平面授精、网箱吊式孵化的方法^[14], 取得了比较理想的结果, 受精率达到 93%以上, 孵化率达到 81%以上。通过整形将鱼卵摊成平面, 一般厚度为 2~3 层鱼卵, 这样授精时精子可以充分的与成熟的鱼卵结合, 不会由于大龙六线鱼鱼卵中大量的黏液遇到海水迅速凝结成卵块而导致受精率低。另外结合网箱吊式孵化, 可以充分利用孵化水体空间, 使每个受精卵都可以和海水接触, 使受精卵孵化时能够获得充足的溶氧, 不会因为块状卵而

只有外层鱼卵与海水接触,导致内层鱼卵因缺氧而逐渐死亡。

3.3 苗种培育

试验过程中发现,大龙六线鱼苗种培育过程中主要有 3 个死亡期。第一个出现在仔鱼孵出后开口前 3~5 日龄,这一阶段的死亡率会在 30%左右,死亡的仔鱼多数为畸形、瘦弱、卵黄较小,这主要和卵质有关,强化亲鱼的营养所需,提高亲鱼成熟度对保证卵质至关重要^[15]。第二个死亡期出现在仔稚鱼变态期间,约 15~20 日龄,这一阶段的死亡率会在 20%左右,这期间正处于仔鱼阶段向稚鱼阶段过渡,生理变化剧烈,各鳍相继发生,对外界环境和营养要求很高,死亡仔鱼多为营养不良、发育迟缓难以完成变态之鱼,除了在营养需求上满足仔鱼对 DHA 和 EPA 的需求外,在培育水体中适当添加有益菌(益生菌、复合细菌 EM、光合细菌),通过改善水质,稳定环境也可以提高仔鱼的成活率^[16]。第三个死亡期出现在 40~60 日龄,死亡率一般在 10%以内,这阶段主要是稚鱼向幼鱼过渡,从稚鱼头部向体后开始逐渐褪去翠绿色出现浅黄色,期间需要注意水质环境的调节和配合饲料的转换。

3.4 幼鱼生活环境

经过 90~100 d 的培育,大龙六线鱼苗种达 5 cm 以上,体色基本由绿色完全变为黄褐色,进入幼鱼期,幼鱼的体态和生活习性基本和成鱼相似。大龙六线鱼主要分布于中国的山东和辽宁等地的近海多岩礁海区^[17],同时大龙六线鱼及其幼鱼的食性分析的结果表明,大龙六线鱼的幼鱼主要摄食饵料中以端足类、等足类和幼蟹等为主,成鱼主要摄食小型鱼虾蟹,摄食的生物饵料均属底栖动物^[18],说明大龙六线鱼的幼鱼和成鱼均营底栖生活。这就为作者提供了理论依据,大龙六线鱼属于底栖性岩礁鱼类,而不属于中上层鱼类。

幼鱼期后,鱼苗已经不同于仔鱼和稚鱼期生活在水体中上层,而是底栖于池底,只有摄食时候才会游动到水面上层。作者在鱼苗培育过程中在幼鱼期根据其生活习性,模仿大龙六线鱼的自然生活环境,在池底设置了水泥制的空心砖作为其栖息场所,取得了不错的效果。大龙六线鱼平时聚集在空心砖内,生活状态良好,摄食强烈,几乎无死亡,大大提高了苗种成活率和生长速度。

参考文献:

- [1] 刘蝉馨,秦克静. 辽宁动物志(鱼类)[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1987: 394-396.
- [2] 刘奇,王亮,高天翔,等. 北黄海大龙六线鱼主要生物学特征比较研究[J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39(9): 13-18.
- [3] 温海深,王连顺,牟幸江,等. 大龙六线鱼精巢发育的周年变化研究[J]. 中国海洋大学学报, 2007, 37(4): 581-585.
- [4] Chen S L, Miao G D, Shao C W, et al. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite loci from fat greenling (*Hexagrammos otakii*) [J]. Conserv Genet, 2009, 10: 1429-1431.
- [5] Masahiro M, Yasuyuki A, Atsunobu H, et al. Substrate specificity of chitinases from two species of fish, greenling, *Hexagrammos otakii*, and common mackerel, *Scomber japonicus*, and the insect, tobacco hornworm, *Manduca sexta*[J]. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 2006, 70(4): 971-979.
- [6] Fukuhara O, Fushimi T. Development and early life history of the greenlings *Hexagrammos otakii* (pices:Hexagrammidae) reared in the laboratory[J]. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 1983, 49(12): 1843-1848.
- [7] 吴立新,秦克静,姜志强,等. 大龙六线鱼(*Hexagrammos otakii*)人工育苗初步试验[J]. 海洋科学, 1996, 20(4): 32-34.
- [8] 庄虔增,于鸿仙,刘岗,等. 六线鱼苗种生产技术的研究[J]. 中国水产科学, 1999, 6(1): 103-106.
- [9] 冯昭信,韩华. 大龙六线鱼资源合理利用研究[J]. 大连水产学院学报, 1998, 13(2): 24-28.
- [10] 姜志强,吴立新,赫拉娣,等. 海水养殖鱼类生物学及养殖[M]. 北京: 海洋出版社, 2005: 99-106.
- [11] 庄虔增,于鸿仙,徐春华,等. 山东沿岸六线鱼早期发育的研究[J]. 海洋学报, 1998, 20(6): 139-144.
- [12] 柳学周,孙中之,马爱军,等. 半滑舌鳎亲鱼培育及采卵技术研究[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(2): 25-32.
- [13] 崔立娇. 环境因子对鱼类胚胎发育影响的研究[J]. 齐鲁渔业, 2010, 27(11): 47-50.
- [14] 潘雷,郭文,菅玉霞,等. 六线鱼人工授精和孵化方法[P]. 中国专利: 201010103980.x, 2011-12-14.
- [15] 柳学周,庄志猛,马爱军,等. 半滑舌鳎苗种生产技术的开发研究[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(2): 17-24.
- [16] 王波,张朝辉,张杰东,等. 大西洋牙鲆繁殖生物学

- 及繁育技术研究进展[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(1): 90-96.
- [17] 唐启升, 叶懋中. 山东近海渔业资源开发与保护[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 80-102.
- [18] 叶青. 青岛近海欧氏六线鱼食性的研究[J]. 海洋湖沼通报, 1992, 4: 50-55.

Study of artificial breeding and seedling culture technique for greenling *Hexagrammos otakii*

PAN Lei, HU Fa-wen, GAO Feng-xiang, JIAN Yu-xia, ZHANG Shao-chun, WANG Xue, GUO Wen

(Mariculture Institute of Shandong Province, Qingdao 266002, China)

Received: Aug.,25,2011

Key words: *Hexagrammos otakii*; artificial breeding; seedling culture

Abstract: This paper presents the results of large-scale seedling production of greenling *Hexagrammos otakii* from 2009 to 2010 together with those key technologies like broodstock culture, egg incubation and larval culture. These technologies were proved to be operative. Juvenile grew to 50~60 mm after nursed at 16~17°C, salinity 31, illumination 500~1000 lx for,90~100 d. In 2009 and 2010, we obtained 41 and 114 thousands juvenile (total length 50~60 mm), and the survival rates reached 41.7% and 43.2%, respectively. This is the first record in China on large-scale (magnitude up to hundred thousand of level) breeding of *H. otakii*.

(本文编辑: 谭雪静)