

半滑舌鲷工厂化人工育苗工艺技术研究

孙中之¹, 柳学周¹, 徐永江¹, 兰功刚², 曲建忠², 马学坤^{1,3}, 蔡文超^{1,3}, 关健^{1,3}

(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, 山东 青岛 266071; 2. 青岛忠海水产有限公司, 山东 胶南 266414; 3. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003)

摘要:对半滑舌鲷(*Cynoglossus semilaevis*)采取控温控光和营养强化培育等措施,使67尾经过驯养的野生亲鱼性腺全部发育,并自然产卵和受精,其中,32尾雌鱼产卵14 350 mL,包括浮卵4 635 mL,浮卵率32.5%。在水温 $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$,盐度 30 ± 2 ,pH 8.0~8.2的孵化条件下,32~36 h孵化出仔鱼,初孵仔鱼约350万尾,总孵化率82.6%。90尾2⁺龄人工亲鱼中,部分亲鱼性腺发育成熟,其中,雌鱼占13.2%,雄鱼占30%,但均未产卵或排精。12个鱼苗培育池先后放入人工初孵仔鱼199万尾,在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 水温条件下,经过70 d的培育,共培育出全长30~50 mm的商品苗种61.5万尾,成活率30.9%,平均出苗量2 050尾/m³,实现了半滑舌鲷的工厂化人工苗种繁育。[中国水产科学,2007,14(2):244-248]

关键词:半滑舌鲷;工厂化人工育苗;工艺技术

中图分类号:Q96

文献标识码:A

文章编号:1005-8737-(2007)02-0244-05

半滑舌鲷(*Cynoglossus semilaevis* Günther 1873)属鲽形目(Pleuronectiformes),舌鲷科(Cynoglossidae),舌鲷属(*Cynoglossus*),俗称牛舌头、鲷目、鲷米等,在中国沿岸海域均有分布,其分布数量以渤海最多,黄海次之,东海和南海较少^[1]。半滑舌鲷个体大、生长快,肉味鲜美,经济价值很高,为中国特有的名贵海水鱼类,是理想的增殖放流和人工养殖种类^[2-4]。20世纪80年代以来,中国水产科学研究院黄海水产研究所等对半滑舌鲷的数量分布、食性、生长特性、产卵习性、胚胎发育、早期形态特征等生物学特性及人工育苗工艺技术等进行了研究,成功地培育出变态期苗种数千尾^[2-9],但工厂化人工育苗方面的工艺研究尚未见报道。作者自2003年初至2004年底在青岛忠海水产有限公司进行了半滑舌鲷亲鱼的培育及生殖调控、工厂化人工苗种繁育等实验研究,掌握了亲鱼生殖调控和工厂化育苗的关键技术,实现了工厂化人工育苗,为规模化养殖和人工放流增殖提供了技术保证。

1 材料与方法

1.1 基本条件

1.1.1 育苗场基础设施 青岛忠海水产有限公司的苗种和亲鱼培育池共64个,培育池规格为5 m×

5 m×1 m。实验使用了其中的20个培育池,分别用来培育亲鱼,孵化和培育仔、稚、幼鱼。池内配有进水阀,充气、加温管道及控光等设施。轮虫培养池容积16~20 m³,单胞藻培养池12~16 m³,总水体约400 m³;并附有保种室、实验室及配套设施等。

1.1.2 环境水质条件 青岛忠海水产有限公司位于胶南市白马河河口,正常情况下盐度28~32,pH 7.6~8.2。如果遇有降水天气,水质变化较大,盐度波动幅度剧烈。

1.2 亲鱼来源及培育

1.2.1 亲鱼来源 育苗使用的亲鱼分别为野生亲鱼和人工培育亲鱼。野生亲鱼为2003年及2004年春季收购的在青岛外海捕获的2~5龄的黄海群体,经过人工驯养后能作为亲鱼使用^[10]。本实验共计67尾,其中雌鱼32尾,平均全长520 mm,平均体质量2 315 g;雄鱼35尾,平均全长320 mm,平均体质量397 g。人工亲鱼为2002年经人工孵化培育的苗种养殖而成,共计90尾,其中雌鱼38尾,平均全长380 mm,平均体质量1 135 g;雄鱼52尾,平均全长280 mm,平均体质量319 g。

1.2.2 亲鱼培育 使用亲鱼培育池2~3个(其中1个池倒池时备用),67尾野生亲鱼与90尾人工亲鱼分别各放入一池。成熟亲鱼雌雄比为1:1.1,放

收稿日期:2006-06-12; 修订日期:2006-07-31.

基金项目:国家863高技术研究发展计划项目(2002AA603011,2004AA603320);青岛市自然科学基金(05-2-JC-59).

作者简介:孙中之(1956-),男,副研究员,主要从事繁育生物学与增养殖技术研究.Tel:0532-85821672;E-mail:sunzz@ysfri.ac.cn

养密度 2~3 尾/ m^3 , 约 5 kg/ m^3 。遮光帘围起, 内有灯光, 光照强度 100~500 lx。培育水深约 800 mm, 日换水量为培育水体的 200%~500%。根据亲鱼的不同发育期采取不同的水温、光照调控和饵料饲喂。亲鱼的强化培育期, 水温为 15~24 ℃, 每日投喂亲鱼体质量 2%~3% 的鲜贝肉、小虾仁、活沙蚕等。8 月中下旬, 水温逐步提升到 25 ℃, 光照时间由每天的 8 h 逐步增加为 12 h, 光照强度为 300 lx 左右。产卵期全部投喂活沙蚕, 水温保持在 (24 ± 1) ℃, 光照时间由 12 h 逐步降到 10 h。越冬期及饲养期, 水温逐步降至 10~11 ℃ 时停止, 保持 (12 ± 1) ℃ 1 个月左右, 然后逐渐升温至 15 ℃; 光照时间为 8~10 h; 饵料投喂量为亲鱼体质量的 1%~2%。

亲鱼的日常管理与观察。每日投喂 2 次, 越冬期每日投喂 1 次, 观察摄食状态视情况调换饵料; 及时大换排水, 清除残饵、底污等。亲鱼性腺开始发育后定时观察, 一般 7 d 左右测量一次, 使用 Nikon 数码相机拍照然后输入电脑进行比对, 根据性腺与体长比例来判断其性腺发育情况。

1.3 采卵与孵化

1.3.1 采卵 在亲鱼的溢水口外设置集卵水槽和集卵网箱, 用溢水法通过虹吸管对浮卵进行采集, 每天 1~2 次, 然后洗卵, 倒入量筒分离浮沉卵, 计数后将浮卵放入孵化箱孵化。

1.3.2 孵化 孵化网箱为 80 目筛绢, 规格 (800 mm × 600 mm × 600 mm)。孵化水温 (23 ± 0.5) ℃, 盐度 30 ± 2, pH 8.0~8.2, 溶解氧大于 6 mg/L, 静水, 微充气, 光照强度 100~500 lx。受精卵孵化密度 (50~60) × 10⁴ 粒/ m^3 。

1.3.3 孵化率估算

1) 受精的浮卵经过一定时间的孵化就出现沉卵沉在网箱底部, 用虹吸法吸出倒入量筒计数, 然后从放入的总卵量减去沉卵估算出孵化率。

2) 用 3 个 1 000 mL 的烧杯, 注水 800 mL 左右, 每个烧杯内放 100 粒受精卵, 然后放入孵化池同一条件孵化, 计算出孵化率。

3) 初孵仔鱼放入苗种培育池后, 利用夜间其分布较均匀时, 抽样估算初孵仔鱼数量, 然后估算出孵化率。其计算公式为:

孵化率 = [(总孵化卵量 - 未孵化沉卵量) / 总孵化卵量] × 100%

以计量浮沉卵比例的方法为主, 再参考其他两种方法, 最终估算出总孵化率。

1.4 苗种培育与管理

1.4.1 仔稚鱼培育

1) 初孵仔鱼。布池密度为 (1~1.5) × 10⁴ 尾/ m^3 。3 日龄开始加水, 加水高度为 100 mm, 至 5 日龄时加到预定使用水位, 6 日龄开始每天换水 10%, 10 日龄后日换水量为 50%, 20 日龄后为 100%, 30 日龄后达 200%。1~5 日龄静水培育, 6~14 日龄每天换水 1 次, 15~25 日龄日换水 2 次, 以后为长流水。仔鱼前期培育采取微弱充气, 开鳔后逐渐加大充气量。

2) 饵料投喂。3 日龄开始投喂经过强化剂及小球藻强化的轮虫, 密度 10 个/mL 左右; 并开始在培育池内注入小球藻, 保持密度为 (50~100) × 10⁴ 个/mL; 至 16~18 日龄时停喂轮虫, 同时停止注入小球藻。13~14 日龄时开始投喂卤虫无节幼体, 密度为 1 个/mL 左右。轮虫、卤虫无节幼体投喂前需要用富含 DHA 和 EPA 的强化剂等进行 10~12 h 的营养强化。

3) 日常管理。保持培育池水温 (23 ± 1) ℃, 盐度 28~32, pH 7.6~8.2, 溶解氧大于 6 mg/L, NH_4^+ -N 总量小于 0.1 mg/L。前期保持光照强度 500~800 lx, 后期为 800~1 500 lx。自开始投喂卤虫前后设置环流装置和水表面集污器, 及时清除水表面的油污。13 日龄前后, 开始用吸底器吸底以清除底污。

1.4.2 幼鱼培育 29 日龄 (全长 15.2~15.5 mm) 时冠状鳍条完全退化^[11], 变态基本完成, 已转为营底栖生活, 形态、习性与成鱼相似, 此时对水温、盐度等环境因素变化的耐受力相对增强, 但需要的水量和摄食量也随之增加。水温为 (23 ± 2) ℃, 每天换水量 300% 以上, 充气量加大, 光照强度在 2 000 lx 以下, 卤虫无节幼体投喂密度保持在 1~5 个/mL, 投喂卤虫前排水降低水位。如果培育池密度过大时适时分池, 采用虹吸管虹吸移池。其他日常管理与稚鱼培育基本相同。60 日龄时全长 30 mm 左右, 鳞片开始出现, 幼鱼培育基本完成。此后转为商品鱼苗培育期。

2 结果与分析

2.1 亲鱼性腺发育与产卵、孵化

经过 3 个月左右的营养强化培育和 2 个月的温光调控, 32 尾野生雌鱼全部完成性腺发育和产卵, 自 2004 年 9 月 14 日开始产卵至 2004 年 10 月 28 日产卵结束, 共计 45 d, 产卵总量 14 350 mL, 其中浮

卵量 4 635 mL, 浮卵率为 32.5% (表 1)。人工养殖的 2⁺龄部分亲鱼性腺发育, 雌鱼为 13.2%, 雄鱼为 30%, 但均未产卵或排精。

在设计的孵化条件下, 受精后 1 h 15 min 受精卵开始卵裂, 3 h 55 min 后进入囊胚期, 8 h 15 min 进入原肠期, 19 h 20 min 胚体开始形成, 32 h 5 min

胚体开始破膜, 32~36 h 孵化出仔鱼。根据 3 种孵化率估算方法综合估算出每次的孵化率, 然后每次的浮卵量乘以每次的孵化率, 共估算出有 3 831 mL 的浮卵孵化出仔鱼, 计算总孵化率为 82.6%; 孵化出仔鱼约 350 万尾 (表 1)。

表 1 半滑舌鲷的产卵与孵化

Tab.1 Spawning and hatching of *C. semilaevis*

日期 Date	水温 /℃ Temperature	产卵量 /mL Egg amount	沉卵量 /mL Submerging egg amount	浮卵量 /mL Floating egg amount	浮卵率 /% Floating rate	孵化率 /% Hatching rate	孵出仔鱼 /×10 ⁴ Hatched larva
9-14	24.0	5	0	0	0	0	0
9-21	24.2	10	0	0	0	0	0
9-22	24.0	310	260	50	16.1	80.0	4.8
9-23	23.2	130	100	30	23.1	66.6	1.9
9-24	21.6	60	50	10	16.7	50.0	0.5
9-25	21.8	180	130	50	27.8	82.0	3.9
9-26	23.6	480	210	270	56.3	91.4	24.1
9-27	22.0	130	90	40	30.8	82.0	3.1
9-28	22.8	1 320	1 110	210	15.9	87.6	17.5
9-29	23.4	700	350	350	50.0	87.7	19.7
9-30	23.8	220	150	70	31.8	81.7	5.4
10-1	23.0	280	180	100	35.7	88.4	8.4
10-2	21.8	520	200	320	61.5	94.8	28.8
10-3	22.2	220	120	100	45.5	68.8	6.5
10-4	22.6	200	100	100	50.0	74.2	7.0
10-5	22.8	190	160	30	15.8	36.2	1.0
10-6	21.8	230	200	30	13.0	41.2	1.2
10-7	22.2	320	170	150	46.9	86.0	12.3
10-8	23.0	170	150	20	11.8	82.0	1.6
10-9	23.2	630	420	210	33.3	86.2	17.2
10-10	23.4	1 300	830	470	36.2	91.2	40.7
10-11	23.2	740	430	310	41.9	86.5	25.5
10-12	23.4	1 750	1 060	690	39.4	78.3	51.2
10-13	23.0	390	250	140	35.9	62.3	8.3
10-14	23.0	840	560	280	33.3	88.2	23.5
10-17	23.2	40	30	10	25.0	50.2	0.5
10-18	21.6	15	10	5	33.3	48.0	0.2
10-19	23.0	790	480	310	39.2	74.1	21.8
10-20	22.8	600	380	220	36.7	80.3	16.8
10-23	22.6	330	0	0	0	0	0
10-24	23.0	640	640	0	0	0	0
10-25	22.8	440	400	40	9.1	50.0	1.9
10-27	23.0	160	140	20	12.5	0	0
10-28	22.2	10	10	0	0	0	0

注: 每 mL 卵量约含 950 粒卵。

Note: There are about 950 eggs per mL.

2.2 生长发育

半滑舌鲷初孵仔鱼全长 (2.7±0.15) mm, 身体弯曲, 不能正常游动。在 (23±1) ℃ 培育水温条件下,

2 日龄仔鱼全长可达 (5.1±0.36) mm, 冠状幼鳍出现。3 日龄全长 (5.64±0.46) mm, 冠状鳍条出现, 长 0.95~1.05 mm, 胸鳍明显伸长; 卵黄囊萎缩, 仅剩下

油球附近的一小部分;肠道完成发育,肛门开口,通体外,圆形鳔泡出现;此时仔鱼已开口,口裂 0.4 mm 左右,开始摄食外源营养。**5**日龄时全长 $(6.30 \pm 0.81)\text{ mm}$ 。**10**日龄全长 $(7.67 \pm 1.36)\text{ mm}$,开鳔基本完成。**16**日龄全长 $(10.12 \pm 1.32)\text{ mm}$,少数个体开始变态侧游。**24**日龄全长 $(14.30 \pm 4.57)\text{ mm}$,右眼已经转移到左侧,完成变态;多数个体伏底,冠状鳍缩短,进入稚鱼期。**30**日龄稚鱼全长 $(18.18 \pm 3.46)\text{ mm}$,全部完成变态,转为营底栖生活,体色呈淡灰色带黑色花斑,不透明,冠状鳍条退化消失。**60**日龄全长 $(29.98 \pm 4.55)\text{ mm}$,体呈淡灰色,鳞片开始出现,各鳍条发育完善,鳔基本消失,形似成鱼,已进入幼鱼期。

2.3 仔稚幼鱼的培育及成活率

根据前述的培育方法和条件,使用培育池**12**个,培育水域体积 300 m^3 ,先后布入初孵仔鱼**199**万尾,经过**70 d**的培育后(图1),共培育出平均全长为**40 mm**的商品苗种**61.5**万尾,总成活率为**30.9%**,出苗量为**2 050**尾/ m^2 。

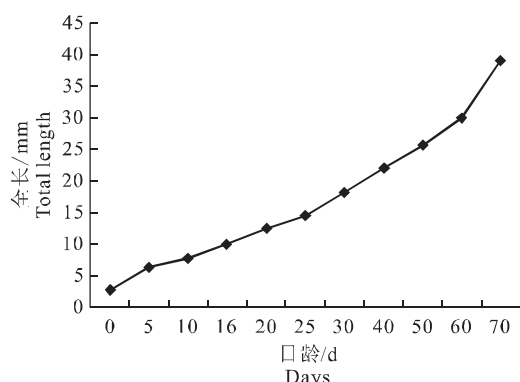


图1 半滑舌鲷幼鱼全长与日龄的关系曲线

Fig.1 Total length of larval *C. semilaevis* vs. days of age

3 讨论

3.1 亲鱼雌雄比

半滑舌鲷的雌、雄生殖器官差异极大,精巢极不发达,完全性成熟的精巢其体积或质量只有成熟卵巢的 $1/200 \sim 1/900$ ^[4],实验结果表明,浮卵所占比例较低,仅为**32.5%**,尤其是在产卵的中后期,浮卵率几乎为**0**,即几乎没有受精卵,主要原因可能是雄鱼较少,雌、雄搭配不合理造成。作者认为在今后的生产中雌、雄亲鱼的搭配比例在**1:3**或**1:4**较合适;而且最好在产卵的中后期分批放入雄性亲鱼。

3.2 亲鱼的性腺发育及产卵

半滑舌鲷的早期人工育苗所采用的方法是人工采卵和人工授精,或者注射 HCG 和 LRH-A 催产,对亲鱼损伤大且易造成亲鱼死亡,同时获得的受精卵质量差,数量少,制约着苗种的大批量培育^[6]。作者采用控温控光与营养强化相结合的技术,使亲鱼的性腺顺利发育成熟和自然产卵受精,获得了大批量的受精卵,并且不损伤亲鱼、翌年可以再用,突破了工厂化人工育苗的瓶颈,使工厂化人工苗种繁育成为可能。此外,选择亲鱼时应尽量选择**3**龄以上的大个体。

3.3 仔鱼密度的影响

仔鱼布池密度直接影响到后期的培育及成活率。牙鲆初孵仔鱼的布池密度一般为**1.0**万尾/ m^3 ^[12-13],本次实验的初孵仔鱼布池密度为**1.0~1.5**万尾/ m^3 ,若成活率高时,就会影响到后期培育,而且半滑舌鲷稚幼鱼不宜移池,操作不当极易受伤并可能导致大批死亡。因此以低密度布池仔鱼为好,**1.0**万尾/ m^3 为宜;当密度过高时,可在伏底前采取一次密度调整。变态伏底后,各器官发育趋于完善,适应能力增强,成活率相对较高,稚幼鱼密度以**2 000**尾/ m^3 为宜。同时亦不宜太疏,以免造成饵料浪费。

3.4 饵料转换及影响

半滑舌鲷**3**日龄开口,肠道已通,开始转为摄食外源性营养,这时应及时投喂轮虫。由于此时仔鱼游动能力较弱,因此要保持轮虫密度在**10**个/ mL 为宜。若到**5~6**日龄才开始投喂,仔鱼内源性营养消耗殆尽,对生产的影响就会不可逆转。饵料转换应有交叉饲喂期,从轮虫转换为卤虫无节幼体时,以交叉**5 d**为宜;从卤虫转换为配合饲料时,交叉期较长,以多少天为宜,还有待研究。实验中发现,只要有卤虫存在,幼鱼就拒食配合饵料;在没有卤虫时,并且在饥饿状态下,仅有个别个体摄食,且摄食量很少。因此研究开发稚幼鱼时期的微颗粒配合饵料还是一个重要课题。

4 结语

中国的半滑舌鲷工厂化人工育苗处于起步阶段,尽管育苗技术取得了突破性进展,但仍然存在着许多值得研究的课题:①雌雄个体差异大,雄性个体小,经济效益低,如何实现全雌化人工育苗;②卵受精率较低;③个别批次的卵孵化到原肠期大量停止发育,造成

孵化率较低;④个别批次的初孵仔鱼不开口,至5~7日龄时全部死亡;⑤出现白化现象;⑥随着大规模大批量多场家的人工育苗开发,很可能会有病虫害感染现象发生等等。这些都值得关注和有待深入研究。

参考文献:

- [1] 李思忠,王会民.中国动物志硬骨鱼纲 鲈形目[M].北京:科学出版社,1995:68-334.
- [2] 邓景耀,孟田湘,任胜民,等.渤海鱼类种类组成及数量分布[J].海洋水产研究,1988,9:11-89.
- [3] 邓景耀,孟田湘,任胜民.渤海鱼类的食物关系[J].海洋水产研究,1988,9:151-172.
- [4] 姜言伟,万瑞景.渤海半滑舌鲷的生殖习性及其产卵生态的研究[J].海洋水产研究,1988,9:185-192.
- [5] 姜言伟,万瑞景.渤海半滑舌鲷早期形态及发育特征的研究[J].海洋水产研究,1988,9:193-201.
- [6] 姜言伟,万瑞景,陈瑞胜.渤海半滑舌鲷人工育苗工艺技术的研究[J].海洋水产研究,1993,14:25-33.
- [7] 孟田湘,任胜民.渤海半滑舌鲷的年龄与生长[J].海洋水产研究,1988,9:173-183.
- [8] 郑忠明,倪海儿.东海半滑舌鲷的生长与形态参数研究[J].宁波大学学报:理工版,2000,13(2):21-24.
- [9] 杜伟,蒙子宁,薛志勇,等.半滑舌鲷胚胎发育及其与水温的关系[J].中国水产科学,2004,11(1):48-53.
- [10] 孙中之,柳学周,庄志猛.野生半滑舌鲷的驯养技术[J].海洋水产研究,2005,26(6):6-10.
- [11] 万瑞景,姜言伟,庄志猛.半滑舌鲷早期形态发育与特征[J].动物学报,2004,50(1):91-102.
- [12] 刘新富,雷霖霖.牙鲆养殖.海珍品养殖技术[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1997:42-83.
- [13] 柳学周,刘新富,高淳仁.名优海水鱼类养殖技术问答[M].北京:中国盲文出版社,2000:51-120.

Technique and technology of productive scale seedling rearing of *Cynoglossus semilaevis* Günther

SUN Zhong-zhi¹, LIU Xue-zhou¹, XU Yong-jiang¹, LAN Gong-gang², QU Jian-zhong², MA Xue-kun^{1,3}, CAI Wen-chao^{1,3}, GUAN Jian^{1,3}

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Zhonghai Fishery Corporation Limited of Qingdao, Jiaonan 266414, China; 3. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: The experiment was conducted from 2003 to December 2004 in a seedling farm in Qingdao. The parternal *Cynoglossus semilaevis* Günther were got from the Yellow Sea population near Qingdao at the age of 2-5 years and cultured to adult. The average body weight of the parternal fish was 2 315 g and average body length was 320 mm. Water salinity was controlled at 28-32, pH 7.6-8.2, DO $\geq$ 6 mg/L, water depth 800 mm and light intensity 100-500 lx. The ratio of female to male was 1:1.1 and the density was 2-3 ind/m². The food for the parents fish was clamworm, small fish, shrimp, clam and oyster, but the clamworm was the most suitable food. Their gonad mature degree was determined according to the rate of gonad length to body length. Sixty-seven wildly-captured parent fish were all sexually matured, spawned and fertilized at ease, and totally 14 350 mL of eggs were got, among which floating eggs were 4 635 mL, floating egg rate 32.5%. Totally 3 500 000 larvae were obtained under the hatching conditions of water temperature (23 $\pm$ 1) °C, salinity (30 $\pm$ 2) and pH 8.0-8.2. Hatching time was 32-36 h. Among the 90 artificially-cultured parent fish at 2⁺ years old, only part of them matured in sexual gland, but neither spawning nor sperming. Totally 1 990 000 larvae were cultured in the 12 culture ponds at water temperature (23 $\pm$ 2) °C, and 615 000 of post larvae (total length 30-50 mm) were obtained after 70 d and the survival rate was 30.9%, averaging 2 050 ind/m³. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14(2): 244-248]

Key words: *Cynoglossus semilaevis* Günther; productive scale seedling rearing; culture technique