

文章编号: 1674-5566(2013)04-0552-07

沙蚕快速培育半滑舌鳎雌性亲鱼方法的研究

李仰真¹, 刘洋^{1,2}, 范彩霞^{1,2}, 王天姿¹, 陈常成³, 李仲明³, 李庆华⁴,
陈松林¹

(1. 中国水产科学研究院黄海水产研究所 农业部海洋渔业可持续发展重点开放实验室, 山东 青岛 266071; 2. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 3. 昌邑市三新海洋苗业实验场, 山东 潍坊 261300; 4. 海阳市黄海水产有限公司, 山东 烟台 265122)

摘要: 于2012年4月11日至2012年10月3日通过对半滑舌鳎雌性亲鱼投喂沙蚕等鲜活饵料进行强化培育后, 结果发现, 半滑舌鳎雌鱼生长极快, 性腺发育时间提前, 产卵期延长, 产卵量、受精率和孵化率等显著提高, 亲鱼产后死亡率大幅度降低。半滑舌鳎亲鱼经过4个月强化培育后, A组(实验组)平均体重由1.25 kg增至1.85 kg, 净增重和日增重分别为0.6 kg和4.92 g/d, 明显高于B组(对照组)的0.34 kg和2.79 g/d; 截至产卵前, A组中198条亲鱼有118条性腺发育成熟, 成熟率为59.60%, 而B组仅有67条性腺发育成熟, 成熟率为33.84%; A组性腺发育成熟的亲鱼产后仅有11条死亡, 死亡率为9.32%, 相反B组有28条亲鱼产后死亡, 死亡比例高达41.79%, 比A组高出32.47%; A组亲鱼性腺于5月26日开始发育, 比B组提前了19 d, 于9月10日开始产卵, 比B组提前了6 d。A组产卵期为24 d, 比B组延长了13 d; A组亲鱼平均产卵量和平均上浮卵量分别为411.3 mL和263.2 mL, 分别高出B组60.6 mL和71.2 mL, 且A组平均上浮率(80.97%)明显高于B组(67.65%); A组和B组平均受精率分别为60.37%和47.29%, A组比B组高出13.08%, A组平均孵化率为53.28%, B组为22.40%, A组是B组的2.38倍。两组畸形率都较低, 分别为2.36%和4.73%, 但A组畸形率不足B组一半。

研究亮点: 首次发现用沙蚕等鲜活饵料培育半滑舌鳎雌鱼可以促进其快速生长和性腺发育, 该方法可以大大提高卵子质量并有效降低半滑舌鳎雌性亲鱼产后死亡率, 此研究可以为半滑舌鳎亲鱼培育以及育苗工作提供理论依据和技术指导。

关键词: 半滑舌鳎; 沙蚕; 产卵量; 死亡率; 受精率; 孵化率

中图分类号: S 965.3

文献标志码: A

半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)属鲽形目(Pleuronectiformes)、舌鳎科(Cynoglossidae)、舌鳎属(*Cynoglossus*), 俗称舌头鱼、鳎米等。半滑舌鳎是我国特有的一种名贵海水经济鱼类, 属于近海温水性底层鱼类, 我国沿海均有分布, 尤其是黄渤海海域。具有活动范围小、营养等级低、食性温和、个体大和生长快等优良性状, 并且味道鲜美、肉质细嫩、营养丰富, 近10年来半滑舌鳎养殖业发展迅速, 目前已实现了工厂化养殖^[1], 人工繁殖技术较为成熟, 有学者已经通过人工繁殖技术建立了大量家系^[2], 并且三倍体和四倍体诱

导与鉴定技术以及精子冷冻保存技术已成熟^[3-5], 在某种程度上促进了半滑舌鳎的规模养殖。

在半滑舌鳎繁殖方面, 国内学者已经进行了多年研究, 实现了规模化生产, 但其育苗效果不稳定, 对亲鱼培育的关键技术还没有完全掌握, 亲鱼在发育过程中的营养需求的研究还没有开展。半滑舌鳎的亲鱼培育是整个鱼苗过程最基础最重要的一个环节, 亲鱼质量将直接关系到卵子质量以及仔稚鱼的胚后发育。

目前, 关于半滑舌鳎亲鱼培育的研究很少,

收稿日期: 2013-03-04 修回日期: 2013-05-12

基金项目: 国家高技术研究发展计划项目(2012AA10A403-2); 国家公益性行业科研专项(200903046)

作者简介: 李仰真(1988—), 男, 研究方向为水产动物分子育种。E-mail: youngjohn1234@163.com

仅柳学周等^[6]和木云雷和宋广军^[7]分别于2006和2007年对半滑舌鲷亲鱼培育做过一定研究,至今,尚未有学者就如何运用鲜活动物饵料快速培育半滑舌鲷雌性亲鱼做出相关研究和探讨,没有形成在短期内(3~5个月)快速培育半滑舌鲷亲鱼并有效降低其产后死亡率的有效方法。

本研究主要针对半滑舌鲷雌鱼,通过投喂沙蚕同时饲喂少量新鲜贝肉的方法,快速培育半滑舌鲷亲鱼,并对性腺发育和产卵情况以及产后死亡率做了详细的研究,总结出了一套快速培育半滑舌鲷亲鱼的技术方法,亲鱼的卵子质量明显提高,并首次发现此方法可以大大降低亲鱼产卵后死亡率,为今后的半滑舌鲷亲鱼培育和育苗工作搭建了良好平台。

1 材料与方 法

1.1 半滑舌鲷亲鱼和沙蚕贝肉来源

本实验于2012年4月11日至10月3日在山东昌邑市三新海洋苗业实验场进行。实验组的半滑舌鲷亲鱼为从2龄养殖群体和2龄野生群体中挑选出来的优良个体198尾,这些亲鱼体重在0.8~1.5 kg之间,平均体重为(1.25±0.15) kg。对照组选择同一批亲鱼中的优良个体198尾,平均体重(1.29±0.15) kg。此时的亲鱼性腺尚未发育,腹部未见明显隆起。实验用沙蚕和贝肉购自附近市场,均为人工捕获所得。配合饲料为日本林兼颗粒饲料。

1.2 半滑舌鲷亲鱼管理和饲喂

亲鱼的培育在同一车间的多个圆形水泥池

中进行。亲鱼的饲养密度为4~5尾/m²,后期逐渐减少为2~3尾/m²,雌雄比例为1:1,雄鱼由于个体较小,故前文所指的饲养密度为雌鱼密度。海水盐度为28~33,pH 7.6~8.2,水中溶氧8~10 mg/L,流水培育,日换水量为培育水体的2~5倍,连续充气,所用海水已经经过沙滤和消毒。

亲鱼培育期间,不同时间段采用不同的光照时间、水温、饵料投喂种类和投喂量,4~7月份光照时间8~10 h,8~9月份水温由18℃逐渐升高至24℃。18~20℃时,即产卵前约2个月,将光照强度控制在300~500 lux,光照时间由每天的8 h逐步延长至12 h,每5天延长1 h,12 h光照维持时间大约20~30 d,此后便开始缩短光照。亲鱼的控光控温应遵循循序渐进的原则,可以通过水温和光照的渐变给亲鱼以信号,促进脑垂体分泌促性腺激素来促进性腺发育。产卵期的水温应保持在(23±0.5)℃,避免日温差过大,以免造成流产,光照时间由12 h逐渐缩短到10 h。

实验组(A组)亲鱼培育条件和方法详见表1,不同阶段投喂情况详见表2。对照组(B组)一直投喂配合饲料,并根据亲鱼生长摄食情况逐渐增加投喂量,投喂率控制在2%~4%。每天的投喂时间为早晨5:30和傍晚18:00,配合饲料为日本进口的林兼鱼饲料。每天推底排污两次,每半个月药浴一次,防止病害发生。在亲鱼生产期间,适当减少投喂量。

为观测亲鱼生长情况,本实验于4月11日和8月10日分别对两组亲鱼进行了称重,每次称重均是随机捞取10~20尾亲鱼。

表1 亲鱼培育条件与方法

Tab.1 Culture condition and method for parent fish

时间	水温/℃	饲料类型	日换水率/%	密度/m ²
4月11日~5月10日	15~16	沙蚕+饲料	200~300	4~5
5月11日~6月10日	16~18	活沙蚕+鲜贝肉+饲料	200~300	4~5
6月11日~7月10日	18~21	活沙蚕+鲜贝肉	200~300	3~4
7月11日~8月10日	21~23	活沙蚕+鲜贝肉	300~400	2~3
8月11日~9月10日	23~24	活沙蚕+鲜贝肉	400~500	2~3

表2 实验组亲鱼不同阶段饵料日投喂情况

Tab.2 Feeding condition of parent fish of experimental group in different periods

时间	活沙蚕/kg	鲜贝肉/kg	配合料/kg	投喂率/%
4月11日~5月10日	3.5	0.0	1.0	1~2
5月11日~6月10日	4.5	1.0	0.5	1~2
6月11日~7月10日	8.0	2.0	0.0	2~3
7月11日~8月10日	10.0	2.5	0.0	2~3
8月11日~9月10日	15.0	3.5	0.0	3~4

1.3 采卵、人工授精及孵化

本实验于 2012 年 4 月 11 日正式开始,在此期间,除需密切关注水温、溶氧和 pH 等数据外,每天都要仔细观察亲鱼性腺发育情况,记录性腺开始发育的时间以及产卵起始和终止时间,以及性成熟的亲鱼的数量。本实验中,为节省人力物力和方便管理,使亲鱼产卵时间集中在某几天,亲鱼产卵前 36~48 h 对其人工注射催产激素,每次催产 5~10 尾,亲鱼催产参照杨景峰等^[8]的关于半滑舌鳎催产技术研究中的方法,实验组亲鱼经沙蚕强化培育后性腺发育较好,注射剂量仅为正常剂量的 1/5~1/4,对照组激素注射量为正常剂量。催产约 36 h 后,进行人工采卵授精,记录产卵亲鱼的数目,随机记录 10 尾亲鱼产卵量,并且产完卵后称重。

人工授精时,将采到的成熟卵子 300~500 mL 放入干净的 1 000 mL 的量杯中,同时用吸管吸取挤出来的雄鱼精液 3~5 mL,悬空滴入已放入卵子的量杯中,加干净海水至 1 000 mL,并不断地搅拌,使精卵完全混匀,静置 3~5 min,此时受精已完成。将受精卵倒入 80 目筛绢过滤网中,用干净海水充分漂洗,以除去多余的精液和粘液,将所得受精卵转到 1 000 mL 的量筒中,3~5 min 后,观察并记录上浮卵量,最后将上浮的受精卵倒入孵化池的 80 cm×60 cm×60 cm 孵化网箱中,微充氧,弃掉沉淀的死卵。将孵化池水温控制在 22.5~23.5℃,换水量为水体的 2~3 倍/d,孵化期间每隔 12 h 吸底一次,去除沉淀的死卵,以免影响水质,受精卵孵化约 36~40 h 后出膜。

1.4 统计分析

$$A_{DC} = (W_2 - W_1) / T \quad (1)$$

式中: A_{DC} 为平均日增重, g/d; W_1 为最第一次测量时雌鱼的平均体重; W_2 为最第二次测量时雌鱼的

平均体重; T 为第一次测量和最第二次测量相隔的天数。

在采卵授精过程中,随机记录 10 尾亲鱼的产卵量和上浮卵量。人工授精 3~5 h 后,此时受精卵发育到 4~8 细胞时期,取 3 组受精卵,每组受精卵 50~100 粒,于显微镜下观察发育情况,计算受精率。人工受精 3~4 h 后,取 3 组受精卵,每组 100~200 粒,分别置于小型孵化网箱中,微充气,待其孵化出苗后,统计初孵仔鱼数和畸形鱼苗数,计算孵化率和畸形率。公式如下:

$$R_f = f / F \times 100\% \quad (2)$$

式中: R_f 为上浮率; f 为上浮卵量; F 为产卵量。

$$R_s = N_1 / N \times 100\% \quad (3)$$

式中: R_s 为受精率; N_1 为受精卵数; N 为总卵数。

$$R_h = N_2 / N_1 \times 100\% \quad (4)$$

式中: R_h 为孵化率; N_2 为出膜鱼苗数; N_1 为受精卵数。

$$R_a = N_3 / N_2 \times 100\% \quad (5)$$

式中: R_a 为畸形率; N_3 为畸形鱼苗数; N_2 为出膜鱼苗数。

2 结果

2.1 亲鱼生长情况

表 3 为两组亲鱼生长情况对比。由表 3 可见,两组亲鱼第一次称重时平均体重分别为 1.25 kg 和 1.29 kg, A 组略低于 B 组,差异不明显。但经过 4 个月的生长, A 组亲鱼平均体重增长至 1.85 kg, 而 B 组为 1.63 kg, A 组亲鱼平均体重比 B 组高出 13.5%, A 组和 B 组净增重分别为 0.60 kg 和 0.34 kg, A 组明显高于 B 组。在日增重方面, A 组亲鱼为 4.92 g/d, 明显高于 B 组 (2.79 g/d), A 组是 B 组的 1.76 倍。结果表明,半滑舌鳎亲鱼经过沙蚕强化培育其生长速度明显提高。

表 3 两组亲鱼生长情况对比

Tab. 3 Comparison of the growing condition of the parent fish

组别	第一次称重/kg	第二次称重/kg	净增重/kg	生长时间/d	日增重/(g/d)
A	1.25 ± 0.15	1.85 ± 0.39	0.60	122	4.92
B	1.29 ± 0.15	1.63 ± 0.35	0.34	122	2.79

2.2 亲鱼性腺发育情况

由表 4 可知, A 组亲鱼性腺于 5 月 26 日开始发育,其特征是亲鱼腹部明显隆起,由腹前向腹

后延伸,呈圆锥状,开始产卵时间为 9 月 10 日, A 组性腺开始发育时间和开始产卵时间分别比 B 组提前 19 d 和 6 d; A 组亲鱼于 10 月 3 日结束产

卵,产卵持续时间为 24 d,而 B 组于 9 月 26 日结束产卵,产卵期为 11 d,不足 A 组一半。结果表明,沙蚕等鲜活饵料能促使更多的半滑舌鲷雌鱼较快达到性成熟,并且能促使亲鱼较早产卵,延长产卵期,进而达到高产的目的。

由表 5 可知,A 组亲鱼性腺发育成熟即产卵

的尾数为 118 条,成熟率高达 59.60%,B 组成熟率较低,仅为 33.84%;A 组亲鱼产卵后死亡 11 尾,B 组亲鱼产卵后死亡有 28 尾,死亡比例高达 41.79%,比 A 组高出 32.47%,B 组亲鱼产后死亡率仅为 9.32%。结果表明,A 组亲鱼性腺发育较好,产后死亡率较 B 组有大幅度降低。

表 4 亲鱼性腺发育时间和产卵时间对比

Tab. 4 Comparison of the time of gonad development and spawning of parent fish

组别	性腺发育时间	开始产卵时间	产卵结束时间	产卵期/d
A	5 月 26 日	9 月 10 日	10 月 3 日	24
B	6 月 14 日	9 月 16 日	9 月 26 日	11

表 5 亲鱼性腺成熟情况和产后死亡情况对比

Tab. 5 Comparison of the condition of gonad development and death

组别	亲鱼总数	成熟尾数	产后死亡数	成熟率/%	死亡率/%
A	198	118	11	59.60	9.32
B	198	67	28	33.84	41.79

2.3 亲鱼产卵情况

在两组亲鱼体重相近的情况下,两组亲鱼平均产卵量、受精卵平均上浮卵量和平均上浮率差异较大(表 6)。A 组和 B 组亲鱼平均产卵量分别为 411.3 mL 和 350.7 mL,A 组高出 B 组 60.6 mL;平均上浮卵量方面,A 组相对 B 组优势也比

较明显,分别为 263.2 mL 和 192.0 mL,A 组比 B 组高出 71.2 mL;类似地,受精卵平均上浮率方面,A 组比 B 组高出 13.32%,两组分别为 80.97% 和 67.65%。结果表明,半滑舌鲷经沙蚕强化培育后,卵子质量得到极大改善,亲鱼产卵量和上浮卵量以及平均上浮率均有大幅度提高。

表 6 亲鱼产卵情况比较

Tab. 6 The comparison of spawning condition of spawners

(M ± S. D)

组别	平均体重/kg	平均产卵量/mL	平均上浮卵量/mL	平均上浮率/%
A	1.87 ± 0.40	411.3 ± 113.4	263.2 ± 63.9	80.97 ± 7.54
B	1.76 ± 0.34	350.7 ± 92.0	192.0 ± 44.88	67.65 ± 11.34

2.4 受精率、孵化率和畸形率统计

两组亲鱼平均受精率、平均孵化率和平均畸形率差异较大(图 1)。由图可知,A 组和 B 组平均受精率分别为 60.37% 和 47.29%,A 组比 B 组高出 13.08%;平均孵化率方面,A 组的优势更为明显,为 53.28%,B 组为 22.40%,A 组是 B 组的 2.38 倍。两组畸形率都较低,分别为 2.36% 和 4.73%,但 A 组畸形率不足 B 组一半。结果表明,亲鱼经沙蚕等鲜活饵料强化培育后,受精率和孵化率均有明显提高,而畸形率也有降低。

3 讨论

3.1 沙蚕的营养价值及在半滑舌鲷亲鱼培育中的作用

沙蚕在分类学上属环节动物门,繁殖季节为 5-6 月和 9-10 月,繁殖后便死亡。沙蚕具有很高的营养价值,蛋白质含量高,约占干重的 66.75%^[9],含有较高的高度不饱和脂肪酸(HUFA),尤其是花生四烯酸(ARA),可以促进半滑舌鲷性腺发育。沙蚕体内所含有的氨基酸种类

非常齐全,必需氨基酸种类丰富,含量高,并且含有多种维生素和矿物质^[10-12],其总体的营养价值超过了国产鱼粉^[13]。沙蚕体内丰富的营养物质可以极大地满足半滑舌鲷亲鱼生长和卵巢发育需求。另有研究表明,沙蚕体内含有孕酮和17 α -羟基孕酮两种孕激素^[14],这两种激素可以促进卵母细胞的合成和成熟,故用沙蚕饲喂半滑舌鲷亲鱼,有助于卵子快速成熟。此外,在投喂半滑舌鲷亲鱼配合饵料的同时饲喂沙蚕能增强亲鱼的食欲,提高饵料利用率,加快生长,提高免疫力和抵抗力^[15]。

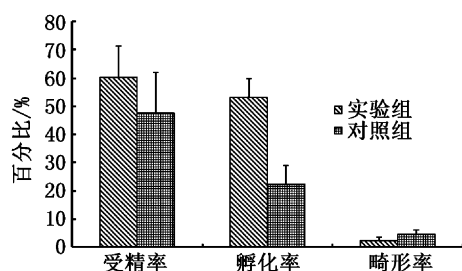


图1 受精率、孵化率和畸形率比较

Fig. 1 Comparison of mean fertilization rate, mean hatching rate and malformation rate

3.2 半滑舌鲷亲鱼需进行人工催产的原因及催产技术

自然条件下,由于半滑舌鲷食物组成很复杂,可以满足其性腺发育的需要。然而在人工养殖条件下,由于受到饵料来源的限制,绝大多数育苗场以投喂人工配合饲料为主,很少投喂鲜活饵料^[16]。而人工配合饲料中的营养物质往往只能满足其身体生长的需要,却难以满足性腺正常发育的需要,这也是半滑舌鲷亲鱼需要进行人工催产的一个主要原因,往往需要通过人工注射激素进行促熟和催产。

目前,关于半滑舌鲷人工催产技术的研究极少,仅杨景峰等^[8]对半滑舌鲷人工催产做了一定研究,结果表明多种激素及其组合均能产生良好的催产效果,其中LRH-A3 + DOM效果最好,除人工催产亲鱼所产卵的卵径明显低于自然产卵的卵径之外,两者受精率、出卵率和孵化率无显著差异。人工催产过程中,产卵时间的判断尤为重要,目前的主要判断方法为,首先观察亲鱼性腺,可以进行催产的亲鱼性腺发育较饱满,其次是用手抚摸亲鱼性腺,半滑舌鲷雌性性腺通常是前半部分性腺首先发育成熟,成熟的性腺较软。

当性腺前半部分较软,后半部分较前半部分稍硬的时候,可进行人工催产。

催产后亲鱼整个性腺将在36~48 h后成熟,此时便可进行人工采卵授精。半滑舌鲷属分批成熟多次产卵性鱼类^[17],但进行人工催产后,产卵时间较集中,每条亲鱼产卵基本上可以在6~12 h内完成。

本研究中对实验组的半滑舌鲷雌性亲鱼也进行了人工注射催产激素,但仅为正常剂量的1/5~1/4,这并不影响实验结果的准确性。半滑舌鲷雌性亲鱼经过沙蚕和肌肉等强化培育后,理论上已经达到了自然条件下其性腺发育的程度,能够实现自然产卵,并且是分批产卵。若让其自然产卵,需人工进行分批次的收集卵子,不仅耗时费力,更重要的是影响结果的准确性。本研究实验组注射少量催产激素的主要目的是使其产卵时间较为集中,方便收集卵子并计算产卵量。故不难推断出,实验组亲鱼产后死亡的主要原因是由于在采卵过程中对亲鱼的损伤所造成的,而不同于对照组亲鱼死亡的主要原因是由于过量注射催产激素造成的。

半滑舌鲷雌性亲鱼经人工催产后,尤其是过量使用催产激素,死亡率较高,根据各育苗场技术人员反应,亲鱼死亡率在30%~50%不等,与本研究中对对照组数据(41.79%)显示相符,经过二次催产的或体质较差的亲鱼,其死亡率甚至超过80%,给生产带来较大的损失,相比半滑舌鲷雌鱼自然性成熟或注射少量催产激素后人工采卵授精,亲鱼死亡率不足10%,远远低于人工催产亲鱼死亡率,本研究中实验组亲鱼产后死亡率仅为9.32%。因此,本研究可以有效避免生产产量降低。

3.3 亲鱼产卵后死亡原因探讨

实际生产过程中,由于各方面条件的限制,半滑舌鲷亲鱼通常很难实现自然产卵,绝大多数情况下需对其进行人工催产,催产激素注射量需要根据经验判断,加之每条亲鱼对激素的敏感程度各不相同,稍有不慎便可导致亲鱼难产,这种情况下挤出的卵子量较少,且卵质差,有少数亲鱼挤不出卵子或挤出来的卵子已经化水,亲鱼产卵后极易死亡,这是亲鱼产后死亡的主要原因。本实验中,亲鱼经沙蚕强化培育后,注射少量催产激素便可实现亲鱼的顺产,即亲鱼在预定时间

(通常为 36~42 h)内卵子全部排空,轻压腹部后没有或仅有极少量卵粒流出。

半滑舌鲷雌性亲鱼产卵后易死亡的另一重要原因是亲鱼产卵期间摄食较少,身体中大量营养集中于卵子,产卵后由于自身消耗过度,以及自身对外界不良环境的适应能力较差,可引起死亡。因此亲鱼产卵后应加强产后护理。另外,由于半滑舌鲷性情暴躁,对环境和人工操作的应激反应强烈,尤其是怀卵亲鱼更是娇弱,人工采卵过程中容易造成亲鱼受伤,进而导致死亡。因此产后需对亲鱼应进行消毒处理(抹抗菌药或注射针剂),然后放入干净适温海水中静养。

目前尚无避免半滑舌鲷亲鱼产卵后死亡的有效措施,通过营养强化增强亲鱼体质和投喂沙蚕等鲜活饵料模拟其自然摄食规律促进性腺发育以及避免或减少催产激素用量为可行的途径。

3.4 半滑舌鲷亲鱼生长及产卵情况

本实验中,A组亲鱼用沙蚕等鲜活饵料经过4个月的培育,平均体重由1.25 kg增长至1.85 kg,净增重0.60 kg,日增重为4.92 g/d,B组体重由1.29 kg增长至1.63 kg,日增重为2.79 g/d,A组日增重为B组的1.76倍,实现了亲鱼的快速生长。目前关于半滑舌鲷生长的研究较少,陈松林等^[2]于2010年通过建立半滑舌鲷家系并对鱼苗生长性能进行了测定,发现两个家系日增重分别为0.260 g/d和0.246 g/d,并将这两个家系确定为快速生长家系。但通常情况下成鱼生长速度更快,据数养殖场多名养殖技术人员介绍,2龄半滑舌鲷成鱼4个月净增重通常可达0.3~0.4 kg,而本实验中A组亲鱼用沙蚕等经过强化培育后,4个月净增重可达0.60 kg,具有明显的生长优势。

本研究通过沙蚕等鲜活饵料对半滑舌鲷亲鱼进行强化培育,并获得了良好的产卵效果。亲鱼卵质明显改善,具体表现为产卵量、上浮卵量、受精率和孵化率均有明显提高,初孵仔鱼畸形率极低,其中受精卵平均上浮率高达80.97%。木云雷和宋广军^[7]于2007年对半滑舌鲷亲鱼培育的研究发现,亲鱼的产卵量、受精率和孵化率随亲鱼年龄的增长而提高,通常情况下亲鱼的年龄越大,体重便越大,并且体重和产卵量呈正相关(图2),即体重较大的亲鱼产卵量明显高于体重较低的亲鱼。故在半滑舌鲷育苗过程中为实现

更高的鱼苗产量,应尽量培育或选用体重较大的亲鱼来繁殖后代。

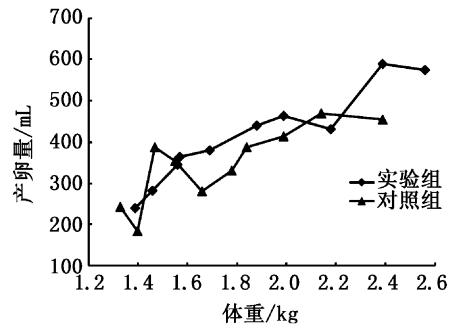


图2 亲鱼产卵量和体重的关系

Fig. 2 The relevance between fecundity and body weight

本研究中的培育方法主要针对半滑舌鲷雌鱼,对其生长和产卵情况进行了详细的研究。但在实验过程中我们发现,雄鱼精液质量对受精率和孵化率也有较大影响,这也是二者一直未能达到更高水平的一个主要原因,因此今后在关注卵子质量的同时,更加注重半滑舌鲷雄鱼的强化培育方法的研究,进而进一步提高受精率和孵化率。

参考文献:

- [1] 孙中之,柳学周,徐永江,等. 半滑舌鲷工厂化人工育苗工艺技术研究[J]. 中国水产科学,2007,14(2):244-248.
- [2] 陈松林,杜民,杨景峰,等. 半滑舌鲷家系建立及其生长和抗病性能测定[J]. 水产学报,2010,34(12):1789-1794.
- [3] 陈松林,李文龙,季相山,等. 半滑舌鲷三倍体鱼苗的人工诱导与鉴定[J]. 水产学报,2011,35(6):925-931.
- [4] 李文龙,陈松林,季相山,等. 半滑舌鲷四倍体鱼苗的诱导与鉴定[J]. 中国水产科学,2012,19(2):196-201.
- [5] 田永胜,陈松林,季相山,等. 半滑舌鲷精子冷冻保存[J]. 渔业科学进展,2009,30(6):97-102.
- [6] 柳学周,孙中之,马爱军,等. 半滑舌鲷亲鱼培育及采卵技术研究[J]. 海洋水产研究,2006,27(2):25-32.
- [7] 木云雷,宋广军. 半滑舌鲷亲鱼培育技术研究[J]. 水产科学,2007,26(10):535-538.
- [8] 杨景峰,陈松林,翟介明,等. 半滑舌鲷人工催产技术的研究[J]. 内蒙古民族大学学报:自然科学版,2010,25(2):185-190.
- [9] 邹文秀,赵清良,归鸿,等. 双齿围沙蚕应开发利用[J]. 饲料研究,1992(1):22-23.
- [10] 吴玉刚,庞存枫,温山鸿,等. 疣吻沙蚕营养成分分析与评

- 价[J]. 水利渔业, 2006, 26(3): 86-88.
- [11] 刘向辉, 戈峰, 潘卫东. 沙蚕组织内几种营养成分的分析[J]. 中国海洋药物, 2002, 90(2): 35-41.
- [12] 黄晓春, 苏秀榕, 苏月萍. 沙蚕和星虫的营养成分研究[J]. 水产科学, 2005, 24(6): 10-11.
- [13] 滕瑜, 王印庚, 王彩理. 沙蚕的营养分析与功能研究[J]. 海洋科学进展, 2004, 22(2): 215-218.
- [14] MEUNPOL O, IAM-PAI S, SUTHIKRAI W, et al. Identification of progesterone and 17 α -hydroxyprogesterone in polychaetes (Perinereis sp.) and the effects of hormone extracts on penaeid oocyte development in vitro[J]. Aquaculture, 2007, 270(1/4): 485-492.
- [15] 张新明, 张永明. 沙蚕的营养价值及其在水产养殖中的应用[J]. 河北渔业, 2008(12): 47-48.
- [16] 常杰, 李树国. 沙蚕在半滑舌鳎亲鱼培育中的重要作用[J]. 科学养鱼, 2010(10): 64-65.
- [17] 陈彩芳, 温海深, 陈晓燕, 等. 人工养殖半滑舌鳎卵巢发育及其产卵类型研究[J]. 海洋科学, 2010, 34(8): 29-34.

Study on the method of quick cultivation of female parental half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*) with nereid

LI Yang-zhen¹, LIU Yang^{1,2}, FAN Cai-xia^{1,2}, WANG Tian-zi¹, CHEN Chang-cheng³, LI Zhong-ming³, LI Qing-hua⁴, CHEN Song-lin¹

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, MOA, Yellow Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Qingdao 266071, Shandong, China; 2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. Sanxin Marine Seeding Industry and Experimental Station, Weifang 261300, Shandong, China; 4. Haiyang Yellow Sea Aquatic Product Co., Ltd, Yantai 265122, Shandong, China)

Abstract: We have cultivated the female broodstock of half-smooth tongue sole intensively by using nereid from 11th April 2012 to 3rd October 2012. It turned out that the females grew rapidly and the gonad development had been brought forward, the duration of spawning had been extended, egg laying amount, fertilization rate, hatching rate, etc. had risen notably, and mortality rate had a significant reduction which was the most important. After 4 months culturing, the average body weight of Group A rose from 1.25 kg to 1.85 kg, the net gain and average daily gain were 0.6 kg and 4.92 g/d respectively, which were significantly higher than those of Group B, which were 0.34 kg and 2.79 g/d respectively. Before spawning, 118 individuals had matured, the mature rate was 59.60%. However, only in 67 individuals in Group B the gonad had matured, the mature rate was 33.84%. In Group A, 11 individuals were dead, the mortality rate was 9.32%, by contrast, there were 28 individuals dead and the mortality rate was 41.79%, which was much higher than 32.47% over Group A. Gonad of parental fish of Group A began to develop on 26th May, which was 19 days earlier than Group B, and it began to spawn on 10th September, which was 6 days earlier. The spawning duration of Group A was 24 days, 13 days were extended compared with Group B. Mean fecundity and mean floating eggs were 411.3 mL and 263.2 mL separately, which was 60.6 mL and 71.2 mL higher than Group B respectively, also the average of floating rate of Group A (80.97%) was notably higher than Group B (67.65%). The fertilization rates of the 2 groups were 60.37% and 47.29% separately. Group A was 13.08% higher than Group B. The hatching rates of the 2 groups were 53.28% and 22.40%, Group A was 2.38 times as much as Group B. Both of the 2 groups' aberration rates were low, 2.36% and 4.73% separately, however, Group A was less than half of Group B.

Key words: *Cynoglossus semilaevis*; nereid; fecundity; mortality rate; fertilization rate; hatching rate