

栉江珧(*Atrina pectinata*)催产方法及 幼虫培养条件*

郑言鑫^{1,2} 杨爱国^{1①} 吴彪¹ 孙秀俊¹ 周丽青¹
李东明^{1,2} 董迎辉³

- (1. 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071;
2. 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306;
3. 浙江省水产种质资源高效利用技术研究重点实验室 浙江万里学院 宁波 315100)

摘要 为探究江珧亲贝的最佳催产方法及减少工厂化育苗过程中栉江珧幼虫上浮粘连现象,分别研究了不同催产方法对受精率和胚胎发育的效果,不同培育密度和培育方式对幼虫生长发育的影响。结果显示,阴干4 h后用升温3℃的次氯酸钠中和海水,可诱导亲贝大量排放精卵。并且对卵子受精及胚胎发育影响较小。幼虫培养实验结果显示,幼虫最适培育密度为1 ind/ml,在降低幼虫培育密度的同时,在培育池内安装造浪泵,使培育水体流动起来,能够有效减少幼虫的相互粘连提高幼虫的成活率。

关键词 栉江珧;催产;胚胎发育;幼虫培育;上浮粘连

中图分类号 Q178.53 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)06-0127-07

栉江珧(*Atrina pectinata*)是一种广泛分布于温、热带近海海域的大型底栖双壳贝类,在我国北起辽东半岛南至琼州海峡均有分布,具有较高的经济和药用价值(王如才等, 2008)。我国学者对于栉江珧的研究大约开始于20世纪60年代,已有的资料主要集中在分类学、形态学、资源、生化和繁殖生物学等方面(王祯瑞, 1995; 王如才等, 2008; 谢开恩等, 1980; 江宇等, 1981; 余祥勇等, 1999; 王梅芳等, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d; 邱盛尧等, 2000),关于栉江珧人工催产和幼虫培育条件的研究报道较少(林笔水, 1987; 郭世茂等, 1987; 曾祥玲等, 2005; 周维武等, 2006)。Leal-Soto等(2011)报道了有关*Atrina maura*的养殖研究获得了成功,并且指出江珧科其他物种也适合作为养殖品种进行广泛的养殖。目前,栉江珧人工育苗还处于试验阶段(任建峰等, 2005),尚未见大规模人工育苗成功的报道,存在的主要难题是栉江珧自然排放产卵量低不能满

足生产需要,人工催产困难;幼虫上浮粘连会导致幼虫大量死亡(张红云等, 2009)。因此开展规模化人工育苗技术的研究,解决人工育苗的技术瓶颈是保障栉江珧资源可持续利用和发展的重要措施。

本文研究了不同人工催产方法对亲贝产卵率和受精率的影响,不同幼虫培育密度与培育方法对幼虫生长成活率的影响,旨在实现栉江珧大规模人工育苗提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 亲贝来源及促熟

亲贝于2014年5月采自山东海区,选择活力强、贝壳无破损的栉江珧(壳长20 cm以上),将表面洗刷干净置于室内升温促熟。亲贝培养密度为5 ind/m³,投喂硅藻、小球藻、扁藻混合饵料,每天投喂3~4次,

* 青岛市战略性新兴产业培育计划项目(13-4-1-60-hy)和浙江省水产种质资源高效利用技术研究重点实验室开放基金资助项目(KL2013-3)共同资助。郑言鑫, E-mail: zhengyanxin1989@163.com

① 通讯作者: 杨爱国, 研究员, E-mail: yangag@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2014-12-09, 收修改稿日期: 2014-12-30

根据亲贝的摄食情况适量增减饵料,每天定时投喂螺旋藻对亲贝进行营养强化。促熟初始温度为 16℃,暂养 2 d 后以每天升温 0.5℃ 的幅度进行升温促熟,期间连续升温 5 d 后恒温稳定 2 d 再升温,升至 23℃ 恒温培育至性腺成熟,显微镜下检查亲贝性腺的成熟程度。

1.2 不同催产方法

选取性腺发育成熟的栉江珧雌、雄亲贝各 90 只,均随机分成 S1、S2、S3 三组,每组 3 个重复,催产在 200 L 圆形塑料桶中进行。

将三组亲贝同时进行阴干和流水刺激,具体如下:将所有亲贝扇面向下倒置于阴凉处 2 h 使其充分失水后,平放 2 h,然后将亲贝移至流水(温度 22℃)中刺激 0.5–1 h。

各组处理如下: S1 组为 26℃ 海水刺激; S2 组为硫代硫酸钠中和后的次氯酸钠(20 mg/L) 26℃ 海水刺激; S3 组为经过紫外线照射的 26℃ 海水刺激,剂量为 750 mW·h/dm³,照射剂量(mW·h/dm³)=紫外线灯管总功率(mW)×照射时间(h)÷被照射水体(dm³)。

其中 S2 组,向每升 26℃ 海水中加入 20 mg 次氯酸钠,处理 12 h 后用硫代硫酸钠中和。精卵排放后,同组精卵混合进行人工授精,每隔 0.5 h 搅动 1 次,直至发育至具有游泳能力的担轮幼虫,胚胎孵化温度为 24℃。测定受精率、胚胎孵化率时,将样品水体混合均匀后取 5 ml 在显微镜下计数,根据以下公式计算各指标,各组中每个重复计数 3 次,统计分析各组卵子的受精及胚胎发育状况。

产卵率=产卵的雌贝数/亲贝总数×100%

排精率=排精的雄贝数/亲贝总数×100%

受精率=分裂受精卵个数/卵子总数×100%

胚胎孵化率=担轮幼虫个数/受精卵总数×100%

另取性腺发育成熟的雌、雄亲贝各 10 只,人工解剖获得卵子和精子,经过滤海水冲洗干净后在温度为 24℃ 的氨海水(氨水浓度为 0.05‰–0.1‰)中人工授精,受精后每 30–50 min 换水清洗 1 次,清洗 3 次,每隔 0.5 h 搅动 1 次,直至幼虫具有游泳能力,取样方法同上,统计分析受精率和胚胎孵化率。

1.3 不同培养密度对幼虫发育的影响

为研究培养密度对幼虫成活率的影响,本研究采用单因素多水平试验进行幼虫不同培养密度的研究。密度梯度分别为: 0.5、1、2、4、7、10 ind/ml,分别编号为 D1、D2、D3、D4、D5、D6,每个梯度 3 个平

行。幼虫培育在 200 L 圆形塑料桶中,保持连续充气培育,每天早晚各换水 1 次,换水后投喂金藻(注意观察幼虫胃内含物的状况及时增减饵料),每隔 2 d 倒桶 1 次,并观察记录幼虫的生长成活状况。取样时将样品水体混合均匀,取 40 ml 显微镜下计数,各组中每个重复计数 3 次。

成活率=幼虫密度/幼虫初始密度×100%

1.4 不同培养方式对幼虫成活率的影响

为有效解决工厂化育苗过程中幼虫上浮粘连等问题,研究了不同幼虫培养方式对幼虫存活和粘连的作用效果。实验用幼虫培育池规格为: 5 m×3 m×1 m,培养密度为 1 ind/ml。培养方式分 C1、C2、C3、C4 四种不同的模式,每组 3 个平行。具体为: C1 组,在培育池底均匀安放 6 个气石,避免充气死角; C2 组,在培育水体上层的水泥池上分别安装 4 台造浪泵,造浪泵交错相对安装(图 1),使培育水体流动起来; C3 组,将 6 根气线直接放入培育池底充气,气线末端均匀摆放在培养池中,避免充气死角; C4 组,在培育池一角中上层安装 1 台射流泵,通过射流泵使水体流动起来,获得单方向的顺时针水流。C1、C3 组用风量为 12.5 m³/min、风压为 467 kPa 的罗茨鼓风机充气。C2 组造浪泵设备型号: JVP-402,生产厂家: 森森集团股份有限公司,功率: 48W,最大流量: 24000 L/h。C4 组射流泵最大流量: 1×10⁵ L/h。投饵等日常管理如 1.3 中所述,取样、统计方法与不同密度组实验相同,统计分析幼虫成活率。

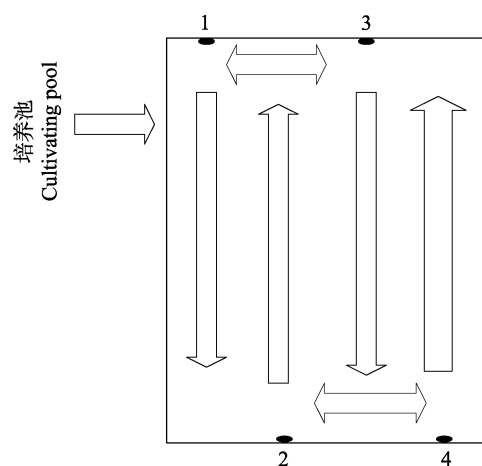


图 1 培养池中造浪泵安装位置

Fig.1 The position of the wave machine in cultivating pool

(1、2、3、4 为造浪泵的安装位置,箭头表示水流方向)
(1、2、3、4 is the location of the surf pump, arrows indicate the direction of water flow)

2 结果

2.1 不同催产方法效果比较

催产方法对精卵排放、受精率、胚胎发育的影响, 结果如图 2 所示。S2 组, 中和的次氯酸钠升温海水对栉江珧雌、雄亲贝的催产效果最好, 平均产卵率和排精率分别为 56.67% 和 63.33%; S3 组, 紫外线升温海水催产效果次之, 平均产卵率为 43.33%, 排精率为 56.67%; 升温海水效果较差, 平均产卵率、排精率分为 36.67%、43.33%; SPSS 分析显示: 产卵率方面, S1 与 S2、S3 组差异显著($P < 0.05$), S2 组与 S3 组差异不显著($P > 0.5$); 排精率方面, S2 组与 S1、S3 组差异显著($P < 0.05$), 而 S1 组与 S3 组差异不显著($P > 0.05$)。在受精率方面, 升温海水处理组较好, 受精率为 81.51%, 中和的次氯酸钠处理组次之(79.81%), 紫外线水最差(67.08%), S1 组与 S2 组差异不显著($P > 0.05$), S3 组与 S1、S2 组差异显著($P < 0.05$)。S1、S2、S3 三组受精卵在 24℃ 海水中孵化, 取样观察各组胚胎发育状况, 升温海水和中和的次氯酸钠处理组胚胎发育率分别为 79.91% 和 77.88%, 差异不显著($P > 0.05$), 但与紫外线水组(胚胎发育率为 61.49%)差异显著($P < 0.05$)。不同催产方法下每只亲贝排放配子量结果如图 3 所示, S1 组中雌贝平均产卵量为 1.26×10^7 粒/只, 雄贝排精量为 3.94×10^8 粒/只; S2 组产卵量为 1.97×10^7 粒/只, 排精量为 4.93×10^8 粒/只; S3 组, 产卵量为 2.18×10^7 粒/只, 排精量为 4.86×10^8 粒/只。S2、S3 组平均产卵量和排精量差异不显著($P > 0.05$), 但与 S1 组差异显著($P < 0.05$)。

解剖获得的精子和卵子清洗混合后, 卵子的受精

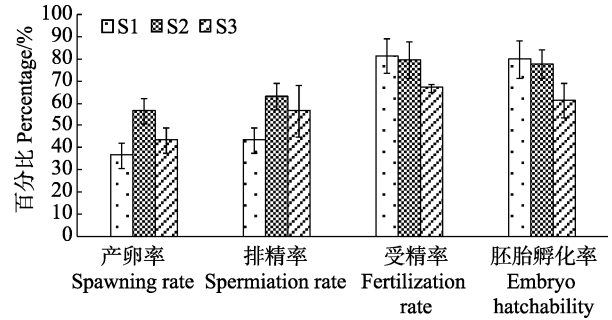


图 2 不同催产方法对配子排放及受精率、孵化率的影响
Fig.2 The effects of different methods on spawning and spermiation rate, fertilization rate and embryo hatchability

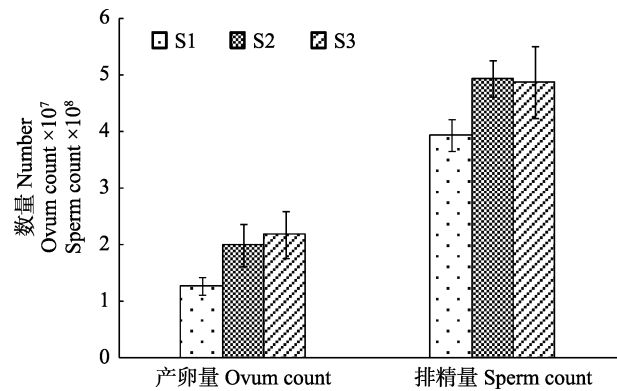


图 3 不同催产方法得到的配子量(平均每亲贝)
Fig.3 The amount of gametes induced by different methods (the average individual)

率比较低, 仅为 62.47%, 其胚胎孵化率也较低, 且胚胎发育畸形率较高, 虽然小部分能发育到 D 形幼虫, 但是 D 形幼虫初期成活率较低。

2.2 不同培养密度对幼虫发育的影响

幼虫在不同密度培养下的成活率如图 4 所示。结

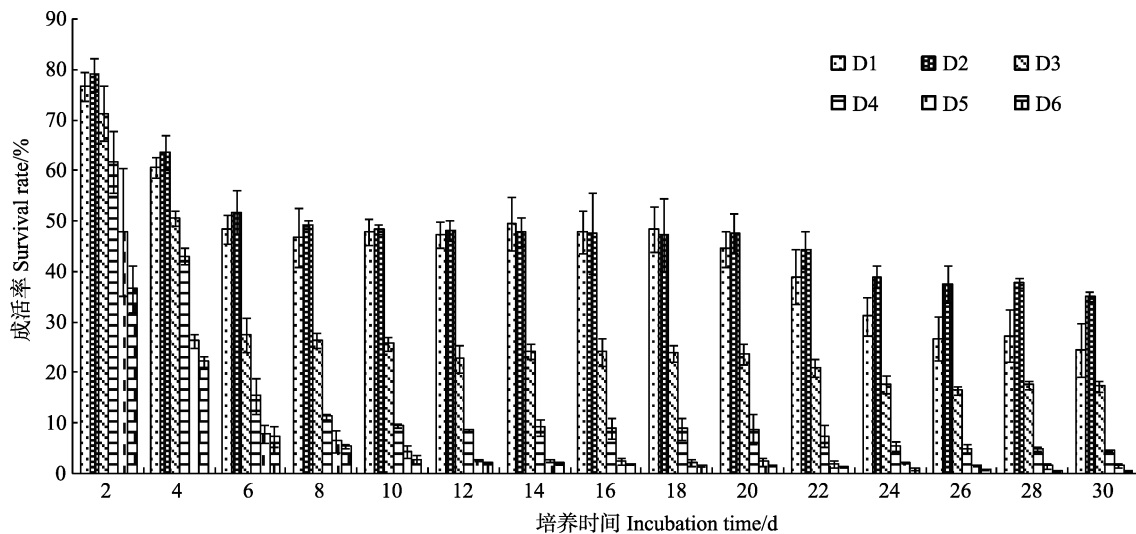


图 4 不同培养密度培养幼虫成活率变化
Fig.4 Survival rates of *Atrina pectinata* larvae at different stocking densities

果显示,各组幼虫在孵化0–6 d出现第1个死亡高峰,密度较低的D1、D2、D3和D4组存活率基本保持稳定,而密度较高的D5和D6组在6 d后成活率继续降低,至10 d基本稳定,但D4组成活率低。各组幼虫的第2个死亡高峰出现在孵化后20–24 d,此时高密度D5、D6组几乎全部死亡。SPSS分析结果显示,D1组与D2组成活率0–20 d差异不显著($P>0.05$),20–30 d成活率差异显著($P<0.05$),D2组与D3、D4、D5、D6组成活率差异显著($P<0.05$),D3组与D4、D5、D6组除第2天成活率差异显著($P<0.05$),D4组与D5、D6组成活率差异显著($P<0.05$),D5与D6组除第4天外,差异都不显著($P>0.05$)。

不同密度下幼虫平均生长变化如图5所示。研究表明,幼虫在前期1–12 d生长相对较慢,后期14–28 d生长较快。发育前期不同密度组壳长相差并不大,随着培养时间的增长,幼虫壳长差别逐渐变大。SPSS分析结果显示,前2 d各密度组间平均壳长差异不显著($P>0.05$),D1与D2组除第18天外差异均不显著($P>0.05$),D2与D3组除第14–18天外差异均不显著($P>0.05$),D2组与D4组从第10天开始平均壳长差异显著($P<0.05$),D2组与D5、D6组从第2天开始平均壳长差异显著($P<0.05$),D5与D6组平均壳长差异不显著($P>0.05$)。D4、D5、D6三组在培养20 d以后其平均壳长明显小于D1、D2、D3三组,且差异显著($P<0.05$)。

综上所述,培育密度为1 ind/ml时的生长最快,成活率高,最终为35.00%,密度为0.5 ind/ml(最终成活率为24.44%)和2 ind/ml(最终成活率为17.22%)次之,其他高密度培养的幼虫成活率较低、生长慢,且密度越高成活率越低。

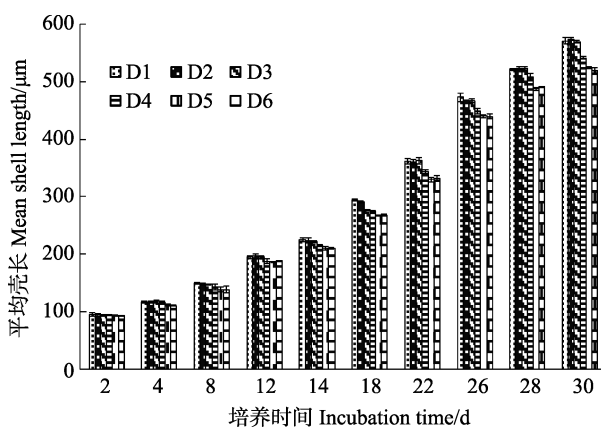


图5 不同培养密度条件下幼虫壳长变化
Fig.5 Shell length of *Atrina pectinata* larvae at different stocking densities

2.3 不同培养方法对幼虫成活率的影响

在水泥池中采用不同培养方式培养栉江珧幼虫,通过测定密度变化计算其成活率,结果如图6所示。幼虫期0–6 d都有一个明显的死亡高峰,而后C2、C3组成活率稳定,C1、C4组成活率持续下降,直至几乎完全死亡。结果显示,C2组安装造浪泵培养效果较好,C3组无气石充气培养效果次之,C1组气石充气 and C4组安装射流泵培养效果较差。SPSS分析结果显示,C2组与C1、C3、C4组成活率差异显著($P<0.05$),C3组与C1、C4组之间成活率差异显著($P<0.05$),C1组与C4组差异不显著($P>0.05$)。

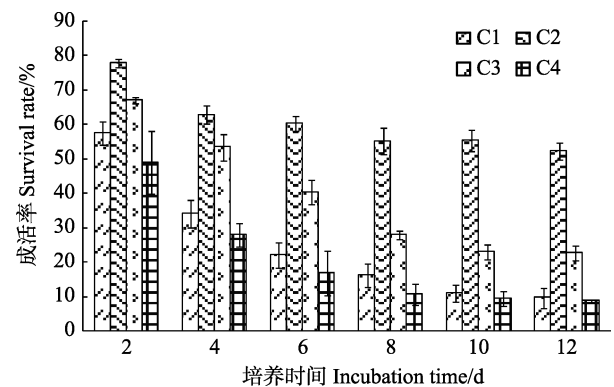


图6 不同培养方法培养前期幼虫成活率变化
Fig.6 Survival rate of early larvae at different cultural methods

3 讨论

3.1 不同催产方法效果比较

本研究表明,用中和的次氯酸钠升温海水对栉江珧亲贝进行催产具有较好的效果,亲贝配子排放率较高,配子排放量大,且对受精卵的胚胎发育影响较小,与其他几种方法差异显著,适合栉江珧工厂化育苗过程中亲贝的催产。紫外线照射海水组效果差,紫外线照射海水可使水中的氧气激发成臭氧,臭氧迅速分解产生原子态氧,原子态氧可与海水中的卤化物反应生成卤代化合物(严正凇等,2007),这些卤代化合物对亲贝产卵排精有一定的刺激作用,但卤代化合物可能对精卵结合及受精卵的胚胎发育也有一定的影响,从而导致卵子受精率低及胚胎发育的畸形率较高。升温海水诱导亲贝排放虽然胚胎发育较好,但是亲贝配子排放率低,产卵量也较少,不适合应用于大规模工厂化育苗。

人工解剖雌、雄亲贝得到的精卵要在氨海水中受精,受精后每隔20–30 min换水洗卵1次,一般换水

2-3 次(曾祥玲等, 2005), 这样可以尽可能的清除杂质, 减少对卵子受精及受精卵胚胎发育的影响。虽然人工解剖亲贝可以获得大量精子和卵子, 但这些精子和卵子并不全是完全成熟的, 其中混有很多未发育成熟的配子, 这些配子往往不能正常受精, 另外解剖得到的一些精子活力也比较差, 最终导致得到的受精卵胚胎发育率较低, 畸形率较高。

栉江珧 1 龄即可性成熟(邱盛尧等, 2000), 因此选择亲贝时注意挑选 1 龄以上的作为亲贝, 确保亲贝性腺可以发育成熟。催产前处理时, 阴干要先将亲贝倒立, 这样可以使种贝体内的水分充分流失, 但是倒立时间不超过 2 h, 否则会使亲贝失水过多, 不利于亲贝的排精产卵, 甚至还会导致亲贝死亡。升温海水一般要求高于培育温度 3-4℃(于瑞海等, 2010), 这样对亲贝的刺激效果较好。刺激亲贝产卵时, 刺激不应过大, 否则亲贝会将未成熟的生殖细胞排出, 造成受精率及胚胎发育率较低。将精卵混合时, 应密切观察加入精子的量, 精子过少卵子不能受精, 精子过多造成多精入卵导致胚胎畸形率过高。

3.2 幼虫培养密度对幼虫发育的影响

在不同密度培养幼虫的试验中, 出现两个死亡高峰, 由于幼虫间的粘连及由幼虫开始进入壳顶期, 形成了幼虫前 6 d 出现的第 1 个死亡高峰, 幼虫在培养 24 d 左右开始由壳顶幼虫后期进入匍匐幼虫期, 形成第 2 个死亡高峰。栉江珧幼虫培养密度越高, 幼虫粘连现象越严重, 因此高密度组幼虫成活率较低。高密度组由于前期的相互粘连造成幼虫的面盘损伤及水体中碎屑较多, 换水倒池也无法将其彻底去除, 使得幼虫在后期成活率较低。在栉江珧幼虫培养过程中降低幼虫的密度, 可以降低幼虫相遇的几率, 一定程度上减少粘连。因此低密度培养有较高的成活率, 但是密度过低不利于大规模苗种生产。

研究各密度组幼虫的生长发现, 按照平均壳长的变化可分为两个阶段: 慢速生长期(1-12 d)和快速生长期(14-28 d), 在培养幼虫第 12 天, 高密度 D4、D5、D6 组与 D1、D2、D3 组的平均壳长开始出现显著差异, 发育延缓现象逐渐明显。高密度培养栉江珧幼虫会加剧幼虫间及幼虫与碎屑间的粘连, 幼虫粘连导致幼虫面盘不能游动无法摄食, 影响幼虫的生长, 最终导致幼虫发育迟缓甚至死亡。不同密度组幼虫前期虽然平均壳长差异不显著, 但是各密度组成活率差异显著, 后期高密度组发育延缓现象明显, 因此幼虫不适合高密度培养。

幼虫培养密度的合理安排对工厂化育苗至关重要,

培养密度过高影响浮游幼虫的生长、存活及附着变态, 最终导致幼虫培育时间延长甚至幼虫死亡; 培养密度过低, 幼虫虽然成活率较高, 但是不利于工厂化苗种培育。栉江珧幼虫有粘连的习性, 控制栉江珧幼虫培养密度是解决幼虫上浮粘连问题的关键(王海涛等, 2006)。实验证明, 幼虫培育最佳密度为 1 ind/ml。此密度条件下, 既能提高栉江珧幼虫成活率又能充分利用培育水体, 适合应用于大规模苗种生产。

3.3 幼虫培养方式对幼虫成活率的影响

在幼虫培养池中上层加装造浪泵, 使培养池中的海水流动起来模拟幼虫在自然条件下的生活状态。水流可以将粘连在一起的幼虫冲散开, 减少幼虫的粘连, 从而减少幼虫因粘连而造成的死亡; 而海水本身起到一定的缓冲作用, 可以减少造浪泵对幼虫的损伤, 培养幼虫效果较好。射流泵虽然也能形成水流, 但是射流泵喷射出的水流带有大量小气泡, 这些气泡会将水中的碎屑等杂质聚集起来, 幼虫更加容易和这些碎屑粘连在一起导致幼虫的死亡。带气石充气也会在水里形成小气泡, 但其数量相对射流泵较少, 造成幼虫粘连也较少。此外, 这种方式对水体的搅动效果较差, 水体流动性相对较差, 幼虫彼此相遇机会较大, 因此栉江珧幼虫的成活率也较低。无气石充气方式是将气线直接放入池底, 在水体中形成较大的气泡, 这种充气方式比较剧烈, 培育水体在一定程度上被搅动起来, 因此相对带气石充气培养方式效果较好。另外采用无气石充气方式培养幼虫时, 应该注意气线的摆放位置, 一定要将气线摆放均匀, 使培养池中的水充分流动起来。与 200 L 圆形塑料桶相比, 水泥池气石充气培养效果较差, 因 200 L 圆形塑料桶水体较小, 充气能使海水充分的搅动起来, 幼虫粘连现象相对较少, 而水泥池培养水体较大, 充气不能使水体充分搅动, 幼虫粘连现象明显, 因此水泥池培养效果相对较差。不同培养方法培养幼虫, 8 d 以后成活率基本稳定, 而无气石充气组和射流泵组的成活率低, 幼虫培养池内幼虫密度很低, 此时实验结果误差较大, 实验结果即可说明问题, 因此不同培养方法实验培养幼虫 12 d。在栉江珧幼虫培养池安装造浪泵模拟栉江珧幼虫在自然条件下的生活状态, 可以减少幼虫的粘连, 提高幼虫的成活率, 适合工厂化育苗中幼虫的培育。

幼虫上浮粘连是栉江珧不同于其他贝类幼虫的一个显著特征, 同时也是目前制约栉江珧工厂化育苗最突出的问题之一。浮游期的幼虫面盘会分泌一些黏液, 导致幼虫之间及幼虫和碎屑之间相互粘合在一起无法游动摄食, 造成幼虫的大量死亡, 死亡的幼虫会

破坏水质,从而进一步加剧幼虫死亡,最终导致幼虫成活率进一步降低。

栉江珧幼虫从 D 形幼虫开始到附着变态都会漂浮于水表面,形成一层油状的“幼虫膜”(林笔水等,1987)。同时观察到不少漂浮幼虫体内含有气泡,这种现象在 D 形幼虫前期最为明显,且在高密度、高温时培养幼虫分泌黏液相互粘连现象较明显(于瑞海等,2007)。增加换水体积及倒池次数在一定程度上可以减少粘连(于瑞海等,2010),定期施加 1–2 g/m³ 的抗菌素抑菌也可预防幼虫粘连(周维武等,2006)。

栉江珧幼虫培育过程中浮游时间长,要减少其上浮粘连现象的发生,(1)要控制幼虫培育密度,密度一般不超过 1 ind/ml;(2)改进传统的培养方式,借助造浪泵等使培育水体流动起来,模拟幼虫在自然条件下的生活状态,借助海水将幼虫冲散,减少粘连;(3)增加换水量,及时倒池。倒池可以及时清除培育池里的残饵、粪便和其他碎屑,防止幼虫与其发生粘连;(4)保证投喂优质干净的饵料,为幼虫的成长提供保障,如果投喂饵料时带进碎屑杂质会加剧幼虫的粘连死亡。

参 考 文 献

- 于瑞海,王昭萍,李琪,等. 江珧工厂化育苗技术研究. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2007, 37(5): 704–708
- 于瑞海,王昭萍,李琪,等. 栉江珧亲贝室内升温促熟培育技术的研究. 海洋湖沼通报, 2010(1): 31–35
- 王如才,王昭萍. 海水贝类养殖学. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2008, 532–534
- 王海涛,王世党,周维武,等. 栉江珧室内人工育苗技术. 水产养殖, 2006, 27(2): 34–36
- 王祯瑞. 中国近海江珧科的初步研究. 海洋科学集刊, 1995(5): 30–42
- 王梅芳,余祥勇,叶富良. 北部湾及附近海域栉江珧性腺发育研究. 广西科学, 2000a, 7(2): 140–143
- 王梅芳,余祥勇,王如才. 栉江珧生殖细胞的发生. 青岛海洋大学学报(自然科学版), 2000b(3): 441–446
- 王梅芳,余祥勇,杨书婷,等. 无裂栉江珧种内同工酶表型差异的比较研究. 热带海洋, 2000c, 19(4): 45–50
- 王梅芳,余祥勇,杨荣权,等. 二色裂江珧 EST 和 SOD 同工酶组织特异性研究. 湛江海洋大学学报, 2000d, 20(1): 5–8
- 任建峰,杨爱国. 栉江珧研究现状及开发利用前景. 海洋水产研究, 2005, 26(4): 84–88
- 江宇,陈炳能. 福建沿海栉江珧的生态习性观察. 福建水产, 1981(1): 27–29
- 严正凜,关瑞章,胡家财,等. 紫外线照射剂量对九孔鲍胚胎及幼虫的影响. 台湾海峡, 2007, 26(3): 404–409
- 邱盛尧,杨建敏,张锡佳,等. 栉江珧的繁殖生物学. 水产学报, 2000, 24(1): 28–31
- 余祥勇,王梅芳,杨书婷,等. 有棘和无棘两种表型江珧同工酶差异的比较. 湛江海洋大学学报, 1999, 19(2): 5–8
- 张红云,严正凜,张静. 栉江珧生物学及人工育苗研究进展. 上海海洋大学学报(自然科学版), 2009, 18(5): 623–628
- 林笔水,何进金,韦信敏,等. 栉江珧人工育苗的初步研究. 台湾海峡, 1987, 6(3): 260–267
- 周维武,于瑞海. 栉江珧人工升温繁育技术要点. 中国水产, 2006(4): 49–51
- 曾祥玲,庞田胜,陈小宏. 栉江珧人工育苗试验. 海洋科学, 2005, 29(8): 53–55
- 谢开恩,陈炳能,陈世杰. 泉州湾栉江珧调查研究报告. 福建水产科技, 1980(2): 10–23
- Leal-Soto SR, Barraza-Guardado R, Castro-Longoria J, et al. Cultivation of pen shells: An example with *Atrina maura* in northwestern Mexico. J World Aquacult Soc, 2011, 42(6): 789–800

(编辑 江润林)

Studies on the Spawning Inducement and the Conditions for the Larval Culture of *Atrina pectinata*

ZHENG Yanxin^{1,2}, YANG Aiguo^{1①}, WU Biao¹, SUN Xiujun¹, ZHOU Liqing¹,
LI Dongming^{1,2}, DONG Yinghui³

(1. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 2. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University Shanghai 201306; 3. Zhejiang Key Laboratory of Aquatic Germplasm Resources, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100)

Abstract *Atrina pectinata* is a large deepwater mollusk that is widely distributed in temperate and tropical ocean waters. The China costal line, from the Liaodong peninsula in the north to the Qiongzhou strait in the south, is a major habitat of *Atrina pectinata*. The provinces along the costal line included Liaoning, Shandong, Fujian and Guangdong, etc. This bivalve animal possesses high economic and medicinal values. The dried scallop of *A. pectinata* is large in size and has a tender texture and delicious taste. In recent years the overfishing has caused a rapid drop in the natural resource of *Atrina pectinata* and thus hindered the breeding in the aquaculture industry. The difficulty in the spawning inducement and the larval adhesion during culture has been the major issues in the large-scale production of *A. pectinata* seed. In the present study we explored different inductive methods and identified the optimal one to improve the fertilization rates and the embryonic development. Our study suggested that the combination of thermal stimulation (3°C rise in the temperature) and sodium hypochlorite would neutralize the seawater and could be the optimal spawning-inducing method without noticeable impact on the fertilization rate and the embryonic development. To reduce the larval adhesion during the breeding, we adopted a lower breeding density and changed the incubation method. It was found that the larval adhesion could be effectively avoided at a lower larval density, and that at the density of 1 ind/ml the larval survival rate reached the maximum. Moreover, we also changed the cultural method for the *A. pectinata* larvae by equipping the cultivating pool with a surf pump. The surf pump generated a water flow inside the pool that prevented the larval adhesion and thus improved the larval survival rates. Our study provided a valuable tool for the large-scale production of the seed of *A. pectinata*.

Key words *Atrina pectinate*; Spawning inducement; Embryonic development; Larval culture; Adhesion

① Corresponding author: YANG Aiguo, E-mail: yangag@ysfri.ac.cn