

温度与盐度对毛蚶受精卵孵化及幼虫生长的影响

沈伟良^{1,2}, 尤仲杰^{1,2}, 施祥元¹

(1. 宁波市海洋与渔业研究院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波大学 生命科学与技术学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:就盐度和温度对毛蚶(*Scapharca subcrenata*)受精卵孵化和幼虫生长的影响做了研究。结果表明,毛蚶受精卵孵化的最适温度为 25~30℃,随着温度的升高,孵化速度成正相关;适宜盐度为 18~30,在盐度 18~26 的条件下,盐度和孵化率成正相关,畸形率差异不显著。幼体生长的适宜温度为 25~30℃,最适盐度为 20~25。在温、盐都适宜的范围内,两者交互作用不显著,而当其中一个条件为极限时,交互作用显著,同时幼虫生长的温、盐范围比受精卵孵化适宜范围更广。

关键词:毛蚶(*Scapharca subcrenata*); 温度; 盐度; 胚胎发育; 幼虫生长

中图分类号:Q954

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2009)10-0005-04

毛蚶(*Scapharca subcrenata*)是中国沿海的重要经济贝类,隶属软体动物门(Mollusca),双壳纲(Bivalvia),蚶目(Arcoida),蚶科(Arcidae),毛蚶属(*Scapharca*)。其肉味鲜美,深受人们喜爱。随着毛蚶人工育苗技术的发展^[1~6],对毛蚶幼虫期基础生物学研究日显迫切。目前已对毛蚶的繁殖生物学^[7]、成贝摄食代谢方面^[8~10]及部分其他生物学特性的研究^[11,12]。有关温度和盐度对贝类胚胎发育和幼虫生长的研究也有很多报道^[13~27],但关于温度和盐度对毛蚶受精卵孵化方面的研究尚未见报道。作者初步研究了盐度和温度对毛蚶受精卵孵化和幼虫生长的影响,以期为人工育苗提供基础理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验用亲贝取自浙江象山大目涂,用阴干和流水刺激诱导产卵,催产水温 28℃,盐度 27.3。待亲贝开始产卵排精,从产床选取个体适中正在产卵和排精的亲贝,用 350 目筛绢过滤海水冲洗,去除亲贝壳面的精卵后,雌雄分开分别放入质量分数为 10⁻⁶ EDTA 的过滤海水中。取适量精液加入卵子中混匀,待镜检受精卵开始分裂后用筛绢过滤出受精卵,放入同温同质新鲜过滤海水中。用 350 目筛绢网滤取卵子,按 23 个/mL 的密度放入 800 mL 烧杯中,分别设置 15、20、25、30、35℃ 五个温度梯度和 18、22、26、30、34、38 六个盐度梯度,其中 25、30、35℃ 与 22、26、30 盐度做交互,15、20℃ 温度组孵化盐度为 26,18 与 38 盐度组孵化温度为 30℃。每组设置 2 个平行,试验共进行两次。实验期间微量充气,保持溶氧。

幼虫试验用筛绢网滤取健康 D 形幼虫,按 15 个/mL 放入 4 L 玻璃缸中,分别设置 25、30、34℃ 三个水温及 15、20、25、30、35 五个盐度,其中 20、25、30 分别与各温度做交互,15 和 35 盐度组水温保持 30℃。每组设置 2 个平行,试验共进行两次。实验期间投喂等鞭金藻(3012),中后期混合投喂角毛藻。初期投喂密度 5×10⁴ 个/mL,中后期投喂密度 10⁵ 个/mL,并根据幼体摄食情况调整投喂量,每日换水 1/3。

1.2 数据处理

孵化率: $R_h = 100 \times d_{h1} / d_{h0}$

畸形率: $R_a = 100 \times d_{a1} / d_{a0}$

平均日增长量: $Q_g = (L_1 - L_0) / (t_1 - t_0)$

生长率: $R_g = (L_1 - L_0) / L_0$

存活率: $R_s = 100 \times d_{s1} / d_{s0}$

式中 d_{h1} 和 d_{h0} 分别为终末 D 形幼虫密度和初始受精卵密度(个/mL); d_{a1} 和 d_{a0} 分别为正常 D 形幼虫数和畸形幼虫数; t_1 和 t_0 分别为实验开始和结束的时间; L_1 和 L_0 分别为实验开始和结束时幼虫壳长(μm); d_{s1} 和 d_{s0} 分别为初始和终末幼虫密度(个/mL)。实验期间的死亡个体仅计算入死亡率,个体大小等同于初始值,不计算日壳长增长量。

2 结果

2.1 温度和盐度对受精卵孵化的影响

从图 1 得出,在 15~30℃ 条件下,随着温度的升

收稿日期:2009-05-26;修回日期:2009-07-15

基金项目:宁波市科技攻关资助项目(2005C100032)

作者简介:沈伟良(1983-),男,硕士,浙江桐乡人,主要从事贝类生理生态学研究,电话:0574-88403455, E-mail: sswleon@163.com

高,毛蚶受精卵的孵化率也逐渐提高,并在 30℃ 时达到最大,为 82.61%。当温度升高到 35℃ 时,受精卵孵化率急剧下降,仅为 26.09%;而低温组(15℃)到实验结束时仍然停留在受精后的多细胞期。在对发育速度的影响上,低温条件下温度差异所产生的影响比高温条件下的温度差异造成的影响更为显著;30℃ 组比 35℃ 组 D 形幼虫出现晚 1 h 左右,而 25℃ 组比 30℃ 组则晚 4 h 左右。

在 15~25℃ 条件下,幼体畸形率随着温度的升高而降低,虽然 30℃ 时畸形率略微升高,但和 25℃ 时的差异不显著($P<0.05$)。当温度升高到 35℃ 时畸形率增高,胚胎在发育过程中出现严重畸形,多数胚胎在发育到囊胚期后无法继续发育并逐渐死亡解体,而发育成 D 形幼虫的个体多数壳面扭曲、边缘粗糙,并沉于水体底部,不能正常上浮。因此,25~30℃ 是毛蚶适宜的孵化温度。

形率较其余低盐组显著偏高。在最高盐度(38)条件下,胚胎容易出现畸形,随着发育的进行出现表面皱缩或分裂细胞异常的现象,受精卵形状不规则并逐渐解体死亡。在发育速度上,盐度 22~30 时差异不明显,但比 18 和 34 盐度组快,同时盐度 18 组比 34 组快。因此,18~30 的盐度适宜毛蚶受精卵的孵化,其最适盐度为 22~26。

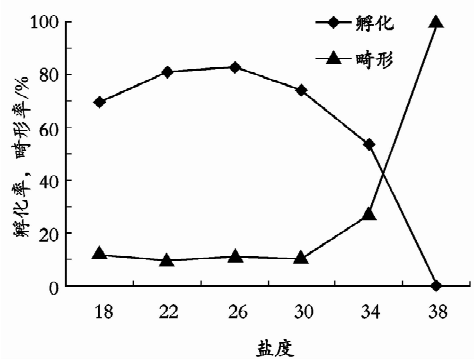


图 2 盐度对毛蚶受精卵孵化的影响($T=30^{\circ}\text{C}$)

Fig. 2 The influence of salinity on hatching rate of the zygote of *Scapharca subcrenata* ($T=30^{\circ}\text{C}$)

2.3 温度对毛蚶浮游幼虫的影响

实验结果表明,在 25℃ 条件下,镜检发现幼虫活动能力降低,食物在胃内的消化速度也降低,而 30℃ 条件下幼虫活动逐渐活跃,纤毛盘频繁伸出游动迅速。从表 1 可以看出,25℃ 下,虽然幼虫的存活率很高,幼虫生长的一致性较好,个体差异不大,但个体生长率较低。34℃ 下,虽然幼虫生长速度较快,但成活率较低,且个体大小差异巨大,大的个体有 267 μm ,而小的个体仅为 194 μm 左右,幼虫壳长和壳高比变小,且幼虫摄食状况差异较大。随着温度的升高,盐度对幼虫生长的影响逐渐增大,各盐度条件下生长率的差异也变大。在温度极限条件下,温、盐的交互作用显著。因此毛蚶最适宜的温度为 30℃。

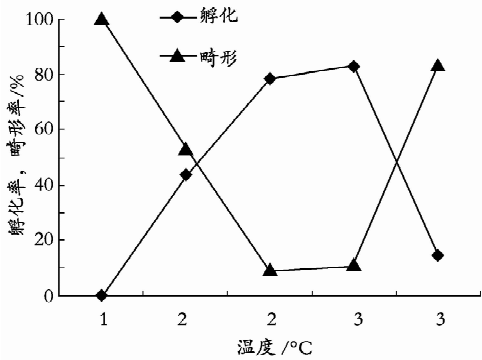


图 1 温度对毛蚶受精卵孵化的影响($S=26$)

Fig. 1 The influence of temperature on hatching rate of the zygote of *Scapharca subcrenata* ($S=26$)

2.2 盐度对毛蚶受精卵孵化的影响

盐度的影响结果(图 2)表明,在 30℃ 的条件下,18~34 的盐度能使毛蚶受精卵发育到 D 形幼虫。但 34 的高盐度条件下,幼虫的孵化率较低,同时畸

表 1 不同温度对幼虫生长影响

Tab. 1 The influence of different temperatures on growth of *Scapharca subcrenata* larvae

温度(℃)	盐度	生长率(%)	平均日增长量(μm)	存活率(%)
25	20	1.523	7.90	68.4
	25	1.536	7.98	68.3
	30	1.428	7.41	60.6
30	20	2.016	10.46	64.4
	25	2.053	10.65	64.6
	30	1.775	9.21	53.6
34	20	1.745	9.06	23.7
	25	1.774	9.20	24.6
	30	1.702	8.83	18.3

2.4 盐度对毛蚶浮游幼虫的影响

由图3可看出,在低盐条件下随着盐度的提高幼虫的生长率和存活率都提高,但在20和25条件下,幼虫的存活率和生长率变化并不完全一致,经过检验两个条件下的存活率和死亡率都不存在显著差异。在25~35的盐度下,随着盐度的升高,幼虫的生长率和存活率都下降。在高盐度条件下,幼虫活动力下降,特别是35条件下,幼虫容易沉底,镜检发现胃内有食物,但食物数量相对较少,且幼虫体色较为暗淡。实验结果表明,20~30的盐度适宜幼虫生长,最适盐度为20~25。

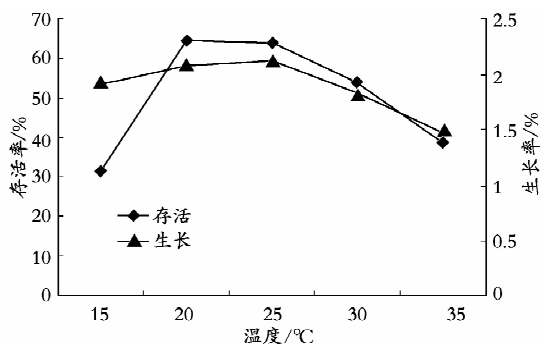


图3 盐度对毛蚶幼虫生长的影响($T=30^{\circ}\text{C}$)

Fig. 3 The influence of different salinities on growth of *Scapharca subcrenata* larvae ($T=30^{\circ}\text{C}$)

3 讨论

温度和盐度是海洋无脊椎动物发育的两个重要环境因子,不同的种类其胚胎发育有着不同的适宜范围。本实验表明,毛蚶适宜的温度为25~30 $^{\circ}\text{C}$,说明毛蚶胚胎对高温的适应性强于低温,这与毛蚶夏季繁殖的习性相一致。在低温条件下,胚胎不仅发育速度缓慢且变态后的D形幼虫畸形率较高,在极限的15 $^{\circ}\text{C}$ 条件下,胚胎始终保持在最初几个阶段不能顺利的发育。李琼珍等^[13]在对大獾蛤(*Lutraria maxima*)的研究中表明其胚胎发育适宜盐度为26.6~31.9,而本次实验表明毛蚶幼虫的适宜盐度为18~30,盐度适宜范围明显较宽,且胚胎对低盐的适应能力强于高盐条件。这与毛蚶滩涂的生活习性相适应,夏季雨水较多,近海盐度变化幅度较大,也是毛蚶在长期进化过程中对生活环境的一种适应。吴进锋等^[14]对方斑东风螺(*Babylona areolata*)胚胎发育研究表明最适的温、盐分别为25~30 $^{\circ}\text{C}$ 和30~38;郑怀平等^[15]对台湾东风螺(*Babylonia formosae*)胚胎发育研究结果却表明最适的温、盐分别为25~31 $^{\circ}\text{C}$ 和21~28,这与两个物种外海和河口的生活环境相适应。

生物对环境因子变化的忍受能力随着不同发育

阶段,其忍受范围也不同^[16,17]。从本实验的结果可以看出,温、盐两个条件都能影响毛蚶受精卵的孵化和幼虫的生长,但幼虫对两个因子的适应范围显著宽于胚胎孵化时的条件,这与何义朝对海湾扇贝(*Argopecten irradians*)^[18]和墨西哥湾扇贝(*Argopecten irradians concentricus*)^[19]的研究结果相同。幼虫对低盐的耐受能力比高盐强;同时,在非适宜盐度范围情况下,低盐组的生长比高盐组快,但两个条件下的存活率都不高。郑怀平等^[20]对波部东风螺幼虫的研究中也发现同样的规律。在温度实验中随着温度的升高,幼虫生长率在30 $^{\circ}\text{C}$ 和34 $^{\circ}\text{C}$ 条件下较高,而幼虫存活率呈现下降趋势,这与泥蚶^[21]的研究结果相似。低温条件下毛蚶幼虫生长速度较慢,但幼虫生长同步性较高温条件下一致。

温度盐度对胚胎发育和幼体生长还存在交互作用,Kinne^[22]就提出两个或多个因素组合影响的重要性,但也有学者认为,只有温度和盐度或者其中一个接近极限范围时,两者的交互作用才会明显表现出来。本实验结果表明,随着温度的升高,盐度对受精卵孵化和幼虫生长的影响也增强。

参考文献:

- [1] 杜恩宏,刘金海. 毛蚶生产性育苗技术[J]. 河北渔业, 2004, 3: 23-24.
- [2] 黄金臣,马云聪. 利用室内水泥池中间培育毛蚶稚贝[J]. 河北渔业, 2006, 5: 37-38.
- [3] 蒋宏雷,施祥元,刘伟健. 毛蚶人工育苗技术的初步研究[J]. 现代渔业信息 2006, 21(8): 21-23.
- [4] 李举鹏,邢佐平,潘玉敏. 毛蚶育种生产技术[J]. 河北渔业, 2006, 1: 49.
- [5] 刘爱英,马云聪,赵光环,等. 毛蚶人工育苗技术[J]. 海洋湖沼通报, 2005, 1: 86-90.
- [6] 牟均素,衣维国,梁平. 毛蚶生产性育苗试验[J]. 齐鲁渔业, 2005, 22(11): 37-38.
- [7] 许星鸿,阎斌伦,徐国成,等. 毛蚶卵巢发育的形态学与组织学研究[J]. 淮海工学院学报(自然科学版), 2005, 14(1): 66-69.
- [8] 沈和定,张饮江,卢华春,等. 毛蚶对单胞藻的滤除率、选择性和消化情况[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(2): 195-200.
- [9] 姜祖辉,王俊. 温度和规格对毛蚶耗氧率和排氨率的影响[J]. 青岛大学学报, 1999, 12(1): 76-80.
- [10] 许星鸿,阎斌伦,郑家声,等. 毛蚶消化系统形态学、组织学与组织化学的研究[J]. 海洋湖沼通报, 2005, 3: 23-30.
- [11] 周军,张海鹏,李怡群,等. 毛蚶生物学特性的研究[J]. 河北渔业, 2005, 2: 18-19.
- [12] 杨玉香,余晓亭,郑国富,等. 毛蚶幼贝生活习性研

- 究 [J]. 水产科学, 2004, **23**(12): 18-20.
- [13] 李琼珍, 陈瑞芳, 童万平, 等. 盐度对大赖蛤胚胎发育的影响 [J]. 广西科学院学报, 2004, **20**(1): 33-34.
- [14] 吴进锋, 陈素文, 陈利雄, 等. 温度与盐度对方斑东风螺胚胎发育及幼虫生长的影响 [J]. 中国水产科学, 2005, **12**(5): 652-656.
- [15] 郑怀平, 朱建新, 柯才焕, 等. 温盐度对波部东风螺胚胎发育的影响 [J]. 台湾海峡, 2000, **19**(1): 1-5.
- [16] 吴宝铃. 贝类繁殖附着变态生物学 [M]. 济南: 山东科技出版社, 1999. 91-110.
- [17] 何义朝, 张福绥. 盐度对海湾扇贝不同发育阶段的影响 [J]. 海洋与湖沼, 1990, **21**(3): 197-204.
- [18] He Yichao, Zhang Fusui. Effect of salinity on embryo and larval development of the southern bay scallop *Argopecten irradians concentricus* Say [J]. *Chin J Oceanol Limnol*, 1998, **16**(1): 91-96.
- [19] 何义朝, 张福绥, 李宝泉. 温度对墨西哥湾扇贝胚胎何幼虫发育的影响 [J]. 海洋与湖沼, 1999, **30**(3): 284-289.
- [20] 郑怀平, 柯才焕, 周时强, 等. 盐度对波部东风螺幼虫存活、生长及变态的影响 [J]. 台湾海峡, 2001, **20**(2): 216-223.
- [21] 尤仲杰, 徐善良, 边平江, 等. 海水温度和盐度对泥蚶浮游幼虫和稚贝生长和存活的影响 [J]. 海洋学报, 2001, **23**(6): 108-113.
- [22] Kinne O. The effect of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Temperature Oceanogr [J]. *Mar Biol Annu Rev*, 1963, **1**: 301-341.
- [23] 尤仲杰, 王一农, 丁伟, 等. 几种环境因子对不同发育阶段泥螺的影响 [J]. 浙江水产学院学报, 1994, **13**(2): 79-85.
- [24] 顾晓英, 尤仲杰, 王一农, 等. 几种环境因子对彩虹明樱蛤不同发育阶段的影响 [J]. 东海海洋, 1998, **16**(3): 40-47.
- [25] 高如承, 齐秋贞, 黄雪琴, 等. 盐度对西施舌 *Coelomacra antiquata* (Spengler) 幼虫和贝苗生长发育的影响 [J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 1995, **11**(3): 82-88.
- [26] 刘忠颖, 陈远, 王志松. 温度对虾夷扇贝幼体和稚贝生长、成活率的影响 [J]. 水产科学, 1999, **18**(3): 17-20.
- [27] 李世英, 鲁男, 蒋双, 等. 温度、盐度对滑顶薄壳鸟蛤面盘幼虫存活和生长的影响 [J]. 大连水产学院学报, 1999, **14**(2): 66-69.
- [28] 何义朝, 张福绥. 温度对贻贝胚胎发育的影响 [A]. 贝类学论文集 I [C], 北京: 科学出版社, 1983. 133-142.
- [29] 尤仲杰, 陆彤霞, 马斌, 等. 几种环境因子对墨西哥湾扇贝幼虫和稚贝生长与存活的影响 [J]. 热带海洋学报, 2003, **22**(3): 22-29.
- [30] 林笔水, 吴天明. 温、盐度对缢蛏浮游幼虫发育的影响 [J]. 生态学报, 1984, **4**(4): 385-392.

The influence of temperature and salinity on zygote's hatching rate and larval growth of *Scapharca subcrenata*

SHEN Wei-liang^{1,2}, YOU Zhong-jie^{1,2}, SHI Xiang-yuan¹

(1. Ningbo Academy of Ocean and Fishery, Ningbo 315211, China; 2. Faculty of Life Science and Biotechnology College, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Received: May, 26, 2009

Key words: *Scapharca subcrenata*; temperature; salinity; embryonic development; larval growth

Abstract: The effects of salinity and temperature on zygote's hatching rate of *Scapharca subcrenata*, as well as the growth of larvae are described. The result shows that the best temperature for hatching zygotes ranges from 25°C to 30°C, and the hatching speed is positive to the increasing of temperature. The suitable salinity is from 18 to 30. In the range of 18~26, the hatching rate is a positive correlation with the salinity, and also the rate of abnormality is no significant differences. For the development of larvae, the adaptive temperature is 25 to 30°C, the optimal salinity from 20 to 25 when the temperature and salinity are both suitable, their interaction is not significantly different, but when one of them is on the utmost, the interaction is significantly different, meanwhile for the growth of the larvae, the ranges of the temperature and salinity are wider than those of the zygotes.

(本文编辑: 梁德海)