

·研究简报·

温度与盐度对方斑东风螺胚胎发育及幼虫生长的影响

吴进锋, 陈素文, 陈利雄, 张汉华, 郭奕惠

(中国水产科学研究院 水产种质资源与养殖技术重点开发实验室, 中国水产科学研究院 南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要:在水温14~33℃(盐度34)、盐度18~40(水温25.5~26℃)范围内各设12个梯度,采用突变法进行温、盐度对方斑东风螺[*Babylonia areolata* (Link)]卵囊孵化及幼虫生长实验。结果显示:(1)方斑东风螺胚胎发育适宜水温为23~31℃,最适水温为25~30℃;适宜盐度为28~38,最适盐度为30~38。在适宜水温和盐度范围内,孵化速度随水温和盐度升高而加快,但以水温的影响效应最明显;温度或盐度超过其适宜范围时,孵化率明显下降或幼虫畸形率明显增大。(2)幼虫适宜水温及最适水温与胚胎发育的基本一致;适宜盐度和最适盐度存在向高盐度延伸的现象,其适宜和最适盐度下限分别为30和32。盐度超过适宜范围时,死亡率明显增大,生长受到抑制。

关键词:方斑东风螺;水温;盐度;胚胎发育;幼虫生长

中国分类号:Q959.212 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2005)05-0652-05

方斑东风螺[*Babylonia areolata* (Link)]隶属于软体动物的腹足纲(Gastropoda)、蛾螺科(Buccinidae),分布于中国东南沿岸,是一种经济价值很高的浅海底栖贝类。近10年来对该种类过度捕捞已导致资源的明显衰退,积极开展其生物学及增殖研究是促进资源可持续利用、缓解市场供求关系的有效途径之一。迄今,对中国东风螺生物学研究较多的主要集中在台湾东风螺[*Babylonia formosae* (Sowerby)]^[1-5],有关方斑东风螺生物学研究报道的较少^[6-7]。郑怀平等^[4]研究了温盐度对方斑东风螺胚胎发育的影响,罗杰等^[6]研究了酸碱度、盐度对方斑东风螺孵化率的影响,但两者均以孵化率作为主要衡量指标,未涉及幼虫畸形率等问题,而在育苗生产上,畸形率是决定幼虫能否正常生长的重要指标之一。本实验以孵化率和畸形率作为主要衡量指标来研究方斑东风螺胚胎发育的适宜温盐度,以存活率及壳长生长速度来确定其幼虫生长的适宜温盐度范围,可望为育苗生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

在繁殖季节,利用野生方斑东风螺亲贝在室内水泥池自然交配产出的卵囊作为实验材料。

1.2 实验方法

1.2.1 实验设计 从水温为26.5℃、盐度为35的亲贝产卵池中将产出约12h的卵囊分别移入不同温度梯度和不同盐度梯度、容积为500 mL的烧杯中进行孵化实验。每个容

器放卵囊(每个卵囊内含受精卵约1450个)2个。温度实验设12个梯度,依次为14℃、16℃、18℃、20℃、23℃、25℃、27℃、28℃、30℃、31℃、32℃、33℃,盐度保持在34;盐度实验设12个梯度,依次为18、20、22、24、26、28、30、32、34、36、38、40,温度保持在25.5~26℃。各组分别设1个平行组,重复实验1次。

在温、盐度对胚胎发育影响的实验基础上,进行温、盐度对幼虫生长的影响实验。设5个水温梯度(依次为23℃、25℃、28℃、30℃、31℃)和5个盐度梯度(依次为28、30、32、36、40)。分别取温度27℃组和盐度34组中刚孵化的活力较强、上浮性较好的幼虫为实验材料,采用500 mL烧杯作为培养容器,每个容器放幼虫20个(密度0.04 ind·mL⁻¹),各组分别设1个平行组,重复实验1次。

1.2.2 实验用水与管理 盐度小于35的实验组用水由盐度为35的普通过滤海水添加曝气去氯自来水配制;盐度大于35的实验组用水由经蒸发处理、盐度达45的过滤海水添加曝气去氯自来水配制。使用误差±0.5℃的恒温水槽控制水温。为保持盐度和水质的相对稳定,每3天更换与实验组同盐度同温度的海水。幼虫生长实验组每天搅动水体3~4次,投喂亚心形扁藻(*Platymonas Subcordiformis*)两次(9:00和14:00),日投饲量为2000 mL⁻¹。

1.2.3 评价方法与主要观测指标 通过胚胎发育速度、孵化率、幼虫畸形率及其活动情况综合评价温度和盐度对方斑东风螺胚胎发育的影响效应;以孵化率不低于60%且孵化出来的幼虫畸形率不高于30%作为胚胎发育适宜温盐度范

收稿日期:2004-11-18; 修订日期:2005-04-29。

基金项目:广东省农业攻关项目(2004B20301015)。

作者简介:吴进锋(1955-),男,研究员,主要从事海水增养殖研究工作。E-mail: wu-jinfeng@163.com

图的衡量指标;以孵化率不低于90%且幼虫畸形率不高于10%作为其最适温度范围的衡量指标。观测幼虫成活率和壳生长速度评价温度和盐度对幼虫的生长影响效应;以10 d成活率不低于20%且壳生长速度不小于 $5 \mu\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$ 作为幼虫生长适宜温度范围的衡量指标;以10 d成活率不低于50%且壳生长速度不小于 $10 \mu\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$ 作为幼虫生长最适宜温度范围的衡量指标。

胚胎发育速度:从实验开始至幼虫开始溢出卵囊所需时间。

孵化率:面盘幼虫与受精卵总数的比率。

幼虫畸形率:畸形幼虫与面盘幼虫总数的比率。

$$\text{壳生长速度} = (L_1 - L_0) / t$$

$$\text{壳生长增长率} = (L_1 - L_0) / L_0 \cdot 100\%$$

式中, L_0 为初始壳长, μm ; L_1 为终止壳长, μm ; t 为所隔时间,d。

2 结果与分析

2.1 温度对胚胎发育的影响

水温低于20℃的3个组,胚胎发育受阻,基本上停留在胚胎发育的初期阶段。实验第10天将水温14~16℃实验组的部分卵囊逐步升温至25℃,大部分胚胎可发育至担轮幼虫,但畸形率为100%;在水温20~31℃范围内,胚胎发育速度随水温升高而加快,孵化所需时间由20℃的380 h缩短为31℃的110 h;低温段的影响比高温段的更为明显,如31℃组比28℃组仅快了22 h,但23℃组却比20℃组快了130 h(图1)。

水温为20℃的实验组,孵化率很低,只有13.9%,幼虫畸形率高达95%,幼虫上浮率为零;温度在23~31℃的各实验组,孵化率高达89%以上,幼虫畸形率低于15%,幼虫上浮率大于70%;32℃的实验组孵化率下降至75%,幼虫畸形率上升至31%,孵出的幼虫偏小,壳长仅为379 μm 左

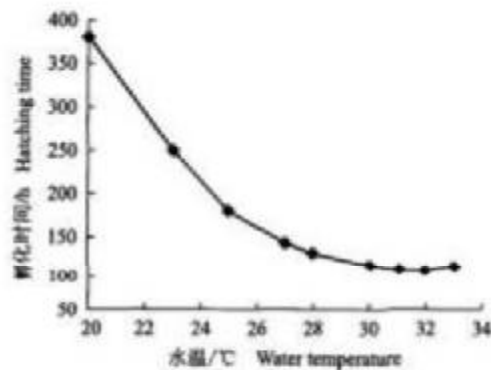


图1 孵化时间与水温的关系(盐度34)

Fig.1 Relationship between temperature and the incubation duration (Salinity 34)

右(正常为450 μm),而且常因体表黏液较多有时出现幼虫之间相互粘在一起,影响了正常活动,上浮性差;33℃的实验组孵化率只有6.5%,而幼虫畸形率高达70%,幼虫之间常粘连成团,上浮率为零(图2)。从以上结果可得出东风螺胚胎发育的适宜温度为23~31℃,最适温度为25~30℃。

2.2 盐度对胚胎发育的影响

盐度为18的实验组到了第20小时尚未见有幼虫孵出,镜检时发现大多在胚胎发育的初、中期夭折;其他实验组胚胎发育速度基本上随盐度的升高而加快,至盐度40时出现减慢(图3)。

盐度在20~36时孵化率随盐度的升高而提高,其相应范围为15%~98%;盐度小于26的实验组,孵化率明显下降,幼虫畸形率上升至94%以上,上浮率不超过5%;盐度为26的实验组,孵化率虽然达到80%,但幼虫畸形率达到69%,幼虫活力差,其上浮率仅为30%;盐度为38、40的实验组,其孵化率分别为95%、65%,幼虫畸形率分别为10%、31%,虽然孵化速度和孵化率出现一定下降,幼虫畸形率也相应提高,但受影响程度没有低盐度的明显(图4),实验表明方斑东风螺胚胎发育对高盐的忍耐力较对低盐的强。从以上结果可见,方斑东风螺胚胎发育的适宜盐度为28~38,最适盐度为30~38。

2.3 温度对幼虫生长的影响

与温度对胚胎发育的影响效应较为相似,在23~31℃,幼虫生长速度随水温升高而加快,23℃组幼虫第10天成活率虽然达到60%,但生长缓慢,其生长速度仅为 $7.0 \mu\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$,至第10天壳长增长率仅为15.6%;31℃实验组,幼虫生长最快,其壳生长速度达 $20.2 \mu\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$,至第10天壳长增长率达44.9%,但成活率只有20%(表1)。由此可见,23~31℃可作为东风螺幼虫生长的适宜温度范围,但最适温度范围为25~30℃。

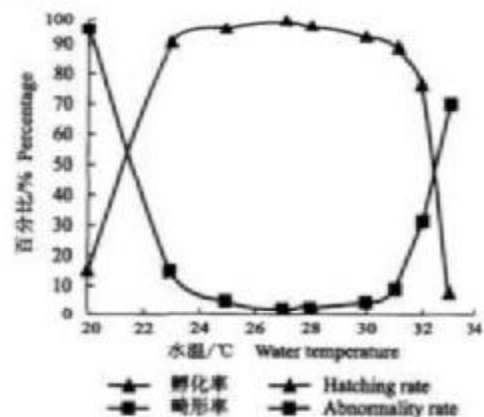


图2 孵化率、幼虫畸形率与水温的关系(盐度34)

Fig.2 Relationship between temperature and the percentage of hatching and abnormal larvae (Salinity 34)

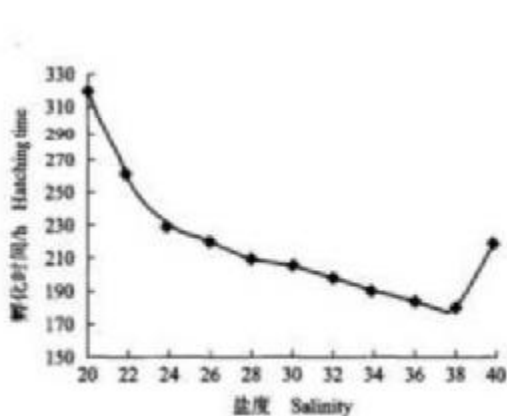


图3 孵化时间与盐度的关系
(水温 25.5~26.0℃)
Fig.3 Relationship between salinity and
the incubation duration (water
temperature 25.5~26.0℃)

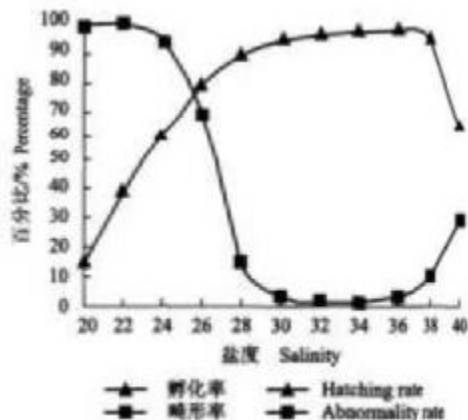


图4 孵化率、幼虫畸形率与盐度关系
(水温 25.5~26.0℃)
Fig.4 Relationship between salinity and the per-
centage of hatching and abnormal larvae
(water temperature 25.5~26.0℃)

表1 幼虫生长、成活率与水温的关系

Tab.1 Relationship of water temperature with larval growth and survival rate					
水温/℃ Water temperature	$L_0/\mu\text{m}$	$L_1/\mu\text{m}$	壳长生长速度/ $(\mu\text{m}\cdot\text{d}^{-1})$ Shell length growth rate	壳长增长率/% Shell length growth ratio	成活率/% Survival rate
23	450	520	7.0	15.6	60.0
25	450	606	15.6	34.7	75.0
28	450	638	18.8	41.8	85.0
30	450	645	19.5	43.3	70.0
31	450	652	20.2	44.9	20.0

2.4 盐度对幼虫生长的影响

在盐度 28~40, 幼虫成活率和生长速度随盐度升高而提高, 但对生长速度的影响没有水温的明显, 盐度 28 的实验组, 第 5 天成活率为 50%, 壳长 0 增长, 至第 10 天, 成活率为 0, 可见该盐度不适宜幼虫生长; 盐度 30 的实验组, 幼虫第

10 天的成活率为 40%, 壳长生长速度仅为 $8.1\mu\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$; 盐度为 40 的实验组, 其幼虫成活率及生长率均最好(表 2)。由此可见, 方斑东风螺幼虫生长的适宜盐度下限为 30, 最适盐度下限为 32, 而最适盐度上限, 尤其适宜盐度上限应略高于 40。

表2 幼虫生长、成活率与盐度的关系

Tab.2 Relationship of salinity with larval growth and survival rate					
盐度 Salinity	$L_0/\mu\text{m}$	$L_1/\mu\text{m}$	壳长生长速度/ $(\mu\text{m}\cdot\text{d}^{-1})$ Shell length growth rate	壳长增长率/% Shell length growth ratio	成活率/% Survival rate
30	450	531	8.1	18.0	40.0
32	450	570	12.0	26.7	50.0
36	450	613	16.3	36.2	70.0
40	450	627	17.7	39.3	85.0

3 讨论

3.1 关于温度和盐度对方斑东风螺胚胎发育的影响评价方法

对海洋无脊椎动物来说,温度和盐度是影响其繁殖和生长发育的重要环境因子,不同种类有其不同的适温盐范围,而且同一种类因发育阶段不同也存在一定差异^[8-9]。有关研究表明,温度和盐度不但影响贝类的胚胎发育速度和孵化率,也影响所孵化幼虫的健康状态。当温度或盐度超过贝类胚胎发育的忍受范围时,将引起孵化率明显下降,部分能发育到幼虫的,其畸形率也明显增大^[9-10]。在贝类育苗生产上,一般认为当幼虫畸形率大于30%时,表明该批幼虫质量很差而予以废弃^[11]。因此,仅以孵化率来评价温度和盐度对胚胎发育的影响是不够充分的,故本研究以孵化率结合幼虫畸形率作为综合评价指标。

3.2 方斑东风螺胚胎发育与温度、盐度的关系

贝类胚胎发育的适温与适盐特性取决于亲贝在繁殖期间所处的温度和盐度条件^[4,8,12-13]。由实验结果看,方斑东风螺胚胎发育的适宜温度为23~31℃,可见对高温的忍受力强于对低温的。低温不仅对胚胎发育起抑制作用,而且当作用时间较长时,会造成破坏性影响。方斑东风螺对高水温具有较好的忍受力与该贝类属热带、亚热带种有关。方斑东风螺分布于中国东、南海沿岸,其繁殖季节在广东为5~9月的高温期内,可见该贝类的胚胎发育需要较高的水温条件。

罗杰等^[6]报道了盐度低于27.6时,方斑东风螺孵化率明显下降,而盐度高达40.9时,仍有67.8%的孵化率,这与本实验的结果较为接近,但本实验中,盐度为40的实验组其孵化率虽达到65%,畸形率却达到31%,因而不列入胚胎发育适宜盐度范围内。与郑怀平等^[4]报道的波部东风螺适宜盐度范围(18.5~31.5)比较,方斑东风螺胚胎发育对高盐的忍受力较强,但适宜范围较狭窄。这与波部东风螺属河口性种类^[3]而方斑东风螺在分布上偏向于外海性有关。

3.3 方斑东风螺幼虫生长与温盐度的关系

从实验结果可见,方斑东风螺幼虫的适温范围与胚胎发育的适温范围较为一致,但幼虫对于低盐的忍受力比胚胎发育的差,对于高盐的忍受力却比胚胎发育的强。说明方斑东风螺随着不同阶段的生长发育(胚胎→幼虫),存在适盐性往高盐度漂移的特点,这与高如承等^[14]报道的西施舌(*Coelomacra antiquata*)的最适盐度随着不同发育阶段(D形幼虫→壳顶幼虫→贝苗)存在向高盐度漂移现象类似。

方斑东风螺并没有像双壳类等大多数贝类那样,出现幼虫适温盐范围宽于胚胎发育阶段的情况^[8,10,15],这可能与其胚胎发育阶段得到卵囊保护而对外界环境有较强忍耐力有关^[5]。本实验出现幼虫适温和适盐范围较狭窄的结果是否与幼虫培育期间少换水有关,尚有待作进一步研究。

参考文献:

- [1] 柯才焕,李复雪.台湾东风螺的生殖组织学和生殖周期[J].台湾海峡,1991,10(3):213-220.
- [2] 柯才焕,李复雪.台湾东风螺繁殖行为研究[A].贝类学论文集(第四集)[C].青岛:青岛海洋大学出版社,1994.141-148.
- [3] 刘福经,肖恩祺.台湾东风螺生态学的初步研究[J].中国水产科学,1998,5(1):93-96.
- [4] 郑怀平,朱建新,柯才焕,等.温度对方斑东风螺胚胎发育的影响[J].台湾海峡,2000,19(1):2-5.
- [5] 薛明,柯才焕,周时强,等.重金属对方斑东风螺早期发育的毒性及EDTA的解毒效果[J].热带海洋学报,2004,23(1):44-50.
- [6] 罗杰,杜涛,刘楚吾.酸碱度、盐度对方斑东风螺孵化率和不同饵料对幼虫生长发育、存活的影响[J].海洋科学,2004,28(6):5-9.
- [7] 施华宏,黄长江,陈静闻.方斑东风螺和波部东风螺的性腺及其对生殖的影响[J].中国水产科学,2003,10(4):293-295.
- [8] 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.
- [9] 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):197-203.
- [10] 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(第一集)[C].北京:科学出版社,1983.133-142.
- [11] 于瑞海,王如才,邢克敏,等.海产贝类的苗种生产[M].青岛:青岛海洋大学出版社,1992.87-111.
- [12] Cain. The combined effects of temperature and salinity on embryos and larvae of clam *Rangia cuneata*[J]. Mar Biol, 1973, 21: 1-6.
- [13] Hrs-Brenko M. The study of mussel larvae and their settlement in Vela Bay[J]. Aquaculture, 1973, 2: 173-182.
- [14] 高如承,齐秋贞,黄雪琴,等.盐度对西施舌 *Coelomacra antiquata* (Sprengler) 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.
- [15] He Yichao, Zhang Fusu. 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.

Effects of temperature and salinity on embryos development and larval growth of *Babylonia areolata*

WU Jin-feng, CHEN Su-wen, CHEN Li-xiong, ZHANG Han-hua, GUO Yi-hui

(Key Laboratory of Fishery Genetic Resources and Aquaculture, South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: The embryos and larvae of *Babylonia areolata* were incubated at temperature grades between 14–33 °C (salinity 34), and incubated at salinity grades between salinities of 18 and 40 (temperature of 25.5–26.0 °C). The results showed that: (1) The ranges of suitable temperature and salinity for embryonic development were 23–31 °C and 28–38 respectively, and the ranges of the optimum temperature and salinity were 25–30 °C and 30–38. Within the suitable temperature or salinity, increasing temperature or salinity could make the development rate increase, and the effect of temperature was more obvious than that of salinity. Outside the range of suitable temperature or salinity, the hatching rate decreased or the percentage of abnormal larvae increased significantly. (2) The ranges of suitable and optimum temperature for larval growth were similar to those for embryonic development, while the lowest threshold of suitable and optimum salinity were 30 and 32 respectively and this indicated that larval *B. areolata* has less tolerance of reduced salinity than embryos. Outside the ranges of suitable temperature or salinity, the larval mortality increased significantly and the larval growth were inhibited.

Key words: *Babylonia areolata*; temperature; salinity; embryonic development; larval growth

欢迎订阅 2006 年《齐鲁渔业》(月刊)

《齐鲁渔业》1984 年创刊,为海洋与水产科技期刊,邮发代号 24-78。国际国内统一刊号:ISSN1001-151X CN37-1017/S。办刊宗旨:面向科技,面向生产,面向海洋与水产养殖及渔民。指导海洋渔业工作,促进水产科技进步,为振兴海洋水产科技服务。为“海上山东”建设和全国渔业生产服务。携手海洋与水产界同仁共筑致富金桥。

主要栏目:专家讲座、名特优水产、绿色渔业、海水养殖、苗种培育、病害防治、饲料肥料、捕捞技术、保鲜加工、渔船渔机、资源环境、科技推广、渔业经济、信息集锦等。

《齐鲁渔业》既发表海洋与水产学科前沿课题报告,注重首报性,又报道最新实用养殖技术,注重实用性。先后荣获山东省十佳期刊,全国水产优秀报刊一等奖,全国优秀期刊三等奖,华东地区优秀期刊,中国期刊方阵“双效”期刊。

《齐鲁渔业》是中国水产类核心期刊,是联合国水科学和渔业情报系统(ASFIS)和《水科学与渔业文摘》(ASFA)长期固定收录刊物,并被国内数家检索性期刊收录。

《齐鲁渔业》为月刊,大 16 开 48 页,每期定价 4.00 元,全年定价 48.00 元(含邮资)。国内外公开发行,欢迎到当地邮局订阅,也可向本社直接订阅,请勿忘邮编和详细地址。

出版:齐鲁渔业杂志社 地址:山东省烟台市四马路 63 号 邮编:264001

电话:(0535)6217078 6217079 66244640 传真:(0535) 6209782 联系人:李霄梅 王柏宇

电子信箱:qiluyue@126.com; qilmo@public.ytptt.sd.cn