

# 盐度对拟穴青蟹幼蟹存活、生长和 $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性的影响

亓磊<sup>1,2</sup>, 顾孝连<sup>1</sup>, 蒋科技<sup>1</sup>, 乔振国<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 上海 200090; 2. 长江上游、特有鱼类国家级自然保护区赤水增殖放流站, 贵州 遵义 563000)

**摘要:** 研究了盐度(6、13、20、27 和 33)对拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)幼蟹生长发育和  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性的影响。结果表明, 盐度对拟穴青蟹幼蟹甲宽和体质量特定生长率、 $\text{C}_3$  蜕壳间期、甲宽增量( $\text{C}_1$  至  $\text{C}_2$  和  $\text{C}_2$  至  $\text{C}_3$ )及  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性有显著影响( $P < 0.05$ ), 但对幼蟹存活率、 $\text{C}_2$  蜕壳间期及  $\text{C}_3$  至  $\text{C}_4$  甲宽增量无显著影响( $P > 0.05$ )。盐度 13 处理组特定生长率最高、蜕壳间期最短, 盐度 6 处理组特定生长率最低, 但与盐度 20、27 和 33 处理组无显著差异( $P > 0.05$ ), 而盐度 33 处理组蜕壳间期最长; 第一次蜕壳后盐度 20 处理组甲宽增量最大, 后两次蜕壳盐度 13 处理组均是最大; 盐度处理 0.5、4、7 和 11 d 时,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性分别表现为盐度  $6 > 13 > 20 > 27 > 33$ 、 $6 > 13 > 27 > 20 > 33$ 、 $6 > 13 > 20 > 27 > 33$  和  $6 > 13 > 33 > 20 > 27$  的趋势, 低盐环境下  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性的升高有助于拟穴青蟹幼蟹对低渗环境的适应。

**关键词:** 拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*); 幼蟹; 盐度; 存活; 生长;  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性

中图分类号: S968.25+1; Q175 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2013)02-0056-05

盐度是影响甲壳动物生长发育的重要环境因子, 它直接影响甲壳动物的存活、生长和渗透调节等生理功能。 $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶作为甲壳动物进行渗透调节最重要的蛋白酶, 其活性反映了甲壳动物的渗透调节能力和对环境盐度变化的适应性<sup>[1-3]</sup>。许多甲壳动物都有广盐特性, 但生长、存活的最适盐度范围往往都具种的特异性<sup>[3-10]</sup>。拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)自然分布于中国长江入海口以南沿海地区, 是中国的主要海水养殖蟹类<sup>[11-13]</sup>。由于其生长快、个体大及广盐特性, 特别是近年来随着消费需求的增加, 其养殖规模不断扩大, 但对其幼蟹耐盐特性、生长和生理能力的基础研究还未充分开展。本实验研究了低盐对拟穴青蟹幼蟹存活、生长和  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性的影响, 旨在为养殖拟穴青蟹的水质调控提供参考, 同时也为拟穴青蟹的渗透调节机制积累基础资料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料

苗种培育用亲蟹(全甲宽  $> 15$  cm、体质量  $> 300$  g)采自海南文昌海区, 经种质鉴定确定为拟穴青蟹(*S. paramamosain*)。亲蟹培育设施为室内双层底培育池, 以活体缢蛭(*Sinonovacula constricta*)为饵料, 日投喂量按新鲜贝肉计为亲蟹体质量的 6% ~ 8%; 培育条件为海水盐度 33、温度 27 ~ 29 °C, 连续充气; 亲蟹

刚进场未抱卵前, 每天换水 1 次, 换水量 100%, 同时清除残饵, 干露 1 h, 并用 1 ~ 3 mg/L 有效氯浓度的次氯酸钠消毒海水冲洗沙层和亲蟹; 亲蟹抱卵后取出分池培育, 抱卵蟹培育池换水次数调整为每 3 天 1 次; 幼体孵出前 2 天, 用 20  $\mu\text{L/L}$  甲醛溶液浸浴 12 h, 幼体孵出前夕, 将抱卵蟹移至 0.5  $\text{m}^3$  玻璃钢桶中, 并按 20  $\mu\text{L/L}$  在孵化桶中加入甲醛溶液, 防止真菌孢子感染幼体。

苗种培育在室外具遮光保温顶棚设施的 15  $\text{m}^2$  育苗池中进行。育苗海水盐度 33, 温度 27 ~ 30 °C, 光照强度 3 000 ~ 6 000 lx; 苗种培育饵料为  $Z_1$  ~  $Z_2$ ( $Z_1$  表示一期溞状幼体, 以下类同)投喂圆形臂尾轮虫(*Brachionus rotundiformis*),  $Z_3$  ~ M(M 表示大眼幼体)投喂卤虫(*Artemia salina*)无节幼体, 饵料营养强化方法同吕延红等<sup>[14]</sup>的报道,  $\text{C}_1$ ( $\text{C}_1$  表示一期幼蟹)适当增加卤虫密度。苗池换水量视发育阶段、苗种放养密度和水质情况为 10% ~ 50%不等。实验用幼蟹取自同一只亲蟹所产子代, 随机捞取  $\text{C}_1$  作为实验材料。

收稿日期: 2012-05-15; 修回日期: 2012-08-25

基金项目: 上海市科委项目(10JC1418600, 12DZ1909303); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(2011M10)

作者简介: 亓磊(1983-), 男, 河南开封人, 硕士, 主要从事水产动物繁殖生物学与养殖生态学的研究, E-mail: qiguan001@126.com; 乔振国, 通信作者, 研究员, E-mail: zhenguo\_q@163.com

## 1.2 实验设计

实验用水为盐度 33 的砂滤海水与淡水调配而成。根据高盐环境中生存的拟穴青蟹溞状幼体在变态为 M 后逐渐向低盐水域汇集的这一习性,且拟穴青蟹养殖区大多分布在盐度 10 左右的咸淡水域,盐度分别设置为 6、13、20、27 和 33。实验分为“存活、生长”和“Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATP 酶活性”实验两部分,各处理组分别设 3 个平行。

存活、生长实验在容积为 300 L 的水槽中进行,每个水槽中放置 10 个 300 mL PVC 带孔容器,孔径 1 mm,每个 PVC 容器中放入 1 只 C<sub>1</sub>。实验期间,水温保持在(30 ± 2) °C;以卤虫无节幼体或新鲜贝肉为饵料;每天换水 1 次,换水量 100%,同时清除残饵,记录蜕壳和存活情况,并测量幼蟹蜕下甲壳的甲宽,精确至 0.01 mm。实验自 C<sub>1</sub> 的第 2 日开始至 C<sub>4</sub> 的第 2 日结束。实验开始时,随机选择肢体完整的健壮 C<sub>1</sub> 进行称质量,称质量前先用吸水纸吸干体表水份,之后随机放入实验容器内。实验结束时,用同样方法称量体质量并测量甲宽,体质量精确至 0.1 mg。

Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATP 酶活性实验在容积为 300 L 的水槽中进行,每个水槽配置一片 60 cm × 60 cm 聚乙烯网和 1 个充气石,连续充气;每个水槽直接放入 100 只 C<sub>1</sub>;饵料和环境调节情况同生长发育实验。用上述盐度 6、13、20、27 和 33 分别处理 0.5、4、7 和 11 d 时取样,从每个水槽随机捞取一定数量幼蟹置于冰盘中,用预冷的 0.86% 生理盐水洗净,并用滤纸吸干后,把幼蟹整体放入 1.5 mL 离心管中(11 d 时取其鳃丝)。样品保存于 -40 °C 冰箱内待测。

## 1.3 Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATP 酶活性的测定

取幼蟹样品加入 9 倍体积(W/V)预冷生理盐水,

在玻璃匀浆器中冰浴匀浆,匀浆液于冷冻离心机 0 ~ 4 °C、1500 r/min 离心 10 min,取上清液待测。

Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATP 酶活性测定采用南京建成生物工程研究所研制的 ATP 酶试剂盒,测定步骤按照试剂盒说明书。ATP 酶活性定义:每小时每毫克组织蛋白中 ATP 酶分解 ATP 产生 1 μmol 无机磷的量为 1 个 ATP 酶活力单位。

蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定,以牛血清蛋白为标准。

## 1.4 数据处理与分析

存活率指实验结束时的存活数与实验开始时幼蟹数量之比;甲宽增量为 C<sub>n+1</sub> 甲宽与 C<sub>n</sub> 甲宽之差(n=1、2 或 3);蜕壳间期为幼蟹两次蜕壳相距的时间。特定生长率计算公式如下:

$$\text{特定生长率 } R_{SG} = (\ln W_f - \ln W_0) / t \times 100$$

式中 W<sub>f</sub>、W<sub>0</sub> 分别为实验始末的体质量或甲宽,t 代表实验天数。

所有实验数据用平均值 ± 标准误(Mean ± SE)表示,采用 SPSS 软件进行单因素方差分析和 Tukey's HSD 法多重比较,P < 0.05 为差异显著。

## 2 结果

### 2.1 盐度对拟穴青蟹幼蟹存活和生长的影响

本实验中 C<sub>1</sub> 平均体质量为(7.14 ± 0.15) mg,甲宽为(3.19 ± 0.02) mm。由表 1 可知,盐度对拟穴青蟹幼蟹存活率和 C<sub>2</sub> 蜕壳间期无显著影响(P > 0.05),但对特定生长率(甲宽和体质量)和 C<sub>3</sub> 蜕壳间期有显著影响(P < 0.05)。盐度 13 处理组特定生长率(甲宽和体质量)最高,其中甲宽特定生长率显著高于盐度 33 和

表 1 盐度对拟穴青蟹幼蟹存活率、甲宽特定生长率、体质量特定生长率、蜕皮间期及甲宽增量的影响

Tab. 1 Effect of salinities on the mean survival rates, SGR carapace width, SGR wet weight, carapace width increase and intermolt duration of early juvenile *Scylla paramamosain*

检测项目	盐度				
	33	27	20	13	6
存活率(%)	86.7 ± 3.33 <sup>a</sup>	90.0 ± 5.77 <sup>a</sup>	96.7 ± 3.33 <sup>a</sup>	96.7 ± 3.33 <sup>a</sup>	80.0 ± 5.77 <sup>a</sup>
甲宽特定生长率(%/d)	7.83 ± 0.82 <sup>b</sup>	8.25 ± 0.22 <sup>ab</sup>	8.73 ± 0.30 <sup>ab</sup>	9.56 ± 0.23 <sup>a</sup>	7.51 ± 0.26 <sup>b</sup>
体质量特定生长率(%/d)	20.93 ± 0.92 <sup>ab</sup>	21.21 ± 0.78 <sup>ab</sup>	21.38 ± 0.71 <sup>ab</sup>	24.56 ± 0.47 <sup>a</sup>	18.36 ± 0.79 <sup>b</sup>
C <sub>2</sub> 蜕壳间期(d)	4.3 ± 0.52 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.18 <sup>a</sup>	3.9 ± 0.26 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.18 <sup>a</sup>	3.8 ± 0.15 <sup>a</sup>
C <sub>3</sub> 蜕壳间期(d)	4.8 ± 0.54 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.18 <sup>ab</sup>	4.3 ± 0.17 <sup>ab</sup>	3.6 ± 0.20 <sup>b</sup>	4.4 ± 0.18 <sup>ab</sup>
C <sub>1</sub> 至 C <sub>2</sub> 甲宽增量(mm)	1.22 ± 0.07 <sup>ab</sup>	1.35 ± 0.08 <sup>ab</sup>	1.45 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.27 ± 0.07 <sup>ab</sup>	1.05 ± 0.09 <sup>b</sup>
C <sub>2</sub> 至 C <sub>3</sub> 甲宽增量(mm)	1.61 ± 0.16 <sup>ab</sup>	1.87 ± 0.09 <sup>ab</sup>	1.88 ± 0.12 <sup>ab</sup>	2.07 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.38 ± 0.17 <sup>b</sup>
C <sub>3</sub> 至 C <sub>4</sub> 甲宽增量(mm)	2.33 ± 0.13 <sup>a</sup>	2.44 ± 0.27 <sup>a</sup>	2.54 ± 0.13 <sup>a</sup>	2.76 ± 0.14 <sup>a</sup>	2.11 ± 0.25 <sup>a</sup>

注:同一行数值上标字母不同者表示差异显著(P < 0.05)

6 处理组 ( $P<0.05$ ), 而与其他处理组无显著差异 ( $P>0.05$ ); 盐度 13 处理组  $C_2$  和  $C_3$  蜕壳间期最短, 盐度 33 处理组的最长。

幼蟹第一次蜕壳后, 盐度 20 处理组的甲宽增量最大, 显著高于盐度 6 处理组 ( $P<0.05$ ), 而与其他处理组无显著差异 ( $P>0.05$ )。  $C_2$  蜕壳至  $C_3$  后, 盐度 13 处理组的甲宽增量最大, 显著高于盐度 6 处理组 ( $P<0.05$ ), 而与其他处理组无显著差异 ( $P>0.05$ )。  $C_3$  蜕壳至  $C_4$  后, 各处理组间甲宽增量无显著差异 ( $P>0.05$ )。

## 2.2 盐度对拟穴青蟹幼蟹 $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性的影响

由图 1 可知, 盐度对拟穴青蟹幼蟹  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性有显著影响 ( $P<0.05$ )。盐度处理 0.5 d 时, 随着盐度降低, 幼蟹  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性呈现升高的趋势, 其中盐度 6 处理组的  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性显著高于其他处理组的 ( $P<0.05$ )。盐度处理 4 d 至 7 d 时, 盐度 33 处理组的  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性均为最低, 盐度 6 处理组的均为最高, 各处理组的  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性分别表现为盐度  $6>13>27>20>33$  和  $6>13>20>27>33$ 。盐度处理 11 d 时, 盐度 27 处理组幼蟹的  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性最低, 盐度 6 处理组的最高, 各处理组的  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性呈现盐度  $6>13>33>20>27$  的趋势。

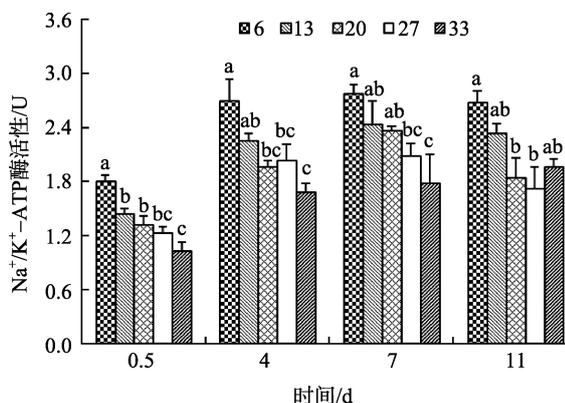


图 1 盐度对拟穴青蟹幼蟹  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性的影响  
Fig. 1 Effect of salinities on  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase activity of early juvenile *Scylla paramamosain*  
字母不同表示处理组间有显著差异 ( $P<0.05$ )  
Different letters indicate a significant difference ( $P<0.05$ )

## 3 讨论

存活、生长实验结果表明, 各处理组拟穴青蟹幼

蟹存活率均较高(表 1), 呈现出随着盐度降低, 存活率升高的趋势, 表现为盐度 20 和 13 组存活率最高, 且本实验排除了因个体间互残影响存活的情况, 表明适当降低盐度, 有利于提高幼蟹成活率。乔振国等<sup>[15]</sup>将拟穴青蟹  $Z_5 \sim C_4$  直接由盐度 33 移至 28、21、15 和 8 时,  $C_1 \sim C_4$  幼蟹在以上盐度突变条件下均能存活、蜕壳。这与本研究结果一致, 但乔振国等<sup>[15]</sup>的研究没有提及在低盐条件下幼蟹的生长情况, 为此, 本实验进一步研究了各处理组幼蟹的生长情况。实验结果表明, 盐度 13 处理组的甲宽和体质量特定生长率最高分别可达 9.59%/d 和 24.58%/d, 盐度 13 处理组生长最好, 这表明随着盐度降低幼蟹生长有加快的趋势。这与拟穴青蟹在自然条件下的生态习性有关, 拟穴青蟹成熟后, 亲蟹在近海高盐度海水中繁殖, 幼体孵出后, 随着潮水逐渐向河口沿岸靠近, 变态为幼蟹后已在低盐环境生活<sup>[15-17]</sup>。这与本实验观察到的低盐(盐度 13 处理组)条件下幼蟹存活和生长表现良好的结果基本一致。值得注意的是, 盐度 6 处理组存活率、特定生长率和甲宽增量均最小, 特别是甲宽和体质量特定生长率均显著低于盐度 13 处理组, 可以看出高盐(33)环境培育的拟穴青蟹  $C_1$  幼蟹耐受盐度突降的最适盐度下限应该在 6 和 13 之间。然而, 随着生长发育, 幼蟹甲宽增量最高值出现在低盐(20~13)环境中的趋势很明显, 且盐度 6 处理组幼蟹发育至第 3 次蜕壳时甲宽增量已与其他处理组无显著性差异, 说明随着生长发育幼蟹对低盐(6、13)环境的适应能力逐渐增强。

蟹类的生长与蜕壳是紧密联系的, 每次蜕壳都是一次跳跃式生长, 蜕壳间期越短, 表明生长越快。本实验中, 各处理组蜕皮间期, 表现出随着盐度降低而缩短的趋势(表 1), 说明随着盐度降低幼蟹蜕壳和生长加快。张黎黎等<sup>[18]</sup>研究表明, 盐度 10~25 时的拟穴青蟹  $C_2$  蜕壳间期比盐度 5、30 和 35 时缩短 24 h。Ruscoe 等<sup>[6]</sup>研究表明盐度 5~40 范围内, 锯缘青蟹(*S. serrata*)幼蟹  $C_3$  蜕壳间期有随着盐度降低而缩短的趋势。Jantrarotai 等<sup>[19]</sup>发现, 与低盐相比, 高盐(32~40)环境延长了榄绿青蟹(*S. olivacea*) $C_3$  蜕壳间期, 随着盐度的降低, M 发育至  $C_5$  的历期有缩短的趋势。这些研究与本实验结果表现的趋势是一致的, 同时证明青蟹属的这 3 种蟹类在适当低盐度条件下蜕壳间期缩短, 这一趋势可能是青蟹属的共性。这些结果提示, 拟穴青蟹幼蟹阶段, 适当降低盐度将有助于提高培育效果。

$\text{Na}^+$ 和  $\text{Cl}^-$ 是广盐性蟹类血淋巴渗透压形成的主要物质,他们在环境和组织间流动的调控能反映蟹对盐度胁迫的耐受性<sup>[20]</sup>。当广盐性蟹类从高盐海水转移至低盐海水时,蟹类要从环境中吸收  $\text{Na}^+$ 和  $\text{Cl}^-$ ,调节血淋巴中离子浓度,而  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶能以主动运输方式转运  $\text{Na}^+$ 至血淋巴,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性增加,补偿机体离子的流失,以适应环境盐度的变化。本实验中,随着盐度降低,拟穴青蟹幼蟹  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性呈现升高的趋势,盐度处理 0.5 d 时,盐度 6 处理组的  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性显著高于其他处理组(图 1); 4~11 d 时,低盐处理组(盐度 6、13)的  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性要高于其他盐度处理组的,表明幼蟹从高盐环境进入低盐环境时,幼蟹  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性会升高,低盐环境下  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性的升高有助于拟穴青蟹幼蟹对低渗环境的适应。其他蟹类的相关研究也得到了相似的均势,研究认为一些蟹类<sup>[21-24]</sup>从高盐度海水转入低盐海水中时,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP 酶活性会显著升高。

综上所述,拟穴青蟹幼蟹机体能在短时间内对盐度变化作出生理调节,并且有较强的盐度适应能力,  $\text{C}_1 \sim \text{C}_3$  的适宜盐度范围为 13~27,适度降低盐度有利于其生长发育;幼蟹发育至  $\text{C}_3$  后,其对低盐环境的适应能力增强,可适应盐度 6 的低盐环境。

#### 参考文献:

- [1] Lucu Ć, Towle D W.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase in gills of aquatic crustacean [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 2003, 135(2): 195-214.
- [2] 潘鲁青,刘泓宇. 甲壳动物渗透调节生理学研究进展 [J]. *水产学报*, 2005, 29(1): 109-114.
- [3] 潘鲁青,栾治华. 盐度对日本囊对虾仔虾生长发育和  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase 活力的影响[J]. *水生生物学报*, 2005, 29(6): 699-703.
- [4] Bray W A, Lawrence A L, Leung-Trujillo J R. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHVN virus and salinity [J]. *Aquaculture*, 1994, 122(2-3): 133-146.
- [5] 陈政强,陈昌生,吴仲庆,等. 盐度对中国龙虾存活、生长的影响[J]. *集美大学(自然科学版)*, 2000, 5(1): 31-36.
- [6] Ruscoe I M, Shelley C C, Williams G R. The combined effects of temperature and salinity on growth and survival of juvenile mud crabs (*Scylla serrata* Forskål) [J]. *Aquaculture*, 2004, 238(1-4): 239-247.
- [7] Sang H M, Fotadar R. Growth, survival, haemolymph osmolality and organosomatic indices of the western king prawn (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye, 1896) reared at different salinities [J]. *Aquaculture*, 2004, 234(1-4): 601-614.
- [8] Romano N, Zeng C S. The effects of salinity on the survival, growth and haemolymph osmolality of early juvenile blue swimmer crabs, *Portunus pelagicus* [J]. *Aquaculture*, 2006, 260(1-4): 151-162.
- [9] 丁森,王芳,郭彪,等. 盐度波动对中国对虾稚虾蜕皮、生长和能量收支的影响[J]. *应用生态学报*, 2008, 19(2): 419-423.
- [10] 吕富,黄金田,於叶兵,等. 盐度对三疣梭子蟹生长、肌肉组成及蛋白酶活性的影响[J]. *海洋湖沼通报*, 2010, 4: 137-142.
- [11] 马凌波,张凤英,乔振国,等. 中国东南沿海青蟹线粒体 COI 基因部分序列分析[J]. *水产学报*, 2006, 30(4): 463-468.
- [12] 林琪,李少菁,黎中宝,等. 中国东南沿海青蟹属 *Scylla* 的种类组成[J]. *水产学报*, 2007, 2: 211-219.
- [13] 乔振国,马凌波,于忠利,等. 我国海水蟹类养殖现状与发展目标[J]. *渔业现代化*, 2009, 36(3): 45-48.
- [14] 吕延红,于忠利,王建钢,等. 几种营养强化材料应用于拟穴青蟹种苗培育的初步研究[J]. *海洋渔业*, 2009, 31(3): 270-278.
- [15] 乔振国,张虎,归从时. 环境因子变化对锯缘青蟹后期幼体及仔蟹变态存活率的影响[J]. *海洋渔业*, 2004, 26(1): 40-43.
- [16] 陈弘成,郑金华. 蚌苗人工培育之研究: I. 温度、盐度对蚌卵孵化及蚌苗存活和成长之影响[J]. *台湾水产学会会刊*, 1985, 12(2): 70-77.
- [17] 王桂忠,林淑君,林琼武,等. 盐度对锯缘青蟹幼体存活与生长发育的影响[J]. *水产学报*, 1998, 22(1): 89-92.
- [18] 张黎黎,林琼武,陈学雷,等. 设施养殖条件下不同因素对拟穴青蟹幼蟹存活率的影响[J]. *厦门大学学报(自然科学版)*, 2008, 47(2): 274-278.
- [19] Jantrarotai P, Taweechuer K, Pripanapong S. Salinity levels on survival rate and development of mud crab (*Scylla olivacea*) from zoea to megalopa and from megalopa to crab stage [J]. *Kasetsart Journal (Natural Science)*, 2002, 36(3): 278-284.

- [20] Towle D W. Molecular approaches to understanding salinity adaptation of estuarine animals [J]. *Am Zool*, 1997, 37(6): 575-584.
- [21] Welcomme L, Devos P. Cytochrome *c* oxidase and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activities in the anterior and posterior gills of the shore crab *Carcinus maenas* L. after adaptation to various salinities [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 1988, 89(2): 339-341.
- [22] Henry R P, Garrelts E E, Mccarty M M, et al. Differential induction of branchial carbonic anhydrase and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase activity in the euryhaline crab, *Carcinus maenas*, in response to low salinity exposure [J]. *Journal of Experimental Zoology*, 2002, 292(7): 595-603.
- [23] 徐华, 艾春香, 林琼武, 等. 盐度胁迫对锯缘青蟹体内腺苷三磷酸和磷酸酶活性的影响[J]. *农业环境科学学报*, 2007, 26(3): 1173-1177.
- [24] Romano N, Wu X G, Zeng C S. Survival, growth and osmoregulatory responses of early juvenile mud crab, *Scylla serrata* subjected to broad salinity range [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2009, 33(Suppl): 36-36.

## Effect of salinity on the survival, growth and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activity of early juvenile mud crabs, *Scylla paramamosain*

QI Lei<sup>1,2</sup>, GU Xiao-lian<sup>1</sup>, JIANG Ke-ji<sup>1</sup>, QIAO Zhen-guo<sup>1</sup>

(1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2. Chishui Station of Fish Stock Enhancement, Valuable, Rare and Endemic Fish Species National Nature Reserve at Upper Streams of Yangtze River, Zunyi 563000, China)

**Received:** May, 15, 2012

**Key words:** *Scylla paramamosain*; early juveniles; salinity; survival; growth; Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activity

**Abstract:** The effects of low salinities on development and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activity of early juvenile mud crabs (*Scylla paramamosain*) were studied. The salinities tested for the experiment were 6, 13, 20, 27 and 33. The results showed that salinity significantly affected the specific growth rates (SGR) for carapace length or weight, C<sub>3</sub> intermolt duration, carapace width increase at C<sub>1</sub> to C<sub>2</sub> or C<sub>2</sub> to C<sub>3</sub> stages and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activity of early juvenile mud crabs ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in survival, C<sub>2</sub> intermolt duration and carapace width increase at C<sub>3</sub> to C<sub>4</sub> stages among salinities tested ( $P > 0.05$ ). The molting was delayed and intermolt durations were extended at 33, and then the growth was inhibited. At 13, maximum SGR for carapace length or weight was achieved, and at the same time, intermolt duration was relatively shortest for all salinities tested at C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> stages. At 6, the carapace width increased at the first molt and C<sub>2</sub> to C<sub>3</sub> stages was the least among salinities tested. In each time point, the enzyme activity became elevated in order to accommodate to low salinities. Based on the above, it is suggested that early juvenile *S. paramamosain* tolerate a broad range of salinity, and the low salinity (13) can result in the best growth and shortest intermolt duration. However, from an aquaculture point of view, a salinity range of 13 ~ 27 was recommended at C<sub>1</sub> to C<sub>3</sub> stages for early juvenile *S. paramamosain*, which widened (6 ~ 27) in the later stages for the culture.

(本文编辑: 梁德海)