

# 盐度胁迫对大海马(*Hippocampus kuda*)幼体生长、 组分及酶活力的影响\*

徐永健 孙 彬

(宁波大学海洋学院 应用海洋生物技术教育部重点实验室 宁波 315211)

**摘要** 在盐度为 25 的条件下,以大海马幼体为实验材料,通过设置不同的盐度胁迫组(盐度从 25 胁迫至 5、15 和 35)的方法,对其生长、生化组分以及酶活力的影响进行了研究。结果表明:15 盐度组大海马幼体的体重、生化组分、能值与对照组(盐度 25)相比差异不显著( $P>0.05$ ),体长、成活率指标则显著高于对照组( $P<0.05$ ),然而 5、35 盐度组的生长指标、成活率、生化组分等则显著低于对照组( $P<0.05$ )。15 盐度组的 SOD、CAT 酶活性低于对照组水平( $P<0.05$ ),MDA 的含量变化不显著( $P>0.05$ );而 5、35 盐度组 SOD、CAT 和 MDA 含量与对照组相比,随着时间的延长,呈现逐渐升高的趋势( $P<0.05$ );随着盐度的升高,AKP 酶活性具有逐渐升高的趋势,而 ACP 酶活性则呈现降低趋势。

**关键词** 盐度,胁迫,大海马,生长,酶活性

**中图分类号** S962

在所有的生态养殖环境因子当中,盐度是非常重要的影响因素之一,尤其是海洋鱼类在其生长发育的每个阶段都会受到盐度变化的影响。研究表明,盐度可以通过影响鱼类的食物的摄取率、食物转化效率、标准代谢率及激素分泌等,进而达到影响鱼类生长的作用(Stickney, 1991)。而不同鱼类对盐度适应程度也并非完全一致,姬广闻(2003)在不同盐度对香鱼仔鱼生长和成活率的影响研究中发现,在 50%海水中培育的仔鱼存活率及生长速度均为最大。De Silva 等(1976)研究了不同盐度对鲷鱼幼鱼的摄食量、饲料转化率和消化速度等的影响,认为鲷鱼幼鱼的摄食量随盐度的升高而增大,即在盐度为 30 时摄食量最大,鱼体的生长较快。

大海马作为一种广盐性鱼类,对盐度变化有较强的适应能力,国内外对海马的生理研究已有过一些报道。林华英(1982)关于环境因子对三斑仔海马的影响研究发现表明三斑海马幼体在比重为 0.010、1.014、1.018 的调节水中生长速度最快;吕军仪等(2001)在研究大海马在人工养殖条件下的生长速率中

发现,如果盐度范围变化较小,往往对海马的生长不会构成显著性影响。此外,戴广谱等(2011)对大海马幼体耐受极限盐度进行过研究发现,在盐度渐变为 10 以下或者升高到 35 以上时,实验鱼开始出现显著性死亡,当盐度从 25 渐变到 20 时实验鱼没有出现死亡现象,摄食基本正常。大海马作为一种珍贵的药用生物和经济观赏鱼类,目前国内外还未见盐度变化对大海马幼体生长、生化组成和酶活力的影响研究报告。本实验进行了相关研究,以期为大海马幼体在我国的进一步推广养殖提供基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

实验用大海马(*Hippocampus kuda* Bleeker)为浙江省宁海县海马育苗场自行繁育的同一批大海马幼体,首先挑选出健康无病、体长、体重无明显差异的幼体,随机置于玻璃缸实验水槽(70cm×50cm×70cm)内暂养一周,水温为(23.0±0.5)℃,24h 连续充气,确保溶氧大于 5mg/L,实验用水为经过砂滤的天然海水。

\* 国家自然科学基金项目,41276123 号;宁波市科技局项目,2010C10055 号;宁波市种子种苗工程项目,2009040 号。徐永健,副教授, E-mail: xuyongjian@nbu.edu.cn

收稿日期:2012-03-12, 收修改稿日期:2012-05-29

## 1.2 实验方法及饲养管理

分组设计: 按照水体盐度改变的方式不同, 实验共分为 4 组, 每组设 2 个重复, 每组挑选暂养后的海马幼体 40 只。组 1: 将大海马幼体从盐度 25 降至 5, 简称 5 盐度组; 盐度组 2: 将盐度 25 降至 15, 简称 15 盐度组; 组 3: 将盐度 25 保持不变, 作为对照组; 组 4: 将盐度从 25 升至 35, 简称 35 盐度组。在实验期间, 幼体海马不同盐度的实验用水用经充分曝气的水晶配制而成, 幼体投入到预定的理想盐度后, 开始计时。

饲养管理: 实验中采用加热棒和控温仪来控制温度, 温度保持为 23℃, 且温差控制在±0.5℃以内, 海马实验期间所用的 pH: 7.44±0.1, DO: 5mg/L 以上。每天分别在早晨 8:30、下午 4:30 定时投喂等量的活体糠虾, 约为海马体重的 15%, 早晨吸污后换入相应盐度梯度的水, 换水量为总量的 1/5—1/4。

## 1.3 指标测定及数据处理

### 1.3.1 SOD、CAT、AKP、ACP 活性和 MDA 含量的测定

从冰箱中取出组织, 置于冰盘内, 称量, 以 10 倍体积预冷的生理盐水(0.8%)在冰水浴条件下制成匀浆液, 匀浆液于 4℃ 3000r/min 离心 10min, 取上清液用于各酶活性的测定。分析 SOD、MDA、CAT、AKP、ACP 试剂盒购于南京建成生物工程研究所, 整个实验中蛋白含量选用考马斯亮兰法进行测定, 活力以及总蛋白含量的测定步骤均按照试剂盒上的说明书操作进行。

SOD 活性单位定义为: 每毫克组织蛋白在 1ml 反应液中 SOD 抑制率达 50%时所对应的 SOD 量为 1 个活性单位(U/mg)。CAT 活性单位定义为: 每毫克组织蛋白每秒钟分解 1μmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的量为一个活性单位(U/mg)。AKP、ACP 活性单位定义为: 每克组织蛋白, 在 37℃反应与基质作用 15min 产生 1mg 酚为一个酶活力单位。

### 1.3.2 生长指标测定

养殖实验结束后, 从各处理组中随机取样 20 尾(每一平行组 10 尾), 鱼体水分

的测定: 采用常压干燥法; 粗蛋白测定: 采用凯氏定氮法; 粗脂肪的测定: 采用索氏抽提法; 灰分的测定: 采用马福炉 550℃灼烧法。每处理组取样 3 次, 每一样品重复测定 3 次, 然后求出其平均值。

### 1.3.3 统计分析

实验结果利用 Microsoft Excel 和 SPSS11.0 软件统计分析, 检验实验数据的正态分布性, 采用单因素方差分析(ANOVA), 并应用 Duncan 法将处理组与相应对照组进行比较, 取  $P < 0.05$  作为差异显著性的界值。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐度对大海马幼体生长指标的影响

大海马幼体在不同盐度胁迫处理下的生长参数变化见表 1。21d 后, 实验结束时, 各个盐度组生长指标与对照组相比, 均出现了显著性的变化。5、35 盐度组的体重、体长、成活率显著低于对照盐度组 25( $P < 0.05$ ), 35 盐度组在体长和成活率方面也显著低于 5 盐度组( $P < 0.05$ ), 而大海马幼体的 15 盐度组体重与对照盐度组 25 相比, 差异不显著( $P > 0.05$ ), 15 盐度组的体长和成活率显著高于对照组( $P < 0.05$ )。

### 2.2 盐度对大海马幼体生化组分的影响

大海马幼体在不同盐度胁迫处理下生化组成的变化见表 2。经过 21d 不同盐度处理养殖后, 15 盐度组的大海马幼体水分、粗蛋白、粗脂肪和能值含量与对照组 25 盐度相比, 均未出现显著性差异( $P > 0.05$ ), 而 35、5 盐度组的水分、粗蛋白、粗脂肪和能值与对照 25 盐度组相比出现显著低于对照组( $P < 0.05$ ), 各个盐度组的灰分与对照 25 盐度组相比差异不显著( $P > 0.05$ )。

### 2.3 盐度胁迫对大海马组织中 SOD 活性的影响

见图 1。盐度胁迫对大海马幼体内部组织 SOD 活力的影响试验结果显示, 大海马暴露在不同的盐度环境中, SOD 活力变化差异较大, 在第 1、2 天时, 各个盐度组 SOD 酶活力与对照 25 盐度组相比, 酶活性变化并不显著( $P > 0.05$ ); 到第 4 天时, 15 盐度组

表 1 大海马幼体在不同盐度胁迫处理下的生长参数变化  
Tab.1 Variation of growth parameters of juvenile *H. kuda* during the different salinity stresses

盐度	实验前体质量(g)	实验后体质量(g)	实验前体长(cm)	实验后体长(cm)	各组成活率(%)
5	0.83±0.010 <sup>a</sup>	1.45±0.036 <sup>a</sup>	4.24±0.061 <sup>a</sup>	4.72±0.031 <sup>a</sup>	76.33±3.786 <sup>a</sup>
15	0.84±0.025 <sup>a</sup>	1.79±0.089 <sup>b</sup>	4.22±0.036 <sup>a</sup>	5.18±0.089 <sup>b</sup>	90.67±1.528 <sup>b</sup>
25	0.84±0.029 <sup>a</sup>	1.70±0.024 <sup>b</sup>	4.20±0.023 <sup>a</sup>	5.03±0.062 <sup>c</sup>	85.67±1.528 <sup>c</sup>
35	0.84±0.012 <sup>a</sup>	1.39±0.025 <sup>a</sup>	4.21±0.055 <sup>a</sup>	4.58±0.059 <sup>d</sup>	71.33±2.082 <sup>d</sup>

注: 表中各项指标为平均值±标准差, 数值右上角标有不同字母表示有显著差异( $P < 0.05$ )

表 2 大海马幼体在不同盐度胁迫处理下生化组成的变化  
Tab.2 Variation of bio-chemical composition of juvenile *H. kuda* during the different salinity stresses

盐度	水分(%)	灰分(%)	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	能值(kJ/g)
5	81.20±0.049 <sup>a</sup>	2.21±0.042 <sup>a</sup>	15.88±0.092 <sup>a</sup>	1.36±0.049 <sup>a</sup>	4.28±0.041 <sup>a</sup>
15	79.61±0.566 <sup>b</sup>	2.31±0.056 <sup>a</sup>	17.27±0.148 <sup>b</sup>	1.59±0.113 <sup>b</sup>	4.70±0.010 <sup>b</sup>
25	79.25±0.123 <sup>b</sup>	2.30±0.085 <sup>a</sup>	17.32±0.148 <sup>b</sup>	1.63±0.064 <sup>b</sup>	4.73±0.060 <sup>b</sup>
35	81.63±0.410 <sup>a</sup>	2.19±0.021 <sup>a</sup>	15.73±0.071 <sup>a</sup>	1.29±0.028 <sup>a</sup>	4.22±0.005 <sup>a</sup>

注: 表中各项指标为平均值±标准差, 数值右上角标有不同字母表示有显著差异( $P<0.05$ )

SOD 酶活性不断降低到显著低于对照 25 盐度组( $P<0.05$ ); 在随后的时间里, 5 盐度组、35 盐度组酶活性不断上升, 到第 6 天时, 35 盐度组酶活性已显著高于对照盐度组( $P<0.05$ ); 而 5 盐度组在第 15 天也上升到仍显著高于对照 25 盐度组水平( $P<0.05$ )。

#### 2.4 盐度胁迫对大海马组织中 CAT 活力的影响

见图 2。盐度胁迫对大海马幼体内部组织 CAT 活力的影响实验结果显示, 大海马暴露在不同的盐度环境中, 总体来说, 5 盐度组、35 盐度组的酶活力均呈现逐渐升高的趋势。5 盐度组在第 1 天时, 活力显著低于对照 25 盐度组( $P<0.05$ ); 15 和 35 盐度组与对照盐度组差异不显著( $P>0.05$ ), 随后, 35 盐度组和 5 盐度组酶活力逐渐升高, 在第 15 天时, 升至高于对照盐度组水平( $P<0.05$ ); 而 15 盐度组 CAT 活性有一定的起伏, 前 6 天的时间里, 活性变化不显著, 处于对照组水平( $P>0.05$ )。到第 15 天时活性又有所下降, 继续低于对照组水平( $P<0.05$ )。

#### 2.5 盐度胁迫对大海马组织中 MDA 含量的影响

见图 3。盐度胁迫对大海马幼体内部组织 MDA 含量的影响试验结果显示, 大海马暴露在不同的盐度环境中, 在起始的第 1 天时, 5、15、35 盐度胁迫组的 MDA 的含量均呈现迅速上升的趋势, 并显著高于对照组( $P<0.05$ )。而在随后的时间里, 15 盐度组到第 2 天时, 与对照组相比, 已降至对照组水平, 没有出现差异性显著( $P>0.05$ ); 而 5、35 盐度组后期 MDA 含量

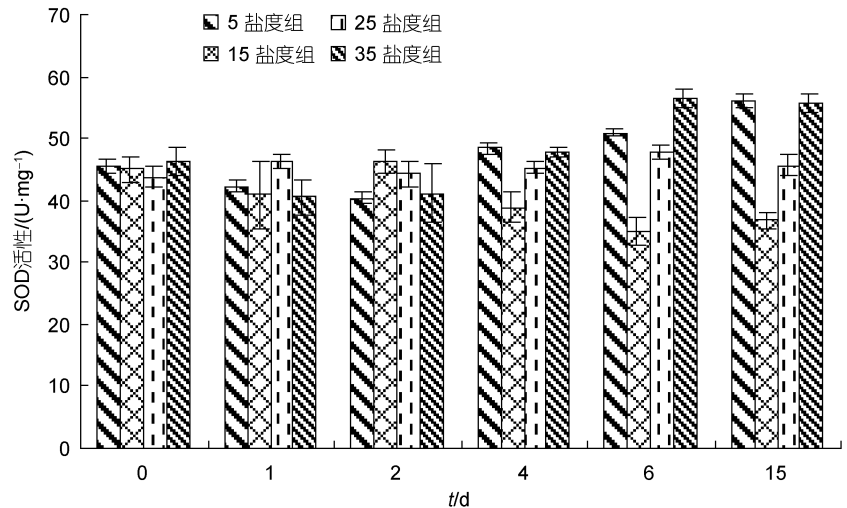


图 1 盐度胁迫对大海马幼体 SOD 活性的影响

Fig.1 Effect of salinity stresses on the SOD activity of internal organization in juvenile *H. kuda*

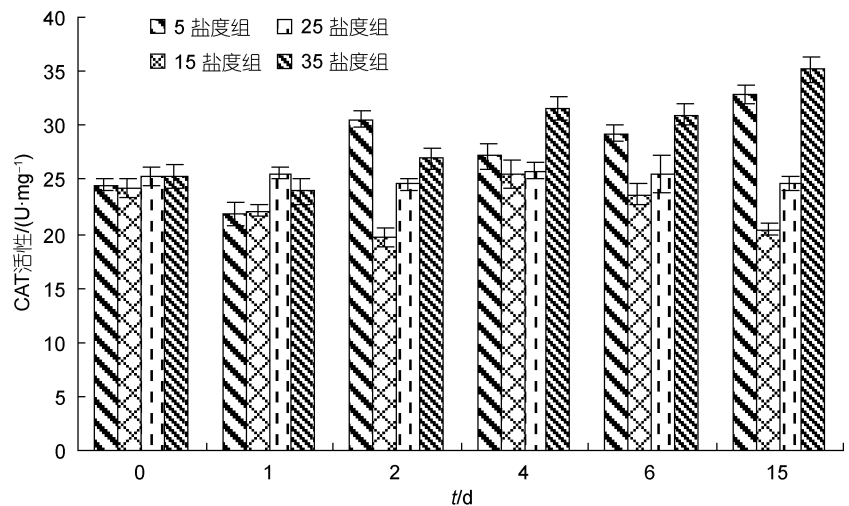


图 2 盐度胁迫对大海马幼体 CAT 活性的影响

Fig.2 Effect of salinity stresses on the CAT activity of internal organization in juvenile *H. kuda*

总体呈现逐渐上升, 35 盐度组 MDA 含量增长更为迅速, 在第 15 天时, 35 盐度组已显著高于 5 盐度组 MDA 含量( $P<0.05$ )。

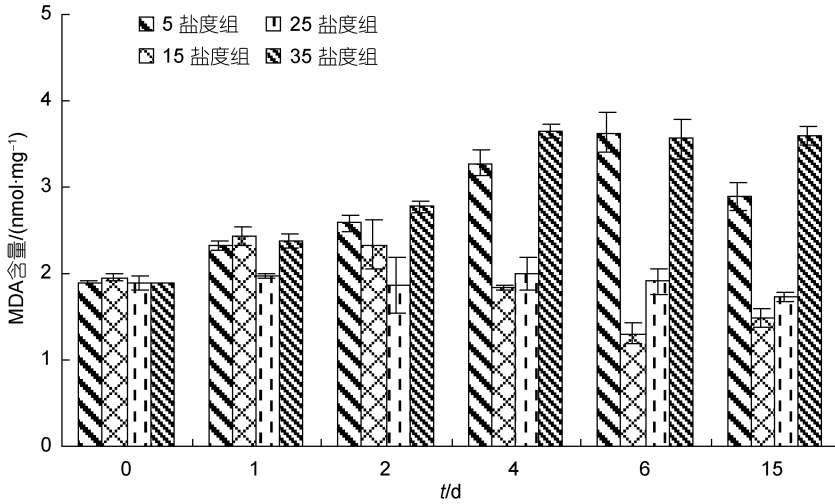


图 3 盐度胁迫对大海马幼体 MDA 含量的影响

Fig.3 Effect of salinity stresses on the MDA content of internal organization in juvenile *H. kuda*

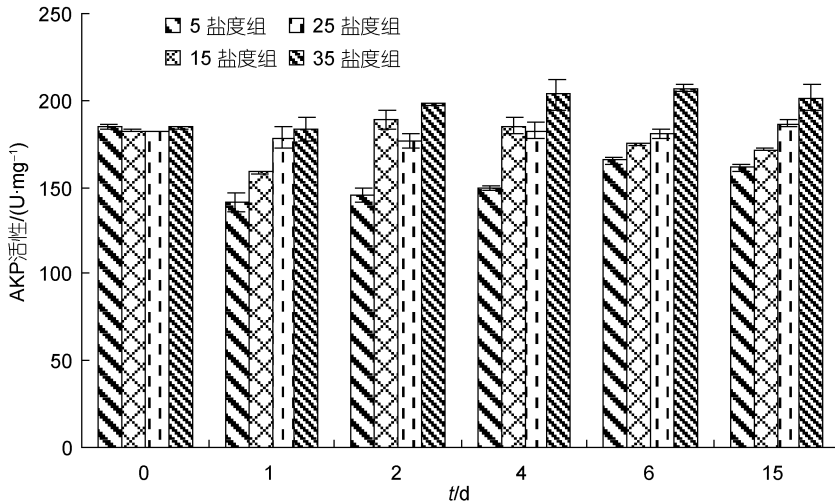


图 4 盐度胁迫对大海马幼体 AKP 活性的影响

Fig.4 Effect of salinity stresses on the AKP activity of internal organization in juvenile *H. kuda*

2.6 盐度胁迫对大海马组织中 AKP 活性的影响

见图 4。盐度胁迫对大海马幼体内部组织 AKP 活性的影响试验结果显示,大海马暴露在不同的盐度环境中,低盐度组酶活性呈现降低的趋势。在第 1 天时,5 盐度组 AKP 活性显著低于对照盐度组 ( $P<0.05$ ),15 盐度组 AKP 活性虽有所降低,但与对照组相比差异并不显著 ( $P>0.05$ );而 35 盐度组起初时间 AKP 活性升降不定,到第 6 天时,35 盐度组已显著高于对照盐度组水平 ( $P<0.05$ )。

2.7 盐度胁迫对大海马组织中 ACP 活性的影响

由图 5 看出,盐度胁迫对大海马幼体内部组织

ACP 活性的影响试验结果显示,大海马暴露在不同的盐度环境中,各个盐度组 ACP 酶活性呈现先升后降的趋势。在第 1 天时,各个盐度组都显著高于对照组 ( $P<0.05$ );随后的时间里,15 盐度组和 35 盐度组活性逐渐降低,并在第 2、4、6 天时,一直保持在对照组水平 ( $P>0.05$ );到第 15 天时,35 盐度组降至低于对照组水平 ( $P<0.05$ ),而 15 盐度组和 5 盐度组则显著高于对照组水平 ( $P<0.05$ )。

3 讨论

3.1 盐度对大海马幼体生长的影响

盐度作为生物体生命活动的重要环境因子,对多种海洋生物体的各个生长发育阶段(包括受精到成体死亡)都存在着显著的影响(Stickney, 1991; 刘锡胤等, 2000; 冯新等, 1991; 冯新等, 2008)。盐度对海洋生物体的影响主要是改变鱼类的生理代谢情况、食物的摄取和转化效率以及激素的分泌等,从而达到影响鱼类生长的效果(Stickney, 1991; 冯新等, 2008)。从本研究中可以看出:在 21d 大海马幼体不同盐度胁迫实验中,实验海马幼体存活率虽然发生了显著性变化,但是并没有出现急剧减少的现象,由此说明,大海马个体本身就对盐度胁迫有较强的耐受力,应当属于一种广盐性的海洋鱼类。实验的海马幼体在 15 盐度组的体重与对照盐度

组 25 相比,差异不显著 ( $P>0.05$ ),而它的体长和成活率显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。这说明海马幼体在盐度 15 的海水中比在盐度 25 的海水环境中更加适宜生长和成活,与冯新等(2008)研究得出的盐度会对星斑川鲷幼鱼摄食生长造成影响的结果相类似;星斑川鲷幼鱼在低盐度 16 的环境中比在盐度 24 有更大的生长率,这也与广盐性鱼类在盐度适中的环境中有着低的代谢率和较高的生长率的研究结果相一致。在盐度 25—15 和 25—35 的范围内,5、35 盐度组的体重、体长、成活率显著低于对照盐度组 25 ( $P<0.05$ ),35 盐度组在体长和成活率方面也显著低于 5 盐度组 ( $P<0.05$ ),

表明大海马幼体的生长指标、存活率随盐度增大而增加, 盐度在到达 15—25 时达到最大值, 随后随着盐度的增大, 各项生长指标开始有所降低。可能的原因是, 当外界的渗透压与机体本身的渗透不一致时, 鱼类需要进行渗透压调节来达到新的平衡, 而这个过程是要消耗能量的(Chen *et al*, 1995)。研究证明鱼类大约消耗 10% 的能量用于渗透压的调节, 但盐度也会对鱼类摄食、消化和利用食物方面都起到直接的作用, 从而影响到个体的生长发育(Mathew *et al*, 2005)。实验中, 较低盐度组 5 和较高盐度组 35, 其生长指标和成活率显著低于对照盐度组 25, 这说明, 超出一定的范围后, 盐度的胁迫已经开始影响到海马幼体的正常行为, 使大海马幼体生长和成活受到抑制。

### 3.2 盐度变化与大海马幼体生化组分的关系

有关盐度对鱼类的生化组分的影响有过一些研究报道。盐度变化往往对不同种类的鱼类的生化组分的变化影响有所不同, 盐度变化对台湾红罗非鱼的吸收效率和同化效率造成影响, 改变其生化组分, 或对能值分配影响较大(徐涛, 2007)<sup>1)</sup>。一般认为, 盐度可以通过影响鱼类的食物摄取率、食物转化效率、标准代谢率及激素的分泌等, 进而达到影响鱼类的生化组分的积累和生长(Stickney, 1991; Alava, 1998)。在本实验过程中可以看出: 经过 21d 不同盐度处理养殖后, 15 盐度组大海马幼体的水分、粗蛋白、粗脂肪和能值含量与对照组 25 盐度组相比, 没有出现显著性差异( $P>0.05$ ); 再对比其生长指标和大海马幼体的成活率, 可以发现实验所设的 15 盐度到 25 的盐度范围内, 都比较适宜大海马幼体的生化组分的积累。并且在稍低于海水盐度的范围内, 海马幼体的新陈代谢更加旺盛, 也不会引起海马幼体生化组成的剧烈变化; 大海马幼体在此盐度条件下, 死亡率还会有所降低, 这可能是由于大海马生活在沿海地区, 海水的盐度较低有关(Stickney, 1991)。而在较低盐度 5 和较高的盐度 35 的范围内, 35、5 盐度组的水分、粗蛋白、粗脂肪和能值与对照 25 盐度组相比出现显著低于对

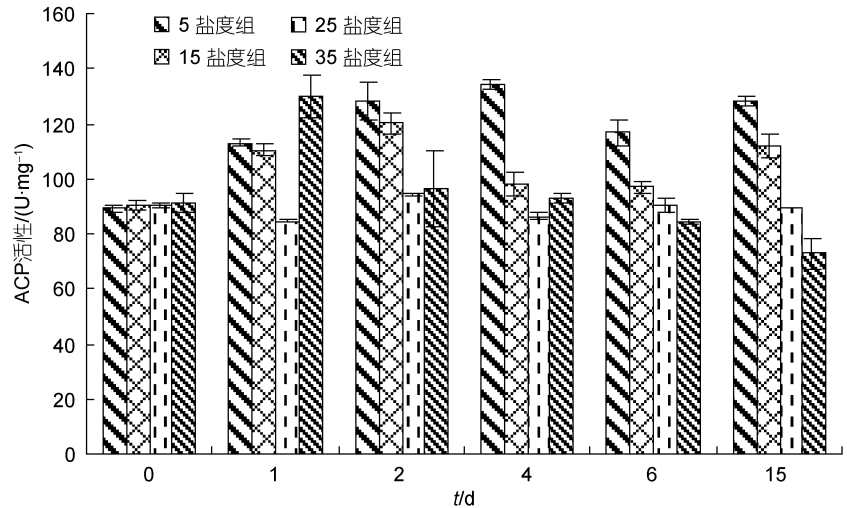


图 5 盐度胁迫对大海马幼体 ACP 活性的影响

Fig.5 Effect of salinity stresses on the ACP activity of internal organization in juvenile *H. kuda*

对照组( $P<0.05$ ), 各个盐度组的灰分与对照 25 盐度组相比差异不显著 ( $P>0.05$ )。这说明, 在非等渗环境中, 大海马幼体必然对外界环境做出了持续性的应激反应。在高渗环境中, 鱼体主动将离子转运到水中; 在低渗环境中则从水中吸收盐类, 随着离子浓度的增加, 需转运的离子数目也随之增加, 渗透调节所消耗的能量也随之改变(Chen *et al*, 1995)。若外界海水的盐度与体液的生理浓度相互接近, 生物个体用于调节渗透压的能量消耗就越少, 用于生长的能量就越多, 相对的生长就越快(Mathew *et al*, 2005)。反之, 一旦外界海水的盐度与生物体的体液浓度差异越大, 为了维持一定的体液浓度平衡, 生物体就必须进行渗透压调节以适应周围的生长环境, 而相应的用于生长的能量分配就会减少(陈惠群等, 2002), 这可能就是大海马幼体较低盐度 5 和较高的盐度 35 的范围内生长指标和生化指标不断降低的原因。

### 3.3 温度对大海马幼体酶活性和 MDA 含量的影响

当外界环境发生变化时, 往往会诱导产生大量活性氧(ROS)、 $O_2^-$ 、 $H_2O_2$ 、OH, 如果不及时清除, 会对生物体造成氧化损伤。在抗氧化系统中, 超氧化物歧化酶 SOD 可以作为活性氧(ROS)自由基的清除剂, 将  $O_2^-$  转化为  $O_2$  和  $H_2O_2$ , 而 CAT 能进一步的将  $H_2O_2$  转化为水, 因此在防御机体氧化损伤保护机体细胞免受伤害等方面起到重要作用(Parihar *et al*, 1997)。目

1) 徐涛, 2007. 环境因子对条纹锯鲷能量代谢、渗透调节和抗氧化酶活力的影响. 青岛: 中国海洋大学硕士学位论文, 34—37

前国内外关于盐度对鱼体的抗氧化酶系统作为检测指标的报道已有不少(Parihar *et al*, 1997; 王晓杰等, 2005; 赵峰等, 2008; 孙鹏等, 2010), 如, 条石鲷幼鱼在高盐度处理后, 其肝脏中 SOD、CAT 的酶活力都会显著升高(孙鹏等, 2010), 施氏鲟在不同组织抗氧化酶对水体盐度升高的响应中发现, 当盐度变化时, 施氏鲟能通过改变抗氧化酶活力来消除氧化压力下产生的多余自由基来维持机体的正常功能(赵峰等, 2008)。在本实验结果来看, 盐度 15 海马幼体的 SOD 活力在初始几天内始终处于对照组水平, 到第 4 天时, 15 盐度组 SOD 酶活性不断降低到显著低于对照 25 盐度组( $P<0.05$ ), CAT 活性有相似的起伏, 前 6 天的时间里, 活性变化不显著, 到第 15 天时活性有所下降, 低于对照组水平 ( $P<0.05$ ), 而 MDA 含量与对照盐度组差异不显著( $P>0.05$ )。这说明作为广盐性的海马幼体, 盐度 15 是其适宜生长发育的范围, 在此范围中自由基比对照组还有所降低, 这可能是由于海马幼体的生长环境选择决定的, 大部分海马个体生活在沿海地区, 海水有所稀释, 因此稍低于自然海水的盐度可能更适宜海马幼体的生长。初始 2d 内, 大海马幼体中的 SOD、CAT 活性和 MDA 含量虽个别出现波动, 但总体来说, 与对照组相比并没有出现大的显著性改变, 而随着时间的延长后, 在其组织中的 SOD、CAT 活性和 MDA 含量开始发生变化, 到第 6 天时, 35 盐度组 SOD 酶活性显著高于对照盐度组( $P<0.05$ ); 而 5 盐度组在第 15 天也上升到仍显著高于对照 25 盐度组水平( $P<0.05$ ); 35 盐度组和 5 盐度组 CAT 的酶活力逐渐升高, 在第 15 天时, 升至高于对照盐度组水平( $P<0.05$ )。MDA 含量总体也呈现逐渐上升, 而 35 盐度组 MDA 含量增长更为迅速, 在第 15 天时, 35 盐度组已显著高于 5 盐度组 MDA 含量( $P<0.05$ ), 前期海马幼体酶活力变化不显著其可能的原因是大海马幼体对盐度的变化并不是很敏感, 所以短期内并不会影响其生理功能, 各个氧化酶类变化并不明显; 而长期的 5、35 盐度胁迫则会导致大海马幼体内产生并堆积大量的活性氧自由基, 而 SOD、CAT 作为清除这些活性氧自由的酶类, 其活力可以不断升高可以减少自由基对细胞的伤害, MDA 含量作为自由基对生物体伤害程度的一项指标, 其含量不断升高, 说明此时大海马幼体处于盐度 5、35 水体已是其生存的上下限, 高强度或低强度的盐度胁迫下的大海马幼体内部脂质过氧化程度加剧, 已经对机体造成了氧化损伤。由此表明, 尽管在此极限盐度胁迫下大海马在一定养

殖周期内会生长较好, 但长期处于此种盐度胁迫的环境中, 将会导致鱼体自由基代谢的紊乱, 从而降低海马幼体的免疫力, 最终将影响海马幼体健康生长, 这也与高低盐度抑制海马幼体的生长发育的指标相一致。因此, 在大海马幼体的养殖生产中, 应尽量避免养殖水体大幅度的盐度变化。

以往的大量研究表明, ACP 和 AKP 酶活性会对维持生物体的生存和生长有着特别重要的意义(Narisawa *et al*, 1993)。一般认为, 碱性磷酸酶 AKP 的活性可以作为预测生物体疾病诊断及环境适宜程度的重要指标, 而对与酸性磷酸酶 ACP 除了与生长代谢密切相关外, 还可以增强细胞对异物的识别, 生理调理的作用, 来加快吞噬细胞对异物的吞噬和降解速度(赵峰等, 2008; 孙鹏等, 2010)。本研究发现, 总体来说, 大海马幼体的组织中 AKP 酶活性有着随着盐度升高而小幅度升高的趋势, ACP 酶活性与 AKP 酶活性相反, ACP 酶活性会随着盐度的升高而有所降低。在整个实验过程中, 5 盐度组 AKP 活性显著低于对照盐度组, ACP 酶活性则显著高于对照组水平( $P<0.05$ ); 15 盐度组 AKP、ACP 酶活性虽有所降低, 但与对照组相比差异并不显著( $P>0.05$ ); 35 盐度组在第 15 天时, AKP 酶活性高于对照盐度组水平, 而 ACP 活性高于对照盐度组水平( $P<0.05$ ), 推测可能盐度是通过影响动物的生理状态, 如渗透压影响其 AKP、ACP 酶活性。许多无机离子可以作为酶的激活剂和抑制剂, 因此, 在不同的盐度影响下, 其离子的影响程度也会变得不同。在低盐或高盐的影响下, 海马幼体需要不断地调节渗透压的变化, 而长期的这些变化有可能导致体内酶的活性、生长及其它生化指标产生差异(Polstra *et al*, 1997)。目前, 有关盐度如何对生物组织中的 ACP、AKP 活性影响的作用机制, 尚有待进一步研究。

## 参 考 文 献

- 王晓杰, 张秀梅, 李文涛, 2005. 盐度胁迫对许氏平鲉血液免疫酶活力的影响. 海洋水产研究, 26(6): 137—142
- 冯 新, 刘建立, 董玉波等, 2008. 不同盐度会对星斑川鲷幼鱼摄食生长造成影响. 海洋科学, 29(24): 26—29
- 吕军仪, 吴金英, 杨大伟等, 2001. 大海马在人工养殖条件下的生长速率. 中国水产科学, 8(1): 60—63
- 刘锡胤, 于再新, 2000. 盐度对大银鱼受精卵孵化率的影响. 齐鲁渔业, 17: 34—35
- 孙 鹏, 尹 飞, 彭士明等, 2010. 盐度对条石鲷幼鱼肝脏抗氧化酶活力的影响. 海洋渔业, 2: 154—159

- 陈惠群, 王国良, 2002. 硬骨鱼类的渗透压调节. 海洋科学, 26: 24—25
- 林华英, 1982. 环境因子对三斑仔海马生长的影响. 水产科技情报, (4): 21—23
- 赵 峰, 庄 平, 李大鹏, 等, 2008. 盐度对施氏鲟和西伯利亚鲟稚鱼的急性毒性. 生态学杂志, 27(6): 929—932
- 姬广闻, 2003. 盐度对香鱼仔鱼生长和成活率的影响. 淡水渔业, 33(4): 3—5
- 戴广谱, 徐永健, 孙 彬, 2011. 大海马幼苗人工养殖条件的研究. 渔业科学进展, 32(4): 62—66
- Alava V R, 1998. Effect of salinity, dietary lipid source and level on growth of milk fish *Chanos chanos* fry. Aquaculture, 167(3—4): 229—236
- Chen J C, Nan F H, 1995. Oxygen consumption and ammonia N excretion of juvenile (*Penaeus chinensis*) at different salinity levels. Journal of Crustacean Biology, 68(6): 712—719
- De Silva S S, Perera P A B, 1976. Studies on the young grey mullet, *Mugil cephalus*, effects of salinity on food in take, growth and food conversion. Aquaculture, 7: 327—338
- Mathew J R, Kenneth A W Jr, Joan Holt G, 2005. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. Aquaculture, 253: 398—407
- Narisawa S, Hofman M C, Ziomek C A *et al*, 1993. Embryonic alkaline phosphatase is expressed at M-phase in the spermatogenic lineage of the mouse. Development, 118: 1—7
- Parihar M S, Javeri T, Hemnani T *et al*, 1997. Responses of superoxide dimutase, glutathione peroxidase and reduced glutathione antioxidant defense in gills of the fresh water catfish (*Heteropneustes fossilis*) to short term elevated temperature. Therm Biol, 22(2): 151—156
- Polstra K, Bakker W W, Klok P A *et al*, 1997. Dephosphorylation of endotoxin by alkaline phosphatase *in vivo*. A M J Pathol, 151(4): 1163—1169
- Stickney R R, 1991. Effect of salinity on aquaculture production. Journal of World Aquaculture Society, 43: 105—132

## EFFECT OF SALINITY STRESS ON THE GROWTH, BODY COMPOSITION AND ENZYME ACTIVITIES OF JUVENILE *HIPPOCAMPUS KUDA*

XU Yong-Jian, SUN Bin

(School of Marine Sciences, Ministry of Education Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology, Ningbo University, Ningbo, 315211)

**Abstract** This article investigated effects of variable salinity stress (salinity 25 dropped rapidly to 5, 15, 35) on the growth, biochemical composition and enzyme activities in juvenile *Hippocampus kuda*. The results showed that weight, biochemical composition and energy value of *H. kuda* juvenile of 15 salinity group had no significant difference with the control group (salinity 25) ( $P > 0.05$ ), the indexes of growth and survival rates were significantly higher than those of the control group ( $P < 0.05$ ), however, the growth rate, survival rate and biochemical composition of the 5, 35 salinity groups were apparently lower than those of the control group ( $P < 0.05$ ), besides the SOD, CAT enzyme activities in 15 salinity group were lower than in the control group level ( $P < 0.05$ ), the changes of MDA content had no significance ( $P > 0.05$ ). The SOD, CAT and MDA contents of the 5, 35 salinity groups compared with the control group, which show rising trend with time elapse ( $P < 0.05$ ). With the increases of salinity, the AKP activity has a rising trend, and opposite of the ACP activity.

**Key words** Salinity, Stress, *Hippocampus kuda*, Growth, Enzyme activity