

## 盐度对施氏鲟幼鱼消化酶活力的影响

庄平<sup>1,2</sup>, 章龙珍<sup>1</sup>, 田宏杰<sup>1,2</sup>, 赵峰<sup>1,2</sup>, 宋超<sup>1,2</sup>

(1. 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090; 2. 上海高校水产养殖学 E-研究院, 上海水产大学 生命科学与技术学院, 上海 200090)

**摘要:** 研究了盐度对施氏鲟幼鱼消化酶活力的影响。将施氏鲟 (*Acipenser schrenckii* Brandt) 幼鱼 [初始体长 (24.95 ± 1.89)cm, 初始体质量 (117.80 ± 16.72)g] 分别在淡水 (盐度 0)、盐度 10、盐度 25 条件下饲养 10 d, 检测不同盐度下施氏鲟幼鱼消化器官 (幽门盲囊、瓣肠、十二指肠、胃和肝脏) 蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶的活力。结果表明: (1) 在相同盐度条件下, 不同消化器官中同种消化酶活力高低顺序不同。在不同消化器官中蛋白酶活力 (淡水和盐度 25 时) 及淀粉酶活力 (淡水时) 由大到小依次为幽门盲囊、瓣肠、十二指肠、胃和肝脏; 蛋白酶活力 (盐度 10 时) 及淀粉酶活力 (盐度 10 和 25 时) 由大到小依次为瓣肠、幽门盲囊、十二指肠、胃和肝脏; 在淡水和盐度 10 时脂肪酶活力由大到小依次为瓣肠、十二指肠、胃、肝脏和幽门盲囊; 在盐度 25 时脂肪酶活力由大到小依次为瓣肠、十二指肠、肝脏、胃和幽门盲囊。(2) 同种消化器官中不同盐度条件下同种消化酶的活力不同。幽门盲囊、十二指肠、胃和肝脏中的蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶的活力均在淡水中最高 ( $P < 0.05$ ), 盐度 25 中最低, 说明盐度对以上消化器官中 3 种消化酶均具有抑制作用; 瓣肠中蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶的活力均在盐度 10 下最高 ( $P < 0.05$ ), 说明一定的盐度对瓣肠中 3 种酶具有激活作用, 但盐度过高则会抑制这些酶的活性。[中国水产科学, 2008, 15 (2): 198-203]

**关键词:** 施氏鲟; 盐度; 蛋白酶; 淀粉酶; 脂肪酶;

**中图分类号:** S965.211      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1005-8737-(2008)02-0198-06

盐度是与鱼类生活密切相关的环境因素, 也是影响鱼类消化生理活动的重要因素之一。盐度通过影响鱼类消化器官中消化酶活力大小来影响食物的消化吸收, 最终影响鱼类的生长发育<sup>[1]</sup>。近年来, 已有学者对黄鳍鲷 (*Sparus latus*)<sup>[1]</sup>、真鲷 (*Pagrosomus major*)<sup>[2]</sup>、大菱鲆 (*Scophthalmus maximus*)<sup>[3]</sup> 和罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*)<sup>[4]</sup> 等鱼类做过盐度对其消化酶影响方面的相关研究, 但尚未见到盐度对鲟鱼类消化酶影响的研究报道。

施氏鲟 (*Acipenser schrenckii* Brandt) 隶属于鲟形目、鲟科、鲟属, 分布于黑龙江流域。近年来, 随着鲟鱼人工养殖技术的不断提高, 施氏鲟在中国已成为遍及南、北方的重要淡水鲟鱼养殖对象。大多数鲟鱼为江海洄游性鱼类, 具有开发成为海水养殖对象的潜力, 因此, 期望通过盐度驯化使其逐渐适应海水和盐碱地养殖环境, 成为海水养殖对象。目前, 在鲟鱼的盐度驯化方面已有过一些研究<sup>[5-8]</sup>, 但

驯化过程中消化酶活性变化未见报道。本研究对不同盐度下施氏鲟幼鱼消化酶活力的变化进行了分析比较, 旨在丰富鱼类消化生理学知识, 为其海水养殖配合饲料的研制提供理论依据, 以期提高施氏鲟养殖水平及拓展养殖空间。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料

实验用施氏鲟鱼为利用捕获的黑龙江野生施氏鲟亲本经人工繁育所得鱼苗, 在人工条件下饲养至稚鱼阶段, 然后按鱼体大小相近原则随机挑选健康的实验用鱼, 初始体长为 (24.95 ± 1.89)cm, 体质量为 (117.80 ± 16.72)g。

#### 1.2 实验条件

实验容器为蓝色平底圆形玻璃钢桶, 内径 0.85 m, 深 0.70 m, 水深 0.60 m, 桶底部中心有一出水口用于排污换水。实验用水为经颗粒活性炭及

收稿日期: 2007-05-31; 修订日期: 2007-10-08.

基金项目: 国家“863”高技术研究发展计划项目 (2004AA603110); 国家自然科学基金重大项目 (30490234); 上海市教育委员会 E-研究院建设项目 (E03009).

作者简介: 庄平 (1960-), 男, 博士, 研究员, 主要从事鱼类生理生态学和保护生物学研究. Tel: 021-55530921, E-mail: pzhuang@online.sh.cn

KDF (Kinetic Degradation Fluxion) 方法过滤 (余氯  $<0.01$  mg/L) 的自来水与浓缩海水按比例配制的不同盐度的海水。用控温仪 (WMZK-01, 上海) 控温。每天投喂 3 次, 日投喂率为体质量的 2%, 每天排污 1 次, 2 d 换水 1 次, 换水量为总容积的 30%。实验期间, 每天用多参数水质分析仪 (HYBROLAB QUANTA, 美国) 测定水质, 水温为  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ , 溶解氧 (DO)  $>6.0$  mg/L, pH 为  $7.5 \pm 0.5$ , 实验过程中保持水质条件基本一致。

### 1.3 实验设计

实验设 3 个处理组, 其中以淡水组 (盐度 0) 为对照组, 再设盐度分别为 10 和 25 的 2 个实验组, 每组各设 3 个平行。每平行放养 10 尾鱼, 起始为淡水养殖, 然后实验组盐度按 2/d 的速度分别升至盐度 10 和 25, 在各组中养殖 10 d 后, 从各平行组中随机抽取 6 尾, 采集组织样本测定消化酶活性。

### 1.4 样品制备

将实验鱼置于冰盘上解剖, 取出全部消化器官, 剔除脂肪, 剪开胃和肠道, 用预冷 0.65% 生理盐水快速冲洗, 并用脱脂棉小心揩干。分别将幽门盲囊、瓣肠、十二指肠、胃和肝脏称重, 液氮保存。测定前先在冰盘内将样品剪碎, 加入 10 倍体积的预冷生理盐水后用超声波粉碎仪 (JY92-II, 宁波) 在冰浴条件下超声破碎 2 s, 间隔时间 6 s, 共超声 20 次 (调节功率在 130 W)。所得匀浆液于  $4^\circ\text{C}$ , 1 700 g 离心 20 min, 取上清液,  $4^\circ\text{C}$  冰箱保存, 24 h 内分析完毕。

### 1.5 酶活性测定

用尤尼柯 UV-2802S 型紫外分光光度计采用福林-酚试剂法<sup>[9]</sup>测定蛋白酶活性, 碘-比色法<sup>[10]</sup>测定淀粉酶活性, 用聚乙烯醇橄榄油乳化液水解法<sup>[9,11]</sup>测定脂肪酶活性。酶活力定义与田宏杰等<sup>[12]</sup>定义方法一致。

### 1.6 数据分析

实验数据通过 Statistica 6.0 统计软件进行分析, 采用 One-way ANOVA 过程来检验盐度对测定指标影响的显著性, 用最小极差法 (LSD) 中的 Ducann 氏新复极差检验法进行多重比较, 描述性统计值使用平均值  $\pm$  标准差 ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ ) 表示,  $P < 0.05$  认为具有显著性差异。用 Origin Pro 7.5 软件作图。

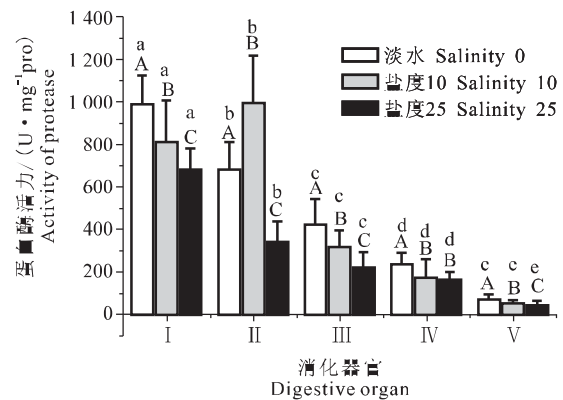
## 2 结果与分析

### 2.1 蛋白酶

由图 1 可知, 在 3 种不同盐度下肝脏中的蛋白

酶活力最低, 其范围为 41.19~71.04 U/mg 蛋白, 显著低于其他消化器官蛋白酶活力 ( $P < 0.05$ )。在淡水和盐度 25 时, 各消化器官蛋白酶活力由大到小依次为: 幽门盲囊、瓣肠、十二指肠、胃和肝脏, 且相互之间差异显著 ( $P < 0.05$ ); 盐度为 10 时, 其由大到小顺序为: 瓣肠、幽门盲囊、十二指肠、胃和肝脏, 相互之间也具有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。

比较不同盐度下同种消化器官的蛋白酶活力可见, 幽门盲囊、十二指肠、胃和肝脏蛋白酶活力均随盐度增加而呈下降趋势, 且在幽门盲囊、十二指肠和肝脏中, 3 种不同盐度之间的蛋白酶活力差异显著 ( $P < 0.05$ ); 胃中蛋白酶活力在盐度 10 和 25 之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 但均显著低于淡水时的蛋白酶活力 ( $P < 0.05$ )。瓣肠中蛋白酶活力随着盐度的增加呈先增大后减小趋势, 且在 3 组之间差异显著 ( $P < 0.05$ )。



I - 幽门盲囊; II - 瓣肠; III - 十二指肠; IV - 胃; V - 肝脏  
I - pyloric caecum; II - ileum; III - duodenum; IV - stomach; V - liver  
图 1 盐度对施氏鲟幼鱼消化器官中蛋白酶活力的影响 ( $n=18$ )

注: 图标上方小写字母不同, 表示同一盐度不同消化器官之间存在显著性差异 ( $P < 0.05$ ); 大写字母不同, 表示同种消化器官不同盐度间存在显著性差异 ( $P < 0.05$ )。

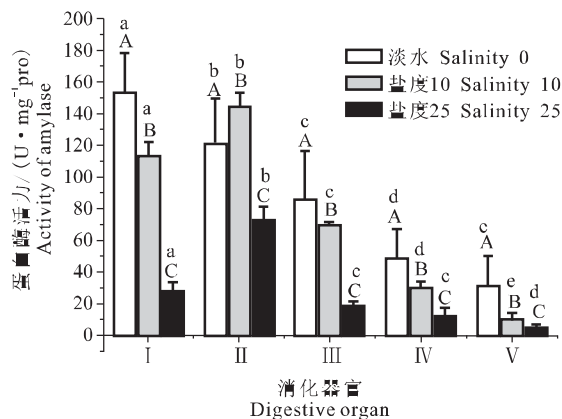
Fig.1 Effect of salinity on protease activity in digestive organs of juvenile *Acipenser schrenckii* ( $n=18$ )

Note: Different small letters on the columns mean significant difference in enzyme activity between different tissues under same salinity ( $P < 0.05$ ), and different capital letters mean significant difference in digestive enzyme activity of one tissue of juvenile *Acipenser schrenckii* under different salinity ( $P < 0.05$ ).

## 2.2 淀粉酶

由图2可知,与蛋白酶活力相似,在3种不同盐度下淀粉酶活力也是肝脏中最低,其范围为5.05~31.12 U/mg 蛋白,且与其他器官中淀粉酶活力差异显著 ( $P<0.05$ )。在淡水时,各消化器官淀粉酶活力由大到小的顺序为:幽门盲囊、瓣肠、十二指肠、胃和肝脏,且相互之间差异显著 ( $P<0.05$ ); 盐度10和25时,其从大到小顺序为:瓣肠、幽门盲囊、十二指肠、胃和肝脏,其中,在盐度10时,各器官之间淀粉酶活力具有显著性差异 ( $P<0.05$ ),在盐度25时,除胃和十二指肠之间差异不显著外 ( $P>0.05$ ),其他器官之间均具有显著性差异 ( $P<0.05$ )。

比较同种消化器官不同盐度下的淀粉酶活力可知,除瓣肠中淀粉酶活力随着盐度的增加先增大后减小外,其他器官中淀粉酶活力均随盐度增加而下降,所有器官淀粉酶活力在3个盐度组之间均具有显著性差异 ( $P<0.05$ )。



I - 幽门盲囊; II - 瓣肠; III - 十二指肠; IV - 胃; V - 肝脏  
I - pyloric caecum; II - ileum; III - duodenum; IV - stomach; V - liver

图2 盐度对施氏鲟幼鱼消化器官中淀粉酶活力的影响 ( $n=18$ )

注: 图标上方不同小写字母,表示同一盐度不同消化器官之间存在显著性差异 ( $P<0.05$ ); 不同大写字母,表示同种消化器官不同盐度间存在显著性差异 ( $P<0.05$ )。

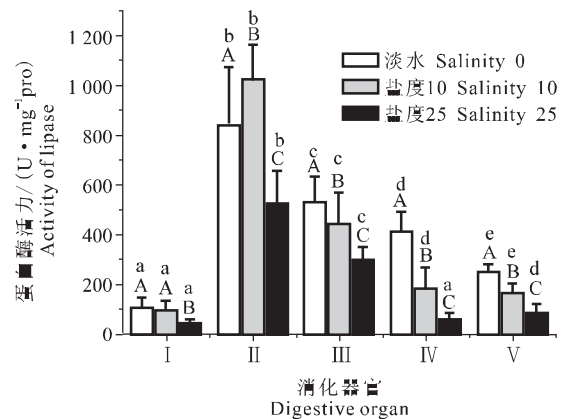
Fig.2 Effect of salinity on amylase activity in digestive organs of juvenile *Acipenser schrenckii* ( $n=18$ )

Notes: Different small letters on the columns mean significant difference in enzyme activity between different tissues under same salinity ( $P<0.05$ ), and different capital letters mean significant difference in digestive enzyme activity of one tissue of juvenile *Acipenser schrenckii* under different salinity ( $P<0.05$ ).

## 2.3 脂肪酶

如图3所示,在3种不同盐度下脂肪酶活力均在幽门盲囊中最低,其范围为50.97~111.74 U/mg 蛋白。在淡水和盐度10时,各消化器官脂肪酶活力由大到小的顺序为:瓣肠、十二指肠、胃、肝脏和幽门盲囊,且相互之间差异显著 ( $P<0.05$ ); 在盐度25时,其大小顺序略有不同,其由大到小顺序为瓣肠、十二指肠、肝脏、胃和幽门盲囊,除了幽门盲囊和胃中脂肪酶活力差异不显著 ( $P>0.05$ ) 外,其他器官之间均具有显著性差异 ( $P<0.05$ )。

比较同种消化器官不同盐度下的脂肪酶活力可见,除瓣肠中脂肪酶活力随着盐度的增加先增大后减小外,其他器官中脂肪酶活力均是随盐度增加而下降,除了幽门盲囊中脂肪酶活力在淡水和盐度10之间差异不显著外 ( $P>0.05$ ),其他器官中脂肪酶活力在3个盐度组之间均具有显著性差异 ( $P<0.05$ )。



I - 幽门盲囊; II - 瓣肠; III - 十二指肠; IV - 胃; V - 肝脏  
I - pyloric caecum; II - ileum; III - duodenum; IV - stomach; V - liver

图3 盐度对施氏鲟幼鱼消化器官中脂肪酶活力的影响 ( $n=18$ )

注: 图标上方不同小写字母,表示同一盐度不同消化器官之间存在显著性差异 ( $P<0.05$ ); 不同大写字母,表示同种消化器官不同盐度间存在显著性差异 ( $P<0.05$ )。

Fig.2 Effect of salinity on lipase activity in digestive organs of juvenile *Acipenser schrenckii* ( $n=18$ )

Notes: Different small letters on the columns mean significant difference in enzyme activity between different tissues under same salinity ( $P<0.05$ ), and different capital letters mean significant difference in digestive enzyme activity of one tissue of juvenile *Acipenser schrenckii* under different salinity ( $P<0.05$ ).

### 3 讨论

#### 3.1 pH值及无机离子直接对酶产生作用是盐度影响消化酶活性的主要原因

一定范围内盐度的改变会导致鱼体消化道内消化酶活力的变化,具体可归结为3种情况:一是激活作用<sup>[13-14]</sup>;二是没有影响<sup>[4]</sup>;三是抑制作用<sup>[15]</sup>。本实验中,随着盐度增加施氏鲟幼鱼除瓣肠外其他所测消化器官的消化酶活力均呈下降趋势,证明盐度的增加对于施氏鲟消化酶的活力具有抑制作用。分析认为,施氏鲟在驯化过程中,由于外界环境渗透压的增大,体内水分迅速外渗,引起施氏鲟大量吞咽海水以补充体内水分的流失,大量碱性海水的吞饮导致胃及消化道内的pH值升高<sup>[16]</sup>,超过了蛋白酶的适宜pH值范围,引起消化酶活力下降。同时,大量海水的吞入导致施氏鲟消化道内无机离子的增加,许多无机离子是消化酶的激活剂或抑制剂,可以对酶直接产生作用,从而影响消化酶活力的变化。许多研究表明,较低浓度的氯离子对 $\alpha$ -淀粉酶有激活作用,而较高浓度的氯离子对 $\alpha$ -淀粉酶有抑制作用<sup>[17-18]</sup>。白东清等发现浓度为0.05~0.1 mol/L(相当于盐度3~6)的NaCl对黄鳝(*Monopterus albus*)肠淀粉酶的激活作用达到最大<sup>[19]</sup>。大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)消化道内测得的淀粉酶在0.05~0.1 mol/L浓度的氯离子条件下被激活<sup>[20]</sup>。在本实验中所测盐度(10、25)可能均超出了施氏鲟消化酶适宜pH值及无机离子浓度,致使其消化酶活性受到抑制。由此推测,pH值及无机离子直接对酶产生作用可能是盐度影响消化酶活性的主要原因。

尽管鱼类肠道蛋白酶活力随着盐度的不同也会发生变化,但鱼体会通过产生同工酶保持正常的消化水平<sup>[4]</sup>。赵峰等<sup>[6]</sup>通过研究证实施氏鲟经过盐度驯化后,在25盐度下仍保持较高的生长水平,这说明施氏鲟在盐度25下对食物还具有较强的消化吸收能力,具体的原因还有待于进一步研究。另外,由于本实验设计的盐度范围较大,至于激活消化酶活性的盐度未能发现,需要深入研究以证实施氏鲟消化酶活性激活的最适盐度,这在生产实践中对提高施氏鲟消化能力,促进生长具有重要的意义。

#### 3.2 不同盐度下施氏鲟消化器官间的消化酶活性差异与其生理特点及生活习性有关

肠道是鲟鱼蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶消化营养物质的主要场所<sup>[21]</sup>,本研究结果也证实了这一点。

在3种不同盐度下,施氏鲟幼鱼瓣肠和十二指肠中3种消化酶均保持相对较高的活力。幽门盲囊是鲟鱼重要的消化腺之一<sup>[22]</sup>。本研究结果显示幽门盲囊具有较高的淀粉酶和蛋白酶活力,但脂肪酶活力相对较低,这与伍莉等<sup>[23]</sup>检测的结果略有不同,可能与实验鱼的大小、养殖环境及饵料等不同有关。从本实验结果及前人的研究<sup>[23]</sup>来看,基本上可以认为幽门盲囊消化脂肪的能力较低或不具有消化脂肪的能力。

瓣肠位于十二指肠之后,内部约有9个螺旋瓣。瓣肠的这种结构增加了与食物的接触面积,是鲟鱼类主要的消化吸收场所<sup>[22]</sup>。瓣肠3种消化酶活力随盐度的变化规律与其他器官有着较大的差异,均在盐度10时活力最大,推测这可能有3个原因:一是与施氏鲟生活习性有关,尽管目前国内施氏鲟养殖为淡水养殖,但野生施氏鲟分布于整个黑龙江流域,其产卵、摄食均在黑龙江的中下游,在河口半咸水区也有其分布<sup>[24-25]</sup>,且河口区的盐度为14~16<sup>[24]</sup>;二是盐度10略高于施氏鲟的等渗点盐度<sup>[5]</sup>,鱼类在等渗点时一般生长速度为最快,相应地其对食物的吸收利用效率也是最大的;三是鲟鱼吸入大量海水后,经过消化道前端对离子的调节,或者瓣肠本身具有较强的渗透压及离子调节能力,大大降低了其内容物的离子浓度,到达瓣肠时离子浓度恰好激活了消化酶的活性,促使消化酶活性增高。

### 4 结论

施氏鲟幼鱼幽门盲囊、十二指肠、胃和肝脏的消化酶活力均在淡水时最高,在盐度10时次之,在盐度25时最低,而瓣肠在盐度10时最高。蛋白酶和淀粉酶活力主要在幽门盲囊和肠中,幽门盲囊可以扩大肠的表面积,而肠为主要的消化和吸收的场所。脂肪酶活力主要在肠和胃中。故在3种盐度下,施氏鲟幼鱼消化蛋白质和碳水化合物以幽门盲囊和肠道为主,消化脂肪以肠道和胃为主。对于肠道消化酶活力而言,瓣肠的酶活力均高于十二指肠。因此,对施氏鲟幼鱼进行盐度驯化过程中,达到不同盐度时,应根据不同盐度下消化酶活力的变化规律来搭配饵料的营养成分,并注意提高投喂饲料中外源酶的含量,适当控制碳水化合物和脂肪的比例,在满足其营养需要的同时,避免不必要浪费,减轻水质污染,使其尽快适应较高盐度,实现在海水中进行养殖。

## 参考文献:

- [1] 李希国,李加儿,区又君. 盐度对黄鳍鲷幼鱼消化酶活性的影响及消化酶活性的昼夜变化[J]. 海洋水产研究,2006,27(1): 40-45.
- [2] 陈品健,王重刚,郑森林. 盐度影响真鲷幼鱼消化酶活力的研究[J]. 厦门大学学报:自然科学版,1998,37(5): 754-756.
- [3] Chen M, Zhang X M, Gao T X, et al. Effects of temperature, pH and NaCl on protease activity in digestive tract of young turbot, *Scophthalmus maximus*[J]. Chin J Oceanol Limnol, 2006,24(3): 300-306.
- [4] Fang L S, Chiou S F. Effect of salinity on the activities of digestive protease from the Tilapia fish, *Oreochromis rulosicus*, in different culture environments[J]. Comp Biochem Physiol, 1989,93A: 439-443.
- [5] 赵峰,庄平,章龙珍,等. 盐度驯化对史氏鲟 $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATP酶活力、血清渗透压及离子浓度的影响[J]. 水产学报,2006,30(4): 444-449.
- [6] 赵峰,庄平,章龙珍,等. 不同盐度驯化模式对史氏鲟生长及摄食的影响[J]. 中国水产科学,2006,13(6): 945-950.
- [7] 黄晓荣,章龙珍,庄平,等. 盐度驯化下史氏鲟的血液学参数[J]. 海洋渔业,2006,28(3): 177-184.
- [8] 侯俊利,陈立侨,庄平,等. 不同盐度驯化下施氏鲟幼鱼鳃分泌细胞结构的变化[J]. 水产学报,2006,30(3): 316-322.
- [9] 中山大学生物系生化微生物教研室. 生化技术导论[M]. 北京:人民教育出版社,1978: 52-54.
- [10] 上海市医学化验所. 临床生化检验:上册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979: 366-368.
- [11] 李建武,余瑞元,袁明,等. 生物化学实验原理和方法[M]. 北京:北京大学出版社,1994.
- [12] 田宏杰,庄平,章龙珍,等. 水温对施氏鲟消化酶活力的影响[J]. 中国水产科学,2007,14(1): 126-131.
- [13] Sanchez-Chiang L, Cisternas E, Ponce O. Partial purification of pepsins from adult and juvenile salmon fish *Oncorhynchus keta*, effect of NaCl on proteolytic activities[J]. Comp Biochem Physiol, 1987,87B: 793-797.
- [14] Squires E J, Haard N F, Feltham L A W. Gastric proteases of Greenland cod *Gadus ogac*[J]. Biochem Cell Biol, 1986,64: 215-222.
- [15] 林浩然. 鱼类生理学[M]. 广州:广东高等教育出版社,2002.
- [16] Noda M, Murakami K. Studies of proteinases from the digestive organs of sardine. Purification and characterization of two acid proteinase from the stomach[J]. Biochem Biophys Acta, 1981, 658: 27-32.
- [17] 尾崎久雄著(李爱杰、沈宗武译). 鱼类消化生理(上、下册)[M]. 上海:上海科学技术出版社,1985.
- [18] Chiu Y N, Benitez L V. Studies on the carbohydrates in the digestive tract of the milkfish *Chanos chanos*[J]. Mar Biol, 1981,61: 247-254.
- [19] 白东清,龙良启,贾林,等. 黄鳍鲟组织消化酶初探[J]. 湖北农业科学,1997,5: 56-59.
- [20] 陈慕雁. 大菱鲆不同发育阶段消化生理的研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2004.
- [21] 叶继丹,卢彤岩,刘洪柏,等. 六种鲟鱼消化酶比活力的比较研究[J]. 水生生物学报,2003,27(6): 590-595.
- [22] 四川省长江水产资源调查组. 长江鲟鱼类的研究[R]. 湖北省长江水产研究所,1976.
- [23] 伍莉,陈鹏飞,陈建. 施氏鲟消化酶活性的初步研究[J]. 西南农业大学学报,2004,24(2): 179-181.
- [24] Krykhtin M L, Svirskii V G. Endemic sturgeons of the Amur River: Kaluga, *Huso dauricus*, and Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii*[J]. Environ Biol Fish, 1997,48: 231-239.
- [25] Billard R, Lecointre G. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish[J]. Rev Fish Biol Fish, 2001, 10: 355-392.

## Effects of salinity on digestive enzyme activities of juvenile *Acipenser schrenckii*

ZHUANG Ping<sup>1,2</sup>, ZHANG Long-zhen<sup>1</sup>, TIAN Hong-jie<sup>1</sup>, ZHAO Feng<sup>1,2</sup>, SONG Chao<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture of China, ; East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2. Aquaculture Division, E-institute of Shanghai Universities; College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** Influence of salinity on digestive enzyme activity of juvenile *Acipenser schrenckii* was investigated in this study. We measured and compared activities of three kinds of digestive enzymes (protease, amylase and lipase) in five digestive organs (pyloric caecum, ileum, duodenum, stomach and liver) of juvenile *Acipenser schrenckii* cultured in salinities 0, 10 and 25 for 10 days, respectively. During the experimental period, major environmental factors, such as water temperature, pH and DO, were measured once daily, and those environmental factors were controlled at the same levels in each experimental tank with temperature ( $20 \pm 1$ ) °C, pH  $7.5 \pm 0.5$  and DO > 6.0 mg/L. Prior to sampling, fish were starved for 24 h and were then randomly killed for enzyme activity assay. The alimentary canal and liver were extracted on ice and cleaned with chilly saline water (0.65%). The alimentary canal was divided into pyloric caecum, stomach, duodenum and ileum portions. The digestive organs were minced and homogenized respectively. Each homogenized sample was then centrifuged at 1 700 g for 20 min and the supernatant was collected and prepared for enzyme assay at 4 °C. The results showed that: 1) The same digestive enzyme activity was different among digestive organs measured under the same salinity. The pyloric caecum had the greatest protease activity (in freshwater and salinity 25) and amylase (in freshwater), followed by ileum, duodenum, stomach and liver, while the descending order of protease activity (in salinity 10) and amylase (in salinities 10 and 25) was ileum, pyloric caecum, duodenum, stomach and liver. For lipase activity, the rising order was pyloric caecum, liver, stomach, duodenum and ileum at freshwater and salinity 10. At salinity 25, the order remained except that, liver tissue had greater lipase activity than stomach. 2) The activity of the same digestive enzymes in the same digestive organs measured was different in different salinity. Pyloric caecum, duodenum, stomach and liver tissues, except for ileum tissue, had higher protease, amylase, lipase activities in freshwater than 25 salinity. It could be inferred that salinity can inhibit the activities of protease, amylase, lipase in pyloric caecum, duodenum, stomach and liver tissues. However, the highest activities of protease, amylase, lipase in ileum appeared at salinity 10 ( $P < 0.05$ ), which indicated that salinity could increase the enzyme activity within some salinity range and could inhibit the activity beyond the salinity range. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15 (2): 198–203]

**Key words:** *Acipenser schrenckii*; salinity; protease; amylase; lipase; enzyme activity