

盐度变化对军曹鱼稚鱼相关免疫因子及其生长的影响

冯娟, 徐力文, 林黑着, 郭志勋, 郭根喜

(中国水产科学研究院 南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要:研究了盐度(5、10、20、30 及对照 37)对军曹鱼(*Rachycentron canadum*)稚鱼生长及其血清溶菌酶、碱性磷酸酶(ALP)、旁路途径补体(ACP)溶血活性(ACH₅₀)和总免疫球蛋白(T-Ig)含量等免疫因子的影响。实验周期为 14 d。结果表明,在逐渐达到设定盐度后养殖 14 d,盐度 30 组稚鱼特定生长率(SGR)最高(5.77%/d),而盐度 5 和 10 组的 SGR(分别为 4.24%/d 和 4.38%/d)显著低于其他组($P<0.05$)。在低盐度环境中血清溶菌酶活性在第 7 天各组都有不同程度升高,其中以盐度 20 组升高最为显著,其次为盐度 10 和 30 组,但第 14 天各组溶菌酶活性又都回落至对照组水平;而稚鱼在低盐度环境中血清 ALP 活性受到明显抑制,且活性与盐度呈一定正相关;各组间 ACP 活性在第 7 天各盐度组间无明显差异,但实验结束时盐度 5 和 10 两组出现显著升高;而 T-Ig 含量在盐度 10 组中始终明显高于其他组。研究显示,军曹鱼稚鱼在盐度 20~37 范围内都可正常生长,尽管稚鱼有较强的低盐度耐受能力,但过低盐度明显影响其生长率并导致体色变黑、虹鳍和应激增强等异常表现。此外,盐度变化还影响稚鱼多种免疫相关因子。[中国水产科学,2007,14(1):120—125]

关键词:盐度;军曹鱼;特定生长率;免疫因子

中图分类号:S962

文献标识码:A

文章编号:1005—8737—(2007)01—0120—06

军曹鱼(*Rachycentron canadum* Linnaeus),又称海鲷、海龙,属鲈形目(Perciformes)、军曹鱼科(Rachycentridae)、军曹鱼属(*Rachycentron*),自然分布于大西洋、印度洋和太平洋(东太平洋除外)等的热带、亚热带海域,属中型肉食性洄游鱼类^[1-2]。由于其易驯养,生长速度快,且肉质细嫩、味道鲜美,市场价值高,自 20 世纪 90 年代中后期大规模人工育苗技术成熟后,在中国台湾和大陆南方沿海地区军曹鱼的网箱养殖迅速发展^[3-4]。在美国、墨西哥等地军曹鱼的养殖研究也正受到重视^[5-6]。

近年来,国内外对军曹鱼的研究主要集中在育苗繁殖生物学、饵料营养和病害防治方面^[7]。水体盐度是影响鱼类生长的重要环境因素之一^[8],并会由于自然因素或人为因素而发生变化,从而对养殖对象造成渗透调节胁迫,在南美地区有盐度对军曹鱼生理、生长的影响报道^[9-12],但在养殖环境较复杂的中国南海区此方面研究还未见报道。盐度变化对多种海水鱼类免疫功能会产生影响^[13-15],而非特异性免疫对于维持低等脊椎动物鱼类的机体健康具重要作用。本研究观察盐度变化对军曹鱼稚鱼生长及非特异性免疫功能的影响,旨在深入探讨军曹鱼在不同盐度环境下养殖的可能性,并为其育苗种培

育过程中由于环境变化所导致的体质弱化和大量死亡现象提供理论解释。

1 材料与方法

1.1 分组设计

实验在中国水产科学研究院南海水产研究所海南三亚试验基地进行。军曹鱼鱼苗购自附近育苗场。暂养 1 周后,选取个体均匀的用于实验,鱼苗体质量(6.52 ± 0.71) g,体长(74.7 ± 4.9) mm。室内试验水泥池水体 0.6 m^3 ($1\text{ m}\times1\text{ m}\times0.6\text{ m}$),设盐度 30、20、10、5(盐度 37)4 个梯度,以自然砂滤海水作为对照,每浓度梯度设 3 个平行组,每组(池)放养 20 尾鱼。用去氯自来水调节盐度,第 1 天从自然海水盐度降至 30,随后每天降 5 个盐度单位,当盐度达到 10~5 之间时每天降 2~3 个盐度单位。至设定盐度后开始为期 14 d 的实验。暂养和实验期间早晚各投喂 1 次自行配制的颗粒饵料至饱食(粗蛋白含量 46%),自然光照,连续充气,每天吸底排污,补充水量,并监测和调整盐度(±1 , WYY—II 型盐度计,成都光学厂),每 2~3 天换水 1/2,实验期间水温 $26.5\sim28.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, pH $7.9\sim8.4$ 。

收稿日期:2006—03—07; 修订日期:2006—07—26。

基金项目:广东省科技计划项目(2003B21502);广东省重大科技招标项目(2004A20401001);广东重大科技兴海项目(A200099C01)。

作者简介:冯娟(1973—),女,博士,副研究员,主要从事海水养殖经济动物免疫与病害防治研究。E-mail:juanf@21cn.com

1.2 取样

实验期间记录成活率,至设定盐度后第 7 天和第 14 天每组取 4~6 尾鱼,心脏取血,由于鱼苗较小,合并 2~3 尾血液为 1 个样本。4 ℃ 放置,待凝固后 8 000 r/min 离心 10 min。取无溶血血清-70 ℃ 保存备用。实验结束时测量各组体长、体质量。

1.3 指标检测

1.3.1 溶菌酶活性 以 0.05 mol/L pH 6.2 的 PBS 缓冲液配制浓度 0.2 mg/mL 的溶壁微球菌菌液(菌干粉购自南京建成生物工程研究所),96 孔板每孔加 200 μ L 菌液和 10 μ L 样本血清,于室温 23 ℃ 450 nm 波长下检测 1~5 min 内的吸光值(OD)变化(SUN-RISE Remote/Touch 酶标仪,奥地利 TECAN 公司),以 OD 值每分钟减少 0.001 为 1 个活力单位(U)。

1.3.2 碱性磷酸酶活性 血清样本直接上机检测(生化免疫一体化分析系统 Modular 分析仪,德国 Roche 公司)。

1.3.3 旁路途径补体(ACP)活性 使 50% 兔红细胞溶血的血清稀释度之倒数为 ACH_{50} ,代表旁路途径补体活性。其测定和计算方法参照 Yano^[16]。基本步骤:GVB 液(0.1% 凝胶,0.83% NaCl,0.102% 巴比妥钠,1 mol/L HCl 调 pH 至 7.2),将 Alsever's 抗凝的兔红细胞调至 2.5×10^8 /mL 左右,以 0.01 mol/L EGTA 的 EGTA-Mg²⁺-GVB(含 0.203% MgCl₂·6H₂O)液将血清样本连续 2 倍稀释至 2⁻¹⁰ 浓度,取各浓度稀释液 100 μ L 加兔红细胞悬液 30 μ L,23 ℃ 水浴振荡反应 2 h 后加 1 mL 0 ℃ 预冷的 GVB-EDTA 终止反应,1 600 g 4 ℃ 下离心 5 min,取上清液 414 nm 测吸光值(752 紫外光栅分光光度

计),同时分别以 EGTA-Mg²⁺-GVB 和去离子水替代血清作空白对照组与完全溶血对照。

1.3.4 免疫球蛋白总含量 血清中总免疫球蛋白含量测定方法参考 Siwicki 等^[17],100 μ L 血清加等量 12%PEG(10 000 kD)溶液,室温 23 ℃ 振荡 2 h 后 3 000 g 离心 15 min,处理前后血清中蛋白的减少量定义为免疫球蛋白总量,蛋白质含量测定采用双缩脲测定试剂盒(南京建成生物工程研究所)。

1.4 数据计算与分析

特定生长率(SGR)按下式计算:

$$SGR = [(\ln W_t - \ln W_0) / d] \times 100\%$$

式中, W_t 为终末体质量,g; W_0 为初始体质量,g; d 为实验天数,d。其中初始体质量为调节到设定盐度时的体质量。

所有实验数据用平均值±标准差($\bar{x} \pm SD$)表示,实验结果用 SPSS for Windows 10.0 软件处理,在单因素方差分析有显著差异的基础上,采用 Duncan 多重比较法检验组间差异,当 $P < 0.05$ 时认为差异显著。

2 结果与分析

2.1 盐度对军曹鱼稚鱼生长的影响

在盐度调节(0~8 d)和实验期间(14 d),除盐度从 10 降至 5 过程中出现 3 尾死亡外,其他各组无死亡。其中盐度 30 组显示最高的 SGR,14 d 内盐度 5 和 10 组的净获体质量和 SGR 与其他 3 组差异显著($P < 0.05$)(表 1)。实验结束时盐度 5 组鱼易受惊,体表黏液减少,体色变暗,部分鱼有轻度蛀鳍现象。但每天观测到的摄食强度各组间并无明显不同。

表 1 盐度胁迫对军曹鱼稚鱼生长的影响(14 d)

Tab. 1 Effects of salinity stress on growth of juvenile *R. canadum* (14 d)

$n=7 \sim 10; \bar{x} \pm SD$

指 标 Index	盐 度 Salinity				
	5	10	20	30	37(自然海水) Natural seawater
终体长/mm Final body length	170.9 $\pm$ 3.4 ^a	176.7 $\pm$ 2.7 ^a	184.6 $\pm$ 3.2 ^b	189.5 $\pm$ 2.9 ^b	183.1 $\pm$ 3.1 ^b
终体质量/g Final body weight	21.05 $\pm$ 2.84 ^a	22.33 $\pm$ 3.05 ^a	29.60 $\pm$ 2.11 ^b	29.79 $\pm$ 1.87 ^b	28.67 $\pm$ 2.06 ^b
净获体质量/g Weight gain	9.42 $\pm$ 1.82 ^a	10.24 $\pm$ 1.73 ^a	16.31 $\pm$ 1.08 ^b	16.51 $\pm$ 1.14 ^b	15.75 $\pm$ 1.38 ^b
SGR/(%·d ⁻¹)	4.24 ^a	4.38 ^a	5.72 ^b	5.77 ^b	5.70 ^b
存活率/% Survival rate	93	100	100	100	100

注:同行中标有不同字母的数值间存在显著差异($P < 0.05$)。

Note: Values in the same line with different letters are significantly different($P < 0.05$).

2.2 盐度对血清溶菌酶活性和碱性磷酸酶活性的影响

如图 1 所示,盐度降低后在第 7 天溶菌酶活性

有升高的趋势,其中盐度 20 组活性最高,对照组与盐度 5 相似,但与 10 和 30 组差异显著,至实验结束时各组溶菌酶活性都下降至无显著差异($P >$

0.05)。血清碱性磷酸酶活性随盐度降低而呈明显下降趋势($P<0.05$),见图2;至第7天,盐度5组含量

不及对照组的10%;至第14天,盐度5、10、20组含量有所增加,如盐度5组上升至对照组的40.5%。

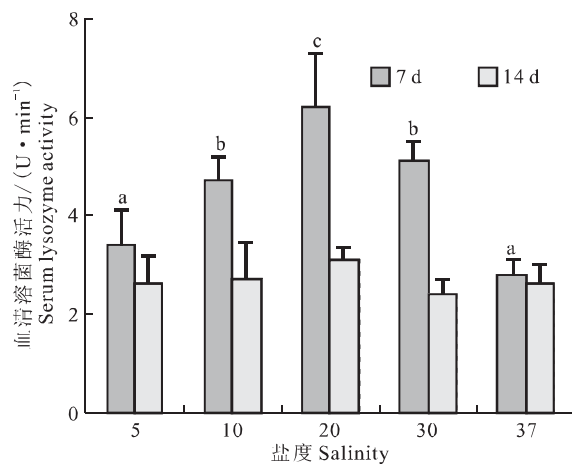


图1 盐度变化对军曹鱼血清溶菌酶活力的影响

注:标有不同字母的数值间存在显著差异($P<0.05$). $n=4\sim6$.

Fig. 1 Effects of salinity on serum lysozyme activity in cobia

Note: Columns not sharing the same letter are significantly different ($P<0.05$). $n=4-6$.

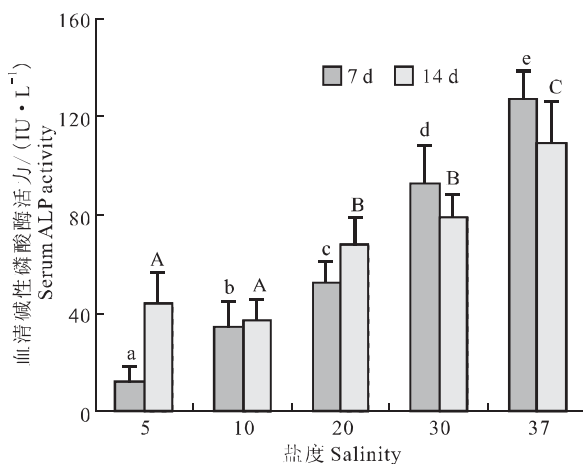


图2 盐度变化对军曹鱼血清碱性磷酸酶活力的影响

注:标有不同字母的数值间存在显著差异($P<0.05$). $n=4\sim6$.

Fig. 2 Effects of salinity on serum ALP activity in cobia

Note: Columns not sharing the same small or capital letter are significantly different ($P<0.05$). $n=4-6$.

2.3 盐度对血清中旁路途径补体(ACP)活性和免疫球蛋白总含量的影响

血清中旁路途径补体活性在第7天并无显著差异,但至第14天低盐度组(5和10)活性出现上升明

显,且显著高于其他组别(图3)。免疫球蛋白总含量变化趋势与 ACP 相似(图4),第7天盐度10组明显高于其他组($P<0.05$),至实验结束时该组显著高于盐度30和对照组($P<0.05$)。

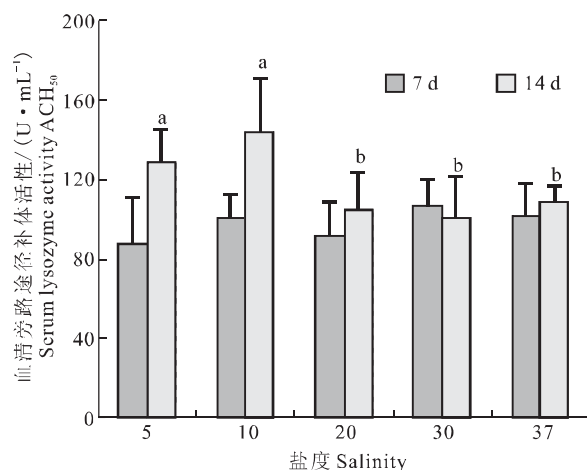


图3 盐度变化对军曹鱼血清 ACP 活性的影响

注:标有不同字母的数值间存在显著差异($P<0.05$). $n=4\sim6$.

Fig. 3 Effects of salinities on serum ACP activity in cobia

Note: Columns with different letters are significantly different ($P<0.05$). $n=4-6$.

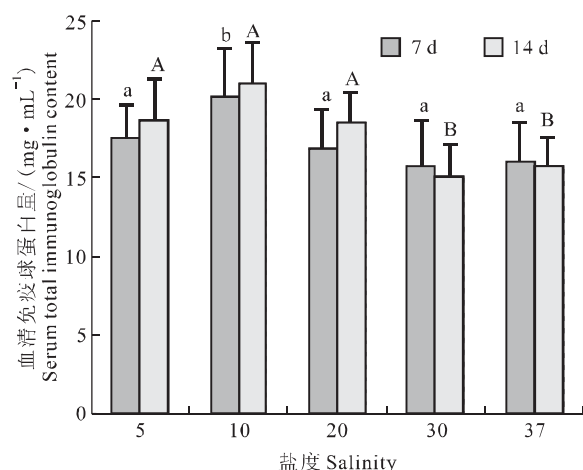


图4 盐度变化对军曹鱼血清免疫球蛋白总含量影响

注:标有不同字母的数值间存在显著差异($P<0.05$). $n=4\sim6$.

Fig. 4 Effects of salinities on total immunoglobulin contents in cobia serum

Note: Columns with different small or capital letters are significantly different ($P<0.05$). $n=4-6$.

3 讨论

在自然海域,军曹鱼成鱼出现于盐度为 22.5~44.5 的水体中,但对该鱼自然状态下早期发育阶段的生长和生态分布情况了解不多^[2]。本实验结果显示,军曹鱼稚鱼有较强的渗透压调控能力,这与先前的报道相似^[9,11-12]。但作者尝试在 2 d 内将盐度从 5 降至 1~2,及盐度从 37 升至 45(添加海水精)时鱼都出现高于 80% 的死亡率,显示这可能已超过该鱼的渗透压调节能力极限,Atwood 等^[10]也报道每天下降 2 个盐度至 2 时出现 100% 死亡。此外,军曹鱼幼鱼对盐度的耐受性与日龄有关,日龄越长耐受性越强,如孵化后 13 d 才可在盐度 15 中正常生长^[11]。

有报道显示,鱼类能量的 10% 甚至 20%~50% 用于维持自身渗透压调节上,盐度还通过直接影响鱼类的摄食及消化率而影响鱼类的生长^[8]。本实验中各盐度间的摄食强度并无差异,适度降低盐度(20~30)反而有助于生长,该现象在其他广盐性鱼类如大西洋黄鱼(*Micropogonias undulatus*)和鲻鱼(*Mugil sp.*)中也观测到^[9],但在过低盐度中(5 和 10)生长率会显著降低。Resley 等^[12]发现,如果在饵料中添加适量的螯合矿物质及维生素复合物,将有助于维持军曹鱼稚鱼体内的电解质平衡,在盐度 5 和 15 环境中 8 周内稚鱼生长率与盐度 30 下并无差异,但实验后期盐度 5 组稚鱼的死亡率升高。Faulk 等^[11]也报道,在盐度 5 和 10 中并不影响军曹鱼稚鱼生长,但是其更易受病害侵袭。本实验观测到在盐度 5 中养殖后期稚鱼生长明显下降,体表特征及行为已出现异常(如烂鳍、易受惊),这显示盐度除影响生长外还可能影响到稚鱼的抗病力。

硬骨鱼类调节渗透压的主要器官鳃、小肠和肾脏在鱼类免疫防御中也有着重要作用,如鳃表皮的黏液细胞和肠道中分布的淋巴样细胞的组织,头肾更与鱼类的非特异性免疫及抗体的产生密切相关。尽管环境胁迫对鱼类的免疫系统有重要影响^[18],但盐度变化对免疫功能的影响目前报道仍较少^[13-15]。溶菌酶广泛分布于鱼体的黏液、血清和某些淋巴组织中,是鱼类非特异性免疫系统的重要组成部分。本实验显示适度降低盐度在短期内可显著升高溶菌酶活性,但随后都恢复至对照水平。许氏平鲉(*Sebastes schlegelii*)在低盐度慢

性胁迫后也显示出溶菌酶升高的趋势^[14],且持续时间(30 d)明显比本实验长。而牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)在升高盐度至 40 或降低盐度到 20,溶菌酶在第 5 天达到最高活性后逐渐降低^[13],变化趋势与本实验相似。这些研究显示,盐度变化后短期内血清中溶菌酶活性的升高可能是一种机体应激反应,但过低盐度又可使这一变化趋势受到一定抑制,这在许氏平鲉上也观测到^[14]。

ALP 是动物能量代谢过程中一种重要的非特异性磷酸水解酶,也是溶酶体酶的重要组成部分,参与对外来异物的分解消化,可从鱼类前肠上皮细胞中通过脱颗粒方式释放入血清中。本实验显示,军曹鱼血清中 ALP 活性与盐度呈明显正相关,是否是由于鱼类渗透压的调节导致 ALP 在血清中的排放或活性受到影响尚需进一步研究。此外,探讨肠道对物质吸收代谢中 ALP 对盐度的反应可能有助于阐释盐度对生长的影响。鱼类也存在经典补体途径和旁路补体途径,且其 ACP 活性远高于哺乳动物。鱼类 ACP 在机体感染初期的非特异性免疫保护中有重要作用。因此,有学者认为 ACH₅₀ 是评价鱼类非特异性免疫功能的一个较好指标^[19]。本实验结束时低盐度组(5 和 10)ACH₅₀ 明显高于其他组,但这种保护反应能持续多长时间还需研究。如金头鲷(*Sparus aurata*)在盐度 12 中第 14 天 ACH₅₀ 活性出现升高,但至第 100 天时又回落至对照(盐度 38)水平,慢性低盐度胁迫下 ACP 活性还会受到抑制^[15]。

如其他脊椎动物,免疫球蛋白(Ig)由淋巴细胞产生,在鱼类的疾病防御上有重要作用。Siwicki 等^[17]首次将血清中免疫球蛋白含量作为评价鱼类免疫功能的指标,尽管该检测方法对免疫球蛋白的测定并非十分准确,但在有对照比较下仍有一定参考价值。本实验中随着盐度降低总 IgM 有升高趋势,并在盐度 10 下显著高于盐度 30 和 37。有报道高渗环境可显著增加金头鲷血清中总 IgM 的浓度,但低盐度并没有显著影响^[15]。渗透压变化可能刺激 B 细胞的增殖,这也是鱼类的一种应激反应。

本实验结果显示,军曹鱼稚鱼具有较强的渗透压调控能力,尽管短期内适度低渗环境并不影响其成活率和生长,但过低盐度可能增加其对病害的易感性和影响某些正常生理行为,军曹鱼稚鱼的长期养殖水体应避免低于盐度 10。此外,盐度变化还

影响军曹鱼多个免疫相关因子。总体上低渗环境可导致军曹鱼稚鱼溶菌酶活性、ACH₅₀活性及免疫球蛋白含量的升高,而抑制碱性磷酸酶的活力。但这些指标随时间波动较大。目前尚不清楚盐度影响鱼类免疫系统的机制,但有报道环境胁迫对鱼类免疫系统影响涉及多种激素,如泌乳素、生长素和皮质醇等^[18,20]。进一步研究应在更长实验周期下,高渗环境中,探讨盐度变化对军曹鱼生理生长和免疫功能的影响,及对病原的易感性和病原的侵染力之间的相互作用关系,这将有助于深入了解盐度对军曹鱼稚鱼的影响,从而建立在不同养殖环境中军曹鱼的养殖模式、营养模式及病防模式。

参考文献:

- [1] Briggs J C. Fishes of worldwide (circumtropical) distribution [J]. Copeia, 1960, 3: 171—180.
- [2] Ditty J G, Shaw R F. Larval development, distribution, and ecology of cobia *Rachycentron canadum* (Family: Rachycentridae) in the northern Gulf of Mexico [J]. Fish Bull, 1992, 90: 668—677.
- [3] Liao I C, Huang T S, Tsai W S, et al. Cobia culture in Taiwan; current status and problems [J]. Aquaculture, 2004, 237: 155—165.
- [4] 陈冠全, 李权峰, 陈岳川. 漫谈海鲷繁殖以及未来展望 [J]. 养鱼世界(台), 2006, 23(1): 35—49.
- [5] Kaiser J B, Holt G J. Cobia: A new species for aquaculture in the U. S. [J]. World Aqu Mag, 2004, 35(2): 12—14.
- [6] 陈永松, 徐承. 远离台湾看海鲷发展近况 [J]. 中国水产(台), 2005, 626: 28—37.
- [7] Kaiser J B, Holt G J. Species Profile: Cobia [R]. SRAC Publication No. 7202, August 2005. <http://srac.tamu.edu/tmppdfs/10479567—SRAC.pdf>. 2006—2—15.
- [8] Gilles B, Patrick P. How should salinity influence fish growth? [J]. Comp Biochem Physiol, C, 2001, 130: 411—423.
- [9] Denson M R, Stuart K R, Smith T I J, et al. Effects of salinity on growth, survival, and selected hematological parameters on juvenile cobia, *Rachycentron canadum* [J]. J World Aqu Soc, 2003, 34(4): 496—504.
- [10] Atwood H L, Young S P, Tomasso J R, et al. Resistance of cobia, *Rachycentron canadum*, juveniles to low salinity, low temperature, and high environmental nitrite concentrations [J]. J Appl Aquac, 2004, 15: 191—195.
- [11] Faulk C K, Holt G J. Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity [J]. Aquaculture, 2006, 254: 275—283.
- [12] Resley M J, Webb Jr K A, Holt G J. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system [J]. Aquaculture, 2006, 253: 298—407.
- [13] 魏然, 张士瑾, 王长法, 等. 盐度对牙鲆非特异性免疫功能的影响 [J]. 海洋科学进展, 2003, 21(2): 209—213.
- [14] 王晓杰, 张秀梅, 李文涛, 等. 盐度胁迫对许氏平鲷血液免疫酶活力的影响 [J]. 海洋水产研究, 2005, 26(6): 17—21.
- [15] Cuestaa A, Laiz-Carrión R, Martín del Río M P, et al. Salinity influences the humoral immune parameters of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) [J]. Fish Shellfish Immunol, 2005, 18: 255—261.
- [16] Yano T. Assays of hemolytic complement activity [A]. Techniques in Fish Immunology 2 [M]. Fair Haven: SOS Publications, 1992. 132—141.
- [17] Siwicki A K, Anderson D P. Nonspecific defense mechanisms assay in fish; II. Potential killing activity of neutrophils and macrophages, lysozyme activity in serum and organs and total immunoglobulin level in serum [A]. Disease Diagnosis and Prevention Methods [R]. FAO-project GCP/INT/JPA, IFI Olsztyn, Poland, 1993. 105—112.
- [18] 王文博, 李爱华. 环境胁迫对鱼类免疫系统影响的研究概况 [J]. 水产学报, 2002, 26(4): 368—374.
- [19] Sunyer J O, Tort L. Haemolytic and bacteriolytic activities of sea bream serum are mediated by the alternative complement pathway [J]. Vet Immunol Immunopathol, 1995, 45: 333—345.
- [20] 温海深, 高玲, 李文阁. 硬骨鱼类神经内分泌 2 免疫网络及其调控研究 [J]. 中国海洋大学学报, 2006, 36(1): 60—64.

Effects of salinity on growth and several immune parameters of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*

FENG Juan, XU Li-wen, LIN Hei-zhuo, GUO Zhi-xun, GUO Gen-xi

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: Cobia (*Rachycentron canadum*) is a new aquaculture candidate for offshore cage in Taiwan Province and southern coast of China due to its high growth rate. The effects of salinity [(5, 10, 20, 30 and 37 as control)] on growth, serum lysozyme activity, alkaline phosphatase (ALP), alternative complement pathway (ACP) activity and total immunoglobulin (T-Ig) in serum of cobia juvenile were determined on days 7 and 14 after adapting to the final treatment salinity. The results showed that the highest SGR of 5.77%/d was obtained at salinity 30, and SGR was significantly lower ($P < 0.05$) at salinities 5 and 10 (4.24%/d and 4.38%/d, respectively). The lysozyme activity, in some extent, increased in low salinity treatments on day 7, with the activity at salinity 20 being significantly higher than those in other treatments. But no significant differences were found among treatments on day 14. Inversely, compared with the control, the ALP activities in low salinity treatments were evidently restrained with a positive correlation to salinity. Juvenile serum ACP activities among treatments were not distinctly different on day 7, but showed significant raise in salinities 5 and 10 treatments on day 14. The T-Ig content in treatment of salinity 10 was higher than those in other treatments throughout the experiment, moreover, significantly higher than those in salinity 30 and the control. The results indicate the cobia juvenile can obtain well-growth at salinity ranging from 20 to 37. Though the juvenile can tolerate hyposalinity environments as low as 5 for a short period without mortality, such salinity clearly influences its growth rate and induces and results in poor health appearance such as fin erosion, discoloration, hyperirritability, etc. Salinity also effects some immune parameters of cobia juvenile, for instance, rearing at salinities 5 and 10 can increase the serum ACP activity and total Ig content, contrarily restrain the activity of ALP. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14(1): 120–125]

Key words: salinity; *Rachycentron canadum*; specific growth rate; immune parameters

Corresponding author: FENG Juan. E-mail: juanf@21cn.com