

DOI: 10.3724/SP.J.1035.2010.00184

盐度对异育银鲫呼吸和氨氮排泄生理的影响

吕 富¹ 潘鲁青² 王爱民¹ 胡 毅²

(1. 盐城工学院化学与生物工程学院, 盐城 224003; 2. 中国海洋大学海水养殖教育部重点实验室, 青岛 266003)

摘要: 研究了异育银鲫(*Carassius auratus gibelio* var. *E'eqisi*)从淡水向盐度 1.5‰、3‰、6‰、9‰、12‰突变与适应过程中的呼吸和氨氮排泄生理的变化规律。结果表明: 盐度突变开始时, 异育银鲫的耗氧率和排氨率随外界盐度的升高而增大, 随盐度作用时间延长, 耗氧率和排氨率升到最大值后又开始下降并最终维持在稳定水平, 但开始下降的时间和下降的幅度以及最终的稳定水平与外界盐度有关。盐度 1.5‰和 3‰处理组在作用 12h 时耗氧率升到最大值, 此后下降, 于第 3 天后保持在比淡水对照组略低的稳定水平, 但二者差异不显著($P>0.05$); 盐度 6‰和 9‰处理组在作用到第 3 天后才开始缓慢下降, 并分别于第 10、15 天时保持在显著高于淡水对照的稳定水平($P<0.05$); 盐度 12‰处理组也在第 3 天后下降, 到第 10 天后保持在比淡水对照组略低的稳定水平, 但二者差异不显著($P>0.05$)。各盐度处理组的排氨率均在盐度作用 24h 时达到最大值, 其中盐度 1.5‰处理组的变化不显著($P>0.05$), 其他各组均显著升高($P<0.05$), 并都于第 10 天时下降到稳定水平, 其中盐度 3‰处理组的稳定水平略低于对照组($P>0.05$), 盐度 6‰、9‰、12‰处理组的稳定水平显著高于对照组($P<0.05$)。

关键词: 异育银鲫; 盐度; 耗氧率; 排氨率

中图分类号: S965.1; Q178 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)01-0184-06

呼吸和排泄是生物体代谢的两个重要组成部分, 耗氧率和排氨率的高低反映了生物体内糖、脂肪和蛋白质的代谢情况。鱼类的耗氧率和排氨率除受自身因素(种类、个体大小和生理状态等)和摄食情况的影响外, 还受水环境(水温、pH 和盐度等)的影响, 其中盐度是影响海水产养殖动物耗氧率和排氨率的最重要因子之一。国内外学者已在这一领域做了大量的研究, 揭示了盐度对所研究海水产养殖动物耗氧率和排氨率的影响规律, 也为这些海水产养殖动物的合理养殖盐度提供了科学指导。可能是由于淡水鱼类生活的水环境盐度稳定且极低(通常在 0.5‰以下, 接近于 0)的缘故, 目前国内外研究盐度对典型淡水生鱼类耗氧率和排氨率的报道较少, 仅发现关于盐度对鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)^[1]、鲤(*Cyprinus carpio*)^[2]、云斑鲮(*Ictalurus nebulosus*)和叉尾鲮(*Ictalurus punctatus*)^[3]及氯化钠浓度对彭泽鲫(*Carassius auratus* var. *pengsesis*)^[4]耗氧率和排

氨率影响的研究, 而有关盐度对异育银鲫的研究仅见对其血红蛋白和肌肉蛋白含量影响的报道^[5], 其他相关研究尚未见报道。

异育银鲫是以兴国红鲤(*Cyprinus carpio sin-guonensis*)为“父本”, 以方正银鲫(*Carassius auratus gibelio*)为母本, 用兴国红鲤的精子激活方正银鲫的卵子发育成的后代, 既保持了母本的优良遗传特征, 又在某种程度上表现出“父本”的有利性状。其生长速度比银鲫快, 并且具有食性广、易饲养、生命力强、病害少、肉味佳、营养丰富、经济价值高等优点, 已成为淡水养殖的主要鱼类之一。由于其对环境的适应性强, 目前在广大盐碱地区和海边滩涂池塘中也开始进行规模化养殖。然而, 异育银鲫适宜在何种盐度的盐碱地区养殖, 尚缺乏理论指导, 这就可能导致在某些盐碱地区开展异育银鲫养殖具低效益和高风险。本文研究异育银鲫在盐度突变和盐度适应情况下的呼吸耗氧率和氨氮排泄率的变化规

收稿日期: 2008-04-10, 修订日期: 2009-02-04

基金项目: 江苏省科技厅 2005 年农业科技攻关项目(编号: BE2005346); 盐城工学院研究生基金资助

通讯作者: 吕富(1971—), 男, 汉族, 江苏东台市人; 硕士; 主要从事水产动物生态生理与营养生理的研究。E-mail: lvfu@163.com

律,旨在为开展盐碱地区异育银鲫的健康养殖提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

试验用鱼购自盐城附近的郊区养殖场,购回后在实验室内暂养于25只盛有100 L曝气自来水的聚乙烯水槽中,每槽20尾鱼,驯养20d。暂养驯化结束后挑选体格健壮、无病无伤、大小相近的个体用于试验,试验鱼初始均重为 (8.53 ± 0.27) g。试验用水由曝气自来水溶解海盐并经脱脂棉滤除杂质后稀释配制而成,盐度分别为淡水对照、1.5‰、3‰、6‰、9‰、12‰,分别盛于120 L的聚乙烯水槽中,每槽盛80 L相应盐度的试验用水,各试验盐度梯度均设3个平行组。

1.2 养殖管理

暂养驯化期间水温控制在 $(26 \pm 1)^{\circ}\text{C}$,光周期12L:12D,不间断微充气,以水槽中有大小均匀的小气泡冒出为宜。每天分别于8:00、13:00和18:00,投饲3次,每天总投饲率为3%—5%,具体投饲量根据鱼的采食情况而调整,使鱼吃饱,尽量少残饵。每天排污吸除残饵粪便1次,并视水质情况换水1/3—1/2。盐度作用试验时除测定耗氧率和排氨率前停食48h外,其他管理与暂养驯化完全相同。

1.3 耗氧率和排氨率的测定

试验用鱼暂养驯化结束后,挑选分组直接放入上述盐度梯度的水槽中,分别测定不同盐度作用3、6、12h和1、3、5、10、15、20d时的耗氧和排氨水平。耗氧率和排氨率试验采用静水密闭的方法在20 L容积的呼吸室中进行。从各水槽中分别随机捞取3尾鱼,放入装满上述相应盐度试验用水的呼吸室中,为消除试验鱼在转移过程中应激作用对耗氧率和排氨率的影响,试验鱼转移到呼吸室中稳定1—3h后再用液体石蜡密封呼吸室(3h测定组稳定1h,其他测定组都稳定3h)。密封开始时按操作规范用虹吸法取各呼吸室中水样置于溶解氧瓶和氨氮比色管中,为消除水呼吸对耗氧率和排氨率的影响,将上述所取水样保存在与呼吸室相同的环境条件下,2h后再按上法取水样,分别用Winkler法和次溴酸钠氧化法同时测定上述两次所取水样的溶解氧和氨氮浓度。第二次取水样完毕后,立即用纱布吸干鱼体表的水分,用电子天平称重(精确至0.01g)。为避免

水温和昼夜节律对试验鱼耗氧和排氨的影响,各呼吸室水温控制在 $(26 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$,每次测定时呼吸室的密封时间都在12:00—14:00之间,同时尽量使各盐度梯度试验用水的初始溶解氧和氨氮浓度相同,并保证试验结束时各呼吸室中溶解氧的浓度在5 mg/L以上,以减少因初始条件不同及缺氧引起的试验误差。按以下公式计算耗氧率和排氨率:

$$R_{O_2} = (D_1 - D_2) \times V / T / W; R_{NH_3} = (N_2 - N_1) \times V / T / W$$

其中 R_{O_2} 为耗氧率(mg/kg·h), D_1 和 D_2 分别为试验初始时和试验结束时的溶氧浓度(mg/L); R_{NH_3} 为氨氮排泄率(mg/kg·h), N_1 和 N_2 分别为试验初始时和试验结束时的氨氮浓度(mg/L); V 为呼吸室内水体的体积(L); T 为两次取水样间隔的试验时间(h); W 为试验鱼的总重(kg)。

1.4 数据处理与分析

所得数据为3个平行组数据的平均值 $\pm$ 标准误(Means $\pm$ SE);使用SPSS12.0统计分析软件,对所有数据进行单因素方差分析(One factor analysis of variance)和Duncan检验法多重比较。显著性水平取0.05。

2 结 果

2.1 盐度对异育银鲫耗氧率的影响

盐度突变开始时,异育银鲫的呼吸耗氧率随外界盐度的升高而增大,盐度越高,耗氧率越大(表1)。随盐度作用时间延长,各组的耗氧率相继升到最大值后又开始下降,但下降时间和幅度与外界盐度有关。盐度1.5‰和3‰处理组在作用12h时升到最大值,此后开始下降,第3天后保持在略低于淡水对照组的稳定水平,但二者差异不显著($P > 0.05$)。6‰和9‰处理组在盐度作用第3天后才开始缓慢下降,并分别于第10、15天时保持在显著高于淡水对照的稳定水平($P < 0.05$)。盐度12‰处理组也在第3天后缓慢下降,到第10天后趋于稳定,并略低于对照组,但二者差异不显著($P > 0.05$)。

2.2 盐度对异育银鲫氨氮排泄率的影响

盐度突变开始时,异育银鲫的排氨率随外界盐度的升高和作用时间的延长而增大(表2),其中盐度1.5‰处理组的变化不显著($P > 0.05$),其他各组均显著升高($P < 0.05$)。各组的排氨率均在盐度作用24h时达到最大值,此后开始逐渐下降,并都于第10天时下降到稳定水平,其中盐度3‰处理组的稳定水

表 1 盐度对异育银鲫呼吸耗氧率的影响
Tab. 1 Effect of salinity on oxygen consumption rate of allogynogemetic crucian carp

时间(天) Time (d)	耗氧率 Oxygen consumption rate (mg/kg·h)					
	淡水对照 Fresh water	盐度 1.5‰ Salinity 1.5‰	盐度 3‰ Salinity 3‰	盐度 6‰ Salinity 6‰	盐度 9‰ Salinity 9‰	盐度 12‰ Salinity 12‰
0.125	204.93±8.75 ^{a/A}	212.86±8.80 ^{ab/AB}	219.66±5.52 ^{b/BC}	221.26±10.22 ^{b/A}	243.959±5.52 ^{c/A}	273.18±5.75 ^{d/B}
0.25	209.27±8.53 ^{a/A}	228.96±8.71 ^{b/B}	242.89±11.21 ^{b/D}	266.29±10.77 ^{c/C}	307.51±8.79 ^{d/B}	327.49±6.04 ^{e/C}
0.5	207.54±7.29 ^{a/A}	229.39±10.73 ^{b/B}	245.27±8.71 ^{b/D}	286.55±7.51 ^{c/D}	329.62±10.95 ^{d/C}	348.32±7.48 ^{e/D}
1	209.92±10.99 ^{a/A}	222.01±6.73 ^{ab/AB}	239.46±9.27 ^{c/D}	297.03±5.35 ^{d/DE}	336.42±6.63 ^{e/C}	365.51±13.17 ^{f/E}
3	212.84±8.90 ^{a/A}	206.67±10.77 ^{a/AB}	211.95±10.89 ^{a/AB}	305.18±10.70 ^{b/E}	337.72±16.51 ^{c/C}	371.44±12.65 ^{d/E}
5	210.55±9.24 ^{a/A}	201.55±10.49 ^{a/A}	209.34±11.72 ^{a/AB}	295.49±8.87 ^{b/DE}	331.12±6.15 ^{c/C}	362.01±9.31 ^{d/DE}
10	208.02±6.52 ^{a/A}	199.91±10.47 ^{a/A}	198.09±9.13 ^{a/A}	244.89±11.53 ^{b/B}	292.49±10.47 ^{c/B}	211.90±7.29 ^{a/A}
15	206.31±10.49 ^{a/A}	199.46±12.03 ^{a/A}	195.96±7.46 ^{a/A}	242.45±6.90 ^{b/B}	254.41±5.55 ^{b/A}	197.03±8.80 ^{a/A}
20	207.14±9.48 ^{a/A}	199.76±8.68 ^{a/A}	194.78±9.57 ^{a/A}	242.87±8.65 ^{b/B}	253.99±7.85 ^{b/A}	196.76±7.35 ^{a/A}

注: 数据右上角的小写字母表示不同盐度在同一时间对异育银鲫呼吸耗氧率的影响效果, 具有相同字母的数据表示相互之间无显著差异($P>0.05$); 数据右上角的大写字母表示同一盐度随着作用时间延长对异育银鲫呼吸耗氧率的影响效果, 具有相同字母的数据表示相互之间无显著差异($P>0.05$); 下同

Note: The superscript lowercases denote the effect of the same time on oxygen consumption rate of allogynogemetic crucian carp among different salinity, and the same lowercases show no distinct difference among these data ($P>0.05$); the superscript capital letters denote the effect of the same salinity on oxygen consumption rate of allogynogemetic crucian carp at the different time, and the same capital letters show no distinct difference among these data ($P>0.05$); The same as follows

表 2 盐度对异育银鲫氨氮排泄率的影响
Tab. 2 Effect of salinity on ammonia excretion rate of allogynogemetic crucian carp

时间(天) Time (d)	排氨率 Ammonia excretion rate (mg/kg·h)					
	淡水对照 Fresh water	盐度 1.5‰ Salinity 1.5‰	盐度 3‰ Salinity 3‰	盐度 6‰ Salinity 6‰	盐度 9‰ Salinity 9‰	盐度 12‰ Salinity 12‰
0.125	32.06±1.3 ^{a/A}	33.01±1.69 ^{ab/A}	33.35±1.04 ^{ab/BC}	35.01±1.48 ^{bc/A}	36.38±1.16 ^{cd/A}	38.13±1.46 ^{d/A}
0.25	32.59±1.28 ^{a/A}	33.45±1.25 ^{b/A}	34.73±1.12 ^{ab/CD}	36.44±0.99 ^{cd/AB}	37.76±1.31 ^{d/ABC}	41.29±1.31 ^{e/BC}
0.5	32.32±0.95 ^{a/A}	33.63±0.92 ^{ab/A}	35.40±1.32 ^{bc/D}	37.63±0.85 ^{d/BC}	38.45±1.10 ^{d/ABC}	41.84±1.15 ^{e/CD}
1	31.89±1.68 ^{a/A}	34.11±1.61 ^{ab/A}	35.83±1.38 ^{bc/D}	38.23±1.24 ^{cd/CD}	39.49±1.13 ^{d/C}	42.35±1.20 ^{e/CD}
3	32.88±1.54 ^{a/A}	33.39±1.20 ^{a/A}	33.58±0.95 ^{ab/BC}	37.72±1.02 ^{b/BC}	39.07±1.26 ^{b/C}	42.11±0.88 ^{c/CD}
5	32.38±1.21 ^{a/A}	32.54±1.18 ^{a/A}	33.20±1.58 ^{a/AB}	37.00±1.24 ^{b/AB}	38.70±1.19 ^{b/BC}	41.23±0.84 ^{e/BC}
10	32.58±1.15 ^{a/A}	31.59±0.84 ^{a/A}	31.47±1.00 ^{a/AB}	35.60±0.99 ^{b/AB}	37.95±0.96 ^{c/ABC}	39.59±1.22 ^{e/AB}
15	32.35±0.87 ^{a/A}	31.97±1.68 ^{a/A}	31.09±0.92 ^{a/A}	35.22±0.94 ^{b/A}	36.56±1.13 ^{bc/AB}	38.44±1.23 ^{cd/A}
20	32.25±1.70 ^{a/A}	31.96±1.16 ^{a/A}	31.30±1.16 ^{a/AB}	35.62±1.32 ^{b/AB}	36.68±1.12 ^{bc/AB}	38.29±1.14 ^{cd/A}

平略低于对照组($P>0.05$), 盐度 6‰、9‰、12‰处理组的稳定水平显著高于对照组($P<0.05$)。

3 讨 论

3.1 盐度对异育银鲫耗氧率的影响

目前, 研究水产动物在盐度突变和适应过程中呼吸耗氧和氨氮排泄变化规律的报道较少, 大多研究盐度驯化适应后水产动物的呼吸耗氧和氨氮排泄情况。唐贤明等^[6]研究了在盐度突变和盐度适应情况下大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)幼鱼的耗氧率和氨氮排泄率的变化规律, 结果表明大菱鲂幼鱼在盐

度突变时耗氧率增大, 且盐度突变幅度愈大, 耗氧率愈大, 随着幼鱼对盐度的适应, 耗氧率升到最大值后又逐渐回落到原先水平。这与本研究结果的变化趋势相似, 不同之处是, 异育银鲫耗氧率升至最大值所需时间较大菱鲂幼鱼短, 而回落的时间较长, 最后各盐度回落稳定的水平也不同。这可能与两者的生活习性有关, 大菱鲂生活于广阔的海洋中, 是一种适应盐度变化能力较强的广盐性鱼类, 在其一生中会经常历经盐度的变化。虽然试验所用大菱鲂幼鱼原先可能生活于较稳定的盐度环境, 但必然会在某种程度上获得其祖先在适应上的遗传性。异育

银鲫属于淡水鱼类, 其双亲也都世代生活于盐度极低的淡水中, 因此其对盐度变化引起的不适, 就会极为敏感而又适应较慢。

关于盐度对鱼类耗氧率的影响, 目前较普遍的一种观点认为, 水环境盐度在该种鱼的体液等渗点时, 鱼的耗氧率最小, 偏离等渗点愈远, 耗氧率愈高, 理由是偏离等渗点会使渗透调节耗能增加。如云斑鲮和叉尾鲮^[3]、尼罗罗非鱼(*Tilapia nilotica*)^[7]、虹鳟(*Salmo gairdneri*)^[8]、大西洋油鲱(*Brevoortia tyrannus*)^[9]以及平鲷(*Sparus sarba*)^[10]等都是在等渗点时耗氧率最低。但也有一些鱼类在很大的盐度范围内, 耗氧率没有明显的变化, 如银大麻哈鱼(*Oncorhynchus kisutch*)幼鱼的耗氧率在淡水对照、10‰和 28‰这 3 种盐度之内没有显著差异^[11], 大西洋鲑(*Salmo salar*)和欧洲鳗鲡(*Anguilla anguilla*)成鱼也是如此^[12]。由此可见, 除了渗透耗能外, 一定还存在因盐度引起的其他原因影响鱼类的呼吸耗氧, 只是某些鱼类的渗透耗能可能在呼吸耗氧起主导作用。

本研究结果表明, 异育银鲫在适应盐度变化后, 盐度 3‰时其呼吸耗氧率最低, 这与 Von Oertzen, et al.^[1]研究鲢的结果一致, 也与 Wang, et al.^[2]研究鲤的结果相接近, 鲤在盐度 2.5‰的海水中耗氧率最低。但郑伟刚等^[4]研究盐度和碱度对彭泽鲫幼鱼耗氧率的影响时发现, 从淡水到 6‰的盐度范围内, 盐度愈高, 耗氧率愈高。本研究还发现, 适应盐度变化后, 异育银鲫在盐度 12‰时的呼吸耗氧率反而比其他各组低, 这可能与该盐度导致异育银鲫的摄食锐减和总物质消化率降低(另文发表)引起的营养不足有关, 由于不能吸收充足的营养, 合成代谢降低, 合成耗能减少, 故而耗氧率降低。

3.2 盐度对异育银鲫氨氮排泄率的影响

异育银鲫氨氮排泄率随盐度的变化反映了其蛋白质代谢的变化。鱼类代谢产生的氨氮来源于氨基酸的联合脱氨基作用和氧化脱氨基作用, 其中前者是产生氨氮的主要途径, 生成的氨氮主要经鳃排出体外, 氨基酸脱氨生成的不含氮部分可转变成糖类和脂肪或者经转氨基作用生成新的氨基酸, 也可以作为能量物质。李治等^[13]研究发现, 摄食对南方鲇(*Silurus meridionalis*)的耗氧率和氨氮排泄率的影响规律相似。通过对现有研究的分析发现, 盐度对水产动物的耗氧率和氨氮排泄率的影响趋势也具有很

大的相似性, 如彭泽鲫幼鱼^[4]、大菱鲈幼鱼^[6]以及日本沼虾(*Macrobrachium nipponense*)^[14]和罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)^[15]等在盐度导致耗氧率增大时, 氨氮排泄率也随之增大。本研究发现异育银鲫也有类似情况, 这可能是因为水产动物对糖类的利用率较低, 主要靠蛋白质的代谢提供能量, 当外界盐度变化导致生物体耗能增高, 增加的耗能主要靠蛋白质脱氨基作用生成的不含氮部分氧化供能。此外, 外界盐度变化导致环境渗透压变化, 为了维持生物体的水盐平衡, 鳃上皮具有维持体内 Na^+ 稳定性的 $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$ 交换系统, 需要在 NH_4^+ 的参与下工作, 因此环境渗透压的变化也会在一定程度上导致氨氮排泄率的变化。本研究还发现, 适应盐度变化后, 异育银鲫在盐度 12‰时的呼吸耗氧率最低, 而其氨氮排泄率却最高。这可能是因为异育银鲫在该盐度时摄食锐减和总物质消化率降低, 由于长期不能获得充足的营养, 合成耗能下降, 耗氧率降低, 但维持生命活动所需的能量则更多的依靠蛋白质的脱氨基氧化供能。

3.3 异育银鲫养殖的适宜盐度

由于淡水鱼类长期生活于盐度极低的淡水环境, 因此一般认为, 淡水环境是这些鱼类存活和生长的最适环境。但是对某些典型的淡水种类, 低盐度的水环境可能更适合其存活与生长。Lan 和 Sharma^[16]研究发现, 向淡水中分别添加 1%、5% 和 10% 的海水, 可以提高鲤鱼卵的孵化率和仔鱼的存活率, 在上述盐度范围内, 仔鱼的生长和发育随盐度的增加而加快。邱德依和秦克静^[17]的研究也发现, 鲤在盐度 3‰、5‰、7‰的水环境中, 生长率和物质转化率都高于淡水对照。从本研究可以看出, 异育银鲫在盐度 3‰时的呼吸耗氧率和氨氮排泄率都最低, 说明盐度 3‰时异育银鲫的代谢耗能减少, 蛋白质的储存能力增强。笔者通过对摄食率、消化率、物质转化率、生长率和存活率的研究, 盐度 3‰也是异育银鲫的最适盐度, 盐度 6‰时摄食率、消化率、物质转化率和生长率都会有所下降, 盐度 9‰以上时则存活率也会下降(另文发表)。因此, 在盐碱地区开展异育银鲫养殖时要注意盐度不宜超过 6‰, 最好在 3‰左右。

参考文献:

- [1] Von Oertzen J A. Resistance and capacity for adaptation of

- juvenile silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Val) to temperature and salinity [J]. *Aquaculture*, 1985, **44**: 321—332
- [2] Wang J Q, Liu H L, Po H Y, *et al.* Influence of salinity on food consumption, growth and energy conversion efficiency of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings [J]. *Aquaculture*, 1997, **148**: 115—124
- [3] Furspan P. Energetics and osmoregulation in the catfish, *Ictalurus nebulosus* and *I. punctatus* [J]. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1984, **77A**: 773—778
- [4] Zheng W G, Zhang Z Q. Effects of salinity and alkalinity on oxygen consumption rates and ammonia excretion rates of *Carassius auratus* Pengze Fingerlings [J]. *Journal of Aquaculture*, 2003, **24**(6): 38—42 [郑伟刚, 张兆琪. 盐度和碱度对彭泽鲫幼鱼耗氧率和排氨率的影响. 水产养殖, 2003, **24**(6): 38—42]
- [5] Lü F, Hu Y, Huang J T, *et al.* Effects of salinity on hemoglobin and protein of muscle of allogynogemetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio* var. *E'erqisi*) [J]. *Freshwater Fisheries*, 2007, **37**(5): 56—59 [吕富, 胡毅, 黄金田, 等. 盐度对异育银鲫血红蛋白和肌肉蛋白含量的影响. 淡水渔业, 2007, **37**(5): 56—59]
- [6] Tang X M, Sui Z, Tian J B, *et al.* Effects of salinity on metabolic rate of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) [J]. *South China Fisheries Science*, 2006, **2**(4): 54—58 [唐贤明, 隋翌, 田景波, 等. 盐度对大菱鲆幼鱼耗氧率和排氨率的影响. 南方水产, 2006, **2**(4): 54—58]
- [7] Farmer Z J, Beamish F W H. Oxygen consumption of *Tilapia nilotica* in relation to swimming speed and salinity [J]. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 1969, **26**(4): 2807—2821
- [8] Rao G M. Oxygen consumption of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in relation to activity and salinity [J]. *Can. J. Zool.*, 1968, **46**(4): 781—786
- [9] Hwtller E F. Influence of temperature and salinity on routine metabolic rate and growth of young Atlantic menhaden [J]. *J. Fish. Biol.*, 1976, **8**(1): 55—65
- [10] Norman Y S W, Scott P K. Effects of salinity and nutritional status on growth and metabolism of *Sparus sarba* in a closed seawater system [J]. *Aquaculture*, 1995, **135**(2): 229—238
- [11] Morgan J D, Iwama G K. Salinity effects on oxygen consumption, gill Na^+ , K^+ -ATPase and ion regulation in juvenile coho salmon [J]. *J. Fish. Biol.*, 1998, **53**(5): 1110—1119
- [12] Nordlie F G. The influence of environmental salinity on respiration oxygen demands in the euryhaline teleost, *Ambassis interrupta* Bleeker [J]. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1978, **59A**: 271—274
- [13] Li Z, Xie X J, Cao Z D. Effect of feeding on oxygen consumption and ammonia excretion in *Silurus meridionalis* Chen [J]. *Acta Hydrobiologia Sinica*, 2005, **29**(3): 247—252 [李治, 谢小军, 曹振东. 摄食对南方鲇耗氧和氨氮排泄的影响. 水生生物学报, 2005, **29**(3): 247—252]
- [14] Shi Z F, Mei Z P, Luo Q Z, *et al.* Preliminary studies on energy budget and utilization efficiency of *Macrobrachium nipponense* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1994, **18**(3): 191—197 [施正峰, 梅志平, 罗其智等. 日本沼虾能量收支和利用效率的初步研究. 水产学报, 1994, **18**(3): 191—197]
- [15] Zou Z J, Jiang H X, Duan D Y, *et al.* Effect of salinity on oxygen consumption and $\text{NH}_3\text{-N}$ excretion of *Macrobrachium rosenbergii* [J]. *Journal of Central China Normal University*, 2004, **38**(1): 82—84 [邹中菊, 姜红霞, 段德勇, 等. 盐度对罗氏沼虾代谢率的影响. 华中师范大学学报, 2004, **38**(1): 82—84]
- [16] Lan T J, Sharma R. Effects of salinity and thyroxine on larval survival growth and development in the carp, *Cyprinus carpio* [J]. *Aquaculture*, 1985, **44**: 201—212
- [17] Qiu D Y, Qin K J. Influence of salinity on energy budgets of juvenile common carp (*Cyprinus Carpio* L.) [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1995, **19**(1): 35—42 [邱德依, 秦克静. 盐度对鲤能量收支的影响. 水产学报, 1995, **19**(1): 35—42]

EFFECTS OF SALINITY ON OXYGEN CONSUMPTION RATE AND AMMONIA EXCRETION RATE OF ALLOGYNOGEMETIC CRUCIAN CARP

LÜ Fu¹, PAN Lu-Qing², WANG Ai-Min¹ and HU Yi²

(1. School of Chemical Engineering and Biological Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224003;

2. The Key Laboratory of Mariculture (Ministry of Education), Ocean University of China, Qingdao 266003)

Abstract: Although people usually think that freshwater fish always live and be cultivated well in fresh water, actually, some kinds of freshwater fish also can survive even live better and grow faster in the waters which contain certain salinity than those in fresh water. As filial generation of *Carassius auratus gibelio* (female parent) and *Cyprinus carpio singuonensis* (male parent) by allogynogenesis, allogynogemetic crucian carp is regarded as a typical freshwater fish which grows rapidly in waters of less than 0.5‰ salinity. Because it grows faster than its female parent and tastes more delicious than its male parent, it is popular with people and has become an important breed cultivated in fresh water. In addition, it has advantages in adaptability and has been cultivated largely in ponds excavated on some soline-alkali soil or littoral. However, there are not any theories which can tell people what kinds of pond are suitable to cultivate allogynogemetic crucian carps efficiently and safely, and this leads to low benefits and high danger. In order to avoid these possible defects and guide people to cultivate allogynogemetic crucian carps in scientific way, the rules of the metabolic rate changes of allogynogemetic crucian carp were investigated when the salinity changed abruptly from freshwater to 1.5‰, 3‰, 6‰, 9‰ and 12‰ respectively. Oxygen consumption rate was measured by the method of Winkler's iodometry, and ammonia excretion rate was determined with the sodium hypobromite oxidation method. The results showed that the oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of allogynogemetic crucian carp increased with the rise of salinity. The level of oxygen consumption rate got to the peak at the 12h of the experiment, and then went down slowly. The oxygen consumption rate in salinity of 1.5‰ and 3‰ preserved lower level than the freshwater group at the 3d, but not distinctly ($P>0.05$). However, the salinity of 6‰ and 9‰ groups came down after the 3d and retained higher stable level than the control group distinctly at the 10d and 15d ($P<0.05$). The salinity of 12‰ group also came down after the 3d, but it kept at lower level than the control group, not distinctly at the 10d ($P>0.05$). The ammonia excretion rate of all treatments reached the peak level at the 24h of the experiment. Only the ammonia excretion rate salinity of 1.5‰ changed not prominence ($P>0.05$), the others rose notably ($P<0.05$), and went down at the 10d. The ammonia excretion rate salinity of 3‰ remained at lower level than the control group but not distinctly ($P>0.05$), and the salinity of 6‰, 9‰ and 12‰ retained higher stable level than the control group distinctly ($P<0.05$). Therefore, the results indicate that energy consumption and nitrogen metaboly of allogynogemetic crucian carp are the lowest when the salinity of water is 3‰, and it is likely to be the optimal salinity for allogynogemetic crucian carp.

Key words: Allogynogemetic crucian carp (*Carassius auratus gibelio* var. *E'eqisi*); Salinity; Oxygen consumption rate; Ammonia excretion rate