

不同规格哲罗幼鱼摄食前后 排氨率的研究

杨贵强 张立颖 徐绍刚 王占全 贺杰 周云

(北京市水产科学研究所/国家淡水渔业工程技术研究中心 北京 100068)

摘要: 采用室内实验生态学方法对 5 种不同规格(10.64 ± 0.42 g, 16.44 ± 0.67 g, 24.67 ± 0.74 g, 30.90 ± 1.74 g, 37.33 ± 0.98 g) 哲罗幼鱼摄食前后的排氨率进行研究。结果表明, 饱食后 5 个规格组哲罗幼鱼的排氨率均迅速上升, 到达最大值后再缓慢下降, 最后恢复到各自的初始水平; 5 个规格组哲罗幼鱼的排氨持续时间(D_{NR}) 和排氨率峰值时间(T_{NR}) 随着体重的增加而延长; 哲罗幼鱼摄食前后排氨率(NR) 与体重(w) 之间的拟合方程分别为: $NR = 4.3236 w^{-0.5559}$ ($R^2 = 0.9924$, 10.64 g < w < 37.33 g) 和 $NR = 9.3713 w^{-0.5755}$ ($R^2 = 0.9522$, 10.64 g < w < 37.33 g)。

关键词: 哲罗; 摄食; 体重; 排氨率

中图分类号: S965.232 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)04-0791-04

The Ammonia Excretion Rate of Young *Hucho taimen* at Different Weights in Starvation and Satiation

YANG Gui-qiang, ZANG Li-ying, XU Shao-gang,
WANG Zhan-quan, HE Jie, ZHOU Yun

(Beijing Fisheries Research Institute/National Engineering Technology Research Center for Freshwater Fisheries, Beijing 100068, China)

Abstract: Using the ecological method, the study measured the ammonia excretion rate of young taimen (*Hucho taimen*, Pallas) in satiation and starvation, at five weights (10.64 ± 0.42 g, 16.44 ± 0.67 g, 24.67 ± 0.74 g, 30.90 ± 1.74 g, 37.33 ± 0.98 g). The results showed that, in satiation, the ammonia excretion rates at the five weights all increased drastically to the maximum, and then decreased slowly to the initial state. D_{NR} and T_{NR} were both prolonged as body weights increased. In starvation, the regression equation of ammonia excretion rate on the weight was $NR = 4.3236 w^{-0.5559}$ ($R^2 = 0.9924$, 10.64 g < w < 37.33 g). In satiation, the regression equation of ammonia excretion rate on the weight was $NR = 9.3713 w^{-0.5755}$ ($R^2 = 0.9522$, 10.64 g < w < 37.33 g).

Key words: *Hucho taimen*; feeding; weight; ammonia excretion rate

氨是硬骨鱼类最主要的排泄产物之一, 氨在鱼体内以非离解氨(NH_3) 和离解氨(NH_4^+) 两种形式存在, 主要在肝内通过自由氨基酸的转氨和脱氨作用产生, 靠扩散作用及 NH_4^+ / Na^+ 交换透过细胞膜而排出体外^[1-2]。氨是一种神经毒性物质, 若水环境中的氨浓度过高, 鱼体内血浆中的氨排出就会减少,

收稿日期: 2012-03-26 修回日期: 2012-05-22

基金项目: 农业部公益性行业科研专项(201003055-05) 和北京市重大项目(D101105046210004)

作者简介: 杨贵强(1980—), 男, 工程师, 主要从事冷水性鱼类研究 E-mail: ygqheb@yahoo.com.cn.

从而导致血浆中氨浓度升高,最终引起毒性反应。氨急性毒性会造成惊厥、昏迷、死亡,而慢性毒性会引起鳃组织病变,最终影响生长^[3]。一般氨的安全浓度为 0.125 mg/L^[4]。一般认为淡水硬骨鱼类的氨氮占排泄物总量的 80%^[5]。研究氨的排泄从而推测新陈代谢组分以了解鱼类的生理状况具有重要意义。影响鱼类氨氮排泄的因素有很多,包括种类、性别、体重、水温、摄食、PH、水环境中氨浓度及饥饿、处理胁迫等^[6-7],其中有关摄食、温度和体重影响的研究有较多报道^[5,8-11]。

哲罗鲑(*Hucho taimen*) 俗称大红鱼,鲑形目,鲑科,哲罗鱼属,是我国名贵冷水鱼类,名列黑龙江“三花五罗”之首,是个体最大的鲑科鱼类。近十年来,由于过度捕捞及生态环境的影响,我国各分布流域的哲罗鲑数量锐减,处于濒危境地。国内研究人员早在 20 世纪 60 年代就开始对哲罗鲑的生态习性^[12]、发育生物学^[13-14]、人工繁养殖^[15]、分子生物学^[16-17] 等进行研究,但有关哲罗鲑呼吸排泄方面的研究很少,目前仅见匡友谊和张永泉对哲罗鲑耗氧率、耗氧量和窒息点方面的报道^[18-19]。而有关哲罗鲑氨氮排泄方面的研究尚未见报道,本研究体重和摄食状态对哲罗鲑排氨率的影响,旨在为哲罗鲑养殖容量的调查及生理生态的研究提供参考,同时也为哲罗鲑相关能量学的研究和该鱼的人工养殖提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 试验材料及其驯化

试验用鱼于 2011 年 10 月源自北京市水产科学研究所玉渡山冷水鱼基地。选取 5 种规格的哲罗幼鱼(规格 1 (10.64 ± 0.42) g, 70 尾;规格 2 (16.44 ± 0.67) g, 60 尾;规格 3 (24.67 ± 0.74) g, 40 尾;规格 4 (30.90 ± 1.74) g, 30 尾;规格 5 (37.33 ± 0.98) g, 30 尾)放入室内 5 个循环水系统中暂养 2 周,温度设定为 (17.5 ± 0.5) °C 进行适应,用 TC-1 型数字控温仪进行水温控制。采用北京汉业科技有限公司生产的粒径为 2.0 mm 的苗种料投喂,每天投喂 2 次(10:00、16:00),投喂量为试验鱼总体质量的 2%,试验水为经过充分曝气的自来水, pH 7.60 ~ 8.01,溶氧量 8 ~ 11 mg/L。

1.2 试验设计

每个规格组分为空腹和饱食 2 个处理组,每个规格组设 3 个重复,每个重复哲罗幼鱼尾数如下:规格 1, 16 尾;规格 2, 11 尾;规格 3, 7 尾;规格 4, 6 尾;规格 5, 4 尾。另设 1 个空白对照组,空白对照组 1 个重复。饱食处理组投喂至饱食后,立即轻轻放入以黑布遮光(留有观察孔)的呼吸室适应 1 h 左右,待其呼吸平稳后开始试验;空腹处理组采用禁食 3 d 的鱼不投喂,放入呼吸室,操作方法同饱食组。2 处理组分别每隔 1 h 测定 1 次排氨率,采用次氯酸钠-水杨酸分光光度法测定氨氮含量。

1.3 试验装置

采用自行设计的流水式耗氧测定装置测定哲罗鱼饱食和空腹状态下的排氨率^[20]。呼吸室容积 3.15 L,呼吸室有一个进水口和出水口,进出水口处的阀门可调节通过呼吸室的水流速度。

1.4 相关参数及计算方法

1.4.1 排氨率(NR) 排氨率是指动物单位体重在单位时间内氨氮的排泄量。

$$NR = [(C_1' - C_0') V_1 - (C_2' - C_2) V_2] / M \quad (1)$$

(1) 式中: C_0' 、 C_1' 、 C_2' 分别为处理组呼吸室出水口、进水口和对照组呼吸室出水口的氨氮浓度(mg/L); M 为试验鱼体质量(kg); V_1 和 V_2 分别为通过处理组和空白对照呼吸室的水流速度(L/h)。

1.4.2 排氨持续时间(D_{NR}) D_{NR} 为饱食后排氨率上升,直至回落到标准标准排氨率的标准误范围内的首个数据所用的时间。

1.4.3 排氨率峰值时间(T_{NR}) T_{NR} 为饱食后排氨率上升到最大值所经历的时间。

1.5 数据处理

文中数据采用 SPSS 16.0 软件进行分析处理。不同规格哲罗幼鱼摄食前后排氨及相关参数的差异用单因素方差(One-Way ANOVA) 进行分析, Duncan 法进行显著性检验及多重比较。采用 Excel 软件进行绘图。

2 结果分析

2.1 排氨及相关参数

饱食后, 5 个规格组哲罗幼鱼的排氨率均迅速上升, 到达最大值后(依次为 3.121 ± 0.130、2.473 ±

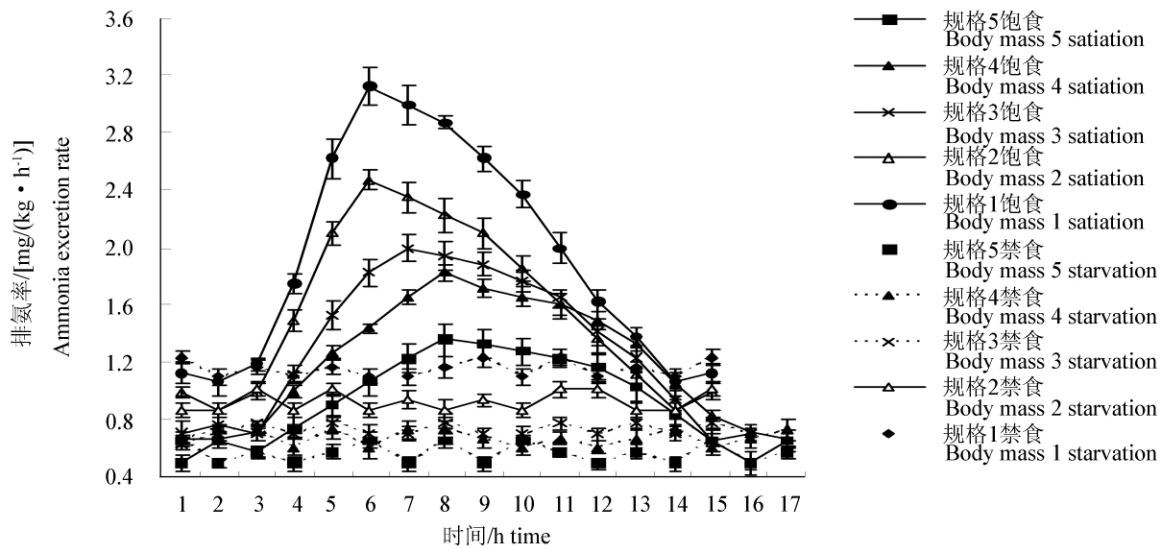


图 1 不同规格组哲罗鲑幼鱼饱食和禁食状态的排氨率

Fig. 1 Ammonia excretion rate of young *Hucho taimen* in satiation and starvation with different body masses

0.067、1.999 ± 0.093、1.822 ± 0.056、1.356 ± 0.116 mg/(kg·h) 再缓慢下降,最后恢复到各自的初始水平(图 1)。5 个规格组哲罗幼鱼排氨率峰值时间(T_{NR})随着体重的增加而延长,依次为 2.0 ± 0.00、2.0 ± 0.00、3.0 ± 0.29、4.0 ± 0.00、4.0 ± 0.50 h。5 个规格组哲罗幼鱼的排氨持续时间的变化趋势与排氨率峰值时间(T_{NR})相同,依次为 10.0 ± 0.29、10.0 ± 0.29、11.0 ± 0.50、12.0 ± 0.00、12.0 ± 0.58 h。

2.2 排氨率与体重的关系

哲罗幼鱼摄食前后的排氨率与体重呈负相关关系。饱食后,哲罗幼鱼平均排氨率(NR)与体重(w)之间可用多项式方程进行较好的拟合(图 2),其拟合方程为: $NR = 9.3713w^{-0.5755}$ ($R^2 = 0.9522$, $10.64 g < w < 37.33 g$)。空腹状态下,哲罗幼鱼的平均排氨率(NR)与体重(t)之间可用幂函数方程进行较好的拟合(图 2),其拟合方程为: $NR = 4.3236w^{-0.5559}$ ($R^2 = 0.9924$, $10.64 g < w < 37.33 g$)。

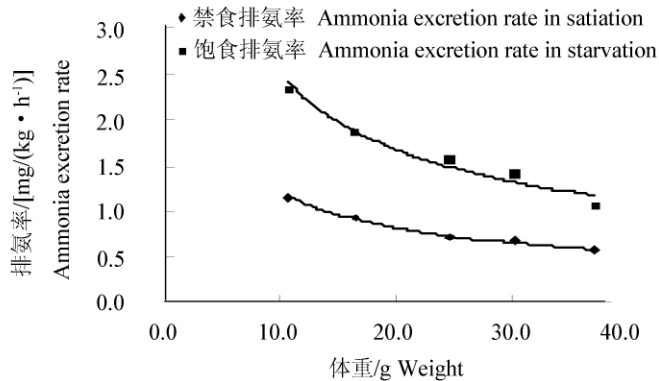


图 2 哲罗鲑幼鱼的排氨率与体重的关系

Fig. 2 Relationship between ammonia excretion rate of young *Hucho taimen* and weights

3 讨论

本研究中,各规格组哲罗幼鱼的排氨率总体趋势都是先升高后降低,这与日本牙鲈、草鱼、南方鲈和大黄鱼的氨氮研究结果都相一致^[8-11],只是摄食后排氨率随时间而变化的规律因鱼的种类和个体差异而有所不同。从实验的结果也可以看出,哲罗幼鱼在摄食 10~12 h 后排氨率恢复到摄食前水平,而南方鲈、大黄鱼和草鱼在摄食后 24~38 h 后才恢复到摄食前水平,说明哲罗幼鱼的消化速度相对其他鱼来说比较快。因此,哲罗幼鱼养殖过程中要适当的增加投喂次数和减少每次投喂量。

体重也是影响氨氮排泄的重要因子。Gerking^[21]的实验显示内源性氮排泄随体重上升而下降。Jobling^[4]总结前人的研究认为,体重(w)对排氨率(N)的影响可用 $N = a w^b$ 表示,其中: a 为常数, N 值等于单位体重下的排氨率, b 为体重指数。大多数鱼类的体重指数为 0.47~0.95,都小于 1,说明排氨率随体重的上升而下降。Savitz^[22]认为,体重指数 b 的大小反应个体排氨率对体重变化的敏感程度,它是随动物所处的发育阶段、季节等的变化而变化的。

本文测定的哲罗幼鱼体重指数在上述范围内,也是随着体重的增加而下降,与大黄鱼、条石鲷的研究结果一致^[11,23]。姜祖辉等^[24]认为这可能与水生动物在生长过程中的组织、脏器的比重有关,直接维

持生命的组织和脏器如肾脏、肝脏等的新陈代谢高于非直接维持生命其他组织如肌肉、脂肪等。在动物生长过程中,这 2 种组织的比率随之减小,即肌肉和脂肪等积累增多,从而引起随个体增大而单位重量的排氮率降低的现象。这可能是因为维持鱼体生命活动的重要组织器官在幼小时占整个鱼体重量比较大,所以排氮率也较高,但随个体的增大相对下降;也可能是因为生长阶段不同的幼鱼,鱼体正处于生长发育过程中,规格较小的鱼代谢活动要比大鱼旺盛。

参考文献:

- [1] Foster P P, Goldstein L. Formation of excretory products [J]. *Fish Physiology*, 1969, 1(4): 313-345.
- [2] Dosdat A, Servais F, Metailler R, et al. Comparison of nitrogenous losses in five teleost fish species [J]. *Aquaculture*, 1996, 141(1): 107-127.
- [3] Meade J W. Allowable ammonia for fish culture [J]. *Progressive Fish Culturist*, 1985, 47(3): 134-145.
- [4] Jobling M. The fish bioenergetics [M]. Great Britain St, Edmondsbury Press, 1994.
- [5] Carter C G, Brafield A E. The bioenergetics of grass carp, *Ctenopharygodon idella* (Val) [J]. *J Fish Biol*, 1991, 39(6): 873-887.
- [6] Lidman U, Dave G, Johansson - Sjobeck M L, et al. Metabolic effects of cortisol in the European eel, *Anguilla anguilla* (L.) [J]. *Comp Biochem Physiol*, 1979, 63(3): 339-344.
- [7] Buttle L G, Uglow R F, Cowx I G. The effect of emersion and handling on the nitrogen excretion rates of *Clarias gariepinus* [J]. *J Fish Biol*, 1996, 49(4): 693-701.
- [8] Kikuchi K, Takeda S, Honda H, et al. Nitrogenous excretion of juvenile and young Japanese flounder [J]. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1992, 58(12): 2329-2333.
- [9] 周洪琪, 潘兆龙, 李世钦, 等. 摄食和温度对草鱼氮排泄影响的初步研究 [J]. *上海水产大学学报*, 1999, 8(4): 293-296.
- [10] 李治, 谢小军, 曹振东. 摄食对南方鲇耗氧和氨氮排泄的影响 [J]. *水生生物学报*, 2005, 29(3): 247-252.
- [11] 沈勤, 徐善良, 严小军, 等. 饲料及体重对大黄鱼排氮率影响的初步研究 [J]. *宁波大学学报: 理工版*, 2008, 21(3): 318-322.
- [12] 姜作发, 唐富江, 尹家胜, 等. 乌苏里江上游虎头江段哲罗鱼种群结构及生长特性 [J]. *东北林业大学学报*, 2004, 32(4): 53-55.
- [13] 张永泉. 太门哲罗鱼 (*Hucho taimen*) 消化系统结构与发生、发育的研究 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008.
- [14] 尹洪滨, 尹家胜, 孙中武, 等. 哲罗鱼精子的超微结构 [J]. *水产学报*, 2008, 32(1): 27-31.
- [15] 徐伟, 尹家胜, 匡友谊, 等. 哲罗鱼人工育苗技术研究 [J]. *上海水产大学学报*, 2008, 17(4): 452-456.
- [16] 梁利群, 常玉梅, 董崇智, 等. 微卫星 DNA 标记对乌苏里江哲罗鱼遗传多样性的分析 [J]. *水产学报*, 2004, 28(3): 241-243.
- [17] 匡友谊, 佟广香, 尹家胜, 等. 呼玛河哲罗鱼遗传多样性的 AFLP 分析 [J]. *中国水产科学*, 2007, 14(4): 615-620.
- [18] 匡友谊, 尹家胜, 姜作发, 等. 哲罗鱼耗氧量与体重、水温的关系 [J]. *水产学杂志*, 2003, 16(1): 26-30.
- [19] 张永泉, 贾钟贺, 张慧, 等. 哲罗鱼稚、幼鱼耗氧量和窒息点的初步研究 [J]. *东北农业大学学报*, 2010, 41(11): 87-91.
- [20] 杨贵强, 徐绍刚, 王跃智, 等. 温度和摄食对溪红点鲑幼鱼呼吸代谢的影响 [J]. *应用生态学报*, 2009, 20(11): 2757-2762.
- [21] Gerking S D. Endogenous nitrogen excretion of bluegill sunfish [J]. *Physiol Zool*, 1955, 28(4): 283-289.
- [22] Savitz J. Effect of temperature and body weight on endogenous nitrogen excretion of the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*) [J]. *J Fish Res Bd Can*, 1969, 26(7): 1813-1821.
- [23] 闫茂仓, 单乐州, 谢起浪, 等. 温度、盐度及体重对条石鲷幼鱼耗氧率和排氮率的影响 [J]. *海洋科学进展*, 2008, 26(4): 486-495.
- [24] 姜祖辉, 王俊, 唐启升. 菲律宾蛤仔生理生态学研究: I. 温度、体重及摄食状态对耗氧率及排氮率的影响 [J]. *海洋水产研究*, 1999, 20(1): 40-44.