

温度、盐度和体长对西藏拟溞 (*Daphniopsis tibetana* Sars) 排氨率的影响

赵 文, 梁 箫, 谢 玺, 张 琳, 魏 杰

(大连水产学院 生命科学与技术学院, 辽宁省水生生物学重点实验室, 大连 116023)

摘要: 在实验室内研究了温度 ($T=3, 8, 14, 20$ °C 和 22 °C)、盐度 ($S=5, 10, 15, 20$ 和 25) 和体长 ($0.80, 1.23, 1.51, 1.84$ mm 和 2.38 mm) 对西藏拟溞排氨率 (NR) 的影响。结果表明, 在试验温度范围内, 西藏拟溞幼溞排氨率随温度 (T) 的升高而升高, 其回归方程为 $NR = 0.0359 \ln(T) - 0.0185$ ($n=5, r=0.9881, P<0.05$), 数值范围为 $0.022 \sim 0.092$ mg/(g·h)。在盐度 (S) 试验中, 西藏拟溞幼溞排氨率有同样的趋势, 回归方程为 $NR = 0.0535e^{0.0213S}$ ($n=5, r=0.9884$), 其数值范围为 $0.061 \sim 0.092$ mg/(g·h)。而体长试验中, 西藏拟溞排氨率随体长 (L) 的增加而降低, 回归方程为 $NR = 0.0568L^{-1.4154}$ ($n=5, r=0.9938, P<0.05$), 数值范围为 $0.017 \sim 0.083$ mg/(g·h)。

关键词: 西藏拟溞; 盐度; 温度; 体长; 排氨率

文章编号: 1000-0933(2008)12-6385-05 中图分类号: Q145 文献标识码: A

The effect of temperature, salinity and body length on ammonia excretion rate of *Daphniopsis tibetana* Sars

ZHAO Wen, LIANG Xiao, XIE Xi, ZHANG Lin, WEI Jie

Life Science and Technology Institute, Key Laboratory of Hydrobiology in Liaoning Province, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China
Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(12): 6385 ~ 6389.

Abstract: *Daphniopsis tibetana* Sars (Crustacea; Cladocera; Daphniidae) is a low-medium saline lake cladoceran showing wide but patchy distribution in plateau saline lake in Asia. In China, *D. tibetana* widely distributes in saline waters in Tibet, Qinghai, Xinjiang. In the present paper, *D. tibetana* were collected from Lake Namuka Co. The animals can be live in diluted seawater via acclimatization. Effects of temperature, salinity and body length on ammonia excretion rate of *D. tibetana* were studied under experimental condition in laboratory. The results showed that ammonia excretion rates (NR) were $0.061 - 0.092$ mg/(g h), $0.022 - 0.092$ mg/(g h) and $0.017 - 0.083$ mg/(g h), respectively, in salinity, temperature and body length experiment. The results also indicated that NR was positively related to the salinity and temperature. However, NR was negatively related to the body length. The relationship of NR with the salinity, temperature and body length can be expressed by the model of $NR = 0.0359 \ln(T) - 0.0185$, $NR = 0.0535e^{0.0213S}$ and $NR = 0.0568L^{-1.4154}$, respectively.

Key Words: *Daphniopsis tibetana* Sars; temperature; salinity; body length; ammonia excretion rate

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30371112, 30671625)

收稿日期: 2007-09-23; 修订日期: 2008-05-23

作者简介: 赵文 (1963 ~), 男, 吉林农安人, 博士, 教授, 从事水生生物学、水产养殖学教学与科研工作. E-mail: zhaowen@dlfu.edu.cn

Foundation item: The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 30371112, 30671625)

Received date: 2007-09-23; **Accepted date:** 2008-05-23

Biography: ZHAO Wen, Ph. D., Professor, mainly engaged hydrobiology and aquaculture. E-mail: zhaowen@dlfu.edu.cn

西藏拟蚤(*Daphniopsis tibetana* Sars, 1903)隶属蚤科(Daphniidae)拟蚤属*Daphniopsis*,是一种冷水性盐树枝角类,在我国主要分布于西藏、青海、新疆等高海拔、高寒、贫营养型盐水体。分布水体多为碳酸盐型,水温 $-2\sim 18^{\circ}\text{C}$ 、盐度 $2.7\sim 35$ 、pH $8.7\sim 10.4$ ^[1~6]。

为给海养动物育苗增添新的活饵料,国内外学者以枝角类为对象进行了一系列研究。淡水枝角类一般耐盐上限不超过 14 ^[7],短期内难于在海水中驯化。蒙古裸腹蚤(*Moina mongolica* Daday)在海水中的大量培养和投喂试验取得一定成效,但该蚤为喜暖性种类,在北方低水温期培养需升温而有其局限性;西藏拟蚤的耐低温性可弥补上述缺憾,将西藏拟蚤驯化到盐度 25 的稀释海水中生活,有望成为海水鱼、虾苗种阶段的活饵料^[8]。排泄是代谢的重要组成部分之一,研究各种环境因子(温度、盐度、pH等)和生物因子(体重、体长等)对排氨的影响有利于了解动物代谢活动的变化规律,是生态能量学和营养生理学研究的主要内容。目前关于枝角类代谢方面的研究资料尚不多见,研究对象也多限于淡水枝角类体长、温度、食物浓度、光照等对其耗氧率的影响和蚤属*Daphnia*某些种类呼吸的昼夜节律^[8]。但涉及海洋及内陆盐树枝角类,尤其是对拟蚤属排氨率的影响方面的内容还未见报道。本文通过研究温度、盐度和体长对西藏拟蚤排氨率的影响,为深入了解这种蚤的生物学特征及其规模化培养条件的筛选提供资料。

1 材料与方法

实验所用的西藏拟蚤于2001年12月采自藏北纳木卡错,驯化培养于盐度 20 的海水中,以盐藻(*Dunaliella salina*)为食物。试验用水来源于大连黑石礁近海,经沉淀、砂滤、 300 目筛绢网(孔径 $37.5\text{ }\mu\text{m}$)过滤,用煮沸自来水调整盐度后,用 $0.45\text{ }\mu\text{m}$ 混合纤维素酯微孔滤膜抽滤,随用随配。试验期间培养光周期为 12 h 光: 12 h 暗,光照强度控制在 $700\sim 900\text{ lx}$ 。

1.1 温度对西藏拟蚤排氨率的影响试验

温度试验设 5 个梯度: $(3\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$, $(8\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$, $(14\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$, $(20\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$, $(22\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 。将在温度 14°C ,盐度 20 下培养出来的幼蚤(体长 $(0.80\pm 0.05)\text{ mm}$,体重 $(0.05\pm 0.03)\text{ mg/个}$)。经逐步适应后放入各试验温度。用大口滴管将幼蚤从培养的烧瓶中取出用过滤海水清洗 2 次,每次 10 s ,以减少不清洁海水的污染,然后放入试验呼吸瓶中。呼吸瓶为 150 ml 白广口瓶,实验组每瓶装 50 只幼蚤,加抽滤海水无气泡后,以保鲜膜封口,放置恒温室中,试验时间为 7 h 。实验结束后,用虹吸管取水样测定氨氮。试验在光照培养箱中进行。实验组和对照组每个梯度均设 3 个重复。

1.2 盐度对西藏拟蚤排氨率的影响试验

盐度试验设 5 个梯度: $S=5, 10, 15, 20, 25$ 。将在温度 14°C ,盐度 20 下培养出来的幼蚤(体长 $(0.80\pm 0.05)\text{ mm}$,体重 $(0.05\pm 0.03)\text{ mg/个}$),经逐步适应后放入各试验盐度。试验操作同温度试验。实验组和对照组每个梯度均设 3 个重复。

1.3 体长对西藏拟蚤排氨率的影响试验

体长试验设 5 个梯度,即 $(0.80\pm 0.05)\text{ mm}$, $(1.23\pm 0.08)\text{ mm}$, $(1.51\pm 0.08)\text{ mm}$, $(1.84\pm 0.09)\text{ mm}$, $(2.38\pm 0.06)\text{ mm}$,其对应的体重分别为 (0.05 ± 0.03) , (0.17 ± 0.02) , (0.30 ± 0.07) , (0.52 ± 0.15) , $(1.03\pm 0.02)\text{ mg/个}$ 。试验用蚤采用 14°C ,盐度 20 下培养的。呼吸瓶中放蚤数目按照蚤的体长大小依次为 $50, 50, 50, 40$ 和 40 个。体长系在显微镜下用目微尺测定。试验操作同盐度试验。试验在 14°C 恒温室中进行。实验组和对照组每个梯度均设 3 个重复。

1.4 氨氮浓度的测定

氨氮浓度的测定采用次溴酸钠氧化法,见《海洋监测规范》。

1.5 计算方法

排氨率按下式计算^[9]:

$$NR = (N_t - N_0) \times V \times W^{-1} \times N^{-1} \times t^{-1}$$

式中, NR 为排氨率($\text{mg}/(\text{g}\cdot\text{h})$); N_t 为实验瓶氨氮浓度(mg/L); N_0 为对照瓶氨氮浓度(mg/L); V 为试验

用瓶的体积(ml); N 为每瓶受试蚤的个数(个); t 为试验进行时间(h); W 为蚤的体重(mg 湿重)。

结果均以平均值 $\pm$ 标准差表示,各组实验结果的差异用 SPSS 软件进行 F 检验和 Duncan 多重比较。

2 结果

2.1 温度对西藏拟蚤排氨率的影响

在试验温度范围内西藏拟蚤幼蚤排氨率随温度升高而升高(图 1)。试验期间西藏拟蚤没有死亡。排氨率与温度的关系为 $NR = 0.0359 \ln(T) - 0.0185$ ($n = 5$, $r = 0.9881$, $P < 0.05$)。方差分析表明,温度对西藏拟蚤幼蚤排氨率影响显著($P < 0.05$),3℃的排氨率与 14、20℃和 22℃的差异显著,8℃的排氨率与 14、20℃和 22℃的差异显著($P < 0.05$)。而 3℃的排氨率与 8℃的差异不显著。数值范围为 0.022 ~ 0.092 mg/(g·h)。

2.2 盐度对西藏拟蚤排氨率的影响

在龄期相同的条件下,排氨率均随盐度升高而升高(图 2)。排氨率与盐度的关系如下式所示: $NR = 0.0535e^{0.0213S}$ ($n = 5$, $r = 0.9884$)。由 Duncan 多重比较可看出,各盐度下排氨率差异不显著。其数值范围为 0.061 ~ 0.092 mg/(g·h)。

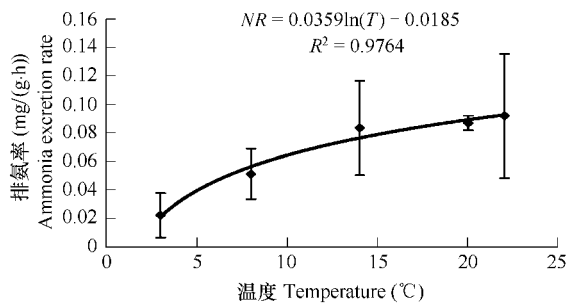


图 1 温度对西藏拟蚤排氨率的影响

Fig. 1 Effect of temperature on ammonia excretion rate of *Daphniopsis tibetana* Sars

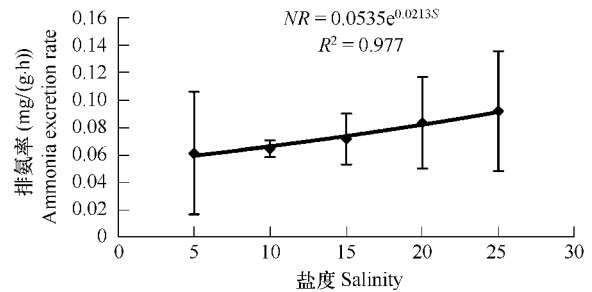


图 2 盐度对西藏拟蚤排氨率的影响

Fig. 2 Effect of salinity on ammonia excretion rate of *Daphniopsis tibetana* Sars

2.3 体长对西藏拟蚤排氨率的影响

在温度、盐度相同的条件下,排氨率随体长升高而降低(图 3),与体长呈显著的负相关,关系如下所示: $NR = 0.0568L^{-1.4154}$ ($n = 5$, $r = 0.9938$, $P < 0.05$)。方差分析表明,体长对西藏拟蚤排氨率影响显著($P < 0.05$)。Duncan 多重比较结果显示:体长 0.8 mm 的排氨率与体长 1.2、1.5、1.8 mm 和 2.4 mm 的差异显著。其数值范围为 0.017 ~ 0.083 mg/(g·h)。

3 讨论

3.1 温度对排氨率的影响

温度是影响生物生长和代谢的最主要的环境因子之一,对甲壳类动物排氨率有很大的影响。口虾蛄的排氨率随着温度的增加而增加,其他甲壳类的动物也有同样的规律^[9]。在水温 12℃ 左右,日本沼虾排氨率显著降低,低温(12℃ $\pm$ 1℃)下的值要比室温(25℃ $\pm$ 1℃)下的值小一个数量级^[10]。从另一个角度也说明了排氨率与温度成正比例的关系。许多种类的研究结果表明,滤食性贝类的代谢活动受温度的影响十分显著,在适宜的温度范围内,随着温度的升高而增大,到一定温度时,达到最大值,其后呈下降趋势^[11]。Bougrier 等^[12]认为这可能与两方面因素有关:一方面,一些研究在自然条件下进行,而另一些研究则在实验条件下对实验样品进行了不同时间的驯化。在试验温度内,西藏拟蚤的排氨率随温度的升高而升高,数值范围为 0.022 ~ 0.092 mg/(g·h)。排氨率随温度的升高而变化主要是由于温度升高,动物的组织器官的活动性提高,体内的各种生化反应速度的加快,致使呼吸和代谢加快,这也是一般动物的特征。

3.2 盐度对排氨率的影响

盐度是海水养殖中重要的环境因子,它的变动对海水动物的生理代谢具有明显的影响。在试验盐度内,

西藏拟蚤的排氨率随盐度升高而升高,数值范围为 0.061 ~ 0.092 mg/(g·h)。有研究表明,盐度对青蛤的呼吸和排泄的影响是极其显著的:当盐度在 6 ~ 30 时,青蛤的耗氧率和排氨率均逐渐增大并在盐度 22 时出现峰值,然后开始下降^[13]。根据西藏拟蚤在不同盐度水体中排氨率的试验,发现该蚤在盐度为 25 时,排氨率的值最大,表明西藏拟蚤在盐度为 25 时的代谢活动较强。

3.3 体长对排氨率的影响

体长和体重是影响排氨率的主要指标之一。在本试验中,在温度、盐度相同的条件下,西藏拟蚤的排氨率随体长增大而降低,数值范围为 0.017 ~ 0.083 mg/(g·h)。与之相比较,口虾蛄的耗氧率和排氨率随个体的增大而下降,呈负相关幂指数关系。这种现象与动物的组织、脏器的比重有关,直接维持生命的组织和脏器如肌肉、脂肪等^[14]。在动物生长过程中,这两种组织的比例随之减小,即肌肉和脂肪等积累增多,从而引起单位体重的排氨率降低的现象。这种现象在其他的甲壳动物中也存在^[9]。

3.4 几种动物的排氨率的比较

排氨率是由多种因素共同作用的结果。由下表可以看出,在温度相近的情况下,西藏拟蚤与其它一些甲壳动物的排氨率相近。

表 1 几种动物排氨率的比较

Table 1 Comparison of ammonia excretion rate in animal

动物 Animal	条件 Condition	排氨率 Ammonia excretion rate	文献来源 Literature resources
菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	32.50 ~ 45.01 mm	0.105 ~ 0.055 mg/(g·h)	[15]
西藏拟蚤 <i>Daphniopsis tibetana</i> Sars	0.8 ~ 2.4 mm	0.017 ~ 0.083 mg/(g·h)	本文
西藏拟蚤 <i>Daphniopsis tibetana</i> Sars	盐度 5 ~ 25‰	0.061 ~ 0.092 mg/(g·h)	本文
西藏拟蚤 <i>Daphniopsis tibetana</i> Sars	温度 3 ~ 22℃	0.022 ~ 0.092 mg/(g·h)	本文
日本沼虾(大) <i>Macrobrachium nipponens</i>	温度 25℃	0.0172 mg/(g·h)	[10]
日本沼虾(大) <i>Macrobrachium nipponens</i>	温度 12℃	0.00376 mg/(g·h)	[10]
<i>Metridia gerlachei</i>	南极	0.034 ~ 0.015 μg/(mg·h)	[16]

References:

- [1] Zhao W, Wang Q H, Zheng M P, et al. A preliminary study on the biology of *Daphniopsis tibetana* Sars. Journal of Dalian Fisheries University, 2002, 17(3): 209—214.
- [2] Jiang X Z, Du N S. Fauna Sinica: Crustacea (Freshwater Cladocera). Beijing: Science Press, 1979, 297.
- [3] Jiang X Z, Shen Y F, Gong X J. Aquatic Invertebrates of the Tibetan Plateau. Series of the Scientific Expedition to Qinghai-Xizang plateau. Beijing: Academia Sinica, 1983, 443—492.
- [4] Zhao W. A review of the Cladocera in inland saline waters. Journal of Dalian Fisheries University, 1991, 6(2): 31—41.
- [5] Zhao W, Jiang H, He Z H. Planktonic Crustaceans of inland saline waters in Sanbei Disdriets, Northern China. Journal of Dalian Fisheries University, 1996, 11(1): 1—13.
- [6] Shen J R, Song D X. Preliminary study of Cladocera in Tibet. Zoo Sinica, 1964, 16(1): 61—69.
- [7] He Z H, Zhang J G, Jiang H. Effects of salinity of seawater on the survival and intrinsic rate of increase of two population of *Daphnia magna*. Journal of Dalian Fisheries University, 1996, 11(3): 1—7.
- [8] Zhao W, Zhang L, Huo Y Z. The effect of salinity, temperature and body length on oxygen consumption of *Daphniopsis tibetana* Sars. Acta

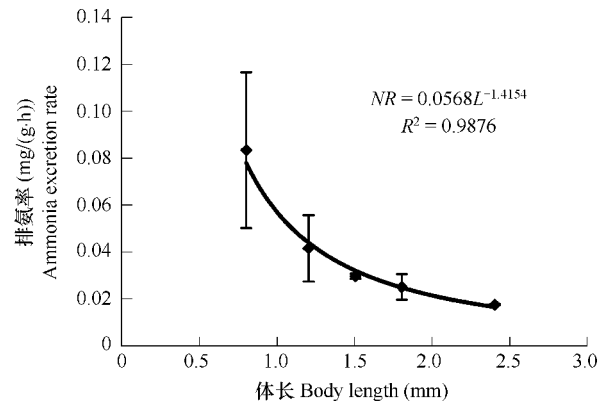


图 3 体长对西藏拟蚤排氨率的影响

Fig. 3 Effect of body length on ammonia excretion rate of *Daphniopsis tibetana* Sars

Ecologica Sinica, 2005, 25(7): 1549—1553.

- [9] Zhou H Q. Study on energetics of *Penaeus chinensis*. Journal of Fisheries of China, 1990, 14 (2): 114—119.
- [10] Wang W N, Niu D H, Shang L X, et al. Effect of low temperature on oxygen consumption, ammonia-n excretion and Na^+/K^+ ATPase of *Macrobrachium nipponense*. Chinese Journal of Applied & Environmental Biology, 2004, 10(5): 602—604.
- [11] Dong B, Xue X S. The effect of temperature on the grazing rate, clearance rate and absorptivity of *Ruditapes philippinarum*. Marine Fisheries Research, 2000, 21(1): 37—42.
- [12] Bougrier S, Gémron P, Dealous Paoli J M, et al. Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg). Aquaculture, 1995, 134: 143—154.
- [13] Jin C H. Effects of temperature and salinity on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Cyclina sinensis*. Journal of Lishui University, 2005, 27(2): 46—51.
- [14] Jiang Z H, Wang J, Tang Q S. Studies on effects of body weight, water temperature and starvation on respiration and excretion of *Oratosquilla oratoria*. Marine Fisheries Research, 2000, 21(2): 28—31.
- [15] Jiang Z H, Wang J, Tang Q S. Study on physiological ecology of *Ruditapes philippinarum*. I. Effect of temperature, body weight and food condition on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate. Marine Fisheries Research, 1999, 20(1): 40—44.
- [16] Li C L, Song S, Zhang G T, et al. Metabolism of two dominating copepods — *Calanoides acutus* and *Metridia gerlachei* in the marginal ice zone of the Prydz Bay, Antarctica in summer. Chinese Journal of Polar Research, 2000, 12(3): 183—190.

参考文献:

- [1] 赵文, 王巧哈, 郑绵平, 赵元艺, 王海雷. 西藏拟蚤生物学的初步研究. 大连水产学院学报, 2002, 17(3): 209—214.
- [2] 蒋燮治, 堵南山. 中国动物志. 淡水枝角类. 北京: 科学出版社, 1979, 297.
- [3] 蒋燮治, 沈韞芬, 龚循矩. 西藏无脊椎动物. 北京: 科学出版社, 1983, 443—492.
- [4] 赵文. 内陆盐水水体枝角类研究述评. 大连水产学院学报, 1991, 6(2): 31—41.
- [5] 赵文, 姜宏, 何志辉. 三北地区内陆盐水的浮游甲壳类. 大连水产学院学报, 1996, 11(1): 1—13.
- [6] 沈嘉瑞, 宋大祥. 西藏枝角类的初步研究. 动物学报, 1964, 16(1): 61—69.
- [7] 何志辉, 张建国, 姜宏. 海水盐度对大型蚤的存活和内禀增长率的影响. 大连水产学院学报, 1996, 11(3): 1—7.
- [8] 赵文, 张琳, 霍元子. 温度、盐度和体长对西藏拟蚤耗氧率的影响. 生态学报, 2005, 25(7): 1549—1553.
- [9] 周洪琪. 中国对虾亲虾的能量代谢研究. 水产学报, 1990, 14(2): 114—119.
- [10] 王维娜, 牛东红, 商利新, 王军霞. 低温对日本沼虾耗氧率、排氨率和 Na^+/K^+ ATPase 比活力的影响. 应用与环境生物学报, 2004, 10(5): 602—604.
- [11] 董波, 薛钦昭. 温度对菲律宾蛤仔滤食率、清滤率和吸收率的影响. 海洋水产研究, 2000, 21(1): 37—42.
- [13] 金春华. 温度和盐度对青蛤耗氧率和排氨率的影响. 丽水学院学报, 2005, 27(2): 46—51.
- [14] 姜祖辉, 王俊, 唐启升. 体重、温度和饥饿对口虾呼吸和排泄的影响. 海洋水产研究, 2000, 21(2): 28—31.
- [15] 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氨率的影响. 海洋水产研究, 1999, 20(1): 40—44.
- [16] 李超伦, 孙松, 张光涛, 吉鹏. 南极普里兹湾夏季边缘浮冰区两种主要浮游桡足类的代谢研究. 极地研究, 2000, 12(3): 183—190.