

盐度及规格对管角螺耗氧率和排氨率的影响

罗杰, 刘楚吾, 李锋, 曾理想, 陈加辉

(广东海洋大学 海洋生物研究所, 广东 湛江 524025)

摘要: 海水温度 28℃ 的条件下, 实验室中研究了不同盐度 (12, 17, 22, 27, 32) 对管角螺 (*Hemifusus tuba* Gmelin) 耗氧率和排氨率的影响。实验结果表明: 盐度、个体大小对管角螺的耗氧率和排氨率均有显著的影响。盐度为 12~27 时, 单位体质量管角螺耗氧率随着盐度的升高而增加, 并在 27 时达到最大值; 盐度为 27~32 时, 随着盐度的升高管角螺的耗氧率降低。管角螺的软体部干质量与单位体质量耗氧率之间的关系符合幂函数方程, 呈负相关关系; 盐度范围在 12~27 时, 单位体质量的管角螺排氨率随着盐度的升高而增加, 并在 27 时达到最大; 盐度为 27~32 时, 随着盐度的升高管角螺的排氨率降低。管角螺的软体部干质量与单位体质量排氨率之间的关系也符合幂函数方程, 呈负相关关系。不同规格管角螺的耗氧率、排氨率及 O:N 值随着盐度的升高而逐渐增大, 并在 27 达到最大值, 然后随着盐度的升高逐渐减少。

关键词: 盐度; 规格; 排氨率; 耗氧率; 管角螺 (*Hemifusus tuba* Gmelin)

中图分类号: S968.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2008)05-0046-05

管角螺 (*Hemifusus tuba* Gmelin) 隶属软体动物门 (Mollusca)、腹足纲 (Gastropoda)、盔螺科 (Galeodidae)、角螺属 (*Hemifusus*), 为热带和亚热带种类^[1], 主要分布在中国的东、南沿海, 尤以南海诸岛海域居多, 生活在近海 10 m 左右泥沙或泥质的海底。管角螺贝壳大型, 犁状, 两端较尖, 壳质坚硬, 表面被有一层黄褐色的外皮, 上面生有黄褐色或淡棕色的茸毛, 螺旋部有结节突起和细密的肋纹^[2]。现阶段尚未见有对管角螺进行人工繁殖的报道, 市场上出售的均是靠采捕自然海区的资源, 但随着过度捕捞, 自然海域的管角螺产量逐渐下降并趋于枯竭, 海洋资源受到严重破坏, 导致市场供不应求且价格昂贵。耗氧率和排氨率是动物新陈代谢的重要指标之一, 有关贝类耗氧率和排氨率的研究目前国内多集中在双壳类^[3~7], 而对腹足类研究较少^[8]。作者研究了盐度、体质量对管角螺耗氧率及排氨率的影响, 这将有助于掌握管角螺呼吸、排泄的生理变化, 为该品种以后的大规模人工繁育、养殖提供基础理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

管角螺从湛江自然海区采捕后, 选择外壳完整、足部收缩有力、平均壳高 6.53~9.01 cm、壳宽 3.74~4.71 cm 的个体 (生物学数据见表 1), 用刷子刷净外壳, 按壳长及壳宽分为大 (L)、中 (M)、

小 (S) 3 组, 分别置于 0.5 m³ 的圆形桶中暂养 5 d, 每天投饵、充气、换水以供实验用。

1.2 方法

实验设 12、17、22、27、32 共 5 个盐度梯度。在水温 28℃ 的条件下, 将管角螺在各盐度下适应 2 d, 然后进行实验。每个盐度组选大、中、小 3 种规格的管角螺进行代谢实验。根据预实验每组放 2 个管角螺较为合适, 相同盐度下每一规格设 3 个重复组, 每个盐度组均设 1 个无贝组作为溶解氧和氨氮测定的对照组。实验在密封的三角烧瓶 (1 000 mL) (代谢瓶) 中进行, 选取上述暂养的管角螺放入代谢瓶中, 然后用液体石蜡密封, 置于 28℃ 的水浴中 (用电子加热棒控制)。实验持续 2 h 后用虹吸方法吸取代谢瓶中的水样进行溶解氧、氨氮的测定。溶解氧浓度 (D_{O_t}) 的测定采用 Winkler 碘量法, NH_4^+-N 的浓度则用奈氏试剂法, 然后计算出耗氧率和排氨率。

耗氧率的计算: $R_{O_t} = [(D_{O_0} - D_{O_t})V] / Wt$

式中, R_{O_t} 为管角螺单位体质量的耗氧率 (mg/(g·h)); D_{O_0} 和 D_{O_t} 分别为实验结束时, 空白对照组、实验组水中溶解氧的质量浓度 (mg/L);

收稿日期: 2007-08-12; 修回日期: 2007-12-16

基金项目: 广东省科技计划资助项目 (2005B33201011)

作者简介: 罗杰 (1966-), 男, 广西平南人, 硕士, 高级工程师, 从事水产经济动物增养殖研究, 电话: 0759-2382044, Email: luoj@gdou.edu.cn

表 1 管角螺的生物学数据

Tab.1 Biological data of *H. tuba*(Gmelin)

试验组	W_w/g	D_w/g	L_s/cm	H_s/cm
S	42.43±2.5	1.526±0.3	6.73±0.2	3.84±0.1
M	50.57±2.7	2.503±0.2	7.58±0.3	4.07±0.3
L	56.21±2.2	3.020±0.2	8.99±0.2	4.31±0.4

注: W_w : 管角螺湿质量; D_w : 管角螺软体部干质量; L_s : 管角螺壳高; H_s : 管角螺壳宽

V 为代谢瓶中水的体积 (L), W 为管角螺干肉质量 (g), t 为实验持续时间 (h)。

排氨率的计算: $R_N = [(N_t - N_0)V] / Wt$

式中 R_N 为管角螺单位体质量排氨率 ($\mu g / (g \cdot h)$), N_0 和 N_t 分别为实验结束时空白对照组、实验组水样中的 $NH_4^+ - N$ 质量浓度 ($\mu g / L$)。

实验结束后用滤纸吸干管角螺外表的水分, 用游标卡尺测量其壳高、壳宽, 用电子天平称体质量, 然后剥出软体部, 并将软体部置于 70 °C 的烘箱干燥 24 h 后称其干质量。

2 结果

2.1 盐度对管角螺耗氧率的影响

不同盐度下管角螺单位体质量的耗氧率与软体部干质量的回归方程参数见表 2。在各盐度下, 管角螺单位体质量的耗氧率与软体部干质量呈负相关关系, 随着体质量的增加耗氧率随之减少。单位耗氧率与软体部干质量的关系可用回归方程表示为 $R_O = aW^{-b}$, a 值为 1.567 7~2.950 9, 平均值为 2.228 4; b 值为 0.198 6~0.102 1, 平均值为 0.142 3。用 F 检验, 回归方程的相关关系均达到极显著水平 ($P < 0.01$)。

表 3 不同盐度下管角螺耗氧率的方差分析结果

Tab.3 ANOVA results of oxygen-consumption of *H. tuba*(Gmelin) in different salinities

变异来源	自由度	平方和	均方差	F 值	$F_{0.01}$ 值
盐度	4	4.843	1.210	63.680	3.78
干质量	2	5.582	2.791	146.890	5.12
盐度×干质量	8	0.089	0.011	0.580	2.95
误差	30	0.571	0.019		
总变异	44	11.850			

盐度和规格对管角螺的耗氧率有极显著影响 ($F > F_{0.01}$), 而盐度和个体大小的交替作用对管角螺的耗氧率影响不显著。

2.2 盐度对管角螺排氨率的影响

不同盐度下管角螺单位体质量的排氨率与软体部干质量的回归方程参数见表 4。在各实验盐度

表 2 不同盐度下管角螺单位体质量的耗氧率与软体部干质量的回归方程参数

Tab.2 Parameters related to regression equation between oxygen-consumption rate and soft tissue dry weight of *H. tuba*(Gmelin) in different salinities

盐度	a	b	R^2
12	1.567 7	0.167 9	0.986 2
17	2.111 6	0.121 9	0.996 8
22	2.441 9	0.102 1	0.998 9
27	2.950 9	0.198 6	0.995 6
32	2.072 1	0.102 1	0.982 5

盐度对管角螺耗氧率的影响如图 1 所示。盐度在 12~27 时, 管角螺的耗氧率随盐度的升高而增加, 并在 27 时出现一个峰值, 然后其耗氧率随盐度的升高而下降。方差分析 (ANOVA) 显示 (表 3),

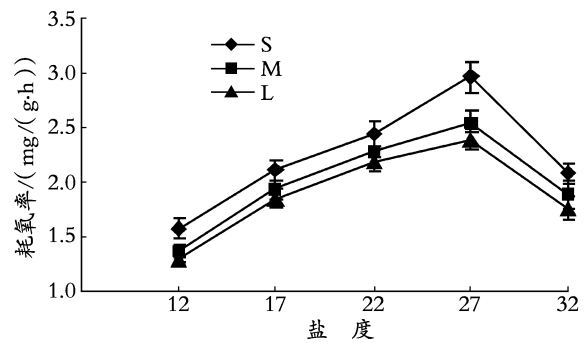


图 1 不同盐度对管角螺耗氧率的影响

Fig.1 Effect of different salinities on the oxygen-consumption rate of *H.tuba*(Gmelin)

下, 管角螺单位体质量排氨率 R_N 与软体部干质量 W 呈负相关关系, 随着管角螺软体部单位体质量的增加, 排氨率随之下降, 其回归方程可表示为 $R_N = cW^{-d}$, 其中 c 值为: 283.53~350.06, 平均值为 324.76; d 值为 0.603 8~0.304 1, 平均值为 0.443 3。

盐度对管角螺排氨率的影响如图 2 所示。图 2

显示, 当盐度为 12~27 时, 管角螺的排氨率随盐度的升高而增加, 各规格管角螺的排氨率在盐度为 27 时出现一个峰值, 然后其排氨率随盐度的升高而下降。方差分析 (ANOVA) 显示 (表 5), 盐度、规格及盐度和规格的交替作用对管角螺的排氨率有极显著的影响 ($F > F_{0.01}$)。

表 4 不同盐度下管角螺单位体质量的排氨率与软体部干质量的回归方程参数

Tab.4 Parameters related to regression equation between ammonia excretion rate and soft tissue dry weight of *H. tuba*(Gmelin)

盐度	<i>c</i>	<i>d</i>	R^2
12	341.36	0.603 8	0.995 0
17	319.85	0.465 3	0.999 9
22	329.00	0.417 8	0.905 4
27	350.06	0.425 5	0.995 6
32	283.53	0.304 1	0.919 5

表 5 不同盐度下管角螺排氨率的方差分析结果

Tab.5 ANOVA result of ammonia excretion rate of *Hemifusus tuba*(Gmelin) in different salinities

变异来源	自由度	平方和	均方差	<i>F</i> 值	$F_{0.01}$ 值
盐度	4	17 557.18	4 386.29	360.12	3.78
干质量	2	49 981.52	24 990.76	2 051.78	5.12
盐度×干质量	8	2 657.12	332.14	27.17	2.95
误差	30	365.41	12.18		
总变异	44	70 561.23			

表 6 各盐度下管角螺的耗氧率、排氨率及 O:N 的值

Tab.6 Oxygen-consumption rate, ammonia excretion rate and O/N ratios of *H.tuba*(Gmelin) in different salinities

盐度	S			M			L		
	R_O	R_N	O:N	R_O	R_N	O:N	R_O	R_N	O:N
12	1.575	246.4	6.39	1.378	194.6	7.08	1.300	172.4	7.54
17	2.115	260.4	8.12	1.932	202.9	8.46	1.852	185.7	9.97
22	2.440	276.3	8.83	2.280	239.4	9.52	2.200	202.2	10.88
27	2.960	292.4	10.12	2.55	243.3	10.48	2.385	219.7	10.96
35	2.08	255.2	8.86	0.943	222.6	8.47	1.826	198.9	9.18

的值就越大。当盐度在 12~27 时, 各种规格的管角螺随着盐度的升高逐渐增大, 在 27 时 O:N 出现峰值, 当盐度大于 27 时 O:N 值明显下降。

3 讨论

呼吸和排泄是生物体最基本而且最重要的新陈代谢活动之一。在影响动物呼吸与排泄因素中, 生物体的体质量又是其中一个重要因子, 软体部干

2.3 管角螺耗氧率与排氨率的比值

管角螺的呼吸氧原子数与排出的氨态氮原子之比(O:N)见表 6。O:N 的值为 6.39~10.96, 平均值为 9.002; 在同一盐度下管角螺的个体越大, O:N

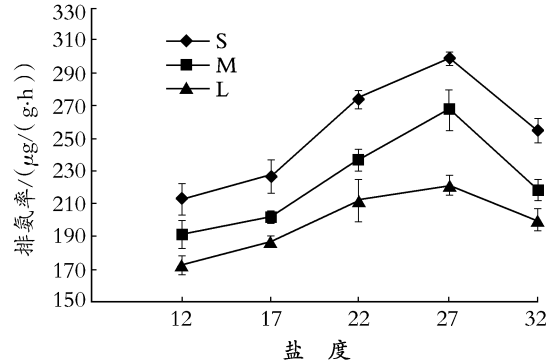


图 2 盐度对管角螺排氨率的影响

Fig.2 Effect of different salinities on the ammonia excretion rate of *H. tuba*(Gmelin)

质量对贝类的耗氧率和排氨率明显的影响。大量的实验研究表明^[8, 9], 贝类单位体质量耗氧率或排氨率与软体部干质量的关系可表示为 R_O 或 $R_N = aW^b$ 。a 值表示单位软体部干质量的耗氧率或排氨率, 其大小受很多因素 (盐度、温度、活动状况等) 的影响, 一般变化较大。对于体质量指数 b 来说, 多数研究结果认为变化较小, 腹足类大约在 0.6~0.1 之间。本实验对各规格的管角螺试验的结

果表明：管角螺的单位体质量的耗氧率和排氨率随着体质量的增加而降低，呈负幂函数关系，个体小的管角螺耗氧率和排氨率比个体大的高，与其他贝类的呼吸研究^[10-12]得到的结果一致。姜祖辉等^[13]认为这可能与水生生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的其它组织如肌肉、脂肪等。在动物生长过程中，这两种组织的比率随之减少，即肌肉和脂肪等组织积累增多，从而引起个体增大而单位质量的耗氧率和排氨率降低的现象。

盐度是海水养殖的重要环境因子，它的变动对海水养殖种类的生理代谢活动具有明显的影响，同时对海洋生物的繁殖、生长和发育影响显著。低盐度影响贝类生理代谢活动的原因，范德朋等^[14]认为低盐度的海水使贝类生物体内的渗透压发生改变，进而导致贝类关闭贝壳，将组织与低盐环境相隔离从而保护机体免受低盐的伤害，这是贝类长期适应自然生活环境而产生的一种生理性保护反应。Navarro^[15]研究发现，当盐度在 18~30 时，会使合唱壳菜蛤 (*Choromytilus chorus*) 的耗氧率随盐度的降低而降低，但影响不明显，而且当盐度 15~18 时，*C. chorus* 会部分或全部关闭贝壳；Shumway 等^[16]的研究表明，当外界盐度达到 20.1 时，大西洋有肋贻贝 (*Modiolus demissus*) 出现贝壳关闭；而在低盐条件下，只要贝壳保持张开，其耗氧率并无明显变化；Djangmah 等^[17]的研究结果也表明，*Anadara senilis* 在外界盐度达到 15.4 时贝壳会出现关闭。本实验结果，在盐度为 12~27 时，管角螺的耗氧率和排氨率随着盐度的升高而增加，并在 27 时达到峰值，随后便开始下降。这与刘建勇等^[8]对方斑东风螺 (*Babylonia areolata*) 的研究、范德朋等^[14]对缢蛏 (*Sinonovacula constricta*) 的研究结果相似。

对于生物研究的另一个指标 O:N 值，Widdows 等^[18]认为，尽管尚未证明 O:N 差异值对机体的生长速率和生长结束所能达到的个体大小有直接的影响，但是诸多的迹象表明 O:N 值的变化与机体所受的压力有密切的关系，可以作为生物对环境适应程度的一项指标。在本实验中，当盐度 12~27 时，管角螺的 O:N 值随着盐度的升高而增大；并在盐度 27 时达到峰值，当盐度大于 27 时，O:N 值随着盐度的升高而逐渐变小，说明在研究范围内管角螺体内脂肪和碳水化合物分解代谢水平在盐度为 27 时达到最高值，而蛋白质代谢水平在此盐度下最低，处于较低盐度水平时管角螺的蛋白质代谢将提高。这一结果与 Navarro^[15]对 *C. chorus* 及 Shumway^[16]

对 *M. demissus* 的研究结果类似。

参考文献:

- [1] 王慧珍. 浙江动物志(软体动物篇)[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1991. 103-105.
- [2] 蔡英亚, 张英, 魏若飞. 贝类学概论[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995: 203-205.
- [3] 林元烧, 沈国英, 张华. 菲律宾蛤仔耗氧率的研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1996, 35(3): 407-411.
- [4] 姜祖辉, 王俊. 温度和规格对毛蚶耗氧率和排氨率的影响[J]. 青岛大学学报, 1999, 12(1): 75-79.
- [5] 冯建彬, 王美珍, 陈汉春, 等. 温度和规格对文蛤耗氧率的影响[J]. 上海水产大学学报, 2004, 13(2): 126-129.
- [6] 杨红生, 张涛, 王萍, 等. 温度对墨西哥湾扇贝耗氧率和排泄率的影响[J]. 海洋学报, 1998, 20(4): 91-96.
- [7] 文海翔, 张涛, 杨红生, 等. 温度对硬壳蛤 *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758) 呼吸排泄的影响[J]. 海洋与湖沼, 2004, 35(6): 449-554.
- [8] 刘建勇, 绍杰, 卓健辉. 盐度对方斑东风螺耗氧率和排氨率的影响[J]. 热带海洋学报, 2005, 24(4): 35-40.
- [9] 范德朋, 潘鲁青, 董双林, 等. 温度对缢蛏 (*Sinonovacula constricta*) 耗氧率和排氨率的影响[J]. 青岛海洋大学学报, 2002, 32(1): 56-62.
- [10] 王芳, 董双林. 海湾扇贝和太平洋牡蛎呼吸和排泄的研究[J]. 青岛海洋大学学报, 1998, 28(2): 233-238.
- [11] 郝亚威, 扬小龙, 毛兴华. 海湾扇贝 (*Argopecten irradians*) 呼吸的研究[J]. 黄渤海海洋, 1993, 11(1): 37-43.
- [12] 常亚青, 王子臣. 魁蚶耗氧率的初步研究[J]. 水产科学, 1992, 11(12): 1-5.
- [13] 姜祖辉, 王俊, 唐启升. 菲律宾蛤仔呼吸和排泄规律的研究[J]. 海洋水产研究, 1999, 20(1): 40-44.
- [14] 范德朋, 潘鲁青, 董双林. 盐度和 pH 对缢蛏耗氧率和排氨率的影响[J]. 中国水产科学, 2002, 9(3): 234-238.
- [15] Navarro J M. The effects of salinity on the physiological ecology of *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (Bivalvia: Mytilidae)[J]. *EXP Mar Biol Ecol*, 1988, 122: 19-33.
- [16] Shumway S E. Oxygen consumption in oysters on overview[J]. *Mar Biol lett*, 1982, 3: 1-23.
- [17] Djangmah J S, Shumway S E, Davenport J. Effects of fluctuating salinity on the behaviour of the west African

blood clam *Anadara senilis* and on the osmotic pressure and ionic concentrations of the haemolymph[J]. *Mar Biol*, 1979, 50: 209-213.

[18] Widdows J. Physiological indices of stress in *Mytilus edulis*[J]. *Mar Biol Ass UK*, 1978, 58:125-142.

Effects of salinity and body weight on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Hemifusus tuba*(Gmelin)

LUO Jie, LIU Chu-wu, LI Feng, ZENG Li-xiang, CHEN Jia-hui

(Institute of Marine Biology, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025, China)

Received: Aug., 12, 2007

Key words: salinity; body size; ammonia excretion rate; oxygen consumption rate; *Hemifusus tuba*(Gmelin)

Abstract: At seawater temperature 28°C, the effects of different salinities(12,17,22,27,32) on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *H. tuba*(Gmelin) were studied in laboratory. The results indicated that the oxygen consumption rate and the ammonia-N rate were affected significantly by salinity and the size of individual *H. tuba*(Gmelin). When salinity is 12~27, the oxygen consumption rate of body weight increased with the salinity increases, and reached a peak value in salinity 27. But when the salinity is 27~32, the oxygen consumption rate of *H. tuba*(Gmelin) reduces with the salinity increase. The relationship between oxygen consumption rate and tissue dry weight can be represented by the allometric equation. When salinity is 12~27, the ammonia excretion rate of body weight *H. tuba*(Gmelin) increases with the salinity increases and reaches a peak value in 27; In 27~32, with the salinity increase the ammonia excretion rate reduces. The relationship between the ammonia excretion rate and tissue dry weight can be also represented as an allometric equation. The ratio(atomicity O:N) of *H. tuba*(Gmelin) elevates with the salinity increase at range 12~27, and reaches a peak value in salinity 27, then declines gradually with the increasing of salinity.

(本文编辑: 康亦兼)