

许氏帆蚌耗氧率和排氮率研究

王尚洪, 欧阳珊, 高建华, 赵大显, 凌高, 吴小平

(南昌大学 生命科学学院, 江西南昌 330047)

摘要:采用生态生理学方法研究了水温和体质量对许氏帆蚌(*Hyriopsis schlegelii*)耗氧率和排氮率的影响,为育珠蚌养殖生理生态学提供基础资料。用生化培养箱控制水温, winkler 碘量法、纳氏试剂比色法测定耗氧率和排氮率。结果表明,在实验温度(9~30)条件下,许氏帆蚌的耗氧率为 2.504~6.76 mg/(kg.h),排氮率为 1.963~5.689mg/(kg.h),其中耗氧率和排氮率在 27 达到最高值,30 均开始下降。在适宜的温度范围内,许氏帆蚌的耗氧率和排氮率均与温度成正比,而与体质量呈负相关。

关键词:许氏帆蚌 (*Hyriopsis schlegelii*); 耗氧率; 排氮率
中图分类号: S968.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2005)08-0037-05

呼吸与排泄是贝类新陈代谢的基本活动,也是贝类能量学研究的重要内容。呼吸与排泄在一定程度上,反映了贝类的生理状态,也反映了环境条件对贝类生理活动的影响。贝类的排泄产物主要有氨、尿素、尿酸、氨基酸等,其中氨占总排泄量的 70%或更高。许氏帆蚌 (*Hyriopsis schlegelii*) 是日本的特有种,由于其育珠性能优良,1998 年引入我国。目前成为我国重要的育珠蚌种。尽管有关贝类的呼吸与排泄的研究已有许多报道,而许氏帆蚌呼吸与排泄的报道却少见。研究许氏帆蚌耗氧率和排氮率,是育珠蚌养殖生理生态学的基础,也能为蚌病防治及养殖水体水质控制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

许氏帆蚌于 2004 年 9~11 月取自江西省洪门水库开发公司。实验地点为南昌大学动物学实验室。

表 1 许氏帆蚌的生物学测定**Tab. 1 Biological measurement of *Hyriopsis schlegelii***

生物学特征	许氏帆蚌分组			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
壳长(cm)	6.13 ± 0.15	11.23 ± 0.67	12.73 ± 0.31	16.27 ± 0.81
体质量(g)	15.72 ± 1.95	115.43 ± 18.13	204.80 ± 8.69	425.91 ± 49.97

1.2.3 计算方法

根据实验前后呼吸瓶内水中的溶解氧和 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度,按下列公式计算其耗氧率和排氮率:

$R_0 = [(O_0 - O_t)V] / (wt)$ 式中, R_0 为单位体质量耗氧率[mg/(kg.h)], O_0 和 O_t 为实验开始和结束时水中的含氧量(mg/L), V 为呼吸瓶中水的体积(L), w 为拭干附着水后的许氏帆蚌体质量(g), t 为实验时间(h)。

1.2 研究方法

1.2.1 实验方法

许氏帆蚌暂养一周后根据年龄分成 1[#]、2[#]、3[#]、4[#] 4 个年龄组,每组 3 个个体,实验蚌的生物学参数见表 1,实验水温从 9 开始,采用生化培养箱控制水温,每日升高 3 ,并在预定的实验温度适应 1d,分别在水温 9、12、15、18、21、24、27、30 条件下测定不同年龄、不同壳长许氏帆蚌的代谢率。实验以 3L 大口瓶为呼吸室,每个瓶中加入一个许氏帆蚌,以液体石蜡封面,持续 2h,实验前后测定呼吸室内水样的溶解氧和氨氮($\text{NH}_4^+\text{-N}$)含量。

1.2.2 测定方法

溶解氧的测定采用 winkler 碘量法, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 则采用纳氏试剂比色法。生物学测定是在实验结束后将蚌体附着水拭干,用 PL602-S 型电子天平称质量,游标卡尺测量壳长。

收稿日期: 2005-04-28; 修回日期: 2005-06-13

基金项目: 江西省学科学术带头人计划项目(2003-154); 江西省教育厅资助项目(2005-65)

作者简介: 王尚洪(1972-), 江西南昌市人, 讲师, 硕士, 主要从事动物生理学研究; 吴小平, 通讯作者, 电话: 0791-8305244, E-mail: xpwu@ncu.edu.cn

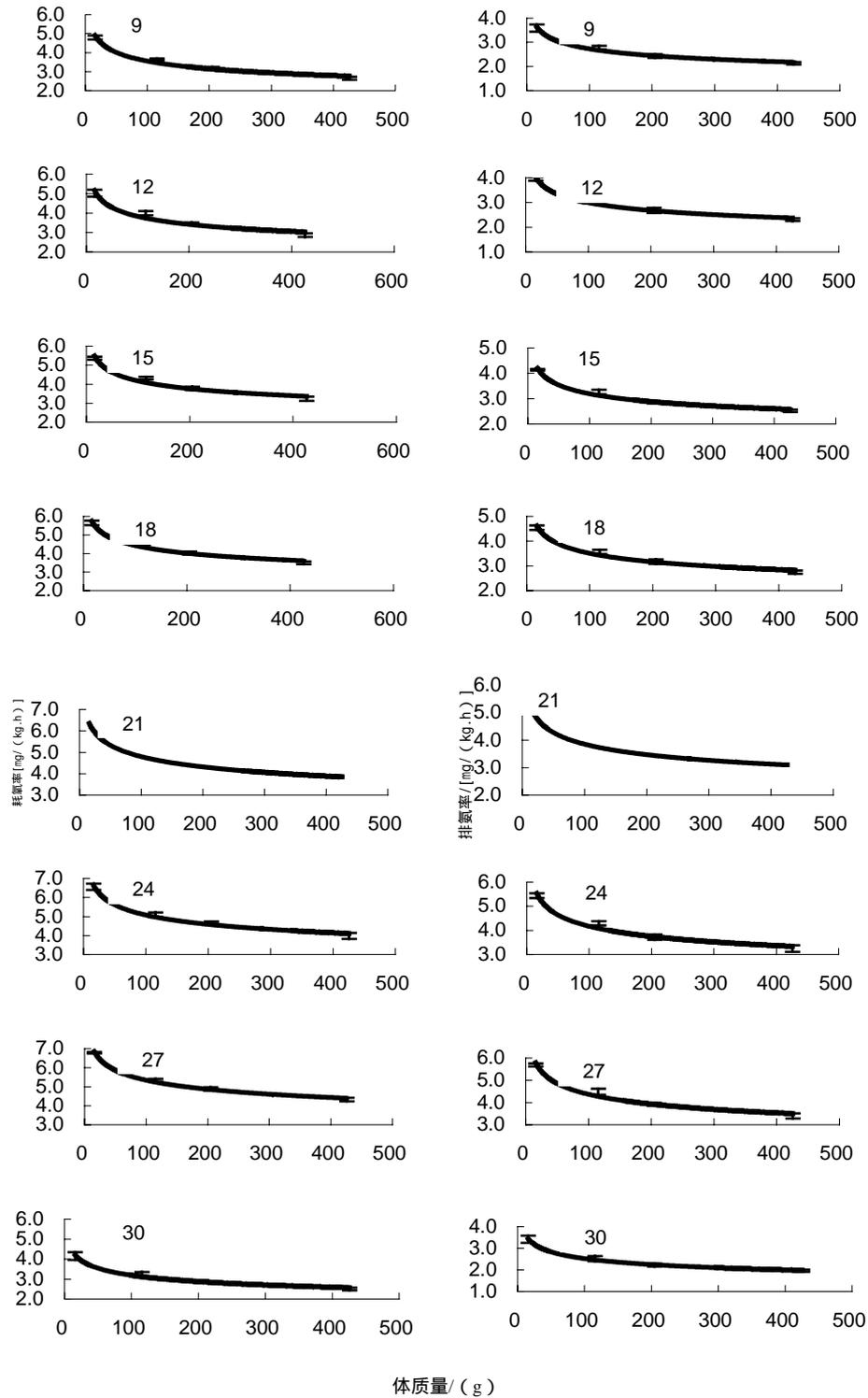


图1 许氏帆蚌体质量与耗氧率和排氨率的关系

Fig.1 Relationships between body weight and oxygen consumption rate, ammonia excretion rate of *Hyriopsis schlegelii*

$R_N = [(N_0 - N_t)V] / (wt)$ 式中, R_N 为单位体质量排氮率 [mg / (kg.h)], N_0 和 N_t 为实验开始和实验结束时水中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的浓度 (mg/L),

其他变量意义同耗氧率。

$Q_{10} = (M_2/M_1)^{10(t_2-t_1)}$ 式中, Q_{10} 为温度对贝类代谢影响强度, M_1 和 M_2 为实验开始 (t_1) 和实验结束 (t_2) 时许氏帆蚌的代谢率。

3 结果与分析

3.1 许氏帆蚌体质量与耗氧率和排氮率的关系

由图 1 可见, 随着体质量的增加, 不同温度下许氏帆蚌的耗氧率和排氮率都降低, 呈负相关的幂指数关系: $Y = aW^{-b}$, 其中 Y 为耗氧率或排氮率, W 为体质量, 其回归分析结果见表 2。

表 2 许氏帆蚌体质量与代谢率的回归结果

Tab. 2 Regression between metabolism rates and weight of *Hyriopsis schlegelii*

温度 ()	耗氧率 [mg / (kg.h)]				排氮率 [mg / (kg.h)]			
	a	b	R ²	n	a	b	R ²	n
9	7.921	0.174	0.973	12	5.605	0.156	0.964	12
12	8.100	0.163	0.951	12	6.251	0.160	0.981	12
15	8.274	0.149	0.963	12	6.327	0.149	0.982	12
18	8.497	0.141	0.975	12	6.975	0.149	0.981	12
21	9.642	0.152	0.979	12	7.715	0.151	0.990	12
24	9.954	0.146	0.983	12	8.462	0.154	0.974	12
27	9.925	0.134	0.993	12	8.837	0.153	0.975	12
30	6.372	0.150	0.985	12	5.450	0.167	0.996	12

3.2 栖息水温对许氏帆蚌耗氧率和排氮率的影响

图 2 表明 温度对栖息耗氧率和排氮率的影响明显 在 9~27 间耗氧率和排氮率均随水温升高而增大, 在 30 时耗氧率和排氮率均下降。水温对许氏帆蚌影响强度 (Q_{10}) 结果表明, 水温对许氏帆蚌耗氧率和排氮率的影响均显著 (表 3)。

3.3 体质量和水温对许氏帆蚌耗氧率和排氮率的综合影响

对适温范围 (9~27) 内许氏帆蚌的耗氧率和排氮率与水温 and 体质量进行双因子方差分析 (ANOVA), 结果表明, 体质量和水温对许氏帆蚌的耗氧率和排氮率影响极显著, 且体质量的影响明显大于水温的影响 (表 4)。

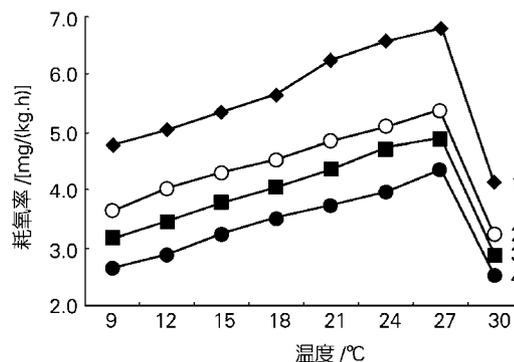
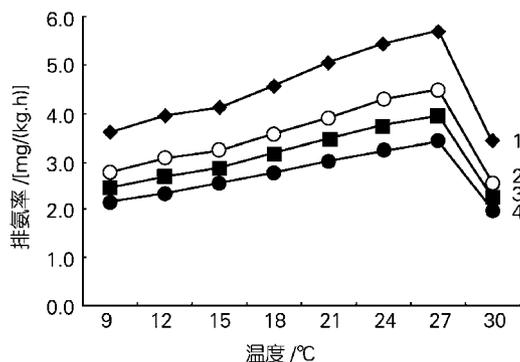


图 2 水温与许氏帆蚌耗氧率和排氮率的关系

Fig. 2 Relationship between water temperature and rates of oxygen consumption and ammonia excretion of *Hyriopsis schlegelii*

表 3 水温对许氏帆蚌代谢率的影响强度

Tab. 3 Influence intensity of temperature on metabolism rates of *Hyriopsis schlegelii*

温度 ()	对耗氧率影响强度				对排氮率影响强度			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
9~12	1.17	1.36	1.32	1.30	1.38	1.30	1.38	1.30
12~15	1.24	1.29	1.34	1.50	1.17	1.25	1.24	1.35
15~18	1.19	1.18	1.24	1.30	1.37	1.35	1.42	1.33
18~21	1.39	1.26	1.33	1.22	1.40	1.33	1.34	1.41
21~24	1.18	1.17	1.25	1.25	1.29	1.39	1.27	1.25
24~27	1.12	1.18	1.15	1.32	1.16	1.16	1.19	1.16
27~30	0.19	0.19	0.17	0.16	0.18	0.15	0.15	0.16

4 讨论

实验结果表明,许氏帆蚌单位体质量的耗氧率和排氮率随体质量的增加而降低,呈负相关的幂指数关系。研究证实,贝类的耗氧率与体质量的关系可表示为: $R_O = aW^{-b}$,式中, R_O 为

耗氧率, W 为体质量。 a 值因种类以及实验条件的不同差异较大, b 值则较稳定^[1]。Bayne^[2]给出 23 种海洋贝类的 b 值为 0.44~1.09, 平均为 0.75。本实验中, b 值平均为 0.151, 低于上述研究结果。这可能与淡水贝类和海洋贝类的生存环境不同有关。

表 4 体质量和水温对许氏帆蚌代谢率影响的双因子方差

Tab. 4 ANOVA of metabolism rate of *Hyriopsis schlegelii* with body weight and water temperature

代谢率	方差来源	SS	df	MS	F	P
耗氧率	体质量	50.57	3	16.86	1744.70	0.0000
	水温	19.71	5	3.94	408.00	0.0000
	体质量 × 水温	0.41	15	0.03	2.85	0.0030
	误差	0.46	48	0.01		
	总计	71.15	71			
排氮率	体质量	31.70	3	10.57	422.94	0.0000
	水温	19.10	5	3.82	152.87	0.0000
	体质量 × 水温	0.85	15	0.85	2.27	0.0163
	误差	1.20	48	0.02		
	总计	52.84	71			

温度的波动是引起贝类生理活动变化的重要因素之一,许多研究表明,在适宜的温度范围内,贝类的代谢率随温度的升高而增加,超出这个范围,贝类的代谢就会出现异常,双壳贝类的 Q_{10} 值一般介于 1.0~2.5, 平均为 2.0^[3,4]。从作者的实验结果来看,温度对许氏帆蚌耗氧率和排氮率影响的 Q_{10} 值在适宜温度范围内(9~27)分别为 1.12~1.39 和 1.16~1.42, 均属于正常范围,由于 30 可能超出了许氏帆蚌的适宜温度范围,因而出现了耗氧率和排氮率降低的现象, Q_{10} 值也反映了这一点。

氧氮比 ($m(O):m(N)$) 是表示动物呼吸底物的重要参数, $m(O):m(N)$ 比值大,表明动物消耗的能量较少部分由

蛋白质提供,多数由脂肪和糖类提供。因此,通过 $m(O):m(N)$ 能够估计动物代谢中能源物质的化学本质。Mayzall^[5]提出,如果完全由蛋白质氧化提供能量, $m(O):m(N)$ 约为 7。Ikeda^[6]认为,如果是蛋白质和脂肪氧化供能, $m(O):m(N)$ 约为 24。Conover^[7]指出,如果主要由脂肪和或碳水化合物供能, $m(O):m(N)$ 将由此变为无穷大。作者的实验结果表明,在 9~27 的温度范围内,许氏帆蚌的 $m(O):m(N)$ 为 1.184~1.335, 可见许氏帆蚌的代谢物质是以蛋白质为来源。

致谢:中国科学院动物研究所刘月英研究员帮助翻译“*Hyriopsis schlegelii*”中文名称,特此致谢!

参考文献：

- [1] 王俊,姜祖辉,唐启升. 栉孔扇贝耗氧率和排氨率的研究[J].应用生态学报, 2002, 13(9): 1157-1160.
- [2] Bayne B L, Newsall R C. Physiological Energetics of Marine Molluscs[A].Salcuddin A S M, Wilbur KW. The Mollusca[C]. Vol.4 Physiology, Part . New York : Academic Press, 1983. 4: 407-515.
- [3] Griffiths C L, Griffiths J S. Animal Energetic[M]. New York : Academy Press, 1987.1-88.
- [4] Wilbur A E, Hilbish T J. Physiological energetics of the ribbed mussel *Geukensia demissa* (Dillwyn) in response to increased temperature[J]. *J Exp Mar Biol Ecol*, 1989, 131: 161-170.
- [5] Mayzald P. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton IV. The influence of starvation on the metabolism and biochemical composition of some species[J]. *Mar Biol*, 1976, 37: 47-58.
- [6] Ikeda T. Nutrition ecology of marine zooplankton[J]. *Mem Fac Fish Hokkaido Univ*, 1974, 22: 1-77.
- [7] Conover R J, Corner D S. Respiration and nitrogen excretion by some marine zooplankton in relation to their life cycles[J]. *J Mar Biol*, 1968, 48: 49-75.

Oxygen consumption and ammonia N-excretion rates of *Hyriopsis schlegelii*

WANG Shang-hong, OU Yang-shan, GAO Jian-hua, ZHAO Da-xian, LING Gao, WU Xiao-ping

(College of Life Sciences, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

Received: Apr., 28, 2005

Key words: *Hyriopsis schlegelii*; Oxygen consumption rate; Ammonia N-excretion rate

Abstract: The oxygen consumption and ammonia N-excretion rates of *Hyriopsis schlegelii* were studied. The result showed that the oxygen consumption and ammonia N-excretion rates of *Hyriopsis schlegelii* were positively correlated with water temperature, and negatively correlated with its body weight in optimum temperature conditions. Under the test temperature (9~30 °C), the oxygen consumption rate ranged from 2.504 to 6.76 mg/(kg.h), and the ammonia N-excretion rate ranged from 1.963 to 5.689 mg/(kg.h) with the water temperature raising, the oxygen consumption rate and ammonia N-excretion rate reached peak value at 27 °C, and began to decrease at 30 °C.

(本文编辑:张培新)