

文章编号: 1674-7054(2013)01-0011-06

尖紫蛤体质量和海水温度对其耗氧率和排氨率的影响

黄 洋^{1,2}, 黄海立^{1,2}, 李 东², 孙成波^{1,2}, 刘志刚²

(1. 广东海洋大学 东海岛海洋生物研究基地, 广东 湛江 524025;

2. 广东高校海产无脊椎动物养殖工程技术研究中心, 广东 湛江 524025)

摘 要: 采用室内实验生态学方法对尖紫蛤的耗氧率和排氨率进行了研究。结果表明, 在 16~32 °C 时, 尖紫蛤的耗氧率和排氨率与体质量呈负相关的幂函数关系, 可分别表示为 $OR = aW^{-b}$ 和 $NR = cW^{-b}$, 其中 b 的取值范围为 0.488~0.874, 平均值为 0.620; a 的取值范围为 0.362~1.371; d 的取值范围为 0.454~0.747, 平均值为 0.591; c 的取值范围为 44.678~121.158。在 16~32 °C 时, 尖紫蛤的耗氧率和温度之间的关系可以用指数函数 $OR = c_1 e^{d_1 T}$ 表示, 耗氧率随着温度的升高而增加, 在 32 °C 时达到峰值, 当温度超过 32 °C 时, 耗氧率下降。在 16~36 °C 时, 尖紫蛤的排氨率和温度之间的关系可以用二次多项式 $NR = -c_2 + d_2 T - d_3 T^2$ 表示, 在 28 °C 时排氨率达到峰值。尖紫蛤呼吸 Q_{10} 值的范围为 0.547~3.660, 排泄 Q_{10} 值的范围为 0.235~2.515, 水温对耗氧率和排氨率的影响均显著。尖紫蛤的呼吸氧原子数与排出的氨态氮原子之比 $O:N$ 值的范围为 4.312~21.874, 各种规格的尖紫蛤 $O:N$ 随温度的升高而升高。

关键词: 尖紫蛤; 体质量; 温度; 耗氧率; 排氨率

中图分类号: S 968.3

文献标志码: A

尖紫蛤(*Soletellina acuta*), 俗称“沙螺”^[1], 隶属软体动物门、瓣鳃纲、帘蛤目、紫云蛤科(*Rissoidae*), 分布于我国福建、广东和广西沿海河口咸、淡水交汇处^[2], 以广东省吴川市鉴江河口的产量最高, 有报道称其最高年产量达 5×10^4 kg^[3]。尖紫蛤生活在河口河床、滩涂咸淡水交汇处, 从低潮线附近直至 2~3 m 深的水域。尖紫蛤肉嫩味美, 营养价值高, 有药用功效。近些年来, 由于遭到大量采捕, 导致资源严重减少, 特别是鉴江引水工程的建设, 将改变尖紫蛤分布区域的水域环境, 尖紫蛤的资源保护已引起各级政府的高度重视。目前, 对尖紫蛤的研究主要集中在人工育苗、海区养殖、生殖周期和胚胎发育等方面^[4-6]。呼吸与排泄是贝类新陈代谢的基本生理活动, 耗氧率和排氨率是反映动物新陈代谢的重要指标。有关滤食性贝类呼吸和排泄的研究国内外已有大量研究^[7-11], 但未见尖紫蛤呼吸与排泄的报道。本研究在室内采用生态学方法探讨了温度、体质量对尖紫蛤呼吸和排泄的影响, 以期了解尖紫蛤日常代谢活动的规律和变化特点, 旨在为河口区生态系统动力学和贝类能量学研究提供科学依据, 并为尖紫蛤资源保护和增养殖研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料 于 2011 年 6~9 月在广东海洋大学东海岛海洋生物研究基地进行实验。尖紫蛤采自广西山口镇洗米河口, 洗刷干净外壳, 在室外水箱内暂养 7 d, 随后挑选个体活跃、摄食旺盛的尖紫蛤作为实验贝。暂养期间定时定量投喂蛋白核小球藻(*Chlorella pyrenoidosa*), 定时换水。蛋白核小球藻(*Chlorella pyrenoidosa*) 藻种取自广东海洋大学水产学院。海水从海区直接抽取, 淡水采用地下井水, 试验组用水由

收稿日期: 2012-11-08

基金项目: 广东省海洋科技攻关与研发项目(A2009005-037b)

作者简介: 黄 洋(1981-), 男, 河南许昌人, 广东海洋大学东海岛海洋生物研究基地助理研究员。

通信作者: 黄海立(1970-), 高级工程师(教授级), 从事经济无脊椎动物增养殖研究。E-mail: huanghaili90@

163.com

盐度 31 的自然海水添加地下井水配制,所有实验用水均经过 0.25 μm 醋酸纤维滤膜抽滤。

1.2 实验分组 温度设以下 6 个梯度: 16, 20, 24, 28, 32 和 36 $^{\circ}\text{C}$, 盐度 10, pH 8.3。从 14 $^{\circ}\text{C}$ 开始每日升高 2 $^{\circ}\text{C}$, 达到预定的实验温度后稳定 12 h 开始实验。挑选出活力强的尖紫蛤按个体大小分为 A(大贝)、B(中贝)、C(小贝) 3 组, A 组每个瓶放 3 个贝, B 组每个瓶放 4 个贝, C 组每个瓶放 5 个贝, 每个贝做好标记, 每组设 3 个重复, 另设 2 个对照组, 对照组瓶中不放贝, 其他处理与实验组相同。温度控制采用曹伏君等(2009)^[12] 的方法, 使用电触点水银温度计、500 W 石英加热管、1 000 W 电子继电器及人工冰袋控制水浴温度。

1.3 实验方法 实验容器选 3 000 mL 广口呼吸瓶, 装满实验用水后用塑料保鲜膜封闭瓶口, 然后放在恒温水浴锅中稳定水温。每次实验持续 4 h, 根据实验始末瓶中水体溶氧浓度值和氨氮浓度值计算耗氧率和排氨率。实验结束时用游标卡尺测定尖紫蛤的长度数据, 软体部干质量和干壳质量(软体部放在烘箱中 65 $^{\circ}\text{C}$ 烘干 48 h) 用岛津 BL-620S 电子天平称量, 精确到 0.01 g。

1.4 测定方法 水样溶解氧的测定采用 Winkler 碘量法, 氨氮的测定使用次溴酸盐氧化法。根据实验始末瓶中水体溶氧浓度值和氨氮浓度值计算耗氧率和排氨率。

1.5 计算方法

$$\text{计算公式: } OR = [(D_0 - D_t) \times V] / W \times t,$$

式中, OR 为单位体质量实验动物的耗氧率($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), D_0 和 D_t 分别为结束时对照组和实验组水中溶氧含量, V 为呼吸瓶体积(L), W 为实验贝软体部干质量(g), t 为实验持续时间(h)。

$$\text{计算公式 } [NR = (N_t - N_0) \times V] / W \times t,$$

式中, NR 为单位体质量实验动物的排氨率($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), N_0 和 N_t 分别为结束时对照组和实验组水中的氨氮质量浓度($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$), V 为呼吸瓶体积(L), W 为实验贝软体部干质量(g), t 为实验持续时间(h)。

$$\text{氧氮比 } (O : N) = (OR/16) / (NR/14),$$

式中, OR 为单位体质量耗氧率($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$); NR 为单位体质量排氨率($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)

$$\text{温度对代谢的影响 } Q_{10} = (M_2 / M_1)^{10 / (t_2 - t_1)},$$

式中, Q_{10} 为代谢强度, M_1 和 M_2 分别为试验开始(t_1) 和试验结束(t_2) 尖紫蛤的代谢率。

1.6 数据分析 试验结果用 SPSS13.0 软件进行统计分析, 单因素方差进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 尖紫蛤的基础生物学数据 尖紫蛤的基础生物学数据见表 1。其中壳长为 6.53 ~ 8.48 cm, 壳宽为 1.67 ~ 2.24 cm, 壳高为 3.30 ~ 4.16 cm, 干壳质量为 5.61 ~ 14.45 g, 干肉质量为 1.97 ~ 3.72 g, 肥满度 24.29% ~ 35.38%。

表 1 温度实验测定尖紫蛤的生物学数据

Tab. 1 Biological measurements of *S. acuta* in the experiment of temperature gradient

温度/ $^{\circ}\text{C}$ Temperature	实验组 Group	壳长/cm Shell length	壳宽/cm Shell width	壳高/cm shell height	干壳质量/g Dry shell mass	干肉质量/g Dry flesh mass	肥满度 F^* Condition index*
16	A	8.40 $\pm$ 0.18a	2.24 $\pm$ 0.11a	4.08 $\pm$ 0.11a	14.45 $\pm$ 1.50a	3.48 $\pm$ 0.74a	24.29 $\pm$ 5.56a
	B	7.36 $\pm$ 0.24b	1.91 $\pm$ 0.12b	3.70 $\pm$ 0.16b	8.52 $\pm$ 1.18b	2.63 $\pm$ 0.36b	31.13 $\pm$ 4.72b
	C	6.53 $\pm$ 0.19c	1.75 $\pm$ 0.10c	3.30 $\pm$ 0.15c	5.88 $\pm$ 0.59c	1.97 $\pm$ 0.27c	33.72 $\pm$ 5.40c
20	A	8.48 $\pm$ 0.38a	2.16 $\pm$ 0.18a	4.16 $\pm$ 0.21a	14.27 $\pm$ 1.51a	3.72 $\pm$ 0.68a	26.06 $\pm$ 3.64a
	B	7.31 $\pm$ 0.33b	1.83 $\pm$ 0.12b	3.60 $\pm$ 0.15b	7.86 $\pm$ 1.61b	2.75 $\pm$ 0.54b	35.38 $\pm$ 5.82b
	C	6.73 $\pm$ 0.14c	1.69 $\pm$ 0.08c	3.42 $\pm$ 0.16c	6.20 $\pm$ 0.45c	2.08 $\pm$ 0.41c	33.48 $\pm$ 5.56c
24	A	8.30 $\pm$ 0.17a	2.05 $\pm$ 0.10a	4.08 $\pm$ 0.13a	13.02 $\pm$ 1.23a	3.71 $\pm$ 0.51a	28.84 $\pm$ 5.43a
	B	7.45 $\pm$ 0.19b	1.87 $\pm$ 0.07b	3.64 $\pm$ 0.16b	8.21 $\pm$ 1.31b	2.82 $\pm$ 0.52b	34.55 $\pm$ 5.71b
	C	6.57 $\pm$ 0.11c	1.67 $\pm$ 0.08c	3.36 $\pm$ 0.15c	5.61 $\pm$ 0.64c	1.97 $\pm$ 0.34c	35.02 $\pm$ 3.93c

注: 每列内具有相同字母数值差异不显著 ($P > 0.05$); 肥满度 = 软体部干质量/干壳质量 $\times 100\%$

Note: The same letters in the same column indicate not significant difference ($P > 0.05$); * Condition index = dry mass of the soft part/dry shell mass $\times 100\%$

2.2 体质量与耗氧率和排氨率的关系 在 6 个实验温度下,随着体质量(软体部干质量)的增加,尖紫蛤的耗氧率和排氨率都降低,呈负相关的幂函数关系,耗氧率和排氨率与体质量的关系可分别表示为 $OR = aW^b$ 和 $NR = cW^d$,其回归方程的参数及相关系数见表 2。由表 2 可看出, b 的取值范围为 0.488~0.874,平均值为 0.620; a 的取值范围为 0.362~1.371,水温在 32℃ 时出现最大值; d 的取值范围为 0.454~0.747,平均值为 0.591; c 的取值范围为 44.678~121.158,水温在 28℃ 时出现最大值。

表 2 尖紫蛤体质量与代谢率的回归结果
Tab.2 Regression between metabolism rates and the body mass weight of *S. acuta*

温度/℃ Temperature	耗氧率(OR) Oxygen consumption rate (OR)				排氨率(NR) Ammonia excretion rate (NR)			
	n	a	b	R^2	R^2	n	c	d
16	36	0.362	0.874	0.950	36	44.678	0.454	0.989
20	36	0.437	0.638	0.956	36	69.025	0.560	0.966
24	36	0.794	0.738	0.992	36	100.704	0.573	0.964
28	36	0.973	0.489	0.970	36	121.158	0.604	0.988
32	36	1.371	0.493	0.938	36	95.575	0.607	0.943
36	36	1.151	0.488	0.978	36	63.438	0.747	0.922

2.3 温度对尖紫蛤耗氧率和排氨率的影响 水温对尖紫蛤的耗氧率和排氨率影响明显。图 1 显示,在 16~32℃,尖紫蛤耗氧率随着温度的升高而增加,在 32℃ 时耗氧率达到最大值,当温度超过 32℃ 时,3 种规格尖紫蛤耗氧率有所下降。方差分析结果显示,3 种规格尖紫蛤在 16℃ 和 20℃ 时耗氧率差异不显著($P>0.05$),在其他各温度间耗氧率的差异均显著($P<0.05$);大规格组、小规格组在 32℃ 和 36℃ 之间的耗氧率差异不显著;中规格组在 28℃ 和 36℃ 之间耗氧率差异不显著。3 种规格尖紫蛤在 16~32℃ 耗氧率和温度之间的关系可以用指数函数 $OR = c_1e^{d_1T}$ 表示,其主要参数及相关系数见表 3。图 2 显示,3 种规格尖紫蛤的排氨率在 16~28℃ 时呈持续升高的趋势,当温度超过 28℃ 时,排氨率反而下降。方差分析结果显示,3 种规格尖紫蛤在 16℃ 和 36℃ 时,24℃ 和 32℃ 时排氨率差异不显著($P>0.05$),在其他各温度间排氨率差异均显著($P<0.05$);在 16~36℃ 排氨率和温度之间的关系可以用二次多项式 $NR = -c_2 + d_2T - d_3T^2$ 表示,其主要参数及相关系数见表 4。

水温对尖紫蛤代谢影响强度(Q_{10}) 研究结果表明(表 5),水温对耗氧率和排氨率的影响均显著,实验温度范围内,呼吸 Q_{10} 值的范围为 0.547~3.660,排泄 Q_{10} 值的范围为 0.235~2.515。

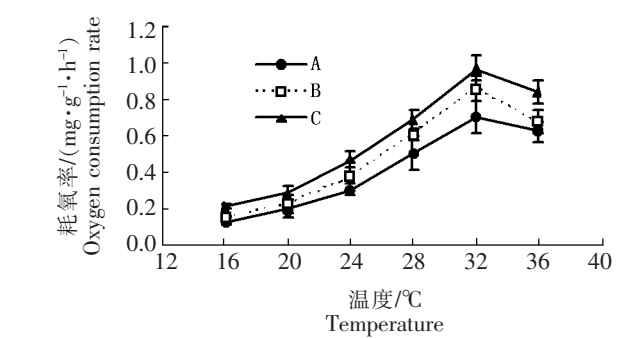


图 1 温度对尖紫蛤耗氧率的影响
Fig.1 The effects of temperature on oxygen consumption rate of *S. acuta*

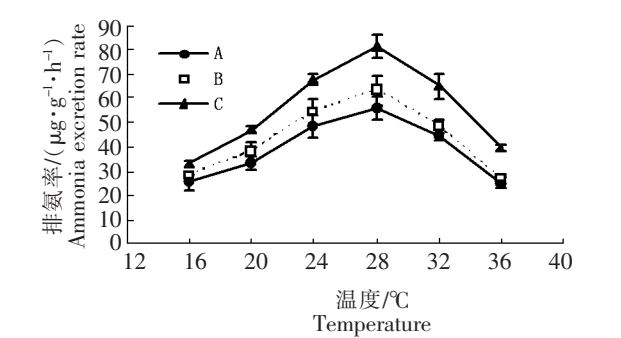


图 2 温度对尖紫蛤排氨率的影响
Fig.2 The effects of temperature on ammonia excretion rate of *S. acuta*

表 3 尖紫蛤温度与耗氧率的回归结果

Tab. 3 Regression between oxygen consumption rate and water temperature of *S. acuta*

实验组 Experimental group	<i>n</i>	<i>c</i> ₁	<i>d</i> ₁	<i>R</i> ²
A	36	0.021 7	0.110	0.997
B	36	0.023 3	0.114	0.996
C	36	0.041 1	0.100	0.994

表 4 尖紫蛤温度与排氨率的回归结果

Tab. 4 Regression between ammonia excretion rate and water temperature of *S. acuta*

实验组 Experimental group	<i>n</i>	<i>c</i> ₂	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃	<i>R</i> ²
A	36	139.368	14.422	0.272	0.885
B	36	160.873	16.600	0.315	0.889
C	36	205.760	20.773	0.386	0.892

表 5 水温对尖紫蛤代谢率的影响强度

Tab. 5 The effect of water temperature on the metabolism rate of *S. acuta*

温度/℃ Temperature	呼吸 <i>Q</i> 10 值 Oxygen consumption rate / <i>Q</i> 10			排泄 <i>Q</i> 10 值 Ammonia excretion rate / <i>Q</i> 10		
	A	B	C	A	B	C
16 ~ 20	2.904	2.756	2.818	1.986	2.059	2.354
20 ~ 24	3.114	3.660	3.593	2.465	2.470	2.515
24 ~ 28	3.578	3.466	2.654	1.451	1.465	1.600
28 ~ 32	2.281	2.423	2.307	0.571	0.509	0.567
32 ~ 36	0.729	0.547	0.703	0.236	0.235	0.291

2.4 不同温度下尖紫蛤呼吸排泄氧氮比 尖紫蛤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* 值的范围为 4.312 ~ 21.874。 各种规格的尖紫蛤 *O* : *N* 随温度的升高而升高。

3 讨 论

3.1 温度对尖紫蛤耗氧率和排氨率的影响 贝类是变温动物,其体温随环境温度变化而变化。许多专家学者研究表明,在贝类适宜的温度范围内其耗氧率随温度的升高而升高,超出适宜范围则耗氧率出现异常^[3]。本研究结果表明,在标准代谢条件下,A,B,C 3 种规格尖紫蛤的耗氧率在 28 ~ 32 ℃ 时较高,温度超过 32 ℃ 尖紫蛤的耗氧率下降,说明 28 ~ 32 ℃ 是尖紫蛤的适温范围,但耗氧率降低的具体

表 6 尖紫蛤呼吸氧原子数与排出氨氮原子数的比值(*O* : *N*)

Tab. 6 The ratios of oxygen consumption rates to ammonia-N excretion rates (*O* : *N*) of *S. acuta* in the experiment of salinity

温度/℃ Temperature	规格 Size		
	A	B	C
16	4.312	4.503	4.891
20	5.020	5.061	5.255
24	4.853	5.374	5.456
28	8.273	9.327	7.821
32	19.188	21.263	19.005
36	21.600	21.874	19.296

临界温度有待进一步研究。众多学者研究^[4-18]表明,软体部干质量是影响耗氧率的重要因素,其关系可以表示为 $y = aW^b$,其中系数 a 是指单位软体部干质量的耗氧率, a 值大小受温度、盐度、活动状况等因素的影响,变化较大。本实验结果表明,系数 a 值随温度的增加逐步增大,32℃时,系数 a 达到最大值1.371,说明在适宜温度范围内尖紫蛤的耗氧率随温度的升高而增大。这与郝亚威等^[14]对海湾扇贝(*Argopecten irradians*),常亚青等^[15]对魁蚶(*Scapharca broughtoni*),Bougrier等^[16]对太平洋牡蛎(*Crassostrea gigas*)的研究结果相似;在公式 $y = aW^b$ 中, b 是指体重指数;Bayne^[19]总结出了23种贝类的 b 值范围在0.44~1.09之间,平均为0.75。本实验结果显示,尖紫蛤的 b 值范围为0.488~0.874,平均值为0.620,与Bayne的结果一致。尖紫蛤排氨率与干质量的关系式可以表示为 $y = cW^d$,其中 c 值随温度的升高而增大,在28℃时 c 值达到最大值,表明了尖紫蛤的排氨率随着温度的升高而逐渐增加。

3.2 软体部干质量对尖紫蛤耗氧率和排氨率的影响 尖紫蛤的耗氧率和排氨率受软体部干质量变化的影响显著,大个体尖紫蛤耗氧率和排氨率都比小个体的要低,这与杨红生、常亚青、王芳对其他贝类的研究结果一致^[18,20-21]。这可能是在生长过程中水生动物的脏器、组织等的相对体积质量有关,肾脏、肝脏等这些直接维持生命的脏器的新陈代谢高于肌肉、脂肪等这些其他非直接维持生命的组织。这2种组织的比率随着动物的生长过程逐渐减小,即水生生物随个体增大其肌肉和脂肪等积累逐渐增多,从而引起了随着贝类的生长单位软组织干质量的耗氧率和排氨率逐渐降低^[22]。

3.3 温度对尖紫蛤代谢的影响 Q_{10} 表示温度变化对代谢强度的影响,双壳贝类的 Q_{10} 范围一般介于1.0~2.5之间或稍高,平均值为2.0^[23-24]。本实验结果是16~36℃范围内的呼吸 Q_{10} 值和排泄 Q_{10} 值的范围分别为0.547~3.660和0.235~2.515,虽然平均值稍低于2.0,但属正常范围,其中,32~36℃的 Q_{10} 值小于1.0,这是由于36℃超出了尖紫蛤的适温范围,因而出现了耗氧率和排氨率显著降低的现象。

贝类像其他动物一样,供能物质为体内的碳水化合物、蛋白质和脂肪(代谢底物)。生物体代谢产物随着供能的代谢底物不同而发生变化。贝类氧氮比值受温度、软体部干质量的影响很大,为此贝类在供能物质分别为蛋白质、脂肪、碳水化合物时的氧氮比为多少,目前还未得到准确定论。Widdows^[25]认为,尽管有机体的生长速率和最终生长大小与氧氮比值的改变还未表现出明显的相关性,但很多实验结果^[26-27]表明,环境对有机体的压力与氧氮比值有密切的关系,为此,氧氮比值也可看作是生物体对环境压力适应性的一项指标。本实验结果也表明,贝类的代谢氧氮比随温度的升高而增加,这说明贝类呼吸时代谢底物中蛋白质提供的能量减少,脂肪或糖提供的能量增多。濑川进^[28]在研究*Haliotidae discus hannai* Ino时,董双林等^[27]在研究*Macrobrachium nipponensis*时均发现研究对象在适宜生长的温度范围内有类似的现象出现。这说明,在适温范围内随着温度的升高,呼吸底物中蛋白质供能的比例变小已成为水生动物的普遍规律。本实验中高温(32℃以上)导致尖紫蛤耗氧率急剧增加,而使排泄率持续降低, $O:N$ 比也随之大幅升高,由此可见,高温将进一步降低尖紫蛤蛋白质的代谢水平,提高脂肪或糖的代谢水平。

参考文献:

- [1] 蔡英亚,庄后谦. 紫云蛤科一新种[J]. 热带海洋,1985,4(3): 64-65.
- [2] 蔡英亚,邓陈茂,刘志刚. 广东湛江尖紫蛤的生态调查[J]. 湛江水产学院学报,1992,12(1): 7-11.
- [3] 符韶,蔡英亚,邓陈茂,等. 尖紫蛤的人工育苗[J]. 湛江海洋大学学报,2000,20(1): 15-17.
- [4] 蔡英亚,邓陈茂,符韶. 西施舌的人工养殖[J]. 中国水产(台),2002(592): 50-52.
- [5] 杨耀聪,李复雪. 尖紫蛤生殖周期的研究[J]. 热带海洋,1994,13(2): 61-67.
- [6] 黄洋,黄海立,吕广煊,等. 温度和盐度分别对尖紫蛤胚胎发育的影响[J]. 海洋科学,2011,35(10): 117-122.
- [7] SUKHOTIN A A. Respiration and energetics in mussels (*Mytilus edulis* L.) cultured in the white sea[J]. Aquaculture,1992,101(1/2): 41-57.
- [8] 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): 549-554.
- [9] 罗杰,刘楚吾,李锋,等. 盐度及规格对管角螺耗氧率和排氨率的影响[J]. 海洋科学,2008,32(5): 46-50.
- [10] 郭海燕,王昭萍,于瑞海,等. 温度、盐度对大西洋浪蛤耗氧率和排氨率的影响[J]. 中国海洋大学学报,2007,37(4): 185-188.
- [11] 范德朋,潘鲁青,马姓,等. 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.
- [12] 曹伏君,刘志刚,罗正杰. 海水温度和盐度对文蛤稚贝生长及存活的影响[J]. 应用生态学报,2009,20(10): 2545-

2550.

- [3] 王俊, 唐启升. 双壳贝类能量学及其研究进展 [J]. 海洋水产研究, 2001, 22(3): 80–83.
- [4] 郝亚威, 杨小龙, 毛兴华. 海湾扇贝呼吸的研究 [J]. 黄渤海海洋, 1993, 11(1): 37–43.
- [5] 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.
- [6] BOUGRIER S, GEAIRO P, DESLOUS-PAOLI J M, et al. Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg) [J]. Aquaculture, 1995, 134(1/2): 143–154.
- [7] HUTCHINSON S, HAWKINS L E. Quantification of the physiological responses of the European flat oyster *Ostrea edulis* L. to temperature and salinity [J]. J. Moll. Stud., 1992, 58(2): 215–226.
- [8] 杨红生, 张涛, 王萍, 等. 温度对墨西哥湾扇贝耗氧率及排泄率的影响 [J]. 海洋学报, 1998, 20(4): 91–96.
- [9] BAYNE B L, NEWELL R C R. Physiological energetics of marine molluscs [M] // SALEUDDIN A S M, M WILBUR K. The Mollusca: Vol. 4 Physiology: Part 1. New York: Academic Press, 1983: 407–515.
- [10] 常亚青, 王子臣. 贝类生物能量学研究进展 [J]. 海洋科学, 1996(6): 25–30.
- [11] 王芳, 董双林, 李德尚. 菲律宾蛤仔和栉孔扇贝的呼吸与排泄研究 [J]. 水产学报, 1997, 21(3): 252–257.
- [12] 姜祖辉, 王俊, 唐启升. 菲律宾蛤仔生理生态学研究 [J]. 海洋水产研究, 1999, 20(1): 40–44.
- [13] 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(2): 161–170.
- [14] CLARK B C, GRIFFITHS C L. Ecological energetics of mussels *Choromytilus meridionalis* under simulated intertidal rock pool conditions [J]. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 1990, 137(3): 63–77.
- [15] WIDDOWS J. Physiological Indices of stress in *Mytilus edulis* [J]. J. Mar. Biol. Ass. UK., 1978, 58(1): 125–142.
- [16] 瀬川进. クロアッピの酸素消費量およびアンモニア態窒素排泄量に及ぼす水温の影響に関する予報的研究 [J]. 水产増殖, 1995, 43(2): 219–224.
- [17] 董双林, 堵南山, 赖伟. 日本沼虾生理生态学研究 IV. 温度和体重对其代谢的影响 [J]. 海洋与湖沼, 1994, 25(3): 233–237.

Effects of Body Mass and Temperature on Oxygen Consumption Rate and Ammonia Excretion Rate of *Soletellina acuta*

HUANG Yang^{1,2}, HUANG Haili^{1,2}, LI Dong², SUN Chengbo^{1,2}, LIU Zhigang²

(1. Donghai Island Marine Biology Research Base, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025, China; 2. Guangdong Higher Educational Institutions Engineering Research Center for Culture of Tropical Marine Invertebrates, Zhanjiang 524025, China)

Abstract: The oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Soletellina acuta* were examined by using the indoor experimental ecological methods. The results showed that the oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *S. acuta* had negative power function correlation with the body mass cultured at 16–32 °C. At 16–32 °C the oxygen consumption rate of *S. acuta* was exponentially correlated with temperature. The oxygen consumption rate increased with the temperature, reaching the peak value at 32 °C, and then decreased when the temperature was over 32 °C. At 16–36 °C the correlation between the ammonia excretion rate and temperature could be expressed with a quadratic polynomial function, and the ammonia excretion rate was maximum at 28 °C. The *Q*₁₀ value of respiration ranged from 0.547 to 3.660 and the *Q*₁₀ value of excretion ranged from 0.235 to 2.515 in *S. acuta*. The effects of temperature on the oxygen consumption rate and ammonia excretion rate were both significant. The ratio between the respiratory oxygen atoms and excretory ammonia nitrogen atoms (*O* : *N*) of *S. acuta* ranged from 4.312 to 21.874. The *O* : *N* ratio of *S. acuta* with all sizes increased as the temperature rose.

Key words: *Soletellina acuta*; body mass; temperature; oxygen consumption rate; ammonia excretion rate