

文章编号:1004-7271(2004)02-0126-04

## 温度和规格对文蛤耗氧率的影响

冯建彬<sup>1</sup>, 王美珍<sup>2</sup>, 陈汉春<sup>2</sup>, 陈贤龙<sup>2</sup>, 孙建苗<sup>2</sup>, 李家乐<sup>1</sup>

(1. 上海水产大学农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室, 上海 200090;

2. 浙江省慈溪市水产研究所, 浙江 慈溪 315300)

**摘要** 在室内实验条件下研究了温度、规格对文蛤耗氧率的影响。结果表明, 在一定的温度范围(15~30℃)内, 文蛤的耗氧率( $O$ )随着温度的升高而增加, 30℃左右达到最高值, 之后随温度的升高  $O$  值开始下降。在 15~35℃条件下, 文蛤的耗氧率( $O$ )与文蛤软体部干重( $W$ )呈负相关幂指数关系。文蛤的耗氧率与温度、文蛤软体部干重的二元线性回归方程为:  $O = 1.3556 + 0.0433T - 0.2381W$ , 复相关系数  $r = 0.7882$  ( $r > r_{0.01} = 0.732$ ),  $F$  检验表明, 回归方程相关性 ( $P < 0.01$ ) 极显著。

**关键词** 文蛤 温度 规格 耗氧率

中图分类号 S968.31 文献标识码: A

## Effects of temperature and body size on oxygen consumption rate of *Meretrix meretrix*

FENG Jian-bin<sup>1</sup>, WANG Mei-zhen<sup>2</sup>, CHEN Han-chun<sup>2</sup>, CHEN Xian-long<sup>2</sup>, SUN Jian-miao<sup>2</sup>, LI Jia-le<sup>1</sup>

(1. The Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecology Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Cixi Fisheries Institute of Zhejiang Province, Cixi 315300, China)

**Abstract**: Effect of temperature and body size on oxygen consumption rate of *Meretrix meretrix* in standard metabolism was studied under artificial condition in laboratory. The experimental results indicated that the oxygen consumption rate was positively correlated with water temperature under appropriate temperature conditions (15~30℃) and negatively correlated with the dry weight of soft-tissue. With the water temperature rising, the oxygen consumption rate reached peak value at about 30℃, and after that began to decrease. The linear regression relationships among oxygen consumption rate and temperature and dry weight of soft-tissue could be described by  $O = 1.3556 + 0.0433T - 0.2381W$ , the multiple relation coefficient was 0.7882 ( $r > r_{0.01} = 0.732$ ). The duality regress equation was very much significant ( $P < 0.01$ ).

**Key words**: *Meretrix meretrix*; temperature; body size; oxygen consumption rate

文蛤 (*Meretrix meretrix*) 系蛤中上品, 其肉质鲜美, 素有“天下第一鲜”的美称。文蛤是一种埋栖性贝

收稿日期 2003-12-29

基金项目 浙江省慈溪市科委重点项目 (CN2003016) 和上海水产大学水产养殖重点学科项目 (03SC02)

作者简介 冯建彬 (1978-), 男, 山东嘉祥人, 硕士研究生, 专业方向为水产动物种质资源与种苗工程。E-mail: jibfeng@stmail.shfu.edu.cn

通讯作者 李家乐 (1963-), 男, 浙江乐清人, 教授, 博士生导师, 研究方向为水产动物种质资源与养殖生态。E-mail: jlli@shfu.edu.cn

类,一般生活在河口附近沿岸内湾潮间带沙滩或浅海细沙底质以及泥沙滩中,广泛分布于我国四个海区,自然资源丰富,也是我国滩涂增养殖的主要经济贝类之一。近些年来,由于遭到大量采捕,导致资源量严重减少,因此,文蛤滩涂增养殖已引起各级政府的高度重视。耗氧率是指动物单位体重在单位时间内消耗氧气的数量,是动物新陈代谢的重要指标之一。国内外有关贝类的耗氧率研究较多<sup>[1-7]</sup>,但对文蛤耗氧率的研究尚未见报道。本文通过研究温度和规格对文蛤耗氧率的影响,了解其新陈代谢活动的规律和变化特点,为文蛤的生理生态学研究、人工增养殖及养殖结构优化提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料来源

实验所用的文蛤来自浙江省慈溪市徐龙集团生态养殖科技示范园的养殖池塘,所养文蛤种群从江苏省如东引进,挑选健康个体,仔细刷洗文蛤表面的附着物,暂养在经煮沸并沉淀再充分曝气和沉淀后的实验用自然海水中。

### 1.2 方法

暂养从实验前 2~3d 开始,暂养水族箱规格为 30cm×50cm×30cm,暂养盐度为 13±1,暂养同时开始升温,日升温不超过 2℃,直至所需实验温度。实验用化学试剂或药品均为分析纯或化学纯。

温度梯度设为五个:15℃、20℃、25℃、30℃、35℃。同一温度下不同大小的文蛤个体(壳长)每个处理设 3 个平行实验组和两个空白对照组。实验在 1000mL 的广口瓶中进行,将广口瓶放在水浴锅中水浴控温。根据规格大小每瓶中放置文蛤个体数分别为 A 组 8 个, B 组 4 个, C 组 2 个。将健康、活性强的文蛤放入广口瓶中后,立即用液体石蜡进行密封,自文蛤壳张开、水管伸出时为记时点,虹吸取水样测定溶解氧,持续 2h 左右后再虹吸取水样测定溶解氧。溶解氧采用 Winkler 滴定法进行测定。

测定结束后,将实验文蛤取出,用滤纸吸干表面水分,用游标卡尺测定实验贝的壳长,然后放入 70℃ 烘箱中烘干至恒重,用 MP102-型电子天平测软体部的干重( $W_d$ )和壳重( $SW$ )。

### 1.3 结果计算

根据实验前后呼吸瓶内水中的溶解氧 DO,按下式计算文蛤的耗氧率:

$$O = [(DO_0 - DO_t) \times V - (DO_{b0} - DO_{bt}) \times V] / (W \times t)$$

式中, $O$  为单位体重耗氧率, $DO_0$ 和  $DO_t$  为实验开始和结束时水中 DO 含量(mg/L), $DO_{b0}$ 和  $DO_{bt}$  为空白实验组实验开始和结束时水中的 DO 含量(mg/L), $V$  为呼吸瓶中水的体积(L), $W$  为文蛤软体部干重(g), $t$  为实验持续时间(h)。

## 2 实验结果

### 2.1 壳长与软体部干重的关系

根据实验测定数据,文蛤的壳长范围为 18.0mm~62.6mm,软体部干重为 0.04~2.06g,软体部干重( $W_d$ )与壳长( $L$ )呈正指数关系,其回归方程为  $W_d = 0.0162e^{0.0831L}$  ( $R^2 = 0.9039$ ,  $n = 50$ )。

### 2.2 文蛤耗氧率与温度的关系

温度对文蛤耗氧率的影响如图 2 所示,当温度在 15℃~30℃ 之间时,文蛤的耗氧率随着温度的升高而增加,当温度达到 30℃ 左右后,文蛤的耗氧率便有下降趋势。

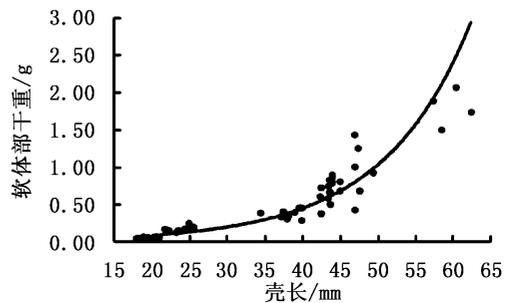


图 1 文蛤软体部干重与壳长的关系

Fig. 1 The relationship between the dry weight of soft-tissue and shell length of *M. meretrix*

### 2.3 耗氧率与软体部干重的关系

在不同的温度下文蛤耗氧率与其软体部干重的关系呈负相关幂指数关系,回归关系可以表示为  $O = aW^{-b}$ 。回归方程的参数  $a$ 、 $b$  及相关系数见表 1,其中  $a$  值得范围是 1.3027 ~ 6.3841,平均值为 3.2627, $b$  值的范围为 0.4180 ~ 0.9498,平均值为 0.6244, $R^2$  的范围是 0.9914 ~ 0.9995。各回归方程的相关关系均达到极显著水平 ( $P < 0.01$ )。

### 2.4 耗氧率与温度和软体部干重的关系

文蛤耗氧率 ( $O$ )与温度 ( $T$ )、软体部干重 ( $W$ ) 的二元线性回归方程为:  $O = 1.3556 + 0.0433T - 0.2381W$ 。对此方程进行显著性检验(表 2),显示  $F > F_{0.01}$ ,同时其复相关系数为  $r = 0.7882$  ( $r > r_{0.01} = 0.732$ ),说明文蛤的耗氧率与温度及软体部干重之间有极显著复相关关系。

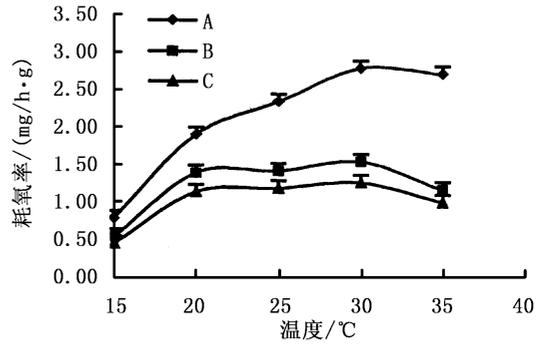


图 2 温度对文蛤耗氧率的影响

Fig.2 The effects of temperature on oxygen consumption rate of *Meretrix meretrix*

表 1 文蛤耗氧率与软体部干重的回归方程的有关参数

Tab.1 The parameters relating to the regress equations between the oxygen consumption rate and dry weight of soft-tissue of *M. meretrix*

温度(°C)	$a$	$b$	$R^2$	$n$
15	1.3027	0.6266	0.9958	42
20	2.8562	0.4674	0.9702	42
25	2.7020	0.4180	0.9914	42
30	6.3841	0.9498	0.9940	42
35	3.0685	0.6601	0.9995	42

表 2 文蛤耗氧率与温度和干重的二元线性回归方程变量分析结果

Tab.2 The results of ANOVA relating to duality regress equation about oxygen consumption rate between temperature and dry weight of soft-tissue of *M. meretrix*

方差来源	自由度 $df$	平方和 $SS$	均方 $MS$	$F$ 值 $S$	$F_{0.05}$ 值 $F_{0.05}$	$F_{0.01}$ 值 $F_{0.01}$	显著性水平
回归	2	4.5109	2.2554	9.8448	3.88	3.74	0.0029
剩余	12	2.7492	0.2291				
总和	14	7.2601					

## 3 讨论

### 3.1 温度对不同规格文蛤耗氧率的影响

环境温度对变温动物生物生长、发育及代谢强度影响较大,贝类属变温动物,因而温度是影响贝类呼吸和代谢的重要因子之一<sup>[8]</sup>。从本实验结果可以看出,温度对文蛤的耗氧率有显著的影响。在一定的温度范围内(15 ~ 30°C)随着温度的升高,文蛤的耗氧率增加,而此温度范围恰是最适宜生长的温度范围,这与其它贝类的研究结果相似。当温度超过 30°C 后,耗氧率便逐渐下降。水体温度与变温动物耗氧率之间的密切关系早已为许多学者证实,一般认为,在一定范围内,水温高低和耗氧率多少呈正比。大多数生物在一定范围内随温度升高耗氧率增加。引起这种结果的原因是由于温度的升高,动物组织器官活动性能提高,同时由于生物体内酶作用的结果,酶的活性伴随温度升高而加强,从而加速体内的

各种生理生化反应, 提高物质代谢水平, 致使呼吸和代谢加快, 当超过某一极限温度, 将引起其生理功能紊乱, 呼吸功能减弱, 从而使其耗氧率急剧下降<sup>[3-6,9-11]</sup>。这也是变温动物的一般特征。

温度对不同规格文蛤耗氧率的影响是不均一的, 从图 3 可看出: 对于小规格文蛤来说, 随着水温从 15℃ 升高至 30℃, 耗氧率变化幅度较大且逐步上升, 说明它们对温度变化很敏感, 基础代谢强度增高, 新陈代谢比较旺盛, 同化作用上升, 比较有利于生长<sup>[12]</sup>; 对于大、中规格文蛤的耗氧率在整个实验温度范围内缓慢上升, 水温从 15℃ 上升到 20℃ 时耗氧率上升幅度较大, 而从 20℃ 到 30℃ 时耗氧率上升幅度较小, 说明 20℃ ~ 30℃ 水温范围内新陈代谢比较稳定, 比较有利于繁殖发育, 而且此范围温度也恰好是文蛤繁殖盛期。

### 3.2 规格对文蛤耗氧率的影响

实验表明, 软体部干重对文蛤的耗氧率有显著的影响, 个体较小的文蛤耗氧率比个体大的高, 这与其他贝类的耗氧率研究结果一致<sup>[3-5]</sup>。研究证实, 贝类的耗氧率与软体部干重的关系可表示为:  $O = aW^{-b}$ 。式中,  $a$  值表示单位软体部干重的耗氧率, 因种类以及实验条件的不同差异较大, 其大小受很多因素的影响, 其中包括环境因子, 如温度、盐度、溶氧状况等以及内在因素, 如个体大小、活动状况、性腺发育等;  $b$  值则较稳定<sup>[6]</sup>。Bayne 给出了 23 种贝类的  $b$  值为 0.44 ~ 1.09, 平均为 0.75, 而  $a$  值一般因条件和种类不同差异较大<sup>[13]</sup>。本试验中,  $b$  值平均为 0.6244, 这和 Bayne 报道的结果基本一致。这种现象可能与贝类在生长过程中的动物组织、脏器的比重有关, 直接维持生命的组织如肾脏、肝脏等新陈代谢强度高于非直接维持生命的其它组织如肌肉、脂肪等。在动物的生长过程中, 随着动物个体的不断增大, 这两种组织的比率随之减少, 即肌肉和脂肪等积累增多, 从而引起随着个体的增大单位重量的耗氧率随之减少的现象<sup>[2-6]</sup>。同时, 由于小规格个体生长迅速、基础代谢率高, 它必须获得相对多的营养物质转化为自身物质, 才能维持正常生命活动, 且在自然环境中, 其竞争能力不如成体, 为能争取食物和逃避敌害, 必须保持高强度的生活能力, 而在这种状态下, 体内的能量代谢相对较高, 因而耗氧率也就相对增高。

实验结果表明, 温度和软体部干重两个因子对文蛤的耗氧率也有显著的影响, 回归方程  $O = 1.3556 + 0.0433T - 0.2381W$  ( $P < 0.01$ ), 方差分析 (ANOVA) 结果显示, 此方程极显著。由此可以看出, 这与温度、软体部干重分别与耗氧率的影响关系一致, 文蛤的耗氧率同时受到温度和软体部干重等的影响。

本研究得到了浙江省宁波市徐龙集团水产养殖生态科技示范园施爱忠场长的大力支持和协助, 谨致谢意。

### 参考文献:

- [1] 郝亚威, 杨小龙, 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.
- [2] 姜祖辉, 王 俊. 温度和规格对毛蚶耗氧率和排氨率的影响 [J]. 青岛海洋大学学报, 1999, 12(1): 75-79.
- [3] 范德朋, 潘鲁青, 马 生, 等. 温度对缢蛏 (*Sinonacula 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.
- [4] 刘其根, 沈和定, 周洪琪, 等. 河蚬的耗氧率和排氨率 [J]. 上海水产大学学报, 1999, 8(4): 298-303.
- [5] 王 芳, 董双林, 王 涛, 等. 菲律宾蛤仔呼吸和排泄规律的研究 [J]. 海洋科学, 1998, 2(2): 118-120.
- [6] 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.
- [7] Hanburger K, Møhlenberg F, Randiø A, et al. Size, oxygen consumption and growth in the mussel (*Mytilus edulis*) [J]. Marine Biology, 1983, 75: 303-306.
- [8] Carellot T H. Gastropoda. Animal Energetics [M]. New York: Academic Press, 1987.
- [9] 林小涛, 钟金香, 颜晓勇, 等. 温度对翡翠贻贝能量收支的影响 [J]. 海洋科学, 2002, 26(4): 13-16.
- [10] 李宝泉, 杨红生, 张 涛, 等. 温度和体重对刺参呼吸和排泄的影响 [J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(2): 182-187.
- [11] 王艺磊, 张子平, 张殷鹏, 等. 真鲷耗氧率的初步研究 [J]. 集美大学学报 (自然科学版), 2002, 7(3): 193-197.
- [12] 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.
- [13] Bayne B L, Newell R C. Physiological energetics of marine molluscs [J]. The Mollusca, 1983, 4(1): 407-515.