

饥饿对大西洋浪蛤耗氧率和排氮率的影响

郭海燕^{1,2}, 王昭萍², 于瑞海², 王芳², 林志华^{2,3}

(1. 邯郸学院 生物科学系, 河北 邯郸 056005; 2. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003; 3. 浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江 温州 325005)

摘要: 采用室内实验生态学方法研究了饥饿对大西洋浪蛤 (*Spisula solidissima*) 耗氧率和排氮率的影响。试验浪蛤软体部干质量为 $0.049 \text{ g} \pm 0.003 \text{ g}$, 实验饥饿的时间分别为 1, 3, 5, 7, 10, 13, 20, 27 d。结果表明: (1) 饥饿对浪蛤的耗氧率影响极显著 ($P < 0.01$)。浪蛤在饥饿 1~7 d 时其耗氧率随着时间的延长而增大; 饥饿 7 d 以后, 其耗氧率随饥饿时间的延长而下降。(2) 饥饿对浪蛤的排氮率影响极显著 ($P < 0.01$)。浪蛤在饥饿 1~5 d 时其耗氧率随着时间的延长而增大; 在饥饿 5 d 以后, 其排氮率随饥饿时间的延长而下降。(3) 在实验期内浪蛤的 O/N (O 为呼吸氧原子数, N 为排出氨态氮原子数) 值为 17.05~34.18, 平均值为 21.1。

关键词: 大西洋浪蛤 (*Spisula solidissima*); 饥饿; 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(2007)09-0030-04

大西洋浪蛤 (*Spisula solidissima*) 隶属于瓣鳃纲 (Lamellibranchia)、帘蛤目 (Veneroida)、蛤蜊科 (Mactridae), 是原产于北大西洋西部近海岸的双壳贝类, 从圣劳伦斯河南部海湾到北卡罗莱纳州的 Cape Hatteras 都有分布^[1,2]。浪蛤栖息的底质主要是规格均一适中的沙底^[3], 是一种生长迅速具有养殖潜力的贝类。浙江省海洋水产养殖研究所于 1998 年 10 月首次从美国引进浪蛤人工苗种并开展了生态学和人工繁殖研究, 成功培育出幼蛤^[4]。自引进该种以来, 国内学者对其生态习性和繁殖生物学进行了初步研究^[3,4], 但尚未见有关浪蛤的呼吸及排泄方面的研究报告。

由于自然界中食物分布在空间上的不均匀性或季节更替等原因, 贝类常会在一定阶段面临食物资源短缺而受到饥饿的胁迫。作者研究了饥饿对浪蛤耗氧率和排氮率的影响, 以期了解浪蛤在饥饿条件下新陈代谢活动的规律和变化特点, 对于进一步提高浪蛤养殖水平有重要的理论和实践意义。

1 材料方法

1.1 实验材料

实验用浪蛤取自浙江省海洋水产养殖研究所实验场, 为人工繁殖培育的一龄蛤。浪蛤取回后在实验室水族箱内驯养, 连续充气, 每天定时投喂单胞藻, 每天全量换水。实验浪蛤规格为: 壳长 $2.365 \text{ cm} \pm 0.06 \text{ cm}$, 壳高 $1.812 \text{ cm} \pm 0.04 \text{ cm}$, 干壳质量 $0.623 \text{ g} \pm 0.03 \text{ g}$, 软体部干质量 $0.049 \text{ g} \pm 0.003 \text{ g}$ 。

1.2 实验方法

选取暂养一周后的健康个体进行耗氧率和排氮率的测定。溶氧用碘量法测定, 氨氮用次溴酸钠氧化法测定。根据始末溶氧变化和氨氮浓度的变化, 按下

收稿日期: 2007-06-18; 修回日期: 2007-07-12

作者简介: 郭海燕(1977-), 女, 河北秦皇岛人, 硕士, 研究方向为贝类生物学, E-mail: guohaiyan111@163.com; 王昭萍, 通讯作者, E-mail: zpwang@ouc.edu.cn

列方法计算浪蛤的耗氧率和排氨率:

$$R_o = [c(DO_0) - c(DO_t)] V/t$$

式中, R_o 为单位体质量耗氧率 [$mg / (\text{个}\cdot h)$], $c(DO_0)$ 和 $c(DO_t)$ 分别为实验开始和结束时水中 DO 含量, V 为锥形瓶体积(L), t 为实验持续时间(h)。

$$R_A = [c(N_t) - c(N_0)] V/t$$

式中, R_A 为单位体质量排氨率 [$\mu g / (\text{个}\cdot h)$], $c(N_t)$ 和 $c(N_0)$ 分别为实验开始和结束时水中氮的浓度 ($\mu g/L$)。

实验温度 $16^\circ C \pm 0.5^\circ C$, pH7.8~8.2, 盐度 30~31, 饥饿时间分别为 1, 3, 5, 7, 10, 13, 20, 27 d。实验在 1000 mL 锥形瓶内进行, 每个锥形瓶内放 2 个浪蛤, 外加空白对照。实验设 5 个重复, 锥形瓶装满海水后用塑料薄膜封口。根据饥饿时间的不同, 实验持续 2~3 h, 根据始末溶氧变化和氨氮浓度的变化计算耗氧率和排氨率。实验结束后, 将浪蛤取出, 在经过脱脂棉过滤的海水中继续饥饿培养, 到设计的第 2 个饥饿时间时, 用同样的方法, 测定其耗氧率和排氨率, 然后继续饥饿, 以此类推, 直到饥饿 27 d 实验结束。

1.3 数据处理

采用 SPSS11.0 软件中单因子方差分析和多重比较分析实验所得数据, 以 $P < 0.05$ 作为差异显著水平。

2 实验结果

2.1 饥饿对浪蛤耗氧率的影响

饥饿对浪蛤耗氧率的影响见图 1。由图 1 可知, 随着饥饿时间的延长, 浪蛤的耗氧率呈一定的变化规律, 经检验饥饿对浪蛤的耗氧率影响极显著 ($P < 0.01$)。浪蛤饥饿 1~7 d 其耗氧率随时间的延长而增大, 饥饿 7 d 时的耗氧率为 $0.054 \text{ mg} / (\text{个}\cdot h)$; 饥饿 7 d 以后, 其耗氧率随饥饿时间的延长而下降。饥饿时间分别为 3, 5, 7 d 时的耗氧率三者之间没有显著差异 ($P > 0.05$); 饥饿 20 d 和 27 d 测得的耗氧率差异不显著 ($P > 0.05$); 在饥饿 7 d 到饥饿 20 d 过程中其耗氧率差异显著。

2.2 饥饿对浪蛤排氨率的影响

饥饿对浪蛤排氨率的影响见图 2。由图 2 可以看出, 随饥饿时间的延长, 浪蛤的排氨率呈一定的变化规律, 经检验饥饿对浪蛤的排氨率影响极显著 ($P < 0.01$)。浪蛤在饥饿 1~5 d 时其耗氧率随时间的延长而增大, 饥饿 5 d 时的排氨率为 $2.94 \mu g / (\text{个}\cdot h)$; 在饥饿 5 d 以后, 其排氨率随饥饿时间的延长而下降。

饥饿 3 d 和 5 d 时的排氨率以及饥饿 20 d 和 27 d 时的排氨率差异不显著 ($P > 0.05$); 在饥饿 5 d 到饥饿 20 d 过程中其排氨率差异显著。

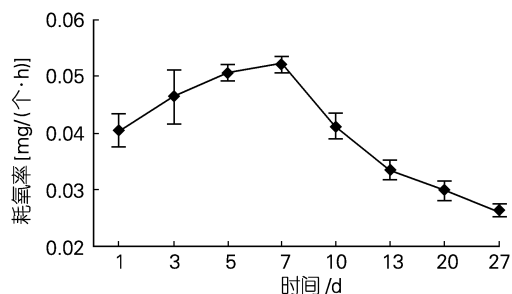


图 1 饥饿对浪蛤耗氧率的影响

Fig.1 The effects of starvation on oxygen consumption rate of *Spisula solidissima*

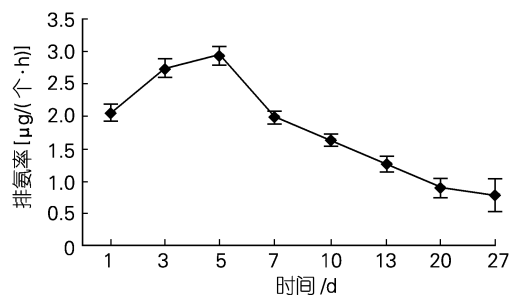


图 2 饥饿对浪蛤排氨率的影响

Fig.2 The effects of starvation on ammonia excretion rate of *Spisula solidissima*

2.3 不同饥饿时间浪蛤代谢的 O/N

饥饿对浪蛤代谢的 O/N (呼吸氧原子数与排出氨态氮原子数之比) 值见图 3。在实验期内浪蛤的 O/N 值为 17.05~34.18, 平均值为 21.1, 有随饥饿时间延长上升的趋势。实验结束时实验浪蛤未出现死亡现象。

3 讨论

3.1 饥饿对浪蛤耗氧率和排氨率的影响

饥饿作为一种主要的环境胁迫因子对生物的生理生态有广泛的影响。饥饿对鱼类和甲壳类的影响研究较多^[5,6], 饥饿对贝类呼吸和排泄的影响国内外已有一些报道。栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 在饥饿 10 d 后, 其耗氧率增加, 20 d 后下降, 排氨率在饥饿 20

d 后增加, 20~40 d 后下降^[7]; 长牡蛎(*Crassostrea gigas*)在饥饿 8 d 后其耗氧率下降, 饥饿 14 d 后排氮率下降^[8]。本实验结果表明, 浪蛤在饥饿 5 d 后排氮率下降, 饥饿 7 d 后耗氧率下降。饥饿时间分别为 3, 5, 7 d 时的耗氧率差异不显著 ($P>0.05$), 饥饿 20 d 和 27 d 时的耗氧率差异不显著 ($P>0.05$); 饥饿 3 d 和 5 d 时的排氮率以及饥饿 20 d 和 27 d 时的排氮率差异不显著 ($P>0.05$)。说明浪蛤在短时间饥饿时耗氧率和排氮率较稳定; 长时间饥饿后, 耗氧率和排氮率在一个较低的水平长期稳定。中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)^[6]和南方鲇(*Silurus meridionalis*)^[5]在饥饿过程中也存在两个代谢率相对稳定期。Mehner 等^[9]提出鱼类处于长期饥饿状态时对其自身贮存能量的利用上有两方面适应: 一方面降低代谢水平以节约能量消耗; 另一方面又将代谢保持在一定水平上, 以保证在重新获得食物供应或面临其它环境胁迫时能产生适当的应激反应。

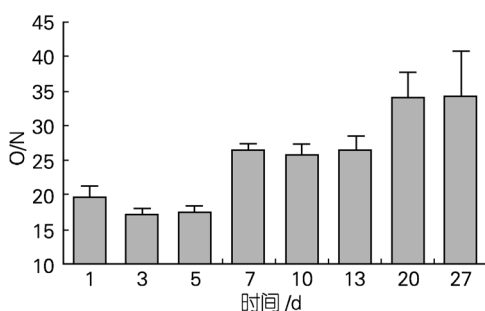


图3 不同盐度下浪蛤的 O/N 值

Fig.3 The O/N ratio of *Spisula solidissima* at different starvation treatments

3.2 饥饿对浪蛤 O/N 的影响

氧氮比 (O/N) 表示生物体内蛋白质与脂肪和碳水化合物分解代谢的比率。O/N 值大, 表明动物消耗的能量较少部分由蛋白质提供, 多数由脂肪和糖提供。Mayzald^[10]提出, 如果完全由蛋白质氧氮提供能量, O/N 约为 7; Ikeda^[11]认为, 如果是蛋白质和脂肪氧化供能, O/N 约为 24。如果主要由脂肪或碳水化合物提供, O/N 将变为无穷大^[12]。本实验研究结果表明浪蛤饥饿 1~5 d 时 O/N 为 17.3~19.57, 饥饿 7~

27 d 时 O/N 为 26.55~34.18。说明浪蛤在饥饿开始时主要有蛋白质和脂肪提供能量, 随着时间的延长脂肪和碳水化合物逐渐成为主要的代谢能源。

参考文献:

- [1] Merrill A S, Ropes J W. The general distribution of the surf clam and ocean quahog[J]. *Proc Nat Shellfish Assoc*, 1969, 59: 40-45.
- [2] Weinberg J R. Atlantic surfclam[M]. USA: NOAA Tech Mem, 1998. 125-127.
- [3] 林志华, 牟哲松, 方军, 等. 大西洋浪蛤 (*Spisula solidissima*) 生态习性的初步观察 [J]. *青岛海洋大学学报*, 2000, 30(2): 242-246.
- [4] 林志华, 牟哲松, 方军, 等. 大西洋浪蛤 (*Spisula solidissima*) 人工繁殖初步实验 [J]. *青岛海洋大学学报*, 2000, 30(2): 247-251.
- [5] 张波, 谢小军. 南方鲇的饥饿代谢研究 [J]. *海洋与湖沼*, 2000, 31(5): 480-484.
- [6] 温小波, 陈立侨, 艾春香, 等. 中华绒螯蟹幼蟹饥饿代谢研究 [J]. *应用与环境生物学报*, 2001, 7(5): 443-446.
- [7] Yang H S, Wang J, Zhou Y, et al. Impact of starvation on survival, meat condition and metabolism of *Chlamys farreri* [J]. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2001, 19(1): 51-56.
- [8] 王芳, 王昭萍, 董少帅, 等. 饥饿对二倍体和三倍体长牡蛎呼吸和排泄的影响 [J]. *海洋科学*, 2004, 28(10): 52-55.
- [9] Mehner T, Wieser W. Energetics and metabolic correlates of starvation in juvenile perch (*Perca fluviatilis*) [J]. *Fish Biol*, 1994, 45: 325-333.
- [10] 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.
- [11] Ikeda T. Nutrition ecology of marine zooplankton [J]. *Mem Fac Fish Hokkaido Univ*, 1974, 22: 1-77.
- [12] Conover R J. Respiration and nitrogen excretion by some marine zooplankton in relation to their life cycles [J]. *Mar Biol Assoc UK*, 1968, 48: 49-75.

Effects of starvation on oxygen consumption and ammonia excretion rates of *Spisula solidissima*

GUO Hai-yan^{1,2}, WANG Zhao-ping², YU Rui-hai², WANG Fang², LIN Zhi-hua^{2,3}

(1. Biology Department of Handan College, Handan 056005, China; 2. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 3. Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325005, China)

Received: Jun., 18, 2007

Key words: *Spisula solidissima*; starvation; oxygen consumption rate; ammonia excretion

Abstract: Effects of starvation on oxygen consumption and ammonia excretion rates of *Spisula solidissima* were studied. The sample initial dried weights of soft tissue were 0.049 ± 0.003 g and starvation was set for 1, 3, 5, 7, 10, 13, 20 and 27-days. The experimental results were as follows: (1) The oxygen consumption rate of surf clam was affected by starvation obviously ($P < 0.01$). Oxygen consumption rate increased with the increasing time and reached a peak value at the 7th day; after the 7th day, oxygen consumption began to decrease. (2) The ammonia excretion rate of surf clam was affected by starvation obviously ($P < 0.01$). Ammonia excretion rate increased with the increasing time and reached a peak value at the 5th day; after the 5th day, ammonia excretion rate began to decrease. (3) O/N ranged from 17.05~34.18 and the mean was 21.1.

(本文编辑: 张培新)