

饥饿对 3 种不同规格文蛤耗氧率和排氨率的影响

范建勋^{1,2}, 林志华³, 肖国强², 柴雪良², 赵一强², 陆荣茂², 张炯明²

(1. 宁波大学, 浙江 宁波 315211; 2. 浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江 温州 325005; 3. 浙江万里学院 生物与环境学院, 浙江 宁波 315100)

摘要:利用实验生态学的方法研究了饥饿对 3 种不同规格文蛤(*Meretrix meretrix* Linnaeus)耗氧率和排氨率的影响。实验饥饿的时间分别为 1, 3, 5, 7, 10, 13, 20, 27, 35 d。实验结果表明, 饥饿对 3 种不同规格的文蛤耗氧率和排氨率都有极其显著的影响($P < 0.01$)。3 种不同规格的文蛤在饥饿 1~7 d 时, 耗氧率随着时间的延长而增大; 饥饿 7 d 以后, 耗氧率随着时间的延长而下降。3 种不同规格的文蛤在饥饿 1~10 d 时, 排氨率随着时间的延长而增大; 在饥饿 10 d 以后, 耗氧率随着时间的延长而下降。在实验周期内, 大、中、小 3 种不同规格的文蛤的 O/N 值分别为 15.05~36.12(平均 23.69), 15.6~37.56(平均 24.73), 17.44~47.25(平均 27.17)。

关键词:文蛤(*Meretrix meretrix* Linnaeus); 饥饿; 耗氧率; 排氨率

中图分类号:Q954

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2009)10-0073-04

文蛤属软体动物门、双壳纲、真瓣鳃目、帘蛤科、文蛤属(*Meretrix*), 是一种广温广盐埋栖性贝类, 广泛分布于我国南、北沿海滩涂, 是滩涂养殖的主要经济贝类之一。由于自然界中食物分布在空间上的不均匀性、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。呼吸代谢和排泄是生物能量学研究的重要内容, 耗氧率和排氨率是动物新陈代谢的重要指标之一。国内学者对文蛤生理生态方面研究已有相关报道^[1~3], 但尚未有文蛤饥饿条件下呼吸与排泄方面的研究报道。开展饥饿对不同规格文蛤耗氧率和排氨率的影响研究, 旨在了解文蛤在饥饿条件下新陈代谢活动的规律和变化特点, 对于提高文蛤养殖技术水平有重要的理论和实

践意义。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验用文蛤(*Meretrix meretrix* Linnaeus)取自浙江省海洋水产养殖研究所清江实验场, 清洗干净后在玻璃钢水槽中暂养 7 d, 暂养期间日投喂海藻两次、换水 1 次, 实验开始前在实验设定温度下驯化 24 h。实验用海水为经脱脂棉过滤的二级沙滤海水。实验所用的文蛤按个体大小分为 3 个规格: 大规格文蛤、中规格文蛤、小规格文蛤, 文蛤不同实验组的生物学测定数据见表 1。

表 1 实验组文蛤的生物学数据

Tab. 1 The biological data of *Meretrix meretrix* Linnaeus

| 实验组 | 壳长(mm) | 壳高(mm) | 湿质量(g) | 软体部干质量(g) |
|-----|------------|------------|------------|-----------|
| 大规格 | 50.60±3.52 | 25.08±1.67 | 31.20±2.89 | 0.94±0.12 |
| 中规格 | 33.70±1.34 | 16.39±0.78 | 10.50±1.06 | 0.43±0.08 |
| 小规格 | 24.70±1.83 | 11.86±1.12 | 3.89±0.28 | 0.14±0.03 |

1.2 实验方法

实验饥饿时间设定分别为 1, 3, 5, 7, 10, 13, 20, 27, 35 d, 实验期间海水温度为 24℃±0.5℃, 盐度 20.67~21.44, pH 8.01~8.22。实验容器为 6 L 锥形瓶。大、中、小 3 种规格的文蛤各设置 3 个平行, 再设置 3 个空白对照, 按照规格的不同, 锥形瓶中放入贝的数量为: 大规格 3 个, 中规格 6 个, 小规格 12 个。锥形瓶在装满海水后迅速用塑料薄膜封口。根

收稿日期: 2009-07-15; 修回日期: 2009-08-10

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD43B09); 浙江省科技厅重大科技攻关计划项目(2006C12013); 农业部公益性行业专项(ny-hyzx07-047)

作者简介: 范建勋(1984-), 男, 硕士研究生, 研究方向为贝类养殖生态学, E-mail: 185766093@qq.com; 林志华, 通信作者, 研究员, 从事贝类养殖和遗传育种研究, E-mail: zhihua9988@126.com

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,将文蛤取出,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 35 d 实验结束,测其生物学指标,取出文蛤软体部在 65℃ 烘箱中烘干,用分析天平称量软体部干质量。溶解氧采用 Winkler 碘量滴定法、氨氮采用靛酚蓝分光光度法测定。

$$\text{耗氧率: } R_O = V(c_{D,0} - c_{D,t} \times S_{D,0} - c_{D,t}) / W t$$

$c_{D,0}$ 为起始溶解氧浓度, $c_{D,t}$ 为经过 t 时间后的溶解氧浓度, V 是三角烧瓶总的容积, $S_{D,0} = (c_{D,0'} - c_{D,t'}) / c_{D,0'}$ 为对照组溶解氧的变化系数, W 为实验贝的软体部干质量。

$$\text{排氨率: } R_N = V(c_{N,t} - c_{N,0} \times S_{N,0} - c_{N,0}) / W t$$

$c_{N,0}$ 为起始氨氮浓度, $c_{N,t}$ 为经过 t 时间后的氨氮浓度, V 是三角烧瓶总的容积, $S_{N,0} = (c_{N,t'} - c_{N,0'}) / c_{N,t'}$ 为对照组氨氮的变化系数, W 为实验贝的软体部干质量。

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 3 种规格的文蛤耗氧率的影响

由图 1 可知,随着饥饿时间的延长,大、中、小 3 种规格的文蛤的耗氧率呈一定的变化规律,经检验饥饿对 3 种规格的文蛤的耗氧率影响极其显著 ($P < 0.01$),在相同的饥饿时间内,3 种规格的文蛤的耗氧率随着个体的增大而变小。3 种规格的文蛤在饥饿 1~7 d 期间其耗氧率随着时间的而延长而增大,饥饿 7 d 时,大、中、小三种文蛤的耗氧率分别为 1.81, 2.22, 2.89 mg/(g·h); 饥饿 7 d 以后,其耗氧率随着时间的延长而下降。3 种规格的文蛤在饥饿时间 3, 5, 7 d 时三者之间的耗氧率差异不显著 ($P > 0.05$); 在饥饿时间 20, 27, 35 d 时三者之间的耗氧率没有显著差异 ($P > 0.05$); 在饥饿 7~20 d 的过程中 3 种规格文蛤的耗氧率均有显著差异 ($P < 0.05$)。

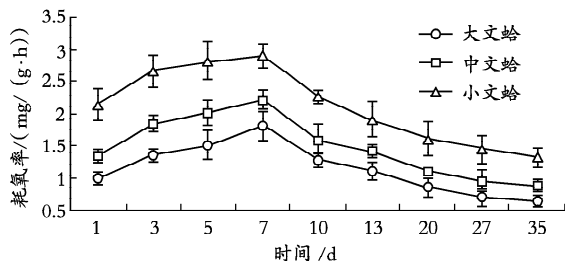


图 1 饥饿对 3 种规格文蛤耗氧率的影响

Fig. 1 Effects of starvation on oxygen consumption rate of three different specifications of *Meretrix meretrix* Linnaeus

2.2 饥饿对 3 种规格的文蛤排氨率的影响

由图 2 可知,随着饥饿时间的延长,3 种规格的文蛤的排氨率呈一定的变化规律,经检验饥饿对 3 种规格的文蛤的排氨率影响极其显著 ($P < 0.01$),在相同的饥饿时间内,3 种规格的文蛤的排氨率随着个体的增大而变小。3 种规格的文蛤在饥饿 1~10 d 期间其排氨率随着时间的而延长而增大; 饥饿 10 d 时,大、中、小三种文蛤的排氨率分别为 94.9, 114.6, 146.4 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$ 。饥饿 10 d 以后,排氨率随着时间的延长而下降。3 种规格的文蛤在饥饿时间为 5, 7, 10 d 时三者之间的排氨率没有显著差异 ($P > 0.05$); 饥饿 20, 27, 35 d 时三者之间的排氨率差异不显著 ($P > 0.05$); 在饥饿 1~5 d 过程中 3 种规格的文蛤其排氨率均有显著差异 ($P < 0.05$); 在饥饿 10~20 d 的过程中,3 种规格的文蛤的排氨率均有极其显著的差异 ($P < 0.01$)。

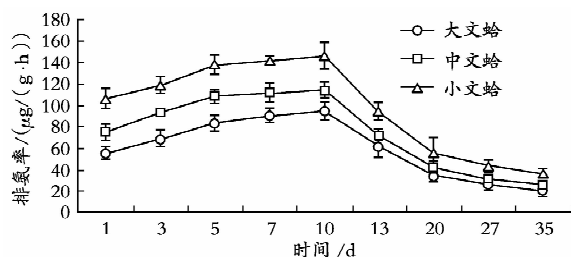


图 2 饥饿对 3 种规格文蛤排氨率的影响

Fig. 2 Effects of starvation on ammonia excretion rate of three different specifications of *Meretrix meretrix* Linnaeus

2.3 不同饥饿时间 3 种规格的文蛤代谢的 O/N 值

饥饿对 3 种规格文蛤代谢的 O/N 值(呼吸氧原子数与排出氨态氮原子数之比)见图 3。实验期间大规格文蛤的 O/N 值为 15.05~36.12, 平均值为 23.69; 中规格文蛤的 O/N 值为 15.6~37.56, 平均值为 24.73; 小规格文蛤的 O/N 值为 17.44~47.25, 平均值为 27.17。3 种规格的文蛤的 O/N 值随着饥饿时间的延长有上升的趋势, 总体的趋势上 O/N 值: 小规格文蛤 > 中规格文蛤 > 大规格文蛤。实验结束, 大、中两种规格的文蛤未出现死亡, 小规格的文蛤出现了少量死亡。

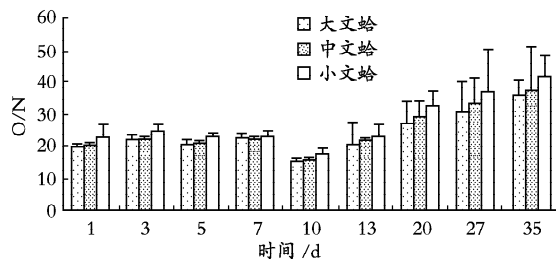


图 3 不同饥饿时间下 3 种规格文蛤的 O/N 值

Fig. 3 The O/N ratio of three different specifications of *Meretrix meretrix* Linnaeus at different starvation treatments

3 讨论

3.1 饥饿对3种规格的文蛤耗氧率和排氮率的影响

饥饿是水生动物生活史中经常面临的环境胁迫因子之一,不同种类或同一种类不同生活期的水生动物对饥饿的适应方式及耐受能力不尽相同^[4,5]。在饥饿状况下,水生动物往往通过调节自身的代谢水平、能量分配和物质能源消耗来适应外来环境: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他环境胁迫时能产生适当的应激反应。国内外学者在饥饿对鱼类和甲壳类的影响研究较多^[5~8],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,耗氧率增加,20 d后耗氧率下降;排氮率在饥饿20 d后增加,20~40 d后下降^[9];长牡蛎(*Crassostrea gigas*)在饥饿8 d后,耗氧率下降,饥饿14 d后排氮率下降^[10];大西洋浪蛤(*Spisula solidissima*)在饥饿5 d后,排氮率下降,饥饿7 d后耗氧率下降^[11]。本实验结果表明,3种规格的文蛤在饥饿7 d后耗氧率下降,在饥饿10 d后排氮率下降。饥饿时间分别为3,5,7 d时三者之间的耗氧率差异不显著($P>0.05$),在饥饿时间分别为20,27,35 d时三者之间的耗氧率没有显著差异($P>0.05$);饥饿时间分别为5,7,10 d时三者之间的排氮率没有显著差异($P>0.05$),饥饿20,27,35 d时三者之间的排氮率差异不显著($P>0.05$)。说明3种规格的文蛤在短时间饥饿时耗氧率和排氮率较稳定;长期饥饿后,耗氧率和排氮率在一个较低的水平长期稳定,这与郭海燕等^[11]对大西洋浪蛤(*Spisula solidissima*),张波等^[12]对中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)和温小波等^[13]对南方鲂(*Silurus meridionalis*)的研究结果相似,表明水生动物在饥饿过程中也存在两个代谢率相对稳定期以应对食物的缺乏^[14~16]。研究结果同时表明,在饥饿的影响下,3种不同规格文蛤耗氧率和排氮率随着个体的变大而下降,同一饥饿时间段,小个体的文蛤明显要比大个体的文蛤代谢更为活跃,这与王资生^[17]对扁玉螺(*Neverita didyma*)和董志国^[18]对三角帆蚌(*Hyriopsis cumingii*)的研究结果相似。实验结束后统计表明在试验前期并未发现有实验贝的死亡,随着时间的延长到实验结束时大、中规格未发现死亡的文蛤,小规格出现少部分死亡,这也表明了规格越大的贝类在食物短缺的情况下更加适应环境。

3.2 饥饿对3种规格的文蛤代谢的影响

许多学者认为氧氮比(O/N)是估计生物体代谢中能源物质的化学本质,O/N的大小表示蛋白质与脂肪和碳水化合物提供给生物体能量的比率。Mayzall^[19]认为如果完全由蛋白质氧化提供能量,O/N值约为7;Ikeda^[20]指出,如果是蛋白质和脂肪氧化提供能量,O/N约为24;Conover^[21]提出,如果主要有脂肪和碳水化合物供能,那么O/N将会趋向无穷大。本研究中文蛤的死亡率以及3种规格的文蛤之间的O/N的比值,表明了规格越小的文蛤在饥饿过程中其代谢程度越活跃。在文蛤饥饿1~35 d的过程中3种规格的文蛤的O/N值随着饥饿时间的延长有先下降后上升的趋势,分别在第10天到最低值,而后随着时间的延长有不断上升的趋势。这说明3种规格的文蛤在饥饿开始时主要有蛋白质和脂肪提供能量,在前期饥饿的过程中蛋白质代谢水平有上升的趋势,随着时间的延长,没有充足的饵料供应,蛋白质逐渐被消耗,脂肪与碳水化合物逐渐成为主要的代谢能源。这与郭海燕^[11]的研究结果大致相同。但是饥饿对不同双壳贝类的氧氮比(O/N)的影响不同,这可能是由于物种之间的差异或者地理环境的不同引起的。

参考文献:

- [1] 赫崇波,陈洪大. 滩涂养殖文蛤生长和生态习性的初步研究[J]. 水产科学, 1997, 16(5): 17-19.
- [2] 吉红九,于志华. 几项生态因子与文蛤幼苗生长的关系[J]. 海洋渔业, 2000, 22(1): 17-19.
- [3] 陆荣茂,肖国强,柴雪良,等. 文蛤稚贝的摄食、呼吸和排泄研究[J]. 海洋学研究, 2007, 25(4): 32-39.
- [4] Mehner T, Wieser W. Energetics and metabolic correlates of starvation in juvenile perch (*Perca fluviatilis*) [J]. *J Fish Biol*, 1994, 45: 325-333.
- [5] 钱周兴,徐永清,方一峰. 饥饿对鱼类的影响[J]. 生物学通报, 2006, 41(6): 9-11.
- [6] 谢小军,邓利. 饥饿对鱼类生理生态学影响的研究进展[J]. 水生生物学报, 1998, 22(21): 81-88.
- [7] 吴立新,董双林. 水产动物继饥饿或营养不足后的补偿生长研究进展[J]. 应用生态学报, 2000, 11(6): 943-946.
- [8] 吴立新,董双林,姜志强. 饥饿对甲壳动物生理生态学影响的研究进展[J]. 应用生态学报, 2004, 15(4): 723-727.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 郭海燕, 王昭萍, 于瑞海, 等. 饥饿对大西洋浪蛤耗氧率和排氨率的影响 [J]. 海洋科学, 2007, **31**(9): 30-32.
- [12] 张波, 谢小军. 南方鲇的饥饿代谢研究 [J]. 海洋与湖沼, 2000, **31**(4): 80-84.
- [13] 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.
- [14] Marais J F K. Routine oxygen consumption of *Mugil cephalus*, *Liza dumerili* and *L. richardson* at different temperature and salinities [J]. *Mar Biol*, 1978, **50**: 9-16.
- [15] Millan D N, Houlihan D F. Protein synthesis in trout liver is stimulated by both feeding and fasting [J]. *Fish Physiol Biochem*, 1992, **10**: 23-34.
- [16] Stefens W. Principles of fish nutrition [M]. New York: Ellis Horwood Press, 1989. 139-145.
- [17] 王资生, 彭斌. 温度和规格对扁玉螺耗氧率和排氨率的影响 [J]. 盐城工学院学报(自然科学版), 2003, **16**(4): 50-54.
- [18] 董志国, 李家乐, 王美珍, 等. 规格和温度对三角帆蚌耗氧率的影响 [J]. 上海水产大学学报, 2004, **13** (1): 47-51.
- [19] Mayzallid P. The influence of starvation on the metabolism and biochemical composition of some species [J]. *Mar Biol*, 1976, **37**: 47-58.
- [20] Ikeda T. Nutrition ecology of marine zooplankton [J]. *Mem Fac Fish Hokkaido Univ*, 1974, **22**: 71-77.
- [21] 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 three different sizes of *Meretrix meretrix* Linnaeus

FAN Jian-xun^{1,2}, LIN Zhi-hua³, XIAO Guo-qiang², CHAI Xue-liang², ZHAO Yi-qiang², LU Rong-mao², ZHANG Jiong-ming²

(1. Faculty of Life Science and Biotechnology of Ningbo University, Ningbo 315211, China; 2. Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325005, China; 3. College of Biological and Environmental Sciences of Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China)

Received: Jul. , 15, 2009

Key words: *Meretrix meretrix* Linnaeus; starvation; oxygen consumption rate; ammonia excret

Abstract: Effects of starvation on oxygen consumption and ammonia excretion rates of three different specifications of *Meretrix meretrix* Linnaeus were studied. The starvation was set for 1, 3, 5, 7, 10, 13, 20, 27 and 35 days. The experimental results showed that the oxygen consumption and ammonia excretion rates were 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. Ammonia excretion rate increased with the increasing time and reached a peak value at the 10th day. After the 10th day, ammonia excretion rate began to decrease. In the experimental cycle, O/N of large specifications ranged from 15.05 to 36.12 and the mean was 23.69. The middle ranged from 15.6 to 37.56 and the mean was 24.73, the small ranged from 17.44 to 47.25 and the mean was 27.17.

(本文编辑:张培新)