

饥饿对二倍体和三倍体长牡蛎呼吸和排泄的影响

王芳, 王昭萍, 董少帅, 吕宝强

(中国海洋大学 水产学院, 国家教委海水养殖重点实验室, 山东 青岛 266003)

摘要: 采用室内实验的方法研究了饥饿对二倍体(2n)和三倍体(3n)长牡蛎(*Crassostrea gigas*)呼吸和排泄的影响。实验饥饿的时间为 2, 5, 8, 11, 14, 23, 32 d, 实验牡蛎的软体部干质量为 $M_{2n} = 0.347 \text{ g} \pm 0.071 \text{ g}$; $M_{3n} = 0.301 \text{ g} \pm 0.099 \text{ g}$ 。实验结果表明: (1) 二倍体长牡蛎在饥饿 2~14 d 内, 随着饥饿时间的延长, 个体的耗氧率增大, 当饥饿 14 d 以后, 随着饥饿时间的延长, 个体的耗氧率下降; 三倍体长牡蛎则表现出饥饿 5 d 以后, 随着饥饿时间的延长, 个体的耗氧率下降。耗氧率与饥饿时间的关系为: $R_{O, 2n} (\text{mg}/(\text{个} \cdot \text{h})) = -0.08 + 0.21T - 0.01T^2 - 0.01T^3$, $R_{O, 3n} (\text{mg}/(\text{个} \cdot \text{h})) = -1.97 + 0.45T - 0.12T^2 + 0.01T^3$; 在饥饿 2~5 d 内, 二倍体和三倍体长牡蛎的耗氧率差异不显著 ($P > 0.05$), 而饥饿 5 d 以后, 耗氧率的差异达到显著水平 ($P < 0.05$); (2) 二倍体长牡蛎在饥饿 2~8 d 内, 随着饥饿时间的延长, 其排氮率增加, 当饥饿 8 d 以后, 排氮率则逐渐下降; 三倍体长牡蛎则表现出饥饿 5 d 以后, 随着饥饿时间的延长, 个体的排氮率下降。排氮率与饥饿时间的关系为: $R_{A, 2n} (\mu\text{g}/(\text{个} \cdot \text{h})) = -16.09 + 32.65T - 8.11T^2 + 0.57T^3$, $R_{A, 3n} (\mu\text{g}/(\text{个} \cdot \text{h})) = 4.57 + 16.07T - 5.42T^2 + 0.44T^3$; 在实验的时间范围内, 二倍体和三倍体长牡蛎排氮率的差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。

关键词: 长牡蛎(*Crassostrea gigas*); 二倍体; 三倍体; 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(2004)10-0052-04

三倍体贝类由于具有生长快、不育性等特点, 目前在美国已具有一定的养殖规模, 在中国此项研究近年也取得了很大的进展。关于二倍体和三倍体贝类代谢的差异, 许多学者在温度、个体大小、昼夜变化、盐度等方面作了一定的研究^[1-6], 而饥饿对二倍体和三倍体贝类呼吸和排泄的影响还未见报道。作者研究了饥饿对二倍体和三倍体长牡蛎耗氧率和排氮率的影响, 并比较其差异, 为进一步了解三倍体长牡蛎的生理特性提供基础依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验的长牡蛎(*Crassostrea gigas*)于 2001 年 3 月采自荣成桑沟湾。牡蛎采回后, 去除其表面附着物, 经流式细胞计鉴定倍性。将二倍体(2n)和三倍体(3n)长牡蛎分别放在不同的水族箱内, 暂养 5~8 d。每天定时投喂单胞藻(*Phaeodactylum tricornutum*), 每天换水 1 次, 实验前 1 天用过滤海水暂养以备实验用。实验牡蛎的规格为, M_{2n} (软体部干质量) = $0.347 \text{ g} \pm 0.071 \text{ g}$, $M_{3n} = 0.301 \text{ g} \pm 0.099 \text{ g}$ 。实验用的海水为砂滤海

水, 温度为 $25^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, 盐度为 28~30。

1.2 实验方法

实验饥饿的时间分别为 2, 5, 8, 11, 14, 23, 32 d。实验在 1 000, 3 000 mL 锥形瓶内进行, 每个锥形瓶内放一个贝, 外加空白对照。实验设 10 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 2~6 h。温度用 WMZK-01 型控温仪控温, 溶氧用碘量法测定, 氮氮用次溴酸钠氧化法测定。根据始末溶氧变化和氮氮浓度的变化计算耗氧率(用 R_O 表示, 单位 $\text{mg}/(\text{个} \cdot \text{h})$)和排氮率(用 R_A 表示, 单位 $\mu\text{g}/(\text{个} \cdot \text{h})$)。

实验结束后, 将长牡蛎取出, 在砂滤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

收稿日期: 2003-05-19 修回日期: 2003-12-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(39900111)

作者简介: 王芳(1966-), 女, 山东招远人, 博士, 研究方向: 水产养殖生态学, E-mail: wangfang249@ouc.edu.cn

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 32 d 实验结束。

2 结果

2.1 不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的耗氧率

不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的耗氧率见图 1。从图 1 中可以看出,随着饥饿时间的延长,二倍体和三倍体长牡蛎的耗氧率呈一定的变化规律。三倍体长牡蛎饥饿 2~ 5 d,其耗氧率随着饥饿时间的延长而增大,但饥饿 5 d 以后,其耗氧率随着饥饿时间的延长而降低;二倍体长牡蛎饥饿 2~ 14 d,其耗氧率逐渐增大,当饥饿 14 d 以后,其耗氧率则随着饥饿时间的延长而下降。在实验时间内,二倍体长牡蛎的平均耗氧率比三倍体高 54.6%。耗氧率与饥饿时间的关系如下:

$$R_{O,2n}(\text{mg}/(\text{个}\cdot\text{h})) = -0.08 + 0.21T - 0.01T^2 - 0.01T^3, (R^2 = 0.85, F = 45.00), (P < 0.001)$$

$$R_{O,3n}(\text{mg}/(\text{个}\cdot\text{h})) = -1.97 + 0.45T - 0.12T^2 + 0.01T^3, (R^2 = 0.85, F = 47.76), (P < 0.001)$$

当短时间饥饿时(2~ 5 d),二倍体和三倍体长牡蛎的耗氧率差异不显著($P > 0.05$),而饥饿 5 d 以后,耗氧率的差异达到显著水平($P < 0.05$)。

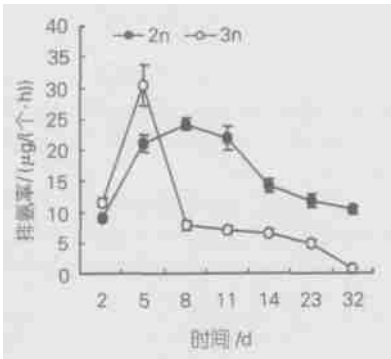


图 1 不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的耗氧率
Fig. 1 The oxygen consumption rates of diploid and triploid oysters under different starvation period

2.2 不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的排氨率

不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的排氨率见图 2。从图 2 中可以看出,随着饥饿时间的延长(2~ 5 d),三倍体长牡蛎的排氨率逐渐增大,当饥饿 5 d 后,其排氨率逐渐下降;而二倍体长牡蛎在饥饿 8 d

以后,其排氨率逐渐下降。在实验的时间范围内,二倍体长牡蛎的平均排氨率比三倍体高 62.9%。排氨率与饥饿时间的关系如下:

$$R_{A,2n}(\mu\text{g}/(\text{个}\cdot\text{h})) = -16.09 + 32.65T - 8.11T^2 + 0.57T^3, (R^2 = 0.88, F = 57.32), (P < 0.001)$$

$$R_{A,3n}(\mu\text{g}/(\text{个}\cdot\text{h})) = 4.57 + 16.07T - 5.42T^2 + 0.44T^3, (R^2 = 0.51, F = 8.113), (P < 0.001)$$

在实验的时间范围内,二倍体和三倍体长牡蛎排氨率的差异达到显著水平($P < 0.05$)。

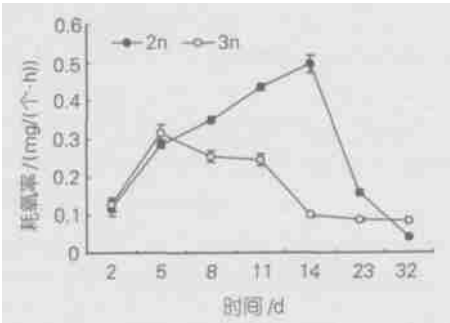


图 2 不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的排氨率
Fig. 2 The ammonia excretion rates of diploid and triploid oysters under different starvation period

2.3 不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的

$$x(O):x(N)$$

不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的 $x(O):x(N)$ (耗氧率中的氧原子数/排氨率中的氮原子数)见表 1。

表 1 不同饥饿时间二倍体和三倍体长牡蛎的 $x(O):x(N)$ (平均 ± 标准差)

Tab.1 The $x(O):x(N)$ of diploid and triploid oysters under different starvation period (Mean ± SE)

饥饿时间 (d)	$x(O):x(N)$	
	二倍体	三倍体
2	14.80 ± 2.20 ^a	12.68 ± 1.96 ^a
5	15.23 ± 0.49 ^a	12.26 ± 1.89 ^a
8	16.33 ± 0.52 ^a	37.49 ± 4.77 ^b
11	22.72 ± 2.03 ^a	40.59 ± 6.66 ^b
14	40.03 ± 4.67 ^a	17.46 ± 1.85 ^b
23	15.63 ± 1.55 ^a	20.56 ± 1.48 ^b
32	4.70 ± 0.30 ^a	111.24 ± 5.00 ^b

注:同一行中的不同字母表示差异达到显著水平($P < 0.05$)。

从表中可以看出,在饥饿 2~5 d 内,二倍体和三倍体长牡蛎的 $x(O) : x(N)$ 差异未达到显著水平 ($P > 0.05$),而饥饿 5 d 以后,二倍体和三倍体长牡蛎的 $x(O) : x(N)$ 差异达到显著水平 ($P < 0.05$),在实验的饥饿时间范围内,三倍体长牡蛎的 $x(O) : x(N)$ 平均值是二倍体的 1.95 倍。

3 讨论

3.1 饥饿对贝类呼吸和排泄的影响

饥饿对贝类呼吸和排泄的影响国内外已有一些报道。贻贝 (*Mytilus edulis*) 在不同的季节饥饿时,其耗氧率和排氮率呈现一定的变化规律^[7,8];北洲鲍 (*Haliotis kamtschakana*) 当饥饿 18 d 时,其耗氧率比正常摄食时高,但两者差异未达到显著水平 ($P > 0.05$),而饥饿 18 d 以后,其耗氧率差异达到显著水平^[9];欧洲鲍 (*Haliotis tuberculata* L.) 饥饿条件下的耗氧率低于摄食状态下的耗氧率^[10];杂色鲍 (*Sulculus diversicolor aquatilis*) 的耗氧率随着饥饿时间的延长逐渐下降,而排氮率在饥饿 17 d 后才下降^[11];栉孔扇贝 (*Chlamys farreni*) 在饥饿 10 d 后,其耗氧率增加,20 d 后则下降,排氮率在饥饿 20 d 后增加,20~40 d 则下降^[12];菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*) 在饥饿条件下的耗氧率及排氮率皆低于正常摄食条件^[13]。在该实验中,长牡蛎的耗氧率及排氮率与饥饿时间亦呈现一定的关系。可见,饥饿对贝类耗氧率及排氮率的影响因种而异。

3.2 二倍体和三倍体长牡蛎呼吸和排泄的比较

从实验中可以看出,二倍体长牡蛎在饥饿 8 d 以后,其耗氧率下降;而饥饿 14 d 以后,排氮率下降;三倍体长牡蛎则饥饿 5 d 后,其耗氧率和排氮率皆下降,这说明饥饿时,二倍体长牡蛎比三倍体代谢更活跃。此外,当饥饿 5 d 后,二倍体和三倍体长牡蛎的 $x(O) : x(N)$ 差异达到显著水平 ($P < 0.05$),三倍体长牡蛎的 $x(O) : x(N)$ 平均值是二倍体的 1.95 倍,这说明饥饿 5 d 后,三倍体长牡蛎的代谢底物中蛋白质占的比例少,糖或脂肪占的比例相对多,而二倍体长牡蛎则相反。

参考文献:

[1] 刘志鸿,王清印,张岩,等. 栉孔扇贝三倍体和二倍体的

排泄研究[J]. 中国水产科学, 2001, 7(4): 10~13.

[2] 张岩,王清印,刘志鸿,等. 栉孔扇贝三倍体和二倍体的呼吸代谢比较[J]. 海洋水产研究, 2001, 22(1): 19~24.

[3] 周一兵,宋坚,李晓艳,等. 不同温度下太平洋牡蛎三倍体和二倍体生物能量学比较[J]. 水产学报, 2000, 24(6): 504~509.

[4] 王芳,王昭萍,董双林,等. 盐度对二倍体和三倍体长牡蛎呼吸和排泄的影响[J]. 海洋科学, 2003, 27(6): 73~76.

[5] Shpigiel M, Barber B J, Mann R. Effects of elevated temperature on growth, gametogenesis, physiology, and biochemical composition in diploid and triploid Pacific oyster, *Crassostrea gigas* Thunberg[J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1992, 161: 15~25.

[6] Kesarcodi-Watson A, Lucas J S, Klumpp D W. Comparative feeding and physiological energetics of diploid and triploid Sydney rock oysters, *Saccostrea commercialis* L. Effects of oyster size[J]. Aquaculture, 2001, 203: 177~193.

[7] Bayne M. Aspects of the metabolism of *Mytilus edulis* during starvation[J]. Netherlands Journal of Sea Research, 1973, 7: 399~410.

[8] Gabbott P A, Bayne B L. Biochemical effects of temperature and nutritive stress on *Mytilus edulis* L[J]. J Mar Biol Assoc UK, 1973, 53: 269~286.

[9] Carefoot TH, Qian P, Taylor B, et al. Effect of starvation on energy reserves and metabolism in the northern abalone, *Haliotis kamtschakana*[J]. Aquaculture, 1993, 118: 315~325.

[10] Gaty G, Wilson J H. Effect of body size, starvation, temperature and oxygen tension on the oxygen consumption of hatchery-reared oysters *Haliotis tuberculata* L[J]. Aquaculture, 1986, 56: 229~237.

[11] Segawa S. Oxygen consumption and ammonia excretion by the abalone *Sulculus diversicolor aquatilis* in starved condition[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1991, 57(11): 2001~2006.

[12] Yang H S, Wang J, Zhou Y, et al. Impact of starvation on survival, meat condition and metabolism of *Chlamys farreni*[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2001, 19(1): 51~56.

[13] 姜祖辉,王俊,唐启升. 菲律宾蛤仔生理生态学 I 温度、体重及摄食状态对耗氧率及排氮率的影响[J]. 海洋水产研究, 1999, 20(1): 40~43.

Effects of starvation on respiration and excretion of diploid and triploid oysters *Crassostrea gigas*

WANG Fang, WANG Zhao- ping, DONG Shao- shuai, L Bao- qiang
(Ocean University of China, Mariculture Research Laboratory, Qingdao 266003, China)

Received: May, 19, 2003

Key words: *Crassostrea gigas*; diploid; triploids; starvation; oxygen consumption rate (R_0); ammonia excretion rate (R_A)

Abstract: Effects of starvation on respiration and excretion of diploid(2n) and triploid (3n) oysters *Crassostrea gigas* are studied. The sample initial dried weights of soft tissue were $0.347 \text{ g} \pm 0.071 \text{ g}$ (Mean $\pm$ SE, 2n) and $0.301 \text{ g} \pm 0.099 \text{ g}$ (Mean $\pm$ SE, 3n) and starvation was set for 2, 5, 8, 11, 14, 23 and 23 d. Respiration and excretion rates of there oysters were affected by starvation obviously. In short period of starvation (from the 2nd to the 5th day), there was no significant difference in oxygen consumption between the diploid and triploid oysters ($P > 0.05$). After the 5th day, the difference was significant ($P < 0.05$). R_A of these oysters had significant difference ($P < 0.05$). No significant difference of O: N ratios between the diploid and triploid oysters in the first 2~ 5 days of starvation ($P > 0.05$). After the 5th day, the difference was obviously. The mean O: N ratio of triploid was 0.95 times more than that of diploid.

(本文编辑: 张培新)