

温度和规格对扁玉螺耗氧率和排氨率的影响*

王资生 彭 斌

(盐城工学院 海洋工程系 江苏 盐城 224003)

摘 要:在实验生态条件下,研究了温度对不同个体大小扁玉螺耗氧率和排氨率的影响。实验结果表明,在实验温度(10~35℃)条件下,扁玉螺的个体耗氧率(R'_o [mg/个·h])和个体排氨率(R'_N [mg/个·h])与软体部干重(W)呈正相关,而耗氧率(R_o [mg/g·h])、排氨率(R_N [mg/g·h])与软体部干重呈负相关,二者之间均可用幂函数表示,扁玉螺的耗氧率和排氨率均随温度的升高而增加,但超过 30℃后,耗氧率则下降,耗氧率(R_o)、排氨率(R_N)与温度之间呈明显的指数函数关系。不同规格扁玉螺的耗氧率和排氨率的比值(原子数 O:N)在 20℃时最大。方差分析表明,温度、软体部干重对扁玉螺的耗氧率和排氨率有极显著的影响($P < P_{0.01}$)。

关键词:扁玉螺;耗氧率;排氨率;温度;规格

中图分类号 S966.28

文献标识码 A

文章编号:1671-532X(2003)04-0050-05

扁玉螺(*Neverita didyma*)俗称“肚脐螺”,隶属于软体动物门、前鳃亚纲、玉螺科,是我国重要的经济腹足类。该螺生活在潮间带至浅海 50 米的细沙泥底质中,我国南北沿海均有分布。其个体大,肉味鲜美,食后口余清香,广为沿海居民喜爱。由于捕捞过度,扁玉螺的自然资源日益减少。因此开展扁玉螺的繁殖生物学研究具有重要的现实意义。

有关贝类耗氧率及排氨率的研究已有不少报道^[1~3],但关于扁玉螺代谢方面的研究还未见。本文主要研究温度对不同规格扁玉螺耗氧率和排氨率的影响,旨在为扁玉螺的生理生态学研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用扁玉螺购自江苏连云港赣榆县海头镇。试验螺取回后,去除其表面附着物,挑选无损伤个体置于水族箱中暂养 5~6 d,暂养期间连续冲气并投喂单胞藻,每日早晚换水各 1 次。试验所用海水取自盐城陈港,盐度为 26.3 ± 0.5 ,并用 $0.45 \mu\text{m}$ 的微孔滤膜抽滤备用。

1.2 试验方法

温度设置 6 个梯度(10~35℃),温度误差为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。试验前,选取数量为实验用量 3~5 倍的扁玉螺,进行温度驯化,温度调节采用逐渐均匀过度法,每天温度的升降幅度不超过 2°C ,达到所需温度后,再驯养 3 d。实验在 2000 ml 的锥型瓶中进行,用 MJ-180 型培养箱(10℃组)和水浴控制所需温度。

按试验螺个体的大小分为 A、B、C3 组,每瓶中放置扁玉螺个数分别为 A 组 5 个, B 组 4 个, C 组 3 个,每组设 3 个重复,每个温度下均设一个无螺的空白对照组。将禁食 24h 的扁玉螺放入锥型瓶后,移至培养箱或水浴锅,待瓶中水温达到设定温度时,立即取样测其初始溶氧和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量,同时用保鲜膜密封,实验持续 2~2.5 h,用 Winkler 法(碘量法)测定水中的溶氧含量(D_o),用次溴酸钠氧化法测水中氨氮浓度($\text{NH}_4^+ - \text{N}$),根据试验始末 D_o 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度的变化,分别计算个体耗氧率(R'_o [mg/个·h])、耗氧率(R_o [mg/g·h])、个体排氨率(R'_N [mg/个·h])、排氨率(R_N [mg/g·h])。

* 收稿日期 2003-10-08

作者简介:王资生(1967-),男,江苏东台人,盐城工学院讲师,主要从事海洋生态学和养殖生态学的教学与科研。

[$\text{mg/g}\cdot\text{h}$] 及 Q_{10} (温度对贝类代谢的影响强度)。

试验结束后,将扁玉螺取出,用游标卡尺测其壳高、壳宽,取其软体部和壳置于 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 真空干燥箱中烘 5 h ,以 FA1604 电子分析天平称量软体部

的干重和壳重,并计算肥满度(F)=(干肉重/干壳重) $\times 100\%$ (见表 1)。为了排除耗氧率昼夜变化的影响,不同水平梯度的试验均于当天的同一时间内进行。

表 1 扁玉螺的生物学数据

Table 1 The biology data of <i>Neverita didyma</i>				
实验组	壳宽/cm	软体干重/g	壳干重/g	肥满度/%
A	1.85 ± 0.19	0.2527 ± 0.0542	1.5056 ± 0.3106	16.78
B	2.56 ± 0.37	0.5879 ± 0.0819	3.7271 ± 0.9122	15.47
C	3.43 ± 0.31	1.2697 ± 0.1275	8.3189 ± 1.3033	17.26

2 结果

2.1 耗氧率和排氨率与软体部干重的关系

在各个实验温度下,扁玉螺的个体耗氧率(R'_o [$\text{mg}/\text{个}\cdot\text{h}$])和个体排氨率(R'_N [$\text{mg}/\text{个}\cdot\text{h}$])与软体部干重(W)呈正相关,随着体重的增加而增加,而耗氧率(R_o [$\text{mg}/\text{g}\cdot\text{h}$])和排氨率(R_N [$\text{mg}/\text{g}\cdot\text{h}$])与软体部干重呈负相关。个体耗氧率(R'_o)

个体排氨率(R'_N)与软体部干重的关系可分别用幂函数 $R'_o = aW^b$ 和 $R'_N = cW^d$ 表示,回归方程的参数及相关系数见表 2。其中 a 值的范围是 $0.4320\sim 0.8921$,平均值为 0.6416 , b 值的范围是 $0.6875\sim 0.8704$,平均值为 0.787 , c 值的范围是 $0.0607\sim 0.5211$, d 值的范围是 $0.6997\sim 1.1180$ 。 b 和 d 的数值变化没有规律,但 a 和 c 则与耗氧率和排氨率随温度变化的规律一致。

表 2 扁玉螺的个体耗氧率(R'_o)、个体排氨率(R'_N)与软体部干重(W)的回归方程参数

Table 2 The parameter relate to the regress equation between dry weight of soft tissue(W) and oxygen consumption(R'_o) or ammonia excretion(R'_N) of *Neverita didyma*

温度($^{\circ}\text{C}$)	R'_o ($\text{mg}/\text{个}\cdot\text{h}$)				R'_N ($\text{mg}/\text{个}\cdot\text{h}$)			
	a	b	R^2	n	c	d	R^2	n
10	0.4320	0.7917	0.9129	36	0.0607	1.1180	0.8349	36
15	0.5436	0.8704	0.8347	36	0.2697	1.0166	0.9236	36
20	0.5718	0.7536	0.8863	36	0.3284	0.6997	0.8759	36
25	0.7467	0.8064	0.9271	36	0.4891	0.7499	0.8892	36
30	0.8921	0.6875	0.8554	36	0.5163	0.8235	0.9451	36
35	0.5833	0.8124	0.8940	36	0.5211	0.8187	0.8522	36

2.2 温度对扁玉螺耗氧率和排氨率的影响

随着温度的升高,扁玉螺的耗氧率相应增加,在 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 达到最高,随着温度的进一步升高,耗氧

率反而下降(图 1);扁玉螺排氨率与温度呈正相关,随着温度的升高而不断增加(图 2)。方差分析表明,温度、干重及温度和干重的交互作用对扁

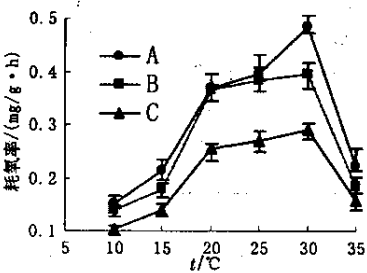


图 1 温度对扁玉螺耗氧率的影响很大

Fig.1 The effects of temperature on oxygen consumption rates of *Neverita didyma*
万方数据

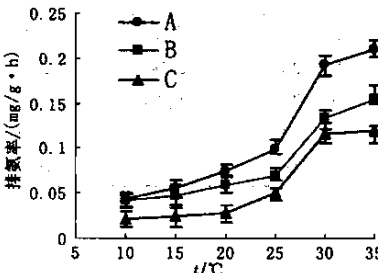


图 2 温度对扁玉螺排氨率的影响

Fig.2 The effects of temperature on ammonia excretion rates of *Neverita didyma*

玉螺的耗氧率($F_{\text{温度}} = 51.25$, $F_{\text{干重}} = 26.43$, $F_{\text{温度} \times \text{干重}} = 12.47$)和排氨率($F_{\text{温度}} = 67.29$, $F_{\text{干重}} = 43.41$, $F_{\text{温度} \times \text{干重}} = 21.54$)均有极显著的影响($F > F_{0.01}$)。各试验组耗氧率($10 \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$)、排氨率与温度之间的回归关系,可分别用指数函数表示,其回归方程的参数及相关系数见表 3,耗氧率与排氨率的比值(原子数 O :N)见表 4,温度对扁玉螺

的耗氧率和排氨率的影响强度(Q_{10})见表 5,由表 3 可看出, r_1 、 q_1 都随扁玉螺的个体增大而降低, r_2 和 q_2 变化不太明显。不同大小的扁玉螺个体 O :N 的比值为 $1.06 \sim 9.04$,且各组在 $15 \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间的 O :N 值都较高,在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时达到最大。 Q_{10} 值为 $0.21 \sim 3.79$,总平均值为 1.72。

表 3 扁玉螺的耗氧率(R_o)和排氨率(R_N)与水温的回归方程参数

Table 3 The parameter relate to the regress equation between water temperature and oxygenconsumption rates(R_o) or ammonia excretion rates(R_N) of *Neverita didyma*

实验组	耗氧率				排氨率			
	r_1	r_2	R_2	n	q_1	q_2	R_2	n
	mg/g·h							
A	0.091	0.059	0.9324	36	0.0212	0.0658	0.9671	36
B	0.0846	0.0575	0.8406	36	0.0203	0.0573	0.9416	36
C	0.0654	0.0547	0.873	36	0.007	0.08	0.9145	36

表 4 扁玉螺耗氧率(R_o)、排氨率(R_N)及两者之间的比值(原子数 O :N)

Table 4 The oxygen consumption rates(R_o) and ammonia excretion rates(R_N) and their ratio(atom icity O :N) of *Neverita didyma*

$t/^{\circ}\text{C}$	A			B			C		
	R_o	R_N	O :N	R_o	R_N	O :N	R_o	R_N	O :N
	mg/g·h								
10	0.1513	0.0431	3.51	0.1384	0.0408	3.39	0.1023	0.0212	4.83
15	0.2138	0.0553	3.87	0.1772	0.0463	3.83	0.1402	0.0238	5.89
20	0.3676	0.0739	4.97	0.3648	0.0583	6.26	0.2549	0.0282	9.04
25	0.3962	0.0994	3.99	0.3821	0.0702	5.44	0.2687	0.0495	5.43
30	0.4863	0.1935	2.51	0.3964	0.1332	2.98	0.2903	0.1162	2.50
35	0.2231	0.2107	1.06	0.1839	0.1547	1.19	0.1578	0.1204	1.31

表 5 温度对扁玉螺耗氧率及排氨率的影响强度(Q_{10})

Table 5 Influence intensity of temperature on the oxygen consumption rates(R_o) and ammonia excretion rates(R_N) of *Neverita didyma* (Q_{10})

$t/^{\circ}\text{C}$	耗氧率			排氨率		
	A	B	C	A	B	C
	mg/g·h					
10 ~ 15	2.0	1.61	1.88	1.65	1.29	1.26
15 ~ 20	2.96	2.24	3.31	1.79	1.59	1.4
20 ~ 25	1.16	1.1	1.11	1.81	1.45	3.08
25 ~ 30	1.51	1.08	1.17	3.79	3.6	2.51
30 ~ 35	0.21	0.22	0.3	1.19	1.35	1.07

3 讨论

3.1 软体部干重对扁玉螺耗氧率和排氨率的影响
贝类和其它水生一样,不断地进行呼吸与排泄,其排泄物主要有氨、尿素、尿酸、氨基酸等,其

中氨约占总排泄的 70%^[3]。个体耗氧率和个体排氨率是指单位时间内个体的耗氧量和排氨量,而耗氧率和排氨率率指的是单位时间内单位体重的耗氧量与排氨量。实验表明,扁玉螺的个体耗氧率和个体排氨率与其软体部干重呈正相关,而

耗氧率和排氮率与软体部干重呈负相关,二者之间的关系都可用幂函数表示,只是前者公式中的指数为正,而后者的指数为负,这与对其它贝类的呼吸研究得到的结果一致。在迄今对水生动物的研究中,通常将个体耗氧率与体重回归方程 $R'_{O_2} = aW^b$ 中的 b 称为体重指数,对于贝类的体重指数 b 多数研究表明变化较小,杨红生等^[4]报道墨西哥湾扇贝的 b 值为 $0.7482 \sim 0.9373$,平均为 0.8607 ,王俊等^[5]报道栉孔扇贝的 b 值为 $0.534 \sim 0.626$,平均 0.582 。本实验结果的 b 值范围为 $0.6875 \sim 0.8704$,平均值为 0.787 ,与上述结论基本相似。 b 值存在差异性是由贝类自身生物学特性造成的^[6]。

以往研究结果表明,贝类与鱼类、虾类一样,耗氧率和排氮率随着体重的增加而降低,这可能与水生动物在生长过程中的组织、脏器的比重有关,直接维持生命的组织和脏器如肾脏、肝脏等的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。在动物生长过程中,这两种组织的比率随之减少,即肌肉和脂肪等积累增多,从而引起随个体增大而单位重量的耗氧率和排氮率降低的现象^[3]。

3.2 温度对扁玉螺耗氧率和排氮率的影响

贝类是变温动物,温度的波动是引起贝类生理活动变化的重要因素,温度升高,体内各种生化反应速度加快。许多研究结果表明,在适宜的温度范围内,贝类的代谢率随温度的升高而增加,超出这个范围,贝类的代谢就会出现异常^[2,7],在对贝类的呼吸研究中发现,随着温度的升高,贝类的耗氧率出现两种变化趋势,一是在某温度范围内,贝类的耗氧率一直呈上升的趋势^[1,6,7],二是在某温度范围内,贝类的耗氧率在达到某最大值后,随温度的升高其耗氧率下降^[3-5]。S. Bougrier 等^[1]认为这可能与两方面因素有关:一方面,一些研究在自然条件下进行,而另一些研究则在实验条件下对实验样品进行了不同时间的驯化。Widdows 的研究^[8]表明,在不驯化、短期驯化、长期驯化 3

种条件下,贝类的耗氧率对温度表现出了不同的变化趋势;另一方面,在研究中对某种贝类设定的温度范围可能并不是最佳的实验设计^[6]。

本实验中,扁玉螺的耗氧率在 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时达到最大,随温度的进一步提高,耗氧率则急剧下降,而排氮率则进一步增加,这与栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)^[5]、墨西哥湾扇贝(*Southern Bay scallop*)^[4]和菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)^[3]有类似的现象,但与缢蛏(*Sinonovacula constricta*)^[6]相比有一定区别,可能是 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 已超过扁玉螺的适温范围,从而对扁玉螺的呼吸产生抑制作用。

3.3 温度对扁玉螺代谢的影响

温度直接影响生物有机体的新陈代谢速率,温度的变化对贝类代谢强度的影响可用 Q_{10} (温度每升高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时反应速率的变化)表示,双壳类的 Q_{10} 一般介于 $1.0 \sim 2.5$ 之间或稍高,平均值为 2.0 左右^[6],本实验中 Q_{10} 的范围为 $0.21 \sim 3.79$,平均值为 1.72 。 Q_{10} 低于 1 ,是由于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时扁玉螺耗氧率的数值下降所致,表明此时扁玉螺的代谢速率降低。与栉孔扇贝^[5]相比,扁玉螺的 Q_{10} 相对较小,说明扁玉螺对温度的敏感性相对较弱,适应温度变化的能力较强。这与其为广温性生物的结论是一致的。

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 比值大,表明动物消耗的能量较小部分由蛋白质提供,多数由脂肪和糖类提供^[3-5]。生物在正常生长期间,体内的蛋白质不断累积,此时蛋白质的代谢相对较低,不同规格扁玉螺的 O/N 值在 $15 \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间都较高,在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 达到最大,虽然有研究认为, O/N 值的大小不能完全表明生物有机体的生长速率,但很多迹象表明, O/N 值可以作为生物体适应环境压力的一项指标^[8]。因此根据 O/N 比值可以初步推断,扁玉螺适宜的生长温度在 $15 \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。

参考文献:

- [1] 刘其根,沈和定,周洪琪,等.河蚬的耗氧率和排氮率[J].上海水产大学学报,1999,8(4):298-303.
- [2] Bougrier S, geairon P, Deslous-Paoli JM et al. Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg) [J]. Aquaculture, 1995, 134:143-154.
- [3] 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.
- [4] 杨红生,张海波,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.

- [5] 王俊,姜祖辉,唐启升.栉孔扇贝耗氧率和排氨率的研究[J].用生态学报,2002,13(9):1157-1160.
- [6] 范德朋,潘鲁青.温度对缢蛏耗氧率和排氨率的影响[J].青岛海洋大学学报,2002,32(1):56-62.
- [7] 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,1998,22:118-120.
- [8] Widdows J. Physiological indices of stress in *Mytilus edulis*[J]. J Mar Biol Ass U k, 1978, 58:125-142.

Effects of Temperature and Body Size on Oxygen Consumption Rate and Ammonia Excretion Rate of *Neverita Didyma*

WANG Zi - sheng ,PENG Bin

(Department of Ocean Engineering of Yancheng Institute of Technology ,Jiangsu Yancheng 224003 ,China)

Abstract :The effects of temperature on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Neverita didyma* were studied in laboratory. The results showed that the oxygen consumption(R'_O [mg/个·h] and ammonia excretion(R'_N [mg/个·h] of *Neverita didyma* increased but the oxygen consumption rate(R_O [mg/g·h] and ammonia excretion rate(R_N [mg/g·h] decreased with its increasing dry weight of soft tissue(W [g]). The relationship between body weight and R'_O or R'_N could be described as a power function, $R'_O = aw^b$ or $R'_N = cw^d$. The oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Neverita didyma* increased with water temperature rising but the oxygen consumption rate decreased while surpassing 30℃. The relationship between water temperature and R_O or R_N could be represented by $R_O = r_1 e^{t_2 \cdot x}$ or $R_N = q_1 e^{q_2 \cdot x}$. The ratio (atomicity $O : N$) between R_O and R_N was highest at 20℃. ANOV showed that the R_O and R_N were significantly affected by water temperature and dry weight of soft tissue.

Keywords :*Neverita didyma* ; oxygen consumption rate ; ammonia excretion rate ; temperature ; body size

(上接第 29 页)

参考文献 :

- [1] 沈美明,温冬婵.IBM-PC 汇编语言程序设计[M].第2版.北京:清华大学出版社,2001.
- [2] 刘小晶.硬盘 MBR 修复技巧[J].计算机应用研究,2001,18(8):145-146.
- [3] 姜灵敏.微机硬盘管理技术[M].北京:人民邮电出版社,1999.

Discussion of The Software Faults 'Correction of High Disk 's Major Boot Sector

HUA Xiao-peng

(Department of Computer Science and Engineering of Yancheng Institute of Technology ,Jiangsu Yancheng 224003 ,China)

Abstract :At first ,this paper analyzes the structure and function of high disk 's Major Boot Sector(MBS).Then three possible solutions are introduced to process software faults of high disk 's MBS and the corresponding programs are given.

Keywords :High Disk ; MBS ; Software fault