

科学实验

温度和相对饵料丰度对海蜇水母体生长的影响*

鲁 男 蒋 双 陈介康

(辽宁省海洋水产研究所, 大连 116023)

提 要

本文在实验室条件下, 盐度为20‰时, 就温度和相对饵料丰度对海蜇(*Rhopilema esculenta* Kishinouye)水母体生长的影响进行研究。温度设6个梯度组(16℃, 20℃, 24℃, 28℃, 32℃, 变温), 同时对应4级饵料丰度(20℃组设7级), 通过测定海蜇水母体日生长率得出海蜇水母体生长的最适温度、最佳有效饵料丰度及变温组的适宜饵料丰度, 并在20℃条件下, 得出水母体平均日生长率(Y)与相对饵料丰度(X)的关系式:

$Y = 9.43 - 2.69 \frac{1}{X}$, 从理论上推算出水母体平均日生长率的最大值为9.34%及停止生长(或出现负生长)时的饵料丰度为0.286次/日。实验用逐步逼近方法得到海蜇水母体致死的上限温度为34℃。

关键词: 海蜇 水母体 生长 温度 饵料

海蜇(*Rhopilema esculenta* Kishinouye)是营浮游生活的大型近岸性食用水母, 具有很高的经济价值, 是我国沿海主要的水产资源。海蜇整个生活周期中, 水母体是最主要的增殖期, 在3个月内可由最初形态(碟状体或幼水母)长到性成熟个体, 体重由3mg增至10kg以上^[1]。基于海蜇水母体生长快, 周期短并且区域性强的特点, 其已成为我国近岸渔业重要的增殖对象。探明温度和饵料对海蜇水母体生长的影响, 为海蜇资源预报, 研究海蜇资源波动原因及进行海蜇增殖奠定理论基础。

关于温度和饵料对钵水母生长的影响, 许多学者进行过工作^[1, 2, 5-10]。但就温度和相对饵料丰度对海蜇水母体的影响, 迄今国内外尚无报道。为探明影响海蜇水母体生长的主要因子, 本文系统报告海蜇水母体生长的最适温度和上限临界温度及相对饵料丰度对水母体生长的影响。

材料与方法

实验用水母体伞弧长2cm左右, 是由繁殖的钵状体经诱导横裂产生的碟状体, 在实验室培育而成(温度20℃, 盐度20±1‰)。

实验用水盐度为20±1‰, 用取自大石礁(38°53'N, 121°33'E)的砂滤自然海去离子水配制而成。用7151-DM型控温制温度。

实验共设27组, 每组20个水母体置于玻璃水槽中, 温度设6级, 分别为16℃、24℃、28℃、32℃和变温组(温度在16—24℃内昼夜变化; 8:00—18:00恒温24℃; 1—20:00温度由24℃降至16℃; 20:00—6:00温16℃); 除20℃外, 每级温度又设4级饵料丰度组, 即每日充分投喂0.25次(A)次(B)、1次(C)和2次(D); 20℃中设7

* 本实验得到自然科学基金资助。

对饵料丰度组, 即 0.25 次 (A)、0.5 次 (B)、1 次 (C)、2 次 (D)、4 次 (E)、5 次 (F) 和 6 次 (G)。

投饵时间: A、B 和 C 组为 8:00; D 组为 8:00 和 20:00; E 组 6:00, 12:00, 18:00 和 24:00; F 组为 6:00, 11:00, 16:00, 20:00 和 24:00; G 组为 6:00, 9:00, 13:00, 17:00, 20:00 和 24:00。

饵料是人工孵化的卤虫 (*Artemia* sp) 无节幼体, 每次充分投喂, A、B、C 和 D 组每日换水两次, 分别为 9:00 和 20:00, E、F 和 G 组每次投饵 1 小时后换水。每日充气 3 次。

实验光强度为上午 10:00 约 1000 lux。

实验进行 9 天。

水母体存活的上限临界温度用逐步逼近方法测定。

实验结果

1. 温度对海蜇水母体生长的影响

表 1 可见, 在 C 和 D 级中, 不同温度下水母体的平均日生长率呈规律性变化: 24℃ 时, 平均日生长率最大, 分别是 6.55% 和 10.00%。温度低于 24℃ 时, 平均日生长率随温度升高而增大; 反之, 平均日生长率则减小。在 A 级和 B 级中, 平均日生长率呈不规律变化。变温组

表 1 不同温度相对饵料丰度下的水母体平均日生长率* (%)

温度(℃)	16	20	24	28	32	变温
相对平均日生长率						
A	-1.8	-0.18	-0.81	-0.12	-2.13	0.66
B	0.04	2.18	0.53	2.04	0.07	1.70
C	5.01	6.23	6.55	3.88	2.63	4.30
D	7.25	7.34	10.00	9.70	5.21	6.71
E	—	9.13	—	—	—	—
F	—	9.74	—	—	—	—
G	—	9.72	—	—	—	—

的平均日生长率在 C 级和 D 级中均维持较低水平, 但在 A 级和 B 级中却维持较高水平, 特别在 A 级中, 其它温度条件下水母体均出现负生长时 (即萎缩现象), 变温组却能保持生长势头。

2. 相对饵料丰度对海蜇水母体生长的影响

在 6 个温度梯度中皆显示出同样的结果, 即随相对饵料丰度增大, 海蜇水母体平均日生长率增大。

在 20℃ 时, 绘出曲线 (图 1) 显示出相对饵料丰度与水母体平均日生长率之间呈非直线相关, 可用方程式表示:

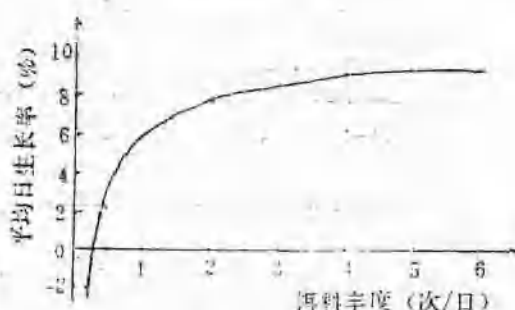


图 1 20℃ 时相对饵料丰度—平均日生长率曲线

$$Y = a + b \frac{1}{X} \dots \dots \dots (1)$$

公式 (1) 中 Y 为水母体平均日生长率, X 为相对饵料丰度。

计算得 $a = 9.43$, $b = -2.69$ 。代入公式 (1) 得

$$Y = 9.43 - 2.69 \frac{1}{X} \dots \dots \dots (2)$$

检验得相关系数 $r = 0.871 > r_a = 0.7545$ ($\alpha = 0.05$, $n - 2 = 5$), 故 X 和 Y 相关显著。

公式 (2) 是一条渐近值曲线。由公式 (2)

* 每组水母体平均日生长率

$$= \frac{\text{最终平均全长} - \text{最初平均全长}}{(\text{最终平均全长} + \text{最初平均全长}) \frac{1}{2}} \times 100\%$$

可得出, 在20℃时, 水母体平均日生长率最大

理论极限值为9.43%。当相对饵料丰度为0.285次/日 ($X=0.285$ 时, (3.5天不投喂), 水母体停止生长 ($Y=0$); 当相对饵料丰度小于0.285次/日 ($X<0.285$)时, 水母体出现负生长 (萎缩现象)。

图1曲线显示随饵料丰度增大, 水母体平均日生长率增大, 但在E、F和G级中, 水母

体平均日生长率接近。

表2为F级和G级中每个水母体平均日生长率。将F级和G级进行统计检验 $F=1.653 < F_{0.11}=1.80$ ($\alpha=0.11$) 差异不显著, 即每日充分投喂5次组和每日充分投喂6次组的水母体生长差异不显著。说明当相对饵料丰度增大到一定程度时, 即使相对饵料丰度增加, 水母体平均日生长率也不会显著增大。

表2 F和G级每个水母体平均日生长率*(%)

饵料丰度	平 均 日 生 长 率																			
F	10.73	10.07	10.07	10.3	11.85	11.3	12.34	10.30	10.52	7.88	10.93	8.19	9.33	8.50	8.79	7.88	8.79	6.45	8.79	9.59
G	11.85	12.35	9.78	10.91	11.49	11.11	9.52	10.91	5.41	6.27	7.41	9.26	9.78	8.70	8.70	8.08	9.52	11.31	8.40	8.70

3. 水母体上限温度测定

取16个弧长5—7cm水母体置于15L海水中 (温度为30℃), 伞部收缩频次平均为183.4次/分, (20℃时为147.4次/分), 可摄食。24小时后均分为两组, 一组直接置于34℃中 (水体15L), 5小时后观察, 游动缓慢, 收缩频次平均为95.2次/分, 19小时后收缩频次少于50次/分, 并且12.5%个体死亡, 24小时后100%个体死亡。另一组放入32℃中 (15L海水), 20小时后观察, 摄食正常, 收缩频次平均为188.3次/分; 24小时后升温至33℃, 维持10小时, 收缩频次平均为200次/分, 活泼, 可摄食; 48小时后升温至34℃, 维持3小时观察, 活动缓慢, 收缩频次平均为167.2次/分, 维持24小时后, 75%个体分解, 40小时后, 100%个体死亡, 故水母体的上限临界温度为34℃。

结论与讨论

1. 海蜇水母体最适水温为24℃。温度低于或高于24℃, 水母体日生长率均降低。

$$\text{每个水母体平均日生长率} = \frac{\text{最终伞弧长} - \text{最初伞弧长}}{(\text{最终伞弧长} + \text{最初伞弧长}) \times \frac{1}{2}} \div \text{天数} \times 100\%$$

2. 变温培育水母体在相对饵料丰度较低时 (≤ 0.5 次/日), 水母体生长显出优势; 而在相对饵料丰度较高时 (≥ 1 次/日), 水母体平均日生长率处于较低水平。

3. 水母体存活的上限临界温度为34℃。

4. 在20℃和盐度为20‰条件下, 水母体平均日生长率与相对饵料丰度的关系为 $Y = 9.43 - 2.69 \frac{1}{X}$, 水母体平均日生长率最大值为9.43%, 当饵料丰度小于0.285次/日时, 水母体停止生长并萎缩。

洪惠馨(1978)研究我国五种食用水母时提出, 伞径0.5—2cm的幼海蜇发育生长阶段的适温范围为14—20℃^[1]。陈介康(1985)指出海蜇幼水母培养以18—22℃为宜^[2]。本实验显示海蜇水母体生长的最适温度为24℃。

综合李培军(1988)研究辽东海蜇生长时提供的1982年自然海域资料^[3], 及当地水文材料分析 (表3): 6月30日至7月10日, 平均水温为23.9℃时水母体平均日生长率最大为10.64%。水温高于24℃的7月和8月, 水母体平均日生长率均小于8%, 说明本实验结果与自然海域调查的结果是一致的。至于8月25

表 3 1982年辽东湾水温* 和海蜇水母体生长

日 期	30/6	10/7	20/7	30/7	20/8	25/8	5/9	10/9	15/9
伞 径 长 (cm)	2.2	7.2	16.1	27.6	53.3	60.8	69.1	75.4	70.5
平均水温 (°C)	23.9	24.6	25.0	25.0	27.8	25.7	22.2	22.3	19.8
平均日生长率(%)	10.64	7.64	5.26	3.40	0.84	1.28	1.74	-1.34	

日以后水温降回24℃以下时,水母体平均日生长率却很小,这是由于进入8月20日后海蜇水母体进入繁殖期所致,此时水母体的能量已不用于个体伞径生长,而是用于繁殖。从表3中可见,8月20日以后水母体平均日生长率小于2%,这主要是因为水母体进入繁殖期和衰老期。

Møller (1979) 指出海月水母 (*Aurelia aurita*) 的生长与桡足类大量发生有关^[6], 而桡足类恰恰是其主要的食物来源 (Kerstan, 1977)^[7], Hernorth (1985) 认为食物丰度直接影响海月水母体生长, 食物缺乏时, 表现在群体上是种群密度, 平均伞径以及水母体数量发生的峰值变化^[8]。本实验显示出食物缺乏表现在个体上则是个体停止生长或出现萎缩现象。水母体萎缩初期, 增大饵料丰度, 水母体可恢复如初, 萎缩严重时, 即使增大饵料丰度, 其亦不能恢复。

在鱼类和其它无脊椎动物中, 周期性变温利于生物体对能量的合理利用, 可促进生长 (桂远明, 1986)^[9]。在本实验中, 变温组在饵料缺乏时, 即相对饵料丰度小于0.5次/日时, 其它各恒温组均出现负生长 (即萎缩现象), 但变温组的水母体平均日生长率却为正值, 即继续生长, 说明周期性变温有利于水母体对能量的贮存和利用。但在相对饵料丰度大

于0.5次/日时, 变温组的水母体平均日生长率却处于较低水平, 原因何在? 还有待进一步研究。

参 考 文 献

- (1) 洪惠馨, 1978. 海蜇. 海洋出版社, P23.
- (2) 陈介康, 丁耕亮, 1984. 海蜇裂殖生殖季节规律. 水产学报, 8(1): 55-57.
- (3) 陈介康, 1985. 海蜇的培育与利用. 海洋出版社, P29.
- (4) 桂远明, 左镇生, 鲁勇, 1986. 利用变温促进罗非鱼生长实验. 水产科学, 5(1): 5-8.
- (5) 李培军, 谭克非, 叶昌臣, 1988. 辽东海蜇生长的研究. 水产学报, 12(3): 243-250.
- (6) Hernorth, H., 1985. On the biology of *Aurelia aurita* (L): 2. Major factors regulation the occurrence of ephyrae and young medusae in Gullmar Fjord, Western Sweden. *Bull. Mar. Sci.*, 37 (2): 567-576.
- (7) Kerstan, M., 1977. Untersuchungen zur Nahrungsoekologie Von *Aurelia aurita* (L). 95pp. Diplomarbeit. Kiel University 1977.
- (8) Møller, H., 1979. Significance of Coelenterate in relation to other plankton organisms. *Kieler Meeresforsch* 27: 1-8.
- (9) ————1980. Population dynamics of *Aurelia aurita* medusae in Keil Bight, Germany (FRG). *Marine Biology* 60: 123-128.
- (10) Yasuno, T., 1970. Ecological studies on the jellyfish, *Aurelia aurita* in Ukazoko Bay, Fukui Prefecture-IV monthly change in the bell-length composition and breeding season. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 37 (5): 364-370.

* 鲎鱼圈水文站1982年海洋观测资料 (第三册) 国家海洋局出版。