

文章编号: 1004-7271(2001)01-0086-04
·研究简报·

温度对鲮瞬时耗氧速率的影响

Effects of temperature on the instaneous velocity of *Hemiculter leucisculus*

毕永红¹, 蔡云龙¹, 臧维玲¹, 王文玉²

(1. 上海水产大学渔业学院, 上海 200090; 2. 云南省水产研究所, 云南昆明 650034)

BI Yong-hong¹, CAI Yun-long¹, ZANG Wei-ling¹, WANG Wen-yu²

(1. Fisheries College, SFU, Shanghai 200090, China; 2. Yunnan Fisheries Institute, Kunming 650034, China)

关键词: 温度; 鲮; 溶解氧; 瞬时耗氧速率

Key words: temperature; *Hemiculter leucisculus*; dissolve oxygen; instaneous velocity of consumed oxygen

中图分类号: S912 文献标识码: A

鲮(*Hemiculter leucisculus*)是诸多水体中常见的野生小型鱼类,因其体形较小、肉质鲜嫩且具有极好的适口性,成为各类宠物的上佳饵料而倍受青睐,市场供不应求;而随着生活水平的提高,鲮、鰕虎鱼、沙塘鳢等野生小型鱼类也逐渐成为席上之珍,加之鲮适应环境能力强、分布地域广泛、苗种易得、食性较杂、易于养殖,这使之具有极大的养殖潜力。同时鲮幼鱼本身就是体型优美的观赏鱼,并可作为药物毒性试验的材料。本文探讨了不同温度下鲮对氧的代谢能力,获得温度对鲮的代谢耗氧速率的影响及其与溶氧水平的关系,以期为该鱼的饲养管理等提供理论依据和技术指导。

1 材料与方方法

鲮取自上海市本溪路花鸟市场。用经充分曝气的自来水暂养7d后转入容积7L的细口瓶中,加入试验用水7L驯化1d,暂养驯化期间连续充气,暂养期间投喂颗粒饲料,细口玻璃瓶置于水浴加热以维持温度恒定。每组放鱼12尾,测定初始溶解氧后即以1.5cm厚液体石蜡封盖液面,瓶内插导管以抽取测氧水样;溶解氧采用Winkler's碘量法测定^[1]。试验中密切观察鲮的活动状况并按时抽取水样测定当时的溶解氧,特别注意测定了50%鱼昏迷与死亡时的瓶内水体溶解氧,将它们分别表示为鲮的昏迷点(EP, mg/L)与窒息点(AP, mg/L)。当时鱼体侧卧或仰卧,鳍、鳃盖与下颌扇动频率减慢时视为昏迷状态;若鳍、鳃盖与下颌停止运动,用玻璃棒轻触亦无反应则视为窒息死亡。按历次取样时间及水样溶解氧可以求得该鱼耗氧量、耗氧速率与温度、时间及溶解氧含量之间关系。各组受试鱼的基本情况见表1。

表1 各组试验鱼的体长和体重

Tab.1 Length and weight of the fish for each group

温度组	10℃	15℃	20℃	25℃
体长(cm)	6.48±0.07	6.48±0.57	6.43±0.53	6.21±0.59
平均体重(g)	4.33	4.16	4.46	4.41

收稿日期: 2000-03-02

第一作者: 毕永红(1974-),男,湖北赤壁人,本校1998级硕士研究生,从事水产动物养殖研究。

2 结果

2.1 单位体重耗氧量与瞬时耗氧速率方程

将各组的单位体重耗氧量 W_0 (mg/g) 与相应时间 (t , h) 作回归分析, 结果见图 1。可见, 单位体重耗氧量随时间延长而增加, 即白螯耗氧具有时间累积效应, 且该效应极有规律: 低温时 (10℃) 的耗氧量与时间的相关关系近似于直线型 (方程的指数 0.9653 十分接近 1); 随着温度升高 (15℃ → 20℃ → 25℃), 相关关系逐渐趋向于幂函数型, 温度越高, 这种趋势越明显, 25℃ 时已是明显的幂函数关系, 这种耗氧代谢规律表明该鱼正处于生长期, 一段进间后必须补充足够的氧气与营养, 以保证其生长需要。此外, 单位体重耗氧量随温度的升高而增大, 即温度升高, 代谢强度加大^[2], 需氧量也相应加大, 这符合鱼类生长的一般规律。对各组进行曲线回归拟合得到各组方程如下:

$$\begin{aligned} 10^\circ\text{C} \quad W_{01} &= 0.3907t^{0.9653} \quad (n=10 \quad r=0.9839) \\ 15^\circ\text{C} \quad W_{02} &= 0.5528t^{0.9706} \quad (n=10 \quad r=0.9685) \\ 20^\circ\text{C} \quad W_{03} &= 0.4098t^{0.8982} \quad (n=10 \quad r=0.9883) \\ 25^\circ\text{C} \quad W_{04} &= 0.6332t^{0.7837} \quad (n=10 \quad r=0.9943) \end{aligned}$$

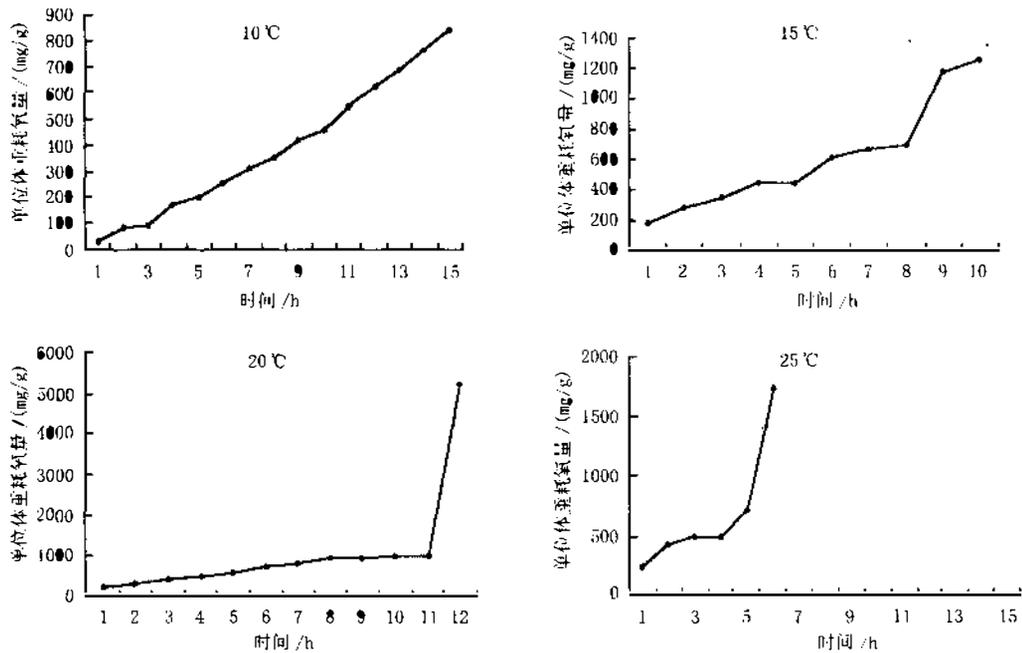


图 1 各温度组单位体重耗氧量与进间的关系曲线

Fig. 1 The correlation curves of each temperature between per gram weight and time

对上述方程进行统计检验, $t_1 = 17.393$, $t_2 = 155.958$, $t_3 = 425.991$, $t_4 = 872.193$, $t_{0.01}(10) = 3.169$, $t_{0.001}(10)$ 小于 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 , 结果证明: 各方程均相关极显著。

将上述方程微分 (dW_0/dt) 得瞬时耗氧速率 V (mg/g·h) 与时间 t (h) 的相关方程:

$$\begin{aligned} 10^\circ\text{C} \quad V_{11} &= 0.3771t^{-0.0347} \quad (n=10 \quad r=0.9839) \\ 15^\circ\text{C} \quad V_{12} &= 0.5365t^{-0.0294} \quad (n=10 \quad r=0.9685) \\ 20^\circ\text{C} \quad V_{13} &= 0.3681t^{-0.1018} \quad (n=10 \quad r=0.9883) \\ 25^\circ\text{C} \quad V_{14} &= 0.4962t^{-0.2163} \quad (n=10 \quad r=0.9943) \end{aligned}$$

上述方程两者间进行统计 F 检验,发现方程间均有显著性差异($P < 0.01$),不可以合并,即各温度条件的耗氧代谢存在显著性差异,证明温度是影响该鱼代谢的一个主要因子^[3]。

2.2 瞬时耗氧速率与溶解氧、温度的关系

将不同时刻的瞬时耗氧速率 $V(\text{mg}/\text{g}\cdot\text{h})$ 与相应时刻水样的溶解氧含量 $\text{DO}(\text{mg}/\text{L})$ 进行回归拟合分析(见图 2)表明: V 与 DO 间存在着直线相关关系,相关方程如下:

$$10^\circ\text{C} \quad V_1 = 0.3481 + 0.0031\text{DO} \quad (r = 0.9024 \quad K_1 = 0.0031)$$

$$15^\circ\text{C} \quad V_2 = 0.5087 + 0.0040\text{DO} \quad (r = 0.9383 \quad K_2 = 0.0040)$$

$$20^\circ\text{C} \quad V_3 = 0.3205 + 0.0115\text{DO} \quad (r = 0.9883 \quad K_3 = 0.0115)$$

$$25^\circ\text{C} \quad V_4 = 0.3879 + 0.0389\text{DO} \quad (r = 0.9943 \quad K_4 = 0.0389)$$

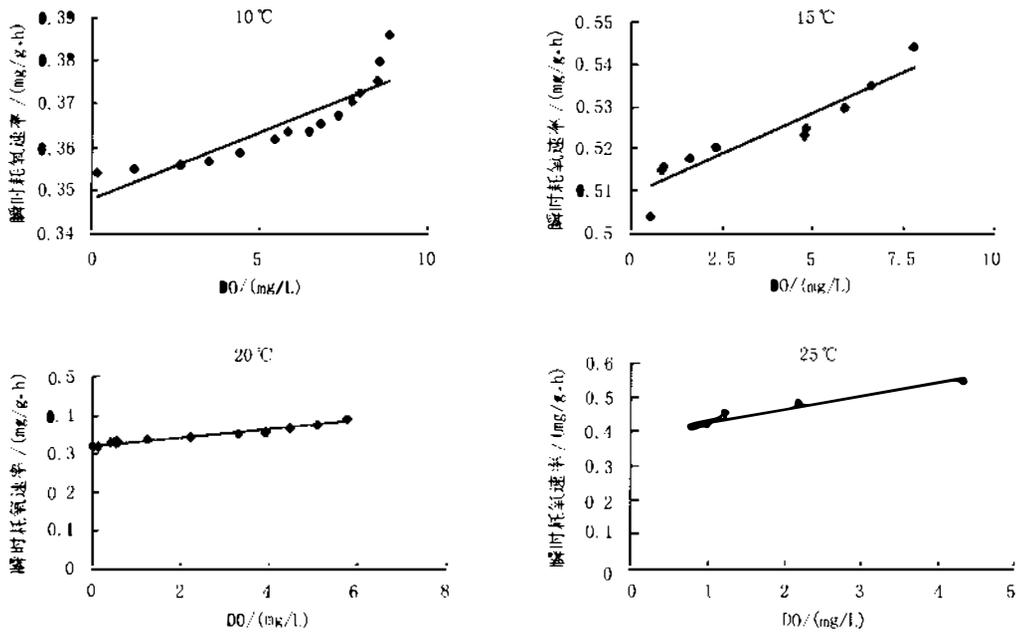


图 2 各组瞬时耗氧速率与溶解氧的关系曲线

Fig.2 The correlation curves of each group between the V and DO

比较四个温度组发现,各组 V 均随 DO 减少而逐渐递减,各 V - DO 方程的斜率表明:随温度的升高, V 随 DO 减少而递减的幅度增大($K_1 = 0.0031, K_2 = 0.0040, K_3 = 0.0115, K_4 = 0.0389$),即相同的溶解氧下降所引起的 V 的降幅高温要大于低温,证明蚤对环境有一定程度的适应性,可以通过调节自身代谢来缓解环境改变产生的压力。该特点与中国对虾耗氧特点^[4]及斑节对虾、栉孔扇贝的耗氧特点^[5]相似,即蚤的呼吸型也属于顺应型^[6]。

试验所设置的温度组为不同季节的常见水温,其它条件也都切合或接近生产实际情况,故本文得到的 V - DO 方程式可用于养殖中溶解氧收支平衡估算及为水质管理作参考,同时可以根据能量平衡确定该鱼的最佳投饵量。

2.3 昏迷点与窒息点

表 2 为测得的各组昏迷点($\text{EP}, \text{mg}/\text{L}$)与窒息点($\text{AP}, \text{mg}/\text{L}$)。数据表明,随温度升高,该鱼的昏迷点

表 2 不同温度蚤的昏迷点与窒息点

Tab.2 The examination point and asphyxiation point of *Hemiculter leucisculus* under different temperature

温度($^\circ\text{C}$)	10	15	20	25
初始 $\text{DO}(\text{mg}/\text{L})$	9.06	9.61	7.10	7.19
昏迷点(mg/L)	0.22	0.92	1.06	1.22
窒息点(mg/L)	0.19	0.84	0.97	1.17

与窒息点增大,即高温条件下代谢旺盛,生理需氧量大,耐低氧能力差。饲养管理务必保持水体溶解氧含量不低于2mg/L,才不至于影响该鱼的正常生长代谢。

3 讨论

3.1 缺氧时的异常生物学反应

试验中各组鱼表现出相同的异常反应:DO在4.5~5.8mg/L时开始烦躁不安,沿溶器壁速游(溜边),鳍条紧张竖起张开;DO在2.2~3.0mg/L时出现浮头现象,鱼体各鳍条充血(内出血),鳃盖呼吸频率加快(高达140次/min);DO在1.5mg/L左右时有鱼身体翻转,向四周漂游,呼吸频率减慢,直至停止游动,呼吸变得微弱,仅在玻璃棒触动下才略有动作(此时为昏迷状态);最后不再有动作则为死亡。饲养过程中一旦发现该鱼有溜边现象,如无其它原因则可能是水体溶解氧含量不足,应及时充氧,使之获得稳定的溶氧供应,以利生长。由于该鱼的溶解氧警界线下限1.5mg/L也是大部分常规鱼类的耐氧极限了,在其它鱼类养殖池中配养部分蚤,可以对鱼池溶氧起指示生物的作用。

值得注意的是,该鱼在严重缺氧时,其鳍条基部有普遍的内出血现象。有可能是由于缺氧时鳍条紧张竖起,扇动频率过快引起的机械损伤导致有脆性的毛细血管破裂;也可能是肌肉组织的缺氧代谢造成的乳酸积累而使血流受阻所致。其真正机理还有待进一步研究。

3.2 温度对耗氧的影响

本试验开始时各组溶解氧水平均在饱和状态以上(见表2),能够满足鱼类正常代谢耗氧需要,石蜡密封后,DO的改变是鱼体代谢强度与温度间的单一函数,这种情况下,温度对耗氧的影响起主导作用。试验的温度范围为10~25℃,试验数据经方差分析(ANOVA)发现不同温度耗氧量与耗氧率存在着显著差异($P < 0.01$);随着温度的升高,耗氧量逐渐增加,耗氧率不断升高,即高温状态下该鱼的代谢耗氧旺盛,需氧量更大。本试验数据分析发现该鱼温度与代谢耗氧量间存在如下规律:单位体重耗氧量与时间的回归为幂函数,温度接近10℃时近似直线型;随温度升高指数幂指数逐渐增大。根据鱼类生理学的一般理论可以合理推测:在温度趋于0℃时单位体重耗氧量与时间的回归将为指数小于1的幂函数,即对于顺应呼吸型的水生生物而言,该模型是否正确还有待进一步验证。如该模型为顺应呼吸型水生生物的比较真实的耗氧情况模拟,则为分析研究水生生物呼吸代谢提供了一个十分有用的工具,值得重视。

参考文献:

- [1] 陈桂棠. 水化学试验指导书[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 120-123.
- [2] 周应祺, 顾功超. 中国对虾幼体的能量代谢[J]. 水产学报, 1992, 16(2): 167-170.
- [3] Clausen, R G. Oxygen consumption in fresh water fishes. N. Y. State college for teachers[J]. Albany, N Y Ecology, 1936, 17(2): 216-226.
- [4] 臧维玲, 朱振国, 戴习林, 等. 中国对虾瞬时耗氧速率与海水比重及溶氧水平的相关[J]. 水产科技情报, 1992, 19(4): 100-103.
- [5] 魏利平. 栉孔扇贝呼吸与异常呼吸的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1989, 20(3): 209-216.
- [6] Fry F E H. The aquatic respiration of fish[M]. Physiology of fishes. New York: Academic Press, 1957. 1-63.