

研究简报

胡子鲇、革胡子鲇及其杂交子 F_1 代的耗氧规律

Oxygen consumption rate of whitespotted freshwater catfish,
leather catfish and their hybrid F_1

邬国民 陈焜慈 罗建仁 林国光 李大疆 李恒颂

(中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广州 510380)

Wu Guomin Chen Kunci Luo Jianren Lin Guoguang Li Dajiang Li Hengsong

(Pearl River Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380)

关键词 胡子鲇, 革胡子鲇, 珠胡子鲇(杂交子 F_1 代), 耗氧规律

Key words *Clarias fuscus*, *Clarias lazera*, pearl catfish, oxygen consumption rate

鱼类的耗氧率和窒息点, 是反映鱼体能量代谢的重要生理指标, 也可作为良种选育时的性状指标之一。同时, 可以估算鱼类单位水体的容纳量和运输密度以及鱼类的需氧量。因此, 研究鱼类的耗氧规律, 在理论上和养殖生产上都有很大的意义。有关鱼类耗氧规律的资料报道很多^[1~5, 9~11], 但是大部分是以鲤科鱼类为实验材料, 鲇鱼类的耗氧规律则报道较少^[4]。珠胡子鲇是本所‘七五’攻关专题项目的成果之一, 认为具有明显的杂种优势和较大的经济价值。鉴于良种选育研究的需要, 以及为生产实践提供理论依据和参考, 我们进行了胡子鲇、革胡子鲇及其杂交子 F_1 代的耗氧规律的研究。

1 材料和方法

胡子鲇(*Clarias fuscus*)、革胡子鲇(*Clarias lazera*)、珠胡子鲇(胡子鲇♀×革胡子鲇♂杂交所得 F_1)3种实验鱼鱼苗、鱼种和越冬2龄鱼都是本所自己繁育的。实验前将实验鱼驯养3 d, 最后1 d停止投饵。

实验用水是充分曝气后的自来水, pH 7.0~7.3, 溶氧量在4 mg/L以上, 水温30℃。

分别测定不同规格的各种鱼的耗氧量。实验方法基本上和黄玉瑶^[3]相同, 呼吸室采用19.5×19.5×10.5 cm³和45.0×45.0×15.0 cm³的密封有机玻璃制品。每次实验共4个呼吸室, 其中3个是平行样, 1个是空白对照。缓慢调好温度和流速后, 放入实验鱼, 待鱼在呼吸室中保持安静, 约3 h后开始取样。每隔1 h取样1次, 依Winkler氏法测定各呼吸室进出水溶氧量, 同时测定各呼吸室的水流量, 计算后可得耗氧量和耗氧率, 结果取平均值。

测定耗氧室息点。利用耗氧量测定装置, 停止进出水循环, 待密闭呼吸室中的实验鱼死亡80%左右, 取呼吸室中水测定溶氧量、pH值和CO₂含量。由于水质清洁, 实验鱼又未产生粪便, 所以呼吸室内水体自身耗氧率可忽略不计。

2 结果和讨论

2.1 体重与耗氧量和耗氧率的关系

收稿日期: 1997-09-28

胡子鲶、革胡子鲶和珠胡子鲶的耗氧量均随体重增加而增大(表1)。用 Y 代表耗氧量($\text{mg}/\text{per fish}\cdot\text{h}$)、 W 代表体重(g),则根据关系式 $Y=aW^b$,可得此3种鱼耗氧量与体重的关系是:

$Y_{\text{胡}}=0.722\ 3W^{0.7590}$, $r=0.994\ 2(r>r_{0.001}=0.924\ 9)$; $Y_{\text{革}}=0.827\ 1W^{0.7685}$, $r=0.993\ 8(r>r_{0.001}=0.924\ 9)$; $Y_{\text{珠}}=0.548\ 6W^{0.6968}$, $r=0.992\ 2(r>r_{0.001}=0.924\ 9)$ 。可见,3种胡子鲶的体重与耗氧量均呈极其显著的正相关。在曾研究过的鱼中,耗氧量与体重的双对数所得回归直线斜率都比较接近,目前认为0.8对鱼是比较普通的^[8]。本实验结果与上述报道相一致。

而胡子鲶、革胡子鲶和珠胡子鲶的耗氧率均随着体重增加而减小(表1)。用 Z 代表耗氧率($\text{mg}/\text{g}\cdot\text{h}$)、 W 代表体重(g),则根据幂函数 $Z=aW^b$,可得此3种鱼耗氧率与体重的关系是:

$Z_{\text{胡}}=0.722\ 2W^{-0.2409}$, $r=-0.994\ 2(|r|>r_{0.01}=0.834\ 7)$; $Z_{\text{革}}=0.827\ 1W^{-0.2313}$, $r=-0.993\ 8(|r|>r_{0.01}=0.834\ 7)$; $Z_{\text{珠}}=0.548\ 5W^{-0.3032}$, $r=-0.992\ 2(|r|>r_{0.01}=0.834\ 7)$ 。可见,3种胡子鲶的体重与耗氧率均呈极其显著的负相关。耗氧率随体重的增大而下降,主要原因是:①鱼体在生长发育过程中,耗氧量较低的骨骼等非代谢组织的增长速度,比耗氧量较高的脑等维持生命活动的组织快;②鱼体鳃的相对表面积与个体大小成反比;③与代谢活动有关的酶的总量的增长小于原生质的增长。因此,小鱼的代谢活动更旺盛,耗氧率也较大。

体重相近时,3种胡子鲶的耗氧率以革胡子鲶最高,珠胡子鲶最低。这也在一定程度上反映出革胡子鲶生性凶猛,代谢旺盛的特性,而珠胡子鲶最为驯良。这与实际观察3种鱼的行为习性相符。

表1 胡子鲶、革胡子鲶和珠胡子鲶的耗氧率与耗氧量(实验水温: $30\pm0.5^{\circ}\text{C}$)

Table 1 Oxygen consumption and its rate of 3 kinds of catfishes(water temperature: $30\pm0.5^{\circ}\text{C}$)

种类 species	实验鱼数 number of catfish	平均全长/mm average total length	平均体长/mm average length	平均体重/g average weight	耗氧量/($\text{mg}\cdot\text{per fish}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) oxygen consumption	耗氧率/($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) oxygen consumption rate
胡子鲶 <i>Clarias fuscus</i>	457	13.0	11.2	0.012	0.022 5	1.813 7
	21	52.0	45.0	1.040	1.078 0	1.036 6
	16	72.0	62.0	2.920	1.540 7	0.527 6
	18	96.0	83.0	8.200	2.614 5	0.318 8
	9	105.0	92.0	12.700	5.445 9	0.428 8
	5	114.0	100.0	14.300	6.308 7	0.441 2
	3	142.0	124.0	22.900	8.503 0	0.371 3
	4	204.0	178.0	91.300	13.495 9	0.220 2
	1 096	11.3	10.0	0.005 4	0.011 1	2.055 6
革胡子鲶 <i>Clarias lazera</i>	416	18.8	16.6	0.035 8	0.066 4	1.854 7
	204	31.6	26.0	0.182 7	0.240 4	1.315 8
	48	36.0	31.1	0.300 8	0.348 9	1.159 9
	33	46.2	39.7	0.503 3	0.428 0	0.850 4
	19	56.9	49.7	1.267 9	1.617 7	1.275 9
	14	75.1	66.5	2.742 2	1.972 7	0.719 4
	2	272.0	236.0	127.000 0	24.874 0	0.195 9
	542	15.5	14.5	0.020 2	0.028 6	1.415 8
珠胡子鲶 pearl catfish	46	40.1	34.5	0.501 4	0.392 4	0.782 6
	30	52.6	44.6	0.897 7	0.515 7	0.488 5
	12	67.0	56.6	1.886 6	1.458 5	0.773 1
	5	134.0	117.0	19.000 0	3.618 3	0.190 4
	4	166.0	145.0	31.400 0	6.357 5	0.202 5
	3	179.0	156.0	44.800 0	7.823 6	0.174 6
	3	245.0	220.0	108.000 0	11.866 3	0.109 8

2.2 耗氧率的昼夜节律性

胡子鲶、革胡子鲶和珠胡子鲶耗氧率都表现出明显的昼夜节律性(图1)。3种鱼耗氧高峰依次出现在

23:00 p.m., 9:00 a.m. 和 14:00 p.m.; 低谷分别出现在 11:00 a.m., 2:00 a.m. 和 16:00 p.m.; 高峰和低谷时耗氧率的比值分别为 3.2、3.4 和 1.9。从图 1 中还可以看出, 珠胡子鲶的耗氧率变化最缓慢, 而革胡子鲶的耗氧率变化最剧烈, 这也与革胡子鲶凶猛而珠胡子鲶驯良的特点相符。

鱼类基础耗氧率存在内在性昼夜周期性变化。在 5℃ 以下, 鲶鱼的耗氧率在 11:00 a.m. 最高, 23:00 p.m. 至 5:00 a.m. 最低, 而且这种变化不受实验环境中日光的影响^[7]。胡子鲶的耗氧率白天($0.1957 \text{ mg/g} \cdot \text{h}^{-1}$)比晚上($0.2289 \text{ mg/g} \cdot \text{h}^{-1}$)低, 这与其昼伏夜出的生活习性相符。而革胡子鲶的耗氧率白天($0.2037 \text{ mg/g} \cdot \text{h}^{-1}$)比晚上($0.1881 \text{ mg/g} \cdot \text{h}^{-1}$)高, 恰好与胡子鲶相反, 这是因为革胡子鲶由非洲引进, 其耗氧率适应于非洲的地理环境, 而非洲与我国时差约 6~8 h, 所以生理节律接近相反。珠胡子鲶耗氧率的昼夜变化偏向母本胡子鲶。

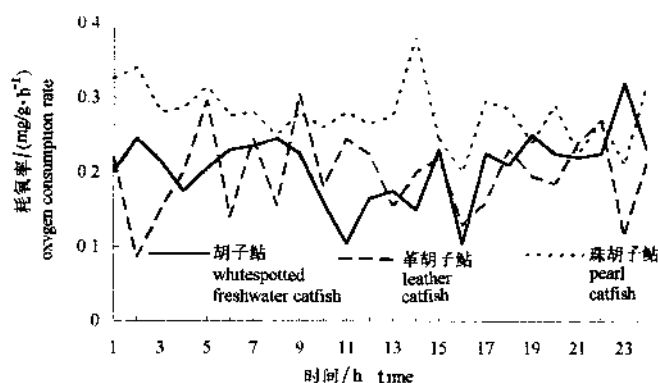


图 1 3 种胡子鲶耗氧率的昼夜变化

Fig.1 Diurnal changes of 3 kinds of catfishes' oxygen consumption rates

胡子鲶耗氧的高峰出现在 23:00 p.m., 而一般情况下, 此时池塘水中的溶氧比较低, 这对胡子鲶的生长是不利的。革胡子鲶的耗氧高峰出现在水体溶氧开始上升的 9:00 a.m., 而低谷则出现在水体溶氧较低的 2:00 a.m.。珠胡子鲶耗氧高峰与池塘水中溶氧高峰时间一致。此外, 珠胡子鲶的耗氧率比革胡子鲶低 1 倍左右(相同体重时), 因而单位水体的容纳量珠胡子鲶比革胡子鲶要大。在没有人工增氧的情况下, 珠胡子鲶的产量有可能比革胡子鲶要高。

本实验中, 耗氧率随时间变化而出现非常剧烈的波动(图 1)。其原因不仅在于昼夜节律, 用操作误差也不能解释。普契科夫(1954)曾指出: 与哺乳动物不同, 鱼类氧的消耗非常不均匀, 数 10 min 内的变动可达 100% 或更多, 而哺乳动物并无明显变动。鱼类的这一特点尚待深入研究。

2.3 温度对耗氧率的影响

胡子鲶、革胡子鲶和珠胡子鲶的耗氧率均随温度升高而增大(图 2)。用 t 检验法检测表明: 30~35℃ 范围内, 3 种胡子鲶耗氧率的增大值差异极显著($P < 0.05$); 25~30℃ 范围内, 3 种胡子鲶差异都不显著($P > 0.05$); 20~25℃ 范围内, 革胡子鲶耗氧率增加值有明显差异($P < 0.05$), 而胡子鲶和珠胡子鲶差异都不显著($P > 0.05$)。一般说来, 鱼类的耗氧率都随着温度的升高而增加, 在其温度的驯化过程中, 能自动调节其循环和呼吸以满足其生理需求^[10]。鱼类保持体内的呼吸平衡, 是通过调整呼吸补偿机制实现的, 比如增加鳃通气量, 尽可能保持高的水与血液间的氧压差, 以保持高的呼吸效率^[11]。本实验中, 胡子鲶和珠胡子鲶的耗氧率在 20~30℃ 范围内变平稳, 在 38℃ 时实验鱼死亡, 故它们的适宜生长温度是 20~30℃; 革胡子鲶的耗氧率在 25~30℃ 范围内变化平稳, 在 38℃ 时实验鱼死亡, 这可能是由于它来自于非洲, 适合较高温度, 因而适宜生长温度是 25~30℃。

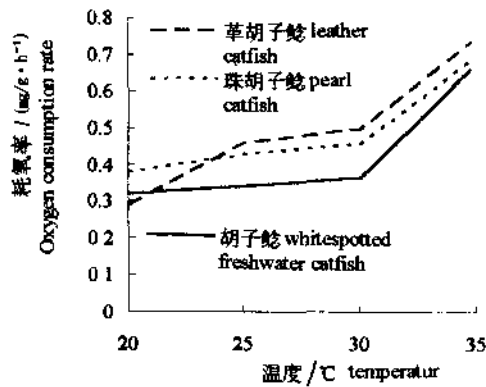


图2 温度与3种胡子鲇耗氧率的关系

Fig. 2 Relation between water temperature and 3

kinds of catfishes' oxygen consumption rates

2.4 耗氧窒息点

本实验结果表明(表2):在温度、pH、CO₂含量等条件基本一致,且均在3种胡子鲇的正常生存条件范围内^[2,6],珠胡子鲇的窒息点比2亲本高;成鱼耐低氧能力比鱼种强,这可能与成鱼的器官组织发育较为完善,对溶氧的利用率较高有关。

张中英等^[9]认为,家鱼窒息时的水中溶氧量是0.11~0.99 mg/L,本实验3种鱼测定结果都在此范围内。珠胡子鲇耗氧率虽低,但其耗氧窒息点却高于亲本,这在一定程度上反映了杂种代谢水平比较低,其利用溶氧的能力不如亲本,生活力比亲本差,这在遗传上可能是由于杂交不亲和而引起的。实际上,在自然环境中,胡子鲇类由于具有鳃上部的呼吸辅助结构,可以吸收空气中的氧,因而能够在泥沼地中或水边深土洞穴中生存^[8]。

表2 3种胡子鲇的耗氧窒息点

Table 2 3 kinds of catfishes' asphyxiating point

种类 species	平均体长/mm average length	平均体重/g average weight	温度/°C water temperature	酸碱度 pH	二氧化碳/ (mg·L ⁻¹) CO ₂	含氧量/(mg·L ⁻¹) dissolved oxygen
胡子鲇* <i>Clarias fuscus</i>	179.0	64.9	29.5	6.7	19.66	0.313 6
革胡子鲇 <i>Clarias lacera</i>	34.7	11.2	28.0	6.6	16.95	0.576 0
珠胡子鲇 pearl catfish	122.0	20.2	28.0	6.9	16.95	0.768 0
	218.0	123.3	30.0	6.9	15.87	0.595 8

* 胡子鲇只做成鱼组试验。

参 考 文 献

- 1 陈宁生,等.草鱼、白鲢和花鲢的耗氧率.动物学报,1955,7(1):43~52
- 2 陈宁生,等.饲养鱼窒息现象的研究.水生生物学集刊,1955,1:1~5
- 3 黄玉瑶.鲤鱼、白鲢、鳊鱼的鱼苗鱼种耗氧量的研究.动物学报,1975,21(10):78~87
- 4 罗相中,等.大口鲈耗氧率与窒息点的初步研究.淡水渔业,1997,27(3):21~23
- 5 林浩然,等编著.鱼类生理学(讲义).广州:中山大学,1989(3):6~11
- 6 潘炳华,等编著.胡子鲇的养殖.广州:广东科技出版社,1985:7~60
- 7 施璋芳编著.鱼类生理学.北京:农业出版社,1991:172~180
- 8 伍献文,等.中国经济动物志.淡水鱼类.北京:科学出版社,1979:120~121
- 9 张中英,等.尼罗罗非鱼耗氧率的初步研究.水产学报,1984,6(4):369~377
- 10 Chow P S, T W Chen, L H Teo. Physiological responses of the common clownfish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier), to factors related to packaging and long-distance transport by air. Aquaculture, 1994, 127:347~361
- 11 Fernandes M N, F T Rantin. Respiratory responses of *Oreochromis niloticus* (Pisces, Cichlidae) to environmental hypoxia under different thermal conditions. J Fish Biol, 1989, 35:509~519