

温度和盐度对龙虎斑耗氧率和排氨率的影响

梁华芳 黄东科 吴耀华 王成桂 黎明江

(广东海洋大学水产学院, 湛江 524025)

摘要 利用实验生态学方法研究了温度和盐度(S)对体质量为 (98.8 ± 4.3) g 龙虎斑(棕点石斑鱼♀ × 鞍带石斑鱼♂)的呼吸和排泄影响。结果表明,不同温度和 S 对龙虎斑的耗氧率(R_0)和排氨率(R_N)有显著影响($P < 0.05$)。在水温 $15 - 35^\circ\text{C}$ 范围内,龙虎斑的 R_0 随着温度的升高而升高,在 35°C 时达到最大值,为 (0.228 ± 0.011) mg/(g·h),但 R_N 随着温度的升高先升高后降低,在 30°C 时达到最大值,为 (3.985 ± 0.094) μg/(g·h)。 S 为 $5 - 35$ 时,龙虎斑的 R_N 随着 S 的升高而降低,其关系式为 $R_N = 3.689e^{-0.067S}$ ($R^2 = 0.963$);在 S 处于 $5 - 15$ 和 $25 - 35$ 范围内, R_0 随 S 升高而下降,但 S 在 $15 - 25$ 范围时, R_0 则随 S 升高而升高。在 S 为 28 ,水温 $15 - 35^\circ\text{C}$ 范围内,龙虎斑代谢的 $O:N$ 范围为 $44.416 - 73.667$;在水温 28°C , S 为 $5 - 35$ 时, $O:N$ 值为 $59.577 - 275.034$ 。

关键词 温度;盐度;耗氧率;排氨率;棕点石斑鱼♀ × 鞍带石斑鱼♂ 杂交鱼

中图分类号 S965.334 文献标志码 A 文章编号 1000-7075(2014)02-0030-05

Effects of temperature and salinity on oxygen consumption and ammonia excretion of hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus lanceolatus* ♂)

LIANG Hua-fang HUANG Dong-ke WU Yao-hua

WANG Cheng-gui LI Ming-jiang

(Fisheries College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025)

ABSTRACT The effects of temperature and salinity on the respiration and excretion of dragon-tiger grouper (hybrid of *Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *E. lanceolatus* ♂) at body weight of (98.8 ± 4.3) g were studied using methods in experimental ecology. The results showed that temperature and salinity had significant effects on both oxygen consumption and ammonia excretion ($P < 0.05$) of the grouper. The oxygen consumption rate increased as the temperature increased from 15°C to 35°C , with the highest value of (0.228 ± 0.011) mg/(g·h) at 35°C ; while the ammonia excretion rate showed an increase-decrease trend with the highest value of (3.985 ± 0.094) μg/(g·h) at 30°C . As salinity increased from 5 to 35 , the ammonia excretion rate decreased and the relationship was expressed as $R_N = 3.689e^{-0.067S}$ ($R^2 = 0.963$). At salinity ranges of $5 - 15$ and $25 - 35$, the oxygen consumption rate decreased as salinity increased, while within salinity of $15 - 25$ it increased with the increasing sa-

linity. The O/N ratio ranged from 44.416 to 73.667 at temperature of 15–35°C and salinity of 28, and from 59.577 to 275.034 at salinity of 5–45 and temperature of 28°C.

KEY WORDS Temperature; Salinity; Oxygen consumption rate; Ammonia excretion rate; *Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus lanceolatus* ♂

棕点石斑鱼 *Epinephelus fuscoguttatus* ♀ 与鞍带石斑鱼 *Epinephelus lanceolatus* ♂ 杂交培育的石斑鱼又称龙虎斑、珍珠龙胆石斑鱼、珍珠斑(王忠 2011; 孟振等 2012)。龙虎斑肉质细嫩、生长快速、抗病力强,遗传了两种亲鱼的优点,杂交优势明显,商品鱼市场价格较好,也可以作为观赏鱼,是值得推广养殖的品种。目前,国内关于龙虎斑的生态学研究报道较少,李样红等(2013)报道了龙虎斑高位池养殖技术,梁华芳等(2013)研究了温度和盐度对龙虎斑存活和生长的影响。作者通过研究不同温度和盐度对龙虎斑的耗氧率(R_0)和排氨率(R_N)的影响,可为龙虎斑的生理生态研究和养殖生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 实验用鱼

实验用的龙虎斑于2012年6月购自海南省文昌市海水鱼类繁育场,用充氧运输方法运到广东海洋大学海洋生物研究基地暂养15 d,暂养海水 DO > 6 mg/L,盐度(S)为28–30, pH 为8.0–8.2,温度为27–28°C。投喂“中丸牌”海水鱼配合饲料(石斑鱼专用)两次/d,换水1次/d,选取健康、活力好、体质量为(98.8 ± 4.3) g 的龙虎斑开展实验。

1.1.2 实验用水

抽取自然海水,经沉淀、砂滤, S 为26–28, pH 为8.0–8.2,温度为25–28°C。实验用水的 S 超过海区海水 S 的,用鱼虾宝 097-型海水水晶配制,沉淀和过滤后使用; S 低于海区海水的,用经过曝气24 h 的自来水配制。水温用袋装冰块和自动控温加热棒调节。

1.2 方法

1.2.1 不同温度对 R_0 和 R_N 的影响

温度梯度设置为15、20、25、30、35°C,每个梯度设置3个平行和1个空白对照,每组实验鱼6尾。实验用水的 pH 为8.2, S 为28。停止喂食24 h 后开始实验。

1.2.2 不同 S 对 R_0 和 R_N 的影响

S 梯度设置为5、10、15、20、25、30、35,每个 S 梯度设置3个平行和1个空白对照,每组实验鱼6尾。实验的水温为28°C, pH 为8.2。停止喂食后24 h 开始实验。

1.2.3 呼吸室设计及取样处理

试验在10 L 的呼吸室中进行, R_0 和 R_N 试验采用流水密闭式呼吸实验的方法(梁华芳等 2011)。实验装置主要由供水桶、水压平衡箱、密闭呼吸室(容积10 L)等部分构成(图1)。运用虹吸原理使水从供水桶流入水压平衡箱,水再从平衡箱流入密闭呼吸室,然后从呼吸室流出,从而形成一个流水式的实验装置。水流大小可通过气管上的控水夹调节。水压平衡箱内的水位一直保持溢出状态,保证箱内的水压恒定,使在整个实验过程中,进入和流出呼吸室的的水流为匀速。供水桶、水压平衡箱上面一直放置遮光网,以减少由于光照使海水中微生物的生理活动对 DO 测定的影响。试验用水调节好水温和 S 后抽到供水桶处。试验鱼移到呼吸室后稳定2 h 后开始取水样。所取的水样进行氨氮测定时要经过0.45 μm 的滤膜抽滤处理。

1.2.4 DO 和氨氮测定方法

DO 用 Winkler 法测定, 氨氮用次溴酸钠氧化法测定。

1.2.5 计算方法

根据实验前后呼吸瓶内水中的 DO 和氨氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 的浓度, 按下列各式计算龙虎斑的 R_o 、排氨率 R_N 。

$$R_o = \{ [p(DO_0) - p(DO_t)] \times V \} / (m \times t)$$

$$R_N = [(N_t - N_0) \times V] / (m \times t)$$

式中, R_o 为单位体质量耗氧率 [$\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$], R_N 为单位体质量排氨率 [$\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$], $p(DO_0)$ 和 $p(DO_t)$ 为实验开始和结束时水中的 DO 含量 (mg/L), N_0 和 N_t 为实验开始和结束时水中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的浓度 (mg/L), t 为实验持续时间 (h), V 为 t 时间内的流量 (L), m 为试验龙虎斑的总体质量 (g)。

氧氮比(O:N)为龙虎斑耗氧与排氮的克原子之比: $\text{O:N} = \frac{R_o}{R_N}$ 。

1.2.6 数据处理与分析

所得数据为 3 个平行组数据的平均值 \pm 标准差 (Mean \pm SD); 使用 Excel 和 SPSS 17.0 软件处理数据, 用单因素方差分析方法分析数据, 显著性水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 温度对龙虎斑耗氧率和排氨率的影响

在盐度为 28、pH 8.2 的条件下, 温度对体质量为 98.8 g 龙虎斑 R_N 和 R_o 的影响显著 ($P < 0.05$)。如表 1 所示, 在水温 15–35°C 范围内, 龙虎斑的 R_o 随着温度的升高而升高, 在 35°C 出现最高值, 为 (0.228 ± 0.011) $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$, 在 20°C 和 25°C 时的 R_o 只相差 0.0003 $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$, 差异不显著 ($P > 0.05$)。

在 15–30°C 范围内, 龙虎斑的 R_N 随着温度的升高而上升, 在 30°C 时达到最大值 (3.985 ± 0.094) $\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$, 35°C 时, 龙虎斑的 R_N 开始下降。从表 1 可以看出, 不同的温度下龙虎斑的 O:N 值均大于 24, 为 44.416–73.667。

表 1 不同温度下龙虎斑 R_o 、 R_N 和 O/N

Table 1 Oxygen consumption rate, ammonia excretion rate and O/N ratio of the hybrid grouper at different temperatures

温度 Water temperature (°C)	Oxygen consumption rate R_o [$\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$]	Ammonia excretion rate R_N [$\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$]	O/N ratio
15	0.124 ± 0.011^D	2.801 ± 0.034^E	44.416
20	0.216 ± 0.013^C	2.932 ± 0.032^D	73.667
25	0.216 ± 0.013^C	3.354 ± 0.008^C	64.494
30	0.218 ± 0.007^B	3.985 ± 0.094^A	54.783
35	0.228 ± 0.011^A	3.551 ± 0.110^B	64.121

注: 字母不同, 表示差异显著 ($P < 0.05$); A 为最大值

Note: Data within the same column with different superscript are significantly different. Numbers with superscript A are the maximum values

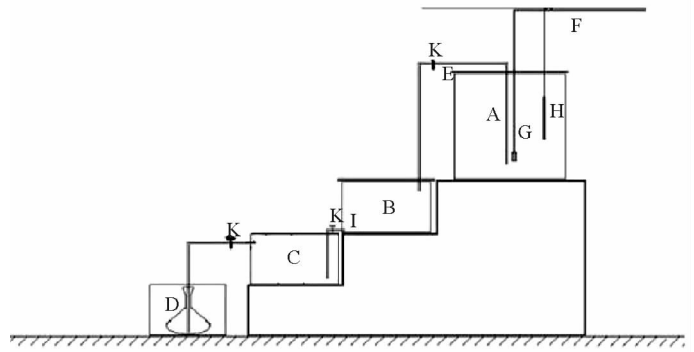


图 1 呼吸室示意

Fig. 1 Sketch of the respiratory chamber

- A. 供水箱; B. 衡压箱; C. 呼吸室; D. 取样处 (出水口); E、F. 遮光网;
G. 充气管; H. 温度计; I. 取样处 (进水口); K. 控水夹
A. Water supply tank; B. Pressure balance tank; C. Respiratory chamber;
D. Water sampling point (outlet); E, F. Shading net; G. Plastic aeration tube;
H. Thermometer; I. Water sampling point (inlet); K. Water control clips

2.2 S对龙虎斑 R_O 和 R_N 的影响

S对龙虎斑 R_O 的影响如表2所示。在水温 28°C 、S为5-15时,随着S的升高,龙虎斑 R_O 逐渐下降,差异显著($P < 0.05$);S为15-25时,随着S的升高, R_O 上升。S为25时,其 R_O 与S为15、20的 R_O 的差异性均不显著($P > 0.05$);在S为25-35时, R_O 呈下降趋势,差异显著($P < 0.05$)。

在S为5-35时,龙虎斑的 R_N 随着S的升高而降低,差异显著($P < 0.05$)。 R_N 随S变化趋势呈指数关系,相关方程为 $R_N = 3.689e^{-0.067S}$, $R^2 = 0.963$ 。

从表2可以看出,在S为5-35时,龙虎斑的O:N值为59.577-275.034,随着S的增加而上升再下降,S在30时达到最大值275.034。

表2 不同S下龙虎斑 R_O 、 R_N 和O/N

Table 2 Oxygen consumption rate, ammonia excretion rate and O/N ratio of the hybrid grouper at different salinities

盐度 Salinity	Oxygen consumption rate R_O [mg/(g·h)]	Ammonia excretion rate R_N [μg/(g·h)]	O/N ratio
5	0.152 ± 0.000 ^A	2.546 ± 0.074 ^A	59.577
10	0.130 ± 0.009 ^B	1.701 ± 0.082 ^B	76.562
15	0.118 ± 0.001 ^C	1.374 ± 0.031 ^C	85.741
20	0.121 ± 0.001 ^B	1.303 ± 0.005 ^D	92.863
25	0.138 ± 0.007 ^A	0.635 ± 0.051 ^E	217.549
30	0.121 ± 0.009 ^B	0.441 ± 0.020 ^F	275.034
35	0.077 ± 0.007 ^D	0.352 ± 0.009 ^F	217.996

注:字母不同,表示差异显著($P < 0.05$);A为最大值

Note: Data within the same column with different superscript are significantly different. Numbers with superscript A are the maximum values

3 讨论

3.1 温度对龙虎斑 R_O 和 R_N 的影响

试验结果表明,水温在15-35℃区间时,龙虎斑的 R_O 随着温度的上升而升高,与鲑点石斑的变化规律相似(陈国华等 1999)。在适温范围内,温度越高,鱼类生理代谢水平越高, R_O 有随温度的升高而增大的规律(陈松波等 2004;冯雪等 2012;戴庆年等 1994)。龙虎斑的 R_O 在25℃以上时,比鲑点石斑的低,在20℃以下时,却比鲑点石斑幼鱼的 R_O 低(陈国华等 1999),同时比青石斑鱼的 R_O 高(戴庆年等 1994)。

在15-30℃内,龙虎斑的 R_N 随着温度的升高而上升;而在30-35℃,龙虎斑的 R_N 随着温度的增加呈下降趋势。与条石鲷(闫茂仓等 2008;陈宣雄等 2012)、花尾胡椒鲷(王瑁等 2001)和黑鳍棘鲷的 R_N (王跃斌等 2007)随温度升高、出现 R_N 先升后降的变化规律相同。有学者认为鱼类的这种生理现象是由于在一定温度范围内随温度的上升,组织代谢加快,产生的氨和尿素便越多,超过一定温度范围后,组织代谢必然会进入麻痹甚至停止的状态,使 R_N 出现下降(闫茂仓等 2008)。

3.2 S对龙虎斑 R_O 和 R_N 的影响

有研究表明,鱼类在等渗点时渗透压力最小,代谢率最低,生长率最高,因为此时维持内稳态的渗透压调节耗能最少,而远离等渗点时需要消耗更多的能量用于渗透压调节(闫茂仓等 2008)。如日本黄姑鱼幼鱼 R_N 在S为13-39时,随着S升高,幼鱼 R_N 出现显著性差异($P < 0.05$)。S增加到20, R_N 达到最大值;S在20-39时幼鱼 R_N 呈下降趋势;S为39时达到最低值(柴学军等 2009)。龙虎斑在S为5-15时,S越低,其 R_O 越高,而在S为15-25时,龙虎斑的 R_O 则随着S的上升而升高;在S为25时,出现最高值,然后随着S的上升而

降低,由此推测最佳生长 S 在 25 以下。

3.3 能源物质分析

许多学者用 O:N 值来推测生物体代谢中能源物质的化学本质,O:N 值的大小表示蛋白质与脂肪和碳水化合物提供给生物体能量的比率(王广军等 2001;丁福江等 2001;王波等 2004)。若仅由蛋白质氧化提供能量,其 O:N 值为 7-10;若以蛋白质和脂肪提供能量时,O:N 值约为 24;若完全以脂肪和碳水化合物供能,其 O:N 比将无穷大(王波等 2004;Harris *et al.* 1999;Mayzalld 1976;Ikeda 1974)。本研究中,龙虎斑的 O:N 值无论是随着温度的变化还是 S 的变化,都在 24 以上,由此推测该规格的龙虎斑是由碳水化合物和脂肪提供能量。

参 考 文 献

- 丁福江,杨明,戴习林,藏维玲. 2010. 温度对黄金鲈(*Perca flavescens*)耗氧率和排氨率的影响. 淡水渔业, 40(5): 68-79
- 王广军,谢骏,潘德博. 2001. 日本鳗鲡初孵仔鱼耗氧率的初步研究. 海洋水产研究, 22(1): 52-55
- 王忠. 马来西亚专家培育出龙虎斑. 2011. 中国渔业报, 3月29日,第7版
- 王波,李继强,曹志海,李德军,孙庆霞,朱明远,毛兴华. 2004. 大西洋牙鲆幼鱼标准代谢的初步研究. 海洋科学进展, 22(1):62-68
- 王跃斌,孙忠,余方平,胡则辉. 2007. 温度对黑鳍棘鲷耗氧率与排氨率的影响. 海洋渔业, 29(4):375-379
- 王瑁,邱书院. 2001. 花尾胡椒鲷幼鱼内、外源性氮和总氮排泄率的研究. 热带海洋学报, 20(3): 87-92
- 冯雪,陈丕茂,秦传新. 2012. 渔业资源生物呼吸代谢研究进展. 广东农业科学, (4): 92-96
- 闫茂仓,单乐州,谢起浪,林少珍,邵鑫斌,刘伟成,黄贤克. 2008. 温度、盐度及体重对条石鲷幼鱼耗氧率和排氨率的影响. 海洋科学进展, 26(4): 486-496
- 李祥红,韩巍,彭树锋,刘永奎,王广智. 2013. 珍珠龙胆高位池养殖技术研究. 科学养鱼, (2):41-42
- 孟振,刘新富,雷霖霖. 2012. 略论我国海水鱼类苗种繁育和种质改良的研究. 渔业信息与战略, 27(3):223-233
- 陈国华,章华忠,陈雪芬. 1999. 鲑点石斑鱼幼鱼耗氧率的研究. 海南大学学报(自然科学版), 17(3):259-264
- 陈松波,陈伟兴,范兆廷. 2004. 鱼类呼吸代谢研究进展. 水产学杂志, 17(1):82-89
- 陈宣雄,徐善良,沈庞幼,谷江稳,颜付云,邵波. 2012. 温度对条石鲷幼鱼代谢率、排泄率及窒息点的影响. 海洋学研究, 30(1):95-101
- 柴学军,胡则辉,徐君卓,吴祖杰. 2009. 盐度和 pH 对日本黄姑鱼幼鱼耗氧率和排氨率的影响. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 28(2):146-150
- 梁华芳,杜国平,刘顺羽. 2011. 中国龙虾耗氧率和窒息点的研究. 水产科学, 30(10):635-637
- 梁华芳,黄东科,吴耀华,王成桂,钟卫军. 2013. 温度和盐度对龙虎斑存活和生长的影响. 广东海洋大学学报, 33(4):22-26
- 戴庆年,赵莉莉. 1994. 青石斑鱼耗氧率研究. 水产科学, 13(3):6-9,124
- Harris JO, Maguire GB, Edwards SJ and 1 other. 1999. Effects of pH on growth rate, oxygen consumption rate, and histopathology of gill and kidney tissue for juvenile green lip abalone, *Haliotis laevigata* Donovan and blacklip abalone, *Haliotis rubra* Leach. J Shellfish Res 18(2): 611-619
- Ikeda T. 1974. Nutrition ecology of marine zooplankton. Mem. Fac. Fish Hokkaido University 22: 1-77
- Mayzalld P. 1976. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton IV: The influence of starvation on the metabolism and biochemical composition of some species. Mar Biol 37: 47-58