

文章编号: 1004-7271(2007)01-0028-05

异育银鲫氨氮排泄与耗氧的研究

江敏, 黄宗群, 彭自然, 安世杰, 罗春芳

(上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090)

摘要:采用静态试验法对异育银鲫的氨氮排泄与耗氧进行了研究,结果表明:体重4.51~13.05 g的异育银鲫,其单位体重排氨率为0.0269~0.0156 mgN/(g·h);溶氧的死亡临界值为0.56~0.25 mg/L,窒息点为0.21~0.08 mg/L。异育银鲫的呼吸属顺应型,瞬时耗氧速率与溶氧呈线性正相关,溶氧越低,瞬时耗氧速率越小;瞬时耗氧速率随体重的增加而减少;排氨率与体重呈良好的幂函数,其中单位个体排氨率随体重增大而增大,而单位体重排氨率却随体重增大而减小。

关键词:异育银鲫;排氨率;瞬时耗氧速率;窒息点

中图分类号:S 912 文献标识码:A

Research on ammonia excretion and oxygen consumption in allogynogenetic silver crucian carp

JIANG Min, HUANG Zong-qun, PENG Zi-ran, AN Shi-jie, LUO Chun-fang
(College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University,
Shanghai 200090, China)

Abstract: Ammonia excretion and oxygen consumption of allogynogenetic silver crucian carp were studied through static state tests. The results were as follows: ammonia excretion rates in allogynogenetic silver crucian carp were from 0.0269 to 0.0156 mgN/(g·h) when the fish weighed from 4.51 to 13.05 g per individual. Critical values and asphyxiating points of dissolved oxygen on allogynogenetic silver crucian carp were 0.56–0.25 and 0.21–0.08 mg/L respectively. Instantaneous rate of oxygen consumption and dissolved oxygen was positive correlation. The lower dissolved oxygen was, the lower instantaneous rate would be. Instantaneous rate of oxygen consumption would decrease if the weight increased. It was found that the relationship between ammonia excretion rate and weight followed an exponential function law.

Key words: allogynogenetic silver crucian carp; ammonia excretion rate; instantaneous rates of oxygen consumption; asphyxiating point

异育银鲫是以黑龙江方正县天然雌核发育的银鲫为母本、兴国红鲤雄鱼为父本杂交育成的子代。具有营养丰富,肉味鲜美,适应性强,生长快等特点,是人工养殖的优质品种。目前,关于异育银鲫的研究多集中在养殖技术、遗传特性、鱼病防治、营养与饲料等方面^[1-4],对其呼吸排泄的研究未见报道。本

收稿日期:2006-04-13

基金项目:上海市教委理科一般项目资助(04KB09);上海水产大学校长基金项目资助(科04-91);上海市重点学科建设项目资助(Y1101)

作者简介:江敏(1972-),女,江苏海门人,博士,副教授,主要从事渔业水域环境保护方面的研究。Tel:021-65711674, E-mail: mjiang@shfu.edu.cn

文较全面地研究了不同个体大小异育银鲫的排氮率与耗氧率,研究结果有助于了解异育银鲫的新陈代谢规律和变化特点,对其合理的池塘养殖、安全越冬与度夏、活鱼运输等有一定指导意义^[5]。

1 材料与方 法

1.1 试验鱼的来源与驯化

试验鱼取自上海杨浦区赤峰路渔业机械仪器研究所,根据其体重不同分为 5 组,分别为 4.51 ± 0.11 、 8.03 ± 0.18 、 9.07 ± 0.23 、 11.26 ± 0.17 、 13.05 ± 0.42 g/尾,放入不同暂养箱(60 cm × 45 cm × 40 cm)内,以经充分曝气的自来水驯养 15 d。因异育银鲫为底栖性鱼类,对光线较为敏感,故用黑色薄膜遮住暂养箱开口的 2/3,以掩蔽过强的光照。同时,以窗纱罩住其余 1/3,防止鱼跃出。用增氧机和加热棒维持水中充足的氧气(>5.5 mg/L)和 20 ± 0.5 °C 左右的水温。每天投喂饲料一次,吸污一次,日换水约 10 L,占总水体的 1/4。

1.2 试验设计

1.2.1 平均排氮率的测定

采用静态试验方式,将不同体重的异育银鲫各 10 尾分别放入盛有 5 L 曝气除氯自来水的玻璃缸(40 cm × 30 cm × 25 cm)中。每隔一定时间以萘氏试剂法测定氨氮浓度^[6],采用如下方法处理试验数据:

$$\Delta N_{t_{i-1}, t_i} = \sum_{i=1}^n (C_{N, t_i} - C_{N, t_{i-1}}) \cdot V_{t_{i-1}}$$

$$N_t = \sum_{i=1}^n \Delta N_{t_{i-1}, t_i} + C_{N, t_0} \cdot V_{t_0}$$

$\Delta N_{t_{i-1}, t_i}$ —— t_{i-1} 至 t_i 时刻氨氮的增量(mg)

N_t —— 实验进行至 t_i 时刻溶液中的氨氮总量(mg)

n —— 测定次数

C_{N, t_i} 、 $C_{N, t_{i-1}}$ 、 C_{N, t_0} —— t_i 、 t_{i-1} 及实验初始时水中氨氮的浓度(mg/L)

以 EXCEL 程序建立 N_t (mg) 与时间 t (h) 的相关方程 $N_t = k \cdot t + b$, 式中 k 即单位时间内全部受试异育银鲫的总平均排氮量(mg/h)。个体排氮率 $R_N = \frac{k}{m}$, 其中 m 为试验鱼尾数, 而单位体重鱼的比排氮率为 $R'_N = \frac{k}{mW}$, W 为试验鱼的平均体重(g)。

1.2.2 瞬时耗氧速率的测定

采用静态试验方式,将不同体重的异育银鲫各 10 尾放入盛有 5 L 曝气除氯自来水的三角烧瓶中,待其适应后以液体石蜡封住水面(设两组平行),控制水温 20 ± 0.5 °C 左右。每隔一定时间用溶氧仪(YSI MODEL 58)测定溶解氧,以萘氏试剂法测定氨氮浓度^[6],直至异育银鲫全部死亡,取开始出现死亡前的数据,按马海娟等^[7]的方法求算个体耗氧率 $OCR[\text{mgO}_2/(\text{ind} \cdot \text{h})]$ 与比耗氧率 $OCR[\text{mgO}_2/(\text{g} \cdot \text{h})]$ 。

2 结 果

2.1 异育银鲫的排氮率

由表 1 可知,水中氨氮总量随时间的延长而线性增长,两者之间显著相关。试验期间,单位个体排氮率 R_N 随着体重增加而逐渐增大,而单位体重排氮率 R'_N 则不断降低。将异育银鲫排氮率与体重作回归分析可得如下结果:

$$R_N = 0.1236W^{0.3066}, R^2 = 0.9837$$

$$R'_N = 0.0263W^{-0.3319}, R^2 = 0.9734$$

两者之间呈良好的幂函数关系。

表1 异育银鲫养殖水体中氨氮总量(N_t , mg)与时间(t , h)的关系

Tab.1 The relationship between total ammonia and time in allogynogenetic sliver crucian carp breeding waters

平均体重(g)	相关方程	R^2	样本数	R_N (mgN/(ind·h))	R'_N (mgN/(g·h))
4.51 ± 0.11	$N_t = 1.2138t + 1.1193$	0.9550	7	0.1214	0.0269
8.03 ± 0.18	$N_t = 1.5909t + 1.2550$	0.9863	7	0.1591	0.0198
9.07 ± 0.23	$N_t = 1.7182t + 1.3790$	0.9807	10	0.1718	0.0189
11.26 ± 0.17	$N_t = 1.8488t + 1.6802$	0.9753	9	0.1849	0.0164
13.05 ± 0.42	$N_t = 2.0107t + 1.8740$	0.9853	9	0.2037	0.0156

2.2 异育银鲫的溶解氧死亡临界值及窒息点

各组异育银鲫窒息死亡的过程基本一致: 试验初始, 各组鱼表现平静, 随着时间推移, 鱼开始上下急蹿, 鳃充血, 之后游泳能力下降, 静卧于瓶底, 最后死亡。图1为放有10尾单位体重 9.07 ± 0.23 g 异育银鲫的封闭水体中溶解氧的含量变化图。由图可见, 4.5 h 之前, 溶解氧含量呈直线下降趋势; 4.5 h 时, 水中溶解氧为 0.35 mg/L, 异育银鲫开始死亡; 至 6.5 h 时, 溶解氧降为 0.09 mg/L, 异育银鲫半数死亡; 最后在 7.5 h 溶解氧仅为 0.05 mg/L 时, 全部鱼死亡。其余各组溶解氧含量的变化趋势也是如此。以鱼开始出现死亡作为死亡临界值, 半数鱼死亡作为窒息点, 则各组试验鱼的死亡临界值与窒息点数值列于表2, 两者均随体重的增加而降低。可见, 随着生物个体的增大, 其对低氧的耐受性逐渐增强。

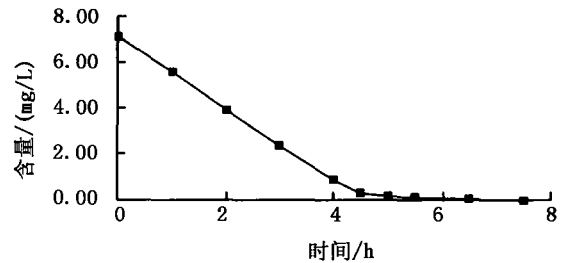


图1 异育银鲫养殖封闭水体中溶解氧含量的变化
Fig.1 Changes of dissolved oxygen in closed allogynogenetic sliver crucian carp breeding water

表2 异育银鲫的溶解氧死亡临界值及窒息点

Tab.2 Critical values and suffocaion points of dissolved oxygen on allogynogenetic sliver crucian carp

平均体重(g)	死亡临界值(mg/L)	窒息点(mg/L)
4.51 ± 0.11	0.56	0.21
8.03 ± 0.18	0.38	0.14
9.07 ± 0.23	0.35	0.09
11.26 ± 0.17	0.27	0.09
13.05 ± 0.42	0.25	0.08

2.3 异育银鲫的瞬时耗氧速率

将各体重异育银鲫的单位体重耗氧量(W_0 , mg/ind)与相应的试验时间(t , h)进行回归分析可得表3所示的相关方程1。对这些方程进行微分, 可得各组鱼的单位体重瞬时耗氧速率[V , mg/(g·h)]与时间(t , h)的相关方程2。由表可知, 单位体重异育银鲫耗氧量均随时间延长而增加; 而瞬时耗氧速率则随时间的延长而逐渐降低。

表3 异育银鲫耗氧的相关方程

Tab.3 Relation equations of oxygen consumption in allogynogenetic sliver crucian carp

平均体重(g)	相关方程 1	R_1^2	相关方程 2	样本数	相关方程 3	R_3^2
4.51 ± 0.11	$W_0 = 0.1212t^{0.9323}$	0.9764	$V = 0.1130t^{-0.0677}$	8	$V = 0.0025DO + 0.0964$	0.9570
8.03 ± 0.18	$W_0 = 0.0964t^{0.9515}$	0.9827	$V = 0.0917t^{-0.0485}$	7	$V = 0.0012DO + 0.0842$	0.9635
9.07 ± 0.23	$W_0 = 0.0869t^{0.9884}$	0.9988	$V = 0.0859t^{-0.0116}$	6	$V = 0.0003DO + 0.0842$	0.9709
11.26 ± 0.17	$W_0 = 0.0885t^{0.9647}$	0.9647	$V = 0.0854t^{-0.0353}$	7	$V = 0.0010DO + 0.0807$	0.9011
13.05 ± 0.42	$W_0 = 0.0920t^{0.9089}$	0.9988	$V = 0.0836t^{-0.0911}$	10	$V = 0.0026DO + 0.0725$	0.9103

* : 相关方程 2 由方程 1 微分而得, $R_1^2 = R_3^2$

对瞬时耗氧速率与水中溶解氧进行相关性分析发现,两者之间呈现良好的线性相关(相关方程 $3, R_3^2$),可以式 $V = aDO + b$ 表示, V 随 DO 的减少而逐渐降低,表明异育银鲫的呼吸属顺应型^[8]。本试验发现,4.51~9.07 g的体重组, a 值随着体重增加而减小,表明溶氧对瞬时耗氧速率的影响逐渐减少;之后 a 值却随着体重的进一步增大而增大,表明溶氧对瞬时耗氧速率的影响明显增大。

为便于比较,把时间1、2 h带入相关方程2,可分别得到各体重组在1、2 h时的瞬时耗氧速率:1h时将其体重由低至高排列,其瞬时耗氧速率依次为0.113、0.092、0.086、0.085、0.084 mg/(g·h);2 h时依次为0.108、0.089、0.085、0.083、0.079 mg/(g·h)。可见,异育银鲫的瞬时耗氧速率随体重的增加而减少。

3 讨论

3.1 异育银鲫的氨氮排泄

食物中的蛋白质经消化分解为氨基酸后被吸收入体内,一部分被合成蛋白质而用于鱼体自身的组织生长,其余则作为能量底物氧化分解供能,同时产生氨氮^[9]。其中的非离子氨对水产动物具有较大的毒性,是水产养殖过程中备受关注的水质指标。长江三角洲地区渔业水环境现状调查表明,非离子氨是影响该地区水域水质的主要项目之一,部分水域已不能满足渔业生产的要求^[10],其中的氮主要来源于工农业生产及人们生活污水的排放。在一个单纯的养殖水体中,氨氮则主要来自于水体内部物质循环的失调,如投饵不当,富含蛋白质的残饵发生氨化作用等。而水产动物的排氨也是重要的因素。

试验发现,随着时间的延长,水中氨氮含量不断增加;且鱼总重越高,产生的氨氮越多。研究过程中,包括暂养池在内的各水体 pH 维持在7~8的范围内,水温为20℃左右。根据计算可知,非离子氨在总氨中的百分比约为1.4%~3.8%。以10尾体重13.05 g的异育银鲫为例,其8 h可产生16.09 mg总氨氮,其中非离子氨氮约为0.23~0.61 mg。假设在高密度养殖水体中,1 L水中鱼重30 g,则8 h后可使水体非离子氨氮浓度增加0.053~0.14 mg/L,大大超出了渔业水质标准中非离子氨氮的限量(0.02 mg/L)。研究表明,非离子氨对鲢鳙鱼苗的24 h LC_{50} 分别为0.91、0.46 mg/L,对草鱼中的96 h LC_{50} 为0.496~1.386 mg/L^[11],对加州鲈的96 h LC_{50} 为0.86 mg/L^[12]。本试验发现,虽然异育银鲫排泄非离子氨的总量尚不大,但由于缺乏氨对异育银鲫的毒性报道,而实际生产中,残饵会导致更多氨的富集,若此时水体溶氧状况不良,则仍有可能导致鱼类中毒。在活鱼运输中,虽然不存在残饵分解的问题,但运输过程中鱼密度将远高于正常养殖水体,此时氨的排泄会带来严重的问题。

3.2 异育银鲫的窒息点

研究表明不同大小的四大家鱼在23~30℃时的窒息点为0.3~0.79 mg/L^[13];刘飞等^[14]的研究指出,不同大小的湘云鲫的窒息点为0.11~0.22 mg/L。本试验异育银鲫溶氧的窒息点为0.08~0.21 mg/L,相对四大家鱼较低,表明其具有较好的耐低氧能力。

体重与鱼类窒息点之间可呈现正相关,即窒息点随体重增加而增加,如黄颡鱼^[15];也可呈负相关,如湘云鲫、真鲷、大口胭脂鱼、鲤、鲢、鳙等^[16]。异育银鲫则属后者,这是由于随着个体的增大,鱼对外界各种不良环境因素抵抗力增强的缘故。

3.3 异育银鲫的瞬时耗氧速率

鱼类大多数代谢活动都和氧的利用有关,耗氧率直接或间接地反映新陈代谢规律、生理和生活状况。对鱼类耗氧率的测定不仅在鱼类呼吸生理学研究上有重要意义,在鱼类养殖上也有应用价值。通常小型水生动物比大型水生动物在单位重量上消耗较多的氧气^[17]。比较异育银鲫的排氨率和瞬时耗氧速率可知,两者均随个体增大而减少。这是由于在小鱼阶段,组织分化、器官形成、个体发育速度均较大鱼高,新陈代谢水平强于大鱼,所以耗氧率高,排泄量大,由此而产生的氨也相对较高。

本试验条件下,异育银鲫的呼吸属顺应型,且在不同体重范围内,溶氧水平对耗氧速率的影响不同。如小鱼(4.51~9.07 g)阶段,体重增加,溶氧对耗氧速率的影响减少;而体重(9.07~13.05 g)进一步增

大,溶氧对耗氧速率的影响能力则明显,说明鱼越大,溶氧越低,则新陈代谢越慢,耗氧率越低。张武昌等^[18]发现,中华哲水蚤呼吸类型不属于顺应型;王爱敏^[19]的研究表明,罗氏沼虾蚤状幼体为顺应型;而马海娟^[7]则发现,高温时南美白对虾的呼吸呈顺应型,而低温时则相反。可见,耗氧速率与溶氧的关系会因生物种类不同而有所差异,而即使是同种生物,也会因温度等条件的不一致而出现不同的结果。

参考文献:

- [1] 陈勇,周洪琪,余奇文,等. 异育银鲫实验性免疫抑制模型的建立[J]. 水产学报,2005,29(2):227-231.
- [2] 沈怀舜,杨官品,许璞. 异育银鲫准回交世代经济性状优势的遗传基础研究[J]. 中国海洋大学学报,2005,35(2):219-224.
- [3] 刘文斌,王爱民,王恬. 菜籽粕中芥子酸和硫甙对异育银鲫生长和生理机能的影响[J]. 南京农业大学学报,2004,27(1):78-80.
- [4] 叶金云,陈建明,吴文,等. 传统池塘与孵化水泥池投饲饲养技术对异育银鲫鱼苗培育效果的影响[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版),2001,20(9):149-151.
- [5] 殷名称. 鱼类生理学[M]. 北京:中国农业出版社,1995:89-104,131-151.
- [6] 陈佳荣. 水化学试验指导书[M]. 北京:中国农业出版社,1996:126-160.
- [7] 马海娟,臧维玲,崔莹. 温度对南美白对虾瞬时耗氧速率与溶氧水平的影响[J]. 上海水产大学学报,2004,13(1):52-55.
- [8] Fry F E H. The aquatic respiration of fish, physiology of fishes[M]. New York: Academic Press, 1957:1-63.
- [9] Lyndon A R, Houlihan D F, Hall S J. The effect of short-term fasting and a single meal on the protein syntheses and oxygen consumption in cod, *Gadus morhua* [J]. Journal of Comparative Physiology B, 1992, 162: 209-215.
- [10] 黄文钰,舒金华,许朋柱. 长江三角洲渔业水环境质量现状及对策建议[J]. 农村生态环境,2000,16(4):20-23.
- [11] 鲁林仓. 谨防氨氮中毒[J]. 内陆水产,2001,26(7):32.
- [12] 余瑞兰,聂湘平,魏泰莉. 分子氨和亚硝酸盐对鱼类的危害及其对策[J]. 中国水产科学,1999,6(3):73-77.
- [13] 陈琴,黄钧,唐章生,等. 小口脂鲤鱼种耗氧率与窒息点的初步测定[J]. 淡水渔业,2000,30(11):44-46.
- [14] 刘飞,张轩杰,刘筠. 湘云鲫耗氧率和溶氧临界窒息点[J]. 湖南师范大学自然科学学报,2000,23(3):72-75,94.
- [15] 陈琴,章太卓,徐夏声. 黄颡鱼耗氧率和窒息点初探[J]. 内陆水产,2001,(3):9-11.
- [16] 乔德亮,李思发,凌去非,等. 白斑狗鱼耗氧率和窒息点研究[J]. 上海水产大学学报,2005,14(2):202-206.
- [17] Vernberg W B, Bernberg E J. 海洋动物环境生理学[M]. 北京:农业出版社,1982.
- [18] 张武昌,王荣,王克. 温度对中华哲水蚤代谢率的影响[J]. 海洋科学,2000,24(2):12-44.
- [19] 王爱敏. 罗氏沼虾蚤状幼体耗氧速率与窒息点测定[J]. 齐鲁渔业,1997,14(2):37-39.