

研究简报

## 真鲷幼鱼能源物质的研究\*

Study on energy source substance of red seabream juvenile

于东祥 韩阿寿 柳学周 马爱军 雷霖霖

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

刘彬昌

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266003)

Yu Dongxiang Han Ashou Liu Xuezhou Ma Aijun Lei Jilin

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266003)

Liu Binchang

(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266003)

**关键词** 真鲷, 幼鱼, 能源物质, 氧氮比

**Key words** *Chrysophrys major*, juvenile, energy substance, ratio of oxygen to nitrogen

鱼类能源物质的研究是鱼类能量代谢研究的重要组成部分。日本学者采用封闭、半封闭、流水方式, 研究了体重在 0.000 2~270 g 间的真鲷(*Chrysophrys major*) 在 20℃ 条件下的耗氧率与体重之间的关系<sup>[8]</sup>。然而, 关于真鲷能量代谢的研究还未见报道。本文旨在通过测试真鲷幼鱼的气体代谢和氨氮排泄, 探讨其能源物质的化学本质和组成比例, 为确定种质参数和营养配比提供科学依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 实验材料

试验用鱼为黄海水产研究所小麦岛试验基地培育的幼鱼, 体重范围 0.13~14.56 g(表 1), 发育正常。试验前 20 h, 把鱼置于试验条件下进行适应性驯化, 同时停止投饵。试验用水为经沉淀、砂滤的天然海水, 水温 19.0~24.5℃, pH 8.0~8.2, 盐度 30~31, 溶解氧大于 5 mg/L, 总氨氮小于 0.1 mg/L。

#### 1.2 试验方法

采用静水密闭式呼吸试验方法<sup>[2,8]</sup>测定真鲷幼鱼的耗氧率、CO<sub>2</sub> 排出率、氨氮排泄率。根据幼鱼的大小, 选用 500~10 000 mL 的代谢瓶。每个体重组用 4~5 个同等体积的代谢瓶进行试验, 其中 1 个为空白, 另外 3~4 个为平行样, 试验时间为 1 h。代谢瓶内鱼的数量根据鱼的大小确定, 最低溶氧量在 5 mg/L 以上, 以使鱼保持正常状态。代谢瓶置于水族箱内水浴、遮光, 防止外界因素对试验鱼的惊扰, 试验结束后用滤纸吸去鱼体表的水份, 测量湿重。试验于每天上午 9~12 时进行。

收稿日期: 1997-05-13

\* 国家攀登计划 B“海洋生物优抗研究”项目资助课题

表 1 试验用鱼体重和分组  
Table 1 Body weight and fish group

| 组别<br>group            | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11    | 12    |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 体重/g<br>body<br>weight | 0.13 | 0.16 | 0.79 | 1.09 | 1.10 | 2.81 | 4.55 | 5.95 | 6.19 | 8.08 | 10.22 | 14.56 |

1.2.1 耗氧率的测定 代谢瓶内水样的溶氧量用溶氧仪(型号为 YSI MODL5.8)测定,每组试验前后均用碘量法对仪器进行标定。

$$\text{耗氧率} = (D_0 - D) V / WT$$

式中,  $D_0$  为对照代谢瓶水样的溶解氧(mg/L);  $D$  为有试验鱼代谢瓶水样的溶解氧(mg/L);  $V$  为代谢瓶内试验用水的体积;  $W$  为试验用鱼体重(g);  $T$  为试验时间(h)。

1.2.2 氨氮排泄率的测定 代谢瓶内水样经  $0.54 \mu\text{m}$  滤膜抽滤处理后,使用 721 分光光度计以纳氏比色法测定总氮。

$$\text{氨氮排泄率} = (N - N_0) V / WT$$

式中,  $N_0$  为对照代谢瓶水样的氨氮含量(mg/L);  $N$  为有试验鱼代谢瓶水样的氨氮含量(mg/L)。

1.2.3  $\text{CO}_2$  排出率的测定 试验通过测量代谢瓶内水样氢离子活度和酸碱度,计算  $\text{CO}_2$  含量<sup>[9]</sup>。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出率} = (C - C_0) V / WT$$

式中,  $C_0$  为对照代谢瓶水样的  $\text{CO}_2$  含量(mg/L);  $C$  为有试验鱼代谢瓶水样的  $\text{CO}_2$  含量(mg/L)。

1.2.4 能源物质代谢量和代谢能的计算 氮氮是鱼类蛋白质代谢的主要产物,因此可根据氨氮的排泄量近似计算出蛋白质的代谢量,再由耗氧率和  $\text{CO}_2$  排出率计算出脂肪和碳水化合物的代谢量<sup>[3]</sup>。

代谢能量根据 Brafield 提出的公式<sup>[1]</sup>计算:

$$\text{代谢能} = 11.18 \text{ O}_2 + 2.61 \text{ CO}_2 - 9.55 \text{ NH}_4^+$$

式中,代谢能单位为 J,式右边各项的单位为 mg。

## 2 结果和讨论

### 2.1 真鲷幼鱼能量代谢的基本参数

体重 0.13~14.56 g 的真鲷幼鱼,在水温 20.6~24.5℃,停食、静息状态下,能量代谢的测试数据见表 2。随着真鲷幼鱼体重的增加,单位体重的耗氧量、氨氮排泄量、 $\text{CO}_2$  排出量、耗能量均呈下降趋势。

### 2.3 真鲷幼鱼的能源物质

本试验中,真鲷幼鱼的呼吸商测试结果为  $0.78 \pm 0.01$ 。各种饲料营养成分在鱼体内氧化时的呼吸商不同,蛋白质为 0.8,脂肪为 0.7,糖类为 1.0。相比而言,真鲷幼鱼的呼吸商较低,由此可以初步推断,真鲷幼鱼的能源物质主要是蛋白质和脂肪。进一步的计算结果证明了上述推论。在鱼体内作为能源物质被氧化的蛋白质、脂肪、碳水化合物所占的比例分别为 67%、30%、3%,蛋白质在鱼体内氧化提供的能量在总耗能量中的比例高达 57.21%。海水鱼类中,氮的最终代谢产物主要是氨,另外还有尿素、肌酸酐、三甲胺等。该计算结果仅以试验中测定的氨氮计算蛋白质的消耗量,而氨氮仅是排泄氮的一部分,因此蛋白质的代谢量和提供能量的比例实际上还要高。

氧氮比系真鲷幼鱼耗氧与排氮的克原子之比。从表 2 可以看出,真鲷幼鱼的氧氮比在 14.01~16.42 之间波动,平均值为  $14.94 \pm 0.74$ 。Harris 等<sup>[5]</sup>学者研究指出,利用氧氮比能够估计甲壳动物代谢中能源的化学本质。如果完全由蛋白质氧化提供能量,氧氮比为 7;如果由蛋白质和脂肪氧化提供能量,氧氮比约为 24;如果主要由脂肪或碳水化合物供能,氧氮比将倒变得非常大<sup>[2,4-7]</sup>。这一理论为通过测定氧氮比研究甲壳动物的能量代谢提供了科学依据。而本试验真鲷幼鱼的氧氮比处于 7 至 24 的中值,在能源物质组成中,蛋白质和脂肪占 97%,其中蛋白质占 67%,这一结果与上述理论一致。这种一致是偶然性还是一种普遍性的规律,或者说,这种一致是否也适用于真鲷的其它生长阶段和其它鱼类,尚需做更多的试验来证

明, 如果结论是肯定的, 将为鱼类能量代谢的研究提供更为简便的方式。

表 2 真鲷幼鱼的耗氧率、CO<sub>2</sub> 排出率、氨氮排泄率、耗能率和呼吸商、氧氮比

Table 2 Oxygen consumption, CO<sub>2</sub> production, ammonia - N excretion, energy consumption and respiratory quotient, ratio of oxygen to nitrogen of red sea bream juvenile

| 组别<br>group | 水温/℃<br>temp. | 耗氧率/<br>(mg/g·h)<br>oxygen<br>consumption | 氨氮排泄率/<br>(mg/g·h)<br>ammonia - N<br>excretion | CO <sub>2</sub> 排出率/<br>(mg/g·h)<br>CO <sub>2</sub> production | 能量代谢率/<br>(J/g·h)<br>energy<br>consumption | 呼吸商<br>respiratory<br>quotient | 氧氮比<br>ratio of oxygen<br>to nitrogen |
|-------------|---------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1           | 20.6          | 0.82 ± 0.05                               | 0.049 9 ± 0.026 8                              | 0.86 ± 0.03                                                    | 10.953 7                                   | 0.76                           | 14.40                                 |
| 2           | 20.3          | 0.78 ± 0.06                               | 0.045 5 ± 0.028 3                              | 0.81 ± 0.04                                                    | 10.400 0                                   | 0.75                           | 15.00                                 |
| 3           | 23.0          | 0.76 ± 0.17                               | 0.046 8 ± 0.014 8                              | 0.81 ± 0.02                                                    | 10.164 0                                   | 0.78                           | 14.22                                 |
| 4           | 24.5          | 0.76 ± 0.03                               | 0.047 4 ± 0.028 3                              | 0.79 ± 0.02                                                    | 10.106 0                                   | 0.76                           | 14.01                                 |
| 5           | 21.6          | 0.72 ± 0.04                               | 0.044 5 ± 0.015 9                              | 0.73 ± 0.03                                                    | 9.529 9                                    | 0.74                           | 14.15                                 |
| 6           | 23.0          | 0.70 ± 0.04                               | 0.039 6 ± 0.005 6                              | 0.72 ± 0.05                                                    | 9.327 0                                    | 0.75                           | 15.46                                 |
| 7           | 24.5          | 0.72 ± 0.11                               | 0.038 4 ± 0.015 0                              | 0.75 ± 0.02                                                    | 9.640 4                                    | 0.76                           | 16.42                                 |
| 8           | 24.5          | 0.64 ± 0.03                               | 0.037 5 ± 0.004 5                              | 0.67 ± 0.03                                                    | 8.545 8                                    | 0.76                           | 14.93                                 |
| 9           | 24.5          | 0.63 ± 0.03                               | 0.035 6 ± 0.007 6                              | 0.64 ± 0.03                                                    | 8.373 8                                    | 0.74                           | 15.50                                 |
| 10          | 24.5          | 0.58 ± 0.05                               | 0.031 1 ± 0.013 7                              | 0.62 ± 0.05                                                    | 7.805 6                                    | 0.78                           | 16.33                                 |
| 11          | 23.5          | 0.57 ± 0.07                               | 0.033 0 ± 0.007 5                              | 0.60 ± 0.04                                                    | 7.623 4                                    | 0.76                           | 15.10                                 |
| 12          | 23.5          | 0.55 ± 0.12                               | 0.032 6 ± 0.005 4                              | 0.57 ± 0.02                                                    | 7.351 5                                    | 0.77                           | 14.76                                 |
| 平均值<br>mean |               | 0.69 ± 0.09                               | 0.040 2 ± 0.006 5                              | 0.71 ± 0.10                                                    | 9.151 8 ± 1.188 0                          | 0.76 ± 0.01                    | 14.94 ± 0.74                          |

## 参 考 文 献

- 1 崔奕波. 鱼类生物能量学的理论和方法. 水生生物学报, 1989, 13(4): 369~383
- 2 周洪琪. 中国对虾亲虾的能量代谢研究. 水产学报, 1990, 14(2): 114~119
- 3 荻野珍吉. 鱼类的营养和饲料. 陈国铭, 黄小秋, 译. 北京: 海洋出版社, 1987, 87~111
- 4 Conover R I, E D S Corner. Respiration and nitrogen excretion by some marine zooplankton in relation to their life cycles. J Mar Biol Assoc U. K., 1968, 48: 49~75
- 5 Harris E. The nitrogen cycle in Long Island Sound. Bull Bingham Oceanogr, Collect. 1959, 17: 31~65
- 6 Ikeda T. Nutritional ecology of marine zooplankton, Mem Fac Fish Hokkaido Univ, 1974, 22: 1~97
- 7 Mayzand P. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton. IV. The influence of starvation on the metabolism and biochemical composition of some species. Mar Biol, 1976, 37: 47~58
- 8 S Oikawa, Y Iizawa, M GotoH. Ontogenetic change in the relationship between metabolic rate and body mass in a sea bream *Pagrus major* (Tenninck & Schlegel). J Fish Biol, 1991, 38: 483~496
- 9 Timothy R Parsons, Yoshiaki Maita, Carol M Lalli. Manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon press, 1992. 135~153