

研究简报

饥饿状态下草鱼的代谢率和氮排泄率及其与体重的关系

崔奕波 王少梅 陈少莲

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

RATES OF METABOLISM AND NITROGEN EXCRETION IN STARVING GRASS CARP IN RELATION TO BODY WEIGHT

Cui Yibo, Wang Shaomei and Chen Shaolian

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

关键词 饥饿代谢, 氮排泄, 体重, 草鱼

Key words Starvation metabolism, Nitrogen excretion, Body weight, *Ctenopharyngodon idella*

在饥饿条件下, 鱼的能量消耗主要有两方面, 一是代谢, 另一是含氮化合物的排泄^[1]。这两个指标的测定, 对于预测饥饿鱼的能量收支及生长有很大意义。本项研究利用饥饿实验, 测定了 30℃ 下饥饿草鱼的代谢率、氮排泄率与体重的关系。

材料与方法

1. 材料 实验鱼为养殖场培育的草鱼幼鱼, 体重范围为 8.9—85.7g。在实验室饲养数周后, 方用于实验。

2. 设施 实验设施为 250L 可控温循环过滤水族箱, 滤料为对氨有极强吸附力的斜发沸石(直径 1—5mm, 每箱配 40L 沸石)。采用气升泵循环(流速约 1L/min)。同时引入微流水(去氯自来水), 流速约 0.1L/min。水族箱四壁用布围住, 以减少外界干扰。

3. 步骤 将水温逐步(2—3℃/d)升至 30℃, 并在此温度下适应 7d 后开始实验。实验开始时, 选取 10 尾鱼作为对照, 称重后在 70℃ 下干燥测干重。另选取 50 尾实验鱼, 称重后分养于 10 只水族箱(每箱 5 尾)。采用剪鳍法对同一箱中各条鱼进行标志。饥饿 35d 后, 将各实验鱼称重, 在 70℃ 下干燥测干重。用 Phillipson 微量热量计测定各对照鱼及实验鱼的能量含量, 用克氏法测定各条

鱼的氮含量。

4. 计算 根据氮收支式, 饥饿鱼的氮排泄(N_e)可计算为:

$$N_e = -N_g = -(N_t - N_0) \quad (\text{单位: g})$$

式中 N_g 为氮生长, N_t 为实验结束时鱼体氮的总含量, N_0 为实验开始时鱼体氮的总含量。而

$$N_t = (\text{最终体重}) \times (\text{干物质含量}) \times (\text{氮含量})$$

$$N_0 = (\text{初始体重}) \times (\text{对照鱼平均干物质含量}) \times (\text{对照鱼平均氮含量})$$

同理, 根据能量收支式, 饥饿鱼的代谢率(R)可计算为:

$$R = -G - U = -(E_t - E_0) - U \quad (\text{单位: KJ})$$

式中 G 为能量生长, U 为排泄物中的能量损失, E_t 为实验结束时鱼体的能量总量, E_0 为实验开始时鱼体的能量总量。由于鱼类排泄物主要为氨, 而氨的能值为 24.8KJ/g, 故 $U = 24.8N_e$, 而

$$E_t = (\text{最终体重}) \times (\text{干物质含量}) \times (\text{能量含量})$$

$$E_0 = (\text{初始体重}) \times (\text{对照鱼平均干物质含量}) \times (\text{对照鱼平均能量含量})$$

结果与讨论

饥饿草鱼的代谢率(R : KJ/d)与体重(W : g)的关系为:

$$\ln R = -2.372 + 0.753 \ln W \quad r = 0.85 \quad (1)$$

饥饿草鱼的氮排泄率(N_e : gN/d)与体重的关系为:

$$\ln N_e = -7.716 + 0.710 \ln W \quad r = 0.60 \quad (2)$$

假定实验鱼的氮排泄物均为氨,由式(2)可得出氮排泄物中的能量损失率(U : KJ/d)为:

$$\ln U = -4.51 + 0.710 \ln W \quad (3)$$

鱼类在饥饿、静止状态下的代谢率,称为标准代谢(Standard metabolism),它代表了在一定环境条件下,鱼类维持生命的最低代谢水平^[2]。在本实验中,鱼处于长期饥饿状态,活动水平较低,但并非完全静止,故所测的代谢率只是标准代谢的近似值。我们建议将长期饥饿状态下的代谢率定义为饥饿代谢(Starvation metabolism)。

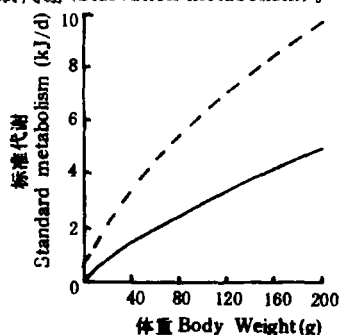


图1 本文用能量收支法测定的草鱼饥饿代谢与 Wiley & Wike 用耗氧法所测值的比较。温度为 30℃。实线为本文式(1)预测值,虚线为 Wiley & Wike 方程预测值

Fig. 1 Comparison of starvation metabolism determined in this study using the energy balance method and that determined by Wiley & Wike through measurements of oxygen consumption. Temperature was 30℃. Solid line: predictions from Eqn (1) of this paper; broken line: predictions from the equation of Wiley & Wike^[6]

鱼类代谢率的测定,多采用耗氧率法。数位作者指出,耗氧率实验周期通常较短,结果易受一些短期效应(如外界刺激及实验前营养史)的影响,故建议采用实验周期较长的能量收支法间接测定代谢率^[3-5]。Wiley & Wike^[6]曾采用耗氧率法测定了草鱼的标准代谢(O_2 : mg/h)与温度(T : °C)及体重(W : g)的关系:

$$O_2 = 0.026W^{0.645}T^{1.07}$$

根据氧热系数(0.0135KJ/mg O_2),上式可换算成能量单位(R : KJ/d):

$$R = 0.0084W^{0.645}T^{1.07}$$

将上式温度定为 30℃,与本文式(1)比较(图1),可发现 Wiley & Wike 所测代谢率远比本研究测定值要高。由于标准代谢定义为最低代谢水平,本文所测代谢率更接近标准代谢。

根据式(1)及式(3)计算,30g 的草鱼在 30℃ 时、饥饿状态下的代谢率及排泄物中能量损失分别为 1.21KJ/d 及 0.12KJ/d,总能量支出为 1.33KJ/d,代谢及排泄分别占总支出的 91%和 9%。故在饥饿状态下,代谢的能量消耗要比排泄高得多。

参考文献

- [1] 崔奕波. 鱼类生物能量学的理论与方法. 水生生物学报, 1989, 13: 369—383.
- [2] Priede I G. Metabolic scope in fishes. In: Fish Energetics: New Perspectives (P. Tytler & P. Calow, eds), London: Croom Helm, 1985: 33—64.
- [3] Cui Y, Liu J. Comparison of energy budget among six teleosts- I. Metabolic rates. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1990, 97A, 169—174.
- [4] Cui Y, Wootton R J. The metabolic rate of the minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.) (Pisces: Cyprinidae), in relation to ration, body size and temperature. *Funct. Ecol.*, 1988, 2: 157—161.
- [5] Elliott J M. The energetics of feeding, metabolism and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to body weight, water temperature and ration size. *J. Anim. Ecol.*, 1976, 45: 923—948.
- [6] Wiley M J, Wike L D. Energy balances of diploid, triploid and hybrid grass carp. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 1986, 115: 853—861.