

研究简报

稀有鮡鲫的摄食率、排泄率和排粪率

王 剑 伟

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

FOOD CONSUMPTION, FAECAL PRODUCTION AND NITROGENOUS EXCRETION OF *GOBIOCYPRIS RARUS*

WANG Jian-wei

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

关键词: 稀有鮡鲫, 排泄, 排粪, 同化率

Key words: *Gobiocypris rarus*, Faecal production, Nitrogenous excretion, Food consumption

中图分类号: S963.16 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3207(2000)01-13

稀有鮡鲫是我国近年来开始使用的一种实验鱼, 由于它具有易于饲养、周年繁殖、性成熟快、连续产卵类型等一系列特性, 已作为实验材料成功地应用于鱼病学、环境科学等方面的研究工作中。关于稀有鮡鲫繁殖、发育等生物学方面的研究已有较多的文献报道^[1], 但尚未见鱼类能量学方面的研究资料发表。

鱼类的废物能量损失主要包括排粪和排泄, 是能量收支重要的组分, 估算其大小对鱼类能量学研究至关重要。对多数鱼类的研究表明, 排粪率与摄食率、排泄率与摄食率存在一定的定量关系^[2-4]。由于同一种鱼类摄取同一食物时, 这些定量关系受环境因子影响不大^[5], 因此可将有关废物能量损失的研究结果应用到在相近实验条件下同种鱼的其他研究中。本实验在 25℃ 条件下, 对稀有鮡鲫的最大摄食率、排泄率、排粪率进行测量, 并探讨废物能量损失与摄食率的定量关系, 旨在为该种鱼的能量学及相关研究提供资料。

1 材料与方法

1.1 实验步骤 实验用稀有鮡鲫(*Gobiocypris rarus* Ye et Fu) 10♀、10♂, 是本所室内繁衍的后代, 其原始亲鱼采自四川省汉源县或灌县。实验开始前, 鱼在试验条件下驯化 10d; 每尾鱼分别饲养在一个盛水 15L 的玻璃水族箱中, 每日投喂过量的水蚯蚓 (*Limnodrilus spp.*); 实验室水温 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 光照 12h(7—19时)。

收稿日期: 1997-10-09; **修订日期:** 1999-08-27

基金项目: 本文由中国科学院重点科研项目 KS85-602 和 KZ952-S2-121 资助。

作者简介: 王剑伟(1967-), 男, 重庆市人, 助理研究员, 博士, 主要从事鱼类生态学和鱼类实验动物研究。

试验用水为经曝气的自来水,事先充气使溶氧达到饱和。试验前让鱼饥饿 2d 并称量,然后将鱼转入试验缸中开始试验。每日 11 时投喂过量的水蚯蚓,14 时回收残饵。水蚯蚓自身的损失通过对照缸进行计算,并根据残饵多少对日摄食量进行校正。水蚯蚓称量参照 Cui and Liu 的方法进行^[4]。每日称 2 份水蚯蚓(投饵、残饵)在 70℃ 烘干,以测定干物质含量与能量含量,以每日的平均值计算当日摄食的干重与能量。

试验共持续 7d。采用全重法测定排粪量,每日用吸管收集鱼粪 3 次,烘干后以备分析。试验结束时将鱼捞出,饥饿 2d 后称重,在 70℃ 烘干并测定干物质含量与能量含量。实验结束时用虹吸的方法取样,对试验缸中水的溶氧、氨氮、脲氮浓度进行测定,同时测量各缸水的体积。通过对照缸水蚯蚓的氮排泄对鱼的氮排泄进行校正。

1.2 化学分析与数据处理 用 Phillipson 微量能量计测定饵料、鱼体、鱼粪的能量含量,由于鱼粪的样品较少,因此将 20 尾鱼粪样混合后测定其平均值。溶氧测定采用滴定法,水中氨氮、脲氮的测定则采用 Chaney and Marbach 的方法^[6]。排泄的能量损失通过 Elliott 的能值氨氮 24.83J / mg、脲氮 23.03J / mg 进行计算^[7]。

文中摄食量指实验期间鱼摄入食物的总量,摄食率(C)指每天摄入的食物量;与此对应的有排粪量与排粪率(F)、排泄量与排泄率(U)。日粮水平指每日每 100g 鱼的摄入量。消化率的计算公式为:消化率 = (C - F) / C * 100。同化率的计算公式为: A = (C - F - U) / C * 100。

2 结果

2.1 相关基础数据 实验鱼的起始体重(湿重)为 0.483—2.082g,试验结束时各缸溶氧 4.32—7.20mg / L。试验期间 20 尾鱼均有不同程度的生长,每尾鱼湿重增重 19.4—246.7mg,平均 91.1mg。鱼体、水蚯蚓的干物质含量、能量含量等基础数据见表 1。其中,雄鱼的干物质含量为 27.21% ± 0.64%,雌鱼的干物质含量为 27.03% ± 0.63%,二者无显著差异(p = 0.5282)。雌、雄鱼的能量含量也没有显著性差异(p = 0.9781)。

2.2 摄食量与摄食率 在 7d 的试验中每尾鱼摄食 516.8~2627.7mg(湿重)水蚯蚓,平均

表1 研究材料的干物质含量和能量含量
Tab.1 The contents of dry matter and energy of materials

	范 围	平 均	标准差	
	Range	Average	S.D.	
鱼体干物质含量	24.32—29.97	27.71	1.50	
Dry matter of fish (%)				
鱼体能量含量	20.05—23.74	21.78	1.25	
Energy of fish (J/mg.d.wt)				
水蚯蚓干物质含量	17.24—19.14	18.11	0.70	
Dry matter of tubificid worms (%)				
水蚯蚓能量含量	21.99—23.25	22.82	0.42	
Energy of tubificid worms (J/mg.d.wt)				
粪能量含量	18.23			
Energy of faeces (J/mg.d.wt)				

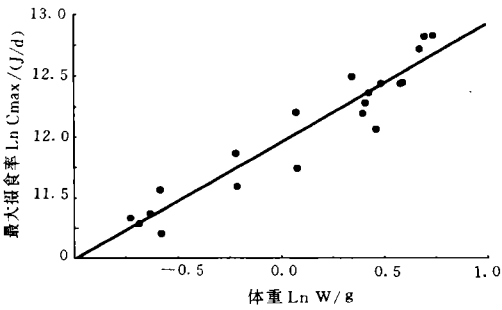


图1 稀有鮡鲫最大摄食率(LnCmax, J/d)与体重(LnW, g)的关系
Fig.1 Relationship between maximum rate of food consumption and body weight for *Gobiocypris rarus*

Cmax 时回归方程的系数见表 2。

表2 最大摄食率与鱼重关系回归方程的系数

Tab.2 Coefficients for the regression equation (LnCmax=a+blnW)
relating maximum rate of food consumption (Cmax) to body weight (W,g)

Cmax expressed as	a	b	r ²
w.wt (g/d)	11.9570	0.9688	0.9068
d.wt (mg/d)	3.3377	0.9715	0.9069
Energy (J/d)	6.4657	0.9710	0.9068

2.3 废物能量损失与同化率 研究表明,稀有鮡鲫的排粪量占食物能量的 4.04%—8.86%,平均 $5.79\% \pm 1.42\%$,这在雌、雄鱼间无显著差异 ($p = 0.4210$),即稀有鮡鲫对水蚯蚓的平均消化率为 94.21%。排泄物能量损失占食物能量的比例变化于 1.19%—1.79%,平均 $1.52\% \pm 0.17\%$ 。排泄量所占能量比例的变化与性别无关 ($p = 0.3573$)。在排泄能量损失中,氨氮占 75.19%—88.84%,平均 $81.97\% \pm 2.91\%$ 。

排粪率与摄食率,排泄率与摄食率均呈直线关系(图 2),其回归方程分别为:

$$F = - 5.120 + 0.6646C$$

$$(n = 20, r^2 = 0.8558)$$

$$U = 1.8427 + 0.01261C$$

$$(n = 20, r^2 = 0.9326)$$

式中 F 为排粪率(J / d),U 为排泄率(J / d),C 为摄食率(J / d)。

稀有鮡鲫的同化率为 89.94%—94.48%,平均 $92.69\% \pm 1.41\%$ 。研究还表明,未同化能量(废物能量损失, F+ U)与摄食率也存在明显的直线相关: $F + U = - 3.278 +$

1778.9mg ,其平均日粮水平为 $15.72 \pm 2.45\%$ 。由于试验期间投喂的水蚯蚓是过量的,因此可将摄食率视为最大摄食率(Cmax)。因雌鱼的体重明显大于雄鱼,雌鱼的摄食率也大于雄鱼,但雌、雄鱼的日摄入能量水平(J / g / d)分别为 626.92 ± 94.25 和 670.07 ± 108.15 ,二者无显著差异($p = 0.3543$)。

最大摄食量 Cmax 与鱼的体重呈明显的相关(图 1),不同单位表示

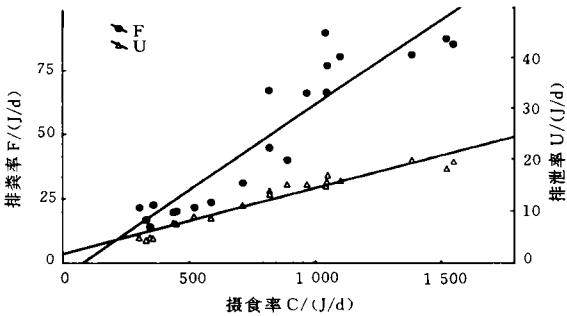


图2 稀有鮡鲫排粪率(F, J/d)、排泄率(U, J/d)与摄食率(C, J/d)的关系

Fig.2 Relationship between rate of faecal production and rate of food consumption, relationship between rate of nitrogen excretion and rate of food consumption for *Gobiocypris rarus*

0.07908C(n = 20, r² = 0.8870)

3 讨论

本研究表明, 稀有鮡鲫排粪率与摄食率、排泄率与摄食率的关系均为线性, 这与其他许多鱼类的研究结果是相似的^[3,4]。在氮排泄中, 氨氮占 81.97% ± 2.91%, 也与文献报道的其他鱼类的研究结果相近^[5]。

Winberg 认为多数鱼类废物能量损失在 20% 左右^[8], Brett 等提出的肉食性鱼类能量收支式为 100C = 20F + 7U + 44R + 29G^[5]。朱晓鸣等¹⁾以人工配合饲料喂养稀有鮡鲫, 他们估算的废物能量损失为 10% 左右。本研究表明稀有鮡鲫的废物能量损失为 7.31%, 这低于 Elliott 报道的 鳟 (*Salmo trutta*) (25—30%)^[7], Cui and Wootton 报道的 鲮 (*Phoxinus phoxinus*) (11.0%)^[3], Cui and Liu 报道的麦穗鱼、鲤、鲫等 6 种鱼类 (10.5—16.7%)^[4]。一般认为, 无论是排粪还是氮排泄, 都与鱼的种类和食物类型有关。本研究表明, 稀有鮡鲫具有较高的同化率, 而水蚯蚓是其比较理想的饵料。

本研究仅进行了 7d, 且雌、雄鱼个体差异较大, 因而不便对其生长进行细致的分析, 但从食物能支出的比例来看, 仅有 2.40—21.84% (平均 9.28 ± 5.59%) 用于生长。理论上讲, 低生长可能意味着高的代谢量或较大的繁殖能力。稀有鮡鲫生活在河漫滩上的稻田、沟渠等极不稳定的生境中, 可能具有较高的死亡率, 同时又具有性成熟快、繁殖季节长、连续产卵类型等特点^[1]。这些生活史特征与其食物能的分配恰好相对应; 高代谢量可提高摄食、躲避、迁徙等能力, 从而提高存活机会; 食物能较大比例分配到繁殖方面, 即雌鱼的配子生产和雄鱼的繁殖行为。今后应估算稀有鮡鲫的繁殖能力、对代谢进行直接测量、构建完整的能量收支, 以从能量分配的角度进一步阐明其生活史特点及其在进化中的适应性。

参 考 文 献

[1] 王剑伟、曹文宣. 稀有鮡鲫与鱼类实验动物 [C]. 鱼类学论文集 (第六辑). 北京: 科学出版社, 1997, 144—152

[2] 谢小军、孙儒泳. 南方鲇的排粪量及消化率同日粮水平、体重和温度的关系 [J]. 海洋与湖沼, 1993, 24(6): 627—633

[3] Cui Y and Wootton R J. Bioenergetics of growth of a cyprinid, *Phoxinus phoxinus*: the effect of ration, temperature and body size on food consumption, faecal production and nitrogenous excretion[J]. *J Fish Biol*, 1988, (33):431—443

[4] Cui Y. and Liu J. Comparison of energy budget among six teleostes. I. Food consumption, faecal production and nitrogenous excretion[J]. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1990, (96A):163—171

[5] 崔奕波. 鱼类生物能量学的理论与方法 [J]. 水生生物学报, 1989, (13): 369—383

[6] Chaney A L and Marbach E P. Modified reagents for determination of urea an ammonia [J]. *Clin Chem*, 1962,(8):130—132

[7] Elliott J M. Energy losses in the waste of products of brown trout (*Salmo trutta* L.) [J]. *J Anim Ecol*, 1976,(45):561—580

[8] Winberg G G. Rate of metabolism and food requirements of fishes[J]. *Fish Res Bd Can Transl Series*, 1956, 194:1—253

1) 朱晓鸣、解绶启、崔奕波等. 摄食水平和性别对稀有鮡鲫(*Gobiocypris rarus*)生长和能量收支的影响. 海洋与湖沼. 待刊