

摄食和温度对草鱼氮排泄影响的初步研究

周洪琪 潘兆龙 李世钦 覃志彪

(上海水产大学渔业学院, 200090)

摘要 本文研究了饥饿和摄食草鱼分别在20℃、30℃时的排泄,结果指出草鱼排泄氨和尿素,但以氨为主,约占总氮排泄的80%。饥饿鱼的排泄昼夜变化较小,在20℃时氨氮和尿素氮的日均排泄分别为2.68mg/kg·h和0.65mg/kg·h。摄食对草鱼的排泄有显著性影响,摄食后5~8小时达到高峰,氨氮排泄为8.15mg/kg·h、尿素氮为1.82mg/kg·h,摄食后24小时恢复到摄食前水平,日均排泄氨氮为5.4mg/kg·h、尿素氮为1.35mg/kg·h。温度对鱼的排泄有显著影响,排泄随温度的升高而增多。

关键词 草鱼,排泄,摄食,温度

中图分类号 S917

摄食鱼的能量收支为 $C=F+U+R+G$,其中C为摄入能,F、U、R分别为粪能、排泄能和代谢能,G为生长能。虽然在能量收支模式中排泄能仅仅是很少的一部分,但也是必不可少的部分,它能够反映出蛋白质的分解代谢。蛋白质在分解代谢中不能为鱼体所利用的能量即以排泄能形式排至体外。鱼类的排泄受到多种因素的影响,如鱼的种类、鱼的体重、水环境的pH、温度、盐度、氨水平、饲料成分以及投饲方式等[Elliot 1976, Sadasivam 和 Emidio 1988, Kaushik 1995],有关这方面的报导大多数为肉食性鱼类。草食性鱼类中的草鱼则因其是重要的养殖鱼类以及它能够有效的控制水环境中水草的生长,因此周洪琪等[1994],Cui 和 Lui[1992]、Cui 等[1993]、Carter 和 Brafield[1991、1992]、Fisher 和 Lyakhnovich[1973]先后报导了草鱼的能量收支及其与体重、摄食水平、饲料组成的关系。本试验自1992年通过测定不同水温条件下饥饿鱼与摄食鱼排泄的氨和尿素,了解摄食和水温对草鱼排泄的影响,为建立草鱼的能量收支模式,饲养密度以及活鱼运输提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 试验鱼的驯养

试验草鱼 *Ctenopharyodon idells* 取自川沙孙桥养殖场,选择健壮的、体重为15~20g 鱼暂养在两个循环水族箱中,逐渐调节水温,使两个水族箱的水温分别控制在20℃和28℃。每日07:30Am投喂配合饲料(表1),日投饲量为鱼体重的2.25%,投饲前先排污,试验鱼在自然光照条件下驯养二周。

1.2 排泄能的测定

试验前鱼禁食1天,在水温为20℃的水族箱中放置10~12个代谢瓶,将它们分为摄食和饥饿两个试验组,每组有5~6个代谢瓶,每组设置1个代谢瓶为空白对照,其余每瓶放2尾鱼,摄食组的鱼在试验开始前07:30Am投饵,投饵量为鱼体重的2.25%,无残饵。给每个代谢瓶连续充气调节各瓶充气的速度达一致,以致试验过程中代谢瓶内的溶解氧不低于5mg/L。待鱼适应代谢瓶1小时之后开始试验,在试验开始时以及3小时后取代谢瓶中的水样,用 Berthlot 尿酶法测定水样中氨氮和尿素氮的浓度,计算试验鱼的氨氮和尿素氮排泄率,作连续24小时测定,分别用能量系数24.83j/mg 氨氮和23.03j/mg 尿素氮换算排泄的氨能和尿素能,排泄能为氨能和尿素能之和。将代谢瓶放在水温为28℃的水族箱中应用相同的装置和方法测定摄食鱼和饥饿鱼在28℃时的氨氮和尿素氮排泄率,并以相同的系数换算排泄的氨能和尿素能。

2 结果

表2表明饥饿鱼与摄食鱼在20℃时的氨氮和尿素氮排泄的昼夜变化,由此可见氨是饥饿鱼与摄食鱼的主要排泄物,约占总氮排泄的80%。饥饿鱼白天的排泄水平较低,19:00以后有所增加,22:00~2:00达高峰,然后排泄水平又逐渐降低,但总的来说饥饿鱼排泄的昼夜变化较小,氨氮和尿素氮日平均排泄率分别为2.68mg/kg·h和0.65mg/kg·h,排泄能为1.96kj/kg·d,其中包括1.6kj/kg·d 氨能和0.36kj/kg·d 尿素能。

摄食对于鱼类排泄氨和尿素有显著性的影响(二者均为 $p < 0.05$)。试验鱼于7:30Am摄食后氨和尿素的排泄显著增加,摄食后5~8小时氨和尿素的排泄同时达到峰值,氨氮排泄为8.15mg/kg·h。尿素氮为1.82mg/kg·h,然后排泄逐渐减少,摄食后24小时已恢复到摄食前水平。在试验24小时内摄食鱼的日平均排泄率氨氮为5.4mg/kg·h,尿素氮为1.35mg/kg·h,摄食鱼日排泄能为3.97kj/kg·d,其中包括3.22kj/kg·d 氨能和0.75kj/kg·d 尿素能。

表2 草鱼20℃时的排泄(mg/kg·h)

Tab. 2 Excretion of grass carp at 20℃(mg/kg·h)

试验时间	饥饿鱼		摄食鱼	
	氨氮	尿素氮	氨氮	尿素氮
09:00~12:00	2.44±0.28	0.55±0.09	7.61±0.59	1.43±0.40
12:00~15:00	2.35±0.22	0.50±0.16	8.15±0.48	1.82±0.20
15:00~19:00	2.45±0.40	0.40±0.13	6.38±0.41	1.75±0.23
19:00~22:00	2.97±0.73	0.90±0.33	6.03±0.41	1.76±0.16
22:00~02:00	3.87±1.07	1.04±0.21	4.43±1.08	1.25±0.38
02:00~05:00	2.62±0.34	0.62±0.16	3.36±0.37	0.72±0.11
06:00~0:00	2.01±0.15	0.60±0.14	1.87±0.26	0.68±0.21

表3为饥饿鱼与摄食鱼在28℃时的排泄,比较试验鱼在相同试验时间不同水温条件下的排

泄,说明随着温度的升高,饥饿鱼在28℃时排泄氨约为20℃时的2.2倍,排泄尿素约为1.7倍,摄食鱼在28℃时排泄的氨和尿素分别为20℃时的1.8倍和2.3倍。

表3 草鱼28℃时的排泄(mg/kg·h)
Tab. 3 Excretion of grass carp at 28℃ (mg/kg·h)

试验时间	饥饿鱼		摄食鱼	
	氨氮	尿素氮	氨氮	尿素氮
09:00~12:00	5.41±0.20	0.80±0.28	13.10±0.26	3.18±0.10
15:00~19:00	5.16±0.47	0.79±0.07	11.95±0.36	4.17±0.20

3 讨论

蛋白质作为能源在鱼体内分解,其能量不能全部为鱼所利用,部分能量会排泄到鱼体外,本试验中草鱼的主要排泄物为氨,还有小部分尿素,结果与 Brett 和 Groves[1979],Catter 和 Brafield[1992]等的报导相符。

鱼类氮排泄物的来源除了饲料蛋白之外,还来自于组织蛋白的分解,Savitz 等[1977]指出鱼在短时期饥饿后的排泄为内源性氮,Fromm[1963]认为氮的排泄会随着饥饿时间延长而减少,饥饿6天左右其排泄水平较稳定,但 Carter 和 Brafield[1992]则在草鱼饥饿2天后的排泄作为内源性排泄。本试验饥饿组鱼为饥饿24小时后的昼夜排泄,因此可作为内源性排泄的近似值,其水平接近于鲤和虹鳟[Kaushik 1980]、大口黑鲈[Savitz 等 1977]、虹鳟[Fromm 1963]内源性氮。

本试验草鱼摄食后排氨显著增加,这与 Mclean 和 Fraser[1974]对银大麻哈鱼(*Oncorhynchus kisutch*)、Brett 和 Groves[1979]对红大麻哈鱼(*O. nerka*)、Proter 等[1987]对金鲷(*Sparus aurata*)、Kikuchi 等[1992]对日本牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)及 Carter 和 Brafield[1992]对草鱼的研究结果相符,唯达到排泄峰值所需要的时间因鱼的种类而异,本试验草鱼的排氨在摄食后5~8小时达到峰值,红大麻哈鱼则为4~4.5小时、银大麻哈鱼为9小时、日本鲷为6小时。之外摄食鱼排氨水平恢复到摄食前水平所经历的时间也因鱼的种类而异,本试验鱼摄食后24小时的排氨水平已恢复到摄食前水平,红大麻哈鱼则需要19小时,而日本鲷在24小时之后仍不能恢复。

本试验摄食草鱼排泄尿素也显著增加,Kikuchi 等[1992]对日本鲷有相似报导,但是 Brett 和 Groves[1979]则提出摄食对红大麻哈鱼的排尿素没有影响。

由于摄食促进草鱼增加排泄氨和尿素,所以摄食鱼的日排泄能几乎是饥饿鱼的二倍,饲料的组成亦影响排泄能,本试验中摄食的排泄能占摄入能的1.04%,Cui 和 Liu[1992]报导草鱼分别摄食颤蚓、浮萍时的排泄能占摄入能的8%和5%,Carter 和 Brafield[1991]报导草鱼在摄取高蛋白质、高脂肪和高糖配合料时的排泄能占摄入能的4.7%、3.4%和3.1%。这是由于饲料中脂肪和糖的水平能够影响鱼类肝脏中氨基酸分解酶的活性[Shimeno 等 1981],另外饲料蛋白的质量如氨基酸的平衡对氨的排泄有影响,对此 Fauconneau[1984]曾报导如果摄入的氨基酸超过其需要量,该鱼排泄的氨和尿素会随其摄入量的增加而增多。

与肉食性鱼类的排泄能相比,草鱼的排泄能较低,如 Brett 和 Groves[1979]指出肉食性鱼

类的排泄能占摄入能的7%左右, Elliot[1976]报导褐鲟为4%~10%,由此可见草鱼能够较好的利用糖和脂肪作为其能源。

温度对本试验饥饿鱼、摄食鱼排泄的影响很显著, Elliot[1976]对褐鲟、Cui 和 Wootton [1988]对真鲷都有相似的报导。鱼为变温动物,水温直接会影响鱼体内物质代谢中酶的活性,本试验温度皆为鱼的适宜温度,酶的活性会随着水温的升高而增大,因此蛋白质代谢中的代谢物氨和尿素也会随之增多。

参 考 文 献

- 周洪琪,潘兆龙,李世钦等. 1994. 草鱼的生理能量收支. 上海水产大学学报, 3(1~2): 16~20
- Brett J R, Groves T D D. 1979. Physiological energetics. In: Fish Physiology, vol. 8 (Hoar, W S, Randal D J, Brett J R eds), 279~352. New York Academic Press
- Carter C G, Brafield A E. 1991. The bioenergetics of grass carp, *Ctenopharyngodon idells* (Val); allocation at different planes of nutrition. J Fish Biol, 39: 873~887
- Cater C G, Brafield A E. 1992. The bioenergetics of grass carp, *Ctenopharyngodon idells* (Val); the influence of body weight, ration and dietary composition on nitrogenous excretion. J Fish Biol, 41: 533~543
- Cui Y, Wootton R J. 1998. Bioenergetics of growth of a cyprinid phoxinus; the effect of ration, temperature and body size on food consumption faecal production and nitrogenous excretion. J Fish Biol, 30: 431~443
- Cui Y, Liu J. 1992. Growth and energy budget in young grass carp, *Ctenopharyngodon idellus* Val. feed plant and animal diets. J Fish Biol. 41: 231~238
- Cui Y, Wang S, Chen S. 1993. Rates of metabolism and nitrogen in starving grass carp in relation to body weight. Acta Hydrobiologica Sinica, 17(4): 375~376
- Elliot J M. 1976. Energy losses in the waste products of brown trout (*Salmo trutta* L.). J Anim Ecol, 45: 561~580
- Fauconneau B. 1984. The measurement of whole body protein synthesis in larval and juvenile carp (*Cyprinus carpio*). Comp Biochem Physiol, 78B: 845~850
- Fisher Z, Lyakhovich V P. 1973. Biology and bioenergetics of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val). Polskie Archiwum Hydrobiologii, 20: 521~557
- Fromm P. 1963. Studies on renal and extra-renal excretion in the freshwater teleost (*Salmo gairdneri*). Comp Biochem Physiol, 10: 121~128
- Kaushik S J. 1980. Influence of nutritional status on the daily patterns of nitrogen excretion in the carp (*Cyprinus carpio* L.) and the rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). Reprod. Nutr. Develop, 20(6): 1751~1765
- Kaushik S J. 1995. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. Aquac, 129: 225~241
- Kikuchi K, Takeda S, Honda H, et al. 1992. Nitrogenous excretion of juvenile and young Japanese flounder. Bull Jap Soc Sci Fish, 58: 2329~2333
- McLean W E, Fraser F J. 1974. Ammonia and urea production of coho salmo under hatchery condition. Environm Prot Ser Pac. Region, Surveillance Rep Eps-5, PR-74-5. Washington D C, Environmental Protection Agency
- Porter C B, Krom M D, Robbins M G, et al. 1987. Ammonia excretion and total N budget for gilthead seabream (*Sparus aurata*) and its effect on water quality conditions. Aquac, 66: 287~297
- Sadasivam J K, Emidio G. 1988. Effect of frequency of feeding on nitrogen and energy balance in rainbow trout under maintenance conditions. Aquac, 73: 207~216
- Savitz J, Albaness E, Evinger M J, et al. 1977. Effect of radio level on nitrogen excretion, nitrogen retention and efficiency of nitrogen utilization for growth in largemouth bass (*Micropterus salmoides*). J Fish Biol, 11: 185~192
- Shimeno S, Takeda M, Sasaki H. 1981. Response of nitrogen excretion to change of dietary composition in carp. Bull Jap Soc Sci Fish, 47: 191~195

EFFECT OF FEEDING AND TEMPERATURE ON NITROGENOUS EXCRETION OF GRASS CARP, *CTENOPHARYGODON IDELLS*

ZHOU Hong-Qi, PAN Zhao-Long, Li Shi-Qin, QIN Zhi-Biao
(Fisheries college, SFU, 200090)

ABSTRACT Nitrogenous excretion of starved and fed grass carp (body weight in 15~20g) were studied at 20°C and 30°C respectively. The results indicated that ammonia and urea were excretion products of grass carp. Ammonia was about 80% of total excretion. Diurnal change of excretion of the starved grass carp was slight. The mean rates of ammonia-N and urea-N of the starved grass carp were 2.68mg/kg·h and 0.65mg/kg·h at 20°C respectively. The excretion of grass carp was significantly affected by feeding. Ammonia and urea excretion reached maximum at 5~8 hours after feeding. Rates of ammonia-N and urea-N were 8.15mg/kg·h and 1.82mg/kg·h at that time respectively. Excretion dropped to previous levels before feeding 24 hours after feeding. The mean rates of ammonia-N and urea-N of the fed carp were 5.4mg/kg·h and 1.35mg/kg·h respectively. Nitrogenous excretion of the starved and fed grass carp were increased with temperature.

KEYWORDS *Ctenopharygodon idells*, excretion, feeding, temperature