

研究简报

# 烟酸铬对奥尼罗非鱼生长及组织营养成分的影响

潘庆<sup>1</sup> 刘胜<sup>2</sup> 郑诚<sup>1</sup> 毕英佐<sup>1</sup>

(1. 华南农业大学动物科学系, 广州 510642; 2. 中国科学院南海海洋研究所, 广州 510301)

## THE EFFECT OF CHROMIUM-NICOTINIC ACID ON GROWTH, FEED UTILIZATION AND TISSUE COMPOSITION IN HYBRID TILAPIA, *OREOCHROMIS NILOTICUS* × *O. AUREUS*

PAN Qing<sup>1</sup>, LIU Sheng<sup>2</sup>, ZHENG Cheng<sup>1</sup> and BI Ying-zuo<sup>1</sup>

(1. Department of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642;

2. South China Sea Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301)

关键词: 罗非鱼; 生长; 烟酸铬

Key words: Tilapia; Growth; Chromium-nicotinic acid

中图分类号: S 965.125 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2002)02-0197-004

鱼类对糖的利用能力低于畜禽, 饲料中最适的糖水平如黄尾 小于 10%, 太平洋鲑鱼小于 20%, 沟鲈为 25% - 30%, 罗非鱼为 40%<sup>[1]</sup>。在糖耐量实验中, 鱼类表现持续的高血糖反应<sup>[2]</sup>, 类似糖尿病型患者的反应。在哺乳类和人类的研究结果证实, 微量元素铬(Cr)能恢复大鼠和儿童受损的葡萄糖耐量<sup>[2]</sup>, 增强胰岛素的作用, 铬参与组成葡萄糖耐量因子, 提高大鼠和小鼠的生长和存活<sup>[3]</sup>。饲料中添加三氯化铬等化合物, 显著提高罗非鱼对葡萄糖饲料的摄食量、增重率、蛋白质积累、能量积累和肝糖原含量<sup>[4]</sup>, 提高鲤对葡萄糖的利用<sup>[5]</sup>。有机铬对鱼类的生长和饲料利用有何影响, 其作用机制如何, 是否和哺乳类相同, 这方面研究未见报道。本试验观察了烟酸铬对罗非鱼生长、饲料利用和组织营养成分的影响, 旨在为进一步探讨铬对鱼类糖利用的影响及其作用机制奠定基础。

### 1 材料与方 法

**1.1 试验饲料** 先自行配制不添加烟酸铬(0mg/kg)的基础饲料, 在基础饲料中分别添加铬 0.2, 0.5, 1.0, 10.0mg/kg, 共配制 5 组试验饲料, 存放在 -20℃ 冰箱中备用。饲料配方及成分分析见表 1。水分、粗蛋白、粗脂肪、灰分、粗纤维含量的测定依据常规方法<sup>[6]</sup>, 淀粉与糖原的提取和糖原含量的测定采用 3,5-二硝基水杨酸定糖法<sup>[7-8]</sup>。铬和钼含量的测定如下: 称 0.5g 干燥样品于盐酸洗过的坩埚中, 在马福炉

收稿日期: 1999-07-11; 修订日期: 2001-04-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(39800104)资助

作者简介: 潘庆(1969-), 女, 新疆库尔勒人; 博士, 副教授, 主要从事鱼类营养学研究

500 下灰化 7h, 冷至室温后加 6mol/L 的盐酸 1mL, 放置 12h 后用 6% 的盐酸稀释定容至 10mL, 采用电感耦合等离子体发射光谱法测铬和钇的含量。

**1.2 试验过程** 从育苗场运回初始平均体重 2.6g 的奥尼罗非鱼 (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*), 暂养在实验室水族箱中 2 周, 水族箱为圆桶状, 容积 0.3m<sup>3</sup>, 每 15 个水族箱共用一套循环过滤水装置。试验开始时, 将罗非鱼平均分配在 15 个水族箱中, 每箱 30 尾, 称初始体重。每一饲料组设三个平行, 投喂率为 4%。饲料分作三等分投喂, 投喂时间为每天 8:00、12:00 和 17:00, 每周投喂 6d。每两周称一次体重, 并相应调节投喂量, 光照为自然光源, 实验期间水温 25.0—31.5, pH7.0, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> < 0.005mg/L, 溶解氧 > 4.0mg/L (据中国科学院南海海洋研究所研制的海马牌水质快速测试剂)。于投喂饲料第八周开始采用虹吸法吸取粪便, 每箱每 1.5h 吸一次粪便, 挑选具完整包膜的粪条, 80 烘干后保存在 4 冰箱, 备测营养成分。试验周期为 8 周。生长试验结束后, 称终末体重。从每一水族箱中随机取 3 尾鱼, 取背肌备测营养成分。

**1.3 数据的统计学分析** 因方差分析结果表明初始体重在组间有显著差异 (表 2), 故对组间终末体重、特定生长率和饲料效率作协方差分析, 若有显著差异, 再作多重比较, 显著水平采用 0.05。

表 1 试验饲料的配方和成分分析

Tab. 1 Formulation of test diets and analyzed composition of diets

饲料	0mg/kg 组	0.2mg/kg 组	0.5mg/kg 组	1.0mg/kg 组	10.0mg/kg 组
基础饲料 <sup>1,2,3</sup>	100	100	100	100	100
烟酸铬 (mg/kg 饲料)	—	0.2	0.5	1.0	10.0
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg/kg 饲料)	100	100	100	100	100
水分	6.5	6.1	7.1	6.1	6.1
粗蛋白	31.4	31.5	30.6	31.5	31.1
粗脂肪	4.7	4.6	4.4	5.1	5.3
淀粉	46.5	49.6	49.0	47.7	50.8
灰分	10.1	10.0	9.9	9.9	9.9
粗纤维	5.4	5.6	5.6	6.1	5.5
铬 (mg/kg)	10.74	10.94	11.24	11.74	20.74
钇 (mg/kg)	66.37	66.31	67.26	68.49	69.22

1. 基础饲料原料包括 (%): 鱼粉: 10, 豆粕: 40, 麦麸: 35, 次粉: 9, 植物油: 2.5, 维生素预混物: 0.5, 无机盐预混物: 3; 2. 维生素预混物组成 (%): 硫胺素: 0.25; 核黄素: 0.25; 尼克酸: 1.0; 泛酸钙: 1.25; 叶酸: 0.075; 生物素: 0.03; 盐酸吡哆醇: 0.2; 钴胺素: 0.0005; C: 5; K<sub>3</sub>: 0.2; 肌醇: 10; E: 2; A: 0.2 (500IU/mg); 胆碱: 20; 小麦粉: 20.81; 3. 无机盐预混物组成 (%): NaCl 1.0, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 15, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O 25, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 32, Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O 20, FeSO<sub>4</sub> 2.5, 乳酸钙: 3.5, ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.353, MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O 0.162, CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O 0.031, CoCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O 0.01, KIO<sub>3</sub> 0.003, 纤维素: 0.45

## 2 结果

### 2.1 烟酸铬对奥尼罗非鱼生长和饲料利用的影响

五个饲料组罗非鱼的生长和对饲料的利用见表 2 和表 3。添加烟酸铬 10mg/kg 饲料组罗非鱼的终末体重显著高于其他各组 (P < 0.05), 组间特定生长率和饲料效率没有显著差异 (P > 0.05)。各组罗非鱼粗蛋白、粗脂肪和淀粉的表观消化率均无显著差异。

表 2 各饲料组罗非鱼的生长和饲料效率(平均值±标准差)

Tab. 2 The growth and feed efficiency in fish fed 5 experimental diets(M±SD)

饲料组	0mg/kg 组	0.2mg/kg 组	0.5mg/kg 组	1.0mg/kg 组	10.0mg/kg 组	ANOVA F(P)	ANCOVA F(P)
初始体重 IBW(g)	79.6±1.7ab	79.1±1.7abc	76.5±0.2c	77.1±1.8bc	81.1±1.4a	4.716 (0.021)	
终末体重 FBW(g)	754.3±22.2b	747.7±9.5b	762.0±9.6b	738.0±10.4b	791.7±16.0a		3.886 (0.042)
特定生长率 GR(%/d)	4.02±0.07	4.01±0.06	4.10±0.02	4.03±0.02	4.06±0.01		1.974 (0.182)
饲料效率 FE(%)	209.3±4.3	212.5±3.5	218.6±2.3	213.2±2.5	214.0±1.3		2.619 (0.106)

注: 特定生长率(Specific growth rate, SGR) =  $(\ln W_t - \ln W_0) / t^* \times 100$  W<sub>t</sub>: 终末体重; W<sub>0</sub>: 初始体重; t: 饲养天数。  
饲料效率(FE) = 总体重增加量/总饲料投喂量 × 100

表 3 各饲料组罗非鱼对蛋白质、脂肪、淀粉的表现消化率(%) (平均值±标准差)

Tab. 3 Apparent digestibility(%) of protein, fat and starch in fish fed test diets (M±SD)

饲料组	0mg/kg 组	0.2mg/kg 组	0.5mg/kg 组	1.0mg/kg 组	10.0mg/kg 组
蛋白质消化率	89.09±0.61	89.58±0.79	87.93±1.08	88.98±0.52	87.55±0.70
脂肪消化率	93.41±0.29	92.73±1.30	92.01±0.76	92.82±1.18	93.58±0.99
淀粉消化率	69.90±1.48	72.20±1.84	69.70±1.51	72.85±0.92	71.43±0.74

注: 表观消化率(AD) =  $(1 - \text{饲料中 } Y_2O_3 \text{ 含量} / \text{粪便中 } Y_2O_3 \text{ 含量} \times \text{粪便中营养素含量} / \text{饲料中营养素含量}) \times 100$

表 4 各饲料组罗非鱼全鱼、背肌、肝脏营养成分(%) (平均值±标准差)

Tab. 4 The nutritional composition(%) of whole body, dorsal muscle and liver in tilapia (M±SD)

	饲料	0mg/kg 组	0.2mg/kg 组	0.5mg/kg 组	1.0mg/kg 组	10.0mg/kg 组
全鱼	水分	70.43±0.33	70.72±0.73	71.13±0.39	70.73±1.01	70.32±1.10
	粗蛋白	15.52±0.33	15.69±0.88	15.19±0.51	15.53±0.82	15.40±0.87
	粗脂肪	7.46±0.16	7.23±0.70	7.13±0.29	7.20±0.56	7.34±0.61
	灰分	4.05±0.23	4.17±0.09	4.10±0.21	4.20±0.12	4.12±0.07
背肌	水分	77.98±0.35	77.26±0.37	77.39±0.21	77.51±0.32	77.43±0.34
	粗蛋白	18.09±0.47	17.97±0.38	18.36±0.62	17.96±0.19	18.06±0.16
	粗脂肪	0.98±0.08	1.08±0.12	1.07±0.14	1.12±0.09	1.15±0.05
糖原	ANOVA F= 6.31, P= 0.001)	0.63±0.14c	0.87±0.10ab	0.97±0.12a	0.77±0.14bc	0.72±0.13bc
肝脏	水分	67.91±0.99	68.27±1.29	67.72±0.30	67.74±1.77	67.73±1.78
	粗蛋白	10.93±0.40	10.93±0.32	11.33±0.38	10.75±0.25	11.06±0.69
	粗脂肪	7.32±0.01	7.45±0.19	7.73±0.29	7.20±0.56	7.34±0.61
	糖原	7.73±0.94	7.15±0.83	7.48±0.61	7.76±0.55	7.76±0.93

## 2.2 烟酸铬对奥尼罗非鱼全鱼和组织营养成分的影响

各饲料组罗非鱼全鱼、背肌、肝脏营养成分的分析结果见表4。0.2mg/kg组和0.5mg/kg组罗非鱼背肌糖原含量显著高于对照组( $P < 0.05$ ), 0.5mg/kg组背肌糖原含量也显著高于1.0mg/kg组和10.0mg/kg组。其余营养成分含量无论在全鱼、肝脏和背肌在组间均无显著差异( $P > 0.05$ )。

## 3 讨论

在本试验中,各饲料组罗非鱼的特定生长率和饲料效率没有显著差异( $P > 0.05$ ),但添加10.0mg/kg烟酸铬组罗非鱼终末体重显著高于其他各组( $P < 0.05$ ),说明烟酸铬可能促进罗非鱼生长。有研究表明<sup>[4,9-10]</sup>,淀粉饲料中添加三氯化铬、重铬酸钠和三氧化二铬对罗非鱼的生长无显著的促生长,但以葡萄糖为糖源的饲料中添加上述铬化合物,能显著提高增重率、摄食率、或蛋白质积累和能量积累。铬在家畜营养研究中已有很多报道,但对其促生长作用还未得到一致结论。

本次试验中,各组罗非鱼对饲料中蛋白质、脂肪、淀粉的消化率均没有显著差异,说明烟酸铬促进罗非鱼生长可能另有途径。有研究表明,添加三氧化二铬能显著提高罗非鱼糖酵解途径的限速酶磷酸果糖激酶的活力<sup>[9,10]</sup>;鲤摄食三氯化铬饲料后,葡萄糖的转化率提高,并抑制氨基酸葡萄糖异生<sup>[5]</sup>;这些研究结果说明,铬能影响葡萄糖和氨基酸的代谢,促进吸收的葡萄糖的分解和氨基酸的合成代谢。进一步试验准备研究有机铬对葡萄糖中间代谢、糖代谢酶活力和血浆胰岛素水平等的影响,阐明铬的作用机制。

测得本试验基础饲料中铬含量为10.74mg/kg,超过最低添加量0.2mg/kg,这些铬可能来源于饲料原料,饲料制备过程中的污染等。在饲料原料中,含铬量最高的部分可能是预混无机盐,尽管这些来源的铬生物价很低,进一步试验应严格控制基础饲料中铬的含量。

饲料中添加低剂量烟酸铬对罗非鱼促进生长作用不显著,增大剂量可能促进罗非鱼生长。铬在鱼饲料中的最适添加量有待深入研究。

## 参考文献:

- [1] Wilson R P. Handbook of Nutrient Requirement of Finfish [M], Boca Raton: CRC Press, 1991, 35- 53
- [2] Hung S S O. Carbohydrate utilization by white sturgeon as assessed by oral administration tests[J]. *J Nutr*, 1991, **121**: 1600- 1605
- [3] Hopkins LL, Ransome-Kuit O Jr, Majaj A S. Improvement of impaired carbohydrate metabolism by chromium ( ) in malnourished infants [J]. *Am. J Clin Nutr.*, 1968, **21**: 203- 211
- [4] Shiao S Y, Chen M J. Carbohydrate utilization by tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) as influenced by different Chromium sources[J]. *J Nutr*, 1993, **123**: 1747- 1753
- [5] Hertz Y, Zecharia M, et al. Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): the effect of Cobalt and Chromium [J]. *Aquaculture*, 1989, **76**: 255- 267
- [6] AOAC (Association of Official Analytical Chemists). W. Horwitz (Ed.). Official Methods of Analysis [M]. Washington, DC, 1980