

不同糖源及铬对异育银鲫生长和糖耐量的影响

EFFECTS OF VARIOUS CARBOHYDRATE SOURCES AND CHROMIUM ON THE GROWTH AND GLUCOSE TOLERANCE BY *CARASSIU AURATUS GIBELIO*

蔡春芳 宋学宏 王永玲
(苏州大学水产学院, 215151)

CAI Chun-Fang, SONG Xue-Hong, WANG Yong-Ling
(Fisheries College, Suzhou University, 215151)

关键词 异育银鲫, 糖, 铬, 糖耐量

KEYWORDS *Carassiu auratus gibelio*, Carbohydrate, Chromium, Glucose tolerance

对人及家畜而言,糖是最廉价的饲料能源,但鱼对糖的利用能力较低,一般来说,海水鱼及冷水性鱼类饲料中适宜的可消化糖含量在 20% 以下,而淡水鱼类及温水性鱼类较高一些。投喂含可消化糖较高的饲料会导致鱼类肝大小及肝糖元含量随饲料糖含量增加而增加。鱼类对不同类型的糖利用能力也不同,鲤、真鲷 [Furuichi 和 Yone 1982] 和罗非鱼 [Tung 和 Shiau 1991] 对分子量大的淀粉的利用性较葡萄糖强,相反,硬头鲂对小分子量的葡萄糖利用能力较强 [Hung 等 1989]。然而,鱼类对糖低利用性的确切机制尚不明确。糖耐量试验是用于诊断人类糖尿病的手段,它也被用于研究虹鳟 [Palmer 和 Ryman 1972]、鲤、真鲷、鳊 [Furuichi 和 Yone 1981] 的糖代谢机制。铬能够促进哺乳动物体内胰岛素的活性,被认为是胰岛素活性的辅因子,与糖代谢密切相关。本实验是要通过研究不同糖源及铬对异育银鲫 (*Carassiu auratus gibelio*) 生长和糖耐量的影响,探讨异育银鲫糖代谢特点。

1 材料和方法

1.1 试验饲料、试验鱼及饲养方法

试验饲料分别以淀粉 (S)、糊精、D(+)-葡萄糖 (G) 这三种不同形式的糖作糖源。对于淀粉及葡萄糖分别配成含或不含 $6 \times 10^{-6} \text{Cr}_2\text{O}_3$ 的饲料,饲料组成如表 1。

表 1 饲料配方 (%)

Tab. 1 Composition of experimental diets (%)

成 分	组 别					成 分	组 别				
	G	G+ Cr	糊精	S	S+ Cr		G	G+ Cr	糊精	S	S+ Cr
干酪素	30	30	30	30	30	葡萄糖	35	35			
糊精			35			马铃薯淀粉			35	35	
鱼油	2	2	2	2	2	豆油	3	3	3	3	
无机盐预混料*	5	5	5	5	5	维生素预混料*	7.5	7.5	7.5	7.5	
$\text{Cr}_2\text{O}_3 (\times 10^{-6})$		6			6	CMC	3	3	3	3	
纤维素	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5						

注: * 参考 Tung 和 Shiau [1991] 一文中的配方。

异育银鲫由苏州大学实习基地提供,首先在玻璃水族箱中驯养 2 周以适应实验室环境。实验开始后,10 个水族箱(80cm × 50cm × 60cm)分别放养 20 尾平均体重为 13g 的鱼,每种饲料喂一重复组,投饲率为 2%,分别于 8:30 和 14:30 分两次投喂,共喂养五周。整个饲养期间,溶氧在 6 以上,pH 6.6~7.5,水温为 27~34℃。

1.2 增重率及饲料效率测定

饲养五周后称重,计算增重率及饲料效率:

$$\text{增重率}(\%) = 100(\text{末重} - \text{初重}) / \text{初重}$$

$$\text{饲料效率}(\%) = 100(\text{末重} - \text{初重}) / \text{总摄食量}$$

1.3 葡萄糖耐量试验

饲养五周后,使鱼禁食 18h,然后进行糖耐量试验。从每个水族箱随机取 2 尾鱼,尾静脉取血,此时血样为 0 时刻血样,其余的鱼灌喂葡萄糖溶液,剂量为 1.67mg/g(以体重为单位)。在灌喂后 1、2、3、4、5、6 和 7h 分别从每个水族箱中随机取 2 尾鱼同样取血,然后立即用 Hagedorn-Jensen 法测每尾鱼血糖含量。

1.4 统计分析

所有数据用方差分析法进行差异显著性检验,然后用邓肯氏新复极差法进行平均数多重比较($P < 0.05$)。

2 结果

2.1 糖源及铬对增重率及饲料效率的影响

摄食不同饲料的异育银鲫增重率及饲料效率见表 2,淀粉组增重率最高,糊精组其次,葡萄糖组最低。而且葡萄糖组与糊精组增重率存在显著差异。饲料效率与增重率具有相同的趋势。喂以加铬的葡萄糖饲料的鱼增重率及饲料效率都比不加铬组略有提高,但添加铬并没有提高摄食淀粉饲料的鱼的增重率及饲料效率。

表 2 不同糖源及铬对异育银鲫增重率及饲料效率的影响

Tab. 2 Effect of various carbohydrate sources and Cr₂O₃ on growth rate and feed efficiency of

<i>C. auratus</i>			
组别	初重(g/尾)	增重率(%)	饲料效率(%)
G	13.18	20.70 ^b	25.88 ^b
G+ Cr	13.20	22.30 ^b	27.77 ^b
糊精	12.98	33.30 ^a	41.55 ^a
S	13.38	35.65 ^a	44.56 ^a
S+ Cr	13.28	35.05 ^a	43.68 ^a

注: 同列上标相同表示无显著差异 ($P > 0.05$)。

2.2 葡萄糖耐量试验

异育银鲫口服葡萄糖前后的血糖含量见表 3,摄食不同饲料的各组异育银鲫高血糖反应存在显著差异,其中以葡萄糖组反应最强烈,淀粉组反应最弱,这表明在五周内异育银鲫已表现出对葡萄糖饲料的不适应。

表 3 异育银鲫口服葡萄糖后不同时刻的血糖含量 (mg/mL)

Tab. 3 Blood glucose concentrations at different time during oral glucose tolerance tests in *C. auratus* (mg/mL)

组别	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
G	0.53 ^d	1.63 ^b _A	2.26 ^a _A	1.82 ^{ab}	1.36 ^b	1.2 ^{bc}	0.82 ^{cd}	0.64 ^d
G+ Cr	0.58 ^c	1.38 ^b _B	2.03 ^a _{AB}	1.87 ^{ab}	1.28 ^b	1.28 ^b	0.67 ^c	0.63 ^c
糊精	0.55 ^d	1.26 ^c _{BC}	1.79 ^b _{BC}	2.19 ^a	1.25 ^c	0.87 ^{cd}	0.79 ^d	0.72 ^d
S	0.50 ^c	1.18 ^b _C	1.87 ^b _{BC}	2.10 ^a	1.23 ^b	0.95 ^{bc}	0.75 ^c	0.60 ^c
S+ Cr	0.50 ^c	1.07 ^b _C	1.74 ^c _C	1.97 ^a	1.13 ^b	0.84 ^{bc}	0.72 ^{bc}	0.62 ^{bc}

注: 同行上标相同或同列下标相同表示无显著差异 ($P > 0.05$)。

淀粉组和糊精组血糖在口服葡萄糖后 3h 达到最大值, 5h 后基本回到空腹水平, 而葡萄糖组在口服后 2h 已出现血糖峰值, 其血糖含量在口服后 6h 才基本回到空腹水平。添加 Cr_2O_3 显著地降低了葡萄糖组血糖含量, 对淀粉组血糖也有一定的影响, 说明 Cr_2O_3 具有提高糖耐量的作用。

3 讨论

越来越多的研究表明鱼类糖耐量较低, Furuichi 和 Yone [1981] 用含 0、10% 及 40% 糊精的三种饲料喂养鲤、真鲷 30 天后, 按 1.67mg/g (以体重为单位) 的剂量给鱼灌喂葡萄糖, 结果表明三种鱼都表现出持久的高血糖反应, 其中鲤反应最强烈, 真鲷其次, 鲤反应最小。斑点叉尾鲷在口服葡萄糖后也有类似的高血糖反应 [Wilson 和 Poe 1987]。本实验结果表明, 摄食淀粉饲料及糊精饲料的异育银鲫血糖在口服 3h 后达到最大值, 摄食葡萄糖饲料的异育银鲫在口服 2h 后达到最大值, 此后血糖开始下降, 并分别于口服 5、6h 后回到空腹水平, 异育银鲫这种对大剂量外源葡萄糖的相对低的耐量证实鱼类具有类似哺乳类糖尿病的症状。在糖耐量试验中还发现, 摄食葡萄糖饲料的鱼血糖含量较摄食其它饲料的鱼高, 即该组鱼糖耐量较低。另一方面, 摄食葡萄糖饲料的鱼增重率也最低。这两个实验结果一致说明异育银鲫对葡萄糖的利用能力较淀粉、糊精差。

用放射免疫方法检测鱼类血液中胰岛素水平发现其胰岛素含量相似于甚至高于哺乳类 [Hertz 等 1989], 因此, 鱼类对大剂量外源葡萄糖的相对低的耐量被认为更象哺乳类的非胰岛素依赖性糖尿病症状 [Hertz 等 1989]。目前的研究表明, 铬在一些哺乳动物体内能促进胰岛素发挥最大生物学效能, 其作用机制是铬与烟酰胺、甘氨酸、谷氨酸和胱氨酸一起构成糖耐量因子 (GTF), 使胰岛素与其受体之间形成二硫键, 促使胰岛素发挥最大效能。Shiau 和 Lin [1993] 报导添加铬显著地促进了罗非鱼对葡萄糖的利用, 但并不提高对淀粉的利用。本实验中也发现 Cr_2O_3 显著提高了葡萄糖组异育银鲫的糖耐量, 对淀粉组的糖耐量也有一定的促进作用, 说明在鱼类胰岛素生物学效能上可能确实存在某些缺陷。但由实验结果可见, 铬添加并不能显著提高增重率, 也就是说如果胰岛素生物学效能低是影响鱼对糖利用性的一个因素的话, 那么这个因素的影响也是很小的, 可能不是主要原因。

上海水产大学王道尊教授向我们提供了实验使用的 Cr_2O_3 及马铃薯淀粉, 同时给予我们技术指导, 并审阅了此文, 在此表示由衷感谢。

参 考 文 献

- Furuichi M, Yone Y. 1981. Changes of blood sugar and plasma insulin levels of fishes in glucose tolerance tests. *Bull Jpn Soc Sci Fish*, 47: 761~764
- Furuichi M, Yone Y. 1982. Availability of carbohydrate in nutrition of carp and red sea bream. *Bull Jpn Soc Sci Fish*, 48: 945~948
- Hertz Y, Epstein N, Abraham M, et al. 1989. Effects of metformin on plasma insulin, glucose metabolism and protein synthesis in the common carp *Cyprinus carpio L.* *Aquac*, 80: 175~187
- Hung S S O, Fynn-Aikins F K, Lutes P B, et al. 1989. Ability of juvenile white sturgeon to utilize different carbohydrate sources. *J Nutr*, 110: 727~733
- Palmer T N, Ryman B E. 1972. Studies on oral glucose intolerance in fish. *J Fish Biol*, 4: 311~319
- Shiau S Y, Lin S F. 1993. Effect of supplemental dietary chromium and vanadium on the utilization of different carbohydrates in tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Aquac*, 110: 321~330
- Tung P H, Shiau S Y. 1991. Effects of meal frequency on growth performance of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus* fed different carbohydrate diets. *Aquac*, 92: 343~350
- Wilson R P, Poe W E. 1987. Apparent inability of channel catfish to utilize dietary mono- and disaccharides as energy sources. *J Nutr*, 117: 280~285