

# 江蓠藻膳食纤维降血脂作用研究

肖美添, 叶 静, 汤须崇

(华侨大学化工与制药工程系, 福建 厦门 361021)

**摘 要:** 采用高脂饲料喂养昆明小鼠建立高脂血症模型, 以燕麦膳食纤维为阳性对照, 测定江蓠藻膳食纤维 100、200、400mg/(kg bw·d)剂量灌胃给药高脂血症模型小鼠, 4 周后对其总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)的影响。结果表明: 江蓠藻膳食纤维能显著降低高脂模型小鼠血清中 TC、TG、LDL-C 的含量, 降低肝脏脂质水平, 同时升高血清 HDL-C 含量。江蓠藻膳食纤维具有调节脂质代谢的作用, 可降低高脂膳食导致的氧化损伤。

**关键词:** 江蓠藻; 膳食纤维; 降血脂

## Hypolipidemic Effect of Dietary Fibers from *Gracilaria* sp. in Hyperlipidemic Mice

XIAO Mei-tian, YE Jing, TANG Xu-chong

(Department of Chemical and Pharmaceutical Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** Kingming mice were fed high fat diet to establish a hyperlipidemic model. In order to explore the hypolipidemic effect of dietary fibers from *Gracilaria* sp. (GDF), the mice with hyperlipemia were administered GDF at the dosages of 100, 200 mg/(kg bw·d) and 400 mg/(kg bw·d) for 4 consecutive weeks. Oat dietary fiber was used as the control. Blood lipid indicators including total cholesterol (TC), triglyceride (TG), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) were determined. GDF could significantly reduce the contents of TC, TG and LDL-C, and increase the content of HDL-C in serum. Therefore, GDF has the potential to regulate lipid metabolism and relieve oxidative injury induced by high fat diet.

**Key words:** *Gracilaria* sp.; dietary fiber; hyperlipemia

中图分类号: R587

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2010)11-0241-03

动脉粥样硬化(atherosclerosis, AS)已成为严重危害人类健康的常见病, 其并发症已成为发达国家居民死亡的主要因素之一, 近年来我国也有明显增加趋势。高血脂及脂质代谢障碍是造成动脉粥样硬化的主要因素<sup>[1]</sup>。研究表明, 常见的动脉粥样硬化、高血压、冠心病、高脂血症都与膳食纤维(dietary fiber, DF)摄入量不足有关<sup>[2]</sup>。因此, 作为辅助降血脂保健食品的膳食纤维也受到广泛关注。国内外对陆生植物类膳食纤维和褐藻类海藻膳食纤维降血脂效果已做过研究<sup>[1,3-4]</sup>。而红藻类膳食纤维在此方面的研究则比较少, 对江蓠藻(*Gracilaria* sp.)膳食纤维降血脂功能方面的研究未见报道。

江蓠藻是一类大型红藻, 富含大量胶质, 是制造琼胶的重要原料, 本实验室前期的研究表明江蓠藻中膳食纤维含量很高, 干基含量高达 90%, 且江蓠藻膳食纤维的功能性指标比西方国家常用的麸皮膳食纤维要高, 是一种高活性膳食纤维, 具有较好的研究开发和

利用价值。本实验以自制的江蓠藻可溶性膳食纤维(GDF)为对象, 研究其对高脂模型小鼠血脂的影响, 旨在为开发降脂功能的江蓠藻膳食纤维保健食品提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

胆固醇、胆酸钠 Sigma 公司; 燕麦膳食纤维 山西奥特福食品科技有限公司; 总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白(LDL-C)和高密度脂蛋白(HDL-C)检测试剂盒 北京中生北控生物科技股份有限公司; 考马斯亮蓝蛋白测定试剂盒 南京建成生物工程研究所; 其他试剂均为国产分析纯试剂。

### 1.2 仪器与设备

Shimadzu UV-265FW 紫外分光光度计 日本岛津公司; TDL-60B 台式离心机 上海安亭科学仪器厂; BS124S 分析天平 北京赛多利斯仪器系统有限公司;

收稿日期: 2009-09-28

基金项目: 福建省科技计划重点项目(2008N0120); 泉州市科技计划重点项目(2008G06; 2009N10)

作者简介: 肖美添(1968—), 男, 副教授, 博士, 主要从事天然产物生物活性研究。E-mail: mtixiao@hqu.edu.cn

HH-S 数显恒温水浴锅、XH-C 旋涡混合器 常州市国立试验设备研究所。

### 1.3 动物

健康昆明种清洁级小鼠, 鼠龄 4 周, 体质量( $20 \pm 2$ )g, 雌雄各半, 由福州海王福药制药有限公司提供(许可证号: SCXK(闽)2005-0003)。

### 1.4 方法

#### 1.4.1 江蓠藻膳食纤维的提取

称取一定的江蓠藻干品, 自来水漂洗除去泥沙等杂质, 将洗净的江蓠藻置于 5g/100mL NaOH 溶液中浸泡(80℃, 2h), 纱布过滤, 然后将藻体漂洗至中性; 以次氯酸钠溶液漂白(有效氯 0.1g/L, 20min), 漂白后将藻体漂洗至中性; 过滤后将藻体置于提取釜中加入蒸馏水提取(100℃, 30min)两次, 尼龙布过滤得到膳食纤维提取液, 经冷冻、脱水、干燥, 最后获得江蓠藻水溶性膳食纤维。

#### 1.4.2 高脂小鼠模型的制备

所有动物适应性喂养 1 周以后, 取尾动脉血液检测血清 TC 水平, 并根据血清 TC 水平和体质量情况进行随机分组, 各组之间血清 TC 和体质量水平无统计学差异。采用喂食高脂饲料的方法复制小鼠高脂模型, 高脂饲料配方(按质量分数配制)如下: 2% 胆固醇、0.5% 胆酸钠、10% 猪油, 其余为基础饲料。对照组动物以基础饲料喂养, 其余 5 组动物以高脂饲料喂养, 每两天记录动物进食量和体质量, 造模时间为 28d。

#### 1.4.3 动物分组及给药

动物分为 6 组, 即对照组(Con)、模型组(Mod)、江蓠藻膳食纤维高剂量组(400mg/(kg bw · d), GDFH)、江蓠藻膳食纤维中剂量组(200mg/(kg bw · d), GDFM)、江蓠藻膳食纤维低剂量组(100mg/(kg bw · d), GDFL)和燕麦膳食纤维组(200mg/(kg bw · d), ODF), 每组 12 只小鼠。造模同时分别给予江蓠藻膳食纤维或燕麦膳食纤维灌胃给药, 共 28d。对照组和模型组以等量生理盐水灌胃。

#### 1.4.4 血清及肝脏中指标检测

末次给药后动物禁食过夜, 次日摘眼球取血, 分离血清后 -20℃ 保存。摘取各组动物肝脏, 生理盐水冲净, 吸干并测湿质量, -20℃ 保存。按照试剂盒描述方法测定检测小鼠血清和肝脏中总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白(LDL-C)、高密度脂蛋白(HDL-C)水平。计算各组动物的肝脏系数。

$$\text{肝脏系数} = \frac{\text{肝脏质量/g}}{\text{体质量/g} \times 100}$$

#### 1.4.5 数据分析

实验数据采用 SPSS13.0 软件进行方差分析, 所有数

据均以  $\bar{x} \pm s$  表示, 两组间的比较采用 *t* 检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 江蓠藻膳食纤维对高脂模型小鼠体质量和肝脏系数的影响

表 1 江蓠藻膳食纤维对高脂模型小鼠体质量和肝脏系数的影响( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1 Effect of GDF on body weight and liver index of mice with hyperlipemia ( $\bar{x} \pm s$ )

实验组	剂量/(mg/(kg bw · d))	体质量/g		肝脏系数/(g/100g bw)
		实验前	实验结束	
Con		21.25 ± 1.09	34.86 ± 1.68**	3.53 ± 0.24**
Mod		21.55 ± 1.59	38.07 ± 1.94	4.05 ± 0.28
ODF	200	21.15 ± 1.38	35.79 ± 1.77*	3.71 ± 0.21*
GDFH	400	21.27 ± 1.34	35.85 ± 1.45*	3.80 ± 0.12*
GDFM	200	21.07 ± 1.20	36.15 ± 1.84*	3.94 ± 0.18
GDFL	100	21.11 ± 1.42	36.38 ± 2.15	3.93 ± 0.14

注: \*与模型组相比, 差异显著( $P < 0.05$ ); \*\*与模型组相比, 差异极显著( $P < 0.01$ )。下同。

实验期间, 各组动物的进食量无统计学差异。由表 1 可知, 实验前各组动物的体质量无统计学差异。实验结束, 模型组动物体质量显著高于对照组( $P < 0.01$ ), 江蓠藻膳食纤维组动物的体质量和肝脏系数随剂量增加而下降, 其中, 江蓠藻膳食纤维高、中剂量组可明显降低小鼠的体质量水平( $P < 0.05$ ), 江蓠藻膳食纤维剂量组小鼠的肝脏系数较模型组显著降低( $P < 0.05$ )。

### 2.2 江蓠藻膳食纤维对高脂模型小鼠血清中血脂水平的影响

表 2 江蓠藻膳食纤维对高脂模型小鼠血清中血脂水平的影响  
Table 2 Effect of GDF on serum lipid content in mice with hyperlipemia

实验组	剂量/(mg/(kg bw · d))	TC/(mmol/L)	TG/(mmol/L)	LDL-C/(mmol/L)	HDL-C/(mmol/L)
Con		2.84 ± 0.48**	1.02 ± 0.29**	0.87 ± 0.26**	2.32 ± 0.24*
Mod		4.77 ± 0.93	1.64 ± 0.64	1.68 ± 0.56	1.85 ± 0.48
ODF	200	3.95 ± 0.79*	1.39 ± 0.35	1.07 ± 0.58*	2.09 ± 0.37
GDFH	400	3.95 ± 0.70*	1.13 ± 0.21**	1.10 ± 0.45*	2.16 ± 0.25*
GDFM	200	4.09 ± 0.65*	1.35 ± 0.24*	1.18 ± 0.42*	1.96 ± 0.35
GDFL	100	4.26 ± 0.85	1.41 ± 0.27	1.28 ± 0.44	1.92 ± 0.45

由表 2 可知, 模型组的血清胆固醇含量显著高于对照组( $P < 0.01$ ), 表明高脂模型建立成功。江蓠藻膳食纤维和燕麦膳食纤维可以降低血脂水平, 江蓠藻膳食纤维组的血清 TC 和 TG 水平随剂量的增加而下降。与模型组相比, 江蓠藻膳食纤维高、中剂量组的 TC 显著降低( $P < 0.05$ ), TG 含量分别减少了 31.1% 和 17.7% ( $P < 0.01$  和  $P < 0.05$ )。显示江蓠藻膳食纤维可明显降

低异常升高的血清 TC 和 TG。模型组的血清 LDL-C 水平为对照组的 1.93 倍( $P < 0.01$ ), 而江蓠藻膳食纤维高、中剂量组和燕麦膳食纤维组的 LDL-C 水平显著低于模型组( $P < 0.05$ )。模型组的血清 HDL-C 水平显著低于对照组( $P < 0.05$ ), 给予江蓠藻膳食纤维后, 高血脂模型小鼠血清中的 HDL-C 水平随剂量的增加而增加, 仅江蓠藻膳食纤维高剂量组与模型组相比有显著差异( $P < 0.05$ )。

### 2.3 江蓠藻膳食纤维对高脂模型小鼠肝脏脂质水平的影响

表3 江蓠藻膳食纤维对高脂模型小鼠肝脏脂质水平的影响  
Table 3 Effect of GDF on liver lipid content in mice with hyperlipemia

实验组	剂量/(mg/(kg bw · d))	TC/(mmol/g)	TG/(mmol/g)
Con		1.56 ± 0.58**	9.14 ± 1.36**
Mod		2.61 ± 0.65	12.24 ± 1.88
ODF	200	1.92 ± 0.79**	11.35 ± 2.32
GDFH	400	1.95 ± 0.35**	10.04 ± 1.82*
GDFM	200	2.02 ± 0.67*	10.20 ± 1.95*
GDFL	100	2.11 ± 0.43	11.09 ± 1.80

由表3可知, 模型组动物肝脏中 TC 和 TG 含量显著高于正常对照组( $P < 0.01$ ), 表明高脂饮食可以升高动物的肝脏脂质水平。给予江蓠藻膳食纤维后, 各剂量组小鼠肝脏脂质水平较模型组均有所降低, 其中, 高、中剂量组小鼠肝脏的脂质含量显著减少( $P < 0.01$  和  $P < 0.05$ ), 说明江蓠藻膳食纤维可以抑制肝脏脂质的蓄积。

## 3 讨论

高脂血症是导致动脉粥样硬化和心脑血管疾病发生的重要因素, 高胆固醇血症引起机体氧化与抗氧化状态失衡, 即氧自由基增加而自由基相关清除酶活力下降<sup>[5]</sup>, 机体的脂质过氧化和氧化压力增加, 从而导致动脉粥样硬化等心脑血管疾病的发生<sup>[6-7]</sup>, 因此, 防治高胆固醇血症对于心脑血管疾病的预防有重要的意义。本实验结果显示, 给予江蓠藻膳食纤维后, 动物体质量下降, 血清 TC、TG 及 LDL-C 的水平显著降低, HDL-C 水平显著上升, 同时肝脏中 TC 和 TG 的含量也明显减少。表明江蓠藻膳食纤维可以有效抑制血脂升高, 缓解肝脏脂质的蓄积, 对于预防动脉粥样硬化、冠心病等疾病有一定作用。同时, 江蓠藻膳食纤维可保护高脂血症时机体内抗氧化物酶类活性, 使自由基代谢紊乱情况得以纠正, 从而维持机体氧化及抗氧化系统的动态平衡, 减

少自由基的毒副作用, 进而降低脂质过氧化作用对血管的损伤, 发挥其降血脂的作用。

江蓠藻膳食纤维降血脂作用的机理可能是: 江蓠藻膳食纤维是水溶性、黏性和胶凝性都较好的膳食纤维, 它可增加小肠内容物的黏度, 直接阻碍膳食胆固醇向肠壁黏膜细胞的扩散, 以及胆汁与胆固醇的乳化作用, 较大程度地干扰了膳食胆固醇的吸收, 降低了脂质代谢物的吸收率, 因而直接降低体内脂质含量。文献<sup>[8-9]</sup>报导, 膳食纤维对降低血清中的脂质水平有确切作用, 认为此作用是膳食纤维在肠道内容胀后凝胶特性直接阻止胆固醇吸收和吸附胆酸所致。此外, 膳食纤维还能直接而有效地抑制胆汁酸在肠道内重吸收, 促进粪便胆汁酸的排泄, 阻断胆固醇肠肝循环, 从而促使更多的肝脏胆固醇向胆汁酸转化, 胆固醇的生物合成也同时被加速, 最终降低了体内胆固醇水平。

通过实验结果可知, 江蓠藻膳食纤维可以显著降低高脂模型小鼠体质量以及血清和肝脏脂质含量, 说明江蓠藻膳食纤维能够改善体内紊乱的脂质平衡, 具有防治动脉粥样硬化等心脑血管疾病的潜在作用。降血脂作用仅是江蓠藻膳食纤维众多生理活性的一方面, 有关江蓠藻膳食纤维的其他生理活性将在今后研究中不断深入。

### 参考文献:

- [1] 张钟, 王德生. 玉米膳食纤维对实验性高脂血症小鼠降脂作用的影响[J]. 中国粮油学报, 2005, 20(5): 120-123.
- [2] 钟礼云, 林文庭. 膳食纤维降血脂作用及其机制的研究概况[J]. 海峡预防医学杂志, 2008, 14(1): 26-28.
- [3] 王尊文, 华玉琴, 李国平, 等. 羊栖菜多糖对高脂模型大鼠血脂和抗氧化功能的影响[J]. 中国海洋药物杂志, 2008, 27(6): 13-15.
- [4] JIMNEZ-TSCRIG A, SNCHEZ-MUNIZ F J. Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism[J]. Nutr Res, 2000, 20(4): 585-598.
- [5] RODRIGEZ P M, LERMAN A, BEST P J, et al. Hypercholesterolemia impairs myocardial perfusion and permeability: role of oxidative stress and endogenous scavenging activity[J]. J Am Coll Cardiol, 2001, 37(2): 608-615.
- [6] ISHIKAWA M, STOKES K Y, ZHANG J H, et al. Cerebral microvascular responses to hypercholesterolemia: roles of NADPH oxidase and P-selectin[J]. Circ Res, 2004, 94(2): 239-244.
- [7] TANIYAMA Y, GRIENGLING K K. Reactive oxygen species in the vasculature: molecular and cellular mechanisms[J]. Hypertension, 2003, 42(6): 1075-1081.
- [8] 徐虹, 蔺新英. 豆渣粉对糖尿病小鼠血糖血脂及肝肾组织形态的影响[J]. 营养学报, 2002, 22(2): 171-173.
- [9] SHINNICK F L, MATHEWS R, INK S. Serum cholesterol reduction by oats and other fiber sources[J]. Cereal Foods World, 1991, 36(9): 815-821.