

文章编号: 1000-5013(2009)06-0665-03

# 江蓠藻膳食纤维的降血糖及抗氧化作用

肖美添, 叶 静, 汤须崇, 刘 青, 黄雅燕

(华侨大学 化工学院, 福建 泉州 362021)

**摘要:** 观察江蓠藻膳食纤维对糖尿病小鼠的血糖, 以及血清中某些抗氧化指标的效应, 探讨其降血糖的可能作用机理。结果表明, 江蓠藻膳食纤维能显著降低四氧嘧啶糖尿病小鼠的血糖值, 且以中剂量( $0.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )江蓠藻膳食纤维的降血糖作用最佳。此外, 江蓠藻膳食纤维可降低四氧嘧啶糖尿病小鼠血清中的丙二醛(MDA)浓度, 提高超氧化物歧化酶(SOD)活性, 改善糖尿病小鼠的氧化应激水平。

**关键词:** 江蓠; 膳食纤维; 糖尿病; 血糖; 抗氧化

**中图分类号:** R 587

**文献标识码:** A

大量研究证明, 糖尿病的发生和发展过程中存在着明显的氧化应激状态, 致使人体内的抗氧化能力减弱, 脂质过氧化反应增强。活性氧可通过损伤胰岛 $\beta$ 细胞, 引发细胞凋亡并诱发I型糖尿病, 也可通过降低对胰岛素的耐受性而诱发II型糖尿病, 并导致各类并发症。近年来, 人们提出了以降血糖为基础, 以抗氧化物质为辅助的治疗思路<sup>[1]</sup>。膳食纤维具有通便、减肥、降血糖和血脂, 以及预防结肠癌和心脑血管疾病等的功效。海藻膳食纤维资源丰富, 且比陆生植物具有更高的生理特性, 但对于海藻膳食纤维降血糖的研究还较少, 且未见同时观察其抗氧化性的研究报道。本文探讨江蓠藻膳食纤维对四氧嘧啶糖尿病小鼠血糖的调节作用及机制。

## 1 材料与方法

### 1.1 仪器与试剂

Shimadzu UV-265FW型紫外-可见分光光度计(日本岛津公司); 四氧嘧啶(美国Sigma公司); 盐酸二甲双胍片(北京四环制药有限公司); 血糖试剂盒(上海荣盛生物技术公司); 丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)试剂盒(江苏南京建成生物工程研究所); 其余药品皆为国产分析纯。

### 1.2 江蓠藻膳食纤维样品制备

先将海藻江蓠进行预处理和碱处理, 漂洗至中性; 然后, 酸化漂白并漂洗至中性。最后, 通过干燥、粉碎, 可提取可溶性江蓠藻膳食纤维。

### 1.3 实验动物

健康昆明种雄性小鼠, 体质量( $22 \pm 2$ ) g, 由福建省防疫站实验动物中心提供。

### 1.4 四氧嘧啶糖尿病小鼠模型的制备

选择成年雄性昆明种小鼠, 适应性喂养3 d后, 禁食24 h, 自由饮水。每只小鼠按 $0.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的剂量进行腹腔一次性注射四氧嘧啶造模, 72 h后, 用尿糖试纸检测尿糖, 用血糖测定试剂盒检测空腹血糖, 选取血糖水平高于 $11.1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、尿糖呈强阳性(+++)者纳入实验。

### 1.5 动物分组及处理

选取60只造模成功的昆明种小鼠, 随机分为6组(每组10只), 分别为正常对照组(A1)、糖尿病模型对照组(A2)、阳性药物对照组(A3)、江蓠藻膳食纤维低剂量组(A4)、江蓠藻膳食纤维中剂量组

收稿日期: 2009-01-14

通信作者: 肖美添(1968-), 男, 副研究员, 主要从事功能性食品的研究。E-mail: mt\_xiao@hqu.edu.cn.

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(2008G6)

(A5)、江蓠藻膳食纤维高剂量组(A6). 正常对照组和糖尿病模型对照组灌胃等体积的生理盐水; 阳性对照组灌胃盐酸二甲双胍片, 剂量为  $0.2\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; 江蓠藻膳食纤维低、中、高剂量组中, 江蓠藻膳食纤维剂量分别为  $0.2, 0.4, 0.8\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . 实验期间, 小鼠可自由饮水和摄食, 试验期为 21 d. 末次给药后, 禁食 12 h; 然后, 摘除眼球并取血, 分离血清, 测定血糖和检测生化指标.

1.6 检测方法与数据分析

血糖浓度采用葡萄糖氧化酶法测定, MDA 采用 TBA 法测定, SOD 采用黄嘌呤氧化酶法测定<sup>[2]</sup>. 实验数据采用 SPSS 13.0 软件进行方差分析, 并以  $(\bar{x} \pm s)$  表示, 两组间的比较采用  $t$  检验法.

2 结果与分析

2.1 江蓠藻膳食纤维营养成分及功能性指标

江蓠藻膳食纤维样品的营养成分和功能性指标的测定结果表明, 江蓠海藻膳食纤维中, 水分、灰分、脂肪、淀粉、蛋白质和可溶性膳食纤维的质量分数分别为 7.60%, 1.16%, 0.33%, 1.85%, 2.65% 和 87.52%. 此外, 其功能性指标较高, 持水力和膨胀力分别为 605% 和  $7.33\text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ , 远高于西方国家常用的标准麸皮膳食纤维的功能性指标(持水力为 400%, 膨胀力为  $4\text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ ). 说明, 江蓠藻膳食纤维是一种高活性的膳食纤维.

2.2 江蓠藻膳食纤维的降血糖和抗氧化作用

江蓠藻膳食纤维对糖尿病小鼠血清中血糖值、SOD 值和 MDA 值的影响, 如表 1 所示. 表 1 中,  $n$  为动物数,  $w$  为剂量,  $c_i$ (血糖),  $c_f$ (血糖) 分别为实验前、后的空腹血糖浓度,  $c_f$ (MDA) 为血清中 MDA 浓度,  $z$ (SOD) 为血清中 SOD 活力. 从表 1 可知, 给药 21 d 后, 糖尿病模型对照组小鼠血糖上升, 阳性药物对照组和江蓠藻膳食纤维给药组小鼠血糖均有下降趋势. 与糖尿病模型组的血糖值相比较, 中剂量组差异极显著 ( $P < 0.01$ ), 高剂量组和低剂量组差异显著 ( $P < 0.05$ ). 这表明, 江蓠藻膳食纤维对高血糖模型小鼠具有降低血糖的作用, 而且这种降糖作用以中剂量效果为佳.

从表 1 还可知, 与正常组相比, 高血糖模型组血清 SOD 活性极显著降低 ( $P < 0.01$ ), MDA 浓度极显著上升 ( $P < 0.01$ ), 表明高血糖模型小鼠的抗氧化能力明显低于正常小鼠. 但给予江蓠藻膳食纤维和盐酸二甲双胍片后, 各剂量组小鼠的 SOD, MDA 值有不同程度的恢复, 说明江蓠藻膳食纤维能有效促进糖尿病小鼠抗氧化能力的恢复.

与高血糖模型组相比, 江蓠藻膳食纤维高、中、低剂量组的 MDA 浓度差异极显著 ( $P < 0.01$ ), 江蓠藻膳食纤维高、低剂量组的 SOD 活性差异显著 ( $P < 0.05$ ), 中剂量组 SOD 活性差异极显著 ( $P < 0.01$ ); 而与阳性对照组相比, 江蓠藻膳食纤维 3 个试验组小鼠血清 SOD 活性和 MDA 浓度均无显著性差异. 表明, 江蓠藻膳食纤维各给药组均能有效促进糖尿病小鼠抗氧化能力的恢复, 其中以中剂量组对糖尿病小鼠抗氧化能力的恢复作用较好.

表 1 糖尿病小鼠的血糖值和抗氧化指标测定结果

Tab. 1 Results of blood glucose levels in diabetic mice and some antir-oxidative indexes

实验组	$n$	$w/\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	$c_i$ (血糖)/ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	$c_f$ (血糖)/ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	$c_f$ (MDA)/ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	$z$ (SOD)/ $\text{mkat} \cdot \text{L}^{-1}$
A1	10	—	$4.42 \pm 0.40^{**}$	$4.82 \pm 0.46^{**}$	$4.65 \pm 0.55^{**}$	$3.902 \pm 0.552^{**}$
A2	10	—	$21.24 \pm 2.85$	$23.74 \pm 3.58$	$7.97 \pm 0.57$	$2.942 \pm 0.216$
A3	10	0.2	$20.86 \pm 2.43$	$18.80 \pm 3.22^{**}$	$5.15 \pm 0.68^{**}$	$3.587 \pm 0.558^{**}$
A4	10	0.2	$20.64 \pm 2.70$	$19.68 \pm 4.51^{*}$	$5.84 \pm 0.51^{**}$	$3.340 \pm 0.407^{*}$
A5	9	0.4	$20.91 \pm 3.02$	$19.17 \pm 3.34^{**}$	$5.20 \pm 0.46^{**}$	$3.549 \pm 0.463^{**}$
A6	9	0.8	$20.67 \pm 2.63$	$19.91 \pm 4.22^{*}$	$5.34 \pm 0.45^{**}$	$3.441 \pm 0.479^{*}$

注: \* 与模型组相比,  $P < 0.05$ ; \*\* 与模型组相比,  $P < 0.01$ .

3 讨论

江蓠藻膳食纤维对四氧嘧啶糖尿病小鼠具有降血糖作用, 其中中剂量组的降血糖效果较好, 与高血糖模型对照组相比差异极显著. 这表明, 江蓠藻膳食纤维能减弱四氧嘧啶对胰岛  $\beta$  细胞的损伤或改善受

损伤细胞,具有缓解糖尿病小鼠的症状,降低血糖的功能.江蓠藻膳食纤维降血糖的可能作用机理是,水溶性江蓠藻膳食纤维吸水膨胀呈凝胶状,增加食物的黏滞性,延缓了葡萄糖的吸收速度.同时,可溶性膳食纤维吸收水分后在小肠黏膜表面形成一层“隔离层”,阻碍肠道对葡萄糖的吸收. Giacco 等<sup>[3]</sup>也报道了类似的研究结果,认为水溶性膳食纤维降低餐后血糖原因,可能是水溶性膳食纤维有黏性,可降低碳水化合物在肠内移动性和吸收率;同时部分膳食纤维还能包裹碳水化合物,从而使其消化和吸收减少;不消化的碳水化合物在结肠发酵生成短链脂肪酸,抑制人体肝脏葡萄糖的生成.

近年来,活性氧自由基与糖尿病及其综合症形成和发展之间的关系日益成为人们关注的焦点<sup>[4,5]</sup>.活性氧自由基浓度升高,可以对生物膜的不饱和脂质酸诱发产生氧化反应,使细胞结构与功能发生改变<sup>[1]</sup>.脂质过氧化产物如丙二醛等醛类,也可损伤组织细胞的膜结构,影响膜的功能,从而导致组织细胞功能的进一步损伤.因此,清除体内自由基的抗氧化酶的活性,以及脂质过氧化产物丙二醛在组织中的浓度,可直接反映机体氧化-抗氧化的状态.体内抗氧化酶促体系中的超氧化物歧化酶,能将组织细胞中的超氧阴离子自由基歧化生成过氧化氢,从而减少氧自由基对细胞的损伤<sup>[6]</sup>.

实验表明,江蓠藻膳食纤维能够通过提高机体内超氧化物歧化酶活性,将组织细胞中的超氧阴离子自由基歧化,减少氧自由基对细胞的损伤.此外,江蓠藻膳食纤维可能通过增强机体超氧化物歧化酶活性,清除体内自由基及过氧化物产物丙二醛等,阻止膜脂质过氧化.这在一定程度上可以缓解细胞的氧化损伤,促进组织功能的恢复,从而使机体对葡萄糖代谢作用增强,进而发挥其降血糖的作用.

参考文献:

[ 1 ] 黄 森. 氧自由基与糖尿病发病机制[ J]. 实用临床医学, 2006, 7( 4) : 146-147.  
[ 2 ] 徐淑云, 卞如濂, 陈 修. 药理实验方法学[ M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 1472-1523.  
[ 3 ] GIACCO R, CLEMENTE G, RICCARD G. Dietary fiber in treatment of diabetes: Myth or reality[ J]. Digest Liver Dis, 2002, 34( 2) : 140-144.  
[ 4 ] 叶蕪芝, 许雪琴, 林 薇, 等. 三白草对四氧嘧啶型糖尿病小鼠治疗作用的实验研究[ J]. 福建中医学院学报, 2004, 14( 3) : 34-35.  
[ 5 ] 王儒平, 张燕明. 糖尿病心肌梗塞与氧自由基研究概况[ J]. 深圳中西医结合杂志, 2004, 14( 2) : 118-121.  
[ 6 ] 赵 红, 张玉媛, 马儒林. 大豆异黄酮对高血脂症大鼠体内 SOD、GSH-Px 活力及 MDA 含量的影响[ J]. 实用全科医学, 2005, 3( 3) : 191-192.

Study on Lowering Blood Glucose and Anti-Oxidation of  
Dietary Fiber from Gracilaria

XIAO Meitian, YE Jing, TANG Xurong,  
LIU Qing, HUANG Yanyan

( College of Chemical Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

**Abstract:** The effects of dietary fiber from *Gracilaria* (GDF) on blood glucose in diabetic mice and some anti-oxidative indexes in the serum were observed, and the mechanism of GDF lowering blood glucose was also discussed. The results indicated that GDF could obviously decrease the blood glucose levels of alloxan induced diabetic mice, and the hypoglycemic effect of GDF at the middle dose of 0.4 g·kg<sup>-1</sup> was the best. Moreover, GDF could significantly decrease the content of malondialdehyde (MDA) in the serum of alloxan induced diabetic mice, increase the activity of superoxide dismutase (SOD) and improve the oxidative stress levels of diabetic mice.

**Keywords:** *Gracilaria*; dietary fiber; diabetes; blood glucose; anti-oxidation

(责任编辑: 黄晓楠 英文审校: 陈国华)