

# 薯蓣提取物降血糖作用机理初探

张 彧<sup>1,2</sup>, 高荫榆<sup>1,3,\*</sup>, 张锡彬<sup>2</sup>

(1. 南昌大学 食品科学与技术国家重点实验室, 江西 南昌 330047;

2. 大连工业大学生物与食品工程学院, 辽宁 大连 116034 3. 生物质转化教育部工程研究中心, 江西 南昌 330047)

**摘 要:** 研究徐薯 18 和大地 1 号两个品种红薯茎叶多糖和黄酮提取物对四氧嘧啶治糖尿病小鼠血糖水平和  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的影响。结果表明, 红薯茎叶多糖和黄酮提取物对四氧嘧啶致糖尿病小鼠具有显著的降血糖作用。红薯茎叶多糖和黄酮提取物具有体外抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的作用, 但均弱于阿卡波糖。黄酮提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制作用强于多糖提取物, 且呈现明显的量效关系。徐薯 18 红薯茎叶黄酮提取物和多糖提取物的降血糖作用和对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制作用均好于大地 1 号。

**关键词:** 红薯茎叶; 多糖提取物; 黄酮提取物; 降血糖作用;  $\alpha$ -葡萄糖苷酶

Exploration to Hypoglycemic Mechanism of Extracts from Sweet Potato Stem and Leaf

ZHANG Yu<sup>1,2</sup>, GAO Yin-yu<sup>1,3,\*</sup>, ZHANG Xi-bin<sup>2</sup>

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330047, China

2. College of Biology and Food Engineering, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China;

3. Engineering Research Center of Biomass Conversion, Ministry of Education, Nanchang 330047, China)

**Abstract:** The Hypoglycemic effects and inhibition on  $\alpha$ -glucosidase of polysaccharides and flavonoids extracts from two varieties of sweet potato stem and leaf are studied in this paper. The results showed that the polysaccharides and flavonoids extracts from sweet potato stem and leaf have significantly hypoglycemic effect on experimental diabetic mice. Also, they can inhibit  $\alpha$ -glucosidase, but they are all weaker than acarbose. The inhibition ratio of flavonoids extracts obviously presents dose-effect relationship, while the polysaccharides extracts is opposite. The inhibition and hypoglycemic effect of polysaccharides and flavonoids extracts from Xushu 18 is better compared with Dadi 1' respectively.

**Key words** sweet potato stem and leaf; polysaccharides extracts; flavonoids extracts; hypoglycemic effects;  $\alpha$ -glucosidase

中图分类号: TS201

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)12-0466-04

糖尿病是一种慢性代谢紊乱疾病, 主要特点是高血糖, 对于糖尿病病人, 高血糖会引起一些严重的并发症, 如肾脏、眼、心血管等的长时间破坏和功能衰竭<sup>[1]</sup>。有研究表明餐后血糖升高, 会引起一些蛋白质的糖基化, 从而引起一些慢性并发症<sup>[2]</sup>。因此, 糖尿病治疗中的一个重要目的就是降低血糖的波动, 减少并发症<sup>[3]</sup>。

$\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制剂是一类新型的以延缓碳水化合物的消化和吸收, 达到降低餐后高血糖目的的口服降糖药, 其作用特点是在碳水化合物的消化最后一步抑制双糖降解为单糖<sup>[4]</sup>, 其作用机理是通过抑制人小肠刷状缘上的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性, 从而延缓肠道碳水化合物的吸收而达到降低血糖的目的<sup>[5-6]</sup>。糖苷酶抑制剂的研究受到国内外的广泛重视, 已开发上市的药物有阿卡波糖、

伏格列波糖和米格列醇等<sup>[7]</sup>。

红薯茎叶(sweet potato stem and leaf, 简称SPSL)包括叶、藤尖及藤。目前, 除将红薯块根直接食用或生产淀粉、用作饲料外, 对红薯茎叶的研究及利用还不多见。近年来我国陆续开展了对其抗菌<sup>[7-8]</sup>、降血脂<sup>[9]</sup>和抗氧化<sup>[10-11]</sup>作用的研究。

本研究在课题组前期工作<sup>[12]</sup>的基础上, 比较两个品种红薯茎叶多糖和黄酮(SPSL-P 和 SPSL-F)提取物的降血糖作用和对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 红薯茎叶多糖和黄酮提取物

收稿日期: 2007-10-31

\*通讯作者

基金项目: 教育部长江学者和创新团队发展计划资助项目(IRT0540)

作者简介: 张彧(1969-), 女, 博士研究生, 研究方向为食物(含生物质)资源开发与利用。

徐薯 18 和大地 1 号多糖和黄酮提取物由本课题组提供。

### 1.1.2 实验动物

昆明种小鼠，雄性，体重  $20 \pm 2$  g，购自大连医科大学动物中心。

### 1.1.3 药品与试剂

四氧嘧啶、 $\alpha$ -葡萄糖苷酶、PNPG (4-硝基酚- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷) Sigma公司; PNP(对硝基酚) 北京星光化工厂; 阿卡波糖 德国拜尔公司; 还原型谷胱甘肽 中科院上海生物化学研究所; 其余试剂均为国产分析纯试剂。

### 1.1.4 仪器

血糖测定仪 美国强生公司; 722型分光光度计 上海精密科学仪器有限公司。

## 1.2 方法

### 1.2.1 实验型糖尿病小鼠模型的建立

正常昆明小鼠，雄性，饥饿 18h，按  $200\text{mg}/\text{kg}$  腹腔注射用生理盐水配制的四氧嘧啶，72h 后，测定空腹血糖 (FBG)， $\text{FBG} > 10\text{mmol}/\text{L}$  者，造模成功，用于实验。

### 1.2.2 降血糖作用的实验

糖尿病小鼠 60 只，随机分为 6 组，每组 10 只。实验组分为 SPSSL- P1(徐薯 18 红薯茎叶多糖提取物)、SPSSL- F1(徐薯 18 红薯茎叶黄酮提取物)、SPSSL- P2(大地 1 号红薯茎叶多糖提取物) 和 SPSSL- F2(大地 1 号红薯茎叶黄酮提取物) 4 组，分别以红薯茎叶提取物 ( $400\text{mg}/\text{kg}$ ) 灌胃，5 组为阴性对照组，以生理盐水灌胃，6 组为阳性对照组，以阿卡波糖 ( $400\text{mg}/\text{kg}$ ) 灌胃。

连续灌胃 4 周，每周同一时间取小鼠尾静脉血，测定空腹血糖一次。

实验结果以  $\bar{x} \pm S$  表示，采用 SPSS12.0 软件进行数据处理。

### 1.2.3 PNP 标准工作曲线的绘制

用磷酸钾缓冲液 (pH6.8): $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :水 (5.6:43.1:1.3) 将  $0.1\text{mmol}/\text{L}$  的 PNP 溶液稀释成一系列浓度的溶液 (分别为  $0.01294$ 、 $0.02588$ 、 $0.03882$ 、 $0.05176$ 、 $0.06470\text{mmol}/\text{L}$ )，在  $400\text{nm}$  处测定吸光度，以吸光度 (A) 为横坐标，PNP 浓度 (C,  $\text{mmol}/\text{L}$ ) 为纵坐标，绘制标准工作曲线 (见图 1)。

### 1.2.4 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活力测定

反应系统为： $67\text{mmol}/\text{L}$  磷酸钾缓冲液 (pH6.8)  $1.7\text{ml}$ 、 $1\text{mg}/\text{ml}$  谷胱甘肽  $50\mu\text{l}$ 、 $20\text{mg}/\text{ml}$   $\alpha$ -葡萄糖苷酶  $5\mu\text{l}$ ， $37^\circ\text{C}$  保温  $10\text{min}$  后加入  $0.116\text{mol}/\text{L}$  PNPG  $50\mu\text{l}$ ，于  $37^\circ\text{C}$  反应  $10\text{min}$  后，加入  $0.1\text{mol}/\text{L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  终止液  $10\text{ml}$ 。在  $400\text{nm}$  处测定吸光度，表示在酶的作用下释放出 PNP 的量。

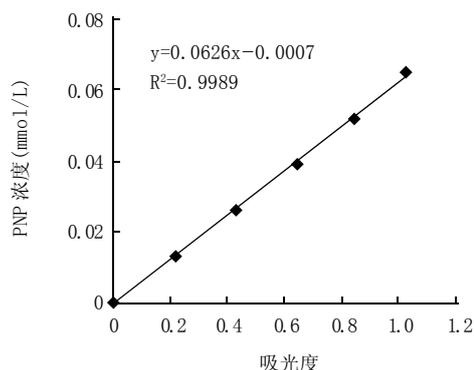


图 1 PNP 标准工作曲线

Fig.1 Standard working curve of PNP

$\alpha$ -葡萄糖苷酶活力单位定义： $\text{pH}6.8$ 、 $37^\circ\text{C}$  时每分钟释放  $1\mu\text{mol}$  PNP 为一个活力单位。

抑制剂活力单位定义： $\text{pH}6.8$ 、 $37^\circ\text{C}$  时使一个酶活力单位失活为一个抑制剂单位。

抑制剂活力 = 标准样的酶活力 - 加入抑制剂后的酶活力

$$\text{抑制率}(\%) = \frac{\text{抑制剂活力}}{\text{酶活力}} \times 100$$

### 1.2.5 红薯茎叶多糖和黄酮提取物对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的影响

取  $10\text{mg}/\text{ml}$  红薯多糖或黄酮提取物  $50$ 、 $100$ 、 $150$ 、 $200$ 、 $250$ 、 $300\mu\text{l}$  加入到酶活性测定系统中，先与酶在  $37.0^\circ\text{C}$  下保温  $10\text{min}$ ，再加底物 PNPG 反应  $20\text{min}$ ，用  $0.1\text{mol}/\text{L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液终止反应。以阿卡波糖为对照，于波长  $400\text{nm}$  处测定吸光度。

## 2 结果与分析

### 2.1 红薯茎叶黄酮和多糖提取物对糖尿病小鼠血糖的影响

四氧嘧啶是一种特异性 B 细胞毒剂，可选择性地破坏胰腺  $\beta$  细胞引起实验性糖尿病，主要表现为胰岛素缺乏。从表 1 可知，腹腔注射四氧嘧啶后，小鼠血糖值极显著高于造模前，说明造模成功。

糖尿病小鼠经过 4w 灌胃后，阴性对照组小鼠血糖值仍维持较高水平；阳性对照组和实验组的血糖值均出现显著和极显著的降低 ( $p < 0.05$  或  $p < 0.01$ )。

### 2.2 红薯茎叶多糖和黄酮提取物对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的影响

由图 2 可知，徐薯 18 红薯茎叶黄酮提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制率稍强于大地 1 号；徐薯 18 红薯茎叶多糖提取物在加入量小于  $150\mu\text{l}$  时，对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制率小于大地 1 号，加入量大于  $150\mu\text{l}$  时抑制率就开始

表1 红薯茎叶多糖和黄酮提取物对四氧嘧啶致糖尿病小鼠血糖的影响  
Table 1 Effects of SPSSL-P and SPSSL-F on blood glucose of alloxan induced diabetic mice

组别	血糖 (mmol/L)					
	造模前	造模后	灌胃 1 周	灌胃 2 周	灌胃 3 周	灌胃 4 周
SPSSL-P1	6.23±0.85	13.10±1.12	12.30±0.75	11.54±0.55	10.81±1.43	10.47±0.67**
SPSSL-F1	6.25±0.87	12.55±0.48	11.71±0.22	10.98±0.33	10.22±0.14	9.48±0.72**
SPSSL-P2	6.41±0.42	13.01±0.84	12.50±0.75	11.90±0.55	11.41±1.43	10.91±0.67*
SPSSL-F2	6.15±0.73	12.87±0.62	11.92±0.22	11.08±0.33	10.47±0.14	9.70±0.72**
阴性对照	6.21±0.53	12.73±0.42	13.31±0.50	12.26±0.67	12.01±0.84	12.56±0.52
阳性对照	6.50±1.11	13.21±0.84	9.00±0.80	8.91±0.72	7.89±0.59	6.94±1.16**

注: 与阴性对照比, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 。

大于大地 1 号。

红薯茎叶黄酮提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制作用明显强于红薯茎叶多糖提取物, 但二者都弱于阿卡波糖。随着红薯茎叶黄酮提取物加入量的增加, 其对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制率明显上升, 呈现量效关系, 当加入量达到  $300 \mu\text{l}$  时, 阿卡波糖对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制率为 56.8%, 而徐薯 18 和大地 1 号黄酮提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制率分别为 51.4% 和 43.4%, 可见两个品种的黄酮提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制作用受加入量的影响显著, 而且达到一定加入量时, 抑制率与阿卡波糖的差距就开始减小。而两个品种的多糖提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制率受加入量变化的影响小, 无明显量效关系。

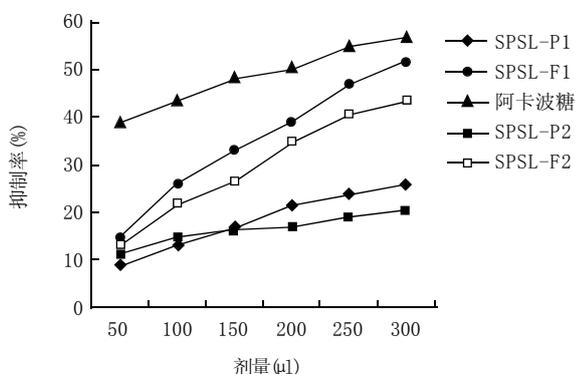


图2 红薯茎叶多糖和黄酮提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性影响  
Fig.2 Effects of SPSSL-P and SPSSL-F on  $\alpha$ -glucosidase

$\alpha$ -葡萄糖苷酶在动物体内的主要作用是从碳水化合物和有关多糖的非还原端切下葡萄糖, 淀粉、糊精、蔗糖、麦芽糖等碳水化合物的吸收利用多依赖于小肠上该酶的活性。食物中的糖类化合物多以多糖和双糖形式存在, 在体内多糖及双糖需多种酶水解成单糖才能被人体吸收。在糖尿病降糖药物家族里  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制剂通过竞争性抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的作用来减少糖类的水解, 延缓糖类的吸收, 从而有效的降低糖尿病患者餐后血糖浓度峰值, 达到控制血糖的目的。

实验结果提示, 红薯茎叶黄酮和多糖提取物可能具有类似于阿卡波糖样的降糖机制, 减少食物中的双糖、

多糖等物质转变为可被吸收的单糖进入血液, 形成血糖。但红薯茎叶多糖提取物和黄酮提取物抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性存在的差异, 又说明抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性并不是其具有降血糖作用的唯一原因, 红薯茎叶多糖和黄酮提取物是否可促进肝糖原的合成, 改善糖尿病的脂质代谢及胰岛  $\beta$  细胞的分泌功能等尚有待进一步研究。

### 3 结论

红薯茎叶多糖和黄酮提取物对四氧嘧啶致糖尿病小鼠具有显著的降血糖作用。黄酮提取物的降血糖作用强于多糖提取物, 徐薯 18 红薯茎叶多糖和黄酮提取物降血糖作用稍强于大地 1 号。

红薯茎叶多糖和黄酮提取物具有体外抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的作用, 但均弱于阿卡波糖。黄酮提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制作用强于多糖提取物, 且呈现明显的量效关系。徐薯 18 红薯茎叶黄酮提取物对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制率稍强于大地 1 号, 徐薯 18 红薯茎叶多糖提取物在加入量小于  $150 \mu\text{l}$  时对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制率小于大地 1 号, 加入量大于  $150 \mu\text{l}$  时抑制率大于大地 1 号。

### 参考文献:

- [1] 冯长根, 陈凌, 刘霞. 以中草药为来源的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制剂筛选研究进展[J]. 中国新药杂志, 2005, 14(6): 699-672.
- [2] ALARCON-AGUILAR F J, JIMENEZ-ESTRADA M, REYES-CHILPA R. Hypoglycemic activity of root water decoction, sesquiterpenoids, and one polysaccharide fraction from *Psacalium decompositum* in mice [J]. J Ethnopharmacol, 2000, 69(3): 207-215.
- [3] KIM Y M, WANG M H, WANG M H. Inhibitory effect of pine extract on glucosidase activity and postprandial hyperglycemia [J]. Nutrition, 2005, 21: 756-761.
- [4] BISCHOF H. Pharmacology of  $\alpha$ -glucosidase inhibition [J]. Eur J Clin Investm, 1994, 24(S3): 3-10.
- [5] VIEHAYANRAT A, PLOYBUTR S, TUNLAKIT M, et al. Efficacy and safety of voglibose in comparison with acarbose in type 2 diabetic patients [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2002, 55(2): 99-103.
- [6] YOSHIKAWA M, MOFIKAWA T, MATSUDA H, et al. Absolute stereoisomeric mixture of potent  $\alpha$ -glucosidase inhibitor, salacinol, with unique thiosugar sulfonium sulfate inner salt structure from *Salacia reticulata* [J]. Bioorg Med Chem, 2002, 10(5): 1547-1554.

# 生姜油对营养性肥胖大鼠减肥降脂作用的研究

杨志刚, 张燕萍

(常熟理工学院生物与食品工程系, 江苏 常熟 215500)

**摘要:** 为了研究生姜油对营养性肥胖大鼠的减肥降脂作用。参考卫生部保健食品减肥作用功能性评价, 给刚断乳的雄性大鼠饲喂营养性饲料, 6周后造成营养性肥胖模型, 分组给药4周, 观察体重和血脂的变化。结果表明, 生姜油能有效地降低肥胖大鼠的体重和睾周脂肪和肾周脂肪的重量, 降低血清总胆固醇(TC)及血清甘油三酯(TG)含量( $p < 0.05$ )。生姜油具有减肥降脂作用。

**关键词:** 生姜油; 大鼠; 减肥; 降脂

Study on Effects of Ginger Oil on Weight Losing and Lipid Lowering of Nutritional Pimelosis Rats

YANG Zhi-gang, ZHANG Yan-ping

(Department of Biology and Food Engineering, Changshu Institute of Technology, Changshu 215500, China)

**Abstracts:** The effects of ginger oil on weight losing and serum lipid lowering of the nutritional pimelosis rats was evaluated in the study. According to the assessment of weight-losing function of healthy food by Ministry of Health, forty newly-weaning male rats were feed with nutritive forage and made nutritional pimelosis model after 6 weeks. Then the rats were divided into one control group and four treatment groups. In treatment groups, rats were feed with different dosages of ginger oil for 4 weeks. The results showed that the treatment of ginger oil could significantly decrease body weight and fat tissue weight around the testicle and kidney of the rats. Moreover, the serum levels of total cholesterol and total triglyceride hyperlipemia rats were markedly decreased by ginger oil ( $p < 0.05$ ). Altogether, the results indicated that ginger oil has an effective function of losing weight and lowering lipid in obese rats.

**Key words** ginger oil; rat; weight losing lipid lowering

中图分类号: R151.1; R589.2

文献标识码 A

文章编号: 1002-6630(2007)12-0469-03

随着全球经济的快速发展, 生活水平的日益提高, 体力劳动的减少, 加之人们的饮食结构也在不断的变化, 肥胖的发病率与日俱增。肥胖已成为一个严峻的健康问题摆在人们面前。在过去20年间, 美国成年人肥胖发生率增加了8%, 肥胖增加动脉粥样硬化、冠心

病、高血压、糖尿病、痛风、脂肪肝等疾病的发病危险<sup>[1]</sup>。2004年, 卫生部、科技部发布的《中国居民的营养与健康现状》显示, 全国现有超重和肥胖人数分别为2.0亿和6000多万, 与1992年全国营养调查资料相比, 成人超重率上升三分之一, 肥胖率上升一倍<sup>[2]</sup>。因此,

收稿日期: 2007-10-30

作者简介: 杨志刚(1977-), 男, 实验师, 主要从事药用植物活性成分药理研究。

- [7] 谢丽玲, 余纳哲, 李剑欢, 等. 红薯叶提取物对五种致病菌的抑制作用[J]. 汕头大学学报, 1996, 11(2): 78-84.
- [8] 高荫榆, 张彧, 季玲. 红薯叶茎系统溶剂提取物抑菌作用研究[J]. 食品科学, 2006, 27(11): 174-176.
- [9] 高荫榆, 罗丽萍, 王应想, 等. 薯蓣多糖对高脂血症大鼠降血脂作用研究[J]. 食品科学, 2005, 26(2): 197-201.

- [10] 张侠, 马庆一, 熊卫东, 等. 甘薯叶中抗油脂氧化活性成分的研究[J]. 食品科学, 2003, 24(10): 49-51.
- [11] 吴祎南, 张彧, 耿晓璐, 等. 红薯茎叶提取物抗氧化性的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 521-523.
- [12] 罗丽萍, 高荫榆, 王应想, 等. 薯蓣多糖降血糖作用的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 450-452.