

# 鲜罗汉果皂苷对小鼠血糖的调节作用研究

何超文<sup>1,3</sup>, 姚美村<sup>1</sup>, 夏星<sup>2</sup>, 朱晓韵<sup>3</sup>, 何伟平<sup>3</sup>

(1. 中山大学药学院, 广东广州 510006) (2. 广西中医学院药学院, 广西南宁 530001)

(3. 桂林集琦实力天然物科技有限公司, 广西桂林 541213)

**摘要:** 以正常动物小鼠为实验对象, 分别在给药第1 d后30 min及连续给药7 d后30 min灌胃服用淀粉、蔗糖和葡萄糖; 分别测定不同糖原对血糖生成指数、胰岛素水平和对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的抑制率, 对鲜罗汉果皂苷调节血糖药效学进行了研究。结果表明: 一次性服用鲜罗汉果皂苷对多糖类食物淀粉和蔗糖的血糖生成有显著的抑制作用; 但单次给药对葡萄糖的血糖生成没有明显影响; 连续7 d服用鲜罗汉果皂苷后, 淀粉及葡萄糖的血糖生成均受抑制, 血糖峰值或血糖生成指数(GI)显著下降; 进食鲜罗汉果皂苷在餐后血糖升高时的胰岛素水平显著增加, 对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性抑制作用随浓度增加而增强。故鲜罗汉果皂苷对正常小鼠餐后血糖生成有显著的抑制作用, 通过抑制食物葡萄糖转化和提高胰岛素水平是调节降低血糖的主要原因; 与干罗汉果皂苷对比, 提高餐后胰岛素水平作用鲜罗汉果皂苷比干罗汉果皂苷更显著, 而对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性抑制作用干罗汉果皂苷要比鲜罗汉果皂苷强。

**关键词:** 鲜罗汉果皂苷; 调节血糖; 药效学; 血糖指数; 胰岛素;  $\alpha$ -葡萄糖苷酶

文章编号: 1673-9078(2012)4-382-386

## Rregulation Effect of Fresh Mangosteen Saponins on Blood Sugar

HE Chao-wen<sup>1,3</sup>, YAO Mei-cun<sup>1</sup>, XIA Xing<sup>2</sup>, ZHU Xiao-yun<sup>3</sup>, HE Wei-ping<sup>3</sup>

(1.Zhongshan University College of Pharmacy, Guangzhou 510006, China) (2.Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530001, China) (3.Guilin Jiqi Shili Natural Plant Science and Technology Co., Ltd, Guilin 541213, China)

**Abstract:** To study blood sugar regulation effect of Fresh Mangosteen Saponins (FMS), normal mice were orally administrated with FMS for one day or seven days. At 30 min after, intragastric administration with starch, sucrose or glucose respectively, Glycemic index (GI), insulin concentration and inhibition rate of  $\alpha$ -glucosidase were determined. Result showed that single dosage of FMS inhibited GI of tarch and sucrose significantly, but had no effect on GI of glucose. After 7 days administration of FMS, GI of both tarch and glucose were inhibited, GI and the peak value of blood glucose are reduced. FMS administration increased postprandial insulin concentration significantly, and FMS dose-dependently inhibited  $\alpha$ -glucosidase activity. It was concluded that FMS produced significant inhibition of postprandial blood glucose in normal mice, this effect is mediated primarily by inhibition of food glucose transformation and insulin increasing. When compared with the dry mangosteen saponin, FMS demonstrated higher insulin-increasing effect than dry mangosteen saponin, while the  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity was weaker.

**Key words:** fresh mangosteen saponins; blood sugar regulation; pharmacodynamics; glycemic index; insulin;  $\alpha$ -glucosidase

罗汉果是广西特产药食同源中药, 一直被民间用作治疗咽喉疼痛、咳嗽、小胃痛和肠道问题的药物。中医临床上用于治疗高血压, 肺结核, 哮喘等多种呼吸系统, 消化系统疾病<sup>[1,2]</sup>。现代研究发现罗汉果的干果含有数种三萜烯葡萄糖苷的甜味成分, 分别称为罗汉果甜苷IV, 罗汉果甜苷V, 罗汉果甜苷VI, 塞门苷I和11-氧代-罗汉果甜苷V, 这些甜味成分使罗汉果

收稿日期: 2012-02-04

基金项目: 国家星火计划项目 (2006EA790008)

作者简介: 何超文(1981-), 男, 硕士研究生, 研究方向为植物药理学与药物分析

通讯作者: 何伟平(1954-), 男, 高级工程师, 研究方向为果蔬活性成分与应用技术研究

提取物甜度达蔗糖甜度的150倍, 而且热量却极小<sup>[3-5]</sup>。由于罗汉果甜苷成分甜度高, 所含的热量极小, 被人们用作糖类替代物, 部分或全部代替蔗糖广泛用于各类食品, 尤其是作为糖尿病及肥胖症患者的代用糖<sup>[6,7]</sup>。目前国内对罗汉果的研究更多着重于干罗汉果, 对于鲜罗汉果的药理作用很少有研究报道, 由于鲜罗汉果皂苷提取物味道清甜, 色泽浅淡, 能广泛应用于各类食品与药品加工, 不存在干罗汉果特有的焦苦药味和深褐色, 因而, 鲜罗汉果皂苷提取物也越来越被人们的重视和广泛应用。本文以正常动物小鼠为实验对象, 观察鲜罗汉果皂苷对餐后血糖的影响, 探讨鲜罗汉果皂苷调节血糖药效学的作用, 以为鲜罗汉果的开发应用提供参考和依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 实验材料

#### 1.1.1 样品与试剂

鲜罗汉果皂昔和干罗汉果皂昔样品, 由桂林集琦实力天然物科技有限公司提供新鲜罗汉果和干罗汉果制备; 阿卡波糖又名降糖平, 杭州中美华东制药有限公司, 批号: 101202; 血糖测定试剂盒, 四川迈瑞生物科技股份有限公司, 批号: 0311011; 血清胰岛素试剂盒, 美国 R&D 公司, 批号: 201107; 其它试剂均为分析纯。

#### 1.1.2 动物

昆明种小鼠, 由广西中医学院实验动物中心提供, 动物合格证号: 桂医动字第 11004 号。雌雄兼用, 体重 20~24 g。

#### 1.1.3 仪器

DT-100型电子天平, 美国双杰兄弟(集团)有限公司; Tu-1901双光束此外可见分光光度计, 北京普析通用仪器有限公司; 120 mm×0.9~1.1 mm玻璃毛细管, 四川成都华西医科大学仪器厂; 16K (16000 r/m) 台式离心机, 珠海黑马医学仪器有限公司; HH-8数显恒温水浴锅, 常州国华电器有限公司; 1000 μL、10 μL 移液器, 芬兰大龙医疗设备上海有限公司; 酶标仪(TECAN) 等。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 罗汉果皂昔的制备

鲜(干)罗汉果→破碎→水提取→澄清剂处理→pH 9.0澄清液→大孔树脂吸附→乙醇梯度洗脱→真空浓缩→干燥→鲜(干)罗汉果皂昔成品

鲜罗汉果皂昔与干罗汉果皂昔的含量见表1。

表1 鲜罗汉果皂昔与干罗汉果皂昔含量测定 (n=3)

Table 1 Fresh *Momordica grosvenori* and dry *Momordica grosvenori* content determination

样品	总皂昔/%	皂昔V/%
鲜罗汉果皂昔	83.71±0.45	32.25±0.34
干罗汉果皂昔	80.63±0.52	30.82±0.33

#### 1.2.2 实验分组及给药

取昆明种小鼠一批, 根据小鼠空腹血糖值随机分为组, 10 只/组。实验设置淀粉负荷 (6.0 g/kg)、蔗糖负荷 (4.0 g/kg)、及葡萄糖负荷 (2.0 g/kg) 三种不同糖源组, 各糖源负荷组下设置空白对照组、糖源对照组、阳性对照组(降糖平 0.01 g/kg)、鲜罗汉果皂昔高剂量组 (1.00 g/kg)、鲜罗汉果皂昔中剂量组 (0.50 g/kg)、鲜罗汉果皂昔低剂量 (0.25 g/kg) 组、干罗汉果皂昔高剂量组 (1.00 g/kg)、干罗汉果皂昔中剂量组 (0.50

g/kg)、干罗汉果皂昔低剂量组 (0.25 g/kg), 各动物以 20 mL/kg 容量灌胃给予相应药物, 空白对照组和糖源对照组仅灌胃生理盐水。淀粉负荷组及葡萄糖负荷组分别在给药第 1 d 后 30 min 及连续给药 7 d 后 30 min 灌胃服用淀粉或葡萄糖, 考察药物对淀粉或葡萄糖引起血糖变化的影响; 蔗糖负荷组给药一次后灌胃服用蔗糖, 考察药物对蔗糖引起血糖变化的影响。

#### 1.2.3 鲜罗汉果皂昔对不同糖原引起血糖生成的影响

实验开始时各组小鼠均禁食不禁水 12 h, 之后于眼眶后静脉丛取血, 置 37 °C 恒温水浴锅中 10 min, 待血液凝固, 以 3000 r/min 离心 10 min, 分离血清, 取血清 10 μL, 按葡萄糖试剂盒 (GOD-PAP) 的操作步骤与方法, 于 505 nm 处测定溶液吸光度 (OD 值), 计算血糖值, 即为空腹血糖值 (0 h)。根据小鼠空腹血糖值, 将动物随机分为为淀粉负荷、蔗糖负荷、及葡萄糖负荷三种不同糖源组, 各糖源负荷组下设置不同给药方式的亚组。各组动物灌胃药 30 min 后立即以灌胃方式分别进食淀粉、蔗糖及葡萄糖三种糖源, 空白对照组仅以相同方式灌胃给予生理盐水。分别于进食后 30、60、120 min, 于眼眶后静脉丛取血, 离心分离血清, 测定血糖浓度。以时间为横坐标, 各时点血糖值为纵坐标, 制作血糖应答曲线; 并以糖源对照组血糖应答曲线下面积为 100, 按以下公式计算血糖生成指数 (GI)。

$$GI = \frac{\text{受试物餐后2h内血糖曲线下面积}}{\text{葡萄糖餐后2h内血糖曲线下面积}} \times 100$$

#### 1.2.4 鲜罗汉果皂昔对小鼠餐后胰岛素水平的影响

实验分组同 1.2.1。各组动物连续给药 7 d, 末次给药 30 min 后灌胃服用淀粉 (6 g/kg), 服用淀粉后 60 min 于眼眶后静脉丛取血, 置 37 °C 恒温水浴锅中 10 min, 待血液凝固, 以 3000 r/min 离心 10 min, 分离血清, 以酶联免疫法 (ELISA) 测定血清胰岛素水平。

#### 1.2.5 鲜罗汉果皂昔对 α-葡萄糖苷酶的抑制作用

配制 0.1 M pH 6.9 的磷酸缓冲液, 以磷酸缓冲液溶解 α-葡萄糖苷酶溶液、对硝基酚 α-D 吡喃葡萄糖苷、鲜罗汉果皂昔及干罗汉果皂昔, 在 96 孔微量板中预先加入 80 μL 的鲜罗汉果皂昔 (浓度范围 0.63~80 mg/mL), 或干罗汉果皂昔 (浓度范围 0.04~10 mg/mL) 及 20 μL α-葡萄糖苷酶溶液 (终浓度 1 U/mL), 同时设样品对照组 (以磷酸缓冲液代替酶溶液)、正常对照组 (以磷酸缓冲液代替罗汉果皂昔) 及空白组 (以磷酸缓冲液代替酶溶液和罗汉果皂昔), 各组平行设三个重复; 反应体系于 37 °C 下温浴 5 min, 之后加入 100 μL 对硝基酚 α-D 吡喃葡萄糖苷 (终浓度 4 mM), 37 °C

温浴 10 min, 采用酶标仪测定 405 nm 的吸光值。计算出各浓度下两种罗汉果皂苷样品对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的抑制率, 并计算酶活性抑制的半数有效浓度 (IC<sub>50</sub>)。酶活性的抑制率按照以下公式计算:

$$\text{抑制率} = \frac{(\text{正常对照组 OD} - \text{空白组 OD}) - (\text{样品组 OD} - \text{样品对照组 OD})}{\text{正常对照组 OD} - \text{空白组 OD}} \times 100\%$$

## 2 结果与讨论

### 2.1 单次应用鲜罗汉果皂苷对淀粉引起血糖生成的影响

表2 鲜罗汉果皂苷对淀粉负荷的小鼠GI的影响 (给药1 d, n=10)

Table 2 Effect of fresh grosvenor momordica saponins on GI in starch loaded mice (single administration)

组别	剂量/(g/kg)	血糖应答曲线下面积	GI
空白对照组	/	11.77±2.32	/
淀粉对照组	6.0	14.19±1.82*	100.00
拜糖平组	0.01	11.59±2.30 <sup>#</sup>	81.64
	1.00	12.27±2.33 <sup>#</sup>	86.43
干罗汉果皂苷	0.50	14.86±2.03	104.74
	0.25	15.34±2.50	108.13
	1.00	12.36±1.20 <sup>#</sup>	87.07
鲜罗汉果皂苷	0.50	12.71±0.72 <sup>##</sup>	89.55
	0.25	13.10±1.75 <sup>+</sup>	92.30

注: \*P<0.05, 与空白对照组比较; <sup>#</sup>P<0.05, 与淀粉对照组比较; <sup>+</sup>P<0.05, 剂量相同的鲜罗汉果皂苷与干罗汉果皂苷比较。

单次口服鲜罗汉果皂苷对淀粉负荷的小鼠血糖生成及血糖生产指数(GI)的影响见表2。鲜罗汉果皂苷及干罗汉果皂苷均能降低小鼠进食淀粉后的血糖峰值, 降低血糖应答曲线下面积, 与淀粉对照组相比, 干罗汉果皂苷高剂量组、鲜罗汉果皂苷高剂量组及鲜罗汉果皂苷中剂量组血糖应答曲线下面积都显著减少 (P<0.05)。两种罗汉果皂苷相比较, 高剂量对GI的抑制作用相近, 但鲜罗汉果皂苷中剂量和低剂量对GI仍有一定的抑制作用, 其作用显著强于同等剂量的干罗汉果皂苷。

### 2.2 单次应用鲜罗汉果皂苷对蔗糖引起血糖生成的影响

单次口服鲜罗汉果皂苷对蔗糖负荷的小鼠血糖生成及GI的影响见表3。鲜罗汉果皂苷对小鼠口服蔗糖后的血糖生成有显著的抑制作用, 高剂量和中剂量组对血糖应答曲线下面积的抑制作用显著 (高剂量: P<0.05; 中剂量: P<0.01), 干罗汉果皂苷对小鼠口服蔗糖后的血糖生成有轻微的抑制作用, 但给剂量组的

血糖应答曲线下面积与蔗糖对照组没有显著差异 (P>0.05); 两种罗汉果皂苷相比, 鲜罗汉果皂苷中剂量组对血糖应答曲线下面积的抑制作用显著强于同等剂量的干罗汉果皂苷 (P<0.05)。

表3 鲜罗汉果皂苷对蔗糖负荷的小鼠GI的影响 (给药1 d, n=10)

Table 3 Effect of fresh grosvenor momordica saponins on GI in sucrose loaded mice (single administration)

组别	剂量/(g/kg)	血糖应答曲线下面积	GI
空白对照组	/	12.06±2.03	/
淀粉对照组	6.0	16.36±1.88***	100.00
拜糖平组	0.01	13.12±2.18 <sup>#</sup>	80.18
	1.00	15.31±1.65	93.57
干罗汉果皂苷	0.50	15.68±2.01	95.80
	0.25	16.18±2.05	98.92
	1.00	13.95±2.05 <sup>#</sup>	85.26
鲜罗汉果皂苷	0.50	13.52±1.23 <sup>###</sup>	82.63
	0.25	16.00±2.29	97.78

注: \*\*\*P<0.001, 与空白对照组比较; <sup>#</sup>P<0.05, <sup>###</sup>P<0.01, 与蔗糖对照组比较; <sup>+</sup>P<0.05, 剂量相同的鲜罗汉果皂苷与干罗汉果皂苷比较。

### 2.3 单次应用鲜罗汉果皂苷对葡萄糖引起血糖生成的影响

表4 鲜罗汉果皂苷对葡萄糖负荷的小鼠GI的影响 (给药1 d, n=10)

Table 4 Effect of fresh grosvenor momordica saponins on GI in glucose loaded mice (single administration)

组别	剂量/(g/kg)	血糖应答曲线下面积	GI
空白对照组	/	12.31±1.31	/
淀粉对照组	6.0	21.26±6.58***	100.00
拜糖平组	0.01	20.72±2.58	97.44
	1	19.22±4.26	90.37
干罗汉果皂苷	0.5	20.23±5.25	95.14
	0.25	22.27±2.03	104.74
	1	19.76±3.29	92.92
鲜罗汉果皂苷	0.5	21.56±2.30 <sup>+</sup>	101.37
	0.25	21.07±2.43	99.07

注: \*\*\*P<0.001, 与空白对照组比较。

单次口服鲜罗汉果皂苷对葡萄糖负荷的小鼠血糖生成及GI的影响见表4。鲜罗汉果皂苷及干罗汉果皂苷对小鼠口服葡萄糖后的血糖生成均没有显著影响, 各组血糖变化与葡萄糖对照组相近, 血糖应答曲线下面积没有显著差异 (P<0.05)。

### 2.4 连续应用鲜罗汉果皂苷对淀粉引起血糖生成的影响

表5 鲜罗汉果皂苷对淀粉负荷的小鼠GI的影响 (给药7 d, n=10)

Table 5 Effect of fresh grosvenor momordica saponins on GI in starch loaded mice (Administrated for 7 days)

组别	剂量/(g/kg)	血糖应答曲线下面积	GI
空白对照组	/	11.77±2.32	/
淀粉对照组	6.0	22.49±2.10	100.00
拜糖平组	0.01	20.29±2.71	90.23
	1	21.99±2.29	97.78
干罗汉果皂苷	0.5	19.75±2.19 <sup>###</sup>	87.81
	0.25	20.89±2.22	92.89
	1	20.27±2.77 <sup>#</sup>	90.13
鲜罗汉果皂苷	0.5	20.14±2.24 <sup>#</sup>	89.55
	0.25	20.40±1.94 <sup>#</sup>	90.73

注: <sup>\*\*\*</sup> $P<0.001$ , 与空白对照组比较; <sup>#</sup> $P<0.05$ , <sup>###</sup> $P<0.01$ , 与淀粉对照组比较。

连续7 d口服鲜罗汉果皂苷对淀粉负荷的小鼠血糖生成及GI的影响见表5。鲜罗汉果皂苷及干罗汉果皂苷均能有效降低进食淀粉后的血糖值,其作用与降糖平相近,鲜罗汉果皂苷三个实验剂量组均显著降低了血糖应答曲线下面积( $P<0.05$ ),降低了GI值。干罗汉果皂苷组仅中剂量对血糖应答曲线下面积的影响达到极显著( $P<0.01$ )。

2.5 连续应用鲜罗汉果皂苷对葡萄糖引起血糖生成的影响

表6 鲜罗汉果皂苷对葡萄糖负荷的小鼠GI的影响 (给药7 d, n=10)

Table 6 Effect of fresh grosvenor momordica saponins on GI in glucose loaded mice (Administrated for 7 days)

组别	剂量/(g/kg)	血糖应答曲线下面积	GI
空白对照组	/	12.31±1.31	/
淀粉对照组	6.0	17.09±2.87 <sup>***</sup>	100.00
拜糖平组	0.01	14.43±2.32 <sup>#</sup>	84.43
	1.00	15.65±2.52	91.59
干罗汉果皂苷	0.50	15.20±4.16	88.92
	0.25	14.96±3.66	87.55
	1.00	16.57±2.39	97.00
鲜罗汉果皂苷	0.50	15.71±1.39	91.92
	0.25	14.91±1.52 <sup>#</sup>	87.25

注: <sup>\*\*\*</sup> $P<0.001$ , 与空白对照组比较; <sup>#</sup> $P<0.05$ , 与葡萄糖对照组比较。

连续7 d口服鲜罗汉果皂苷对葡萄糖负荷的小鼠血糖生成及GI的影响见表6。葡萄糖对照组在服用葡萄糖30 min后血糖达到峰值,降糖平能显著降低小鼠的血糖峰值( $P<0.05$ );三个实验剂量的鲜罗汉果皂苷及干罗汉果皂苷高、低剂量均能显著降低血糖峰值

( $P<0.01$ )。各组均轻度减少血糖应答曲线下面积,但其作用不显著( $P>0.05$ )。

2.6 鲜罗汉果皂苷对小鼠餐后胰岛素水平的影响

表7 鲜罗汉果皂苷对进食淀粉的小鼠胰岛素水平的影响 (给药7 d, n=10)

Table 7 Effects of fresh momordica grosvenori on insulin levels in starch loaded mice (Administrated for 7 days)

组别	剂量/(g/kg)	血清胰岛素水平/(mU/L)	胰岛素增加/%
淀粉对照组	6.0	8.45±1.57	/
拜糖平组	0.01	9.61±1.03	13.79
	1	12.74±0.92 <sup>####</sup>	22.76
干罗汉果皂苷	0.5	11.54±1.80 <sup>###</sup>	28.85
	0.25	10.37±2.15 <sup>#</sup>	50.89
	1	12.19±2.25 <sup>####</sup>	44.32
鲜罗汉果皂苷	0.5	12.12±2.27 <sup>####</sup>	43.52
	0.25	12.43±2.20 <sup>####</sup>	47.14

注: <sup>#</sup> $P<0.05$ , <sup>####</sup> $P<0.001$  与淀粉对照组比较。

连续7 d口服鲜罗汉果皂苷对进食淀粉的小鼠血清胰岛素水平的影响见表7。 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制剂拜糖平对小鼠餐后胰岛素水平没有显著影响( $P>0.05$ ),而鲜罗汉果皂苷及干罗汉果皂苷均能显著提高小鼠餐后血清胰岛素水平,尤其是鲜罗汉果皂苷在低剂量(250 mg/kg)即能极显著地升高餐后血清胰岛素水平( $P<0.001$ ),中、高剂量鲜罗汉果皂苷对餐后血清胰岛素的增加作用也达到极显著。

2.7 鲜罗汉果皂苷对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的影响

体外环境下鲜罗汉果皂苷对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的影响见表8。结果表明,鲜罗汉果皂苷在0.63~80 mg/mL浓度范围内对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性抑制作用随浓度增加而增强,其 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性抑制的 $IC_{50}$ 为11.51 mg/mL。干罗汉果皂苷在10 mg/mL浓度下对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的抑制即超过90%,其抑制酶活性的 $IC_{50}$ 仅为2.40 mg/mL。

3 结论

3.1 一次性服用鲜罗汉果皂苷与干罗汉果皂苷对多糖类食物淀粉和蔗糖的血糖生成有显著的抑制作用,鲜罗汉果皂苷的作用略强于干罗汉果皂苷;但单次给药对葡萄糖的血糖生成没有明显影响,提示罗汉果皂苷可能对多糖类的吸收有一定抑制作用,从而干扰多糖类食物的血糖生成。连续7 d服用鲜罗汉果皂苷及干罗汉果皂苷后,淀粉及葡萄糖的血糖生成均受抑制,服用淀粉及葡萄糖后的血糖峰值或GI显著下降,提示罗汉果皂苷可能还能影响动物体内糖代谢系统从而减轻机体餐后血糖的波动程度。

表8 鲜罗汉果皂苷对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的影响

Table 8 Effect of fresh momordica grosvenori on alpha glucosidase activity

组别	浓度 (mg/mL)	$\alpha$ -葡萄糖苷酶 活性抑制率/%	IC <sub>50</sub> (mg/mL)
鲜罗汉果皂苷	80.00	96.05	11.51
	40.00	91.52	
	20.00	66.68	
	10.00	41.83	
	5.00	39.05	
	2.50	3.78	
	1.25	1.44	
	0.63	0.99	
干罗汉果皂苷	10.00	91.43	2.40
	5.00	90.44	
	2.50	67.29	
	1.25	44.31	
	0.63	43.89	
	0.31	24.07	
	0.16	28.29	
	0.08	14.39	
0.04	7.22		

注：结果为三次平行试验的平均值。

3.2 鲜罗汉果皂苷和干罗汉果皂苷均有升高小鼠餐后胰岛素水平的的作用，胰岛素是体内降低高血糖水平，维持血糖稳定的关键因素，餐后血糖水平的升高能刺激胰岛细胞对血糖升高发生响应，从而释放出胰岛素。进食鲜罗汉果皂苷及干罗汉果皂苷的小鼠在餐后血糖升高时的胰岛素水平显著增加，表明鲜罗汉果皂苷及干罗汉果皂苷能通过提高体内胰岛素对血糖的响应水平，从而帮助稳定血糖水平，减小血糖波动范围，发挥对高血糖的辅助调节作用。

3.3 鲜罗汉果皂苷和干罗汉果皂苷在体外对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性均有一定程度的抑制能力，尤其是干罗汉果皂苷对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制的IC<sub>50</sub>仅为2.40 mg/mL，而鲜罗汉果皂苷对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制能力不及干罗汉果皂苷， $\alpha$ -葡萄糖苷酶为小肠中将多糖类食物降解为单糖的关键酶，两种罗汉果皂苷对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制均可以导致进食小肠对多糖类食物的吸收能力减

弱，这一作用可能是两种罗汉果皂苷能抑制淀粉和蔗糖的血糖生成的重要原因；两种罗汉果皂苷对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制能力有一定差异，提示二者的成分组成中有 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制作用的成分含量是不同的，而是何种成分有效抑制 $\alpha$ -葡萄糖苷酶将是在今后的研究中值得深入探讨的问题之一。

3.4 鲜罗汉果皂苷对正常小鼠餐后血糖生成有显著的抑制作用，通过抑制食物葡萄糖转化和提高胰岛素水平是调节降低血糖的主要原因；与干罗汉果皂苷对比，提高餐后胰岛素水平作用鲜罗汉果皂苷比干罗汉果皂苷更显著，而对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性抑制作用干罗汉果皂苷要比鲜罗汉果皂苷强。

#### 参考文献

- [1] 王勤,李爱媛,李献萍,等.罗汉果的药理作用研究[J].中国中药杂志,1999,24(7):425-428
- [2] 黄志红,黄捷,孙滢川.罗汉果的药用研究[J].广西师范大学学报(自然科学版),1998,16(4):75-79
- [3] Kasai R, Nie RL, Nashi K, et al. Sweet cucurbitane glycosides from fruits of *Siraitia samen-sis* (chi-zi-*luo-han-guo*), a Chinese folk medicine [J]. Agric Biol Chem., 2007, 53: 3347-3349
- [4] Matsumoto K, Kasai R, Ohtani K, et al. Minor cucurbitane-glycosides from fruits of *Siraitia grosvenori* (Cucurbitaceae) [J]. Chem Pharm Bull, 1989, 38: 2030-2032
- [5] Lee C. Intense sweetener from *lo han kuo* (*Momordica gros-venori*) [J]. Experientia, 1975, 31:533-534
- [6] 蒋世琼.罗汉果甜味成分的研究开发概况[J].中国食品添加剂,1999,1:12-15
- [7] 陈迪华,斯建勇,常琪.天然甜味剂罗汉果的研究与药用[J].天然产物研究与开发,1992,1:72-77
- [8] Suzuki YA, Murata Y, Inui H, et al. Triter-pene glycosides of *Siraitia grosvenori* inhibit rat intestinal maltase and suppress the rise in plasma glucose level after single oral administration of maltose in rats [J]. J Agric Food Chem, 2005, 53: 2941-2946
- [9] Clissold SP & Edwards C. Acarbose, a preliminary review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties, and therapeutic potential [J]. Drugs, 1988, 35: 214-243