

不同生长期罗汉果提取物对小鼠餐后 血糖生成的影响

夏星¹, 钟振国^{2*}, 刘慧娟², 何伟平³, 朱晓韵³

(1. 广州中医药大学中药学院, 广州 510405; 2. 广西中医药大学, 南宁 530001;
3. 桂林集琦实力天然物有限公司, 广西 桂林 541213)

[摘要] **目的:** 研究不同生长期罗汉果提取物对小鼠餐后血糖生成的影响, 并考察提取物对餐后胰岛素水平及 α -葡萄糖苷酶活性的影响。**方法:** KM种小鼠根据空腹血糖值随机分入淀粉负荷($6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)及葡萄糖负荷($2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)2种不同糖源组, 各糖源负荷组下设空白对照组、糖源对照组、阳性对照组(阿卡波糖 $0.01\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)、90 d生长期罗汉果提取物高、中、低剂量组(用药剂量 $1, 0.5, 0.25\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)、60 d生长期罗汉果提取物高、中、低剂量组(用药剂量 $1, 0.5, 0.25\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), 考察小鼠在连续7 d口服不同生长期罗汉果提取物后, 进食淀粉及葡萄糖引起的血糖生成情况, 以ELISA法测定餐后血清胰岛素水平的变化, 并通过体外实验测定不同生长期罗汉果提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用。**结果:** 90 d和60 d生长期罗汉果提取物均能显著降低动物餐后血糖峰值; 所有剂量的90 d生长期罗汉果提取物均显著降低进食淀粉的血糖生成指数($P < 0.05$), 且 $0.25\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组进食葡萄糖的血糖生成指数也显著降低($P < 0.05$); 但60 d生长期罗汉果提取物仅 $0.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组显著降低进食淀粉的血糖生成指数($P < 0.01$), 并有降低进食葡萄糖的血糖生成指数的趋势。3个剂量的90 d生长期罗汉果提取物均能极显著地增加餐后胰岛素水平($P < 0.001$), 60 d生长期罗汉果提取物对升高餐后胰岛素水平的作用随剂量增加而增加。90 d, 60 d生长期罗汉果提取物对 α -葡萄糖苷酶活性抑制的 IC_{50} 分别为 $11.51\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, $2.40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。**结论:** 罗汉果提取物有调节机体血糖稳态的作用, 增加餐后胰岛素及抑制 α -葡萄糖苷酶是其发挥作用的主要途径, 不同生长期的罗汉果提取物对血糖影响的作用机制存在差别。

[关键词] 罗汉果; 血糖; 胰岛素; α -葡萄糖苷酶

[中图分类号] R285.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2012)18-0166-05

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20120711.1206.023.html>

[网络出版时间] 2012-7-11 12:06

Effect of Siraitiae Fructus Extracts from Different Growth Period Fruit on Postprandial Blood Glucose in Mice

XIA Xing¹, ZHONG Zhen-guo^{2*}, LIU Hui-juan², HE Wei-pin³, ZHU Xiao-yun³

(1. School of Chinese Pharmaceutical Science, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, China; 2. Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530001, China;
3. Guilin Jiqi Shili Natural Plant Science & Technology Co., Guilin 541213, China)

[Abstract] **Objective:** To study on the effect of Siraitiae Fructus extracts from different growth period fruit on postprandial blood glucose levels in mice, and examine the impact on postprandial insulin and α -glucosidase enzyme activity. **Method:** Kuenming mice were divided into starch load ($6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) and glucose load ($2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) group, each group consists of 9 subgroups: normal control, starch load or glucose load control,

[收稿日期] 20111129(010)

[基金项目] 中国博士后科学基金(20110490870); 广西自然科学基金创新研究团队项目(2011GXNSFF018006)

[第一作者] 夏星, 在站博士后, 副教授, 从事天然产物活性及作用机制研究, Tel:15994391108, E-mail:xiaxing66@163.com

[通讯作者] * 钟振国, 教授, 博士生导师, Tel:0771-3945766, E-mail:zhongzg@gxtcmu.edu.cn

positive control (acarbose $0.01 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), 90 days Siraitiae Fructus extracts high, medium and low dose ($1, 0.5, 0.25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), 60 days Siraitiae Fructus extracts high, medium and low dose ($1, 0.5, 0.25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). The postprandial blood glucose induced by starch and glucose were observed after 7 days Siraitiae Fructus extracts administration, and the postprandial insulin levels were determined via ELISA method. Moreover, the inhibition effect of Siraitiae Fructus extracts on α -glucosidase activity was determined *in vitro*. **Result:** All dosage of 90 days and 60 days Siraitiae Fructus extracts inhibited peak value of postprandial blood glucose; all dosage of 90 days Siraitiae Fructus extracts reduced glycemic index induced by starch ($P < 0.05$), and the glycemic index induced by glucose was reduced at $0.25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($P < 0.05$); moreover, $0.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ of 60 days Siraitiae Fructus extracts significantly reduced glycemic index induced by starch ($P < 0.01$), but all dose of 60 days Siraitiae Fructus extracts only demonstrated a trend to reduce the glycemic index induced by glucose. All dose of 90 days Siraitiae Fructus extracts significantly increased postprandial insulin ($P < 0.001$), and 60 days Siraitiae Fructus extracts increased postprandial insulin dose dependently. The IC_{50} value of 90 and 60 days Siraitiae Fructus extracts was $11.51 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ and $2.40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, respectively. **Conclusion:** Mangosteen extract is effectual in the inhibition of the rapid increase of postprandial blood glucose, which are primarily mediated by increasing postprandial insulin levels and α -glucosidase inhibition, there is a difference in hypoglycemic mechanism between Siraitiae Fructus extracts from different growth period fruit.

[**Key words**] Siraitiae Fructus ; blood glucose ; insulin ; α -glucosidase

糖代谢紊乱为现代社会的常见性、多发性健康问题。糖代谢紊乱的患者机体不能将血糖控制在一个相对稳定的范围内,出现餐后血糖波动幅度大及糖耐量水平下降,并且在糖代谢水平紊乱一段时间后容易发展成为 II 型糖尿病^[1]。早期预防和纠正机体糖代谢水平紊乱,对预防糖尿病的发生有重要的作用。罗汉果为广西特色中药,味甘,性凉,有止咳祛痰、抗氧化、保肝、增强机体免疫功能、正向调节机体血脂代谢、抑菌、解痉、泻下等作用^[2]。罗汉果甜苷为罗汉果中提取的强甜味非糖物质三萜类皂苷,其甜度约为蔗糖的 300 倍,被作为甜味剂部分或全部代替蔗糖广泛用于各类食品中,尤其是作为肥胖病及糖尿病患者的代用糖。近年来有研究发现,罗汉果提取物及罗汉果甜苷对糖尿病动物有降血糖作用^[3],表明罗汉果提取物可在作为甜味剂的同时,调节机体的糖代谢水平。

不同生长期的罗汉果甜苷含量和组构成有较大差异^[4],而当前罗汉果的采收没有对其生长期加以限定,因而罗汉果中药材既有生长期 60 d 左右的未成熟果实,也有 90 d 的成熟果实。不同生长期的罗汉果提取物的药理活性,尤其是对血糖生成的调节作用是否存在差别,这一问题未见国内外有相关研究。本文通过比较不同生长期的罗汉果提取物对小鼠餐后血糖生成的影响,对 α -葡萄糖苷酶活性及血清胰岛素水平的影响,探讨不同生长期的罗汉果提取物调节血糖生成作用的差异,为罗汉果的降血

糖应用提供参考。

1 材料

1.1 动物 昆明种小鼠, SPF 级,雌雄兼用,体重 (20 ± 2) g,由广西医科大学实验动物中心提供,动物合格证号 SCXK(桂)2009-0002,批号 0001825。

1.2 样品与试剂 90 d 生长期罗汉果提取物(批号 S20110409)及 60 d 生长期罗汉果提取物(批号 S20110411),提取物为粉碎后的罗汉果经水提取、碱水提取所得提取液,依次经聚酰胺柱、大孔树脂分离纯化后得到的总苷类提取物,均由桂林集琦实力天然物科技有限公司提供;阿卡波糖(acarbose,降糖平,批号 101202),杭州中美华东制药有限公司产品;血糖测定试剂盒(批号 0311011),四川迈瑞生物科技股份有限公司产品;血清胰岛素 ELISA 试剂盒(批号 201107),美国 R&D 公司产品; α -葡萄糖苷酶(批号 110M7420V)及对硝基酚 α -D 吡喃葡萄糖苷(p-nitrophenyl α -D-glucopyranoside, pNPG,批号 BCB7865V)均为美国 Sigma 公司产品;其他试剂均为分析纯。

1.3 仪器 UV-1901 分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司) Sunrise 酶标仪(瑞士 TECAN 集团公司)。

2 方法

2.1 分组及给药 取小鼠 180 只,雌雄各半,根据空腹血糖值随机分为 18 组,10 只/组。实验设淀粉负荷($6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)及葡萄糖负荷($2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)2 种不同糖源

组,各糖源负荷组下设空白对照组、糖源对照组、阳性对照组(阿卡波糖 $0.01 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)、90 d 生长期罗汉果提取物高、中、低剂量组($1, 0.5, 0.25 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$)、60 d 生长期罗汉果提取物高、中、低剂量组(给药剂量分别为 $1, 0.5, 0.25 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$),各组动物以 $20 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}$ 容量 ig 给予相应药物,空白对照组和糖源对照组仅 ig 生理盐水,连续 7 d。

2.2 不同生长期罗汉果提取物对不同糖源引起血糖生成的影响 实验第 1 天起各组小鼠均禁食不禁水 12 h,之后于眼眶后静脉丛取血,置 $37 \text{ }^\circ\text{C}$ 恒温水浴 10 min,之后以 $3\ 000 \text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 10 min,分离血清,取血清 $10 \text{ }\mu\text{L}$,按血糖测定试剂盒(GOD-PAP)的操作步骤与方法,于 505 nm 处测定溶液吸光度(A),计算血糖值,即为空腹血糖值(0 h)。末次给药 30 min 后立即以 ig 方式分别进食淀粉或葡萄糖 2 种糖源,空白对照组仅以相同方式 ig 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,绘制血糖应答曲线;并计算各组餐后 2 h 内血糖曲线下面积,按以下公式计算血糖生成指数(glycemic index, GI)。

$$\text{GI} = \frac{\text{受试物组餐后 2 h 内血糖曲线下面积}}{\text{糖源对照组餐后 2 h 内血糖曲线下面积}} \times 100\%$$

2.3 不同生长期罗汉果提取物对小鼠餐后胰岛素水平的影响 实验分组同 2.1。各组动物连续给药 7 d,末次给药 30 min 后 ig 服用淀粉($6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$),服用淀粉后 60 min 于眼眶后静脉丛取血,离心分离血清,以酶联免疫(ELISA)试剂盒测定血清胰岛素水平,测定方法及步骤严格按照试剂盒说明书执行。

2.4 不同生长期罗汉果提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用 配制 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ pH 6.9 的磷酸缓冲液,以磷酸缓冲液分别配制 α -葡萄糖苷酶溶液、pNPG、90 d 生长期罗汉果提取物及 60 d 生长期罗汉果提取物,在 96 孔微量板中预先加入 $80 \text{ }\mu\text{L}$ 的 90 d 生长期罗汉果提取物质量(质量浓度 $0.63 \sim 80 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$),或 60 d 生长期罗汉果提取物(质量浓度 $0.04 \sim 10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$)及 $20 \text{ }\mu\text{L}$ α -葡萄糖苷酶溶液(终浓度 $1 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$),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素)及空白组(以磷酸缓冲液代替酶溶液和罗汉果素),各组平行设 3 个重复;反应体系于 $37 \text{ }^\circ\text{C}$ 下温浴 5 min,之后加入 $100 \text{ }\mu\text{L}$ pNPG(终浓度 $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), $37 \text{ }^\circ\text{C}$ 温浴 10 min,采用酶标仪测定 405 nm 的 A。计算出各浓度下两种罗汉果提取物对 α -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_{50}),酶活性的抑制率按照以下公式计算:

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

2.5 统计分析 实验结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 SPSS 13.0 统计软件包对数据进行统计学分析,采用单因素方差分析,比较组间差异, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 对不同糖源引起血糖生成的影响

3.1.1 对淀粉引起血糖生成的影响 连续 7 d 口服不同生长期罗汉果提取物均能有效抑制小鼠进食淀粉后的血糖生成,其作用与降糖平相近,60 d 生长期罗汉果提取物在 $0.5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 剂量下对小鼠餐后 30, 60 min 血糖生成的抑制作用达到显著性差异($P < 0.05$)。90 d 生长期罗汉果提取物 3 个剂量组均显著降低血糖应答曲线下面积($P < 0.05$),并降低 GI 值。60 d 生长期罗汉果提取物仅 $0.5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组血糖应答曲线下面积显著降低($P < 0.01$)。见表 1。

3.1.2 对葡萄糖引起血糖生成的影响 60 d 生长期罗汉果提取物 $1, 0.25 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 对餐后 30 min 血糖的抑制作用达极显著($P < 0.01$);90 d 生长期罗汉果提取物 $1, 0.5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 也能显著降低小鼠餐后 30 min 血糖峰值($P < 0.01$)。各用药组均轻度降低血糖应答曲线下面积,降低 GI 值,但只有 90 d 生长期罗汉果提取物 $0.25 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组显著减少了血糖应答曲线下面积($P < 0.05$)。见表 2。

3.2 对小鼠餐后胰岛素水平的影响 阿卡波糖对小鼠餐后胰岛素水平没有显著影响;连续 7 d 口服不同生长期罗汉果提取物均能显著提高小鼠餐后血清胰岛素水平,所有剂量的 90 d 生长期罗汉果提取物均能极显著升高餐后血清胰岛素水平($P < 0.001$);60 d 生长期罗汉果提取物对胰岛素生成的刺激作用随用药剂量增加而增加。见表 3。

3.3 对 α -葡萄糖苷酶活性的影响 采用酶动力学方法直接测定体外环境下不同生长期罗汉果提取物对 α -葡萄糖苷酶活性的影响。90 d 生长期罗汉果提取物在 $0.63 \sim 80 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 内对 α -葡萄糖苷酶活性抑制作用随浓度增加而增强,其 α -葡萄糖苷酶活性的 IC_{50} 为 $11.51 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。60 d 生长期罗汉果提取物在 $10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 下对 α -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 $2.40 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

表1 不同生长期罗汉果提取物对小鼠进食淀粉后血糖生成的影响($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	剂量 /g·kg ⁻¹	餐后血糖/mmol·L ⁻¹				血糖应答 曲线下面积 /h·mmol·L ⁻¹	血糖生成 指数/%
		0 h	0.5 h	1 h	2 h		
空白对照	-	7.99 ± 2.16	8.68 ± 1.84 ¹⁾	8.69 ± 2.03 ²⁾	7.56 ± 1.65 ¹⁾	17.10 ± 2.96	-
淀粉对照	6	8.34 ± 1.27	12.02 ± 2.06	12.30 ± 2.44	9.94 ± 2.83	22.49 ± 2.10	100.00
阿卡波糖	0.01	8.16 ± 1.53	10.87 ± 1.80	10.97 ± 1.16	9.62 ± 2.26	20.29 ± 2.71	90.23
60 d 生长期罗汉果提取物	1	8.32 ± 1.25	11.14 ± 1.48	11.49 ± 2.09	10.30 ± 2.45	21.99 ± 2.29	97.78
	0.5	8.17 ± 0.92	9.71 ± 3.26 ¹⁾	10.67 ± 0.89 ¹⁾	10.00 ± 1.80	19.75 ± 2.19 ²⁾	87.81
	0.25	8.23 ± 1.48	10.82 ± 0.91	11.34 ± 1.51	9.98 ± 1.88	20.89 ± 2.22	92.89
90 d 生长期罗汉果提取物	1	8.21 ± 1.24	10.77 ± 1.22	11.11 ± 1.30	9.81 ± 2.68	20.27 ± 2.77 ¹⁾	90.13
	0.5	8.01 ± 1.27	10.75 ± 1.76	11.14 ± 2.66	9.62 ± 2.26	20.14 ± 2.24 ¹⁾	89.55
	0.25	8.13 ± 0.86	10.97 ± 0.75	11.27 ± 1.49	9.92 ± 2.54	20.40 ± 1.94 ¹⁾	90.73

注:与淀粉对照组比较¹⁾ $P < 0.05$, ²⁾ $P < 0.01$, ³⁾ $P < 0.001$ (表2~3同)。

表2 不同生长期罗汉果提取物对小鼠进食葡萄糖后血糖生成的影响($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	剂量 /g·kg ⁻¹	餐后血糖值/mmol·L ⁻¹				血糖应答 曲线下面积 /h·mmol·L ⁻¹	血糖生成 指数/%
		0 h	0.5 h	1 h	2 h		
空白对照	-	5.80 ± 0.79	5.74 ± 1.35	6.56 ± 1.31	6.13 ± 1.11	12.31 ± 1.31 ⁴⁾	-
葡萄糖对照	6	6.22 ± 0.90	12.25 ± 2.61	8.13 ± 1.66	7.15 ± 1.93	17.09 ± 2.87	100.00
阿卡波糖	0.01	6.16 ± 1.18	9.36 ± 1.97 ⁴⁾	6.98 ± 1.55	7.19 ± 1.68	14.43 ± 2.32 ⁴⁾	95.43
60 d 生长期罗汉果提取物	1	6.01 ± 1.56	9.11 ± 1.45 ⁵⁾	8.47 ± 1.61	6.87 ± 1.32	15.65 ± 2.52	91.59
	0.5	5.09 ± 2.07	10.48 ± 3.36	7.24 ± 2.01	6.80 ± 1.87	15.20 ± 4.16	88.92
	0.25	5.21 ± 1.49	8.93 ± 1.54 ⁵⁾	7.66 ± 2.31	6.25 ± 1.23	14.96 ± 3.66	87.55
90 d 生长期罗汉果提取物	1	6.07 ± 1.14	9.57 ± 1.86 ⁴⁾	7.72 ± 1.55	7.79 ± 0.50	16.57 ± 2.39	97.00
	0.5	5.30 ± 0.96	8.81 ± 2.00 ⁵⁾	8.08 ± 0.64	7.83 ± 1.14	15.71 ± 1.39	91.92
	0.25	6.37 ± 0.88	9.04 ± 1.71 ⁵⁾	7.17 ± 1.02	7.16 ± 1.15	14.91 ± 1.52 ⁴⁾	87.25

注:与葡萄糖对照组比较⁴⁾ $P < 0.05$, ⁵⁾ $P < 0.01$ 。

表3 不同生长期罗汉果提取物对小鼠餐后胰岛素水平的影响($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	剂量 /g·kg ⁻¹	血清胰岛素	胰岛素
		/mU·L ⁻¹	增加率/%
空白对照	-	6.58 ± 1.14	-
淀粉对照	6	8.45 ± 1.57	-
阿卡波糖	0.01	9.61 ± 1.03	13.79
60 d 生长期罗汉果提取物	1	12.74 ± 0.92 ³⁾	50.89
	0.5	11.54 ± 1.80 ²⁾	28.85
	0.25	10.37 ± 2.15 ¹⁾	22.76
90 d 生长期罗汉果提取物	1	12.19 ± 2.25 ³⁾	44.32
	0.5	12.12 ± 2.27 ³⁾	43.52
	0.25	12.43 ± 2.20 ³⁾	47.14

4 讨论

罗汉果中富含高甜味的非糖皂苷类物质,已被广泛用作糖尿病患者及肥胖人群食品的代用糖,有研究发现,服用罗汉果粉的糖尿病小鼠血糖水平明显下降^[5],在我们的研究中也发现,正常小鼠在连续7 d服用罗汉果提取物后餐后血糖最高值明显降低,血糖波动幅度趋于平缓,淀粉和葡萄糖的GI值均因服用罗汉果提取物而显著降低。胰岛素是体内降低高血糖水平,维持血糖稳定的关键因素,餐后血糖升高能刺激胰岛细胞发生响应,从而释放出胰岛素。在我们的研究中发现,服用罗汉果提取物能增加机体餐后胰岛素的分泌,这与周英等^[6],在体外培养的 β 细胞中发现罗汉果提取物刺激胰岛素分泌的作用一致。 α -葡萄糖苷酶为小肠中将多糖类食物

降解为易吸收的单糖成分的关键酶,其活性的下降使得食物中多糖类物质装化为血糖的效率降低,有助于降低餐后血糖的上升幅度^[7],Suzuki 等^[8]认为罗汉果提取物有抑制麦芽糖酶的活性,从而能抑制大鼠进食麦芽糖后的血糖生成,我们的研究也发现罗汉果提取物能直接抑制 α -葡萄糖苷酶活性,这一作用可能直接抑制了小鼠进食淀粉类物质后的血糖变化,加之罗汉果提取物增加了动物餐后胰岛素水平,二者的共同影响可能是罗汉果提取物降低小鼠餐后血糖的主要原因。

不同生长期罗汉果果实中苷类物质的组成有较大差别,60 d 果实中苷 II 含量较高,而 90 d 果实中苷 V 的含量显著增加^[9-10]。我们对不同生长期罗汉果提取物对小鼠血糖生成影响的研究发现,不同生长期罗汉果提取物均有升高小鼠餐后胰岛素水平的作用,同等剂量下 90 d 成熟罗汉果提取物对胰岛素的刺激作用强于 60 d 果实提取物。而值得注意的是,不同生长期罗汉果提取物在体外对 α -葡萄糖苷酶活性均有一定程度的抑制能力,但 60 d 果实提取物对 α -葡萄糖苷酶抑制的 IC_{50} 仅为 $2.40 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,而成熟果实提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制能力远不及 60 d 果实。上述作用差别的出现可能与罗汉果提取物中皂苷类物质含量和组分构成的不同有密切的关系。

在我们的研究中发现,不同生长期罗汉果提取物对餐后血糖的生成都有抑制作用,但成熟罗汉果提取物与未成熟罗汉果提取物对机体胰岛素水平的诱导作用及对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用有较大差异,提取物中不同的物质组成是造成二者作用不同的主要原因,不同的苷类成分是否为造成这种作用差异的原因,将是在今后的研究中值得深入探讨的问题之一。

[参考文献]

- [1] Færch K, Borch Johnsen K, Holst J J, et al. Pathophysiology and aetiology of impaired fasting glycaemia and impaired glucose tolerance; does it matter for prevention and treatment of type 2 diabetes? [J]. *Diabetologia*, 2009, 52(9):1714.
- [2] 张静, 吴友良, 张婵娟, 等. 罗汉果药理活性研究进展 [J]. *中国药业*, 2010, 19(20):84.
- [3] 张俐勤, 戚向阳, 陈维军, 等. 罗汉果皂苷提取物对糖尿病小鼠血糖、血脂及抗氧化作用的影响 [J]. *中国药理学通报*, 2006, 22(2):237.
- [4] 向秋, 雷迅, 黄岚珍, 等. 罗汉果皂苷类成分代谢转化规律分析 [J]. *生物技术*, 2009, 19(4):49.
- [5] 戚向阳, 陈维军, 宋云飞, 等. 罗汉果对糖尿病小鼠的降血糖作用 [J]. *食品科学*, 2003, 24(12):124.
- [6] 周英, 郑艳, Ebersole Jeff, 等. 罗汉果提取物和罗汉果苷 V 对胰岛素分泌的调节作用 [J]. *药学学报*, 2009, 44(11):1252.
- [7] Nathan D M, Buse J B, Davidson M B, et al. Medical management of hyperglycaemia in type 2 diabetes mellitus: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy [J]. *Diabetologia*, 2009, 52(1):17.
- [8] Suzuki Y A, Murata Y, Inui H, et al. Triterpene glycosides of siraitia grosvenori inhibit rat intestinal maltase and suppress the rise in blood glucose level after a single oral administration of maltose in rats [J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53(8):2941
- [9] 黄夕洋, 梁萍, 李锋, 等. 不同倍性罗汉果果实的生长与苷类含量动态变化规律的研究 [J]. *广西植物*, 2009, 29(6):875.
- [10] 卢曦, 曾建红, 申响宝, 等. 罗汉果悬浮培养细胞的生长和罗汉果甜苷积累的动力学研究 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2011, 17(15):235.

[责任编辑 聂淑琴]