

土茯苓醇提物及其主成分落新妇苷的 体内外降糖活性

方京梅¹,姚倩²,黄亚萱²,魏玉娇¹,姚才梅²,刘平³,郭晓强^{2*}

(1. 成都大学 食品与生物工程学院,四川 成都 610106;2. 成都大学 药学院,四川 成都 610106;3. 成都
大学附属医院,四川 成都 610081)

摘要: 为比较土茯苓醇提物及其主成分落新妇苷的体内外降糖活性,测定土茯苓醇提物与落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶和胰脂肪酶的抑制作用,并考察样品对酶的荧光淬灭速率;采用四氧嘧啶法建立糖尿病小鼠模型,研究落新妇苷及醇提物的体内降糖活性。结果表明,土茯苓醇提物对 α -葡萄糖苷酶和胰脂肪酶的抑制作用显著高于落新妇苷;对酶的荧光淬灭速率常数分别是落新妇苷的3.32倍和5.89倍,表明土茯苓醇提物对酶有更强的亲和力。与糖尿病模型组相比,土茯苓醇提物和落新妇苷均能显著降低糖尿病小鼠的空腹血糖($P<0.01$),改善四氧嘧啶引起的小鼠体质量下降,显著提高糖耐量,降低血清总胆固醇和甘油三酯水平,并对高糖引起的肝肾损伤具有保护作用,能显著降低肝肾指数($P<0.05$)。与落新妇苷相比,土茯苓醇提物具有更好的生理活性。

关键词: 土茯苓;落新妇苷;降血糖; α -葡萄糖苷酶;胰脂肪酶

In vivo and in vitro Hypoglycemic Activity of Alcoholic Extract from Smilax glabra Roxb and Its Principal Component Astilbin

FANG Jingmei¹, YAO Qian², HUANG Yaxuan², WEI Yujiao¹, YAO Caimei², LIU Ping³, GUO Xiaoliang^{2*}

(1. School of Food and Bioengineering, Chengdu University, Chengdu 610106, Sichuan, China; 2. School of Pharmacy, Chengdu University, Chengdu 610106, Sichuan, China; 3. Affiliated Hospital of Chengdu University, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: *In vivo* and *in vitro* hypoglycemic activities of *Smilax glabra* Roxb's (E-RSG) alcoholic extract and its main component astilbin were compared in this study. Inhibitory activity of E-RSG and astilbin against α -glucosidase and pancreatic lipase were determined, respectively. Fluorescence quenching rates of the samples on the enzymes were examined. A diabetic mouse model was established by the alloxan method to investigate the *in vivo* hypoglycemic activity of astilbin and E-RSG. Results showed that, compared to astilbin, E-RSG exhibited a significantly higher inhibitory effect against α -glucosidase and pancreatic lipase. The fluorescence quenching rate constant of the extract toward the enzymes was 3.32 and 5.89 times that of astilbin, respectively, indicating that E-RSG's affinity with the enzymes was stronger. Compared with the diabetic model group, both E-RSG and astilbin significantly reduced fasting blood glucose of diabetic mice ($P<0.01$), remarkably increased glucose tolerance. Besides, alloxan-induced body weight loss was ameliorated, and total cholesterol and triglyceride levels were decreased. In addition, hepatic and renal indexes were significantly decreased ($P<0.05$), exerting a protective effect against hyperglycemia-induced hepatic and renal injuries. Compared to astilbin, E-RSG presented better physiological activity.

Key words: *Smilax glabra* Roxb; astilbin; hypoglycemic; α -glucosidase; pancreatic lipase

引文格式:

方京梅,姚倩,黄亚萱,等. 土茯苓醇提物及其主成分落新妇苷的体内外降糖活性[J]. 食品研究与开发, 2025, 46(2): 16-22, 56.

基金项目:四川省科技计划项目(2022YFS0435);广东省重点领域研发计划项目(2022B1111050003);成都市科技项目(2022-YF05-00447-SN)
作者简介:方京梅(1995—),女(汉),硕士,研究方向:天然产物的分离与活性。

*通信作者:郭晓强(1972—),男(汉),博士,研究方向:药食同源中药材活性成分分离与结构修饰。

FANG Jingmei, YAO Qian, HUANG Yaxuan, et al. *In vivo* and *in vitro* Hypoglycemic Activity of Alcoholic Extract from *Smilax glabra* Roxb and Its Principal Component Astilbin[J]. Food Research and Development, 2025, 46(2): 16-22, 56.

糖尿病是一类以高血糖为代表的慢性代谢疾病,目前,传统的降糖药物多以双胍类和磺酰脲类为代表,虽然其降糖效果良好,但长时间服用会造成肝肾损伤及乳酸中毒等不良反应,并且有可能使机体产生依赖性^[1-2]。因此,采用安全性较高的药食同源的天然化合物研发降糖产品具有重要意义。

土茯苓是百合科植物菝葜的干燥根茎,主要分布在我国长江流域以南等地。土茯苓性甘、淡、平,归肝、胃经,主要含有黄酮、多糖、甾醇、生物碱及有机酸类成分。现代药理学研究表明,土茯苓具有镇痛、利尿、抗炎、抗氧化、抗病毒等作用^[3-5]。落新妇苷是土茯苓最主要的黄酮成分,含量为1%~2%。2020年版《中华人民共和国药典》以落新妇苷的含量来评估土茯苓的质量,要求含量不低于0.45%^[6]。落新妇苷具有抗炎、抗氧化、抗纤维化、改善心血管、抗抑郁、免疫抑制、抗肿瘤、降糖降脂等功效^[7-9],并且对肝脏、肾脏、神经等具有一定的保护作用。肾病是糖尿病常见的并发症,也是糖尿病致死致残的主要原因。余玉清^[10]发现落新妇苷可以保护糖尿病人肾脏,延缓糖尿病肾脏纤维化进展。

目前,对于土茯苓活性成分落新妇苷及其醇提物的降糖作用研究较少。本文以超声波辅助醇提法提取土茯苓,测定醇提物和落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶和胰脂肪酶的抑制活性;建立糖尿病小鼠模型,考察分别给予土茯苓醇提物和落新妇苷后小鼠体质量、血糖值、血脂水平和器官指数的变化,以期土茯苓在功能性食品领域的开发提供依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

50只6周龄SPF级昆明小鼠:成都达硕实验动物有限公司,动物生产许可证号SCXK(川)2020-0030,动物实验经成都大学伦理委员会批准(批准号20210305)。动物饲养温度(25±1)℃,相对湿度(50±1)%,明暗周期12h,自由饮水饮食,适应性生长1周后,进入正式实验。

土茯苓饮片:四川千方中药股份有限公司;盐酸二甲双胍片(规格0.25g/片):北京永康药业有限公司;胰脂肪酶(3万U/g)、 α -葡萄糖苷酶(3.23万U/g)、阿卡波糖、奥利司他:上海源叶生物科技有限公司;4-硝基苯棕榈酸酯(4-nitrophenyl palmitate, PNPP)、4-硝基苯基- α -D-吡喃葡萄糖(4-nitrophenyl α -D-glucopyranoside,

PNPG):阿法埃莎(中国)化学有限公司;四氧嘧啶:生工生物工程(上海)股份有限公司;总胆固醇(total cholesterol, TC)试剂盒、甘油三酯(triglycerides, TG)试剂盒:南京建成生物科技公司;甲醇(色谱纯):成都市科隆化学品有限公司。除特殊标注外其他试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

LC-2030C 3D Plus 高效液相色谱仪:日本岛津仪器有限公司;SynergyHTX 酶标仪:美国Bio Tek公司;GA-3三诺血糖仪:长沙三诺生物传感股份有限公司;FL970 荧光分光光度计:上海三科仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 土茯苓醇提物的制备及含量测定

取土茯苓饮片,粉碎,过60目筛,用70%乙醇按料液比1:10(g/mL)超声辅助提取90min。过滤,减压浓缩至总体积的1/3,浓缩液冷冻干燥为粉末,冷藏保存备用。

总黄酮含量:采用亚硝酸钠-硝酸铝法^[11]测定,绘制的芦丁标准曲线方程为 $Y=1.155X+0.0187$ ($R^2=0.998$)。

总酚含量:参照文献^[12]中的方法测定土茯苓醇提物中总酚含量,没食子酸标准曲线方程为 $Y=0.0091X+0.0503$ ($R^2=0.999$)。

落新妇苷含量:采用高效液相色谱法测定,色谱柱为SinoChromODS-BP柱(4.6mm×150mm, 5 μ m),流动相为甲醇-0.1%冰醋酸(35:65,体积比),检测波长291nm,柱温30℃,标准曲线方程为 $A=2\times 10^7C+102934$ ($R^2=0.999$)。

1.3.2 对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用

分别取土茯苓醇提物和落新妇苷,用pH6.8的磷酸盐缓冲液(phosphate buffer solution, PBS)配制成落新妇苷浓度为0.02~1.00mg/mL的溶液。参照文献^[13]的方法测定醇提物及落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用,以阿卡波糖为阳性对照。

1.3.3 对胰脂肪酶的抑制作用

分别取样品溶液50 μ L,加入pH6.8的PBS50 μ L及2U/mL的酶溶液50 μ L,混匀,于37℃下水浴加热10min,加0.5mmol/L底物PNPP50 μ L,继续在37℃下反应20min,冷至室温,用酶标仪在405nm波长处测定吸光度 $A^{[14]}$ 。分别以50 μ L PBS替代样品溶液及酶溶液,测得的吸光度分别记为 A_0 及 A_b ,按公式(1)计算样品对胰脂肪酶的抑制率($Y, \%$),以奥利司他作为

阳性对照。

$$Y = \frac{A_0 - (A - A_b)}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

1.3.4 荧光淬灭实验

分别取样品溶液 50 μL ，一份加 0.5 U/mL α -葡萄糖苷酶 1.0 mL 和 PBS 4 mL；另一份加浓度为 2 mol/mL 的胰脂肪酶溶液 1.0 mL 和 PBS 4 mL，分别混合均匀，设置荧光激发波长 290 nm，参考文献测定样品的荧光吸收光谱，并按公式(2)计算荧光淬灭速率常数^[15]。

$$\frac{F_0}{F} = 1 + K_q [Q] \quad (2)$$

式中： F_0 为不含淬灭剂条件下的荧光强度； F 为含淬灭剂条件下的荧光强度； K_q 为荧光淬灭速率常数，mL/ng； $[Q]$ 为淬灭剂浓度，mol/mL。

1.3.5 糖尿病小鼠模型建立

取小鼠 50 只，正常喂养 1 周后，所有小鼠禁食不禁水 24 h，称其体质量，随机取 6 只小鼠作为正常对照组，剩余 44 只以 150 mg/kg 剂量腹腔注射四氧嘧啶诱导糖尿病形成。注射第 3 天，禁食 12 h，尾部采血测小鼠空腹血糖，血糖值大于 11.1 mmol/L 的小鼠即确定为糖尿病小鼠^[16]。

1.3.6 给药方案

将糖尿病小鼠随机分为 7 组，每组 6 只，糖尿病模型组：按 10 mL/kg 灌胃生理盐水；二甲双胍阳性对照组：灌胃剂量 100 mg/kg；高、中、低剂量土茯苓醇提取物组：灌胃剂量分别为 4、2、1 g/kg；落新妇苷组：灌胃剂量 120 mg/kg，每天早晚各给药 1 次，持续 28 d^[17]。

1.3.7 空腹血糖与体质量

观察小鼠饮食、饮水和行为体态变化，每隔一周记录小鼠的体质量并且尾部采血测定血糖值，记录小鼠体质量和血糖值变化。

1.3.8 口服葡萄糖耐量

在给药后的第 29 天进行小鼠口服葡萄糖耐量实验。各实验组小鼠禁食 8 h 后，灌胃剂量为 3 g/kg 的葡萄糖溶液，在 0、0.5、1.0、2.0 h 分别尾部采血测量各组小鼠血糖值。

1.3.9 血脂水平

小鼠在最后 1 d 给药后，禁食 12 h，眼部采血；样品于 4 $^{\circ}\text{C}$ 、3 000 r/min 转速下离心 10 min，取上层血浆，按照试剂盒说明书分别测定各组小鼠血浆中 TC 和 TG 的含量。

1.3.10 器官指数

取小鼠肝脏和肾脏，称质量，与其体质量相比较，得到肝脏指数($G, \%$)和肾脏指数($S, \%$)，计算公式如下。

$$G = \frac{W_G}{W} \times 100 \quad (3)$$

$$S = \frac{W_S}{W} \times 100 \quad (4)$$

式中： W 为小鼠体质量，g； W_G 为小鼠肝脏质量，g； W_S 为小鼠肾脏质量，g。

1.4 数据处理

所有数据均以平均值 \pm 标准差表示。采用 Excel 2020 版对组间统计学差异进行方差分析和 Turkey 检验， $P < 0.05$ 表示具有显著性差异。

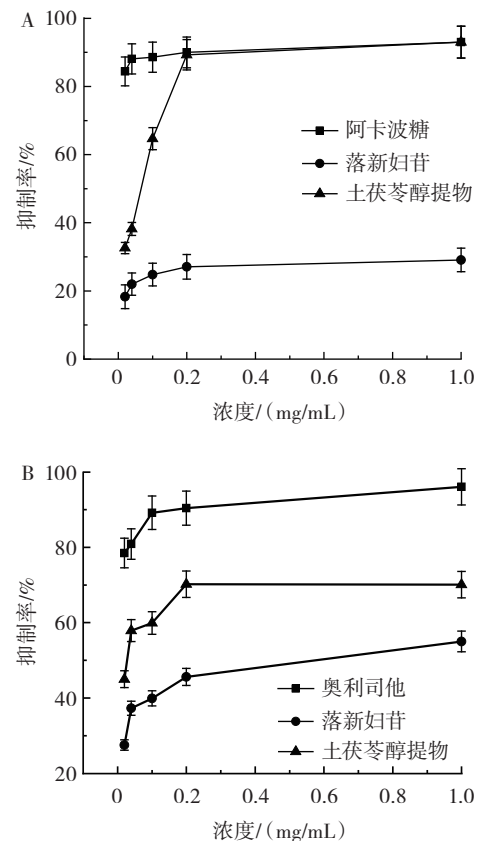
2 结果与分析

2.1 土茯苓含量测定

醇提取物落新妇苷含量为(62.10 \pm 1.08) mg/g；总黄酮与总多酚含量采用分光光度法测定，含量分别为(279.93 \pm 4.37) mg/g 及(228.20 \pm 6.44) mg/g。

2.2 土茯苓醇提取物对 α -葡萄糖苷酶和胰脂肪酶的抑制作用

土茯苓醇提取物及落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶及胰脂肪酶的抑制作用见图 1。



A. α -葡萄糖苷酶; B. 胰脂肪酶。

图 1 土茯苓醇提取物及落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶及胰脂肪酶的抑制作用

Fig.1 Inhibitory effect of *Smilax glabra* Roxb alcoholic extract and astilbin on α -glucosidase and pancreatic lipase

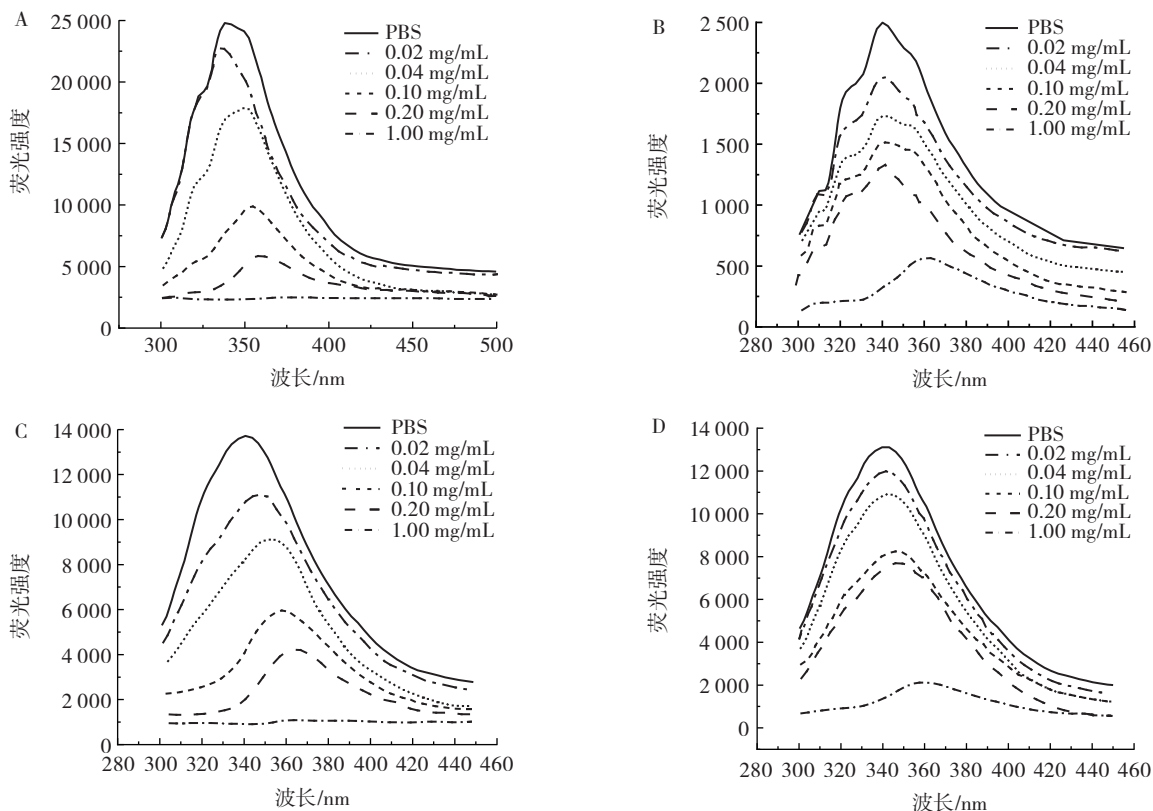
由图 1A 可知,土茯苓醇提取物对酶的抑制作用呈浓度依赖关系。当土茯苓醇提取物浓度大于 0.2 mg/mL 时,抑制率为 90%,与阳性对照阿卡波糖相当。相较于土茯苓醇提取物,落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶抑制效果不明显,说明土茯苓醇提取物中还有其他有效成分具有抑制 α -葡萄糖苷酶的作用。

由图 1B 可知,土茯苓醇提取物以及落新妇苷对胰脂

肪酶均有一定的抑制作用。奥利司他的抑制效果最好,浓度为 1.0 mg/mL 时抑制率高达 97.36%;土茯苓醇提取物抑制率达到 72.73%,落新妇苷为 56.50%,表明落新妇苷与土茯苓中的其他活性成分产生了协同抑制作用。

2.3 土茯苓醇提取物对酶荧光强度的影响

土茯苓醇提取物和落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶与胰脂肪酶的荧光淬灭作用如图 2 所示。



A. 土茯苓醇提取物对 α -葡萄糖苷酶的荧光淬灭作用;B. 落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶的荧光淬灭作用;C. 土茯苓醇提取物对胰脂肪酶的荧光淬灭作用;D. 落新妇苷对胰脂肪酶的荧光淬灭作用。

图 2 土茯苓醇提取物和落新妇苷对酶的荧光淬灭作用

Fig.2 Fluorescence quenching to enzymes by *Smilax glabra* Roxb alcoholic extract and astilbin

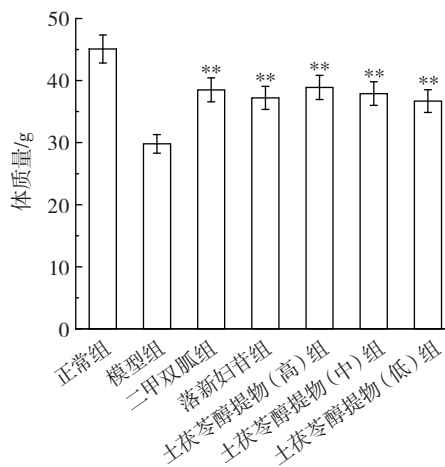
由图 2 可知,土茯苓醇提取物和落新妇苷的加入会使 α -葡萄糖苷酶与胰脂肪酶本身的荧光强度降低,随着浓度逐渐增大,荧光强度逐渐下降;同时,发射波长发生蓝移或红移,表明样品可与酶发生相互作用,从而使酶的催化活性降低。土茯苓醇提取物和落新妇苷对 α -葡萄糖苷酶的淬灭速率常数分别为 25.42、7.66 mL/mg,对胰脂肪酶的淬灭速率常数分别为 68.38、11.61 mL/mg,显示土茯苓醇提取物对两种酶的亲和力远高于落新妇苷。

2.4 空腹血糖与体质量

2.4.1 体质量变化

不同剂量的土茯苓醇提取物对糖尿病小鼠体质量的影响如图 3 所示。

由图 3 可知,相较于正常组,模型组小鼠体质量下降了 33.9%,出现糖尿病初期的明显症状;与模型组相比,二甲双胍、落新妇苷和土茯苓醇提取物不同剂量组小



**表示与模型组相比,差异极显著($P < 0.01$)。

图 3 各组小鼠第 28 天的体质量

Fig.3 Body weights of mice in different groups on the 28 d

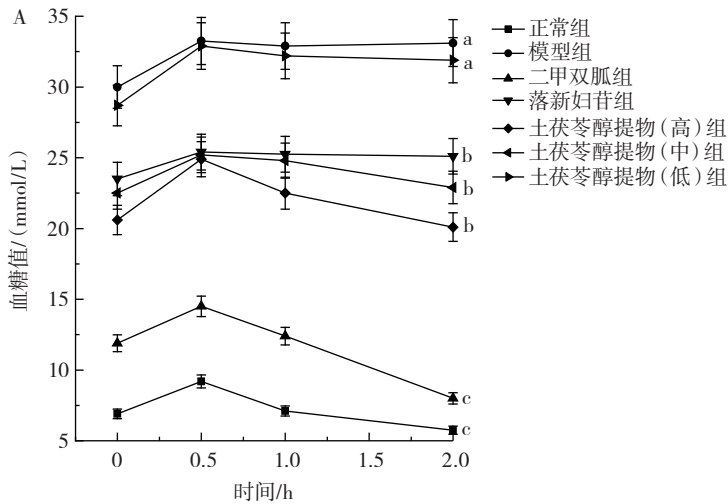
鼠的体质量均极显著上升,且呈现剂量依赖性,即随着土茯苓醇提物剂量提高,小鼠的体质量增大,表明二甲双胍、土茯苓醇提物与落新妇苷可抵制四氧嘧啶引起的糖尿病小鼠体质量下降。

土茯苓醇提物和落新妇苷对小鼠空腹血糖的影响如图4所示。

由图4可知,注射四氧嘧啶后,模型组血糖升至30 mmol/L,正常组维持在6 mmol/L左右,说明糖尿病模型构建成功。在持续灌胃28 d后,与模型组相比,二甲双胍组血糖值下降74%,已接近正常值;土茯苓醇提物降糖作用呈现浓度依赖性,高、中剂量组小鼠血糖值分别较模型组降低38%和19%,低剂量组小鼠的血糖值无变化;落新妇苷组降低15%。表明高剂量的土茯苓醇提物对降低血糖有显著效果,中剂量醇提物和落新妇苷对降低血糖也有一定作用。

2.4.2 口服葡萄糖耐量

各组口服葡萄糖2 h内的血糖变化如图5A所示,



A. 小鼠葡萄糖耐量;B. 曲线下面积。不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);**表示与模型组相比,差异极显著($P<0.01$);与二甲双胍组相比,#表示差异显著($P<0.05$);##表示差异极显著($P<0.01$)。

图5 土茯苓醇提物和落新妇苷对糖尿病小鼠葡萄糖耐量及曲线下面积的影响

Fig.5 Effects of *Smilax glabra* Roxb alcoholic extract and astilbin on glucose tolerance and area under the curve of diabetic mice

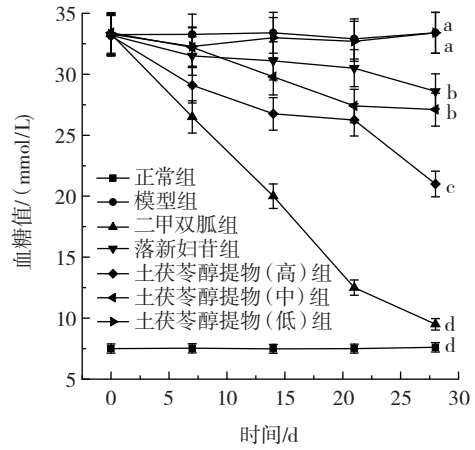
由图5A所示,模型组小鼠的血糖水平远大于正常组,表明模型组小鼠葡萄糖耐量受损。二甲双胍改善小鼠糖耐量的作用显著优于各样品组,样品组改善作用依次为土茯苓醇提物(高)>土茯苓醇提物(中)>落新妇苷,土茯苓醇提物低剂量组基本无作用。

由图5B所示,与模型组相比,二甲双胍组、土茯苓醇提物高、中剂量组和落新妇苷组曲线下面积分别降低了34.8%、17.14%、12.02%和10.88%。

2.5 血脂水平

醇提物对小鼠血清TC含量和TG含量的影响如图6所示。

由图6可知,与正常组相比,模型组的TC和TG

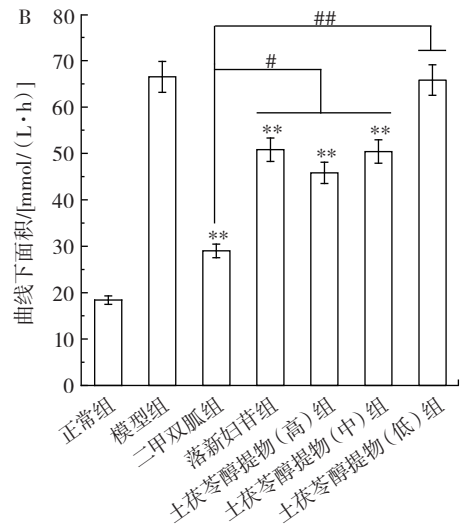


不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

图4 土茯苓醇提物和落新妇苷对糖尿病小鼠空腹血糖影响

Fig.4 Effects of *Smilax glabra* Roxb alcoholic extract and astilbin on diabetic mice's blood glucose

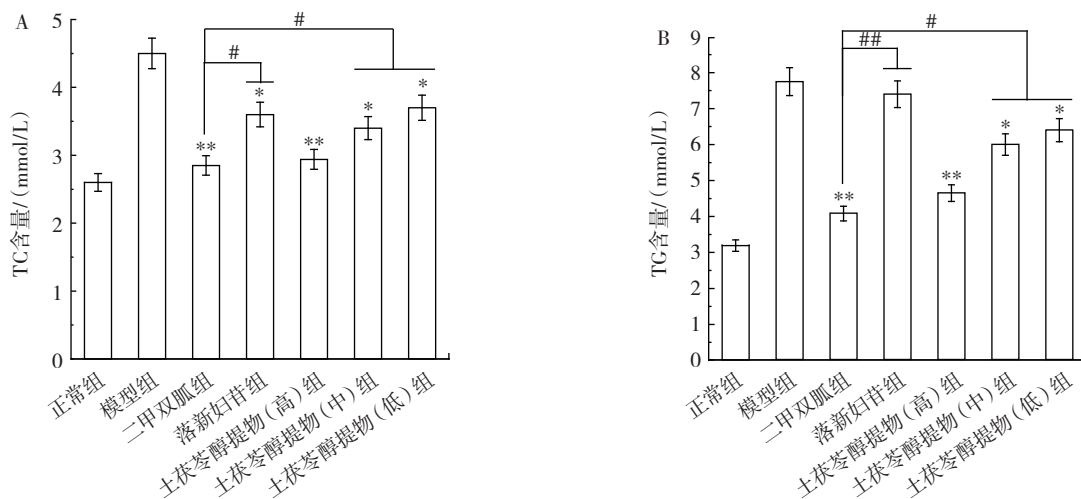
血糖浓度曲线下面积如图5B所示。



含量分别升高了42.2%和58.8%,表明糖尿病小鼠同时伴随明显的高脂血症。与模型组比较,经二甲双胍、土茯苓醇提物高、中、低剂量和落新妇苷灌胃后,小鼠血清TC含量分别下降了36.7%、34.7%、24.4%、17.8%和20%,TG含量分别降低了47.4%、40%、22.6%、17.4%和4%。二甲双胍的抑制效果最好,小鼠经治疗后TC含量已接近正常水平,而TG含量仍然高于正常组,但极显著低于模型组($P<0.01$);醇提物高、中剂量组也体现了良好的降脂能力,落新妇苷对降TC含量有一定作用,但降低TG含量的效果不明显。

2.6 器官指数

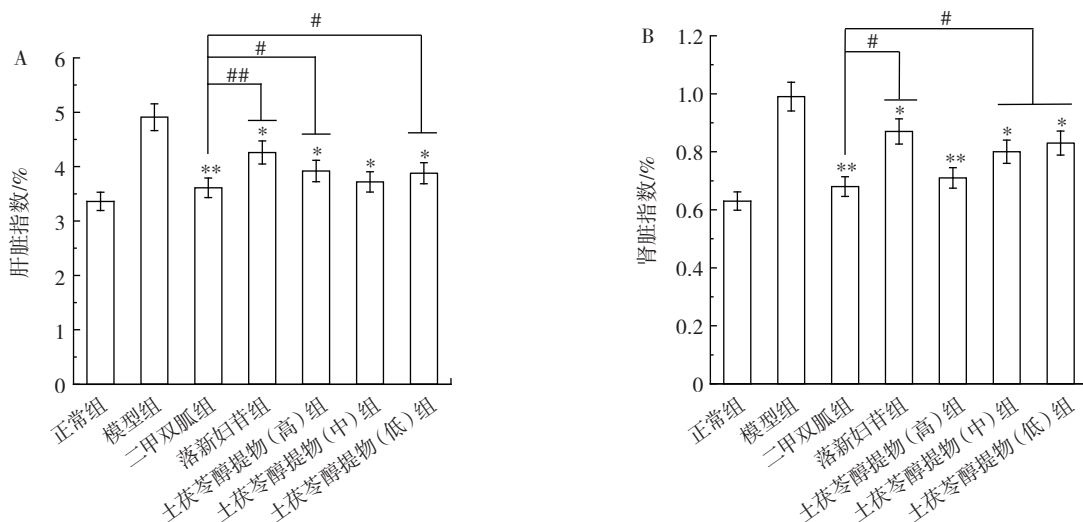
小鼠肝脏指数和肾脏指数如图7所示。



A. 总胆固醇;B. 甘油三酯。与模型组相比,*表示差异显著($P<0.05$),**表示差异极显著($P<0.01$);与二甲双胍组相比,#表示差异显著($P<0.05$),##表示差异极显著($P<0.01$)。

图6 土茯苓醇提物和落新妇苷对糖尿病小鼠总胆固醇和甘油三酯的影响

Fig.6 Effects of *Rhizoma smilacis glabrae* alcoholic extract and astilbin on total cholesterol (TC) and triglyceride (TG) of diabetic mice



A. 肝脏指数;B. 肾脏指数。与模型组相比,*表示差异显著($P<0.05$),**表示差异极显著($P<0.01$);与二甲双胍组相比,#表示差异显著($P<0.05$),##表示差异极显著($P<0.01$)。

图7 不同组别小鼠的肝脏指数和肾脏指数

Fig.7 Liver index and renal index of the mice in different groups

由图7可知,高血糖引起小鼠肝肾损伤,模型组在28 d后肝肾指数分别为正常组的1.5倍和1.6倍。在持续灌胃28 d后,与模型组相比较,二甲双胍组小鼠的肝肾指数分别降低了26.48%与31.31%,已接近正常值;土茯苓醇提物高、中、低剂量组与落新妇苷组肝脏指数分别下降20.16%、24.24%、20.98%及13.24%,肾脏指数分别减小28.28%、19.20%、16.16%和12.12%,二甲双胍及各组样品均显示了对高糖引起的肝肾损伤的保护作用,二甲双胍的作用优于各样品组;高、中、低剂量土茯苓醇提物对肝肾的保护作用均优于落新妇苷。

3 讨论与结论

α -葡萄糖苷酶存在于人体肠道内,通过水解糖类物质的糖苷键,将其降解为人体易吸收的葡萄糖,从而导致餐后血糖水平升高^[18]。胰脂肪酶催化脂肪水解为甘油和脂肪酸,通过抑制其活性可延缓饮食中脂肪的水解,降低脂肪酸等的吸收,从而达到预防和治疗肥胖的效果^[19]。 α -葡萄糖苷酶和胰脂肪酶中均含有芳香族氨基酸(如色氨酸、酪氨酸),能使酶在特定激发波长下发出不同的荧光。当淬灭剂与酶之间发生相互作用时,相应的荧光强度变化,发射峰出现蓝移或红移,从而判断抑制剂对酶的影响^[20-21]。荧光淬灭实验结果显

示,土茯苓醇提物对 α -糖苷酶和胰脂肪酶的荧光淬灭速率常数分别为落新妇苷的3.32倍和5.89倍,显示了对酶极强的亲和作用,是其降糖活性优于落新妇苷的重要原因。

肥胖与2型糖尿病的发生、发展密切相关。肥胖产生了大量的脂肪细胞,分泌炎症脂肪因子,产生全身性炎症反应。大量脂质中间体如神经酰胺的聚集引发脂质毒性,使非脂肪细胞受损和凋亡,非脂肪组织炎症因子的升高引起胰岛素抵抗受损,导致2型糖尿病的发生^[22]。本实验采用腹腔注射四氧嘧啶建立糖尿病小鼠模型,模型组小鼠血糖值与血脂水平显著上升,糖耐量下降,与糖尿病较为吻合;给予土茯苓醇提物或落新妇苷后,血糖值与血脂水平有不同程度的下降,糖耐量明显改善,体现了较好的治疗作用。实验结果显示,与落新妇苷相比,土茯苓醇提物降低糖尿病小鼠TG含量与TC含量的能力更强,这可能由于土茯苓醇提物含多种有效成分,能更好地抑制胰脂肪酶,并通过不同途径调节脂代谢。Tu等^[23]也观察到土茯苓的60%乙醇提取物可降低脂肪细胞内脂质的直径和游离脂肪酸水平。

高糖引发大量的活性氧,使DNA氧化,肝肾受损。不同剂量的土茯苓醇提物均能显著降低肝肾指数,发挥器官保护作用,其效果明显优于单独使用落新妇苷,这可能与醇提物中含大量多酚,发挥其抗氧化活性相关。抗氧化剂可通过清除活性氧保护器官^[24];同时,抗氧化剂还能提高体内抗氧化酶如谷胱甘肽过氧化物酶和过氧化氢酶的活性,降低糖尿病小鼠体内丙二醛和一氧化氮水平;多酚和黄酮还能保护肝脏代谢酶的活性,降低四氧嘧啶引起的肝脏毒性^[25]。

综上,本实验显示土茯苓醇提物及其活性成分落新妇苷均对糖尿病及其并发症有一定治疗作用,土茯苓醇提物效果优于单一组分落新妇苷,但土茯苓醇提物使用剂量较大,需进一步研究其发挥作用的物质基础,制备降糖活性更高的功能成分,降低服用剂量,提高患者依从性,促进临床应用转化。

参考文献:

- [1] 冯学轩,严家荣,黄远英,等. 2款保健食品配方辅助降血糖试验研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(10): 3176-3181.
FENG Xuexuan, YAN Jiarong, HUANG Yuanying, et al. Study on the assistant hypoglycemic effect of 2 kinds of health food formulas on diabetic rats[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(10): 3176-3181.
- [2] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2017年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2018, 10(1): 4-67.
Chinese Diabetes Society. Guidelines for prevention and treatment of type 2 diabetes in China (2017 edition)[J]. Chinese Journal of Diabetes Mellitus, 2018, 10(1): 4-67.
- [3] 胡雪,兰炯采,王静,等. 中药抑制溶血反应的研究进展[J]. 临床输血与检验, 2019, 21(3): 244-247.
HU Xue, LAN Tongcai, WANG Jing, et al. Research progress on inhibition of hemolytic reaction by traditional Chinese medicine[J]. Journal of Clinical Transfusion and Laboratory Medicine, 2019, 21(3): 244-247.
- [4] 赵梦佳,冯济恒,金丽霞. 土茯苓药理作用研究进展[J]. 药物资讯, 2021, 10(1): 46-53.
ZHAO Mengjia, FENG Jiheng, JIN Lixia. Research progress of pharmacological effects of *Smilacis glabrae* roxb[J]. Pharmacy Information, 2021, 10(1): 46-53.
- [5] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海: 上海科学技术出版社. 第4版, 1996: 91-93.
Jiangsu New Medical College. Dictionary of traditional Chinese medicine[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers. 4 edition, 1996: 91-93.
- [6] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 19.
Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: A part[M]. Beijing: China Medical Science Press, 2020: 19.
- [7] CHEN F, ZHU X G, SUN Z Q, et al. Astilbin inhibits high glucose-induced inflammation and extracellular matrix accumulation by suppressing the TLR4/MyD88/NF- κ B pathway in rat glomerular mesangial cells[J]. Frontiers in Pharmacology, 2018, 9: 1187.
- [8] WANG W, Yuhai, WANG H, et al. Astilbin reduces ROS accumulation and VEGF expression through Nrf2 in psoriasis-like skin disease[J]. Biological Research, 2019, 52(1): 49.
- [9] DIAO H L, KANG Z C, HAN F, et al. Astilbin protects diabetic rat heart against ischemia-reperfusion injury via blockade of HMGB1-dependent NF- κ B signaling pathway[J]. Food and Chemical Toxicology: an International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association, 2014, 63: 104-110.
- [10] 余玉清. 落新妇苷通过上调PPAR α / γ 对大鼠糖尿病肾病的保护作用及机制探讨[D]. 扬州: 扬州大学, 2017.
SHE Yuqing. Protective effect and mechanism of astilbin on diabetic nephropathy in rats by up-regulating PPAR α / γ [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2017.
- [11] MARE R, PUJIA R, MAUROTTO S, et al. Assessment of Mediterranean *Citrus* peel flavonoids and their antioxidant capacity using an innovative UV-vis spectrophotometric approach[J]. Plants, 2023, 12(23): 4046.
- [12] MENG I Z, HONG W Z, HONG M J, et al. Study on purity identification and antioxidant activity of linden honey[J]. Food Research & Development, 2021, 42(1): 258-267.
- [13] ADO M A, ABAS F, ISMAIL I S, et al. Chemical profile and anti-acetylcholinesterase, antityrosinase, antioxidant and α -glucosidase inhibitory activity of *Cynometra cauliflora* L. leaves[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2015, 95(3): 635-642.
- [14] 郁彩虹,张耀东,高裙裙,等. 分子对接和荧光光谱法研究槲皮素与 β -葡萄糖苷酶的相互作用[J]. 光谱学与光谱分析, 2011, 31(8): 2151-2155.
YU Caihong, ZHANG Yaodong, GAO Qunqun, et al. Study on the interaction of quercetin with β -glucosidase by fluorescence spectroscopy and molecular docking[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2011, 31(8): 2151-2155.
- [15] YAN J K, ZHANG G W, PAN J H, et al. α -Glucosidase inhibition by luteolin: Kinetics, interaction and molecular docking[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2014, 64: 213-223.
- [16] 慎凯峰,刘奇,朱琦. 复方青钱柳、铁皮石斛、灵芝提取物降糖功能研究[J]. 海峡药学, 2020, 32(6): 18-21.