

桑叶超微粉奶茶降脂功效的评价

方太松¹, 朱帅¹, 丁晓雯¹, 黄先智²

(1. 西南大学食品科学学院, 重庆 400715) (2. 重庆市特色食品工程技术研究中心, 重庆 400715)

摘要: 本文研究了桑叶超微粉奶茶的降血脂作用, 为辅助降糖、降血脂保健食品的研发提供参考。采用四氧嘧啶造糖尿病小鼠模型, 给造模成功小鼠灌胃不同剂量的桑叶超微粉奶茶, 探讨桑叶超微粉奶茶对糖尿病小鼠体重的影响, 同时测定小鼠血清的相关血脂指标。结果显示, 喂饲桑叶超微粉奶茶后糖尿病小鼠体重增长缓慢症状得到有效改善, 雌鼠和雄鼠体重增长率达 37.11% 和 40.99%; 灌胃不同剂量的桑叶超微粉奶茶后, 糖尿病小鼠的 TC、TG 和 LDL-C 值均显著降低, 下降率分别可达到 17.52%, 48.13%, 2.47%, HDL-C 值升高 46.81%。表明桑叶超微粉奶茶具有缓解糖尿病小鼠体重消瘦症状的作用, 桑叶超微粉奶茶具有一定的辅助降血脂作用, 桑叶超微粉奶茶对不同性别糖尿病小鼠降血脂的作用机制、最佳摄入量还有待进一步研究, 期望本研究能够为相关保健食品的开发提供参考建议。

关键词: 桑叶; 超微粉; 奶茶; 降血脂; 保健食品; 评价

文章编号: 1673-9078(2017)12-23-28

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.12.004

Evaluation of the Lipid-lowering Effect of Mulberry Leaf Ultrafine Powder Milk Tea

FANG Tai-song¹, ZHU Shuai¹, DING Xiao-wen¹, HUANG Xian-zhi²

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

(2. Chongqing Characteristic Food Engineering Technology Research Center, Chongqing 400715, China)

Abstract: In this study, the hypolipidemic effect of mulberry leaf ultrafine milk tea was investigated to provide reference for the research and development of hypoglycemic and hypolipidemic health food. The effect of mulberry leaf ultrafine milk tea on the body weight and serum lipid related indicators of diabetic mice were investigated by intragastric administration of mulberry leaf ultrafine milk tea with different dosages to the diabetic mice modeled by alloxan. The results showed that the slow growth of body weight in diabetic mice was significantly improved after the feeding of mulberry leaf ultrafine milk tea, and the weight growth rates of female mice and male mice were 37.11% and 40.99%, respectively. After oral administration of the mulberry leaf ultrafine milk tea with different dosages, the levels of total cholesterol (TC), triglyceride (TG) and low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) in diabetic mice were significantly decreased by 17.52%, 48.13% and 2.47% respectively, and the high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) level was increased by 46.81%. The results showed that mulberry leaf ultrafine milk tea could alleviate the weight loss symptoms of diabetic mice, and the mulberry leaf ultrafine milk tea had certain hypolipidemic effect. The mechanism of hypoglycemic effect of mulberry leaves superfine milk tea on diabetic mice of different genders and the best intake remain to be further research, and it is expected that the study will be able to provide reference for the development of related health food.

Key words: mulberry leaf; ultrafine powder; milk tea; hypolipidemic; health food; evaluation

进入 21 世纪以来, 人们生活水平有了显著提高, 与此同时一些与生活方式密切相关的疾病开始成为威胁人类健康的首要原因^[1]。在我国心脑血管疾病的死亡率已经上升到第二位^[2], 高血脂症, 即血清总胆固醇

收稿日期: 2017-07-24

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划项目 (201610635079); 现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-22)

作者简介: 方太松 (1996-), 男, 本科, 研究方向: 食品安全与保健食品
通讯作者: 丁晓雯 (1963-), 博士, 教授, 研究方向: 食品安全与保健食品;
黄先智 (1965-), 博士, 副研究员, 研究方向: 蚕桑资源利用

醇 (Total Cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein, LDL-C) 的增高是引起心脑血管疾病的一个主要原因^[3]。大量的流行病学调查和研究均表明, 高脂血症是动脉粥样硬化 (AS)、冠心病 (CHD)、高血压、糖尿病和胆石症等多种疾病的重要危险因素, 严重威胁人类健康^[4]。因此, 研究能够调节血脂的保健食品对预防疾病, 保护人民身体健康有重要的意义^[5]。

近年来桑叶因具有多种保健功能使其开发价值引起相关科研工作者的关注。国内外研究表明, 桑

叶含有生物碱类、多糖类、黄酮类、植物甾醇类及微量元素等多种活性化学成分^[6],具有降血糖^[7]、降血脂^[8]、降血压^[9]和预防冠心病等^[10]多种药理作用。二世纪完成的世界最早的药书《神农本草经》中已记载桑叶的药用价值,称桑叶为“神仙草”,具有补血、疏风、散热、益肝通气和降压利尿之功效。

高血脂是糖尿病的重要慢性并发症,脂质代谢紊乱作为一种危险因子与糖尿病脂肪肝、糖尿病冠心病等的发生、发展均有密切的关系^[11]。纯桑叶粉虽然具有得到公认的降糖降脂作用^[12],但由于其具有明显的青草味而影响其产品的可接受性。为了使桑叶产品的营养全面同时掩盖其青草味、食用方便且能被广大人群所接受,本实验室研发了一款主要成分为含量达到50%以上的2000目桑叶超微粉奶茶,拟对其降糖降脂功能进行评价。目前国内外最常用的高血脂症动物模型复制方法是高脂饲料喂养法,而此法存在造模周期长,高脂饲料易发生变质等弊端^[13]。高血脂症是糖尿病的并发症并且糖尿病模型造模周期短,因此本研究采用四氧嘧啶造小鼠糖尿病模型,给造模成功小鼠灌胃不同剂量的桑叶超微粉奶茶,通过测定小鼠血清的血脂相关指标,探讨所研发的桑叶超微粉奶茶的辅助降脂功效,旨在为相关保健食品的研发提供参考。

1 材料与方法

1.1 原料

桑叶超微粉(2000目),由西南大学蚕学与生物系统研究所提供;配方中其他配料均为市售,食品级;桑叶超微粉奶茶灌胃溶液的制备:分别取桑叶超微粉奶茶5g、10g和20g溶解于100mL纯水中,得到浓度分别为0.05g/mL、0.10g/mL和0.20g/mL的奶茶液;奶茶辅料组灌胃液的制备:将配方中的桑叶超微粉去除,称取其余成分混合,取5g溶解于100mL纯水中,得到浓度为0.05g/mL的奶茶辅料溶液;昆明种清洁级小白鼠,体重18~22g,由重庆中药研究所提供,

许可证号:SCXK(渝)2012-0006;基础饲料,由重庆滕鑫有限责任公司提供。

1.2 仪器与试剂

主要仪器包括S22分光光度计(上海棱光技术有限公司);5810型台式高速离心机(德国Eppendorf公司);HH-B11电热恒温培养箱(上海跃进医疗器械厂)。

主要试剂包括总胆固醇(TC)测定试剂盒(南京建成生物工程研究所);甘油三酯(TG)测定试剂盒(南京建成生物工程研究所);低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)测试盒(南京建成生物工程研究所);高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)测试盒(南京建成生物工程研究所);盐酸二甲双胍(阿达玛斯试剂有限公司);四氧嘧啶($\geq 98\%$)(Sigma公司);葡萄糖AR(成都市科龙化工试剂厂)。

1.3 方法

1.3.1 糖尿病小鼠的造模^[14,15]

正常小鼠70只,取60只雌雄各半的小鼠,禁食不禁水16h,进行糖尿病模型诱导。诱导方式:雄、雌鼠分别各一次性腹腔注射剂量为1.75mg/10g bw和1.60mg/10g bw的四氧嘧啶,自由进食饮水。腹腔注射4h后灌胃30%葡萄糖0.4mL/只,以防止四氧嘧啶引起的低血糖导致小鼠惊厥、死亡。在给予造模剂后第4d,将小鼠禁食不禁水12h,尾静脉取血,测定空腹血糖,血糖值 >11.1 mmol/L认为造模成功^[16]。剩余的10只小鼠作为正常对照组。饲养室温度(25 \pm 1) $^{\circ}$ C,12h明暗轮换(7:00~19:00),自由进食饮水。

1.3.2 糖尿病小鼠的分组及喂养

将造模成功的60只小鼠分为高血糖对照组、阳性降糖药物组、奶茶辅料组和桑叶超微奶茶高、中、低剂量共6组,每组10只,雌雄各半。小鼠分组及喂养如表1所示。

表1 糖尿病小鼠的分组及喂养

Table 1 the grouping and feeding of diabetic mice

组别(♀)(♂)	剂量	灌喂时间/d	饲料量/(g/d)	备注
正常对照组	-	30	5	
糖尿病组	蒸馏水	30	5	(1) 每隔5d灌喂各受试样本前先测体重。
降糖药物组	100 mg/kg 二甲双胍	30	5	
奶茶辅料组	0.05 g/mL 奶茶辅料溶液	30	5	
低剂量组	0.05 g/mL 桑叶茶溶液	30	5	
中剂量组	0.10 g/mL 桑叶茶溶液	30	5	(2) 30d后眼球采血,测定空腹的各项血脂指标。
高剂量组	0.20 g/mL 桑叶茶溶液	30	5	

1.3.3 小鼠体重测定

分别测定小鼠在喂饲受试物前和喂饲后 10 d、20 d 和 30 d 的体重, 计算体重增长率^[17]:

$$\text{小鼠体重增长率}\% = \frac{\text{小鼠体重增加量}/\text{g}}{\text{小鼠初始体重}/\text{g}} \times 100\%$$

1.3.4 小鼠血脂各指标的测定

血清总胆固醇(TC)、总甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)的测定均按照试剂盒说明书的方法进行。

1.3.5 数据处理

实验结果以($\bar{X} \pm \text{SD}$)表示, 应用统计学软件 SPSS 19.0 对实验数据进行处理和统计分析, 多组间比较采用 One-way ANOVA 方差分析, 两两比较采用 LSD 法。

$p < 0.05$ 为差异有统计意义^[18]。

2 结果与讨论

2.1 桑叶超微粉奶茶对糖尿病小鼠体重的影响

糖尿病的临床症状表现为高血糖和“三多一少”, 即多饮、多食、多尿和体重减轻。分别测定小鼠在喂饲受试物前和喂饲后 10 d、20 d、30 d 的体重, 计算最终的体重增长率, 探讨桑叶超微粉奶茶是否具有减轻糖尿病小鼠消瘦症状的作用。实验结果如表 2。

表 2 桑叶超微粉奶茶对糖尿病小鼠体重影响

Table 2 The effect of mulberry leaf ultrafine milk tea on the weight of diabetic mice

	体重质量/g					体重增长率/%
	开始体重	10 d 体重	20 d 体重	30 d 体重		
♀	正常对照组	24.50±0.74	33.96±3.11 β	36.44±2.52 γ	34.26±3.22 γ	39.97%±0.14 β
	糖尿病模型组	23.34±2.33	27.82±5.94*	26.46±6.54**	27.66±3.05**	18.49%±0.05*
	降糖药物组	24.67±1.47	28.06±4.25*	29.23±4.73*	31.67±4.23 β	28.88%±0.21
	奶茶辅料组	24.14±1.11	29.27±1.84 β	32.59±2.66	28.79±1.56**	19.22%±0.03*
	低剂量组	22.78±3.01	30.08±4.30	31.12±5.05	30.96±1.78	37.11%±0.12 β
	中剂量组	23.95±2.32	27.62±4.24*	30.58±4.77	31.83±1.05 β	34.22%±0.18
	高剂量组	23.18±1.77	26.03±4.99**	26.75±4.91**	29.52±3.76*	28.04%±0.20
♂	正常对照组	23.59±1.74	35.84±3.89	37.66±4.02 β	37.54±4.46 γ	59.03%±0.14 γ
	糖尿病模型组	25.38±1.69	31.13±0.50	31.93±1.70*	30.06±1.64**	18.54%±0.03**
	降糖药物组	24.52±1.78	32.12±2.97	35.32±2.18	33.70±4.03	38.42%±0.21 β
	奶茶辅料组	24.49±1.93	27.06±2.67**	29.50±3.02**	28.39±3.49**	15.87%±0.10**
	低剂量组	23.32±0.59	32.03±0.12	33.00±0.50	31.80±1.39**	36.50%±0.08*
	中剂量组	24.22±2.09	31.18±3.74	32.74±2.93*	33.78±2.51	40.99%±0.23 β
	高剂量组	23.20±1.82	26.80±5.11**	25.78±4.86** β	28.63±4.61**	22.86%±0.12**

注: 与正常对照组比较, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$; 与糖尿病组比较, β : $p < 0.05$, γ : $p < 0.01$ 。

由表 2 数据可知, 各组小鼠的体重随着喂饲时间的延长都有一定程度的增加。正常对照组小鼠雌雄小鼠的体重增长率均较高, 分别达到了 39.97% 和 59.03%, 雄鼠的体重增长幅度更大。糖尿病模型组小鼠的体重虽然也在增加, 但增长率较低, 雌雄鼠分别为 18.49% 和 18.54%, 出现了明显的消瘦症状, 与预期结果相符。在实验的喂饲时间内降糖药物组能使小鼠体重恢复到正常小鼠的水平 ($p > 0.05$), 雌雄鼠的体重增长率分别为 28.88% 和 38.42%, 表明灌喂降糖药物有助于缓解糖尿病小鼠消瘦症状。奶茶辅料组小鼠的体重增长率与糖尿病模型组相比, 差异无显著性

($p > 0.05$); 与正常对照组相比, 增长率显著降低, 差异有显著性 ($p < 0.05$), 表明桑叶超微粉奶茶的辅料并没有缓解糖尿病小鼠消瘦症状的作用。

与糖尿病模型组比较, 喂饲桑叶超微粉低、中、高剂量组小鼠体重增长缓慢症状得到有效改善, 其中雌鼠低剂量和雄鼠中剂量组体重增长率达 37.11% ($p < 0.05$)、40.99% ($p < 0.05$) 差异有显著性, 表明桑叶超微粉奶茶具有缓解糖尿病小鼠体重消瘦症状的作用。而由数据可知, 高剂量组小鼠的体重增长率与低剂量组、中剂量组相比更低, 可能是桑叶粉中 1-脱氧野尻霉素 (DNJ) 对二糖酶的活性有抑制作用, 从而

抑制小肠对双糖的吸收,具有一定的降脂减肥作用,抑制小鼠体重增加,且抑制作用强度与剂量成正相关,导致高剂量组小鼠的体重增长幅度更低^[19]。

2.2 桑叶超微粉奶茶对糖尿病小鼠血脂的影响

糖尿病是一种因胰岛素分泌缺陷或作用不足引起的慢性疾病,以高血糖为主要特征且伴有糖、脂肪等

一系列代谢紊乱^[20],而血脂代谢紊乱所致的高血脂症也是促进高血压、糖尿病的一个危险因素。研究表明,桑叶富含植物甾醇、黄酮及异黄酮多种活性物质,具有较明显降低血脂的作用^[21]。可能与植物甾醇和黄酮通过阻碍胆固醇溶于胆汁酸、抑制肠道内胆固醇的吸收有关^[22,23]。国外在应用桑叶治疗糖尿病的临床研究中已观察到病人的血清甘油三酯、总胆固醇和脂肪酸含量被降低现象^[24]。桑叶超微粉奶茶影响糖尿病小鼠血脂的实验结果如表 3。

表 3 超微粉奶茶对糖尿病小鼠血脂的影响

Table 3 Effects of mulberry leaf ultrafine milk tea on the serum lipid of diabetic mice

	LDL-C/(mmol/L)	HDL-C/(mmol/L)	TG/(mmol/L)	T-CHO/(mmol/L)
正常对照组	0.53±0.15	0.87±0.24	1.71±0.10	4.00±0.66
糖尿病模型组	0.99±0.18*	0.80±0.22	2.15±0.38	4.09±0.82
降糖药物组	0.97±0.17*	0.82±0.32	1.86±0.51	4.00±0.51
♀ 奶茶辅料组	1.05±0.52**	0.77±0.16	2.50±0.69**	4.20±0.52
低剂量组	0.82±0.27	0.88±0.40	1.47±0.24 β	3.47±0.74
中剂量组	0.94±0.15*	1.10±0.44	1.97±0.61	3.38±0.50
高剂量组	0.67±0.33	0.88±0.26	1.58±0.31 β	3.36±0.78
正常对照组	0.81±0.29 γ	0.94±0.55	2.14±0.55 γ	4.28±1.25
糖尿病模型组	1.47±0.18**	0.79±0.29	2.95±0.35**	5.16±0.30
降糖药物组	1.17±0.19*	0.93±0.20	1.95±0.44 γ	3.75±1.08 β
♂ 奶茶辅料组	1.23±0.41**	0.76±0.21	1.75±0.30 γ	4.12±0.89
低剂量组	0.79±0.03 γ	1.38±0.52 γ	1.64±0.29* γ	3.62±0.35 β
中剂量组	1.02±0.31 γ	1.08±0.50	1.33±0.40** γ	3.53±0.87 γ
高剂量组	0.85±0.17 γ	1.03±0.27	1.11±0.19** γ	3.81±1.15 β

注:与正常对照组比较,*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$; 与糖尿病模型组比较, β : $p < 0.05$, γ : $p < 0.01$ 。

由表 3 数据可知,糖尿病模型组雌雄小鼠的 T-CHO、TG、LDL-C 水平均升高,而 HDL-C 水平则有所降低,表明糖尿病小鼠伴随着血脂代谢紊乱。雌雄小鼠的降糖药物组的 T-CHO、TG、LDL-C 水平均有下降趋势, HDL-C 水平均有上升趋势,表明采用的药物二甲双胍有一定的降脂功效。与糖尿病模型组相比,雌鼠奶茶辅料组的 T-CHO、TG、LDL-C 水平无降低趋势, HDL-C 无升高趋势;雄鼠尽管 TG 水平有明显下降趋势,且差异非常显著 ($p < 0.01$),而 LDL-C、T-CHO 水平无显著性差异 ($p > 0.05$),且 HDL-C 水平反而降低,表明桑叶超微粉奶茶辅料没有辅助降血脂的作用。

与糖尿病模型组相比,雄鼠的低、中、高剂量组的 T-CHO、TG、LDL-C 水平显著降低 ($p < 0.05$, $p < 0.01$),下降率分别可达到 17.52%、48.13%和 2.47%, HDL-C 水平显著升高,升高率达到 46.81%。表明桑叶超微粉奶茶对糖尿病小鼠能够起到一定的辅助降血脂作用;雌鼠的低、高剂量组 TG 显著降低 ($p < 0.05$),

LDL-C、T-CHO 和 HDL-C 血脂水平虽无统计学意义 ($p > 0.05$) 但也呈现改善趋势。雌鼠的中剂量组的效果不是很明显,具体原因有待进一步实验。

3 结论

3.1 本团队研发的桑叶超微粉奶茶溶解性好、易于消化吸收、价格便宜、口感较佳,并具有营养保健功能,可作为高血糖和糖尿病等人群日常饮品,具有广阔的市场前景。另外,我国传统栽桑养蚕产业桑叶利用不尽合理,用途单一,存在大量弃桑甚至毁桑现象^[25]。将其产业链延伸至食品产业,对于提高桑叶的利用价值,改善蚕桑产业结构,提高经济效益具有重要意义。

3.2 本团队研究了桑叶超微粉奶茶结合饮食控制对四氧嘧啶所致糖尿病小鼠的辅助降血脂作用。研究表明,桑叶超微粉奶茶有减轻雌、雄糖尿病小鼠消瘦症状的作用,其中雌鼠低剂量组和雄鼠中剂量组体重增长率分别达 37.11% ($p < 0.05$)、40.99% ($p < 0.05$),效果较好;对四氧嘧啶所致糖尿病小鼠,桑叶超微粉

奶茶具有一定的辅助降血脂作用,但对不同性别糖尿病小鼠的作用效果有所差异,糖尿病雄鼠的各剂量组TC、TG、LDL-C均显著降低($p<0.05$, $p<0.01$),HDL-C也明显升高,改善血脂代谢较糖尿病雌鼠效果更好。

3.3 综上所述,桑叶超微粉奶茶对糖尿病小鼠具有辅助降血脂作用,但桑叶超微粉奶茶的对不同性别糖尿病小鼠降血脂作用机制、最佳摄入量还有待进一步研究,期望本研究能够为相关保健食品的开发提供参考建议。

参考文献

- [1] 金宗濂,文镜,唐粉芳,等.保健食品的功能评价与开发[M].北京:中国轻工业出版社,2001
JIN Zong-lian, WEN Jing, TANG Fen-fang, et al. Functional evaluation and development of health food [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2001
- [2] 高莹,李可基,唐世英,等.几种高脂血症动物模型的比较[J].达能营养中心青年科学工作者论坛(卫生研究),2002, 31(2): 97-99
GAO Ying, LI Ke-ji, TANG Shi-ying, et al. Comparison of several animal models of hyperlipidemia [J]. Forum of Young Scientists in Danone Nutrition Center (Health Research), 2002, 31(2): 97-99
- [3] 张智,闪增郁,向丽华,等.大鼠实验性高脂血症两种造模方法的比较[J].中国中医基础医学杂志,2004,10(2):33-34
ZHANG Zhi, SHAN Zeng-yu, XIANG Li-hua, et al. Comparison of the two models on experimental hyperlipidemia of rats [J]. China Medicine, 2004, 10(2): 33-34
- [4] 闫志芳,王永辉,刘季英,等.建立高脂血症动物模型的实验研究[J].山西中医学院学报,2004,5(4):15-16
YAN Zhi-fang, WANG Yong-hui, LIU Ji-ying, et al. Experimental study on establishment of hyperlipidemia animal model [J]. Journal of Shanxi University of Traditional Chinese Medicine, 2004, 5(4): 15-16
- [5] Paigen B, Hblmes P A. Analysis father sclerosis susceptibility in mice with genetic defects in platelet function [J]. Arteriosclerosis, 1990, 10(4): 648-652
- [6] 欧阳臻,陈钧.桑叶的化学成分及其药理作用研究进展[J].江苏大学学报(自然科学版),2003,24(6):39-44
OUYANG Zhen, CHEN Jun. Advances in the study of chemical constituents and pharmacological activities of mulberry leaves [J]. Journal of Jiangsu University (Natural Science Edition), 2003, 24(6): 39-44
- [7] Vichasilpc, Nakagawak, Sookwongp, et al. Development of high 1-deoxynojirimycin (DNJ) content mulberry tea and use of response surface methodology to optimize tea-making conditions or highest DNJ extraction [J]. Food Science and Technology, 2012, 45(2): 226-232
- [8] Kimjy, Choibg, Jungmi, et al. Mulberry leaf water extract ameliorates insulin sensitivity in high fat or high sucrose diet induced overweight rats [J]. Journal of The Korean, 2011, 54(4): 612-618
- [9] Yangnc, Zhouky, Tsengcy. Antihypertensive effect of mulberry leaf aqueous extract containing γ -aminobutyric acid in spontaneously hypertensive rats [J]. Food Chemistry, 2012, 132(4): 1796-1801
- [10] Chankc, Hohh, Pengch, et al. Polyphenol-rich extract from mulberry leaf inhibits vascular smooth muscle cell proliferation involving upregulation of P53 and inhibition of cyclin-dependent kinase [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(4): 2536-2542
- [11] 闫志芳,王永辉,刘季英,等.建立高脂血症动物模型的实验研究[J].山西中医学院学报,2004,5(4):15-16
YAN Zhi-fang, WANG Yong-hui, LIU Ji-ying, et al. Experimental study on establishment of hyperlipidemia animal model [J]. Journal of Shanxi University of Traditional Chinese Medicine, 2004, 5(4): 15-16
- [12] 唐明敏.桑叶降糖有效物质基础及其作用机理研究[D].北京:北京中医药大学,2016
TANG Ming-min. Study on the effective substance base and its mechanism of hypoglycemic effect of mulberry leaves [D]. Beijing: Beijing University of Chinese Medicine, 2016
- [13] 胡慧明,朱彦陈,朱巧巧,等.实验性高脂血症动物模型比较分析[J].中国中药杂志,2016,41(20):3709-3714
HU Hui-ming, ZHU Yan-chen, ZHU Qiao-qiao, et al. Comparative analysis of experimental hyperlipidemia animal models [J]. Chinese Journal of Chinese Materia Medica, 2016, 41(20): 3709-3714
- [14] 李超,潘建明,罗新根,等.桑叶提取物对糖尿病小鼠糖耐量的影响[J].海南医学,2012,23(3):24-26
LI Chao, PAN Jian-ming, LUO Xin-gen, et al. Effects of mulberry leaves extract on glucose tolerance in diabetic mice [J]. Hainan Medical University, 2012, 23(3): 24-26
- [15] 刘欣媛,杨玉梅,张东,等.不同给药途径对四氧嘧啶所致小鼠糖尿病模型的研究[J].包头医学院学报,2015,31(10):6-7
LIU Xin-yuan, YANG Yu-mei, ZHANG Dong, et al. Study of different routes of administration on diabetic mice induced by alloxan four [J]. Journal of Baotou Medical College, 2015, 31(10): 6-7

- [16] 李超,潘建明,罗新根,等.桑叶提取物对糖尿病小鼠糖耐量的影响[J].海南医学,2012,23(3):24-26
LI Chao, PAN Jian-ming, LUO Xin-gen, et al. Effects of mulberry leaves extract on glucose tolerance in diabetic mice [J]. Hainan Medical University, 2012, 23(3): 24-26
- [17] 潘士佳.桑叶和苦瓜降糖成分的提取及药理活性考察[D].青岛:青岛科技大学,2011
PAN Shi-jia. Extraction and pharmacological activity of hypoglycemic components from mulberry leaves and balsam pear [D]. Qingdao: Qingdao University of Science & Technology, 2011
- [18] 赵素霞,王娟娟,张振凌,等.地黄叶与桑叶降血糖作用研究[J].中医学报,2015,30(10):1411-1413
ZHAO Su-xia, WANG Juan-juan, ZHANG Zhen-ling, et al. Hypoglycemic effect of rehmannia glutinosa leaves and mulberry leaves [J]. Chinese Journal of Chinese Medicine, 2015, 30(10): 1411-1413
- [19] 潘士佳.桑叶和苦瓜降糖成分的提取及药理活性考察[D].青岛:青岛科技大学,2011
PAN Shi-jia. Extraction and pharmacological activity of hypoglycemic components from mulberry leaves and balsam pear [D]. Qingdao: Qingdao University of Science & Technology, 2011
- [20] 刘一衡,杨玲.新疆药桑桑叶对2-型糖尿病小鼠血糖和脂质代谢的影响[J].天然产物研究与开发,2015,27(8):1411-1415
LIU Yi-heng, YANG Ling. Effects of mulberry leaves of xinjiang medicine on blood glucose and lipid metabolism in Type 2-diabetic mice [J]. Natural Products Research and Development, 2015, 27(8): 1411-1415
- [21] 谢惠萍,刘以农,郭明.桑叶提取物降血脂作用的动物试验研究[J].中国现代医药杂志,2006,8(11):48-49
XIE Hui-ping, LIU Yi-nong, GUO Ming. Animal experimental study on the effect of mulberry leaf extract on reducing blood lipids [J]. Chinese Journal of Modern Medicine, 2006, 8(11): 48-49
- [22] 陈茂彬,黄琴,吴谋成.植物甾醇酯对饮食性高脂血症治疗作用研究[J].食品研究与开发,2005,26(2):44-45
CHEN Mao-bin, HUANG Qin, WU Mou-cheng. Study on the therapeutic effects of phytosterol esters on dietary hyperlipidemia [J]. Food Research and Development, 2005, 26(2): 44-45
- [23] 吴娱明,邹宇晓,廖森泰,等.桑枝提取物对实验高脂血症小鼠的降血脂作用初步研究[J].蚕业科学,2005,31(3):348-350
WU Yu-ming, ZOU Yu-xiao, LIAO Sen-tai, et al. The hypolipidemic effects of mulberry extract on experimental hyperlipidemia mice [J]. Study of Sericultural Science, 2005, 31(3): 348-350
- [24] Andallu B, Suryakantham V, Lakshmi S B, et al. Effect of mulberry (*Morusindica* L.) therapy on plasma and erythrocyte membrane lipids in patients with type 2 diabetes [J]. Clinica Chimica Acta, 2001, 314(1-2): 47-53
- [25] 杨超英,董海丽,纵伟.桑叶的化学成分及在食品工业中的应用[J].食品研究与开发,2003,24(2):8-11
YANG Chao-ying, DONG Hai-li, ZONG Wei. Chemical constituents of mulberry leaves and their applications in the food industry [J]. Food Research and Development, 2003, 24(2): 8-11