

# 桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠血脂的影响

杨敏<sup>1</sup>, 丁晓雯<sup>1</sup>, 秦樱瑞<sup>1</sup>, 黄先智<sup>2</sup>

(1. 西南大学食品科学学院, 重庆市农产品加工重点实验室, 重庆 400715)

(2. 家蚕基因组生物学国家重点实验室, 重庆 400715)

**摘要:** 本文研究了桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠血脂的影响, 为糖尿病降血脂保健食品的开发利用提供依据。通过建立糖尿病小鼠模型, 饲喂基础饲料或高脂饲料的同时灌胃不同剂量的桑叶-苦瓜混合粉, 30 d后摘眼球取血, 测定小鼠血清中与脂代谢有关生化指标的变化。结果表明灌胃 0.5 mL、0.20 g/mL 桑叶-苦瓜混合粉时, 与模型对照组相比, 饲喂基础饲料和高脂饲料的糖尿病小鼠的 TC、TG 和 LDL-C 水平均显著或极显著的低于模型对照组; HDL-C 水平均显著或极显著的高于模型对照组, 饲喂基础饲料组的雌雄小鼠 TC 值分别下降 14.58%和 18.45%; TG 值分别下降 20.57%和 21.98%; LDL-C 值分别下降 57.14%和 57.41%; HDL-C 值分别上升 96.97%和 95.45%, 其各项血脂值趋于正常值。所以在控制饮食的同时摄入一定量的桑叶-苦瓜混合粉, 可对糖尿病小鼠起到良好的降血脂效应。

**关键词:** 桑叶-苦瓜混合粉; 糖尿病; 血脂

文章编号: 1673-9078(2017)8-12-17

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.8.003

## Effects of Mulberry Leaf and Balsam Pear Mixed Powder on Blood Lipid Metabolism in Diabetic Mice

YANG Min<sup>1</sup>, DING Xiao-wen<sup>1</sup>, QIN Ying-rui<sup>1</sup>, HUANG Xian-zhi<sup>2</sup>

(1. Chongqing Key Laboratory of Agricultural Products Processing and Store, College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China) (2. State Key Laboratory of Mulberry Silkworm Genome Biology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** This study aimed to investigate the effect of mulberry leaf and balsam pear mixed powder on blood lipid metabolism in diabetic mice, and provide a reference for the development and utilization of healthy food with hypoglycemic and antidiabetic activities. A mouse model of diabetes mellitus was established, and the animals were fed a basal or high-fat diet along with different doses of mulberry leaf and balsam pear mixed powder. Blood samples were collected 30 d later to measure changes in the serum biochemical indices related to lipid metabolism in the mice. The results showed that when the mice were fed 0.5 ml of 0.20 g/mL mulberry leaf and balsam pear mixed powder solution, the levels of total cholesterol (TC), triglyceride (TG), and low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) in the diabetic mice fed with basal or high-fat diets were significantly lower than those in the control group ( $p < 0.05$ ). In addition, the high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) levels were significantly higher than that of the control group. For female and male mice fed the basal diet, LDL-C values decreased by 57.14% and 57.41%, respectively; HDL-C values increased by 96.97% and 95.45%, respectively; TC values decreased by 14.58% and 18.45%, respectively; and TG values decreased by 20.57% and 21.98%, respectively. All values of blood lipid indicators tended to be close to normal values. Therefore, the intake of mulberry leaves-bitter melon mixed powder with diet control can have a beneficial hypolipidemic effect in diabetic mice.

**Key words:** mulberry leaf and balsam pear mixed powder; diabetes; blood lipid

糖尿病 (diabetes mellitus, DM) 是与遗传因素和

收稿日期: 2017-02-17

基金项目: 国家现代农业 (桑蚕) 产业技术体系建设专项 (GARS-22-ZJ0503)

作者简介: 杨敏 (1992-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品安全与质量控制

通讯作者: 丁晓雯 (1963-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 食品安全与功能食品

环境因素以及二者之间的相互作用有关的慢性全身性疾病<sup>[1,2]</sup>。我国糖尿病患病率逐年上升, 对人民健康造成极大的损失, 严重影响人民的身心健康<sup>[3]</sup>。糖尿病患者除了以高血糖为特征外, 血脂异常是糖尿病的重要并发症<sup>[4]</sup>。目前, 化学降血脂药物主要有他汀类、贝特类、烟酸类和胆酸螯合剂<sup>[5]</sup>。这些药物的研究甚多, 具有一定的效果, 但也存在一定的副作用, 如贝

特类药物长期服用会导致肾脏损伤,胆结石发生增加和血糖升高等不良症状<sup>[6]</sup>。而中药在降脂方面发挥着药源丰富、疗效确切、能灵活组方、因人制宜的独特优势。因此,从植物资源中探寻糖尿病降血脂原料具有重要的意义和广阔的市场前景。

桑叶又名“神仙叶”,主要的活性成分有1-脱氧野尻霉素(1-DNJ)、黄酮和多糖等<sup>[7]</sup>。现代药理研究表明,桑叶具有降血脂等多种药理活性<sup>[8]</sup>。苦瓜主要活性成分有皂苷、多糖和多肽<sup>[9]</sup>。目前桑叶、苦瓜单独降脂效果已有大量研究,如谢慧萍<sup>[10]</sup>等通过对桑叶提取物降血脂作用的动物实验研究,发现桑叶提取物具有降血脂作用;李向荣<sup>[11]</sup>等分离纯化桑叶总黄酮(MTF),研究其对高脂血症动物的降血脂效应,结果表明MTF能剂量依赖性降低高脂血症小鼠和大鼠的血脂水平,预防高脂血症的发生发展;苟小林<sup>[12]</sup>等研究了苦瓜提取物对高血糖动物的血脂水平的影响,结果表明苦瓜提取物对高血糖动物有降脂作用;马春宇<sup>[13]</sup>等观察苦瓜总皂苷对2型糖尿病大鼠血脂的影响,结果显示苦瓜总皂苷具有降血脂的作用,其作用随苦瓜总皂苷剂量的增加而加强。目前,潘士佳<sup>[14]</sup>研究桑叶和苦瓜降糖成分的提取及药理活性考察;李玲<sup>[15]</sup>等研究桑叶-苦瓜混合提取液的体外抗氧化性研究;彭晓蝶<sup>[16]</sup>等研究桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠降糖作用;罗存敏<sup>[17]</sup>研究桑叶提取物对小鼠血糖血脂的影响及有效成分的测定。但缺少对桑叶-苦瓜混合粉降血脂作用的研究。基于现状,有必要探讨桑叶-苦瓜粉的联合降血脂效果。所以本文以桑叶粉和苦瓜粉为原料,对饲喂基础饲料并灌胃桑叶-苦瓜混合粉和饲喂高脂饲料并灌胃桑叶-苦瓜混合粉糖尿病小鼠的胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白(HDL)和低密度脂蛋白(LDL)的影响,考察桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠的降血脂作用,为桑叶-苦瓜混合粉在糖尿病降脂保健品的创新开发利用提供参考,也为糖尿病高脂血症患者的日常饮食提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

#### 1.1.1 桑叶苦瓜混合粉

桑叶:采摘于重庆市蚕业科学技术研究院并经该研究院鉴定,75℃热风干燥60min粉碎备用<sup>[18]</sup>;苦瓜:购于北碚雄风超市,60℃热风干燥8h,粉碎备用<sup>[19]</sup>。

桑叶-苦瓜混合粉制备:将桑叶粉、苦瓜粉按3:1

的质量比混合后,各取5g、10g、15g和20g混合粉,分别溶解在100mL、0.01g/mL的羧甲基纤维素钠(CMC-Na)水溶液中,得到浓度为0.05g/mL、0.1g/mL、0.15g/mL、0.20g/mL的混合液<sup>[16]</sup>。

#### 1.1.2 实验动物与饲料

昆明种清洁级小鼠雌雄各半,体重25~30g,由重庆腾鑫有限责任公司提供,许可证号SCXK(渝)2007-006。

基础饲料配方主要成分及比例:玉米(35%)、小麦麸皮(15%)、面粉(15%)、豆饼(15%)、生黄豆粉(5%)和骨粉(2.5%)由重庆腾鑫有限责任公司提供。

高脂饲料<sup>[20]</sup>自制。配方为:基础饲料(78%)、白糖(10%)、猪油(10%)和胆固醇(2%)。

#### 1.1.3 试剂

总胆固醇(TC)测定试剂盒、甘油三酯(TG)测定试剂盒、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)测试盒、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)测定试剂盒,四川迈克生物科技股份有限公司;盐酸二甲双胍片,北京中惠药业有限公司;四氧嘧啶(≥98%),sigma公司;强生稳捷型血糖试纸,美国LifeScan Inc;葡萄糖、羧甲基纤维素钠(CMC-Na)(AR)成都市科龙化工试剂厂。

#### 1.1.4 仪器与设备

全自动生化分析仪:7020型,日立高新技术公司;酶标仪:Model680,美国Bio Rad公司;稳捷基础倍加型血糖监测仪:ONE TOUCH™ Basic™ Plus,美国理康公司;分光光度计,S22,上海棱光技术有限公司;电热恒温培养箱HH-B11,上海跃进医疗器械厂。

## 1.2 方法

### 1.2.1 糖尿病小鼠的造模

正常小鼠160只,雌雄各半,取20只作为正常对照,其余适应性喂养7d后,禁食不禁水16h,一次性腹腔注射四氧嘧啶200mg/kg bw,自由进食饮水后第4d,禁食不禁水12h,尾静脉取血,测定其空腹血糖值,血糖值高于11.1mmol/L的小鼠作为糖尿病模型<sup>[21,22]</sup>。

### 1.2.2 糖尿病小鼠的分组及喂养

造模成功的小鼠,分为喂饲基础饲料和高脂饲料的2个大组,每大组分为7小组,每组10只,雌雄各半,保持室温(23±2)℃,12h明暗轮换(7:00~19:00)。糖尿病模型小鼠分组及喂养如表1所示<sup>[23]</sup>。

表 1 糖尿病小鼠的分组及喂养

Table 1 Grouping and feeding of diabetic mice

组别(♀)(♂)	剂量	灌喂时间/d	灌喂量/(mL/d)	进食量/(g/d)
ND 正常对照组	1% CMC-Na	30	0.5	5
KD 空白对照组	1% CMC-Na	30	0.5	5
YD 模型对照组	1% CMC-Na	30	0.5	5
CD 阳性对照组	100 mg/kg 二甲双胍	30	0.5	5
LD (0.05 g/mL)	0.05 g/mL 桑叶-苦瓜	30	0.5	5
MD (0.10 g/mL)	0.10 g/mL 桑叶-苦瓜	30	0.5	5
HD (0.15 g/mL)	0.15 g/mL 桑叶-苦瓜	30	0.5	5
GD (0.20 g/mL)	0.20 g/mL 桑叶-苦瓜	30	0.5	5

注: ND 组为正常小鼠, KD、YD、CD、LD、MD、HD 和 GD 为糖尿病小鼠; 每隔 3 d 灌喂各受试样本前先测体重; 30 d 灌喂后禁食不禁水 12 h 后眼球采血, 测定空腹血脂、TC、TG、HDL-C 和 LDL-C。

### 1.3 指标测定

#### 1.3.1 血脂指标的测定

TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 的测定均按照试剂盒提供的方法进行。

#### 1.3.2 数据分析

实验数据采用 SPSS 18.0 进行统计分析, 实验结果以(±s)表示; 各组结果采用 Duncan 显著性差异测验进行单向方差分析, 显著水平为 0.05。

## 2 结果与分析

研究发现桑叶和苦瓜分别具有降低血脂的作用

[10,24]。本文通过对一组糖尿病模型小鼠饲喂基础饲料并灌胃不同剂量的桑叶-苦瓜混合粉, 考察桑叶-苦瓜混合粉结合控制饮食对糖尿病小鼠血脂的影响, 对另一组糖尿病模型小鼠饲喂高脂饲料并灌胃不同剂量的桑叶-苦瓜混合粉, 考察桑叶-苦瓜混合粉对不控制饮食中的高脂摄入的糖尿病小鼠的血脂影响。为糖尿病高血脂症患者日常饮食提供参考及为糖尿病、高血脂等疾病的预防、调节提供新材料。

### 2.1 桑叶-苦瓜混合粉对饲喂基础饲料的糖尿病小鼠血脂的影响

表 2 桑叶-苦瓜混合粉对饲喂基础饲料的糖尿病小鼠血脂的影响

Table 2 The effect of mulberry leaf-balsam pear mixed power on blood lipid metabolic indicators in diabetic mice fed a basal diet

性别	分组	TC/(mmol/L)	TG/(mmol/L)	LDL-C/(mmol/L)	HDL-C/(mmol/L)
♀	ND 正常对照组	2.56±0.19	1.40±0.09	0.24±0.02	0.93±0.06
	KD 空白对照组	2.59±0.41 <sup>+</sup>	1.20±0.14 <sup>+</sup>	0.21±0.04*	0.86±0.13*
	YD 模型对照组	2.95±0.22 <sup>β</sup>	1.41±0.16 <sup>β</sup>	0.35±0.04 <sup>γ</sup>	0.66±0.03 <sup>γ</sup>
	CD 阳性对照组	2.97±0.36 <sup>β</sup>	1.40±0.05 <sup>β</sup>	0.35±0.03 <sup>γ</sup>	0.65±0.03 <sup>γ</sup>
	LD (0.05 g/mL)	2.86±0.05 <sup>α</sup>	1.39±0.05 <sup>β</sup>	0.30±0.02 <sup>γ#</sup>	0.79±0.08 <sup>#</sup>
	MD (0.10 g/mL)	2.70±0.14	1.38±0.15 <sup>β</sup>	0.26±0.02 <sup>β*</sup>	1.01±0.06 <sup>β*</sup>
	HD (0.15 g/mL)	2.67±0.11 <sup>#</sup>	1.29±0.08 <sup>#</sup>	0.21±0.02*	1.20±0.10 <sup>γ*</sup>
	GD (0.20 g/mL)	2.52±0.27 <sup>+</sup>	1.12±0.06*	0.15±0.03 <sup>β*</sup>	1.30±0.13 <sup>γ*</sup>
♂	ND 正常对照组	2.59±0.21	1.31±0.25	0.24±0.05	0.90±0.09
	KD 空白对照组	2.35±0.27*	1.10±0.14*	0.23±0.05*	0.89±0.06*
	YD 模型对照组	3.09±0.12 <sup>γ</sup>	1.41±0.06 <sup>γ</sup>	0.35±0.09 <sup>γ</sup>	0.66±0.02 <sup>γ</sup>
	CD 阳性对照组	3.06±0.52 <sup>β</sup>	1.41±0.02 <sup>γ</sup>	0.36±0.02 <sup>γ</sup>	0.65±0.03 <sup>γ</sup>
	LD (0.05 g/mL)	2.84±0.15 <sup>β</sup>	1.38±0.03 <sup>γ</sup>	0.30±0.02 <sup>β#</sup>	0.77±0.07 <sup>#</sup>
	MD (0.10 g/mL)	2.74±0.14 <sup>β#</sup>	1.37±0.20 <sup>γ</sup>	0.26±0.01*	1.09±0.15 <sup>β*</sup>
	HD (0.15 g/mL)	2.67±0.14 <sup>α+</sup>	1.28±0.07 <sup>β#</sup>	0.21±0.03*	1.22±0.08 <sup>γ*</sup>
	GD (0.20 g/mL)	2.52±0.05*	1.10±0.06 <sup>α+</sup>	0.15±0.01 <sup>β*</sup>	1.29±0.03 <sup>γ*</sup>

注: 与空白对照组相比: α 有显著性差异(p<0.05); β 有极显著性差异(p<0.01); γ 有极显著性差异(p<0.001)。与模型对照组相

比: #有显著性差异( $p<0.05$ ); +有极显著性差异( $p<0.01$ ); \*有极显著性差异( $p<0.001$ )。

血脂异常是糖尿病并发症的一种<sup>[4]</sup>, 血脂的变化可反应体内脂质代谢的情况<sup>[25]</sup>。为了给糖尿病高血脂患者提供饮食参考, 考察桑叶-苦瓜混合粉结合普通饮食对糖尿病小鼠血脂的影响, 结果如表 2 所示。

由表 2 可知, 与空白对照组相比, 模型对照组与阳性对照组各血脂指标均具有显著性差异。当桑叶-苦瓜混合粉灌喂浓度为 0.20 g/mL 时, 与模型对照组相比, GD 组雌鼠 TC、TG 和 LDL-C 水平下降率分别为 14.58%、20.57%和 57.14%; HDL-C 水平上升率为 96.97%; GD 组雄鼠 TC、TG 和 LDL-C 水平下降率分别为 18.45%、21.98%和 57.41%; HDL-C 水平上升率为 95.45%这说明 0.20 g/mL 桑叶-苦瓜混合液对控制高脂饮食的糖尿病小鼠血脂水平的改善具有显著效果, 其血脂值趋于正常值。

当灌胃量为 0.5 mL 时, 随着桑叶-苦瓜混合粉灌喂浓度的增加, 各组小鼠 TC、TG 和 LDL-C 水平都有一定程度的下降, HDL-C 的水平有所上升, 呈现出明显的剂量效应关系, 高剂量组的 TC、TG、LDL-C

水平均显著或极显著低于模型对照组, HDL-C 水平极显著高于模型对照组。桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠 TG、LDL-C 和 HDL-C 水平的影响并未表现出明显性别差异。

## 2.2 桑叶-苦瓜混合粉对饲喂高脂饲料的糖尿病小鼠血脂的影响

随着人们生活水平的显著提高, 与生活方式密切相关的疾病如糖尿病高血脂症等开始成为威胁人类健康的“杀手”<sup>[26]</sup>。通过对糖尿病患者脂代谢情况的不完全统计, 正常人血脂异常的发病率约为 20%~40%, 糖尿病血脂异常的发病率约为 60%<sup>[27]</sup>。所以有必要控制糖尿病患者的血脂水平, 降低其高血脂症的发病几率。为此探究了桑叶-苦瓜混合粉对饲喂高脂饲料小鼠血脂指标的影响, 为糖尿病患者饮食提供参考。结果如表 3 所示:

表 3 桑叶-苦瓜混合粉对饲喂高脂饲料的糖尿病小鼠血脂的影响

Table 3 The effect of mulberry leaf-balsam pear mixed power on blood lipid metabolic indicators in diabetic mice fed a high-fat diet

性别	分组	TC/(mmol/L)	TG/(mmol/L)	LDL-C/(mmol/L)	HDL-C/(mmol/L)
♀	ND 正常对照组	2.56±0.19	1.40±0.09	0.24±0.02	0.93±0.06
	KD 空白对照组	3.47±0.32*	0.96±0.11*	0.35±0.04*	1.09±0.09*
	YD 模型对照组	4.86±0.28 <sup>γ</sup>	1.48±0.23 <sup>γ</sup>	0.48±0.05 <sup>γ</sup>	0.76±0.03 <sup>γ</sup>
	CD 阳性对照组	4.86±0.67 <sup>γ</sup>	1.46±0.18 <sup>γ</sup>	0.49±0.07 <sup>γ</sup>	0.75±0.11 <sup>γ</sup>
	LD (0.05 g/mL)	4.10±0.78 <sup>α+</sup>	1.46±0.12 <sup>γ</sup>	0.42±0.02 <sup>α#</sup>	0.82±0.09 <sup>γ</sup>
	MD (0.10 g/mL)	3.85±0.45*	1.39±0.03 <sup>γ</sup>	0.37±0.04*	1.07±0.16*
	HD (0.15 g/mL)	3.25±0.07*	1.32±0.10 <sup>γ#</sup>	0.29±0.02 <sup>α*</sup>	1.25±0.12 <sup>β*</sup>
	GD (0.20 g/mL)	2.93±0.19*	1.23±0.07 <sup>β+</sup>	0.23±0.02 <sup>γ*</sup>	1.36±0.03 <sup>γ*</sup>
♂	ND 正常对照组	2.59±0.21	1.31±0.25	0.24±0.05	0.90±0.09
	KD 空白对照组	3.47±0.69*	0.96±0.14*	0.38±0.04*	1.08±0.13*
	YD 模型对照组	4.92±0.98 <sup>γ</sup>	1.45±0.15 <sup>γ</sup>	0.48±0.04 <sup>γ</sup>	0.76±0.06 <sup>γ</sup>
	CD 阳性对照组	4.82±0.66 <sup>γ</sup>	1.46±0.09 <sup>γ</sup>	0.48±0.03 <sup>γ</sup>	0.75±0.12 <sup>γ</sup>
	LD (0.05 g/mL)	4.05±0.36 <sup>+</sup>	1.45±0.13 <sup>γ</sup>	0.42±0.06 <sup>#</sup>	0.82±0.06 <sup>β</sup>
	MD (0.10 g/mL)	3.81±0.46*	1.39±0.06 <sup>γ</sup>	0.36±0.08*	1.06±0.06*
	HD (0.15 g/mL)	3.22±0.16*	1.32±0.12 <sup>γ#</sup>	0.29±0.04 <sup>β*</sup>	1.24±0.14 <sup>α*</sup>
	GD (0.20 g/mL)	2.92±0.30*	1.23±0.04 <sup>γ+</sup>	0.23±0.04 <sup>γ*</sup>	1.34±0.07 <sup>γ*</sup>

注: 与空白对照组相比:  $\alpha$  有显著性差异( $p<0.05$ );  $\beta$  有极显著性差异( $p<0.01$ );  $\gamma$  有极显著性差异 ( $p<0.001$ )。与模型对照组相比: #有显著性差异( $p<0.05$ ); +有极显著性差异( $p<0.01$ ); \*有极显著性差异( $p<0.001$ )。

由表 3 可知, 与空白对照组相比, 模型对照组与阳性对照组各血脂指标均具有显著性差异。当桑叶-苦瓜混合粉灌喂浓度为 0.20 g/mL 时, 与模型组相比, GD 组雌鼠的 TC、TG 和 LDL-C 水平下降率分别为 39.71%、16.89%和 52.08%, HDL-C 水平上升率为

78.95%; GD 组雄鼠的 TC、TG 和 LDL-C 水平下降率分别为 40.65%、15.17%、52.08%, HDL-C 水平上升率为 76.32%, 这说明 0.20 g/mL 桑叶-苦瓜混合粉对不控制高脂饮食的糖尿病小鼠血脂水平的改善具有良好效应。

当灌胃量为 0.5 mL 时,随着桑叶-苦瓜混合粉灌胃浓度的增加,各组小鼠 TC、TG 和 LDL-C 水平都有一定程度的下降,HDL-C 的水平有所上升,呈现出明显的剂量效应关系,高剂量组的 TC、TG 和 LDL-C 水平均显著或极显著低于模型对照组,HDL-C 水平极显著高于模型对照组。随着桑叶-苦瓜混合粉灌胃浓度的增加,对高脂饮食的糖尿病小鼠的高血脂的改善作用也逐渐增强。相同条件下,桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠 TC、TG、LDL-C 和 HDL-C 水平的影响并未表现出明显的性别差异。

表 4 桑叶-苦瓜混合粉对基础饲料组和高脂饲料组糖尿病小鼠血脂值得影响比较

Table 4 Comparison of the effects of mixed powder on the blood lipid indices of diabetic mice in the basal and high-fat diet groups

指标	基础饲料组		高脂饲料组	
	♀	♂	♀	♂
TC 值/(mmol/L)	2.52±0.27 <sup>b</sup>	2.52±0.05 <sup>b</sup>	2.93±0.24 <sup>a</sup>	2.92±0.03 <sup>a</sup>
TG 值/(mmol/L)	1.12±0.06 <sup>b</sup>	1.10±0.06 <sup>b</sup>	1.23±0.07 <sup>a</sup>	1.23±0.04 <sup>a</sup>
LDL-C 值/(mmol/L)	0.15±0.03 <sup>b</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.23±0.04 <sup>a</sup>
HDL-C 值/(mmol/L)	1.30±0.13 <sup>b</sup>	1.29±0.03 <sup>b</sup>	1.36±0.03 <sup>a</sup>	1.34±0.07 <sup>a</sup>

相同条件下高脂饲料与基础饲料组雌雄小鼠相比 TC、TG 和 LDL-C 值都比较高,HDL-C 值较低。这可能是因为糖尿病小鼠本身已脂质代谢紊乱,加重了糖尿病小鼠的病情,不利于机体血脂的控制。因此,糖尿病后不宜采用高脂饮食,为预防和治疗糖尿病并发症,糖尿病患者必须控制脂肪的摄入量。

### 3 结论

由本研究的结果可知,与模型对照组相比,饲喂基础饲料或高脂饲料并同时摄入桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠血脂指标有明显的改善作用,降脂效应呈现明显的剂量关系,其中饲喂基础饲料并摄入一定量桑叶-苦瓜混合粉的小鼠机体血脂水平逐渐趋于正常。当桑叶-苦瓜混合粉浓度为浓度为 0.2 g/mL,灌胃量为 0.5 mL,灌胃 30 d,对于基础饲料组糖尿病小鼠,雌雄小鼠 TC 值分别下降 14.58% 和 18.45%; TG 值分别下降 20.57% 和 21.98%; LDL-C 值分别下降 57.14% 和 57.41%; HDL-C 值分别上升 96.97% 和 95.45%。相同条件下高脂饲料组糖尿病小鼠,雌雄小鼠 TC 值分别下降 39.71% 和 40.65%; TG 值分别下降 16.89% 和 15.17%; LDL-C 值分别下降 52.08% 和 52.08%; HDL-C 值分别上升 78.95% 和 76.32%。为了预防和治疗糖尿病的高血脂并发症,糖尿病患者应该控制饮食中脂肪的摄入量,并在饮食中添加桑叶-苦瓜制品来缓解糖尿病患者的高血脂症。但目前其降血脂的机制尚不明确,为使桑叶-苦瓜混合粉降血脂效应更好的服务于糖尿病患者,其降脂机制及桑叶-苦瓜粉产品研发有待继续

### 2.3 桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠各项血脂指标影响的比较

糖尿病与高血脂相互影响,并呈现恶性循环的模式<sup>[28]</sup>。当桑叶-苦瓜混合粉的灌胃浓度为 0.2 g/mL 时,对糖尿病小鼠血脂的调节改善作用最好。因此,将灌胃基础饲料组和高脂饲料组的小鼠各项血脂值进行比较,考察控制饮食中脂含量同时灌胃桑叶-苦瓜粉对小鼠血脂水平的作用效果。

研究。

### 参考文献

- [1] 陈晓丽,计仁军.糖尿病病因与发病机理[J].中国现代药物应用,2008,2(24):189-190  
CHEN Xiao-li, JI Ren-jun. Etiology and pathogenesis of diabetes mellitus [J]. Modern Traditional Chinese Medicine Journal, 2008, 2(24): 189-190
- [2] 张启新.糖尿病健康教育研究进展(综述)[J].继续医学教育,2012,26(3):59-62  
ZHANG Qi-xin. Research progress of diabetes health education (review) [J]. Continuing Medical Education, 2012, 26(3): 59-62
- [3] 迟家敏,汪耀,周迎生.实用糖尿病学[M].北京:人民卫生出版社,2009:1  
CHI Jia-min, WANG Yao, ZHOU Ying-sheng. Practical diabetes [M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2009
- [4] 王学美.2 型糖尿病血脂异常的治疗进展[J].世界华人消化杂志,2006,14(4):359-364  
WANG Xue-mei. Advances in treatment of dyslipidemia in Type 2 [J]. World Chinese Journal of Digestology, 2006, 14(4): 359-364
- [5] 卢熠,杨悦.降血脂药物的临床应用与展望[J].中国当代医药,2014,21(5):180-182  
LU Yi, YANG Yue. Clinical application and prospect of hypolipidemic drugs [J]. China Modern Medicine, 2014,

- 21(5): 180-182
- [6] 丁祿霞.口服降糖药物研究进展[J].西北药学杂志,2000,15(1):37-38  
DING Lu-xia. Research progress of oral hypoglycemic agents [J]. Northwest Pharmaceutical Journal, 2000, 15(1): 37-38
- [7] 王芳,励建荣.桑叶的化学成分、生理功能及应用研究进展[J].食品科学,2005,26(S1):111-117  
WANG Fang, LI Jian-rong. Research progress on chemical constituents, physiological functions and application of mulberry leaves [J]. Food Science, 2005, 26(S1): 111-117
- [8] Kim J Y, Choi B G, Jung M J, et al. Mulberry leaf water extract ameliorates insulin sensitivity in high fat or high sourse diet induced overweight rats [J]. Journal of the Korean, 2011, 54(4): 612-618
- [9] 张中伟.苦瓜活性成分提取新工艺及其健康食品开发研究[D].南昌:南昌大学,2006  
ZHANG Zhong-wei. New study on extracting technology of active components in *Momordia charantia* L. and its application as healthy food [D]. Nanchang: Nanchang University, 2006
- [10] 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. Experimental study of the mulberry leaf extracts effect on blood lipids [J]. Modern Medicine Journal of China, 2006, 8(11): 48-49
- [11] 李向荣,陈菁菁,刘晓光.桑叶总黄酮对高血脂症动物的降血脂效应[J].中国药理学杂志,2009,44(21):1630-1633  
LI Xiang-rong, CHEN Jing-jing, LIU Xiao-guang. Effects of total flavonoids of mulberry leaves on blood lipid in hyperlipidemic animals [J]. Chinese Journal of Pharmacology, 2009, 44(21): 1630-1633
- [12] 苟小林,王志敏,郭建刚.苦瓜提取物对高血糖动物血糖\_血脂水平的影响研究[J].陕西中医,2010,31(4):494-496  
GOU Xiao-lin, WANG Zhi-min, GUO Jian-gang. Effect of *Momordica charantia* L. extract on blood glucose and blood lipid in hyperglycemia animals [J]. Shaanxi Journal of Traditional Chinese Medicine, 2010, 31(4): 494-496
- [13] 马春宇,王洪宇,王慧娇,等.苦瓜总皂苷对 2 型糖尿病大鼠血脂和脂肪因子的影响[J].中药药理与临床,2013,5:56-59  
MA Chun-yu, WANG Hong-yu, WANG Hui-jiao, et al. Effects of total saponin from *Momordica charantia* L. on blood lipid and fat factor in Type 2 diabetic rats [J]. Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica, 2013, 5: 56-59
- [14] 潘士佳.桑叶和苦瓜降糖成分的提取及药理活性考察[D].青岛科技大学,2011  
PAN Shi-jia. Study on extraction and pharmacological activity of hypoglycemic components of mulberry leaves and momordica charantia [D]. Qingdao University of Science and Technology, 2011
- [15] 李玲,秦樱瑞,丁晓雯,等.桑叶-苦瓜混合提取液的体外抗氧化性研究[J].食品科技,2016,12:194-198  
LI Ling, QING Ying-rui, DING Xiao-wen, et al. Study on antioxidant activity of mixed extract of mulberry leaves and momordica charantia [J]. Food Science and Technology, 2016, 12: 194-198
- [16] 彭晓蝶,秦樱瑞,黄先智,等.桑叶-苦瓜混合粉对糖尿病小鼠降糖作用[J].现代食品科技,2017,4:1-7  
PENG Xiao-die, QIN Ying-rui, HUANG Xian-zhi, et al. Hypoglycemic effect of mulberry leaf-bitter gourd mixed powder on diabetic mice [J]. Modern Food Science and Technology, 2017, 4: 1-7
- [17] 罗存敏.桑叶提取物对小鼠血糖血脂的影响及有效成分的测定[D].泰安:山东农业大学,2005  
LUO Cun-min. Effects of mulberry leaf extract on blood glucose and blood lipid in mice and determination of active ingredients [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2005
- [18] 秦樱瑞,曾艺涛,杨娟,等.干燥方式对桑叶降糖活性成分含量的影响[J].食品科学,2015,36(17):71-76  
QIN Ying-rui, ZENG Yi-tao, YANG Juan, et al. Effects of drying methods on the content of active components in mulberry leaves [J]. Food Science, 2015, 36(17): 71-76
- [19] 秦樱瑞,黄先智,曾艺涛,等.干燥方法对苦瓜降糖成分含量的影响[J].食品科学,2015,36(15):56-61  
QIN Ying-rui, HUANG Xian-zhi, ZENG Yi-tao, et al. Effects of drying methods on content of hypoglycemic components in *Momordica charantia* [J]. Food Science, 2015, 36(15): 56-61
- [20] 卫生部卫生监督司.保健食品检验与评价技术规范实施手册[M].北京:中科多媒体电子出版社,2003  
Ministry of Health Health Supervision Division. Health food inspection and evaluation of technical specifications implementation manual [M]. Beijing: Zhongke Multimedia Electronic Publishing House, 2003
- [21] 玄光善,潘士佳,南姬.桑叶有效成分降糖作用研究[J].食品科学,2011,32(7):323-326  
XUAN Guang-shan, PAN Shi-jia, NAN Ji. Study on hypoglycemic effect of effective composition of mulberry

- leaves [J]. Food Science, 2011, 32(7): 323-326
- [22] 徐茂红,李卫平,公惠玲.黄精多糖对四氧嘧啶糖尿病模型小鼠糖脂代谢的影响[J].安徽医药,2009,13(3):263-265  
XU Mao-hong, LI Wei-ping, GONG Hui-ling. Effects of polygonatum polysaccharides on metabolism of glucose and lipid in alloxan-induced diabetic mice [J]. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal, 2009, 13(3): 263-265
- [23] Maria, Franciso A, Barberan T, et al. Antiosidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and pressing [J]. Agric. Food Chem., 2000, 48(10): 4581-4589
- [24] 莫灼康,香富强.苦瓜总皂苷对高血脂模型小鼠的影响[J].中国社区医师:医学专业,2012,14(2):8  
MO Zhuo-kang, XIANG Fu-qiang. Effect of *Momordica charantia* L. saponins on hyperlipemia model mice [J]. Chinese Community Physician: Medical Professional, 2012, 14(2): 8
- [25] 庄瑞丰.中药降血脂作用研究进展[J].河北医药,2009,31(9): 1119-1121  
ZHUANG Rui-feng. Research progress of hypolipidemic effect of traditional chinese medicine [J]. Hebei Medical and Pharmaceutical Journal, 2009, 31(9): 1119-1121
- [26] 杨庆华.健康教育在防治心脑血管疾病中的作用初探[J].健康教育与健康促进,2015,10(6):474-476  
YANG Qing-hua. Roles of health education in preventing and treating cardiovascular diseases [J]. Health Educ. Health Prom., 2015, 10(6): 474-476
- [27] 曹凯淇.脂代谢紊乱与糖尿病[J].中国疗养医学,2009,18(9): 827-828  
CAO Kai-qi. Disorders of lipid metabolism and diabetes mellitus [J]. Chin. J. Conv. Med., 2009, 18(9): 827-828
- [28] 陆青.中西医结合治疗老年 2 型糖尿病合并高血脂疗效观察[J].蛇志,2015,27(4):373-374  
LU Qing. Observation on the efficacy of integrated traditional chinese and western medicine in treatment of Type 2 diabetes mellitus complicated with hyperlipidemia [J]. Journal of Snake, 2015, 27(4): 373-374