

东风菜总黄酮对四氧嘧啶糖尿病小鼠的降血糖血脂及抗氧化作用

张立秋¹, 陈玲², 崔艳艳², 沈明浩²

(1. 通化师范学院医药学院, 吉林通化 134000) (2. 吉林农业大学食品科学与工程学院, 吉林长春 130118)

摘要: 本文探讨利用超声波辅助乙醇提取法提取, AB-8 大孔吸附树脂纯化的东风菜总黄酮对四氧嘧啶糖尿病小鼠降血糖、降血脂及抗氧化作用。将小鼠随机分为正常组、模型组、二甲双胍组及东风菜总黄酮 50 mg/kg、100 mg/kg、200 mg/kg 剂量组, 连续 4 周灌胃给药, 记录其进水量、进食量及体重的变化, 末次给药后尾静脉取血测定血糖、糖耐量、血脂指标; 分离肝组织测定抗氧化指标。试验结果表明: 东风菜总黄酮能降低小鼠空腹血糖值 (Glu), 改善糖耐量, 并有效缓解其“三多一少”症状, 其中 200 mg/kg 剂量组降糖效果与阳性组作用效果相当; 能有效调节其血清中 TC、TG、LDL-C、HDL-C 浓度, 其中最佳试验组较模型组的 HDL-C 值提高了 44.55%, TG 降低了 18.71%, TC 值降低了 27.38%, LDL-C 值降低了 24.81%, 表现出良好的降血脂作用; 能降低其肝组织中 MDA 的含量, 提高 GSH-Px、CAT、SOD 的含量, 增强其抗氧化能力, 其中最佳试验组较模型组的 MDA 值降低 18.79%, GSH-Px 值提高了 41.02%, SOD 值提高了 15.40%, CAT 值提高了 47.84%, 具有良好的抗氧化作用。作用机制可能与其提高小鼠抗氧化能力、改善血脂代谢紊乱等有关。

关键词: 东风菜; 总黄酮; 血糖; 血脂; 抗氧化

文章编号: 1673-9078(2018)09-19-25

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.9.004

Hypoglycemic, Hypolipidemic and Antioxidant Activities of *Doellingeria scaber* Total Flavonoids in Diabetic Mice

ZHANG Li-qiu¹, CHEN Ling², CUI Yan-yan², SHEN Ming-hao²

(1. Medical College Tonghua Normal University, Tonghua 134000, China)

(2. College of Food Science and Engineering, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: The effects of *Doellingeria scaber* total flavonoids on the hypoglycemia, blood lipid and oxidation in diabetic mice were investigated. Alloxan-induced diabetic mice were fed with *Doellingeria scaber* total flavonoids, flavonoids and polysaccharide at the dose of 50 mg/kg, 100 mg/kg, 200 mg/kg, respectively, for 4 weeks. The amount of water, food intake and body weight changes were recorded. The results showed that the total flavonoids can reduce the fasting blood glucose (Glu), improve the glucose tolerance, and effectively relieve the "a little" sanduo symptoms. The total flavonoids can also effectively regulate the serum TC, TG, LDL-C, HDL-C concentrations. As compared with model group, the HDL-C value of the experimental group increased by 44.6%, while the TG, TC and LDL-C values were reduced by 18.7%, 27.4% and 24.8%, respectively. Furthermore, the total flavonoids can reduce the content of MDA in liver tissue, increase the content of gsh-px and CAT, SOD, enhance its antioxidant capacity. These effects may be associated with improved antioxidant capacity and improved lipid metabolism in diabetic mice.

Key words: *Doellingeria scaber*; total flavonoids; blood glucose; blood lipid; antioxidation

目前我国糖尿病人群已居世界糖尿病大国之首^[1], 2010 年流行病学调查研究表明: 中国成人的患病率为 11.6%^[2]。胰岛素分泌不足、胰岛素释放延迟和

收稿日期: 2018-05-28

基金项目: 校内青年基金项目 (20180413)

作者简介: 张立秋 (1977-), 男, 讲师, 研究方向: 植物资源

通讯作者: 沈明浩 (1963-), 男, 教授, 研究方向: 食品毒理与安全, 胚胎毒理

周围组织胰岛素作用损害都是造成糖尿病的原因。研究表明糖尿病与先天遗传、自身营养代谢异常、外界环境、暴饮暴食和病毒感染等有关^[3]。当前, 市场上最为常见的治疗糖尿病的传统药物-胰岛素及其类似物制剂仍主要为注射剂, 这种注射给药方式, 不仅病人受罪并且易产生药物依赖^[4]。因此对降血糖药物的研究越来越受到重视, 其中从天然药物尤其是中药中寻找降血糖的有效成分是一条重要途径。近年来, 从

中药植物中发现的天然降血糖活性成分主要包括多糖类、皂苷类、生物碱类、黄酮类、萜类及多肽和氨基酸类等。

东风菜(*Doellingeria scaber* (Thunb.) Nees), 别名大耳毛、盘龙草、山白菜、猫滑尖、毛铧尖等, 为菊科草本植物, 有地下茎^[5]。黄酮类物质是一种多酚代谢物。其分子的结构类型是以 C6-C3-C6 为碳链构成一类化合物^[6], 其分子量相对较小。根据数据表明, 全球目前已经成功得到 4000 种左右的这类物质^[7]。绿色植物也通过自身的光合作用将百分之二左右的碳转化为黄酮类物质^[8]。黄酮类化合物通常状态下呈黄色或淡黄色结晶粉末, 少数为非结晶无定形粉末^[9], 难溶于水, 易溶于有机溶剂。黄酮类化合物有广泛的生理活性而且毒性小。研究表明: 黄酮类物质可以够抗自由基, 预防癌症, 促使肿瘤细胞凋亡等作用^[10]。在预防糖尿病和肾病方面也表现出良好的效果^[11]。在抗菌、抗病毒^[12]、提高免疫^[13]、护肝和降脂等方面均有良好的治疗效果。因此, 药食同源植物中分离纯度高、活性强的黄酮类化合物在医疗保健方面有重要作用。

目前绿色天然食物倍受人们所青睐, 像东风菜这种富含多种功效成分及营养物质的野生资源无疑会成为研究的热点。我国吉林地区东风菜资源丰富, 东风菜既是爽口的野菜^[14]又能提高免疫力, 使人健康长寿, 而且有清热解毒、祛风止痛的功效。用于治疗蛇毒、肠炎、伤寒、咽喉炎、关节炎, 外用治创伤^[15]。众多研究表明绿色植物中的黄酮、皂苷和多糖都具有降低血糖, 抗氧化, 调节血脂, 提高免疫的作用。所以我们推测东风菜中的黄酮类物质也具有降血糖血脂和抗氧化作用。由此设想入手, 本文对东风菜中总黄酮进行提取优化, 并对其降血糖、降血脂及抗氧化作用研究, 以期能为东风菜资源的开发利用提供一定科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

野生东风菜, 采自长春科技学院学院种植园; 昆明种小白鼠 (SCXK- (吉) 2003-0001), 吉林大学实验动物中心提供; 羧甲基纤维素钠 (食品级), 上海析明生物科技有限公司; 芦丁对照品 (质量分数≥98%), 天津一方科技有限公司; 无水乙醇、碳酸钠、亚硝酸钠、硝酸铝、乙酸乙酯均为分析纯, 生产厂家北京化工; AB-8 大孔吸附树脂购自东鸿化工有限公司; 低密度脂蛋白 (LDL-C) 测试盒、BCA 蛋白浓度测定试剂盒、超氧化物歧化酶 (SOD) 试剂盒、丙二醛 (MDA)

试剂盒、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 试剂盒、甘油三酯 (TG) 测试盒、过氧化氢酶 (CAT) 试剂盒、高密度脂蛋白 (HDL-C) 测试盒、葡萄糖 (Glu) 检测试剂盒均购自天根生物科技。

1.2 仪器与设备

AUY-220 电子天平, 岛津国际贸易有限公司; 索氏提取器, 实验室组装; KQ-250B 型超声波清洗器, 东京理化器械株式会社; RE52-ASDFGHJ98 型旋转蒸发仪, 上海亚荣生化仪器公司; SP-722E 型可见分光光度计, 上海光谱仪器有限公司; 水流抽气机 A-1000S, 日本 EYELA; 恒流泵, 广州沪瑞明仪器公司; WD-2102 型自动酶标仪, 北京市六一仪器厂; GL-20G-II 高速冷冻离心机, 上海安亭科学仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 东风菜总黄酮样品的制备

1.3.1.1 东风菜总黄酮的提取

将采摘后的东风菜进行自然风干, 去其根部, 用超微粉碎机将其粉碎成粉, 过 40 目筛。精确称取一定量东风菜干燥粉末用滤纸包好, 放入回流装置中, 用一定量的石油醚进行回流脱脂。将脱脂后的东风菜干粉放在烧杯中, 加入一定浓度的乙醇溶液数毫升, 用玻璃棒搅拌均匀, 用保鲜膜封住烧杯口, 放入超声清洗机中, 调节提取温度、功率和时间进行超声提取。提取结束后, 分离滤渣和滤液, 在滤渣中继续加入同样浓度的乙醇溶液重复操作, 合并提取液, 进行抽滤去除废渣, 收集提取液。向滤液中加入一定量的活性炭粉末进行脱色, 离心除去活性炭, 将滤液进行旋蒸, 用浓度为 80% 的乙醇溶液溶出进行醇沉, 4 °C 保存过夜。然后用体积比为 1:1 的正丁醇水饱和溶液进行萃取, 操作两次, 将萃取液旋蒸至浸膏状, 冷冻干燥制得东风菜总黄酮粗品。

1.3.1.2 东风菜总黄酮的纯化

将按照 1.3.1.1 提取的东风菜总黄酮, 参照敬思群^[16]的昆仑雪菊总黄酮最优纯化的条件, 采用 AB-8 大孔吸附树脂纯化提取出来的东风菜总黄酮, 纯化条件为: 上样液浓度 1.04 mg/mL、pH=4、上样流速 3 BV/h, 用 5 BV 的 70% 乙醇以 2 BV/h 流速洗脱。纯化后计总黄酮的含量 (p), 公式如下。

$$p(\%) = \frac{XVN}{m} \times 100$$

式中: X 为反应样品质量浓度 (mg/mL); V 为反应体系的体积 (mL); N 为定容的体积与反应样液之比; m 为总黄酮质量 (mg)。

1.3.2 东风菜总黄酮对四氧嘧啶小鼠降血糖血脂及抗氧化作用研究

1.3.2.1 糖尿病小鼠模型动物分组及造模

取 18~22 g 的健康雌性昆明小鼠 60 只, 将小鼠放入动物室内喂饲基础饲料, 饲养环境: 温度控制在 18 °C~22 °C、湿度控制在 51%~61%、合理照明。期间小鼠自由摄食饮水, 观察 7 d。采用随机法将实验动物分成 6 组, 分别为二甲双胍组、空白组、模型组、总黄酮溶液低、中、高剂量组, 每组 10 只, 禁食 24 h, 模型组一次性腹腔注射四氧嘧啶 200 mg/kg^[17], 正常组给予生理盐水。72 h 后, 眼眶后静脉丛取血, 分离血清, 测小鼠空腹血糖值, 取血糖值 ≥ 11.1 mmol/L 的作为糖尿病模型。阳性对照组按照小鼠的体重灌胃剂量为 25 mg/kg 的二甲双胍溶液, 空白组和模型组用蒸馏水进行灌胃, 总黄酮组按高、中、低灌胃剂量分别为 200 mg/kg、100 mg/kg、50 mg/kg, 根据小鼠的体重灌胃体积都为 0.1 mL/10 g, 一日一次, 每天记录小鼠的饮水量、进食量及体重变化, 试验周期为 28 d。

1.3.2.2 组织样品的制备

血清液制备: 试验小鼠在最后一次灌胃结束后, 断食 1 d。试验开始前称量小鼠体重并记录, 对每只小鼠进行尾静脉取血测定空腹血糖值, 根据小鼠体重灌胃葡萄糖, 灌胃剂量为 2.0 g/kg bw, 测定灌胃后 0、30、120 min 的血糖值。操作结束后用镊子摘取眼球采血入离心管, 3500 r/min 4 °C 离心 10 min, 吸取上层血清, 存放 4 °C 冰箱中临时保存待检测。

肝组织液制备: 立即解剖小鼠, 快速取出肝组织 0.2~1.0 g, 放入匀浆器进行匀浆, 添加 9 倍质量的预

冷的生理盐水稀释十倍的组织匀浆液 (10%), 同理分别制 1% 和 0.25% 的组织匀浆液备用。

1.4 数据分析

动物试验所有试验数据均采用 PASW Statistics 18 软件进行统计分析, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示; 显著性分析为单向方差分析。

2 结果与分析

2.1 东风菜总黄酮纯化结果

采用 AB-8 吸附树脂纯化后的东风菜总黄酮含量达到 50.59%。

2.2 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠的降血糖作用研究

2.2.1 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠空腹血糖值影响

造模前及给药 28 d 后小鼠空腹血糖值测定值见表 1。和空白组比较, 注射四氧嘧啶后, 试验动物的血糖显著升高, 表明造模成功。与模型对照组相比, 东风菜总黄酮各剂量组及阳性二甲双胍对照组均能降低糖尿病小鼠的血糖值, 其中阳性二甲双胍对照组、东风菜总黄酮低剂量组试验结果达差异显著水平, 东风菜总黄酮高、中剂量组达差异极显著水平。说明东风菜总黄酮对糖尿病模型小鼠具有降低血糖的作用, 而且这种降糖作用以高剂量效果最佳。

表 1 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠空腹血糖值的影响

Table 1 Effects of the components of *Doellingeria scaber* on fasting blood glucose in four alloxan diabetic mice ($\bar{x} \pm s$, n=10)

组别	组别剂量/(mg/kg bw)	试验前血糖/(mmol/L)	试验后血糖/(mmol/L)
空白对照组	/	4.80 \pm 0.538	5.95 \pm 1.278
模型对照组	/	22.4 \pm 4.236 ^a	22.68 \pm 2.194
二甲双胍对照组	25	21.5 \pm 3.215 ^a	6.61 \pm 1.369 ^d
总黄酮低剂量组	50	21.1 \pm 2.381 ^a	20.56 \pm 2.878 ^f
总黄酮中剂量组	100	21.7 \pm 4.225 ^a	14.52 \pm 1.461 ^{ec}
总黄酮高剂量组	200	23.1 \pm 3.234 ^a	8.98 \pm 1.79 ^d

注: a.与空白对照组相比, $p < 0.01$; b.与空白对照组相比 $p < 0.05$; c.与模型对照组相比, $p < 0.05$; d.与模型对照组相比 $p < 0.01$; e.与二甲双胍组相比 $p < 0.05$; f.与二甲双胍组相比 $p < 0.01$ 。

2.2.2 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠糖耐量影响

东风菜总黄酮对小鼠糖耐量试验结果见表 2。试验结果显示, 所有的试验动物灌胃葡萄糖 30 min 后血糖值都达到最高水平。空白对照组血糖值随后开始逐渐恢复, 120 min 时恢复到正常血糖范围, 而模型对照组小鼠血糖值一直偏高, 出现出糖耐受量下降的现

象, 表明造模成功。

阳性对照组、东风菜总黄酮各剂量组小鼠血糖值在 30 min 时达到最高水平, 但随后逐渐降低, 120 min 时恢复到接受糖负荷前水平。与模型组小鼠血糖值相比二甲双胍组、东风菜总黄酮中、高剂量组达差异极显著水平。

表2 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠糖耐量影响

Table 2 Effect of functional components of *Doellingeria scaber* on glucose tolerance in four diabetic mice ($\bar{x} \pm s, n=10$)

组别	0/min	30/min	120/min
空白对照组	4.2±0.55	6.56±1.01	3.24±0.61
模型对照组	28.05±1.35 ^a	27.61±1.13 ^a	26.01±0.86 ^a
二甲双胍对照组	15.69±2.54 ^{ad}	28.5±1.96 ^a	17.15±1.09 ^{ad}
总黄酮低剂量组	20.02±1.32 ^a	25.02±2.28 ^a	22.48±1.65 ^a
总黄酮中剂量组	18.83±1.71 ^{ac}	27.58±1.23 ^a	18.79±1.10 ^{ad}
总黄酮高剂量组	17.17±1.03 ^{ad}	23.44±1.61 ^a	17.98±1.37 ^{ad}

注: 同表1。

2.2.3 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠体重影响

表3表明, 在注射四氧嘧啶造模后, 经过每天对小鼠的观察及称量, 可以明显的发现建模后的小鼠和正常小鼠相比体重日益减小, 进食量、饮水量也随之增加, 排尿量加大, 垫料每天换两次, 小鼠皮毛明显

变松且灰暗无光泽, 表现出明显的“三多一少”症状。而在给药28d结束后, 各剂量小鼠体重虽有所增加, 但与正常对照组相比仍然具有明显的不同。把各试验组小鼠的体重和模型相比较, 总黄酮高剂量组小鼠体重差异显著, 体重回升较为明显。

表3 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠体重影响

Table 3 Effects of the components of *Doellingeria scaber* on the weight of four alloxan diabetic mice

组别	剂量/(mg/kg bw)	建模前	建模后	给药28d后
空白对照组	/	21.18±1.08	25.99±2.16	34.96±3.01 ^a
模型对照组	/	21.37±2.45	18.69±1.46 ^a	20.76±2.51 ^a
二甲双胍对照组	25	21.22±1.22	19.05±1.09 ^a	22.70±1.95 ^a
总黄酮低剂量组	50	21.53±2.17	18.76±1.62 ^a	24.23±2.83 ^a
总黄酮中剂量组	100	20.60±0.31	18.04±1.28 ^a	23.19±1.86 ^a
总黄酮高剂量组	200	21.16±1.95	20.45±2.02 ^a	25.09±3.20 ^a

注: 同表1。

2.2.4 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠每日进食量影响

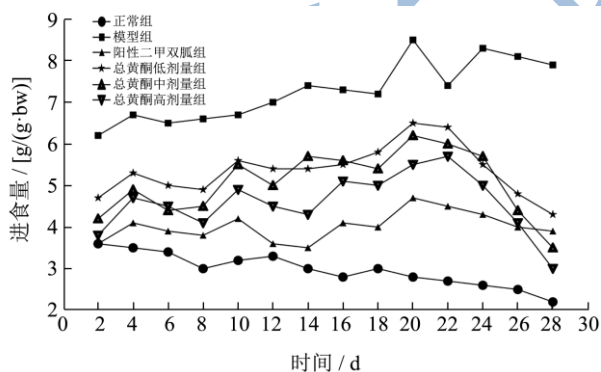


图1 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠每日进食量影响

Fig.1 Effects of *Doellingeria scaber* on daily intake of four alloxan diabetic mice

东风菜总黄酮对四氧嘧啶糖尿病小鼠进食量影响结果见图1。结果表明, 糖尿病小鼠日进食量明显加大, 在喂养期间, 糖尿病模型小鼠一直呈现多食的情况, 且表现出逐渐增加的趋势, 给予东风菜总黄酮后, 各剂量组小鼠日进食量随着给药时间的延长有逐渐减少的趋势, 各组效果差异不大。

2.2.5 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠每日饮水量影响

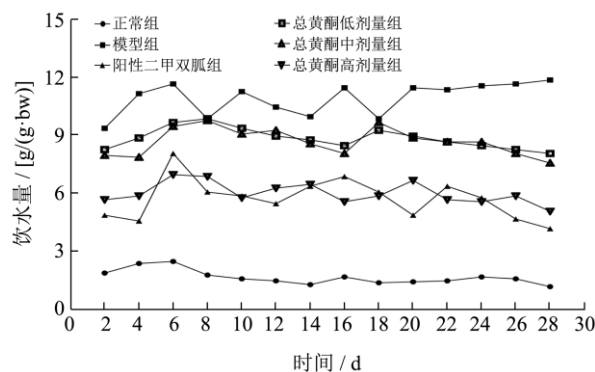


图2 东风菜总黄酮对糖尿病实验动物每日饮水量影响

Fig.2 Effects of *Doellingeria scaber* on the daily water consumption of four alloxan diabetic mice

由图2可知, 糖尿病小鼠的每日进水量明显变大, 其中模型对照组试验动物的每日进水最多并且持续增加, 阳性对照组及东风菜总黄酮各剂量组小鼠的日饮水量低于模型对照组, 随着给药时间的延长, 东风菜总黄酮各剂量组小鼠的日饮水量呈降低的趋势, 其中东风菜总黄酮高剂量组效果较好。

2.3 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠降血脂作用研究

东风菜总黄酮对糖尿病小鼠降血脂作用测定见表4。与正常对照组小鼠相比较,糖尿病模型组小鼠 TG、TC 和 LDL-C 明显高于正常对照组($p<0.01$), HDL-C 含量明显降低,表明建模成功。给予二甲双胍后, TG、TC 和 LDL-C 均有显著降低($p<0.05$ 或 $p<0.01$), HDL-C 含量明显升高,表现出良好的治疗效果。与模型组 TC

值相比,总黄酮中、高剂量组表现为差异极显著,总黄酮低剂量组差异性显著;与模型组 TG 值相比,总黄酮高剂量组表现为差异极显著;与模型组 HDL-C 值相比,东风菜总黄酮高剂量组差异显著,东风菜总黄酮低、中剂量组差异极显著;与模型组 LDL-C 值相比东风菜总黄酮各试验组 LDL-C 值均表现出显著性差异($p<0.05$ 或 $p<0.01$)。

其中最佳试验组较模型组的 TC 值降低了 27.38%, TG 降低了 18.71%, HDL-C 值提高了 44.55%, LDL-C 值降低了 24.81%。

表4 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠血清中 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 含量的影响

Table 4 Effects of *Doellingeria scaber* on serum levels of TC, TG, HDL-C and LDL-C in four alloxan diabetic mice

组别	TC/(mmol/L)	TG/(mmol/L)	HDL-C/(mmol/L)	LDL-C/(mmol/L)
空白对照组	2.46±0.21 ^d	1.23±0.14 ^c	1.49±0.17 ^c	1.61±0.20 ^d
模型对照组	4.2±0.58 ^a	1.55±0.15 ^b	1.10±0.22 ^a	2.58±0.28 ^a
二甲双胍组	2.53±0.53 ^d	1.27±0.16	1.56±0.18 ^d	1.87±0.47 ^d
总黄酮低剂量组	3.60±0.65 ^{c a}	1.53±0.34 ^b	1.48±0.32 ^d	1.99±0.23 ^d
总黄酮中剂量组	3.21±0.29 ^{db}	1.29±0.36	1.57±0.18 ^d	1.96±0.34 ^d
总黄酮高剂量组	3.05±0.43 ^d	1.26±0.14 ^c	1.59±0.42 ^c	1.94±0.20 ^d

注: 同表1。

2.4 东风菜总黄酮对糖尿病小鼠抗氧化作用研究

东风菜总黄酮对糖尿病试验动物肝组织中 MDA 含量、SOD 活力测定结果见表5。由表所示,与空白对照组相比较,模型组小鼠肝组织中 MDA 的含量明

显升高, SOD 的活性明显下降,都表现为极显著性差异。与模型对照组 MDA 值相比东风菜总黄酮中、低剂量组表现出差异显著水平。

与模型组 SOD 值相比,二甲双胍组差异极显著,东风菜总黄酮各剂量组 SOD 活性差异显著。其中最佳试验组较模型组的 MDA 值降低 18.79%, SOD 值提高了 15.40%。

表5 东风菜总黄酮小鼠肝脏中 MDA 含量、SOD 活力的作用

Table 5 Effects of *Doellingeria scaber* on MDA content and SOD activity in liver of four alloxan diabetic mice

组别	剂量/(mg/kg · bw)	MDA/(nmol/mg prot)	SOD/(U/L)
空白对照组	/	5.76±0.65	99.69±8.61
模型对照组	/	8.94±2.31 ^a	77.97±6.18 ^b
二甲双胍对照组	25	7.29±1.08 ^{bc}	110.30±8.04 ^d
总黄酮低剂量组	50	7.31±1.18 ^{bc}	88.02±14.67 ^{cf}
总黄酮中剂量组	100	7.26±1.03 ^{bc}	89.98±11.45 ^{ce}
总黄酮高剂量组	200	7.91±1.53 ^a	86.01±9.49 ^{cf}

注: 同表1。

东风菜总黄酮对糖尿病小鼠肝脏 CAT 活力、GSH-Px 活力测定结果见表6。由表所示,与空白对照组相比较,模型组小鼠 CAT、GSH-Px 值都明显的降低,表现出极显著的差异性。与模型组 CAT 值相比,东风菜总黄酮高剂量组差异极显著,二甲双胍对照组、

东风菜总黄酮中、低剂量组差异显著。

与模型组 GSH-Px 值相比,阳性二甲双胍对照组、东风菜总黄酮中剂量组差异极显著。其中最佳试验组较模型组的 CAT 值提高了 47.84%, GSH-Px 值提高了 41.02%。

表6 东风菜总黄酮中小鼠肝脏 GSH-Px 含量、CAT 活力的作用

Table 6 Effects of *Doellingeria scaber* on GSH-Px content and CAT activity in liver of four alloxan diabetic mice

组别	剂量/(mg/kg · bw)	GSH-Px/(U/mg prot)	CAT/(U/g prot)
空白对照组	/	238.28±36.88	55.87±2.05
模型对照组	/	173.12±23.51 ^a	33.32±11.97 ^a
二甲双胍对照组	25	288.5±43.76 ^d	45.69±10.91 ^c
总黄酮低剂量组	50	206.91±35.79 ^b	44.79±5.54 ^c
总黄酮中剂量组	100	244.15±36.73 ^d	45.56±9.63 ^c
总黄酮高剂量组	200	198.48±39.36 ^b	49.26±11.92 ^d

注: 同表1。

3 讨论

近年来糖尿病备受人们关注。很多糖尿病患者临床表现为代谢紊乱, 体内血糖血脂水平及氧化应激的异常改变, 胰岛素抵抗降低, 使糖尿病患者饱受煎熬^[18-20]。本实验通过对小鼠腹腔注射四氧嘧啶构建糖尿病模型, 从东风菜中提取总黄酮对小鼠进行灌胃, 检测其降血糖作用。在以东风菜总黄酮为试验组对糖尿病小鼠降血糖试验中, 东风菜总黄酮能降低其空腹血糖值 (Glu), 改善糖耐量, 并有效缓解其“三多一少”症状, 其中总黄酮高剂量组降糖效果与阳性组作用效果相当。

糖尿病是因为人体的胰岛素不足引起血糖值升高的疾病, 胰岛素不仅调节着血糖的浓度变化, 还同样是脂肪和蛋白质代谢的主要控制因素^[21]。糖尿病患者往往伴随着高血脂症状的困扰^[22]。通过对比研究东风菜总黄酮对尿病小鼠的降血脂作用的影响, 试验结果显示东风菜总黄酮能够降低试验性糖尿病小鼠血清 TC、TG 和 HDL-C 的浓度, 提高低密度脂蛋白 LDL-C 的浓度, 表明东风菜总黄酮有良好的降血脂作用, 能够有效的调节血脂代谢, 进而实现其降血糖作用。

有研究表明, “氧化应激”是糖尿病的主要原因之一, 人们可以增强机体抗氧化能力缓解糖尿病带来的痛苦^[23]。丙二醛 (MDA) 是机体受到氧化自由基攻击时形成的脂质环内过氧化物, 其对细胞具有很大的毒性^[24]。测试丙二醛的量可以反映机体的氧化程度, 进而间接地反映出细胞的损伤情况^[25]。通过对比研究东风菜总黄酮对尿病小鼠的抗氧化作用的影响, 该试验结果显示东风菜总黄酮各剂量组能不同程度的减小糖尿病小鼠肝组织中 MDA 的浓度, 其中总黄酮中高剂量组作用效果最佳。表明东风菜总黄酮可以减少脂质过氧化物 MDA 的形成, 增强机体的抗氧化能力。

肝脏是人体的代谢器官, 代谢过程中有很多酶的参与。GSH-Px、SOD、CAT 使肌体内防御系统酶类, 能够清除机体内的氧化自由基, 保持机体氧化代谢的

平衡^[26]。因此本试验糖尿病小鼠肝组织内以上三种酶进行检测, 通过对比研究东风菜总黄酮对尿病小鼠的抗氧化作用的影响。实验结果表明: 东风菜总黄酮能提高小鼠体内三种酶的含量在试验过程中发现个别实验组中剂量组作用效果优于高剂量组, 分析原因可能是灌胃浓度过高时对机体产生了毒副作用, 作用效果反而下降。

4 结论

东风菜总黄酮降糖降脂抗氧化试验表明, 东风菜总黄酮能够明显降低糖尿病小鼠空腹血糖值 (Glu), 增加糖耐量, 有效调节其血清中 TC、TG、LDL-C 和 HDL-C 浓度, 降低其肝组织中 MDA 的含量, 提高 GSH-Px、CAT、SOD 的活力, 缓解“三多一少”症状, 表明东风菜总黄酮对四氧嘧啶糖尿病小鼠具有良好的降糖降脂及抗氧化作用。

参考文献

- [1] 俸东升. 口服降糖药物治疗糖尿病的若干进展[J]. 华夏医学, 2003, 16(2): 261-264
FENG Dong-sheng. Some advances in the treatment of diabetes mellitus with oral hypoglycemic drugs [J] Huaxia Medical, 2003, 16(2): 261-264
- [2] Xu Y, Wang L, He J, et al. Prevalence and control of diabetes in Chinese adults [J]. Jama the Journal of the American Medical Association. 2013, 310(9): 948-959
- [3] Pasala S K, Rao A A, Sridhar G R. Built environment and diabetes [J]. International Journal of Diabetes in Developing Countries, 2010, 30(2): 63-68
- [4] 罗良胜, 屈磊磊, 杨丽英, 等. 紫茉莉对高血糖模型小鼠降血糖作用研究[J]. 云南中医中药杂志, 2009, 30(4): 51-53
LUO Liang-sheng, QU Lei-lei, YANG Li-ying, et al. Effect of jasmine on hypoglycemic effect of hyperglycemic model mice [J]. Yunnan Traditional Chinese Medicine Magazine, 2009, 30(4): 51-53

- [5] 贾欣娟.光照强度、生物有机肥和贮藏温度对东风菜品质及生理代谢的影响[D].长春:吉林农业大学,2011
JIA Xin-juan. Effects of light intensity, biological organic fertilizer and storage temperature on the quality and physiological metabolism of Dongfeng cuisine [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2011
- [6] 谭仁祥,孟军才,陈道峰,等.植物成分分析[M].北京:科学出版社,2004
TAN Ren-xiang, MENG Jun-cai, CHEN Dao-feng, et al. Plant composition analysis [M]. Beijing: Science Press, 2004
- [7] 任辉丽.罗布麻总黄酮提取工艺及其积累规律的研究[D].宁夏:宁夏大学,2009
REN Hui-li. Study on extraction technology and accumulation law of total flavonoids of rhizoma L. [D]. Ningxia: Ningxia University, 2009
- [8] 李楠,刘元,侯滨滨.黄酮类化合物的功能特性[J].食品研究与开发,2005,26(6):139-141
LI Nan, LIU Yuan, HOU Bin-bin. Functional characteristics of flavonoids [J]. Food Research and Development, 2005, 26(6): 139-141
- [9] 张志昆.黑穗醋栗叶片中黄酮类化合物的提取、分离纯化及生物活性的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2012
ZHANG Zhi-kun. Extraction, purification and biological activity of flavonoids in Gooseberry leaves [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2012
- [10] 杨楠,贾晓斌,张振海,等.黄酮类化合物抗肿瘤活性及机制研究进展[J].中国中药杂志,2015,40(3):373-381
YANG Nan, JIA Xiao-bin, ZHANG Zhen-hai, et al. Research progress on anti-tumor activity and mechanism of flavonoids [J]. Chinese Traditional Chinese Medicine Magazine, 2015, 40(3): 373-381
- [11] 杨丽霞,姜良恩,王志程,等.中草药黄酮类化合物防治糖尿病肾病的实验研究进展[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(5):230-234
YANG Li-xia, JIANG Liang-en, WANG Zhi-cheng, et al. Research progress of Chinese herbal flavonoids in treatment of diabetic nephropathy [J]. Chinese Journal of Pharmacology, 2015, 21(5): 230-234
- [12] 延玺,刘会青,邹永青,等.黄酮类化合物生理活性及合成研究进展[J].有机化学,2008,28(9):1534-1544
YAN Xi, LIU Hui-qing, ZOU Yong-qing, et al. Advances in physiological activity and synthesis of flavonoids [J]. Organic Chemistry, 2008, 28(9): 1534-1544
- [13] 孔忠希.花中黄酮类化合物对免疫调节和肝保护作用研究[J].科技资讯,2015,13(5):226
KONG Zhong-xi. Effects of flavonoids on immunomodulatory regulation and liver protection in flowers [J]. Technology Information, 2015, 13(5): 226
- [14] 唐伟.辽东山区珍稀山野菜品种简介[J].科学种养,2013,2:54
TANG Wei. Introduction of rare mountain wild vegetable varieties in Liaodong mountainous area [J]. Scientific Breeding, 2013, 2: 54
- [15] 崔国静,贺蕾,江肖肖.清热解毒的东风菜[J].首都食品与医药,2016,23(15):61
CUI Guo-jing, HE Qiang, JIANG Xiao-xiao. Heat and detoxification of Dongfeng dish [J]. Capital Food and Medicine, 2016, 23(15): 61
- [16] 敬思群.昆仑雪菊三种有效组分的提取纯化及生物活性[D].无锡:江南大学,2015
JING Si-qun. Extraction, purification and biological activity of three effective components of Kunlun Chrysanthemum [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2015
- [17] 陈建国,梅松,付颖,等.四氧嘧啶高血糖模型小鼠的实验研究[J].浙江省医学科学院学报,2004,56(3):9
CHEN Jian-guo, MEI Song, FU Ying, et al. Experimental study of tetraoxacil hyperglycemic model mice [J]. Journal of Zhejiang Academy of Medical Sciences, 2004, 56(3): 9
- [18] Schramm T K. Prevalence of diabetes among men and women in China [J]. New England Journal of Medicine, 2010, 362(12): 1090
- [19] Alberti K G, Zimmet P Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation [J]. Diabetic Medicine, 2015, 15(7): 539-553
- [20] Listed N. Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type II diabetes (UKPDS 34). UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group [J]. Lancet, 1998, 352(9131): 854
- [21] 孙胜男,赵维纲,董颖越,等.糖尿病患者自我管理现状及影响因素分析[J].中华护理杂志,2011,46(3):229-233
SUN Sheng-nan, ZHAO Wei-gang, DONG Ying-yue, et al. Analysis of the status quo and influencing factors of self-management in diabetic patients [J]. Chinese Journal of Nursing, 2011, 46(3): 229-233
- [22] Steppan C M, Bailey S T, Bhat S, et al. The hormone resistin links obesity to diabetes [J]. Nature, 2001, 409(6818): 307-312
- [23] Seckin D, Ilhan N, Ilhan N, et al. Glycaemic control, markers

- of endothelial cell activation and oxidative stress in children with type 1 diabetes mellitus [J]. *Diabetes Research & Clinical Practice*, 2006, 73(2): 191-197
- [24] Zheng W, Wang S Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs [J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 2001, 49(11): 5165-5170
- [25] Cai Y, Luo Q, Sun M, et al. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer [J]. *Life Sciences*, 2004, 74(17): 2157-2184
- [26] Zaragoz á M C, López D, M P S, et al. Toxicity and antioxidant activity *in vitro* and *in vivo* of two *Fucus vesiculosus* extracts [J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 2008, 56(17): 7773-7780

现代食品科技