

金银花黄酮提取物的降血糖作用

戴丛书, 柴晶美, 林长青

Hypoglycemic Effect of Flavonoid Extract from *Lonicera japonica* Thunb.

DAI Congshu, CHAI Jingmei, and LIN Changqing

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2022030191>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

余甘子提取物对小鼠急性酒精肝损伤的保护作用研究

Protection and mechanism of extractum phyllanthus emblica on acute alcohol-induced liver injury in mice

食品工业科技. 2017(05): 350-356

人参枳子提取物对小鼠酒精性肝损伤的保护作用

Protective Effect of Extract from *Panax ginseng* and *Hovenia dulcis* Thunb Against Alcohol-induced Liver Injury in Mice

食品工业科技. 2019, 40(14): 302-306,313

三种食用菌提取物体外抗氧化与降血糖活性研究

Antioxidant and Hypoglycemic Activity *in Vitro* of Three Edible Fungus Extracts

食品工业科技. 2020, 41(20): 324-329

刺梨金银花速溶茶珍对化学性肝损伤的保护作用

The protective effect of *Roxburghii* honeysuckle instant tea on chemical liver injury

食品工业科技. 2018, 39(3): 320-323,329

苦荞麸皮正丁醇提取物对2型糖尿病大鼠降血糖效果

Effect of n-butanol extract from tartary buckwheat bran on hypoglycemic effect in type 2 diabetic rats

食品工业科技. 2018, 39(3): 296-300,304

人参皂苷CK对2型糖尿病大鼠肝损伤的保护机制

Protective Mechanism of Ginsenoside CK on Liver Injury in Type 2 Diabetic Rats

食品工业科技. 2021, 42(2): 310-315



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

戴丛书, 柴晶美, 林长青. 金银花黄酮提取物的降血糖作用 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(24): 386–393. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022030191

DAI Congshu, CHAI Jingmei, LIN Changqing. Hypoglycemic Effect of Flavonoid Extract from *Lonicera japonica* Thunb.[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(24): 386–393. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022030191

· 营养与保健 ·

金银花黄酮提取物的降血糖作用

戴丛书, 柴晶美, 林长青*

(延边大学医学院中医系, 吉林延吉 133000)

摘要:目的: 研究金银花黄酮提取物的降血糖作用。方法: 用 75% 乙醇对金银花黄酮进行超声提取, 小鼠适应性喂养一周, 将其分为正常组、模型组、金银花黄酮提取物低 (200 mg/kg·BW)、高剂量组 (400 mg/kg·BW)、阳性组 (200 mg/kg·BW), 除正常组外, 其余各组一次性腹腔注射 STZ (130 mg/kg·BW), 造模成功后开始灌胃, 实验期间记录小鼠体重及空腹血糖值 (FBG), 并进行口服糖耐量 (OGTT) 测试, 测定小鼠血清总胆固醇 (TC)、甘油三酯 (TG)、高密度脂蛋白 (HDL-C)、低密度脂蛋白 (LDL-C)、超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化氢酶 (CAT)、谷胱甘肽 (GSH)、丙二醛 (MDA) 的变化, ELISA 法测定小鼠肿瘤坏死因子 (TNF- α)、白细胞介素 1 β (IL-1 β)、白细胞介素 8 (IL-8)、白细胞介素 6 (IL-6) 的变化。结果: 金银花黄酮提取物含量为 43.62 mg/g, 与模型组相比, 试验组能够有效缓解 1 型糖尿病小鼠 (T1DM) 体重的下降, 极显著降低其 FBG ($P<0.01$), 极显著提高 OGTT 水平 ($P<0.01$), 金银花黄酮高剂量组 TC、TG、LDL-C、MDA 极显著低于模型组 ($P<0.01$), HDL-C、SOD、GSH、CAT 极显著高于模型组 ($P<0.01$)。与模型组相比, 经金银花黄酮提取物治疗后的 TNF- α 、IL-1 β 、IL-8、IL-6 水平极显著下降 ($P<0.01$), 并能够改善糖尿病引起的肝脏损伤。结论: 金银花黄酮提取物具有较好的降血糖作用, 并能够改善 T1DM 小鼠异常脂代谢、炎症以及肝脏损伤。

关键词: 金银花黄酮提取物, 降血糖作用, 脂代谢, 炎症, 肝脏损伤

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)24-0386-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2022030191



本文网刊:

Hypoglycemic Effect of Flavonoid Extract from *Lonicera japonica* Thunb.

DAI Congshu, CHAI Jingmei, LIN Changqing*

(Department of Traditional Chinese Medicine, School of Medicine, Yanbian University, Yanji 133000, China)

Abstract: Objective: To study the hypoglycemic effect of flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb.. Methods: 75% ethanol was used to obtain flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. by ultrasound. Adaptive feeding of mice for one week, then they were divided into normal group, model group, low-dose flavonoid extract (200 mg/kg·BW), high-dose flavonoid group (400 mg/kg·BW), and positive group (200 mg/kg·BW). Except for the normal group, streptozotocin (STZ) (130 mg/kg·BW) was intraperitoneally injected in the other groups at one time, and the gavage was started after the modeling was successful. Bodyweight and fasting blood glucose (FBG) values of mice were recorded and oral glucose tolerance (OGTT) test was performed during the experiment. Serum total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high-density lipoprotein (HDL-C), low-density lipoprotein (LDL-C), superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione (GSH) and malondialdehyde (MDA) were determined in mice. The changes of tumor necrosis factor (TNF- α), interleukin-1 β (IL-1 β), interleukin (IL-8) and interleukin (IL-6) in mice were investigated by enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). Results: The content of flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. was 43.62 mg/g. Compared with the model group, the test group was able to effectively alleviate the weight loss in type 1 diabetic mice (T1DM), and significantly decrease their FBG ($P<0.01$), significantly increase OGTT level ($P<0.01$). TC, TG, LDL-C and MDA in the high-dose flavonoid

收稿日期: 2022-03-17

基金项目: 吉林省科技厅重点科技公关项目 (20170204023YY)。

作者简介: 戴丛书 (1992-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向: 中西医结合防治糖尿病及其并发症的研究, E-mail: 603675905@qq.com。

* 通信作者: 林长青 (1970-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 中西医结合防治糖尿病及其并发症的研究, E-mail: lincq0608@163.com。

group were significantly lower than those in the model group ($P < 0.01$), and HDL-C, SOD, GSH, and CAT were significantly higher than those in the model group ($P < 0.01$). Compared with the model group, the levels of TNF- α , IL-1 β , IL-8, and IL-6 were significantly decreased ($P < 0.01$) after treated with flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb.. It was able to improve liver damage caused by diabetes. Conclusion: Flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. had a good hypoglycemic effect and could improve abnormal lipid metabolism, inflammation and liver injury in T1DM mice.

Key words: flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb.; hypoglycemic effect; lipid metabolism; inflammation; liver injury

金银花(*Lonicera japonica* Thunb.), 有金银藤、银花、忍冬等别称, 是忍冬科忍冬属多年生常绿植物。金银花原产于东亚(包括中国、韩国和日本)^[1], 现在新西兰、澳大利亚、阿根廷、墨西哥、巴西和美国等许多国家均有种植。金银花富含多种活性成分, 如黄酮类、有机酸、挥发油、三萜皂苷类等^[2-3], 众多研究表明, 金银花具有解热、抗炎、抗菌、抗病毒、免疫调节、抗氧化、护肝等生物学功能^[4-8]。因此, 金银花被视为天然活性物质的重要来源。黄酮类化合物为金银花的主要活性成分, 研究表明, 黄酮类化合物具有丰富的药理活性, 如抗菌、抗氧化、促进细胞代谢、增强机体免疫力等^[9]。金银花中目前鉴定出的黄酮类化合物包括木犀草素、忍冬苷等^[10-11]。

糖尿病是一种代谢紊乱性疾病, 影响着全球的数量百万人。若管理不当, 可能导致危及生命的并发症、器官衰竭和死亡。其中 1 型糖尿病(Type 1 Diabetes Mellitus, T1DM)是由于胰岛 β 细胞完全或部分破坏而导致的一种慢性自身免疫性疾病。T1DM 发病机制复杂, 受遗传、环境、免疫等诸多因素的影响^[12-14]。临床糖尿病物治疗药物主要包括胰岛素促泌剂、胰岛素增敏剂、双胍类、胰岛素及胰岛素类似物等, 均可发挥一定的降糖效果, 促进血糖水平的控制^[15]。已有研究表明, 许多药物可用于糖尿病的治疗和预防, 但它们长期使用会产生很多副作用^[16], 因此, 目前已转向对药用植物和草药的研究。

目前有关金银花黄酮的报道多集中在黄酮提取工艺的研究^[17-18], 而对金银花黄酮降血糖作用还鲜有报道。另外治疗糖尿病的药物还存在很多副作用, 使得开发药食同源的植物替代传统药物显得尤为重要。因此, 本文拟选用药食同源的植物金银花为对象, 研究金银花黄酮提取物的降血糖作用, 旨在为糖尿病的治疗提供参考。

1 材料与方

1.1 材料与仪器

金银花 延吉市海兰江药店; 芦丁 批号: Y16 M9S61523, 上海源叶生物有限公司; C57BL/6 小鼠 雄性, 50 只, 体重(20 \pm 5)g, 长春亿斯试验动物中心, 合格证书: SCXK(吉)2018-0007, 符合《延边大学实验动物伦理守则》, 获得延边大学实验动物伦理委员会批准; 无水乙醇、亚硝酸钠 分析纯, 天津市科密欧化学试剂有限公司; 链脲佐菌素(STZ) 99.9%, 批号: WXBC8740V, 美国 Sigma 公司; 盐酸二甲双

胍片 95.0%, 中美上海施贵宝制药有限公司; TC、TG、HDL-C、LDL-C 检测试剂盒、SOD、CAT、GSH、MDA 检测试剂盒 南京建成生物工程研究所; TNF- α 、IL-1 β 、IL-6、IL-8 Elisa 试剂盒、HE 染色试剂盒 北京索莱宝科技有限公司。

HH-4 型四孔数显恒温水浴锅 江苏科析仪器有限公司; CCA-1111-CE 型旋蒸冷凝器 东京理化器械株式会社; 101A-1E 型电热鼓风干燥箱 上海安亭科学仪器有限公司; 580 型血糖仪 江苏鱼跃医疗设备股份有限公司; SuPerMax 3100 型多功能酶标仪 上海闪谱生物科技有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 金银花总黄酮提取 将金银花烘干并粉碎过 40 目筛, 参照田存章等^[19]的方法并进行修改, 取金银花粉 200 g, 按 1:20(g:mL)的料液比加入 75% 乙醇溶液, 50 $^{\circ}$ C, 超声功率 250 W, 提取温度 50 $^{\circ}$ C, 超声时间 30 min, 提取 3 次, 过滤, 合并提取液, 减压浓缩, 按 1:1 的比例加入石油醚洗涤 3 次, 乙酸乙酯萃取 3 次, 减压浓缩干燥, 4 $^{\circ}$ C 保存备用。

1.2.2 总黄酮含量测定 将芦丁标准品配制成 0.2 mg/mL, 分别取 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 mL 置于 10 mL 容量瓶中并定容, 采用 NaNO₂-Al(NO₃)₃-NaOH 法^[20], 测定溶液在 510 nm 处的吸光度, 并绘制标准曲线。取金银花黄酮提取物 1 g 溶于 1 mL 无水乙醇中, 并定容至 10 mL, 将溶液稀释 100 倍, 使其吸光度在 0.2~0.8 范围内, 按照上述方法测定 510 nm 吸光度, 按公式(1)计算样品中总黄酮含量。

$$F = \frac{C \times d \times V}{M} \quad \text{式 (1)}$$

式中: F 为总黄酮含量, mg/g; C 为提取液中总黄酮质量浓度, mg/mL; d 为稀释倍数; V 为提取液定容体积, mL; M 为金银花提取物质量, g。

1.2.3 试验动物分组及给药 小鼠在温度 25 \pm 2 $^{\circ}$ C, 湿度 55% 环境中适应性喂养 1 周, 10 只作为正常组, 其余 40 只一次性腹腔注射 STZ(130 mg/kg-BW) 建立 T1DM 模型, 72 h 后, 隔夜禁食不禁水, 共禁食 12 h, 尾尖取血, 弃掉第一滴血, 用血糖仪进行测量, 空腹血糖值 \geq 11.1 mmol/L 视为造模成功, 并将造模成功小鼠其随机分为模型组、金银花黄酮提取物低剂量组(200 mg/kg)、金银花黄酮提取物高剂量组(400 mg/kg)、阳性组(二甲双胍 200 mg/kg)^[21], 每

组 10 只,连续灌胃 8 周,正常组和模型组灌以等量蒸馏水,试验期间每天测量小鼠体重,每两周记录所有小鼠的空腹血糖值(FBG)。

1.2.4 小鼠 OGTT 测定 实验最后一天各组小鼠给予等量的葡萄糖溶液,灌胃后 0、30、60、90 min 分别测定各组小鼠血糖值^[22]。

1.2.5 小鼠血清中 TC、TG、HDL-C、LDL-C 测定 实验最后一天,对小鼠采取心脏取血,并脱颈处死,血液室温静置 2 h,3000 r/min 离心 10 min,取上清得血清,依次按各项指标试剂盒说明书进行操作。

1.2.6 小鼠肝脏组织 SOD、GSH、CAT、MDA 测定 小鼠脱颈处死后,取肝脏并称重,按肝脏:生理盐水为 1:3 的比例制备成组织匀浆,并按试剂盒说明书依次加入反应液进行孵育,测定肝脏组织中 SOD、GSH、CAT、MDA 活性。

1.2.7 小鼠血清炎症因子的测定 将收集好的血清使用酶联免疫吸附(ELISA)法进行炎症因子的测定,根据试剂盒说明书检测各组小鼠血清中 TNF- α 、IL-1 β 、IL-8、IL-6 炎症因子。

1.2.8 小鼠肝脏组织病理学检测 采用苏木精和伊红(HE)染色法分析肝脏组织病理变化,对取出的小鼠肝脏组织用 4% 多聚甲醛溶液固定,再进行脱水包埋切片,用 HE 法染色并拍照。

1.3 数据处理

使用 SPSS 23.0 软件对数据进行统计学分析和显著性差异分析,结果以均值 \pm 标准偏差表示, $P < 0.05$ 表示有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 金银花黄酮提取物对糖尿病小鼠体重、FBG 的影响

金银花黄酮提取物总黄酮含量为 43.62 mg/g,图 1 反映了金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠体重以及 FBG 的影响,灌胃 8 周后,与正常组相比,模型组小鼠体重极显著降低($P < 0.01$),经金银花黄酮提取物治疗后的 T1DM 小鼠体重均与模型组有极显著差异($P < 0.01$)。经 8 周的金银花黄酮提取物灌胃后,各小鼠的 FBG 差异显著($P < 0.05$),其中金银花黄酮提取物高剂量组 FBG 下降最为显著,可能是由于金银花黄酮提取物影响了胰岛细胞,使其分泌出更多胰岛素,从而 T1DM 小鼠的糖尿病症状得以缓解。可见金银花黄酮提取物能有效缓解 T1DM 小鼠体重的下降,调节其血糖水平。

2.2 金银花黄酮提取物对糖尿病小鼠 OGTT 的影响

由图 2 可知,各组小鼠血糖值在灌胃后 30 min 达到最大值,随后下降,模型组中血糖下降缓慢,与模型组相比,金银花低、高剂量组均能够极显著降低小鼠血糖水平($P < 0.01$),能够提高 T1DM 小鼠的糖耐量。经金银花黄酮提取物灌胃后,调节了 T1DM 小鼠体内各种酶的活性,平衡了对葡萄糖的摄取及利

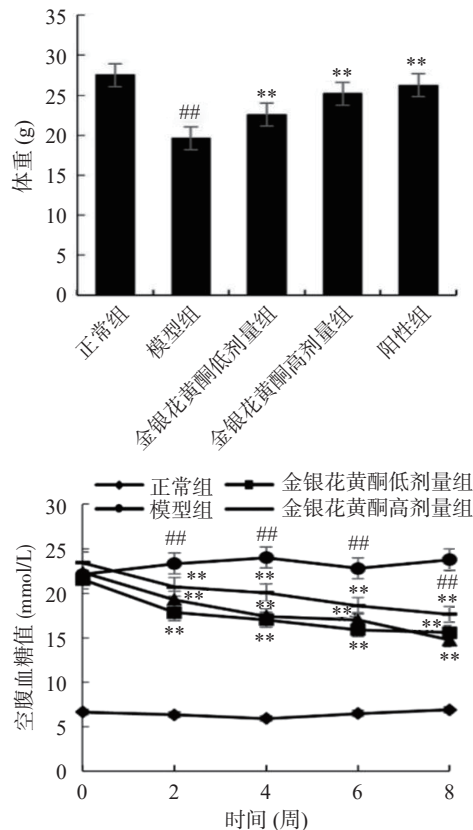


图 1 金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠体重及 FBG 的影响

Fig.1 Effects of flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. on body weight and FBG of T1DM mice

注:##表示与正常组相比差异极显著($P < 0.01$);**表示与模型组相比差异极显著($P < 0.01$);图 2~图 5 同。

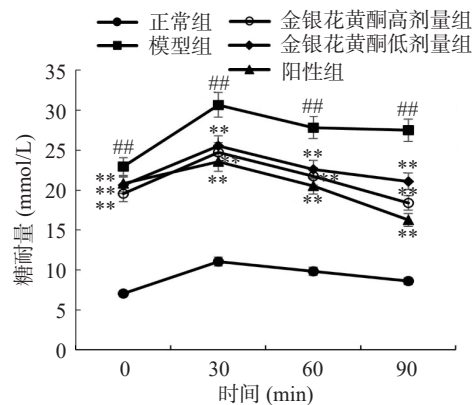


图 2 金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠 OGTT 的影响

Fig.2 Effect of flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. on OGTT of T1DM rats

用,提高了其对葡萄糖的耐受能力^[23]。杨思等^[24]的研究中指出,苦荞黄酮具有显著的降血糖效果。可见,黄酮类物质具有调节血糖的能力,具有很好的提高葡萄糖耐受的作用。

2.3 金银花黄酮提取物对糖尿病小鼠 TC、TG、HDL-C、LDL-C 的影响

由图 3 可知,与正常组相比,模型组小鼠血清的 TC、TG、HDL-C、LDL-C 水平有极显著性差异($P < 0.01$);与模型组相比,金银花黄酮低剂量组 TC 无显

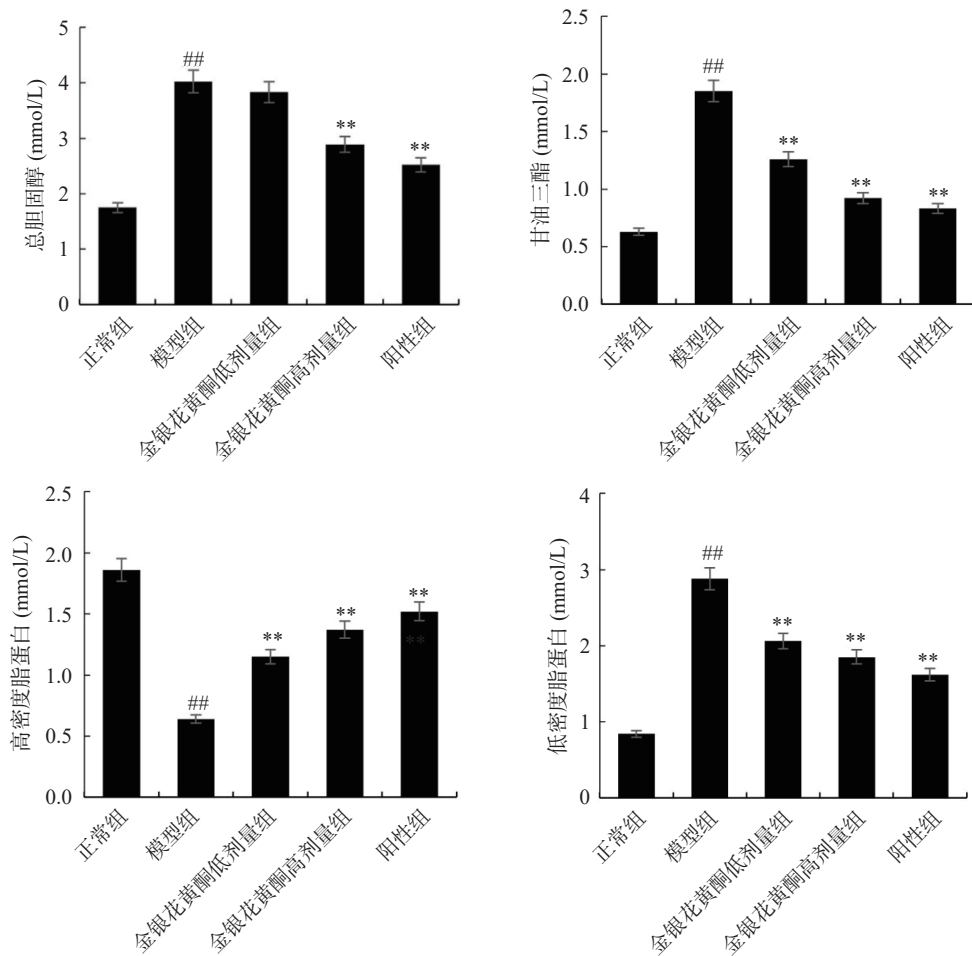


图3 金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠 TC、TG、HDL-C、LDL-C 的影响

Fig.3 Effects of flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. on TC, TG, HDL-C and LDL-C in T1DM mice

著性差异($P>0.05$), 而金银花黄酮低剂量组的 TG、HDL-C、LDL-C 均有极显著性差异($P<0.01$)。经金银花黄酮高剂量组治疗后能够极显著改善 TC、TG、HDL-C、LDL-C 相关指标的水平($P<0.01$)。这是由于金银花黄酮提取物经体内吸收后参与了 T1DM 小鼠的脂代谢, 使 TC、TG、LDL-C 水平降低, HDL-C 水平提高。有研究指出, 经治疗后的 T1DM 小鼠脂代谢水平能够得到明显改善, 这与本研究结果一致^[25]。王佳慧^[26]的研究指出, 川木瓜黄酮能够改善 T1DM 小鼠的异常脂代谢, 说明植物黄酮具有调节异常脂代谢的作用, 也更加确定金银花黄酮提取物能够改善 T1DM 小鼠异常脂代谢。

2.4 金银花黄酮提取物对糖尿病小鼠 SOD、GSH、CAT、MDA 的影响

图 4 反映了金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠氧化应激相关指标的影响, 与正常组相比, 模型组小鼠肝脏中 SOD、GSH、CAT 含量均极显著下降($P<0.01$), MDA 含量极显著升高($P<0.01$), 经金银花黄酮提取物治疗后可有效恢复 T1DM 小鼠的氧化应激水平。有研究显示, 经治疗后的 T2DM 大鼠 SOD、GSH、CAT、MDA 水平均得到恢复, 与模型组差异极显著($P<0.01$), 可见, 金银花黄酮提取物能够通过改善机体氧化应激相关酶水平从而发挥降血糖作用^[27]。

2.5 金银花黄酮提取物对糖尿病小鼠 TNF- α 、IL-1 β 、IL-8、IL-6 的影响

图 5 为金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠 TNF- α 、IL-1 β 、IL-8 和 IL-6 的影响, 由图 5 可知, 与正常组相比, 模型组 T1DM 小鼠炎症因子含量均有升高, 极显著高于正常组($P<0.01$), 而经金银花黄酮提取物治疗后的 T1DM 小鼠炎症因子水平均极显著下降($P<0.01$), 且高剂量组效果与阳性组相当。表明金银花黄酮提取物能够降低 T1DM 小鼠炎症的发生。吕品等^[28]通过网络药理学研究指出, 金银花具有抗炎抗菌活性, 由此也印证了本文的实验结果。因此, 金银花黄酮提取物能够降低 T1DM 小鼠的炎症反应, 有助于治疗糖尿病。

2.6 金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠肝脏的影响

图 6 为金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠肝脏的影响, HE 染色结果显示模型组小鼠肝细胞肿胀, 排列紊乱, 肝小叶结构消失, 细胞内出现大量脂肪空泡, 局部伴有炎症细胞浸润, 出现了明显的肝损伤, 而金银花黄酮提取物组肝脏结构基本正常, 细胞内有少量脂肪空泡及脂滴, 炎症细胞浸润较少, 可见, 金银花黄酮提取物能够明显减轻模型小鼠肝脏结构的改变, 病理损伤明显减轻。刘畅等^[29]基于网络药理学, 对金银花对大鼠急性酒精性肝损伤进行了研究, 认为金银

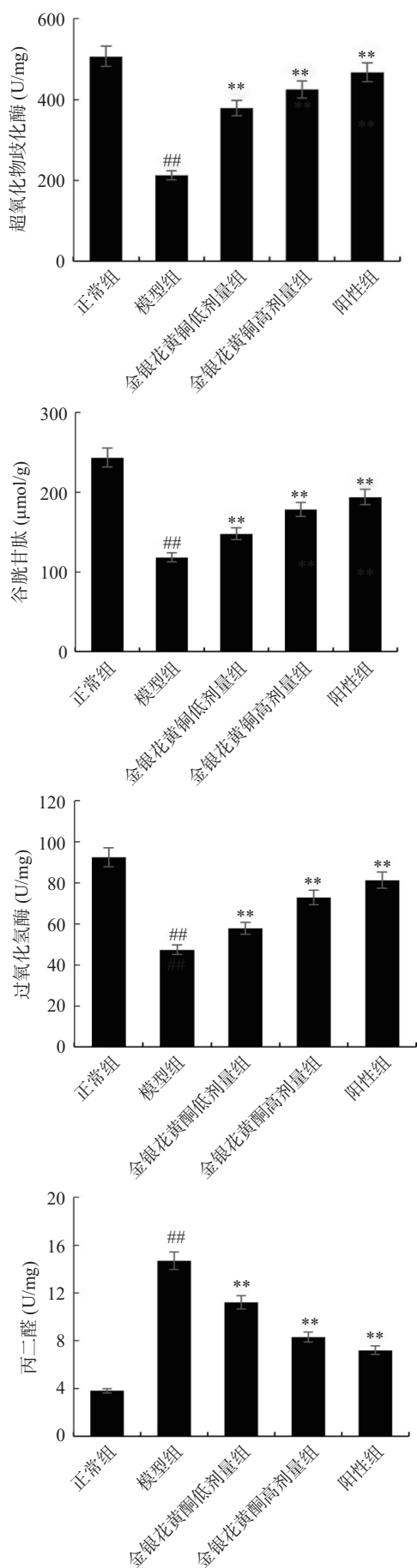


图4 金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠 SOD、GSH、CAT、MDA 的影响

Fig.4 Effects of flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. on SOD, GSH, CAT and MDA in T1DM mice

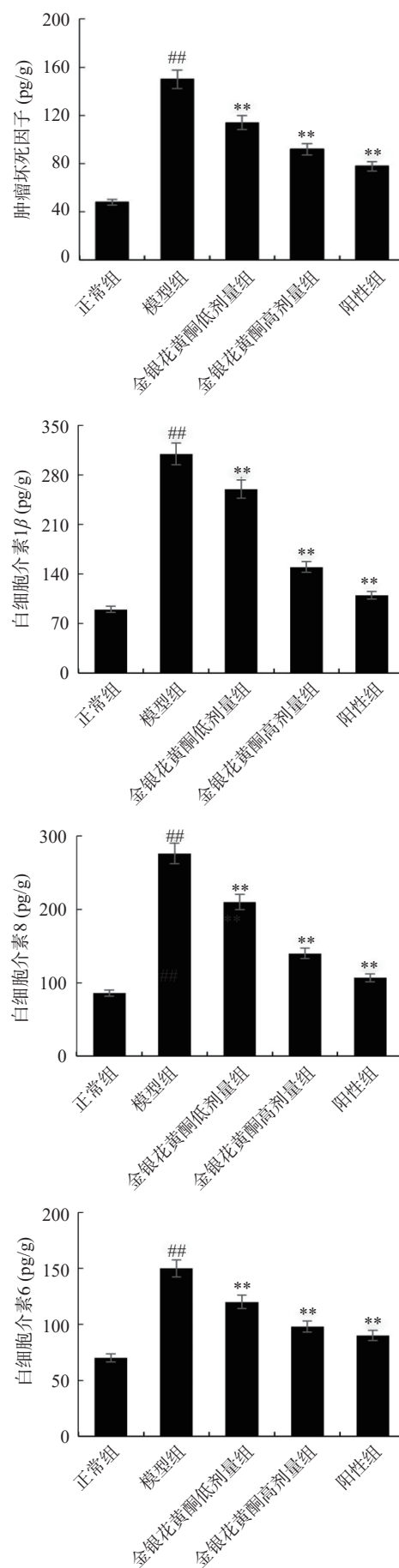


图5 金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠 TNF- α 、IL-1 β 、IL-8 and IL-6 的影响

Fig.5 Effects of flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. on TNF- α , IL-1 β , IL-8 and IL-6 in T1DM mice

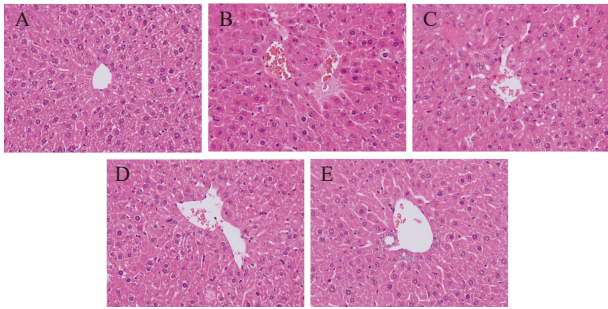


图 6 金银花黄酮提取物对 T1DM 小鼠肝脏的影响

Fig.6 Effects of flavonoid extract from *Lonicera japonica* Thunb. on liver of T1DM mice

注: A: 正常组; B: 模型组; C: 金银花黄酮提取物低剂量组; D: 金银花黄酮提取物高剂量组; E: 阳性组。

花对肝损伤具有一定的改善作用,与本文的研究结果相符。

3 讨论与结论

近年来,研究者们不断地从金银花中分离提取出有机酸类、挥发油类、黄酮类等化合物,在刘昌平^[30]的研究中发现,金银花中黄酮类化合物的含量约占金银花干重的 7.2%。本实验中,测得所提取的总黄酮含量为 44.3 mg/g。由此可见,黄酮类化合物在金银花中含量较高,而且黄酮类物质有许多生理活性,还具有用量少、安全无毒等优点,因此,对金银花的开发前景较为广阔。

黄酮类物质易溶于乙酸乙酯中,因此在提取时选用乙酸乙酯进行萃取。实验结果显示,金银花黄酮提取物能够缓解 T1DM 小鼠体重的下降,降低其 FBG,提高 OGTT,表现出良好的降血糖作用。梅桂雪等^[31]研究发现,黄酮类化合物可以通过抑制美拉德反应,增强机体对葡萄糖的摄取,抑制醛糖还原酶,促进胰岛素的分泌,控制胰岛素敏感性,作用于血管紧张素,抑制 α -葡萄糖苷酶,类胰岛素作用等,发挥防治糖尿病的作用。朱小峰等^[32]对金银花不同提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制活性进行了研究,结果表明金银花水提取物对其抑制率较低,而总浸膏和乙酸乙酯提取物的抑制率可高达 108.09% 和 102.81%,可见金银花乙酸乙酯提取物即黄酮类物质在体外表现出一定的降血糖活性。金银花黄酮提取物还显示出良好的调节 T1DM 小鼠脂代谢相关指标 TC、TG、HDL-C、LDL-C 的效果,有研究报道,金银花水提取物能够显著降低高血脂小鼠的 TC、TG 水平,并调节脂代谢相关蛋白的表达^[33]。王强等^[34]研究发现金银花黄酮提取物(4.2 g/kg)可使高脂血症大鼠血清及肝组织 TG 水平明显降低。这些均与本文研究结果一致。

糖尿病在发生过程中常伴随着炎症反应,研究人员在糖尿病早期的肥胖小鼠体内,发现巨噬细胞侵入胰腺,并释放出大量促炎蛋白,从而破坏了产生胰岛素的 β 细胞^[35]。可见,炎症引起的免疫反应,会影响胰岛素分泌情况,进而导致糖尿病的发生。而糖尿病反过来,又会进一步恶化炎症。本实验测定了金银

花黄酮提取物对小鼠炎症因子 TNF- α 、IL-1 β 、IL-8 和 IL-6 的影响,结果显示金银花黄酮提取物能够有效地抑制糖尿病引起的炎症反应。本文又检测了 T1DM 小鼠肝脏组织的病理变化,模型组小鼠肝脏局部伴有炎症细胞浸润,出现了明显的肝损伤,而金银花黄酮提取物治疗后改善了炎症细胞浸润状态,可见,金银花黄酮提取物能够明显减轻 T1DM 小鼠肝脏炎症。有研究指出,抑制 T1DM 小鼠炎症反应,可以有效抑制胰岛细胞凋亡,保护胰岛 β 细胞,减轻其糖尿病症状^[36-37]。这与本研究结果相符。

因此,金银花黄酮提取物具有良好的降血糖活性,并能够改善 T1DM 小鼠异常脂代谢、炎症以及肝脏损伤。该研究可为金银花黄酮的开发与利用提供新的思路,但其对糖尿病的治疗机制研究还较为浅显,后续可对金银花黄酮提取物的降血糖机制进行进一步深入研究。

参考文献

- [1] XIONG J H, LI S C, WANG W J, et al. Screening and identification of the antibacterial bioactive compounds from Honeysuckle leaves[J]. *Food Chem*, 2013, 138: 327-333.
- [2] 付晶晶,肖海芳,宋元达.金银花等 6 种植物提取物总黄酮含量与抗氧化性相关性研究[J]. *食品与机械*, 2017, 33(6): 159-163. [FU J J, XIAO H F, SONG Y D. Study on the correlation between total flavonoids content and antioxidant activity of 6 kinds of plant extracts including honeysuckle[J]. *Food and Machinery*, 2017, 33(6): 159-163.]
- [3] 刘晓龙,李春燕,薛金涛.金银花主要活性成分及药理作用研究进展[J]. *新乡医学院学报*, 2021, 38(10): 992-995. [LIU X L, LI C Y, XUE J T. Research progress on main active components and pharmacological effects of honeysuckle[J]. *Journal of Xinxiang Medical College*, 2021, 38(10): 992-995.]
- [4] 杨兰,刘东波,舒利,等.不同基源“金银花”的功能和应用研究进展[J]. *食品与机械*, 2020, 36(1): 10-19. [YANG L, LIU D B, SHU L, et al. Research progress on the function and application of “Honeysuckle” from different sources[J]. *Food and Machinery*, 2020, 36(1): 10-19.]
- [5] 朱文卿,任汉书,郑媛媛,等.金银花的功能性成分及其生物活性研究进展[J]. *食品工业科技*, 2021(13): 412-426. [ZHU W Q, REN H S, ZHENG Y Y, et al. Research progress on functional components and biological activities of honeysuckle[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2021(13): 412-426.]
- [6] 李康宁,宋志领,贾利龙,等.金银花黄酮提取物对 LPS 诱导的急性前部葡萄膜炎小鼠的抗炎作用及其机制[J]. *吉林大学学报(医学版)*, 2021, 47(4): 978-983. [LI K N, SONG Z L, JIA L L, et al. Anti-inflammatory effect of honeysuckle extract on LPS-induced acute anterior uveitis in mice and its mechanism[J]. *Journal of Jilin University (Medical Edition)*, 2021, 47(4): 978-983.]
- [7] 朱炯霖,李红,秦圆,等.金银花黄酮提取物制备纳米银及其对织物的抗菌性能[J]. *大连工业大学学报*, 2021, 40(5): 339-344. [ZHU J L, LI H, QIN Y, et al. Nano-silver preparation from honeysuckle extract and its antibacterial properties on fabrics[J]. *Journal of Dalian University of Technology*, 2021, 40(5): 339-344.]

- [8] 杨娟,于晓涛,郭丽娜,等.基于网络药理学的金银花抗炎作用机制研究[J].中医药信息,2020,37(3):9-13. [YANG J, YU X T, GUO L N, et al. Study on the anti-inflammatory mechanism of honeysuckle based on network pharmacology[J]. Chinese Medicine Information, 2020, 37(3): 9-13.]
- [9] 朱国栋,陈云波,潘凤,等.金银花中黄酮类化合物的研究进展[J].广东化工,2017,44(15):184-185. [ZHU G D, CHEN Y B, PAN F, et al. Research progress of flavonoids in honeysuckle[J]. Guangdong Chemical Industry, 2017, 44(15): 184-185.]
- [10] 赵琰玲,尹莲.金银花化学成分与有效成分提取研究进展[J].医药导报,2007,26(5):521-523. [ZHAO Y L, YIN L. Research progress on the extraction of chemical constituents and active ingredients of honeysuckle[J]. Journal of Medicine, 2007, 26(5): 521-523.]
- [11] ZHANG J, SUN L, DONG Y, et al. Chemical compositions and α -glucosidase inhibitory effects of anthocyanidins from blueberry, blackcurrant and blue honeysuckle fruits[J]. Food Chemistry, 2019, 299: 125102.
- [12] POWELL W E, HANNA S J, HOCTER C N, et al. Loss of CXCR3 expression on memory B cells in individuals with long-standing type 1 diabetes[J]. Diabetologia, 2018, 61(1): 1794-1803.
- [13] 徐杰,王敏,宋瑞,等.药源性糖尿病发病机制的研究进展[J].药学进展,2021,45(9):707-714. [XU J, WANG M, SONG R, et al. Research progress on the pathogenesis of drug-induced diabetes[J]. Advances in Pharmacy, 2021, 45(9): 707-714.]
- [14] 胡晗,田彩云,张国远,等.肝源性糖尿病发病机制的最新进展[J].临床肝胆病杂志,2021,37(2):429-432. [HU H, TIAN C Y, ZHANG G Y, et al. The latest progress in the pathogenesis of hepatic diabetes[J]. Journal of Clinical Hepatobiliary Diseases, 2021, 37(2): 429-432.]
- [15] 季芳.糖尿病药物治疗的研究进展[J].山西医药杂志,2020,49(19):2582-2584. [JI F. Research progress in drug treatment of diabetes[J]. Shanxi Medical Journal, 2020, 49(19): 2582-2584.]
- [16] 陈木天.治疗糖尿病,药物知多少[J].养生大世界,2006(12):66-67. [CHEN M T. Treatment of diabetes, how much do you know about drugs[J]. The World of Health, 2006(12): 66-67.]
- [17] 刘金磊,邓皮凯,邓仕英.金银花中绿原酸提取工艺研究[J].山东化工,2021,50(5):5-6. [LIU J L, DENG P K, DENG S Y. Study on the extraction process of chlorogenic acid from honeysuckle[J]. Shandong Chemical Industry, 2021, 50(5): 5-6.]
- [18] 许丹丹,王晓君,陈宇.多指标综合评价法优化金银花枝叶的提取工艺研究[J].浙江中医杂志,2020,55(7):541-542. [XU D D, WANG X J, CHEN Y. Study on optimization of extraction process of honeysuckle branches and leaves by multi-index comprehensive scoring method[J]. Zhejiang Journal of Traditional Chinese Medicine, 2020, 55(7): 541-542.]
- [19] 田存章,贺新平,曹乐乐,等.金银花叶总黄酮不同提取方法比较及其抗氧化活性研究[J].生物化工,2021,7(4):53-56. [TIAN C Z, HE X P, CAO L L, et al. Comparison of different extraction methods and antioxidant activity of total flavonoids from honeysuckle leaves[J]. Biochemical Engineering, 2021, 7(4): 53-56.]
- [20] 刘玉明,李珂娟,何颖,等. $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3\text{-NaOH}$ 比色法测定枇杷花水提液中总黄酮含量[J].中华中医药学刊,2018,36(1):248-251. [LIU Y M, LI K X, HE Y, et al. Determination of total flavonoids in loquat flower water extract by $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3\text{-NaOH}$ colorimetric method[J]. Zhonghua Journal of Traditional Chinese Medicine, 2018, 36(1): 248-251.]
- [21] 皮建辉,谭娟,胡朝曦,等.金银花黄酮对小鼠免疫调节作用的研究[J].中国应用生理学杂志,2015,31(1):89-92. [PI J H, TAN J, HU C T, et al. Study on the immunoregulatory effect of honeysuckle flavonoids on mice[J]. Chinese Journal of Applied Physiology, 2015, 31(1): 89-92.]
- [22] 王秋丹,赵凯迪,林长青.葛根多糖抗氧化性及其降血糖作用研究[J].食品工业科技,2022,43(5):381-388. [WANG Q D, ZHAO K D, LIN C Q. Antioxidative activity and hypoglycemic effect of pueraria polysaccharides[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(5): 381-388.]
- [23] 管立军,李家磊,王昆仑,等.乳酸菌发酵对刺五加叶活性成分、体外抗氧化作用与降血糖相关酶的影响[J].食品工业科技,2022,43(7):155-162. [GUAN L J, LI J L, WANG K L, et al. Effects of lactic acid bacteria fermentation on active components, antioxidant effects and hypoglycemic related enzymes of *Acanthopanax senticosus* leaves *in vitro*[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(7): 155-162.]
- [24] 杨思,王菲,王晶,等.苦荞黄酮降血糖作用研究[J].潍坊医学院学报,2020,42(1):69-71,82. [YANG S, WANG F, WANG J, et al. Study on the hypoglycemic effect of tartary buckwheat flavonoids[J]. Journal of Weifang Medical College, 2020, 42(1): 69-71,82.]
- [25] 齐欣,路欣彤,林长青,等.紫苏叶提取物对1型糖尿病小鼠降血糖作用[J].食品与机械,2021,37(11):153-158. [QI X, LU X T, LIN C Q, et al. Hypoglycemic effect of perilla leaf extract on type 1 diabetic mice[J]. Food and Machinery, 2021, 37(11): 153-158.]
- [26] 王佳慧.川木瓜黄酮降糖复配物制备及对小鼠糖脂代谢影响[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2020. [WANG J H. Preparation of Sichuan papaya flavonoids hypoglycemic compound and its effect on glucose and lipid metabolism in mice[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2020.]
- [27] 赵凯迪,王秋丹,林长青.菊花多糖对2型糖尿病大鼠的降血糖作用[J].食品与机械,2022,38(1):168-174. [ZHAO K D, WANG Q D, LIN C Q. Hypoglycemic effect of chrysanthemum polysaccharide on type 2 diabetic rats[J]. Food and Machinery, 2022, 38(1): 168-174.]
- [28] 吕品,李晓天.基于体外试验和网络药理学研究金银花抗炎抗菌活性及分子机制[J].中国现代应用药学,2021,38(14):1678-1685. [LV P, LI X T. Study on anti-inflammatory and antibacterial activity and molecular mechanism of honeysuckle based on *in vitro* experiments and network pharmacology[J]. China Modern Applied Pharmacy, 2021, 38(14): 1678-1685.]
- [29] 刘畅,丁晶鑫,周英,等.基于网络药理学的金银花对大鼠急性酒精性肝损伤的保护作用研究[J].中国中药杂志,2021,46(17):4531-4540. [LIU C, DING J X, ZHOU Y, et al. Study on

the protective effect of honeysuckle on acute alcoholic liver injury in rats based on network pharmacology[J]. *China Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2021, 46(17): 4531–4540.]

[30] 刘昌平. 金银花黄酮的抗氧化活性分析[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(20): 9483–9484. [LIU C P. Antioxidative activity analysis of honeysuckle flavonoids[J]. *Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(20): 9483–9484.]

[31] 梅桂雪, 孙捷, 殷姝君, 等. 黄酮类化合物防治糖尿病及其并发症的研究进展[J]. *食品与药品*, 2018, 20(4): 307–312. [MEI G X, SUN J, YIN S J, et al. Research progress of flavonoids in the prevention and treatment of diabetes and its complications[J]. *Food and Drugs*, 2018, 20(4): 307–312.]

[32] 朱小峰, 朱晓娣, 王金梅. 封丘产金银花不同提取物的体外抗氧化、抗凝血及 α -葡萄糖苷酶抑制活性研究[J]. *中国药房*, 2016, 27(34): 4804–4806. [ZHU X F, ZHU X D, WANG J M. Antioxidative, anticoagulant and α -glucosidase inhibitory activities of different extracts of honeysuckle produced in Fengqiu *in vitro*[J]. *China Pharmacy*, 2016, 27(34): 4804–4806.]

[33] 朱琪, 曾立, 李庚喜, 等. 金银花水提取总黄酮对高血脂小鼠的降血脂机制研究[J]. *中国预防医学杂志*, 2020, 21(7): 737–743. [ZHU Q, ZENG L, LI G X, et al. Study on the hypolipidemic

mechanism of total flavonoids extracted from honeysuckle water on hyperlipidemia mice[J]. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, 2020, 21(7): 737–743.]

[34] 王强, 陈东辉, 邓文龙, 等. 金银花提取物对血脂与血糖的影响[J]. *中药药理与临床*, 2007, 23(3): 40–42. [WANG Q, CHEN D H, DENG W L, et al. Effects of honeysuckle extract on blood lipids and blood sugar[J]. *Chinese Materia Medica and Clinical*, 2007, 23(3): 40–42.]

[35] WEI Y, YUN S L, YI D, et al. Expansion of islet-resident macrophages leads to inflammation affecting β cell proliferation and function in obesity[J]. *Cell Metabolism*, 2019, 29(2): 457–474.

[36] GM A, PM A, RZA B, et al. Abnormal cannabidiol ameliorates inflammation preserving pancreatic beta cells in mouse models of experimental type 1 diabetes and beta cell damage[J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2022(145): 112361.

[37] WANG Y, CHEN J, SANG T, et al. NAG-1/GDF15 protects against streptozotocin-induced type 1 diabetes by inhibiting apoptosis, preserving beta-cell function, and suppressing inflammation in pancreatic islets[J]. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2022, 549: 111643.