

裂叶荨麻对糖尿病小鼠 肝脏损伤的保护作用

杨文娟¹,程世蕊¹,马养民^{2,*},龚 频¹,何亚娟¹,胡 媛¹,毛跟年¹

(1.陕西科技大学食品与生物工程学院,陕西西安 710021;

2.陕西科技大学化学与化工学院,教育部轻工助剂化学与技术重点实验室,陕西西安 710021)

摘要:目的:研究裂叶荨麻70%乙醇提取物对糖尿病小鼠肝脏损伤的保护作用。方法:采用腹腔注射链脲佐菌素(STZ)构建Ⅱ型糖尿病小鼠模型。将糖尿病小鼠随机分为模型组、裂叶荨麻70%乙醇提取物低、中、高剂量组(100、200、400 mg/kg),以健康ICR小鼠作为空白组,除空白组、模型组灌胃生理盐水外,各药物组灌胃不同剂量荨麻提取物,连续30 d,计算各组小鼠肝脏指数;HE染色观察小鼠肝脏组织病理变化,测定肝脏丙二醛(MDA)及蛋白羰基化(PCO)含量,测定超氧化物歧化酶(SOD)及过氧化氢酶(CAT)活力。结果:模型组小鼠肝脏指数增大,肝脏组织出现明显病理损伤,MDA、PCO含量明显增加($p < 0.01$),SOD、CAT活性明显下降($p < 0.01$);与模型组相比,裂叶荨麻70%乙醇提取物能不同程度降低肝脏指数($p < 0.01$),减少MDA、PCO含量($p < 0.05$),提高SOD、CAT活性($p < 0.01$),改善肝脏氧化损伤。结论:裂叶荨麻70%乙醇提取物对糖尿病小鼠的肝脏具有保护作用,其保护机制可能与抗氧化作用有关。

关键词:裂叶荨麻,糖尿病,肝脏,抗氧化

Protective Effect of *Urtica fissa* on the Liver Injury in Diabetic Mice

YANG Wen-juan¹, CHENG Shi-rui¹, MA Yang-min^{2,*}, GONG Pin¹, HE Ya-juan¹, HU Yuan¹, MAO Gen-nian¹

(1.School of Food and Biological Engineering, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China;

2.College of Chemistry and Chemical Engineering, Shaanxi University of Science & Technology, Key Laboratory of Auxiliary Chemistry & Technology for Chemical Industry, Ministry of Education, Xi'an 710021, China)

Abstract: Objective: To investigate the protective effect of 70% ethanol extract of *Urtica fissa* on the liver injury in diabetic mice. Methods: Type 2 diabetes mellitus model was induced by intraperitoneal injection of streptozotocin in mice. The diabetic mice were randomly divided into 4 groups: model group, 70% ethanol extract of *Urtica fissa* low groups (100 mg/kg), medium groups (200 mg/kg), high groups (400 mg/kg), and the normal mice were the control group. control group and model group were administrated with normal saline, and five groups mice were continuously administered for 30 days. The liver index of mice was calculated, and the liver pathological change were observed by HE stain. The contents of malondialdehyde (MDA) and protein carbonyl of (PCO), the activities of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) in the liver were detected. Results: Compared with the control group, the liver index of mice in model groups increased, the liver tissue was obviously injured, the contents of MDA and PCO were significantly increased ($p < 0.01$), the activities of SOD and CAT were reduced ($p < 0.01$). Compared with the model group, 70% ethanol extract of *Urtica fissa* groups showed obviously decreased the liver index of mice ($p < 0.01$), the contents of MDA and PCO were reduced ($p < 0.05$), the activities of SOD and CAT were increased ($p < 0.01$). Conclusion: 70% ethanol extract of *Urtica fissa* can observably protect the liver of diabetic mice, and the mechanism may be related to antioxidation effect.

Key words: *Urtica fissa*; diabetes; liver; antioxidation

中图分类号: TS255.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2019)11-0313-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2019.11.052

引文格式: 杨文娟,程世蕊,马养民,等.裂叶荨麻对糖尿病小鼠肝脏损伤的保护作用[J].食品工业科技,2019,40(11): 313-317.

收稿日期: 2018-10-12

作者简介: 杨文娟(1980-),女,博士研究生,讲师,研究方向:中药有效成分及活性研究, E-mail: yangwenjuan@sust.edu.cn.

* 通讯作者: 马养民(1963-),男,博士,教授,研究方向:天然产物化学及生物活性研究, E-mail: mayangmin@sust.edu.cn.

基金项目: 国家自然科学基金(81803698);陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2017JM8079);陕西省缺血性心血管疾病重点实验室开放基金(2016ZDKF-05);2018年陕西科技大学大学生创新创业项目(2018001)。

荨麻属(*Urtica* L.)植物是一类国内外广泛分布具有药食用价值的植物。欧洲国家将异株荨麻(*Urtica dioica* L.)开发为绿色蔬菜、果汁、冻干产品等食用形式^[1],其叶、茎、根、种子中含有 α 亚麻酸、亚油酸等脂肪酸及叶黄素、 β -胡萝卜素等9种类胡萝卜素^[2]。我国陕西、贵州等地区裂叶荨麻(*Urtica fissa* E.Pritz.)茎叶亦富含蛋白质、脂肪、维生素C、钙、硒及除色氨酸外人体必需氨基酸,具有较高的营养价值^[3],且Hg、Pb、As含量均未超过蔬菜的卫生限量标准,属于可食安全范围^[4],荨麻可列入保健食品资源之一^[5]。此外,荨麻全草具有祛风通络、活血止痛、平肝定惊等功效,近年来用于风湿性关节炎、前列腺疾病、糖尿病等病的治疗,具有显著的药用价值。裂叶荨麻是荨麻的主要植物来源,含有黄酮类、木脂素类、维生素、鞣质等成分,研究表明荨麻提取物对 α -葡萄糖苷酶有一定抑制作用^[6],水提物及醇提物对NOD大鼠具有明显的降血糖作用,其药效与提取工艺相关^[7]。荨麻中多酚、鞣质等成分能够调节小鼠体内SOD、CAT、GSH活性和MDA水平^[8],对 $O_2^{\cdot-}$ 、 OH^{\cdot} 、 H_2O_2 有清除作用,具有较强的体外清除自由基能力^[9]。

糖尿病是危害人体健康的非传染性慢性疾病之一,持续高血糖状态可造成肝脏损伤,据报道,糖尿病患者中肝病发病率约50%^[10]。由于肝脏代偿作用较强,早期糖尿病并发肝脏损伤不明显,但其累积效应会导致肝功能丧失而危及生命^[11-12]。现代医学研究表明糖尿病性肝病病因与高糖诱导的氧化应激异常有关,引起机体特异性免疫反应,以致糖脂代谢紊乱、微血管病变及微循环障碍^[13]。目前关于裂叶荨麻对糖尿病引起肝脏损伤的保护作用未见报道。

本研究采用STZ诱导构建II型糖尿病小鼠模型,从氧化应激角度探讨裂叶荨麻在糖尿病性肝损伤的保护作用,以期裂叶荨麻相关保健产品的开发提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

清洁级ICR小鼠 60只,雄性,体质量(20 ± 2)g,由西安交通大学医学院动物实验中心提供,动物生产许可证号SCXK(陕)2017-003,自由饮食饮水,12h交替光照,SPF环境饲养;裂叶荨麻药材 采自陕西省旬阳县,经陕西中医药大学颜永刚教授鉴定为荨麻科裂叶荨麻(*Urtica fissa* E.Pritz.)的根茎;链脲佐菌素(STZ) 美国Sigma公司,溶解于0.1 mol/L(pH4.4)柠檬酸盐缓冲液,临用前配制;ACCU-CHEK活力型血糖试纸 罗氏诊断试剂公司;考马斯亮蓝G-250 瑞士阿达玛斯公司;SOD、MDA、CAT试剂盒 南京建成生物工程研究所;其他试剂均为分析纯。

全活力血糖仪 德国罗氏公司;Varioskan Flash全波长扫描式多功能读数仪 芬兰THERMO;BSASS2S电子天平 德国赛多利斯科学仪器有限公司;PHS-3C精密PH计 上海仪电科学仪器股份有

限公司;WH3微型涡旋混合仪 上海沪西分析仪器厂有限公司;DM2500/DFC正置式显微镜 德国Leica。

1.2 实验方法

1.2.1 裂叶荨麻提取物的制备 取裂叶荨麻根茎适量,粉碎,过40目筛,10倍量70%乙醇回流提取2次,每次1h,减压浓缩,冻干($-50^{\circ}C$,6h),临用前配制1g生药/mL的溶液。

1.2.2 动物模型的建立及给药 健康ICR小鼠60只,适应性饲养7d,随机取10只作为空白组,其余小鼠禁食12h后,腹腔注射STZ溶液(75mg/kg),连续注射2d,1次/d,72h后小鼠尾静脉取血测空腹血糖,血糖值高于11.1mmol/L即为造模成功。取造模成功的小鼠40只随机分为模型组、荨麻低剂量组(100mg/kg)、荨麻中剂量组(200mg/kg)、荨麻高剂量组(400mg/kg),每组10只;空白组和模型组给予生理盐水,各药物组按照相应剂量灌胃,给药量均为0.1mL/10g,1次/d,连续给药30d。

1.2.3 体质量和肝脏指数的测定 小鼠体质量的测定:于实验的第0、5、10、15、20、25、30d测定小鼠体质量,并记录。

肝脏指数的测定:末次给药后小鼠脱颈椎处死,迅速取出肝脏,冷生理盐水漂洗,称湿重,计算肝脏指数。

肝脏指数(%)=(肝脏质量/体质量) \times 100

1.2.4 肝脏组织病理观察 取相同部位肝脏组织,生理盐水冲洗后用10%中性甲醛固定,石蜡包埋,切片厚度5 μ m,苏木素-伊红(HE)染色,光学显微镜下进行组织病理观察。

1.2.5 MDA、PCO含量及SOD、CAT活性的测定 取适量肝脏制备10%的肝组织匀浆,3000r/min离心10min,取上清,测定MDA、PCO含量及SOD、CAT活性,肝脏蛋白羰基化程度用2,4-二硝基苯肼法测定,其余指标测定的具体操作按照试剂盒方法进行。

1.3 统计学处理

采用Origin 8.5作图,SPSS 19.0软件进行统计学分析,组间比较采用ANOVA分析, $p < 0.05$ 为差异具有统计学意义, $p < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 裂叶荨麻对糖尿病小鼠体质量和肝脏指数的影响

如图1所示,给药前各组小鼠体质量较为均一,空白组小鼠体质量增长趋势符合小鼠生长规律,模型组小鼠由于STZ造成胰岛细胞损伤,血糖升高,体质量增长明显减缓,与糖尿病“三多一少”中体重减少的临床症状相符;裂叶荨麻各剂量组小鼠从给药15d起,体质量出现明显增长趋势,高剂量组小鼠给药30d时的体质量接近正常小鼠,表明裂叶荨麻提取物可以一定程度缓解糖尿病引起的体重降低。

由图2可知,与空白组相比,模型组小鼠的肝脏指数增加($p < 0.01$),表明糖尿病小鼠肝脏可能出现严重损伤,引起肝脏质量增大;与模型组相比,裂叶荨麻高、中剂量组小鼠肝脏指数显著低于模型组

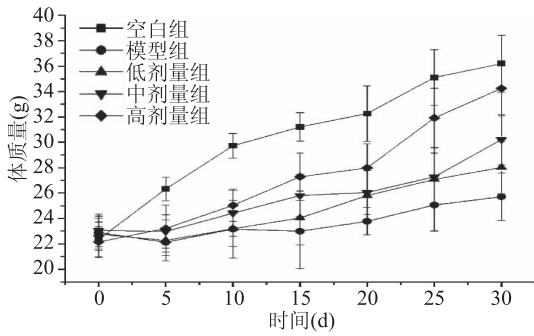


图1 裂叶荨麻对小鼠体质量的影响($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

Fig.1 Effects of *Urtica fissa*

on body weight of mice($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

($p < 0.01, p < 0.05$),表明经裂叶荨麻提取物处理后,糖尿病小鼠的肝脏损伤有一定程度改善。

2.2 裂叶荨麻对糖尿病小鼠肝脏组织形态的影响

如图3所示,空白组小鼠肝小叶结构正常,排列整齐,围绕中央静脉向四周放射状排列,肝细胞多角形,无肿胀,细胞中间有圆形细胞核(★);模型组小鼠可见肝小叶界限不清,肝细胞排列紊乱,出现肿胀、气泡样病变(☆),细胞密度减低,形态不规则,有大量炎性细胞浸润。荨麻各剂量组治疗后肝脏病变有不同程度减轻,细胞肿胀减轻(▲),高、中剂量组

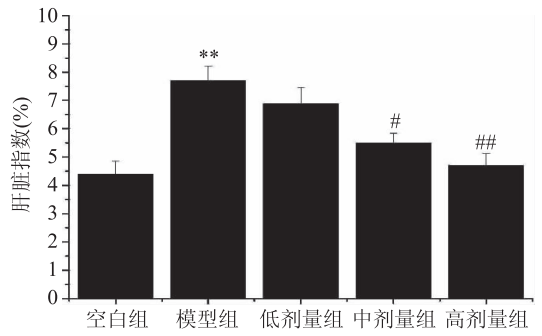


图2 裂叶荨麻对小鼠肝脏指数的影响($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

Fig.2 Effects of *Urtica fissa*

on liver index of mice($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

注: *:与空白组相比, $p < 0.05$; **:与空白组相比, $p < 0.01$; #:与模型组相比, $p < 0.05$;

##:与模型组比较, $p < 0.01$;图4~图7同。

缓解作用较明显。由此可知,裂叶荨麻能够缓解糖尿病小鼠肝脏形态病理损伤,具有一定程度保护作用。

2.3 裂叶荨麻对糖尿病小鼠肝脏氧化损伤指标的影响

如图4所示,模型组糖尿病小鼠肝脏组织脂质过氧化物MDA增多,与空白组相比,有显著性差异

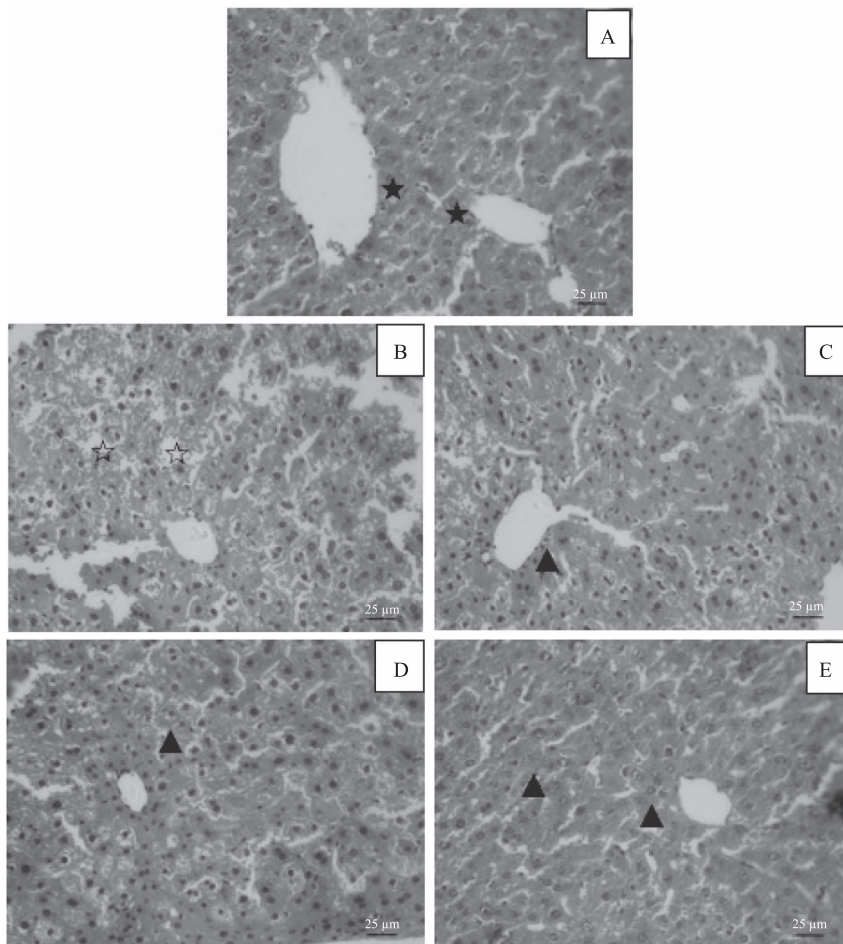


图3 裂叶荨麻对糖尿病小鼠肝脏形态组织学改变的影响(HE,200×)

Fig.3 Effects of *Urtica fissa* on histological morphology of livers in diabetic mice(HE, ×200)

注:A.空白组;B.模型组;C~E.裂叶荨麻低、中、高剂量组。

($p < 0.05$), 经荨麻提取物处理后, 可以减少肝组织 MDA 的生成, 高剂量组差异有显著性 ($p < 0.05$), 表明糖尿病可以诱发肝脏的脂质过氧化反应, 而裂叶荨麻可以抑制体内的脂质过氧化物的产生。

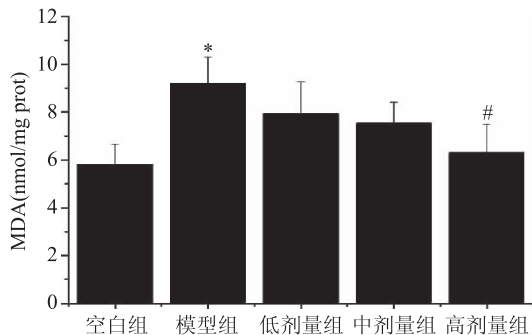


图4 裂叶荨麻对糖尿病小鼠

肝脏脂质过氧化的影响 ($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

Fig.4 Effects of *Urtica fissa* on lipid peroxidation on livers of diabetic mice ($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

由图5可知, 糖尿病组小鼠 PCO 含量增加, 与空白组相比, 差异极显著 ($p < 0.01$), 表明糖尿病对肝脏蛋白质产生明显损伤, 而裂叶荨麻各剂量组能够降低体内 PCO 水平, 高剂量组保护作用具有统计学意义 ($p < 0.05$)。结果表明, 糖尿病可以加速肝脏蛋白质羧基化^[14], 而裂叶荨麻可以减轻肝脏蛋白质氧化应激状态。

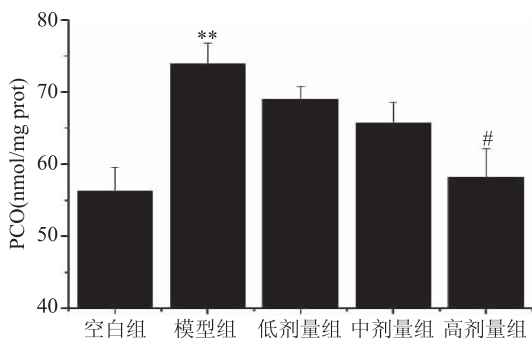


图5 裂叶荨麻对糖尿病小鼠

肝脏蛋白羧基化的影响 ($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

Fig.5 Effects of *Urtica fissa* on protein carbonylation on livers of diabetic mice ($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

2.4 裂叶荨麻对糖尿病小鼠肝脏抗氧化酶活性的影响

如图6所示, 与空白组相比, 糖尿病组小鼠 SOD 活力降低, 差异极显著 ($p < 0.01$), 裂叶荨麻各剂量组能够恢复酶的活性, 提高 SOD 水平, 高、中剂量组保护作用显著 ($p < 0.01, p < 0.05$), 表明糖尿病显著抑制了肝脏超氧化物歧化酶的活性, 而裂叶荨麻可以减轻肝脏氧化应激状态。

由图7可知, 模型组糖尿病小鼠肝脏 CAT 活性明显降低, 与空白组相比, 差异极显著 ($p < 0.01$), 而裂叶荨麻各剂量组可以延缓肝脏组织 CAT 活力的降低, 各剂量组均有显著性差异 ($p < 0.01, p < 0.05$), 表明糖尿病降低了肝脏过氧化氢酶的活性, 裂叶荨麻可以一定程度恢复酶的活性, 缓解 CAT 的降低。

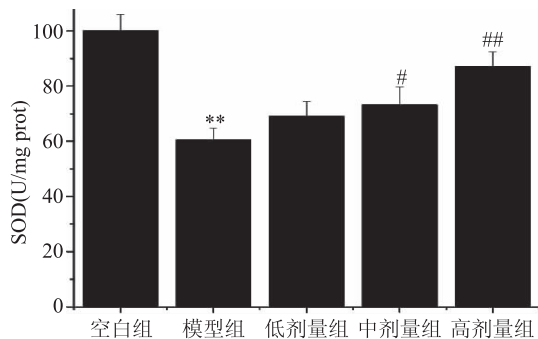


图6 裂叶荨麻对糖尿病小鼠肝脏超氧化物歧化酶的影响 ($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

Fig.6 Effects of *Urtica fissa* on activity of superoxide dismutase on livers of diabetic mice ($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

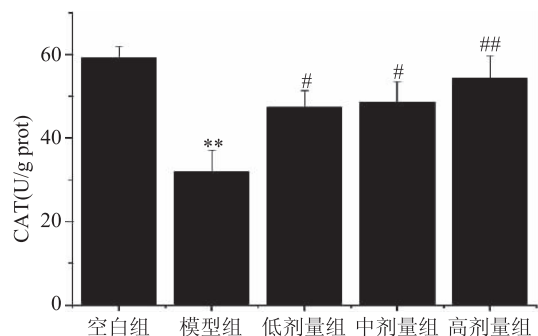


图7 裂叶荨麻对糖尿病小鼠肝脏过氧化氢酶活性的影响 ($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

Fig.7 Effects of *Urtica fissa* on activity of catalase on livers of diabetic mice ($\bar{x} \pm SD, n = 10$)

3 讨论与结论

糖尿病长期高血糖状态可造成代谢紊乱, 诱发肝脏、心脏、肾脏等重要脏器损伤, 导致许多并发症的出现^[15]。其中肝病在糖尿病中发病率较高, 高血糖介导的氧化应激在糖尿病性肝脏损伤的发生发展中起着重要作用, 由于血糖累积, 肝脏代偿有限, 最终可发展为非酒精性肝病、肝纤维化、肝硬化等, 严重危及生命^[16-18]。研究表明荨麻中黄酮类、多酚、鞣质等成分能够调节小鼠体内 SOD、CAT、GSH 活性, 减少 MDA、PCO 水平, 也具有较强的体外清除自由基能力^[19]。本研究通过建立 STZ 诱导 II 型糖尿病小鼠模型, STZ 损伤小鼠胰岛 β 细胞, 使胰岛素分泌不足造成糖尿病。糖尿病典型症状为“三多一少”, 即饮食饮水尿量增多、体重减少, 裂叶荨麻提取物能够缓解糖尿病引起的体重减轻, 控制糖尿病小鼠体重, 并且减轻了肝脏损伤, 降低了肝脏指数; 糖脂代谢紊乱可导致肝脏组织形态学改变, 肝细胞受损, 本研究通过 HE 染色观察肝脏组织基本形态, 糖尿病小鼠肝脏细胞排列紊乱, 肿胀明显, 细胞密度减低, 裂叶荨麻高、中剂量组对上述组织病理形态均有所改善, 高剂量组改善作用明显。因此, 从上述生理指标及组织形态学反映出裂叶荨麻具有对糖尿病小鼠肝脏损伤的保护作用。

MDA 是细胞膜脂质过氧化产物之一, 其可进一步与磷脂酰乙醇胺和蛋白质交联, 使细胞脆性增加和变形性降低, 从而导致生物膜结构和功能的改

变^[20], PCO 是蛋白质分子被自由基氧化修饰的一个重要标志物,它产生于活性氧攻击氨基酸分子中的自由氨基或亚氨基后最终生成的 NH₂ 和相应的羰基衍生物,因此,测定 MDA 和 PCO 含量能间接反映氧化应激状态下机体受损伤的程度。实验结果显示,裂叶荨麻减少了 MDA、PCO 含量,具有降低糖尿病小鼠肝脏氧化应激损伤的作用。

SOD 和 CAT 是体内重要的抗氧化酶,是调节机体自由基及活性氧生成的重要因素,而糖尿病代谢紊乱状态导致抗氧化酶活性被破坏^[21-23],糖尿病小鼠的 SOD 和 CAT 活性显著降低,裂叶荨麻提取物可能通过对体内自由基的清除作用,减少氧化物的生成,进而提高肝脏中 SOD 和 CAT 活性,这可能是其保护糖尿病小鼠肝脏损伤的作用机制之一。

综上所述,本实验研究了裂叶荨麻提取物在不同剂量下对肝脏氧化损伤指标及抗氧化酶活性的影响,证明了裂叶荨麻能够显著改善糖尿病小鼠肝脏损伤状态,减轻肝脏病理形态,对肝脏氧化损伤具有明确的缓解作用,这一结论为裂叶荨麻在糖尿病人群的保健食品开发领域提供了新的方向和思路,但有待进一步研究,以期探讨具体物质基础及作用机制。

参考文献

- [1] Upton, Roy. Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): Extraordinary vegetable medicine[J]. Journal of Herbal Medicine, 2013, 3(1): 9-38.
- [2] Guil Guerrero J L, Rebolloso Fuentes M M, Torija Isasa M E. T. Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.) [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2003, 16(2): 111-119.
- [3] 周琼, 黄楠楠, 刘谦. 陕西野生荨麻营养成分的研究[J]. 食品工业, 2011, 32(2): 95-96.
- [4] 李苇洁, 李安定, 贾真真, 等. 裂叶荨麻主要营养成分及重金属安全性评价[J]. 热带亚热带植物学报, 2010, 18(5): 547-551.
- [5] 董艳杰, 张海悦, 郭新丽, 等. 一种新的保健食品资源-狭叶荨麻的开发和应用[J]. 食品工业科技, 2007(12): 213-215.
- [6] Önal S, Timur S, Okutucu B, et al. Inhibition of α -glucosidase by aqueous extracts of some potent antidiabetic medicinal herbs [J]. Preparative Biochemistry and Biotechnology, 2005, 35(1): 29-36.
- [7] Petlevski R, Hadžija M, Slijep Ćević, et al. Effect of 'antidiabetic' herbal preparation on serum glucose and fructosamine in NOD mice [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2001, 75(2-3): 181-184.
- [8] 郑莹, 江培, 王金宏. 荨麻鞣质的体内抗氧化活性研究[J]. 黑龙江医药, 2014, 27(5): 1024-1026.
- [9] 赵芳, 王自军, 宋丽, 等. 荨麻多酚抗氧化性质的研究[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2008(2): 164-166.

[10] Lagani V, Koumakis L, Chiarugi F, et al. A systematic review of predictive risk models for diabetes complications based on large scale clinical studies [J]. Journal of Diabetes and its Complications, 2013, 27(4): 407-413.

[11] 蔡祥增, 李红宁, 章雯, 等. 糖尿病性肝病的临床特点分析[J]. 实用糖尿病杂志, 2014, 10(1): 42-43.

[12] Brouha S S, Nguyen P, Bettencourt R, et al. Increased severity of liver fat content and liver fibrosis in non-alcoholic fatty liver disease correlate with epicardial fat volume in type 2 diabetes: A prospective study [J]. European Radiology, 2018, 28(4): 1345-1355.

[13] Mohamed J, Nafizah A N, Zariyantey A H, et al. Mechanisms of Diabetes-Induced Liver Damage: The role of oxidative stress and inflammation [J]. Sultan Qaboos University Medical Journal, 2016, 16(2): e132.

[14] 李雪梨. 铁过载-2型糖尿病大鼠组织中蛋白质硝化的研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2012.

[15] Mazzotti A, Caletti M T, Marchignoli F, et al. Which treatment for type 2 diabetes associated with non-alcoholic fatty liver disease? [J]. Digestive and Liver Disease, 2017, 49(3): 235-240.

[16] Golalipour M J, Ghafari S, Farsi M M. Effect of *Urtica dioica* L extract on quantitative morphometric alterations of liver parenchymal cells in STZ diabetic rats [J]. International Journal of Morphology, 2009, 27(4): 1339-1344.

[17] Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome [J]. The Journal of Clinical Investigation, 2017, 114(12): 1752-1761.

[18] 肖艳红, 徐倩, 周晓慧, 等. 美味牛肝菌多糖对2型糖尿病大鼠肝损伤的改善作用[J]. 食品工业科技, 2018, 39(11): 297-300, 313.

[19] Ahangarpour A, Mohammadian M, Dianat M. Antidiabetic effect of hydroalcoholic *Urtica dioica* leaf extract in male rats with fructose-induced insulin resistance [J]. Iranian Journal of Medical sciences, 2012, 37(3): 181.

[20] 邢梅梅, 朱晓娣, 邵欣, 等. 牛蒡、桑叶和灵芝改善糖尿病作用研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(23): 338-342.

[21] Coudriet G M, Delmastro-Greenwood M M, Previte D M, et al. Treatment with a catalytic superoxide dismutase (SOD) mimetic improves liver steatosis, insulin sensitivity, and inflammation in obesity-induced type 2 diabetes [J]. Antioxidants, 2017, 6(4): 85.

[22] 谭林, 刘冬恋, 杨春梅, 等. 桑叶总黄酮对2型糖尿病模型大鼠肝脏的保护作用[J]. 食品工业科技, 2016, 37(8): 340-343.

[23] 刘杰, 向燕茹, 丁嘉瑜, 等. 青钱柳抑制 α -葡萄糖苷酶有效成分筛选及其对II型糖尿病小鼠血糖的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(14): 363-365, 369.

(上接第312页)

activity [J]. J Am Coll Cardiol, 2001, 37(2): 608-615.

[22] Petta S, Muratore C, Crax A. Non-alcoholic fatty liver disease pathogenesis: The present and the future [J]. Dig Liver Dis, 2009, 41: 615-625.

[23] 吕海英, 林丽, 潘云, 等. 黑果枸杞叶总黄酮抗氧化和降血脂成分测定[J]. 新疆师范大学学报, 2012(2): 43-48.

[24] Pessyare D, Berson A, Fromenty B, et al. Mitochondria in steatohepatitis [J]. Semin Liver Dis, 2001, 21: 57-70.