

青钱柳冲剂对糖尿病小鼠的降血糖功效

李婷婷, 吴彩娥*, 方升佐, 范龚建, 吴海霞

(南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要: 研究青钱柳冲剂对链佐霉素所致糖尿病小鼠的降血糖功效。以链佐霉素诱导小鼠糖尿病模型, 设置模型对照组、正常对照组、阳性对照组以及青钱柳冲剂低、中、高剂量组, 给药 21d 后, 测定小鼠的空腹血糖、体质量、总胆固醇、甘油三酯、肝糖原等指标, 并对小鼠胰腺组织的病理切片进行显微镜观察病变情况。结果表明: 与模型对照组相比, 青钱柳冲剂各组均能显著降低链佐霉素致糖尿病小鼠空腹血糖水平和总胆固醇量, 显著增加体质量和肝糖原含量, 并能减轻胰岛细胞病变程度。提示青钱柳冲剂对糖尿病模型小鼠具有明显治疗作用, 其作用机理与其能调节肝脏糖代谢、恢复病变胰岛细胞的结构和功能有关。

关键词: 青钱柳; 冲剂; 降血糖; 糖尿病小鼠

Antidiabetic Effect of Traditional Chinese Medicinal *Cyclocarya paliurus* Granules in Diabetic Mice

LI Ting-ting, WU Cai-e*, FANG Sheng-zuo, FAN Gong-jian, WU Hai-xia

(Forest Resources and Environment Institute, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The antidiabetic effect of *Cyclocarya paliurus* granules, a traditional Chinese medicine preparation based on *Cyclocarya paliurus* leaves, in streptozotocin (STZ) induced diabetic mice was evaluated in this study. Diabetes was induced in mice by using STZ. Model control, normal control, positive control and low, medium and high-dose *Cyclocarya paliurus* granule treatment groups were established. After 12 d of administration, the levels of fasting blood sugar, total cholesterol, triglyceride and hepatic glycogen and body weight in mice were measured. At the same time, histopathological examination of mouse pancreas was carried out to find pathological changes. The results showed that *Cyclocarya paliurus* granules significantly reduced blood glucose and total cholesterol levels in diabetic mice. In addition, *Cyclocarya paliurus* granules improved body weight and hepatic glycogen levels. Histopathological examination showed that *Cyclocarya paliurus* granules promoted the recovery of langerhans islet cells from pancreas necrosis associated with diabetes. All these data suggest that *Cyclocarya paliurus* granules have therapeutic effects on diabetic mice. The mechanism is probably related to their regulation of hepatic glucose metabolism and the function of langerhans islet cells.

Key words: *Cyclocarya paliurus*; granules; antidiabetic effect; diabetic mice

中图分类号: R965

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)15-0287-04

青钱柳(*Cyclocarya paliurus* (Batal) Ijinskaja)系双子叶植物纲胡桃科青钱柳属植物, 是我国独有的单种属植物, 因其树形似柳, 果实圆形似铜钱, 色青而下垂, 故名“青钱柳”^[1]。众多文献报道表明青钱柳具有丰富的生物活性成分和较高的医疗价值^[2-4], 据《中国中药资源志要》记载^[5], 其树叶、树皮、树根可入药, 性温, 味辛微苦, 具有清热消肿、解毒、止痛功能; 现代药理学表明^[6-9], 青钱柳提取物具有降血糖、降血

压、降血脂等生理活性, 同时还有增强肌体免疫力、抗氧化、抗癌等生理功能, 其在防治糖尿病方面功效尤为突出^[10-12]。由此可见, 青钱柳作为我国特有的保健食品资源, 具有很高的应用开发价值, 然而到目前为止, 由于我国对青钱柳的开发时间尚短, 现报道的青钱柳开发利用多集中在对其活性物质进行提取、化学成分分析以及提取液的活性功能研究方面^[13-17], 对青钱柳进行深入的产品开发及其功效研究较少, 因此如何高效

收稿日期: 2012-03-13

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程资助项目(PAPD); 国家林业局林业公益性行业科研专项项目(200904046);

江苏高等学校创新团队科研计划(苏教科[2009]10号); 南京林业大学森林资源与环境学院青年基金项目[2009]

作者简介: 李婷婷(1982—), 女, 讲师, 博士研究生, 研究方向为食品功能成分及其新资源开发利用。

E-mail: litingting82@163.com

* 通信作者 吴彩娥(1962—), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品功能成分及其新资源开发利用。E-mail: sxwucaie@163.com

利用这一极具保健功能和医疗价值的资源成为目前急需解决的问题。这对青钱柳的进一步深加工开发及产品的功效评判显得尤为重要。本实验以青钱柳的活性成分为原料,对其进行精深加工制备出颗粒冲剂,并研究其对糖尿病模型小鼠的降血糖功效作用,旨在为青钱柳的精深加工及进一步开发青钱柳保健食品提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

青钱柳,采自南京林业大学青钱柳苗圃基地,青钱柳冲剂由南京林业大学食品科学实验室研制提供,其具体加工工艺与配方已申请专利^[18],专利申请号201210007402.5。

SPF级ICR小鼠50只,体质量18~22g,雌性,由南通大学实验动物中心提供,实验动物质量合格证:SCXK(苏)2008-0010,合格证编号:2012391。

链佐霉素 美国Sigma公司;柠檬酸 成都市科龙化工试剂厂;甲醛 南京宁诚化学药品试剂有限公司;消渴丸(批号:2176) 广州中一药业有限公司。

1.2 仪器与设备

ACCU-CHEK Advantage 血糖检测系统 罗氏诊断产品(上海)有限公司;AU2700全自动生化分析仪 日本Olympus公司。

1.3 方法

1.3.1 青钱柳冲剂的制备

青钱柳叶经烘干粉碎,过筛,以一定料水比进行超声微波协同提取,提取上清液经减压浓缩,浓缩液加入4倍体积的无水乙醇反复沉淀,沉淀物配以不同种类适宜的辅料,经制粒、干燥、整粒,得青钱柳冲剂^[18]。

1.3.2 糖尿病小鼠模型的建立

将链佐霉素用0.05mol/L柠檬酸配制成20mg/mL链佐霉素溶液。动物在实验室环境下适应性饲养3d后开始实验,实验前禁食24h,除正常组外,其余各小鼠均按200mg/kg的剂量尾静脉注射链佐霉素,48h后检测血糖浓度及体质量。检测血糖浓度在15~30mmol/L小鼠为造模成功。

1.3.3 动物分组及给药

SPF级ICR小鼠60只,随机分为6组,每组10只,分别为模型对照组、正常对照组、阳性对照组、低剂量组、中剂量组、高剂量组。高、中、低剂量组给药量分别为2.0、1.0、0.5g/(kg·d),用蒸馏水配成水溶液灌胃小鼠,每天1次,给药21d;正常对照组和模型对照组小鼠灌胃给予等量溶媒(蒸馏水),每天1次,持续21d;阳性对照组小鼠灌胃给予消渴丸2g/(kg·d),每天1次,持续21d。实验期间给予普通饲料。

1.3.4 小鼠体质量及空腹血糖的测定

连续给药3周,期间每周尾静脉采血一次,测量血糖、体质量,末次给药后测得最终体质量、血糖浓度。用血糖检测仪测定小鼠血糖,电子天平测得小鼠体质量。

1.3.5 小鼠总胆固醇、甘油三酯的测定

末次给药后,空腹小鼠眼眶静脉取血,全血离心得血清,用全自动生化分析仪测定总胆固醇、甘油三酯。

1.3.6 肝糖原含量的测定

取小鼠新鲜肝脏样本用生理盐水漂洗后,滤纸吸干,称质量。按样本质量与碱液体积液料比1:3一起加入试管中,沸水浴煮20min,流水冷却。将糖原水解液加蒸馏水稀释成1%肝糖原检测液,以蒽酮显色法测定肝糖原含量^[19],测定波长为620nm。

1.3.7 组织形态学观察

实验结束后,剖取小鼠胰腺组织,用10%福尔马林溶液固定,经脱水,石蜡包埋,制片(4μm厚),HE染色,光学显微镜观察胰腺病变,即内分泌部胰岛的状况,包括在100倍低倍镜下(目镜10倍、物镜10倍)测量每视野胰岛数;用显微测微器在100倍镜下测量每个胰岛的面积。计算出每个标本平均胰岛数,每个胰岛的平均面积。

1.4 统计处理

数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间分析用 t 检验进行统计学处理,应用SPSS 17.0对结果进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 青钱柳冲剂对小鼠体质量及空腹血糖的影响

表1 青钱柳冲剂对糖尿病小鼠体质量与血糖值的影响
Table 1 Effects of *Cyclocarya paliurus* granules on body weight and blood glucose of diabetic mice

组别	血糖浓度/(mmol/L)	体质量/g
正常对照组	6.5 ± 0.7	28.4 ± 1.9
模型对照组	32.4 ± 0.9 ^{△△}	18.2 ± 1.6 ^{△△}
阳性对照组	8.8 ± 7.0**	26.4 ± 1.3**
冲剂高剂量组	11.3 ± 3.5**	23.9 ± 2.0**
冲剂中剂量组	15.1 ± 5.4*	21.4 ± 2.5**
冲剂低剂量组	16.7 ± 6.2*	23.1 ± 2.0**

注:*,与模型对照组比较,差异显著($P < 0.05$);**,与模型对照组比较,差异极显著($P < 0.01$);^{△△},与正常对照组比较,差异极显著($P < 0.01$)。下同。

由表1可知,模型对照组的血糖值极显著高于正常对照组,表明小鼠高血糖模型成功。冲剂的高、中、低剂量组的小鼠血糖值均明显低于模型对照组,其中,高剂量组与模型对照组相比较,其对血糖的降低作用达到了极显著水平。从小鼠体质量变化可以看出,模型

对照组的小鼠体重质量极显著低于正常对照组,在外形特征上模型对照组小鼠呈多饮、多尿、形体消瘦的典型糖尿病特征,而其他各组均呈现不同程度的改善,其中,与模型对照组相比,其他各组的小鼠体重质量均极显著高于模型对照组。

2.2 青钱柳冲剂对小鼠总胆固醇和甘油三酯的影响

表2 青钱柳冲剂对糖尿病小鼠总胆固醇和甘油三酯的影响

Table 2 Effects of *Cyclocarya paliurus* granules on serum total cholesterol and triglyceride levels of diabetic mice

组别	总胆固醇浓度/(mmol/L)	甘油三酯浓度/(mmol/L)
正常对照组	2.075 ± 0.248	1.456 ± 0.462
模型对照组	3.311 ± 0.565 ^{△△}	1.245 ± 0.436
阳性对照组	2.453 ± 0.432**	1.428 ± 0.120
冲剂高剂量组	2.286 ± 0.412**	1.421 ± 0.483
冲剂中剂量组	2.638 ± 0.516*	1.266 ± 0.325
冲剂低剂量组	2.889 ± 0.575	1.306 ± 0.365

糖尿病除了高血糖特征外,往往还伴随着脂肪蛋白质的代谢紊乱,因此,研究青钱柳冲剂对模型小鼠总胆固醇和甘油三酯的影响,以便全面考察该冲剂对糖尿病的治疗效果。由表2可知,模型对照组的总胆固醇极显著高于正常对照组,表现出糖尿病的并发症,而阳性对照组和冲剂高、中剂量组总胆固醇量显著低于模型对照组,可知青钱柳冲剂对于糖尿病所伴随的总胆固醇的升高具有明显的降低作用。而对甘油三酯的影响可以看出,本实验所建立的模型并未造成小鼠甘油三酯的异常,因此对小鼠进行给药后,也未对甘油三酯产生实质性的影响。

2.3 青钱柳冲剂对小鼠肝糖原含量的影响

糖原代谢是体内糖代谢的重要组成部分,肝糖原是体内血糖的重要来源。肝糖原合成减少,糖异生增多以及肝脂肪合成减少、分解增多是血糖增高的主要原因之一,在糖尿病机体中,肝脏伴有代谢变化,如肝细胞脂肪变性、肝糖原减少。由表3可知,模型对照组的小鼠糖原含量比正常对照组有极显著降低,表明经链佐霉素(STZ)诱导可以破坏肝糖原合成,使糖尿病小鼠的肝糖原处于较低水平。青钱柳冲剂低剂量组肝糖原含量与模型对照组比较,有显著增加,而高剂量组和中剂量组的肝糖原有极显著增加,表明青钱柳冲剂可以显著提高肝糖原含量,促进肝糖原恢复至正常水平,缓解糖尿病症。

表3 青钱柳冲剂对糖尿病小鼠肝糖原含量的影响

Table 3 Effects of *Cyclocarya paliurus* granules on hepatic glycogen content of diabetic mice

组别	正常对照组	模型对照组	阳性对照组
糖原含量/(mg/g)	2.514 ± 0.241	1.837 ± 0.342 ^{△△}	2.105 ± 0.169
组别	冲剂高剂量组	冲剂中剂量组	冲剂低剂量组
糖原含量/(mg/g)	2.681 ± 0.932**	2.669 ± 0.589**	2.138 ± 0.220*

2.4 青钱柳冲剂对模型小鼠胰腺组织的影响

表4 青钱柳冲剂对糖尿病小鼠胰腺组织的影响

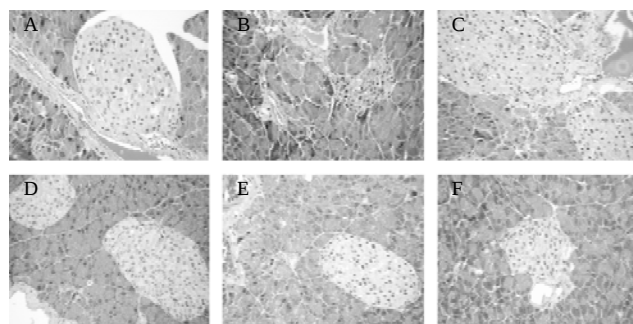
Table 4 Effects of *Cyclocarya paliurus* granules on pancreas in diabetic mice

组别	平均胰岛数/(个/只)	平均胰岛面积/(mm ² /个)
正常对照组	1.10 ± 1.16	0.84 ± 0.82
模型对照组	0.33 ± 0.77 ^{△△}	0.41 ± 0.19 [△]
阳性对照组	2.25 ± 1.92**	0.82 ± 0.50*
冲剂高剂量组	1.54 ± 1.67**	1.03 ± 0.83*
冲剂中剂量组	1.38 ± 1.36**	0.58 ± 0.46
冲剂低剂量组	1.10 ± 1.14*	0.57 ± 0.37

注:观察平均胰岛面积时放大倍数为100倍。

由表4可知,模型对照组胰岛细胞受到损失程度较大,胰岛数目明显减少,存留的胰岛面积小,而阳性对照组和冲剂高、中剂量组的胰岛数量及每个胰岛面积比模型对照组明显增多和增大。由此可见,青钱柳冲剂应用后有减轻胰岛病变的作用。

2.5 小鼠胰腺组织病理学观察



A. 正常对照组; B. 模型对照组; C. 阳性对照组; D. 冲剂高剂量组; E. 冲剂中剂量组; F. 冲剂低剂量组。

图1 小鼠胰腺组织病理切片

Fig.1 Pathological changes of mouse pancreas

由图1可知,与正常对照组胰腺组织切片相比,模型对照组胰岛数目明显减少,存留的胰岛体积小,边缘不整齐;胰岛内细胞数目减少,排列松散,部分细胞体积增大,胞界欠清,呈轻度或中度变性。而在药物应用后有减轻胰岛病变的作用,表现为显著增加胰岛数目,增大胰岛面积,胰岛细胞变性程度减轻,细胞排列较模型对照组致密程度增加。其中高剂量组效果较好,与模型对照组相比有统计学差异,与正常组相似。

3 讨论

自青钱柳的降血糖生理活性被发现以后,众多学者对其不同活性成分的药效进行了研究^[20],表明青钱柳的主要化学成分为黄酮类、三萜类、皂苷、甾醇、有机酸、生物碱和多糖等,其中多糖^[21-22]、黄酮类^[23]及微量元素^[24]具有较好的降糖作用。有研究^[25]表明青钱柳

嫩叶中相关元素在人工胃液中有较好的溶出效果,提示青钱柳可以固体制剂形式为糖尿病人所吸收治疗。本实验由此以降糖效果较好的多糖为主要原料,配以其他辅料开发成固体冲剂产品,通过STZ诱导所建立的小鼠糖尿病模型,评价了青钱柳冲剂的降糖作用。从实验结果可以看出:模型对照组小鼠血糖值显著性高于正常对照组,给药组不同程度降低了血糖值,其中冲剂高剂量组血糖值为 (11.3 ± 3.5) mmol/L,与模型对照组比较有极显著性差异,由此可见该青钱柳冲剂对糖尿病血糖过高的典型特征具有明显的治疗作用。在糖尿病的众多并发症中血脂紊乱也是其中典型的症状之一,血脂检测发现模型对照组总胆固醇升高、甘油三酯下降,而在给药后各给药组不同程度改善血脂指标,其中冲剂高剂量组总胆固醇值分别为 (2.286 ± 0.412) mmol/L,与模型对照组比较有极显著性差异,由此可见本冲剂不仅对血糖具有调节作用,还对胆固醇、血脂的异常有改善作用。

除血糖异常外,糖尿病小鼠还表现出体质量极显著减轻,肝糖原含量极显著降低的特征,而经给予不同剂量的青钱柳冲剂后,体质量和肝糖原含量均有不同程度的增加,高剂量组达到极显著水平。肝是糖代谢最主要的器官之一,肝糖原合成减少,糖异生增多以及肝脂肪合成减少、分解增多是血糖增高的主要原因之一^[26]。肝糖原含量测定表明,高剂量组肝糖原含量与模型组相比极显著增多,提示糖尿病小鼠给予青钱柳冲剂后,能调节肝脏糖代谢,增加肝糖原的合成,抑制肝糖异生,从而降低血糖浓度,这可能是青钱柳冲剂降血糖的机制之一。

此外,小鼠的胰腺组织病理学切片表明:糖尿病小鼠的胰岛数量明显减少,胰岛面积小,边缘不整齐。胰岛内细胞数目减少,排列松散,部分细胞变性。药物应用后有减轻胰岛病变的作用,增加胰岛数目,增大胰岛面积,减轻胰岛细胞变性程度。由胰腺组织病理学切片图的变化推断其降血糖的作用机理为恢复病变胰岛细胞的结构和功能,调节代谢,从而起到治疗糖尿病的作用。

目前国内外学者对青钱柳降血糖作用研究报道很多,但其作用机制的研究尚处于起步阶段。在细胞层面,青钱柳的降糖机制表现为恢复受损的胰岛细胞的结构和功能,增强糖尿病小鼠对葡萄糖的耐受力。张小芳^[27]、易醒^[12]等的研究均证实了这一点,本实验通过胰腺组织病理学切片也获得相同的结果。此外,机体维持一定的血糖水平,是通过血中葡萄糖的利用与转化、贮存之间的动态平衡来实现的,在控制血糖的生成与代谢上,除胰岛素具有调节代谢以维持正常血糖外,肝脏糖原的分解与合成也是血糖含量的一个重要调节节点,但此方面少有学者做过报道。本实验的肝糖原测定结果表明青钱柳能明显的增加糖尿病小鼠肝糖原的合成,抑制肝糖异生,从而实现调节糖尿病小鼠的血糖浓度。在分子层面,青钱柳的降糖机制研究则更少,仅有报道青钱柳可以通过抑制 α -葡萄糖苷酶^[4,23]、糖原磷酸化酶^[3]、酪氨酸磷酸酶(PTP1B)^[8]的活性,来实现调节机体的血糖

含量。但有关青钱柳如何参与机体的血糖代谢,以何种途径影响相关酶的活性,以及其分子层面更深入的降血糖机理,尚有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 18.
- [2] XIE Mingyong, LI Lei, NIE Shaoping, et al. Determination of speciation of elements related to blood sugar in bioactive extracts from *Cyclocarya paliurus* leaves by FIA-ICP-MS[J]. European Food Research and Technology, 2006, 223(2): 202-209.
- [3] LI Shan, LI Jian, GUAN Xinlan, et al. Hypoglycemic effects and constituents of the barks of *Cyclocarya paliurus* and their inhibiting activities to glucosidase and glycogen phosphorylase[J]. Fitoterapia, 2011, 82(7): 1081-1085.
- [4] KURIHARA H, FUKAMI H, KUSUMOTO A, et al. Hypoglycaemic action of *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja in normal and diabetic mice[J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2003, 67(4): 877-880.
- [5] 中国药材公司. 中国中药资源志要[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 159-160.
- [6] KURIHARA H, ASAMI S, SHIBATA H, et al. Hypolipemic effect of *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja in lipid-loaded mice[J]. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 2003, 26(3): 383-385.
- [7] ZHANG Juan, HUANG Ning, LU Jingcai, et al. Water-soluble phenolic compounds and their anti-HIV-1 activities from the leaves of *Cyclocarya paliurus*[J]. Journal of Food and Drug Analysis, 2010, 18(6): 398-404.
- [8] ZHANG Juan, SHEN Qiang, LU Jincai, et al. Phenolic compounds from the leaves of *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja and their inhibitory activity against PTP1B [J]. Food Chemistry, 2010, 119(4): 1491-1496.
- [9] XIE Jianhua, XIE Mingyong, NIE Shaoping. Isolation, chemical composition and antioxidant activities of a water-soluble polysaccharide from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja[J]. Food Chemistry, 2010, 119(4): 1626-1632.
- [10] 方升佐, 洪香香. 青钱柳资源培育与开发利用的研究进展[J]. 南京林业大学学报, 2007, 31(1): 49-52.
- [11] 李磊, 谢明勇, 易醒, 等. 青钱柳多糖组分及其降血糖活性研究[J]. 江西农业大学学报, 2001, 23(4): 484-486.
- [12] 易醒, 谢明勇, 温辉梁, 等. 青钱柳对四氧嘧啶糖尿病小鼠降血糖作用的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(3): 52-57.
- [13] XIE Jianhua, SHEN Mingyue, NIE Shaoping, et al. Decolorization of polysaccharides solution from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja using ultrasound/H₂O₂ process[J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 84(1): 255-261.
- [14] XIE Jianhua, XIE Mingyong, SHEN Mingyue, et al. Optimisation of microwave-assisted extraction of polysaccharides from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja using response surface methodology[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(8): 1353-1360.
- [15] JIANG Zhiyong, ZHANG Xuemei, ZHOU Jun, et al. Two new triterpenoid glycosides from *Cyclocarya paliurus*[J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2006, 8(1): 93-98.
- [16] LI Shuai, CUI Baosong, LIU Quan, et al. New triterpenoids from the leaves of *Cyclocarya paliurus*[J]. Planta Medica, 2012, 78(3): 290-296.
- [17] 吴彩娥, 方升佐, 徐琳, 等. 青钱柳叶三萜大孔吸附树脂纯化工艺[J]. 农业机械学报, 2010, 41(9): 143-147.
- [18] 李婷婷. 青钱柳降血糖冲剂的制备方法: 中国, 201210007402.5[P]. 2012-07-04.
- [19] 阴文姬, 曾果, 张彩云. 小鼠肝糖原测定影响因素分析[J]. 现代预防医学, 2004, 31(3): 359-360.
- [20] 上官新晨, 陈木森, 蒋艳, 等. 青钱柳多糖降血糖活性的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(3): 82-84.
- [21] 黄鑫, 黄敏, 童雪, 等. 青钱柳降血糖药效物质基础研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(23): 11005; 11014.
- [22] 施利仙, 上官新晨, 王文君, 等. 青钱柳多糖对四氧嘧啶糖尿病小鼠的降血糖作用[J]. 营养学报, 2009, 31(3): 263-266.
- [23] 杨武英, 上官新晨, 徐明生, 等. 青钱柳黄酮对 α -葡萄糖苷酶活性及小鼠血糖的影响[J]. 营养学报, 2007, 29(5): 507-509.
- [24] 李磊, 谢明勇, 邓泽元, 等. 青钱柳无机元素的初级形态分析[J]. 南昌大学学报, 2000, 22(1): 74-77; 87.
- [25] 李品. 青钱柳叶血糖相关元素向人工胃液迁移的ICP-MS法测定[J]. 中国卫生检验杂志, 2011, 21(2): 351-355.
- [26] 徐洁, 钟丽娟. 肉桂对2型糖尿病大鼠肝糖原、肌糖原的影响[J]. 中国中医药科技, 2007, 14(3): 171-172.
- [27] 张小芳. 广西青钱柳降血糖有效成分及作用机制的研究[D]. 桂林: 桂林医学院, 2010.