

甘薯和薯蓣块茎水提物对糖尿病小鼠的降血糖作用

谢鹏飞, 简瞰昱, 陈 闽, 孙小芹, 刘 佳^①

[江苏省中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014]

Hypoglycemic effects of tuber aqueous extracts of *Dioscorea esculenta* and *D. polystachya* on diabetic mice XIE Pengfei, JIAN Tunyu, CHEN Min, SUN Xiaoqin, LIU Jia^① (Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2021, 30(6): 70-72

Abstract: To clarify the hypoglycemic effects of tuber aqueous extracts of *Dioscorea esculenta* (Lour.) Burkill and *D. polystachya* Turcz., effects of 10 and 20 g · kg⁻¹ · d⁻¹ tuber aqueous extracts of *D. esculenta* ‘Tianyu No. 1’ and *D. polystachya* ‘Tiegun’ on body mass and blood glucose level of diabetic mice were assayed by taking 0.2 g · kg⁻¹ · d⁻¹ metformin hydrochloride and 0.6 g · kg⁻¹ · d⁻¹ Xiaoke pills as positive controls. The results show that after 3 weeks of intragastric administration with different doses of tuber aqueous extracts of ‘Tianyu No. 1’ and ‘Tiegun’, the average body mass of diabetic mice significantly increases, while the average blood glucose level significantly decreases; in which, compared with the diabetic model group, 20 g · kg⁻¹ · d⁻¹ tuber aqueous extracts of ‘Tianyu No. 1’ and ‘Tiegun’ can increase the average body mass of mice by 17.6% and 18.1% respectively and decrease the blood glucose level by 23.0% and 22.3% respectively, and the promotion effect on body mass and the hypoglycemic effect of diabetic mice are close to those of positive controls. It is suggested that as medicinal and edible plants, tuber aqueous extracts of ‘Tianyu No. 1’ and ‘Tiegun’ can exert auxiliary hypoglycemic effects.

关键词: 甘薯; 薯蓣; 水提物; 降血糖; 体质量

Key words: *Dioscorea esculenta* (Lour.) Burkill; *D. polystachya* Turcz.; aqueous extract; hypoglycemic effect; body mass

中图分类号: Q949.71⁺8.27; R587.1 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2021)06-0070-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2021.06.10

近年来,全球糖尿病发病率增长迅速,糖尿病并发症也日趋严重,成为威胁人类健康的慢性疾病之一^[1]。临床上治疗糖尿病主要采用胰岛素、双胍类和磺脲类等降糖类药物^[2],但这些药物价格昂贵且长期服用还会产生严重的副作用。因此,从植物中寻求具有降糖作用的天然成分具有重大的开发价值和广阔的市场前景。

薯蓣(*Dioscorea polystachya* Turcz.)为薯蓣属(*Dioscorea* Linn.)多年生草质藤本植物,其块茎是药食兼用佳品。研究表明:新鲜薯蓣或薯蓣原粉提取物具有增强机体免疫、降血糖和降血脂等作用^[3-5]。与薯蓣同属的甘薯[*D. esculenta* (Lour.) Burkill]块茎是中国南方部分地区民众较常食用的蔬菜之一,广泛种植,近年来也被引种至浙江和江苏等省。黎丹等^[6]对80份毛薯(甘薯)样本的研究结果表明:大多数甘薯样本的营养成分(如蛋白质和可溶性糖)的含量高于薯蓣品种‘铁棍山药’(*D. polystachya* ‘Tiegun’),而粗多糖和淀粉的含量略低于‘铁棍山药’。鉴于薯蓣块茎具降血糖作用,甘薯块茎是否具

有降血糖效果尚不明确。作者以盐酸二甲双胍和消渴丸为阳性对照,对甘薯品种‘甜薯1号’(*D. esculenta* ‘Tianyu No. 1’)和薯蓣品种‘铁棍山药’块茎水提物对链脲佐菌素诱导的Ⅱ型糖尿病小鼠的降血糖作用进行研究,以期明确甘薯块茎的药理活性,为甘薯保健食品的开发应用提供基础实验数据。

1 材料和方法

1.1 材料

甘薯品种‘甜薯1号’来源于海南农家品种甜薯系统选育,经江苏省中国科学院植物研究所系统选育而成,种植于本所薯蓣种质圃,于2016年10月至11月收获块茎供试;薯蓣品种‘铁棍山药’块茎于2016年10月至11月分批购买自河南省焦作市温县农贸市场。新鲜的‘甜薯1号’和‘铁棍山药’块茎依次经过清洗、去皮和切片,于60℃条件下烘干至恒质量,冷却后研磨成粉并过100目筛,备用。

收稿日期: 2020-09-01

基金项目: 江苏省自然科学基金青年基金项目(BK20200289; BK20180316); 省属公益类科研院所自主科研课题(BM2018021-2)

作者简介: 谢鹏飞(1997—),男,安徽六安人,硕士研究生,主要从事植物功能基因适应性进化方面的研究。

^①通信作者 E-mail: liujia@cnbg.net

引用格式: 谢鹏飞, 简瞰昱, 陈 闽, 等. 甘薯和薯蓣块茎水提物对糖尿病小鼠的降血糖作用[J]. 植物资源与环境学报, 2021, 30(6): 70-72.

供试6周龄雄性ICR小鼠,SPF级,体质量18~22g,购自上海西普尔-必凯实验动物有限公司,动物合格证编号为2008001670082。小鼠饲养于南京中医药大学实验动物中心,动物许可证号为SYXK(苏)2014-0001;小鼠维持饲料及玉米芯垫料购自南京沐途医疗科技有限公司。小鼠饲养条件为:空气相对湿度(60±10)%,温度(22±3)℃,每天给予12h光照;小鼠自由摄食和饮水(纯净无菌水),每日清洗、消毒笼具及水瓶。

链脲佐菌素(批号101834145)购自美国Sigma公司,盐酸二甲双胍片(批号1604188)由深圳中联制药有限公司生产,消渴丸(批号20160601)由广州白云山中一药业有限公司生产,血糖试纸(批号DW6BM3E32F)购自德国Bayer公司;其他试剂均为分析纯。

1.2 方法

1.2.1 甜薯和薯蓣块茎水提物的制备 分别称取100g‘甜薯1号’和‘铁棍山药’样品粉末,加入1L双蒸水,各煎煮2次,每次1h;过滤,将滤液在75℃水浴中蒸发浓缩至膏状,水提物得率约30%。用质量体积分数0.5%羧甲基纤维素钠配置成1.0g·mL⁻¹高剂量储备液和0.5g·mL⁻¹低剂量储备液^[5]、备用。

1.2.2 糖尿病小鼠模型的复制 取80只生长状况基本一致的小鼠,经适应性饲养1周后,随机抽取10只小鼠作为正常组,其余70只小鼠用于复制糖尿病模型。以0.1mol·L⁻¹柠檬酸缓冲液(pH4.3)为溶剂配制33.3mg·mL⁻¹链脲佐菌素溶液,在小鼠禁食但不禁水12h后,按照50mg·kg⁻¹·d⁻¹的剂量连续5d进行腹腔注射;自由饮食3d后禁食12h,测定空腹血糖,血糖值高于11mmol·L⁻¹即判定为糖尿病造模成功,用于后续实验。

1.2.3 分组和给药过程及体质量和血糖测定 将70只造模成功的糖尿病小鼠随机等分成7组,其中1组作为糖尿病模型组,另6组作为给药组:盐酸二甲双胍组(灌胃给药剂量0.2g·kg⁻¹·d⁻¹)、消渴丸组(灌胃给药剂量0.6g·kg⁻¹·d⁻¹)、‘甜薯1号’低剂量组(灌胃给药剂量10g·kg⁻¹·d⁻¹)、‘甜薯1号’高剂量组(灌胃给药剂量20g·kg⁻¹·d⁻¹)、‘铁棍山药’

低剂量组(灌胃给药剂量10g·kg⁻¹·d⁻¹)和‘铁棍山药’高剂量组(灌胃给药剂量20g·kg⁻¹·d⁻¹);其中,盐酸二甲双胍组和消渴丸组为阳性对照。

每天按剂量用受试样品给小鼠灌胃1次,每只每次0.4mL,正常组和糖尿病模型组分别灌胃同体积质量体积分数0.5%羧甲基纤维素钠溶液,期间小鼠自由摄食,连续3周。

给药3周后禁食12h,于次日清晨取小鼠眼眶血,用Contour TS1816血糖仪(德国Bayer公司)和血糖试纸测定小鼠空腹血糖。各组小鼠体质量分别在灌胃给药前和给药3周后测量。

1.3 数据统计和分析

利用SPSS 20.0统计分析软件对实验数据进行处理,采用单因素方差分析(one-way ANOVA)和最小显著差数法(LSD)进行方差分析和多重比较。

2 结果和分析

‘甜薯1号’和‘铁棍山药’块茎水提物灌胃给药3周后小鼠体质量和血糖值见表1。由表1可以看出:与正常组小鼠相比,糖尿病模型组小鼠的平均体质量显著($P<0.05$)降低,其他给药组的小鼠平均体质量也显著降低,但均显著高于糖尿病模型组。其中,20g·kg⁻¹·d⁻¹‘甜薯1号’和‘铁棍山药’块茎水提物组的小鼠平均体质量较糖尿病模型组分别提高17.6%和18.1%,与0.2g·kg⁻¹·d⁻¹盐酸二甲双胍组和0.6g·kg⁻¹·d⁻¹消渴丸组均无显著差异,而10g·kg⁻¹·d⁻¹‘甜薯1号’和‘铁棍山药’块茎水提物组的小鼠平均体质量则显著低于0.6g·kg⁻¹·d⁻¹消渴丸组。

正常组小鼠的平均血糖值维持在5.77mmol·L⁻¹;造模结束后(给药前),小鼠的平均血糖值升高至26.00mmol·L⁻¹。经过3周的灌胃给药,糖尿病模型组和6个给药组小鼠的平均血糖值显著高于正常组;其中,糖尿病模型组小鼠的平均血糖值最高,达到32.10mmol·L⁻¹,较给药前增加了23.5%,说明糖尿病模型小鼠在不接受治疗的情况下,糖尿病症状加剧,血糖持续升高。10g·kg⁻¹·d⁻¹‘甜薯1号’和‘铁棍山药’块

表1 ‘甜薯1号’和‘铁棍山药’块茎水提物灌胃给药3周后糖尿病小鼠的体质量和血糖值的比较($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

Table 1 Comparison on body mass and blood glucose level of diabetic mice after 3 weeks of intragastric administration with tuber aqueous extracts of ‘Tianyu No. 1’ and ‘Tiegun’ ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

组别 Group	平均体质量/g Average body mass	平均血糖值/(mmol·L ⁻¹) Average blood glucose level
正常组 Normal group	28.1±1.7a	5.77±0.99d
糖尿病模型组 Diabetic model group	20.4±2.4d	32.10±1.10a
0.2g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ 盐酸二甲双胍组 Group of 0.2g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ metformin hydrochloride	23.6±2.6c	23.81±2.22c
0.6g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ 消渴丸组 Group of 0.6g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ Xiaoke pills	25.9±1.8b	25.41±3.29c
10g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ ‘甜薯1号’块茎水提物组 Group of 10g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ tuber aqueous extract of ‘Tianyu No. 1’	23.6±1.6c	28.90±0.80b
20g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ ‘甜薯1号’块茎水提物组 Group of 20g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ tuber aqueous extract of ‘Tianyu No. 1’	24.0±2.3bc	24.73±2.51c
10g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ ‘铁棍山药’块茎水提物组 Group of 10g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ tuber aqueous extract of ‘Tiegun’	22.9±1.5c	27.92±1.80b
20g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ ‘铁棍山药’块茎水提物组 Group of 20g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹ tuber aqueous extract of ‘Tiegun’	24.1±1.1bc	24.95±2.07c

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示在0.05水平上差异显著 Different lowercases in the same column indicate the significant difference at 0.05 level.

茎水提物组间的小鼠平均血糖值无显著差异,但均显著高于另4个给药组;20 g·kg⁻¹·d⁻¹‘甜蕨1号’和‘铁棍山药’块茎水提物组的小鼠平均血糖值均与0.2 g·kg⁻¹·d⁻¹盐酸二甲双胍组和0.6 g·kg⁻¹·d⁻¹消渴丸组无显著差异,且与糖尿病模型组相比,这4个给药组小鼠的平均血糖值分别降低了23.0%、22.3%、25.8%和20.8%,说明高剂量‘甜蕨1号’和‘铁棍山药’块茎水提物具有较好的降血糖作用。

3 讨论和结论

甘薯和薯蕨块茎的降血糖功能与其活性成分密切相关,包括多糖、薯蕨皂苷和黄酮类等水溶性成分^[4-5,8]。多糖类可促进肝糖原合成代谢和糖降解,其作用机制类似于胰岛素,同时可以改善胰岛素抵抗,增加胰岛素的敏感性^[9];薯蕨皂苷可显著增加单位细胞的葡萄糖消耗,并具有剂量依赖性^[10];黄酮类成分可提高机体的抗氧化性,清除体内过量的自由基,对受自由基侵害的胰岛β细胞起到一定的保护作用,使机体的胰岛素分泌趋于正常^[11]。有研究证明:甘薯块茎中的水溶性粗多糖能够促进结肠产生有益短链脂肪酸,增强胰岛素敏感性,从而降低机体的血糖水平^[8],此外,甘薯块茎原粉能诱导肌肉类固醇激素增加,有助于降低Ⅱ型糖尿病小鼠对胰岛素的抗性^[12];也有研究者发现,薯蕨块茎原粉的降血糖效果明显优于单一有效成分^[11]。

本研究结果表明:用10和20 g·kg⁻¹·d⁻¹‘甜蕨1号’和‘铁棍山药’块茎水提物对糖尿病模型小鼠灌胃给药3周可不同程度缓解小鼠肌体消瘦的状况,降低小鼠的血糖值,且高剂量组的缓解效果强于低剂量组,特别是高剂量组的缓解效应接近0.2 g·kg⁻¹·d⁻¹盐酸二甲双胍组和0.6 g·kg⁻¹·d⁻¹消渴丸组。从给药剂量上看,‘甜蕨1号’和‘铁棍山药’块茎水提物的有效剂量大幅度高于盐酸二甲双胍和消渴丸,但考虑到甘薯和薯蕨的药食两用性质,其水提物几无副作用,因而,对糖尿病可起到辅助降糖的作用。

参考文献:

- [1] SELVAKUMAR G, SHATHIRAPATHIY G, JAINRAJ R, et al. Immediate effect of bitter gourd, ash gourd, Knol-khol juices on blood sugar levels of patients with type 2 diabetes mellitus: a pilot study[J]. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 2017, 7(4): 526-531.
- [2] 马宇航, 彭永德. 2型糖尿病降糖药物治疗进展[J]. *中国临床保健杂志*, 2020, 23(4): 437-445.
- [3] 郝志奇, 杭秉茜, 王瑛. 山药水煎剂对实验性小鼠的降血糖作用[J]. *中国药科大学学报*, 1991, 22(3): 158-160.
- [4] 林鹏, 李银保. 山药的化学成分及其生物活性研究进展[J]. *广东化工*, 2015, 42(23): 118-119.
- [5] 王震宙, 黄绍华. 山药中功能保健成分及其在食品加工中的应用[J]. *食品工业*, 2004(4): 51-53.
- [6] 黎丹, 吴文婧, 黄东益, 等. 毛薯的营养成分分析和聚类分析[J]. *热带作物学报*, 2018, 39(3): 575-580.
- [7] 杭悦宇. 我国山药类药材对动物降血糖和降血脂的作用[J]. *植物资源与环境*, 1994, 3(4): 59-60.
- [8] HARIJONO, ESTIASIH T, SUNARHARUM W B, et al. Hypoglycemic effect of biscuits containing water-soluble polysaccharides from wild yam (*Dioscorea hispida* Dennt) or lesser yam (*Dioscorea esculenta*) tubers and alginate[J]. *International Food Research Journal*, 2013, 20(5): 2279-2285.
- [9] WU J J, SHI S S, WANG H J, et al. Mechanisms underlying the effect of polysaccharides in the treatment of type 2 diabetes: a review[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2016, 144: 474-494.
- [10] 何凤玲, 叶小利, 李学刚, 等. 山药中降糖活性成分的筛选与比较[J]. *食品工业科技*, 2011, 32(6): 373-375.
- [11] TANVEER A, AKRAM K, FAROOQ U, et al. Management of diabetic complications through fruit flavonoids as a natural remedy[J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2017, 57(7): 1411-1422.
- [12] SATO K, FUJITA S, IEMITSU M. *Dioscorea esculenta*-induced increase in muscle sex steroid hormones is associated with enhanced insulin sensitivity in a type 2 diabetes rat model[J]. *The FASEB Journal*, 2017, 31(2): 793-801.

(责任编辑: 张明霞, 吴蕊夷)