DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2016.07.012

香蕉粉对II型糖尿病大鼠肝脏的保护作用

朱小花[1,2],蒋爱民[1,*],程永霞[1],刘旺旺[1]
(1.华南农业大学 食品学院,广东 广州 510642;2.深圳市深博泰生物科技有限公司,广东 深圳 518120)

摘　要:研究香蕉粉对链脲佐菌素(STZ)所致II型糖尿病大鼠肝脏的保护作用。将SD大鼠分为:糖尿病模型组(DCG)、糖尿病大鼠香蕉粉干预组(DBG)、正常对照组(NCG)、正常大鼠香蕉粉干预组(NBG)。香蕉粉干预喂养8周后检测大鼠空腹血糖(FBG)、糖耐量(IGTT)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、肝糖原,并计算肝脏指数及观察肝脏组织病理变化。与模型组相比,DBG组可以有效降低II型糖尿病大鼠FBG、IGTT、ALT、AST水平,提高TP、GLB水平和AST/ALT值及A/G值,并能改善II型糖尿病大鼠肝脏的病理变化。香蕉粉能改善II型糖尿病大鼠肝脏功能,对II型糖尿病造成的肝脏损害具有一定的保护作用。

关键词:香蕉粉;II型糖尿病;大鼠;空腹血糖;肝脏保护

Study on the Protective Effect of Banana Powder on Liver in Type II Diabetic Rats

ZHU Xiao-hua[1,2], JIANG Ai-min[1,*], CHENG Yong-xia[1], LIU Wang-wang[1]
(1.College of Food Science, South China Agriculture University, Guangzhou 510642, Guangdong, China;
2.Shenzhen Botai Biological Technology Co., LTD., Shenzhen 518120, Guangdong, China)

Abstract: The protective effect of banana powder on liver in streptozotocin-induced diabetic rats was studied. The SD rats were divided into: normal control group (NCG), diabetic control group (DCG), banana powder intervention group of diabetic rats (DBG), banana powder intervention group of normal rats (NBG).After intervention 8 weeks, rats fasting blood glucose (FBG), glucose tolerance (IGTT), alanine transferase (ALT), aspertate aminotransferase (AST), total protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), liver glycogen, and calculated the liver index and observed the liver tissue pathology were detect. Compared with model group, the DBG group could effectively reduce the type II diabetic rats FBG, IGTT, ALT, AST level, improve the level of TP, GLB, AST/ALT and A/G value, and could improve the pathological changes of type II diabetes rat liver. Banana powder can improve the liver function of type II diabetes rat, has certain protective effect on liver damage caused by type II diabetes.

Key words: banana powder; type II diabetes; rats; fasting blood glucose; liver protection

II型糖尿病是以长期高血糖为主要特征的内分泌代谢综合症,常伴随多种慢性并发症发生,会造成多器官、多系统的损伤。糖尿病性肝病是糖尿病的并发症之一,是糖尿病状态下的肝损害,由糖尿病引起肝组织学和功能改变的病变[1]。糖尿病性肝病的发病率呈逐年上升趋势,已引起国内外学者的重视[2]。

香蕉富含天然抗性淀粉、低聚果糖、黄酮、维生素A、维生素C等营养成分,是典型的高钾低钠水果,保健价值极高。近年来研究表明,抗性淀粉具有吸收慢的代谢特点,对降低血糖、改善胰岛素抵抗及增强胰岛素敏感性有一定作用[3-5],青香蕉抗性淀粉具有降低大鼠血糖血脂水平、控制体重和改善胰岛素抵抗等作用[6-7]。黄酮类化合物对糖尿病及其并发症具有一定的防治作用[8-9]。香蕉粉膳食能较好的控制糖尿病大鼠体重降低并促进排便,降低血糖并改善糖尿病大鼠的肠道菌群结构[10]。但香蕉粉对II型糖尿病的肝脏是否存在影响还鲜有相关研究报道。

本文研究了香蕉粉对高糖高脂饲料联合小剂量链脲佐菌素(STZ)诱导的II型糖尿病大鼠肝脏的保护

作者简介:朱小花(1984—),女(汉),工程师,在读博士研究生,研究方向:农产品加工及贮藏工程。
*通信作者:蒋爱民,教授,研究方向:畜产品加工。

作用,通过对空腹血糖、糖耐量、肝脏功能指标及肝脏组织病理切片的检测分析,旨在探讨香蕉粉作为天然食品对改善 II 型糖尿病并发症的作用,为食疗改善或防治糖尿病提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

1.1.1 材料与试剂

香蕉粉:佛山蕉业生物科技有限公司提供,香蕉粉是用不成熟(绿色)香蕉(芭蕉属 ABB 类,东莞大蕉)经去皮、打浆、离心、低温干燥及粉碎制备而成;普通饲料(按照 AIN-93G 标准制作)、高糖高脂饲料(在 AIN-93G 的基础略作修改):均由广东省医学实验动物中心提供;链脲佐菌素(streptozotocin,STZ):Sigma 公司;血糖测试试纸:美国罗氏公司;肝糖原试剂盒、谷丙转氨酶(ALT)检测试剂盒、谷草转氨酶(AST)试剂盒、总蛋白(TP)检测试剂盒、白蛋白(ALB)试剂盒、球蛋白(GLB)试剂盒:美国 BD 公司。

1.1.2 主要仪器设备

Micro 21R 高速冷冻离心机：美国 Thermo 公司;Sunrise-BASIC 酶标仪:瑞士 TECAN 公司;RT 200C 全自动生化分析仪：美国 Rayto 公司;Ultrospec 4000 紫外/可见吸收光谱仪:英国 Pharmacia Biotech 公司。

1.2 方法

1.2.1 实验大鼠饲养及 II 型糖尿病模型建立

SPF 级 SD 大鼠 60 只,雄性,体重量(70±5)g,由广东省实验动物中心提供(大鼠许可证号 No. 44007200009423)。光-暗周期为 12 h、在恒温 20 ℃~22 ℃、相对湿度 65 %~70 %的环境下适应饲养 1 周后开始实验。

II 型糖尿病模型大鼠是通过高糖高脂饲料结合链脲佐菌素(STZ)诱导。高糖高脂饲料喂养 6 周后,禁食 12 h,一次性左下腹腔注射 STZ(30 mg/kg,溶于 0.1 mmol/L 柠檬酸缓冲液,pH4.4,冰浴,现配现用,5 min 内用完)。正常组按 1 mL/kg 体重剂量腹腔注射柠檬酸缓冲液(0.1 mmol/L,pH4.4)。72 h 后测定空腹血糖,将空腹血糖大于 11.1 mmol/L 的大鼠纳入 II 型糖尿病模型。

1.2.2 分组和给药方式

II 型糖尿病大鼠模型建立成功后，将大鼠按血糖及体重随机分为 4 组:糖尿病模型组、糖尿病大鼠香蕉粉干预组(简称香蕉粉干预组,造模后香蕉粉干预治疗)、正常对照组、正常大鼠香蕉粉干预组,每组 15 只。用香蕉粉干预 8 周,期间各组大鼠给药方法如下所示:

糖尿病模型组(DCG):高脂饲料,自由饮食饮水,每日灌胃同等体积的生理盐水。

香蕉粉干预组(DBG):高脂饲料,自由饮食饮水,每日灌胃香蕉粉 2.5 g/kg。

正常对照组(NCG):普通饲料,自由饮食饮水,每日灌胃同等体积的生理盐水。

正常大鼠香蕉粉干预组(NBG):普通饲料,自由饮食饮水,每日灌胃香蕉粉 2.5 g/kg。

1.2.3 生化指标测定

香蕉粉干预实验期间，每隔 7 天测一次大鼠体重和空腹血糖。实验 8 周后,大鼠空腹 12 h,在水合氯醛腹腔注射麻醉下腹主动脉取血，自动凝血后 4 ℃离心 15 min,3 000 r /min,获得血清,冻藏于-80 ℃的冰箱内备用。采用全自动生化分析仪测定 FBG、ALT、AST、TP、ALB、GLB 等生化指标。

1.2.4 计算葡萄糖耐量和肝脏指数

1)葡萄糖耐量测定:香蕉粉干预 4 周后,进行葡萄糖耐量实验。大鼠在禁食 14 h 后腹腔注射葡萄糖溶液(500 mg/kg)。测定注射后 0、30、60、120 min 时血糖水平(BG0,BG30,BG60,BG120)[11]。

2)肝脏指数测定:每只老鼠取血后,取肝脏组织称重后计算肝脏指数。肝脏指数/ %=肝脏重(g)/动物体重(g)×100。

1.2.5 肝糖原的测定

称取大鼠同一部位肝脏用生理盐水分别制备 10 %,1 %的肝组织匀浆,按试剂盒所述方法,测定肝糖原。

1.2.6 肝脏组织病理切片观察

香蕉粉干预 8 周后,大鼠取血后,摘取肝脏称重,取 2 g 肝脏用生理盐水冲洗,浸泡于 4 %甲醛溶液中固定,HE 染色后,显微镜观察病理变化。

2 结果与分析

2.1 香蕉粉对 II 型糖尿病大鼠血糖及糖耐量的影响

II 型糖尿病是以高血糖为主要特征,长期的高血糖会使全身各个组织器官发生病变，导致急慢性并发症的发生。如胰腺功能衰竭、失水、电解质紊乱及酸中毒、抵抗力下降、肾功能受损、神经病变及血管病变等[12],因此,II 型糖尿病人首要是控制血糖,保持血糖稳定。

图 1 为香蕉粉对 II 型糖尿病大鼠空腹血糖的影响。

从图 1 中可见,正常组(NCG)及正常大鼠香蕉粉干预组(NBG)的空腹血糖实验期间基本保持一个稳定

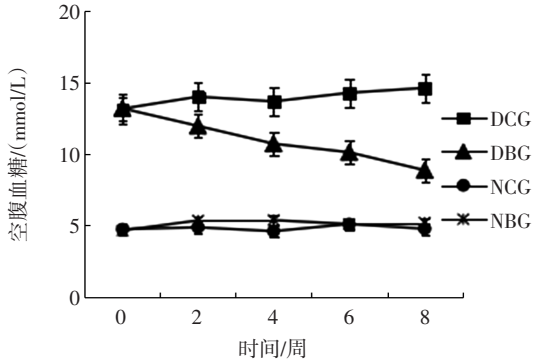


图 1 香蕉粉对糖尿病大鼠空腹血糖(FBG)的影响

Fig.1 Effect of banana powder on fasting blood glucose in type Ⅱ diabetic rats

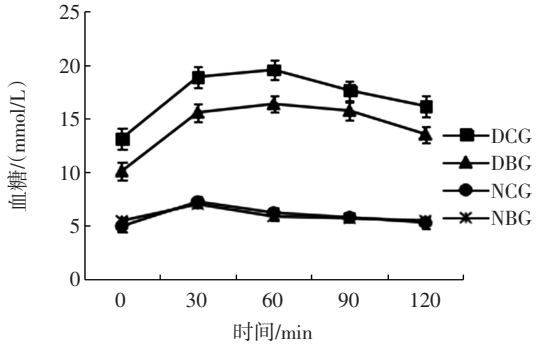


图 2 香蕉粉对糖尿病大鼠糖耐量的影响

Fig.2 Effect of banana powder on glucose tolerance in type Ⅱ diabetic rats

水平，血糖在 4.6~5.4 之间波动；糖尿病模型组大鼠（DCG）始终保持较高血糖水平，香蕉粉干预组大鼠(DBG)血糖水平随时间变化呈快速下降的趋势。与模型组相比，香蕉粉干预组大鼠的空腹血糖显著下降(P<0.05)，到第 8 周时血糖值降低了 32.75 %，但仍然显著高于正常对照组(P<0.05)。图 2 为腹腔注射葡萄糖耐量试验。

从图 2 中可知，香蕉粉干预处理，可降低空腹血糖峰值，并保持较稳定的血糖值，但对正常大鼠的血糖值无明显影响。

以上结果表明，香蕉粉干预可显著降低糖尿病大鼠空腹血糖及血糖峰值，稳定血糖，改善糖耐量状况，对 II 型糖尿病具有一定的血糖调节功能。

2.2 香蕉粉对 II 型糖尿病大鼠肝脏功能的影响

肝脏是代谢的中枢性器官，在血糖的调节中起至关重要的作用。肝脏的调节作用主要表现在当血糖高时将葡萄糖转化成糖原贮藏、血糖低时分解糖原或糖异生转化成葡萄糖。肝脏摄取葡萄糖量的多少，快慢，取决于血糖值、葡萄糖运输载体的数目与活性、葡萄糖激酶活性等，进入肝细胞内的葡萄糖代谢率及糖异生率则受激素的调节。肝脏调节糖代谢主要的激素胰岛素和胰高血糖素[13]。长期的高血糖会导致肝脏损伤，而肝脏损伤后更加剧糖代谢紊乱，形成恶性循环。糖尿病肝脏病变是一个渐进性发展的过程，刚开始时的临床特征表现为肝功能异常。

表 1 为香蕉粉对 II 型糖尿病大鼠肝功能的影响。

表 1 香蕉粉对 II 型糖尿病大鼠肝脏功能的影响

Table 1 Effect of banana powder on hepatic functions in type II diabetic rats

组别	肝系数/%	肝糖原/(mg/g)	ALT/(IU/L)	AST/(IU/L)	AST/ALT	TP/(g/L)	ALB/(g/L)	GLB/(g/L)	A/G
DCG	3.04±0.17^{a}	8.85±2.12^{a}	117.38±15.91^{a}	194.75±16.99^{a}	1.66±0.36^{a}	55.29±5.09^{a}	28.13±2.03	29.19±3.80^{a}	1.03±0.12^{a}
DBG	2.79±0.26^{ab}	15.41±1.86^{ab}	75.25±13.59^{ab}	135.42±14.75^{ab}	1.80±0.49^{ab}	65.37±6.33^{b}	26.75±2.20	39.23±4.20^{ab}	1.42±0.38^{b}
NCG	2.38±0.25^{b}	18.51±0.95^{b}	45.67±6.08^{b}	103.50±12.37^{b}	2.27±0.74^{b}	66.23±2.74^{b}	27.14±1.73	38.09±3.31^{b}	1.40±0.22^{b}
NBG	2.46±0.12^{b}	18.62±1.72^{b}	42.14±9.08^{b}	97.29±12.19^{b}	2.31±0.57^{b}	66.40±3.67^{b}	27.57±1.40	38.82±4.40^{b}	1.41±0.25^{b}

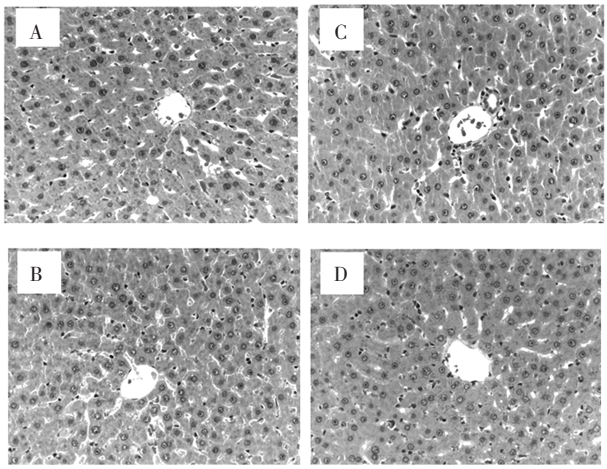
注：a 与正常对照组相比，差异显著 P<0.05；b 代表与糖尿病模型组相比，差异显著 P<0.05。

根据表 1 的结果可知，与正常组相比，香蕉粉干预对正常大鼠肝系数及肝功能均无明显影响（P>0.05）；与糖尿病模型组相比，香蕉粉干预治疗可降低 II 型糖尿病大鼠肝系数，降低肝肿大情况(P<0.05)，香蕉粉干预治疗还可显著促进 II 型糖尿病大鼠肝糖原含量(P<0.05)，说明香蕉粉在降低糖尿病大鼠血糖的同时促进葡萄糖转变为肝糖原，增加肝糖原的合成。此外，与糖尿病模型组比较，香蕉粉干预能够显著降低糖尿病大鼠的谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)(P<0.05)，显著提高总蛋白(TP)、球蛋白水平(GLB)和 AST/ALT 值及 A/G 值(P<0.05)。谷草转氨酶、谷丙转氨酶、白蛋白、球蛋白等是衡量肝功能的重要指标，从上述指标可以看出，香蕉粉干预对 II 型糖尿病大鼠肝功能的改善有明显作用。说明香蕉粉干预能够逆转糖尿病大鼠肝功能紊乱，减轻肝细胞损伤，具有一定的保肝作用。

2.3 香蕉粉对 II 型糖尿病大鼠肝脏组织病理变化的影响

II 型糖尿病大鼠肝脏组织病理图见图 3。

由图 3 可知，II 型糖尿病模型组大鼠的肝小叶中央静脉及其附近的肝血窦扩张淤血、肝细胞出现水样变性，糖尿病大鼠香蕉粉干预组大鼠出现明显改善。该实验结果表明，香蕉粉干预对正常大鼠无明显影



A 糖尿病模型组；B 糖尿病大鼠香蕉粉干预组；
C 正常大鼠香蕉粉干预组；D 正常组。

图 3　II 型糖尿病大鼠肝脏组织病理图

Fig.3　Pathological changes of liver in type II diabetic rats

响，但对 II 型糖尿病大鼠的肝脏组织病变有一定的改善作用。

3　结论

本文研究了香蕉粉对链脲佐菌素（STZ）所致 II 型糖尿病大鼠的肝脏保护作用：香蕉粉可有效降低 II 型糖尿病大鼠的空腹血糖、糖耐量，与白永亮等[10]研究一致，并显著降低谷丙转氨酶及谷草转氨酶水平，显著提高总蛋白、球蛋白水平和 AST/ALT 值及 A/G 值，改善 II 型糖尿病大鼠肝脏组织的病理变化；香蕉粉通过改善 II 型糖尿病大鼠肝脏功能及肝脏组织病理变化，对 II 型糖尿病造成的肝脏损害具有一定的保护作用。本文仅从肝脏功能指标及肝脏组织病理方面揭示香蕉粉对 II 型糖尿病大鼠肝脏的保护作用，可进一步研究对肝脏炎症因子及细胞损伤等的作用探索香蕉粉对 II 型糖尿病肝脏损伤的保护作用机制。

参考文献：

[1] 韦敏怡.糖尿病性肝病的研究进展[J].广西医科大学学报,1996,13(1): 112-115

[2] 冼苏,王乃尊,韦敏抬,等.糖尿病性肝肿大临床及病理研究[J].广西医科大学学报,1996,13(3): 101-107

[3] K L Johnston, E L Thomas, J D Bell,et al. Metabolism Resistant starch improves insulin sensitivity in metabolic syndrome[J]. Diabetic Medicine,2010,27(4):391-397

[4] Ble-Castillo JL,Aparicio-Trapala MA,Francisco-Luria MU,et al. Effects of Native Banana Starch Supplementation on Body Weight and Insulin Sensitivity in Obese Type 2 Diabetics[J]. Public Health,2010,7(5):1953-1962

[5] Robertson MD,Bickerton AS,Dennis AL,et al. Insulin-sensitizing effects of dietary resistant starch and effects on skeletal muscle and adipose tissue metabolism[J]. The American Journal of Clinical Nutrition,2005,82(3):559-567

[6] Jung Hyun Kwak, Jean Kyung Paik, Hye In Kim,et al. Dietary treatment with rice containing resistant starch improves markers of endothelial function with reduction of postprandial blood glucose and oxidative stress in patients with prediabetes or newly diagnosed type 2 diabetes[J]. Atherosclerosis,2012,224(2):457-464

[7] Blecasillo JL, Apariciotrápala MA, Franciscoluria MU, et al. Effects of native banana starch supplementation on boby weight and insulin sensitivity in obese type 2 biabetics[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health,2010,7(5):1953-1962

[8] Fufeng Chen,Hui Xiong,Jianxia Wang,et al. Antidiabetic effect of total flavonoids from Sanguis draxonis in type 2 diabetic rats[J]. Journal of Ethnopharmacology,2013,149(3):729-736

[9] Pon Velayutham Anandh Babu,Dongmin Liu,Elizabeth R. Gilbert. Recent advances in understanding the anti-diabetic actions of dietary flavonoids[J]. The Journal of Nutritional Biochemistry,2013,24(11):1777-1789

[10] 白永亮,彭真福,陈庆,等. 香蕉粉干预对糖尿病大鼠肠道菌群调节作用研究[J].现代食品科技,2013,29(9):2110-2114

[11] Sudarshana Purkayasthaa, Hai Zhanga, Guo Zhanga, et al. Neural dysregulation of peripheral insulin action and blood pressure by brain endoplasmic reticulum stress[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of Americ,2011,108(7):2939-2944

[12] Alberti K G M M, 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, 1998, 15(7): 539-553

[13] 刘金祥,孙卫东.糖尿病与肝脏[J].综合临床医学,1995,11(4): 179-180

收稿日期：2016-01-17