

菊糖面包对STZ糖尿病小鼠 血脂、血糖的影响

熊政委^{1,2},董全^{1*},王强²

(1.西南大学食品科学学院,重庆 400715;

2.重庆第二师范学院生物与化学工程系,重庆 400067)

摘要:用链脲佐菌素(STZ)诱导成功的糖尿病小鼠为动物实验模型,将小鼠分为模型组、普通面包组、各种不同添加量(2%、4%、6%、8%、10%)的菊糖面包组,连续喂食15 d,研究血糖、总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、体重的变化情况。结果表明,菊糖能够缓解STZ糖尿病小鼠体重的下降,降低STZ糖尿病小鼠的血糖值,并且对高脂血症有一定的调节作用,同时随着菊糖面包中菊糖含量的增加,其作用效果也得到增强。

关键词:菊糖面包,小鼠,血糖,血脂

Effect of inulin bread on blood glucose and lipid of mice with diabetes induced by STZ

XIONG Zheng-wei^{1,2}, DONG Quan^{1*}, WANG Qiang²

(1.College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2.School of Biological and Chemical Engineering, Chongqing University of Education, Chongqing 400067, China)

Abstract: As animal models, diabetic mice were successfully induced by using the STZ. These mice divided into model group, ordinary bread group, variety of different amounts of inulin bread group (2%, 4%, 6%, 8%, 10%), feeded 15 days, studied the changes of blood glucose, total cholesterol, triglycerides, HDL, LDL, body mass. The results showed that the inulin could alleviate weight drops of STZ diabetic mice, lowered blood glucose levels in STZ diabetic mice, and had a certain adjustment of hyperlipidemia. At the same time, with the increase of the inulin content in the bread, the effect was improved.

Key words: inulin-supplemented bread; mice; blood glucose; blood lipid

中图分类号: TS252.59

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)20-0368-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.20.067

菊糖(Inulin),又名菊粉、土木香粉,是由D-果糖经 $\beta(1\rightarrow2)$ 糖苷键连接而成的链状多糖,末端常含有一个葡萄糖基^[1]。菊糖是水溶性很好的膳食纤维,可作为功能性配料,广泛应用于功能性食品、药品和保健品的制造。

糖尿病是由于胰岛素绝对或相对分泌不足而引起的以持续高血糖为特征的内分泌疾病,常伴有脂代谢紊乱及高脂血症^[2],因此降低血糖、血脂是缓解糖尿病病症的关键。链脲佐菌素(STZ)对组织的毒性小,是目前国内外常常使用的一种制备糖尿病模型的药物^[3]。静脉或者腹腔一次性的大计量的注射STZ所制得的速发型糖尿病模型,是由于 β 细胞直接受损所导致的,目前被广泛的采用^[4]。

菊糖(Inulin)有多种生理功能,如防止肥胖^[5],促

进矿物质的吸收^[6-7],降血脂血糖^[8-9]。菊糖能够降低血液中甘油三酯以及胆固醇的含量,能够使体内低密度脂蛋白浓度降低,但是不会影响高密度脂蛋白的浓度,这样就会提高高密度脂蛋白/低密度蛋白的比率。菊糖经过人体的口腔、胃和小肠后基本上不被吸收,所以不会引起血糖浓度的增加,更不会促进胰岛素的上升。但是将菊糖面包作为一个整体对机体的研究较少。本实验通过建立糖尿病小鼠实验模型,研究菊糖面包对糖尿病小鼠血糖、血脂的影响,为菊糖面包产品的研究与开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

清洁级雄性昆明小鼠 许可证号: scxk(渝)2012-0006,重庆腾鑫比尔实验动物销售有限公司提供,实验

收稿日期: 2015-01-16

作者简介: 熊政委(1989-),男,硕士研究生,研究方向:食品安全与质量控制, E-mail: 842406970@qq.com。

* 通讯作者: 董全(1962-),男,博士,教授,研究方向:现代食品加工理论与技术, E-mail: dongquan@swu.edu.cn。

基金项目: 国家“863”计划项目(2011AA100805-2)。

表1 面包配方表
Table 1 Bread recipe

序号	面粉(g)	菊糖(g)	水(g)	酵母(g)	起酥油(g)	糖(g)	食盐(g)	奶粉(g)
1	100	0	55	1.8	3	6	1.5	4
2	98	2	55	1.8	3	6	1.5	4
3	96	4	55	1.8	3	6	1.5	4
4	94	6	55	1.8	3	6	1.5	4
5	92	8	55	1.8	3	6	1.5	4
6	90	10	55	1.8	3	6	1.5	4

前小鼠先经过1周的适应期,适应期后,小鼠的体重为20~24 g,清洁级常规分笼饲养;菊糖 广州市泽玉生物科技有限公司,食品级;面粉 河南省雪健实业有限公司,食品级;活性干酵母 安琪酵母股份有限公司,食品级;食盐 重庆合川盐化工业有限公司,食品级;白砂糖 湖北亿龙源食品有限公司,食品级;奶粉 内蒙古伊利实业集团股份有限公司,食品级;起酥油 南海油脂工业(赤湾)有限公司,食品级;链脲佐菌素(STZ)、柠檬酸、柠檬酸钠 成都市科龙化工试剂厂,分析级;总胆固醇试剂盒、甘油三酯试剂盒、高密度脂蛋白试剂盒、低密度脂蛋白试剂盒 南京建成生物工程研究所,分析级。

SW-CJ-1FD型超净工作台 苏净集团苏州安泰空气技术有限公司;YLS-Q6型灌胃器 北京吉安得尔科技有限公司;活力型血糖仪 爱尔兰罗氏集团;HL-2DW型远红外线电热食品烤箱 广州市番禺成功烘焙设备制造有限公司;HXM-CS12-0型面包发酵箱 上海晴友实业有限公司;FA2004A型电子天平 上海精天电子仪器有限公司;酶标仪 Modle680 Bio-Rad公司。

1.2 实验方法

1.2.1 菊糖面包的制作 主要加工工艺流程:配料→和面→发酵→整形→醒发→烘烤→冷却→成品。

具体操作方法参照GB/T 14611-2008采用直接发酵法。面包的成分配方表见表1。

1.2.2 构建糖尿病小鼠模型 取小鼠100只,体重为20~24 g,选择8只作为正常对照组。剩下的小鼠禁食12 h(可自由饮水),对小鼠一次性腹腔注射STZ 150 mg/kg^[10]。在造模过程中,小鼠死亡4只,7 d之后,用血糖仪测量小鼠的血糖,筛选出空腹血糖值大于11.1 mmol/L的小鼠作为糖尿病小鼠模型^[11-12]。成模率为81%。

1.2.3 菊糖面包对STZ糖尿病小鼠血糖值的影响 将STZ诱导的糖尿病小鼠分为以下几组(每组各8只):模型组、普通面包组(未添加菊糖)、2%菊糖面包组、4%菊糖面包组、6%菊糖面包组、8%菊糖面包组、10%菊糖面包组。正常对照组和模型组每天自由摄食基础饲料。普通面包组每天喂食未添加菊糖的面包300 mg/g,菊糖面包组每天喂食含量分别为2%、4%、6%、8%、10%的菊糖面包300 mg/g,每天喂食一次,喂食面包后,让小鼠自由饮水,自由摄食基础饲料。连续喂食15 d,每天喂食菊糖面包1.5 h后,尾部静脉取全血测血糖值^[13]。

1.2.4 菊糖面包对STZ糖尿病小鼠血脂的影响 末

次喂食前12 h禁食,喂食菊糖面包1.5 h后眼球采血,并将采集到的血液置于37 ℃的水浴锅中30 min,然后再放置在4 ℃冰箱3~4 h,3500 r/min离心15 min使血清分离^[14],用试剂盒测定血脂四项的水平,按照试剂盒的说明测定。

1.2.5 菊糖面包对STZ糖尿病小鼠体重的影响 每隔5 d测一次小鼠的体重。

1.3 数据分析

各组实验数据都用平均值±标准差($\bar{x}\pm s$)的形式表示,数据处理可以采用SPSS17.0软件进行统计分析,不同组间与对照组的比较采用方差分析, $p<0.05$ 为差异具有显著性, $p<0.01$ 为差异具有极显著性。

2 结果与分析

2.1 菊糖面包对糖尿病小鼠体重的影响

由表2可以看出,正常组的小鼠体重不断增加,其余各组小鼠的体重均在下降,其中模型组和普通面包组小鼠体重的下降速度比菊糖面包组快,并且随着菊糖添加量的不断增加,小鼠体重下降的速度减慢。喂食菊糖面包第15 d时,喂食添加4%、6%、8%、10%的菊糖面包的小鼠的体重与模型组小鼠的体重存在显著差异($p<0.05$)。

表2 菊糖面包对STZ糖尿病小鼠体重的影响($\bar{x}\pm s, n=8$)

Table 2 Effect of inulin bread on body mass of mice with diabetes induced by STZ($\bar{x}\pm s, n=8$)

组别	体重(g)		
	第5 d	第10 d	第15 d
正常对照组	26.38±1.36	29.12±2.08	32.03±2.36
模型组	22.08±1.12**	21.23±0.92**	20.18±0.74**
普通面包组	22.16±0.82**	21.05±2.33**	20.37±1.78**
2%菊糖面包组	22.47±1.73*	22.18±0.68**	21.47±1.42**
4%菊糖面包组	22.54±1.63*	22.37±1.13**	21.91±0.67**#
6%菊糖面包组	22.68±1.32*	22.46±2.57**	22.25±0.88**#
8%菊糖面包组	22.74±0.98*	22.62±1.66**	22.49±1.12**#
10%菊糖面包组	22.97±1.22*	22.83±1.27**	22.71±1.23**#

注:*为与对照组比较, $p<0.05$;**为与对照组比较, $p<0.01$;#为与模型组比较, $p<0.05$;##为与模型组比较, $p<0.01$;表3、表4同。

2.2 菊糖面包对STZ糖尿病小鼠血糖值的影响

通过表3可以看出,在第15 d时,4%、6%、8%、10%菊糖面包组小鼠的血糖值显著低于($p<0.05$)模型组。与实验开始相比,普通面包组小鼠血糖值逐渐升高,菊糖面包组小鼠血糖值均呈下降趋势,并且随着

菊糖添加量的增加,下降趋势越明显,最后相对稳定。虽然在第5 d时,10%的菊糖添加组小鼠的血糖高于4%、6%、8%菊糖添加组小鼠的血糖,但是总体上是随着菊糖添加量的增加下降趋势越明显。说明菊糖面包有抑制糖尿病小鼠血糖升高的作用。可能由于菊糖在肠道内被双歧杆菌发酵产生丙酸盐,能够抑制糖异生,减少游离氨基酸的水平,促进胰岛素的抗性增强。

2.3 菊糖面包对STZ糖尿病小鼠血脂四项的影响

从表4可以看出,当菊糖面包的添加量大于等于4%时,菊糖面包小鼠的总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白均显著($p < 0.05$)低于模型组,高密度脂蛋白显著($p < 0.05$)高于模型组。且随着菊糖添加量的增加,糖尿病小鼠总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白水平呈下降趋势,高密度脂蛋白呈上升趋势。说明菊糖面包对糖尿病小鼠并发的高脂血症有一定的调节作用。其原因之一是菊糖能够通过改变脂质的转运来降低血浆中总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇^[5]。菊糖能够降低血脂有多方面原因。第一,菊糖能够通过抑制脂肪分解酶降解摄食的脂肪,使脂肪在体内的消化受阻,并且菊糖作为一种膳食纤维,可以与脂肪形成脂肪-纤维复合物随粪便排出体外,这样便可以减少机体对脂肪的吸收。第二,未被消化的菊糖在肠道内被双歧杆菌发酵产生乳酸盐和短链脂肪酸,短链脂肪酸包含丙酸,丙酸可以抑制肝脏中胆固醇的合成。肝脏是合成甘油三酯和胆固醇的主要器官,血浆(清)中VLDL、LDL、HDL能准确反映甘油三酯和

胆固醇的体内代谢状况,丙酸盐被认为是肝脏中胆固醇生物合成反应的抑制剂^[6]。

3 结论与讨论

本实验研究了菊糖面包对STZ糖尿病小鼠调节血糖、血脂的作用。实验结果显示菊糖面包能够缓解STZ糖尿病小鼠体重的下降,降低STZ糖尿病小鼠的血糖值,对高脂血症有一定的调节作用,并且随着菊糖面包中菊糖含量的增加,其作用效果也得到增强。但是添加过量的菊糖会导致面包品质的下降^[7],如何既兼顾面包品质,又对生理功能有较好影响,需要做进一步研究。

参考文献

- [1] 曾小宇,罗登林,刘胜男,等. 菊糖的研究现状与开发前景[J]. 中国食品添加剂,2010(4):222-227.
- [2] 崔钰,李超,钱川军,等. 芦根多糖对糖尿病小鼠糖脂代谢调节的研究[J]. 农业机械,2012(24):142-144.
- [3] 勾向博,白静,姜妍,等. 荞麦糠皮提取物对II型糖尿病大鼠血糖和血脂的影响[J]. 食品科学,2013,34(1):303-305.
- [4] Ren J, Davidoff A J. Diabetes rapidly induces contractile dysfunctions in isolated ventricular myocytes[J]. Am J Physiol, 1997,272(1):148-158.
- [5] Yang HY, Yang SC, Chao JC, et al. Beneficial effects of catechin-rich green tea and inulin on the body composition of overweight adults[J]. British Journal of Nutrition, 2012, 107(5): 749-754.
- [6] LeeCole LL, Hee WL, Berdine MR, et al. Prebiotics Enhance

表3 菊糖面包对STZ糖尿病小鼠血糖的影响($\bar{x} \pm s, n=8$)

Table 3 Effect of inulin bread on blood glucose of mice with diabetes induced by STZ ($\bar{x} \pm s, n=8$)

组别	血糖浓度(mmol/L)			
	第1 d	第5 d	第10 d	第15 d
正常对照组	6.68±0.93	6.76±1.23	6.87±0.82	6.81±1.03
模型组	16.19±1.54**	16.76±1.82**	17.53±1.61**	17.92±1.35**
普通面包组	16.23±2.04**	16.88±1.43**	17.47±3.54**	17.79±2.07**
2%菊糖面包组	16.14±0.98**	15.94±2.69**	15.42±2.11**	15.21±1.21**
4%菊糖面包组	16.12±1.33**	15.51±2.71**	14.84±1.54**	14.58±1.11**#
6%菊糖面包组	16.08±1.89**	15.29±1.47**	14.47±1.73**	14.23±1.37**#
8%菊糖面包组	16.04±3.13**	15.01±1.56**	14.11±0.74***#	13.75±1.74***#
10%菊糖面包组	16.01±1.68**	15.82±2.65**	13.73±1.40***#	13.44±2.02***#

表4 菊糖面包对STZ糖尿病小鼠血脂四项的影响($\bar{x} \pm s, n=8$)

Table 4 Effect of inulin bread on blood lipid of mice with diabetes induced by STZ ($\bar{x} \pm s, n=8$)

组别	总胆固醇(mmol/L)	甘油三酯(mmol/L)	高密度脂蛋白(mmol/L)	低密度脂蛋白(mmol/L)
正常对照组	2.27±0.10	1.07±0.088	1.78±0.092	1.12±0.076
模型组	3.76±0.12**	2.57±0.10**	0.57±0.047**	1.84±0.090**
普通面包组	3.78±0.18**	2.58±0.15**	0.55±0.079**	1.88±0.13**
2%菊糖面包组	3.67±0.22**	2.46±0.17**	0.68±0.043***#	1.78±0.074**
4%菊糖面包组	3.50±0.092***#	2.34±0.081***#	0.72±0.063***#	1.62±0.080***#
6%菊糖面包组	3.47±0.11***#	2.30±0.11***#	0.75±0.081***#	1.59±0.11***#
8%菊糖面包组	3.40±0.16***#	2.27±0.15***#	0.76±0.073***#	1.57±0.94***#
10%菊糖面包组	3.38±0.18***#	2.26±0.12***#	0.79±0.066***#	1.58±0.10***#

(下转第376页)

