

发芽糙米米糠降血脂功效研究

王嘉怡^{1,2}, 潘姝璇^{2,3}, 邓海云^{1,2}, 夏 陈², 邓俊琳², 吕晓华¹, 陈 建²

(1. 四川大学 华西公共卫生学院, 成都 610041; 2. 四川省农业科学院 农产品加工研究所, 成都 610066;
3. 四川农业大学 食品学院, 四川 雅安 625014)

摘要:通过研究发芽糙米米糠(GBRB)对高脂膳食大鼠血脂代谢的影响,研究了GBRB的降血脂功效。将50只SD雄性大鼠按体重随机均分为5组,空白对照组饲喂基础饲料,高脂对照组饲喂高脂饲料,高、中、低剂量组分别饲喂添加了30%、20%、10% GBRB的高脂饲料,喂养83 d,结束后,从小鼠股动脉取血,测血清中总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)浓度,并计算体脂率。结果表明:食用GBRB对大鼠的体脂率、生长发育没有明显影响;饲喂GBRB的高、中、低剂量组大鼠血清中TC和LDL-C浓度都显著低于高脂对照组($P < 0.05$);高剂量组大鼠的TG浓度显著低于高脂对照组($P < 0.05$),而中、低剂量GBRB没能抑制食用高脂饲料产生的高TG浓度。GBRB的摄入能显著降低食用高脂饲料大鼠的血清TC、TG以及LDL-C水平,显示出GBRB的降血脂功效。

关键词:发芽糙米米糠;降血脂;总胆固醇;甘油三酯;低密度脂蛋白胆固醇

中图分类号:TS213.3;R151 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)04-0065-04

Blood lipid – lowering effect of germinated brown rice bran

WANG Jiayi^{1,2}, PAN Shuxuan^{2,3}, DENG Haiyun^{1,2}, XIA Chen²,
DENG Junlin², LÜ Xiaohua¹, CHEN Jian²

(1. West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu 610041, China;
2. Institute of Agro – Products Processing Science and Technology, Sichuan Academy of
Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China; 3. Food Institute, Sichuan Agricultural University,
Ya'an 625014, Sichuan, China)

Abstract: The blood lipid – lowering effect of germinated brown rice bran (GBRB) was researched by studying the effect of GBRB on blood lipid metabolism in high – fat diet – fed rats. Fifty male SD rats were randomly and averagely divided into five groups. Rats in control group were fed with ordinary feed. Rats in high fat diet group were fed with high – fat feed. Rats in three dose groups were fed with high – fat feed with the addition of 30% , 20% and 10% of GBRB respectively. After feeding for 83 d, femoral artery blood of rats was taken and the concentrations of total – cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein – cholesterol (HDL – C) and low density lipoprotein – cholesterol (LDL – C) were tested. In addition, the body fat rate was calculated. The results showed that after taking GBRB, there were no significant effects on body fat rate and normal growth of rats. In high, medium and low dose groups, the concentration of TC and LDL – C were significantly lower than those in high fat diet group ($P < 0.05$). In high dose group, the concentration of TG was significantly lower than that in high fat diet group ($P < 0.05$), though medium and low dose groups had less effect on TG level. GBRB could significantly decrease the contents of TC, TG and LDL – C of high fat diet rats, which indicated that GBRB had a blood lipid – lowering effect.

收稿日期:2017-08-04;修回日期:2017-12-20

基金项目:四川省财政创新能力提升工程(2016TSCY-012);四川省农业科学院2017年度科技成果中试熟化示范工程(CGZH2017XD25)

作者简介:王嘉怡(1993),女,硕士研究生,研究方向为营养与食品卫生学(E-mail)463106470@qq.com。

通信作者:吕晓华,教授(E-mail)498842733@qq.com;陈 建,研究员(E-mail)jc_saas@yahoo.com。

concentration of TC and LDL – C were significantly lower than those in high fat diet group ($P < 0.05$). In high dose group, the concentration of TG was significantly lower than that in high fat diet group ($P < 0.05$), though medium and low dose groups had less effect on TG level. GBRB could significantly decrease the contents of TC, TG and LDL – C of high fat diet rats, which indicated that GBRB had a blood lipid – lowering effect.

Key words: germinated brown rice bran (GBRB); blood lipid – lowering effect; total – cholesterol (TC); triglyceride (TG); low density lipoprotein – cholesterol (LDL – C)

发芽糙米是糙米在合适的温度、湿度及营养素条件下发生种子萌发后经加工干燥得到的活性糙米。由于发芽过程中通过内部酶的活化作用,可积累更多的氨基酸和生物活性物质,形成了营养及健康价值更高的发芽糙米^[1]。有研究表明,给大鼠饲喂发芽糙米能够显著降低血脂^[2-3],用发芽糙米替代主食能够有效降低血脂异常人群的血脂水平^[4-5]。发芽糙米通过砉谷机脱去胚乳(主要含淀粉)得到发芽糙米米糠。米糠层中集中了发芽糙米大部分的营养物质及生物活性物质,如各种氨基酸、矿物质,以及可降低血脂的 γ -氨基丁酸、阿魏酸、 γ -谷维素、植物甾醇等^[6]。

本文通过动物实验研究发芽糙米米糠的降血脂功效,有助于其应用于人类食品,特别是为高附加值功能食品的开发提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

发芽糙米,由东北产糙米经某谷物公司生产车间 1 000 kg 级大生产制备,再经过常用碾米机去除胚乳部分(即分离除去大量淀粉)得到发芽糙米米糠(GBRB)。GBRB 中水分、灰分、粗脂肪、粗蛋白质及粗纤维的含量、重金属含量分别见表 1、表 2。

表 1 GBRB 营养成分含量 %

水分	灰分	粗脂肪	粗蛋白质	粗纤维
10.9	3.2	8.5	11.0	2.9

表 2 GBRB 重金属含量 mg/kg

项目	含量	国家标准限量
总汞	0.003 4	0.02
总砷	0.32	0.5
铅	0.18	0.2
镉	0.022	0.1

胆固醇测定试剂盒(批号 1610110)、甘油三酯测定试剂盒(批号 1612101)、高密度脂蛋白胆固醇测定试剂盒(批号 1612123)、低密度脂蛋白胆固醇测定试剂盒(批号 1611116):江西特康科技有限公司。

1.1.2 仪器与设备

TC6010L 全自动生化分析仪:江西特康科技有限公司;FA2104 电子天平:上海舜宇恒平科学仪器有限公司;解剖器材。

1.1.3 实验动物及饲料

50 只雄性 SD 大鼠(SPF 级,体重(280 ± 20)g)及基础饲料,均由成都达硕生物科技有限公司提供。饲养条件:四川大学华西医院科技园动物实验室。

1.2 实验方法

1.2.1 实验分组及给药方式

将 50 只大鼠按体重随机分为 5 组,即空白对照组、高脂对照组、低剂量组、中剂量组和高剂量组,并分别对应饲喂基础饲料、高脂饲料、低剂饲料、中剂饲料和高剂饲料。每两天放 1 次饲料,并记录撒食量和剩食量。饮水自由,每天更换饮用水。每周称量并记录大鼠体重。饲料配比见表 3,为避免油脂氧化,饲料做好后抽真空、低温保存。

表 3 动物饲料配方 %

饲料	基础饲料	猪油	白糖	蛋黄粉	熟大豆粉	GBRB
基础饲料	100	-	-	-	-	-
高脂饲料	71.3	6.3	4.7	4.7	12.9	-
低剂饲料	61.3	6.3	4.7	4.7	12.9	10.0
中剂饲料	51.3	6.3	4.7	4.7	12.9	20.0
高剂饲料	41.3	6.3	4.7	4.7	12.9	30.0

1.2.2 血液指标测定

大鼠喂饲至 83 d,禁食 24 h,不禁水,称重后股动脉取血,分离血清,测定并计算血清中总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)浓度。

1.2.3 体脂测量

大鼠于 1.2.2 取血后,处死大鼠,分离出肾脏及睾丸附近脂肪,并称重,计算体脂率。体脂率 = 脂肪质量/体重 × 100%。

1.2.4 数据统计

实验数据用 SPSS19.0 统计软件进行分析,以($\bar{x} \pm s$)表示。组间比较采用方差齐性检验和单因素方差分析。组间两两比较,若方差齐同,采用 LSD 和 SNK 进行检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 饲喂 GBRB 对大鼠食量和体重的影响

实验过程中,各组大鼠的精神状态、活动状态及摄食饮水状态均正常。大鼠的进食量如表 4 所示。由表 4 可知,1~4 周,5 组间的进食量没有差异;5~8 周,高脂对照组和中剂量组大鼠的进食量显著小于空白对照组($P < 0.05$);8~12 周,高剂量组大鼠

的进食量显著低于空白对照组,略多于高脂对照组。此外,低剂量组大鼠的进食量显著高于高剂量组,这可能是由于 GBRB 中膳食纤维含量丰富,易增加饱

腹感,使食物摄入量减少^[7]。同时间段内的进食量有少数组表现出了差异,其余组无差异,GBRB 的添加对于进食量的影响不大。

表4 大鼠进食量($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/%	动物数(只)	进食量/g		
			1~4周	5~8周	8~12周
空白对照组	0	10	2 448.2 ± 362.7	2 672.8 ± 162.8	2 241.9 ± 524.4
高脂对照组	0	10	2 177.0 ± 243.6	2 109.0 ± 316.6 ^a	1 464.7 ± 248.9
低剂量组(L)	10	10	2 361.3 ± 283.7	2 323.1 ± 205.7	1 748.3 ± 460.2 ^H
中剂量组(M)	20	10	2 269.3 ± 309.4	2 190.1 ± 307.3 ^a	1 462.9 ± 237.6
高剂量组(H)	30	10	2 247.8 ± 207.2	2 337.6 ± 85.9	1 492.8 ± 400.6 ^{ab}

注:a为与空白对照组比较 $P < 0.05$; b为与高脂对照组比较 $P < 0.05$; H为与高剂量组比较 $P < 0.05$ 。下同。

饲喂 GBRB 对大鼠体重变化如表5所示。由表5可知,28 d时,只有高剂量组大鼠的平均增重显著小于空白、低、中剂量组($P < 0.05$);56 d时,高脂对照组大鼠的增重显著小于空白对照组($P < 0.05$),高、中、低剂量组与空白对照组没有差异;83 d时,

高脂对照组大鼠的增重显著小于空白对照组($P < 0.05$),说明高脂饲料不利于大鼠生长;高、中、低剂量组大鼠的增重均显著高于高脂对照组($P < 0.05$),但与空白对照组无差异。结果表明大鼠摄入添加 GBRB 的饲料对其正常生长没有不良影响。

表5 GBRB 对大鼠体重的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/%	动物数(只)	初体重/g	增重/g		
				28 d	56 d	83 d
空白对照组	0	10	292.1 ± 13.2	145.7 ± 25.1	197.6 ± 42.0	235.9 ± 42.9
高脂对照组	0	10	288.7 ± 4.4	126.5 ± 33.2	162.1 ± 36.5 ^a	188.7 ± 36.0 ^a
低剂量组(L)	10	10	297.4 ± 11.5	153.4 ± 37.1	170.3 ± 46.6	270.3 ± 59.1 ^b
中剂量组(M)	20	10	293.6 ± 13.3	131.7 ± 29.7	176.7 ± 42.8	266.2 ± 17.2 ^b
高剂量组(H)	30	10	287.1 ± 11.0	128.0 ± 28.6 ^{abLM}	172.2 ± 20.5	261.4 ± 17.2 ^b

注:L为与低剂量组比较 $P < 0.05$; M为与中剂量组比较 $P < 0.05$ 。

2.2 饲喂 GBRB 对大鼠总脂肪及体脂率的影响

大鼠总脂肪及体脂率如表6所示。由表6可知,5个实验组间的脂肪质量没有明显差异,体脂

率都在3%~4%范围,也没有明显差异。结果表明 GBRB 的摄入对实验动物的体脂率没有显著影响。

表6 GBRB 对大鼠总脂肪及体脂率的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/%	动物数(只)	脂肪质量/g	终体重/g	体脂率/%
空白对照组	0	10	14.8 ± 5.0	528.0 ± 54.3	3.07 ± 0.95
高脂对照组	0	10	17.2 ± 6.8	477.3 ± 33.2	3.87 ± 1.43
低剂量组(L)	10	10	18.3 ± 10.9	514.6 ± 59.1	3.39 ± 2.01
中剂量组(M)	20	10	17.6 ± 5.0	482.7 ± 50.5	3.42 ± 0.73
高剂量组(H)	30	10	20.5 ± 6.5	496.8 ± 49.4	3.88 ± 0.98

2.3 饲喂 GBRB 对大鼠血脂的影响

5组大鼠的TC、TG、HDL-C和LDL-C指标值如表7所示。

由表7可知,高脂对照组大鼠的TC、TG和LDL-C浓度都显著高于空白对照组($P < 0.05$),表明实验过程中,高脂对照组作为高脂模型组造模成功。

高、中、低剂量组大鼠的血清TC浓度都显著低于高脂对照组大鼠的TC浓度($P < 0.05$),说明饲喂 GBRB 有效控制了高脂饲料导致的大鼠高TC浓度。

中剂量组大鼠TC浓度与空白对照组大鼠TC浓度无显著差异。而低剂量组和高剂量组大鼠的TC浓度比空白对照组显著升高($P < 0.05$)。

血液中TG和LDL-C浓度水平升高是动脉粥样硬化斑块形成的主要原因之一^[8-9]。有研究表明,发芽糙米可以调节动物体内脂肪的合成与代谢^[10],从而改善高脂饮食带来的不利影响^[11],产生一定的降血脂作用。高剂量组大鼠的TG浓度显著低于高脂对照组大鼠的TG浓度($P < 0.05$),与空白

对照组大鼠 TG 浓度无显著差异,说明高剂量食用 GBRB 明显抑制了高脂食物导致的血液中高浓度 TG,达到仅食用基础饲料的血液 TG 水平。低、中剂量组大鼠的 TG 浓度与高脂对照组没有显著差异,且高于高剂量组和空白对照组,说明本实验设计的中、低剂量 GBRB 还不能够抑制高脂食物导致的血液中高浓度 TG。各组大鼠血液中 LDL - C 浓度测

试结果显示,高、中、低剂量组大鼠血液中 LDL - C 浓度均显著低于高脂对照组大鼠的 LDL - C 浓度 ($P < 0.05$),并且与空白对照组大鼠的 LDL - C 浓度无显著差异。

高、中、低剂量组大鼠及高脂对照组大鼠的 HDL - C 浓度与空白组大鼠的 HDL - C 浓度均无显著影响。

表 7 GBRB 对大鼠血脂的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/%	动物数(只)	TC/(mmol/L)	TG/(mmol/L)	HDL - C/(mmol/L)	LDL - C/(mmol/L)
空白对照组	0	10	1.32 ± 0.21	0.35 ± 0.07	0.96 ± 0.11	0.42 ± 0.07
高脂对照组	0	10	1.85 ± 0.24 ^a	0.62 ± 0.07 ^a	0.94 ± 0.11	0.60 ± 0.08 ^a
低剂量组(L)	10	10	1.60 ± 0.20 ^{ab}	0.55 ± 0.11 ^{ah}	0.96 ± 0.12	0.47 ± 0.03 ^b
中剂量组(M)	20	10	1.31 ± 0.19 ^b	0.58 ± 0.13 ^{ah}	0.97 ± 0.12	0.44 ± 0.07 ^b
高剂量组(H)	30	10	1.55 ± 0.25 ^{ab}	0.43 ± 0.08 ^b	0.97 ± 0.16	0.47 ± 0.06 ^b

本课题组还测定了动物实验所用 GBRB 中各种活性物质含量,分别为:γ - 氨基丁酸 53.0 mg/100 g,总阿魏酸 290.0 mg/100 g,γ - 谷维素 91.0 mg/100 g,植物甾醇中菜油甾醇 3.50 mg/100 g、豆甾醇 33.0 mg/100 g,β - 谷甾醇 138.0 mg/100 g。γ - 氨基丁酸^[12]、阿魏酸、γ - 谷维素^[13]、植物甾醇^[14]都是具有降低血脂作用的食源性功能活性物质。这些活性物质的协同降脂作用可能是 GBRB 抑制高脂食物导致的高血脂的功效机理之一。

3 结论

发芽糙米几乎含有所有营养成分,具有很高的保健价值和食用价值,是目前市面上新兴的主食。发芽糙米米糠(GBRB)作为发芽糙米的功能性“浓缩物”,更加具有开发前景。研究表明,实验动物摄入高、中、低剂量的 GBRB 都能够显著降低食用高脂饲料实验动物的血清总胆固醇(TC)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL - C)浓度水平,摄入高剂量的 GBRB 可显著降低食用高脂饲料实验动物的血清甘油三酯(TG)水平。且食用 GBRB 不会升高实验动物的体脂率,也不影响其生长发育,还可能有利于增加饱腹感,减少其他食物的摄入。因此,GBRB 可被开发成为一种新型的食品或食品添加剂,并起到一定的预防动脉粥样硬化等心血管疾病的作用,改善现代社会中高脂饮食带来的健康危害。

参考文献:

[1] 张守文,陈殊贤. 发芽糙米制备工艺的研究进展及前景展望——最有发展前景的食品配料[J]. 中国食品添加剂,2013(3):53-58.

[2] LIU Y W, ZUO P Y, ZHA X N, et al. Octacosanol enhances the proliferation and migration of human umbilical vein endothelial cells via activation of the PI3K/Akt and MAPK/

Erk pathways[J]. *Lipids*,2015,50(3):241-251.

[3] 袁列江,付湘晋,李忠海,等. 发芽糙米膳食纤维制备及其降血脂活性研究[J]. *粮食与油脂*,2016,29(5):51-53.

[4] 耿珊珊,诸芸,华杰,等. 食用发芽糙米对中老年超重和肥胖者代谢的影响[J]. *营养学报*,2011,33(3):315-317.

[5] 诸芸,刘星华,周伟杰,等. 发芽糙米对社区血脂异常人群的干预效果评价[J]. *现代预防医学*,2014,41(13):2378-2380.

[6] CHO D H, LIM S T. Germinated brown rice and its bio-functional compounds [J]. *Food Chem*, 2016, 196 (8): 259-271.

[7] 孙远明. 食品营养学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2010:46.

[8] 玄磊,朱英杰,黄丽敏,等. 动脉粥样硬化性脑梗死患者的血脂水平[J]. *中国老年学*,2015,35(15):4206-4208.

[9] 马倩. 动脉粥样硬化性心脑血管疾病中医证素和中药分布规律临床研究[D]. 北京:北京中医药大学,2016.

[10] YEN H W, LIN H L, HAO C L, et al. Effects of pre-germinated brown rice treatment high-fat diet-induced metabolic syndrome in C57BL/6J mice [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*,2017, 81(5):979-986.

[11] LIM S M, YONG M G, MOHTARRUDIN N, et al. Germinated brown rice ameliorates obesity in high-fat diet induced obese rats[J]. *Bmc Compl Alter Med*,2016,16(1):140.

[12] 操家璇,李玉萍,熊向源,等. γ - 氨基丁酸在开发功能性食品中的应用[J]. *河北农业科学*,2008,12(11):52-54.

[13] 蒋维维,易金娥,谭柱良. γ - 谷维素的生物活性研究进展[J]. *食品与发酵工业*,2015,41(6):253-258.

[14] 胡叶梅,韩军花,王素芳,等. 中药降血脂类有效成分——植物甾醇的含量及分布研究[J]. *卫生研究*,2011,40(3):388-390.