水提紫甘薯色素废渣对肥胖大鼠减肥功效的研究

杨解顺[1]，尚建华[2]，殷建忠[1]，王琦[1]，徐芳[1]，吴少雄[1]，赵云丽[3]，张雪辉[1]，张丽娟[1]
（1.昆明医科大学营养与食品研究所，云南昆明 650500）（2.云南省药物研究所，云南昆明 650111）
（3.中国科学院植物研究所，云南昆明 650204）

摘要：为研究水提紫甘薯色素废渣对大鼠的减肥作用，以不同剂量给受试物经口灌胃，结果表明：各组动物日平均摄食量无统计学差异（P>0.05）。模型组与空白组TG、TC存在统计学差异（P<0.01），各剂量组TG、TC低于模型组，TG较模型组分别降低0.30 25.4%、19.5%和36.4%，TC较模型组分别降低14.4%、14.8%和20.1%。阳性组、中、高剂量组体重低于模型组，中、高剂量组终末体重较模型组分别降低10.9%、9.7%，总增重较模型组分别降低25.4%、26.9%。阳性组、中、高剂量组体脂重量低于模型组，分别降低24.8%、20.6%、21.6%。阳性组、低、中、高剂量组脂/体比与模型组相比，有下降趋势，但无统计学差异（P>0.05）。本试验结果说明水提紫甘薯色素废渣具有减肥作用。

关键词：紫甘薯；废渣；减肥

文章篇号：1673-9078(2012)12-1648-1651

Study on the Effect of Weight Reducing of Waste Residue from Extracting Pigment of *Ipamoea batatas* L. in Obese Rats

YANG Jie-shun[1], SHANG Jian-hua[2], YIN Jian-zhong[1], WANG Qi[1], XU Fang[1]
WU Shao-xiong[1], ZHAO Yun-li[3], ZHANG Xue-hui[1], ZHANG Li-juan[1]
(1.Research Institute of Nutrition and Food Science, Kunming Medical University, Kunming 650500, China)
(2.Yunnan Insititute of Materia Medica, Kunming 650111, China)
(3.Kunming Institute of Botany,Chinses Academy of Sciences,Kunming, 650204, China)

Abstract: The weight reducing function of waste residue of purple sweet potato was investigated by intragastric administration of SD rats. Under the condition of no significant difference (P>0.05) of intake food between model group and control, the results showed that there were significant differences between model group and control group on TG and TC(P< 0.01). The each level of dose values of control group's TG and TC were lower than model group (P<0.05). TG respectively decreased by 25.4%, 19.5% and 36.4% compared to the model group and TC respectively decreased by 14.4%, 14.8% and 20.1% compared to the model group. The terminal weights of moderate dose group and high dose group respectively decreased by 10.9 % and 9.7 % compared to the model group. The totally incremental weight of moderate dose group and high dose group respectively decreaced by 25.4% and 26.9% compared to the model group. The body fat of positive group, moderate dose group and high dose group were lower than model group (P<0.01), which respectively decreased by 24.8), 20.6%and 21.6%. The decrease trend of the fat body ration was found in positive group, low dose group, moderate dose group and high dose group, however all kinds of trends were non significant when they compared with model group (P> 0.05). The weight reducing function of remaining waste residue of purple sweet potato was proved.

Key words: purple sweet potato; waste residue; weight reduction

2002年中国居民营养与健康状况调查结果显示，我国成人肥胖率为7.1%。大量研究表明，肥胖与糖尿病、高血压、高血脂症、缺血性心脑血管疾病等有明显的关系[1~3]。而膳食纤维的摄入对预防肥胖有很大的功效，对人体健康有积极作用。我国甘薯的种植面积和总产量位居世界首位，但近20年来，我国居民薯类的摄入量明显降低，平均每标准人日摄入量由1982年的179.9 g下降到2002年的49.1 g[4]。近年来，紫甘薯作为一种富含红色素(purple sweet potato color, PSPC)的高纤维低脂肪食品，是一种重要的天然色素源和营养保健食品源，成为研究热点[5~8]。目前，对紫

收稿日期：2012-07-18
基金项目：云南省科技计划项目（2008ZC107M）
作者简介：杨解顺（1984-），男，硕士，研究方向：食品化学与营养学
通讯作者：殷建忠（1970-），男，教授，硕士生导师，研究方向：云南特有食物资源研究与开发

甘薯色素的研究较多，而对紫甘薯提取色素后废渣的保健功能研究未见报道。本研究旨在评价水提紫甘薯色素废渣减肥功能，为其进一步开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 样品

水提紫甘薯色素废渣（云南玉溪市太和生物开发有限公司提供）。水提紫甘薯色素废渣粉与鲜紫甘薯比例为 1:3.8。

1.1.2 实验动物

选用雄性 SD 大鼠，体重 150~180 g，购自昆明医科大学实验动物中心，许可证号：SCXK（滇）2005-0008；等级：SPF 级。

1.1.3 主要仪器与试剂

解剖器械；JJ2000 型电子天平（常熟双杰测试仪器厂）；Eppendorf AG 22331 离心机（德国 Eppendorf 公司）；OLYMPUS AU400 生化分析仪（OLYMPUS 公司）；盐酸西布曲明片（上海现代制药股份有限公司，批号：100601）；TG 试剂盒（上海德赛，批号：571/039/2）；TC 试剂盒（上海德赛，批号：130/033/2）；GLU 试剂盒（中生北控生物，批号：100281.201004）。

1.2 实验方法

1.2.1 剂量分组及实验时间

实验分 5 组，剂量设计见表 1。阳性对照药为盐酸西布曲明片（5 mg/片），成人用量为 10 mg/d。受试样品给予时间原则上不少于 30 d，必要时可适当延长至 45 d。

表 1 水提紫甘薯色素废渣动物减肥实验剂量设计

Table 1 The weight reducing dose design of the waste residue from extracting pigment of *Ipamoea batatas* L.

分组	剂量设计	相当于人推荐摄入量倍数
空白组	蒸馏水	0
模型组	蒸馏水	0
阳性对照组	盐酸西布曲明片 1.67mg/(kg·bw·d)	10
低剂量组	受试物 1.25g/(kg·bw·d)	4
中剂量组	受试物 2.5g/(kg·bw·d)	8
高剂量组	受试物 5.0g/(kg·bw·d)	16

1.2.2 饲料配方

普通饲料：由昆明医科大学实验动物中心提供。高脂饲料：每 100 g 高脂饲料按普通饲料 70 g、奶粉 10 g、猪油 10 g、蛋黄粉 10 g、鱼肝油 10 滴配比制成，烘干。

1.2.3 实验步骤

将 SD 大鼠适应性喂养 3 d 后随机分为空白组、模型组、阳性对照组及低、中、高 3 个剂量组。自实验开始，模型组、阳性对照组及低、中、高 3 个剂量组每组动物每日给予等量的高脂饲料（饲料给予量以多数动物吃完为原则），空白组普通饲料给予量与高脂饲料相同。低、中、高 3 个剂量组给予不同剂量的受试样品，阳性对照组给予盐酸西布曲明溶液，空白组、模型组给予相同体积的蒸馏水。实验期间计录每组动物的给食量、剩食量及撒食量，定期称体重（每周称体重 2 次），试验结束时称体重，剖腹取体脂（睾丸及肾周脂肪垫）并称重，计算脂/体比。

1.2.4 观察指标

体重、摄食量、食物利用率、体内脂肪重量（睾丸及肾周围脂肪垫）、脂/体比、血清总胆固醇、甘油三脂、血糖含量。

1.3 数据处理和结果判定

数据采用 SPSS 17.0 统计软件进行方差分析和 t 检验，试验数据以平均值±标准差（$\bar{x}\pm S$）表示。实验组的体重和体内脂肪重量或体重和脂/体比低于模型对照组，差异有统计学意义，摄食量不显著低于模型对照组，可判定该受试样品动物减肥实验结果阳性。

2 结果与分析

2.1 水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠平均摄食量及食物利用率的影响

各组动物每只每日平均摄食量无统计学差异（F=1.575，P>0.05）。在食物利用率方面，各组与空白组相比，阳性对照组、中、高剂量组与模型组相比，差异有统计学意义（F=15.764，P<0.01），中、高剂量组食物利用率较模型组分别降低 4.3%、4.1%，见表 2。

表 2 水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠平均摄食量及食物利用率的影响

Table 2 The effect of waste residue from extracting pigment of *Ipamoea batatas* L.on the average food intake and food utilization rate of SD lab rats

分组	n	平均摄食量/(g/d)	食物利用率/%
空白组	10	15.7±3.0	8.0±1.4
模型组	10	14.7±2.9	16.8±2.5**
阳性对照组	10	14.5±3.7	10.3±2.5*,△△
低剂量组	9	15.0±2.6	14.6±2.6**
中剂量组	9	14.1±3.1	12.5±3.4**,△△
高剂量组	9	14.2±2.5	12.7±2.0**,△△

注：*：与空白组相比 P<0.05；**：与空白组相比 P<0.01；△△：与模型组相比 P<0.01。

2.2 水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠体重的影响

表 3 水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠体重的影响（g）

Table 3 The effect of waste residue from extracting pigment of *Ipamoea batatas* L.on the weight of SD lab rats

分组	n	初始体重	终末体重	总增重
空白组	10	174.9±9.2	226.3±10.0	51.4±11.7
模型组	10	174.2±9.0	284.2±17.6**	110.0±19.6**
阳性对照组	10	175.2±10.8	239.9±16.4△△	64.7±15.8△△
低剂量组	9	176.5±10.0	272.5±10.1	95.8±16.6**
中剂量组	9	170.9±13.1	253.3±17.6△△	82.1±19.8**,△△
高剂量组	9	175.9±14.1	256.7±16.5△△	80.4±10.9**,△△

注：**：与空白组相比 $P<0.01$；△△：与模型组相比 $P<0.01$。

水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠体重的影响，见表 3。各组初始体重无统计学差异（F=0.433，$P>0.05$）。实验结束（42 d）时，各组终末体重有统计学差异（F=19.219，$P<0.01$）。模型组与空白组体重相比，差异显著（$P<0.01$），说明肥胖模型建立成功；阳性对照组、中、高剂量组与模型组相比，差异有统计学意义（$P<0.01$），中、高剂量组终末体重较模型组分别降低 30.9 g（10.9%）、27.5 g（9.7%）；低剂量组与模型对照组相比，体重有下降的趋势。在总增重方面，模型组、低、中、高剂量组与空白组相比，阳性对照组、中、高剂量组与模型组相比，差异有统计学意义（F=16.836，$P<0.01$），中、高剂量组总增重较模型组分别降低 27.9 g（25.4%）、29.6 g（26.9%）。

2.3 水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠体脂以及脂/体比的影响

表 4 水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠体脂以及脂/体比的影响

Table 4 The effect of waste residue from extracting pigment of *Ipamoea batatas* L.on body fat and body fat/body ratio of SD lab rats

分组	n	体脂重量/g	脂/体比/%
空白组	10	2.55±0.60	1.12±0.25
模型组	10	5.01±0.77**	1.76±0.25**
阳性对照组	10	3.77±0.63△△	1.57±0.21
低剂量组	9	4.36±0.96	1.61±0.39
中剂量组	9	3.98±0.95△△	1.56±0.31
高剂量组	9	3.93±0.92△△	1.53±0.34

注：**：与空白组相比 $P<0.01$；△△：与模型组相比 $P<0.01$。

水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠体脂以及脂/体比的影响，见表 4。模型组与空白组在体脂及脂/体比之间有统计学差异（$P<0.01$）。各组间体脂重量有显著差异（F=10.006，$P<0.01$）。阳性对照组、中、高剂量组体脂重量与肥胖模型组相比，分别降低 1.24 g（24.8%）、1.03 g（20.6%）、1.08 g（21.6%），有统计学差异（$P<0.01$），而低剂量组与模型组相比，体脂重量有下降趋势。各组脂/体比值有统计学差异（F=5.274，$P<0.01$）。阳性对照组、低、中、高剂量组脂/体比与模型组相比，有下降趋势，但无统计学差异（$P>0.05$）。

2.4 水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠血脂及血糖水平的影响

表 5 水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠血脂及血糖水平的影响（mmol/L）

Table 5 The effect of waste residue from extracting pigment of *Ipamoea batatas* L. on blood fat and blood glucose of SD lab rats

分组	n	TG	TC	GLU
空白组	10	0.76±0.15	1.66±0.19	3.50±0.39
模型组	10	1.18±0.22**	2.09±0.31**	3.39±0.35
阳性对照组	10	0.90±0.24△△	1.86±0.18*,△	3.98±0.74
低剂量组	9	0.88±0.29△△	1.79±0.09△△	3.60±0.44
中剂量组	9	0.95±0.20△	1.78±0.20△△	3.80±0.37
高剂量组	9	0.75±0.18△△	1.67±0.11△△	3.86±0.44

注：*：与空白组相比 $P<0.05$；**：与空白组相比 $P<0.01$；△：与模型组相比 $P<0.05$；△△：与模型组相比 $P<0.01$。

水提紫甘薯色素废渣对 SD 大鼠血脂及血糖水平的影响，见表 5。模型组与空白组在 TG、TC 值存在显著差异（$P<0.01$）；TG 方面，各剂量组与模型组存在统计学差异（F=4.930，$P<0.05$），较模型组分别降低 0.30 mmol/L（25.4%）、0.23 mmol/L（19.5%）、0.43 mmol/L（36.4%）。TC 方面，各剂量组与模型组存在非常显著差异（F=6.276，$P<0.01$），较模型组分别降低 0.30 mmol/L（14.4%）、0.31 mmol/L（14.8%）、0.42 mmol/L（20.1%）。GLU 方面，各组间相比，无统计学差异（F=2.130，$P>0.05$）。

3 结论

3.1 肥胖是指一定程度的明显超重与脂肪层过厚，是体内脂肪，尤其是甘油三酯积聚过多而导致的一种状态[1]。由于食物摄入过多或机体代谢的改变，造成体重过度增长，并引起人体病理、生理改变[1,9]。而几乎所有的健康研究者和临床医生都认为，预防是控制肥胖蔓延最重要的策略[10,11]。本研究是在给予高热量食物同时给予受试样品（预防肥胖模型），观察动物体重、体内脂肪含量的变化。

3.2 根据《中国居民膳食指南（2007）》的建议：适当增加薯类的摄入，每周吃 5 次左右，每次摄入 50~100 g。本研究以每标准人日摄入量 100 g、每周摄入 5 次作为人推荐参考摄入量。分别以 1.25、2.5、5 g/kg·bw·d

受试物经口灌胃给予 SD 大鼠 42 d（预防型），相当于成人推荐摄入量（100 g/每标准人日）的 4、8、16 倍，结果表明，模型组体重高于空白组，说明肥胖模型建立成功。各组动物平均摄食量无统计学差异（P>0.05）；在体重和体内脂肪重量方面，中、高剂量组均低于模型组（P<0.01），故可初步判定水提紫甘薯色素废渣动物减肥功能实验阳性。模型组与空白组在 TG、TC 值之间存在统计学差异（P<0.01），各组 TG、TC 低于模型组，有统计学差异（P<0.05），提示受试物有降低血清总胆固醇和甘油三酯的作用，可进一步深入研究其降脂作用。

3.3 在本实验中，紫甘薯废渣能显著降低 SD 大鼠的体重、体内脂肪重量、甘油三酯和胆固醇，其机制可能与纤维素含量高有关[6]。纤维素在消化系统内吸水膨胀，阻挡小肠粘膜和甘油三酯、胆固醇的接触，同时能促进胃肠蠕动，缩短食物在消化道内停留的时间，从而抑制对甘油三酯和胆固醇的吸收[8]。

参考文献

[1] 孙志娟,黄之琦.肥胖的研究进展[J].生理科学进展,2001,32(1):39-44

[2] 王文绢,王克安,李天麟,等.中国成年人肥胖的流行特点研究：超重和肥胖的现患率调查[J].中华流行病学杂志,2001,22:129-132

[3] 郭登平,马宏君,范宗华.肥胖与某些疾病的相关性分析[J].河南职工医学院学报,2004,16(1):17-20

[4] 中国营养学会主编.中国居民膳食指南[M].拉萨:西藏人民出版社,2008

[5] 李彦青,卢森权,黄咏梅,等.紫色甘薯花青素的应用前景[J].安徽农业科学,2008,36(29):142-146

[6] 杨解顺,王琦,吴少雄,等.水提紫甘薯色素废渣营养成分分析与评价[J].现代食品科技,2010,26(5):551-553

[7] 张雪辉,徐芳,殷建忠,等.紫甘薯废渣的食用安全性评价[J].现代食品科技,2011,27(4):476-478

[8] 张丽娟,殷建忠,李燕,等.紫甘薯色素的营养保健作用及其研究进展[J].农产食品科技,2008,2(4):59-62

[9] 张杨东,吴繁香.我国中青年肥胖原因和危害及其疗法[J].龙岩师专学报,2003,21(3):116-118

[10] 庞伟,蒋与刚.肥胖预防中的生力军-膳食调整和营养教育[J].中国食物与营养,2004,(10):49-50

[11] 孙远明,余群力.食品营养学[M].北京:中国农业大学出版社,2002

现代食品科技