

## 桑椹醋减肥与抗疲劳作用的动物试验<sup>\*</sup>

张 莉<sup>b</sup>,李志西<sup>a</sup>,杜双奎<sup>a</sup>,于修烛<sup>a</sup>,魏宗萍<sup>a</sup>

(西北农林科技大学 a. 食品科学与工程学院; b. 农学院,陕西 杨凌 712100)

**[摘 要]** 为了了解桑椹醋的减肥与抗疲劳作用,利用高脂肪营养饲料建立小鼠营养性肥胖模型,设立普通对照组(饲喂基础饲料)、营养对照组(饲喂营养饲料)和试验组(饲喂营养饲料和桑椹醋),对桑椹醋的减肥降脂功能进行了研究;并通过游泳耐疲劳试验,设立试验组(饲喂基础饲料和桑椹醋)和对照组(饲喂基础饲料),对桑椹醋的抗疲劳作用进行了测定分析。结果表明,在 30 d 小鼠喂养试验中,营养对照组、普通对照组和试验组小鼠生长发育均正常,与普通对照组相比,营养对照组小鼠质量显著( $P < 0.05$ )增加,小鼠生殖器周围脂肪总质量、脂肪系数、胆固醇和甘油三酯等指标均显著( $P < 0.05$ )提高,表明营养性肥胖模型建模可行;饲喂桑椹醋的试验组小鼠质量增长速度明显低于对照组,胆固醇和甘油三酯含量也有明显降低,并且游泳存活时间极显著( $P < 0.01$ )长于对照组,说明桑椹醋有一定的减肥功能和抗疲劳作用。

**[关键词]** 桑椹醋;营养性肥胖模型;减肥;抗疲劳

**[中图分类号]** S865.1+30.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2007)07-0227-04

## Study on the effects of mulberry vinegar on weight losing and antifatigue in rat

ZHANG Li<sup>b</sup>, LI Zhi-xi<sup>a</sup>, DU Shuang-kui<sup>a</sup>, YU Xiu-zhu<sup>a</sup>, WEI Zong-ping<sup>a</sup>

(a College of Food Science and Engineering, b College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The effects of mulberry vinegar on obesity and fatigue were studied with the nutritive obesity rat model set by superfatted nutritive feed with the swimming fatigue resistance experiments. In the experiment, three treatments were set for obesity research, including nutritive feeding (fed with nutritive diet), normal feeding (fed with common diet) and vinegar feeding (fed with common and nutritive diet), while two treatments were set for fatigue research, which were normal feeding (fed with common diet) and vinegar feeding (fed with common and nutritive diet). The results showed that the living activity of all treatments were regular, and the rat weight of nutritive treat enhanced notably compared with normal feeding control during the 30 d of feeding period. The total fat content around genital organ of nutritive treatment and the fatty coefficient was higher than those of the control rat, and the serum cholesterin and triglyceride showed the same tendency as well. All the changes indicated that the model was feasible. The vinegar feeding rat had lower increase rate of weight than that of the control rat. The content of cholesterin and triglyceride were reduced compared with control. The result of swimming fatigue resistance experiment showed that vinegar feeding rat could survive longer in water than in normal treatment. All the results illustrated that the mulberry vinegar had the weight-losing and antifatigue function.

\* [收稿日期] 2006-05-17

[基金项目] 陕西省科技攻关项目(2005 K03- G03);西北农林科技大学与紫阳县洪田富硒食品有限公司协作项目

[作者简介] 张 莉(1974-),女,江苏涟水人,在读博士,主要从事农产品加工与利用研究。E-mail: happy74 @126.com

[通讯作者] 李志西(1958-),男,陕西临潼人,教授,博士生导师,主要从事发酵技术与谷物功能食品研究。

E-mail: lzx580721 @yahoo.com.cn

**Key words :** mulberry vinegar ; nutritive obesity model ; weight losing ; fatigue resistance

桑椹主要分布在我国的浙江、江苏、湖南、四川、河北、新疆及陕西等地。桑椹不仅含有游离氨基酸、维生素、微量元素、矿物质、挥发性油、生物碱和黄酮类等丰富的营养物质<sup>[1]</sup>,而且具有良好的保健功能,可增强人体免疫力,促进造血细胞生长,防止人体动脉硬化和骨髓关节硬化,对脾脏有增重作用,对溶血素有增强作用,可促进新陈代谢<sup>[2]</sup>。桑椹醋是以桑椹为主要原料,经生物发酵过程酿制而成的纯天然酸性调味品和保健饮品,营养丰富,品味优良。桑椹醋不仅具有桑椹和一般食醋的生理功能,而且具有特有的保健功效,如解除疲劳、消除肌肉疼痛、降低血压、分解血胆固醇、预防动脉硬化和心血管病的发生、增加食欲、促进消化、预防便秘和保护皮肤等。桑椹醋还是集营养与保健于一体的新型保健饮品<sup>[3]</sup>。随着人们生活水平的提高,营养过剩引起的肥胖给人类带来了许多困扰,如动脉粥样硬化、高血压、高血脂等,这些疾病严重危害着人们的健康,因此减肥已成为人们十分关心的问题,可见,开发桑椹醋具有重要的现实意义。目前,国内外有关果醋功能特性的研究报道较少,对桑椹醋保健功能的研究更为少见。本研究对桑椹醋的减肥作用和抗疲劳作用进行了动物试验,以期对桑椹、桑椹醋及其减肥保健食品的开发利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 桑椹醋 以陕南秦巴山区的桑椹为主要原料,采用全果粒酒精发酵后,离心分离发酵液(酒醪),再经液态表面醋酸发酵酿制而成,酸度 53.5 g/L。

1.1.2 试验动物 昆明二级雄性小鼠,质量(16 ± 2) g,由第四军医大学动物中心提供。

1.1.3 饲料配制 基础饲料:由第四军医大学动物中心提供,适合小鼠的正常生长。营养饲料:奶粉 10 g、猪油 10 g、鸡蛋 1 只、鱼肝油 10 滴,混匀,制成高脂肪营养饲料<sup>[2]</sup>。

1.1.4 测定试剂盒 酶法血清测定试剂盒,由南京生物工程有限公司提供。

### 1.2 试验动物饲养与分组

1.2.1 分组 将参加减肥降脂试验的小鼠随机分为普通对照组、营养对照组和试验组,每组 10 只<sup>[4]</sup>。参加抗疲劳试验的小鼠亦随机分为试验组和对照

组,每组 10 只。

1.2.2 喂养管理 减肥降脂试验中普通对照组小鼠饲喂基础饲料,营养对照组和试验组小鼠饲喂营养饲料,连续喂养 30 d,3 组小鼠均自由饮食,饲养环境温度 20 ~ 28 ℃,湿度为 60 % ~ 70 %。抗疲劳试验中小鼠均供给基础饲料。

1.2.3 桑椹醋饲喂 参加减肥降脂试验的试验组小鼠灌喂桑椹醋 0.2 mL/只,每天 1 次,2 个对照组小鼠灌喂等量蒸馏水,连续 30 d<sup>[4]</sup>。参加抗疲劳试验的试验组小鼠灌喂桑椹醋 0.2 mL/只,每天 1 次,对照组灌喂等量的蒸馏水,连续 20 d<sup>[5]</sup>。

### 1.3 测定指标及其方法

1.3.1 质量与脂肪系数 3 组小鼠每隔 6 d 称一次质量,喂养至 30 d 时处死,取其生殖器周围的脂肪称取质量,计算脂肪系数:脂肪系数 % = (脂肪质量/小鼠质量) × 100 %。

1.3.2 血清总胆固醇和甘油三酯 小鼠喂养至 30 d 时脱颈处死,心脏采血分离血清(血液静置 30 min,3 000 r/min 离心 15 min,取上清液)<sup>[6-8]</sup>,采血前禁食 16 h。采用酶法试剂盒测定血清总胆固醇和甘油三酯含量。

1.3.3 小鼠游泳时间 末次给完受试物 30 ~ 60 min 后,将参加抗疲劳试验的小鼠放入直径 500 mm、水深 250 mm、水温(28 ± 1) ℃ 的玻璃缸中(玻璃缸深度 320 mm)作自由游泳运动。当小鼠在水中游泳至过度疲劳不动,鼻孔刚刚淹没于水下时判为溺死。将小鼠入水至溺死所经历的时间作为耐疲劳试验指标。试验采用成对比较法,分 10 次进行,每次取质量相近的 2 只小鼠(一只取自试验组,一只取自对照组)<sup>[9]</sup>。进行游泳试验前小鼠禁食 16 h<sup>[10]</sup>。

### 1.4 数据统计处理

用 Excel 2003 软件对所测数据进行处理,结果以“平均值 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ )”表示<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 桑椹醋对小鼠质量的影响

由表 1 可以看出,营养对照组小鼠的质量前期增长速度低于普通对照组,但试验后期,质量超过了普通对照组小鼠,说明营养饲料有增肥作用。试验组小鼠质量增长速度明显小于普通对照组和营养对照组,表明桑椹醋有减肥作用。统计分析结果表明,

营养对照组小鼠与普通对照组质量变化差异达显著水平 ( $P < 0.05$ ), 试验组小鼠质量增长变化与营养对照组有极显著差异 ( $P < 0.01$ )。

表 1 桑椹醋对小鼠质量的影响

Table 1 Effect of mulberry vinegar on rat weight							g
分 组 Groups	试验前 Before treat	试验时间/d Treatment time					
		6	12	18	24	30	
普通对照组 Normal feeding	16.60 ±1.73	26.94 ±2.98	35.70 ±3.50	40.16 ±4.25	41.85 ±4.67	43.91 ±3.97	
营养对照组 Nutritive feeding	16.62 ±1.79	22.95 ±3.14	32.57 ±2.85	38.84 ±2.37	41.04 ±2.78	44.43 ±3.28	
试验组 Vinegar feeding	16.92 ±1.15	22.55 ±1.89	31.66 ±2.12	36.72 ±2.62	38.47 ±2.99	41.17 ±3.02	

2.2 桑椹醋对小鼠血清生化指标的影响

由表 2 可知,营养对照组小鼠的血清总胆固醇和甘油三酯浓度显著 ( $P < 0.05$ ) 高于普通对照组,证明营养饲料能引起小鼠血清总胆固醇和甘油三酯浓度的明显升高。试验组小鼠血清总胆固醇和甘油三酯浓度极显著 ( $P < 0.01$ ) 低于营养对照组,表明桑椹醋降血脂作用明显。

表 2 桑椹醋对小鼠血清总胆固醇和甘油三酯的影响

Table 2 Effect of mulberry on rat total serum cholesterin and triglyceride		
分 组 Groups	血清总胆固醇/ (mmol · L <sup>-1</sup> )	甘油三酯/ (mmol · L <sup>-1</sup> )
	Total serum cholesterin	Triglyceride
普通对照组 Normal feeding	2.12 ±0.27	1.494 8 ±0.26
营养对照组 Nutritive feeding	3.25 ±0.30	1.699 6 ±0.28
试验组 Vinegar feeding	2.64 ±0.31	1.077 8 ±0.25

2.3 桑椹醋对小鼠生殖器周围脂肪质量和脂肪系数的影响

由表 3 可以看出,营养对照组小鼠生殖器周围脂肪质量和脂肪系数均显著 ( $P < 0.05$ ) 高于普通对照组,试验组小鼠生殖器周围脂肪质量和脂肪系数较营养对照组有明显降低,说明桑椹醋减肥作用明显。

表 3 桑椹醋对小鼠生殖器周围脂肪质量和脂肪系数的影响

Table 3 Effect of mulberry vinegar on total weight of fat around rat genitalia and fatty coefficient		
分 组 Groups	生殖器周围 脂肪质量/g Total weight of fat around genitalia	脂肪系数/% Fatty coefficient
普通对照组 Normal feeding	0.70 ±0.33	1.57 ±0.67
营养对照组 Nutritive feeding	1.86 ±0.62	4.15 ±1.20
试验组 Vinegar feeding	1.57 ±0.48	3.80 ±1.09

2.4 桑椹醋对小鼠耐疲劳能力的影响

对采用基础饲料喂养的对照组和添加桑椹醋饲

喂的试验组小鼠在水中游泳的存活时间进行测定,结果表明,试验组小鼠的存活时间为 (560.32 ± 58.6) s,对照组小鼠为 (497.43 ±55.9) s。试验组小鼠在水中游泳存活时间较对照组小鼠明显延长,两组之间有极显著性差异 ( $P < 0.01$ ),说明桑椹醋在一定程度上能提高小鼠抗疲劳性。

3 结论与讨论

机体中过剩的能量常以脂肪形式存在,脂肪组织增多易导致肥胖<sup>[12]</sup>,危害机体正常代谢和生物体健康<sup>[8]</sup>。减肥的根本在于去除或消耗体内多余的脂肪<sup>[13]</sup>,本试验利用小鼠高脂肪营养饲养肥胖模型,对桑椹醋的减肥功能进行了研究。

3.1 营养性肥胖模型的建立

动物肥胖模型有营养性肥胖模型和下丘脑性肥胖模型<sup>[10]</sup>。本试验采用营养性肥胖模型,利用高脂肪营养饲料饲喂小鼠,30 d 喂养试验发现,营养对照组小鼠质量较普通对照组明显增加,血清总胆固醇和甘油三酯浓度也明显提高,生殖器周围脂肪质量和脂肪系数均显著高于普通对照组,表明营养性肥胖模型初步建立成功。此方法简单可靠,成本低,模型稳定,适用性强<sup>[4]</sup>。

3.2 桑椹醋对小鼠的减肥去脂作用

质量、体脂、血清总胆固醇、甘油三酯等指标是评价减肥食品功能性的常用性状指标。质量是较为直观的指标,体内脂肪量的测定是肥胖病诊断及判断效果最确切的方法。本试验发现,试验组小鼠质量增长较营养对照组减慢,生殖器周围脂肪质量和脂肪系数均明显下降,表明桑椹醋对脂肪组织的生成有一定的抑制作用。

甘油三酯和胆固醇是脂类代谢的重要指标,也是判断机体健康状况的指标之一。血浆中胆固醇或甘油三酯的浓度过高,易发生心血管疾病和高脂血症<sup>[13-14]</sup>。本试验结果表明,试验组小鼠血浆中的胆

固醇和甘油三酯浓度均比营养对照组低,说明桑椹醋有降低机体脂肪总含量的作用。

### 3.3 桑椹醋对小鼠的抗疲劳作用

利用小鼠游泳试验研究了桑椹醋的抗疲劳性能。试验结果表明,喂食桑椹醋的试验鼠游泳时间明显长于对照组,说明桑椹醋能在一定程度上提高小鼠的抗疲劳性。产生这种结果的可能原因是,桑椹醋中含有大量的有机酸,这些有机酸在机体代谢过程中,可经过焦性葡萄糖而生成柠檬酸,柠檬酸进入三羧酸循环途径生成二氧化碳,减少体内的乳酸,达到抗疲劳的效果<sup>[15-16]</sup>。

#### [参考文献]

- [1] 金 杰,李志西,张 锋,等.桑椹醋提取物对二苯代苦味酰基自由基(DPPH·)的清除作用[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(3):135-137.
- [2] 王者悦.中国药膳大词典[M].大连:大连出版社,1992.
- [3] 刘玉静.桑椹保健饮料的研制[J].食品科技,2004(3):66-67.
- [4] 陈永红,邹志飞,许崇辉,等.“纤美健”消脂减肥作用的动物实验研究[J].中国实验动物学杂志,2001,11(3):149-152.
- [5] 赵 鹏,姚思宇,刘荣珍,等.-亚麻酸降血脂的动物实验研究[J].中国热带医学,2004,4(5):722-723.
- [6] 王庭欣,马小彤,蒋东升,等.一种保健酒对小鼠的抗疲劳作用[J].卫生毒理学杂志,2001,15(3):186.
- [7] 金 杰,李志西,张 锋,等.桑椹醋提取物抗氧化性的研究[J].中国酿造,2005(10):20-22.
- [8] 陆 洁,武大林,阴继霞,等.一次性塑料试管对血清分离的影响[J].中国现代医学杂志,2000,10(11):28.
- [9] 文绍敦.百力胶囊抗疲劳作用的动物实验研究[J].青海医学院学报,2002,23(3):1-2.
- [10] 郑建仙.功能性食品:第三卷[M].北京:中国轻工业出版社,1999:321-322,373-375,435.
- [11] 唐 量,熊正英.芦荟抗疲劳作用的实验[J].体育学刊,2003,10(2):50-52.
- [12] 金宗濂.功能食品评价原理及方法[M].北京:北京大学出版社,1995:97-110.
- [13] 范文今,谢 韬,刘素清,等.清丽爽减肥茶减肥作用的研究[J].中国实验动物学杂志,2002,12(4):220-224.
- [14] 孙永芳.肥胖病理生理的研究进展[J].国外医学内分泌学分册,1984(4):182-184.
- [15] 李幼筠.论食醋的功能性与新型功能性食醋的开发[J].中国酿造,2004(1):5-8.
- [16] 徐清萍,敖宗华,陶文沂.食醋功能研究进展[J].中国调味品,2003(12):12-13.

(上接第 226 页)

- [5] 王国胤. Rough 集理论与知识获取[M].西安:西安交通大学出版社,2001.
- [6] 毕天姝,倪以信,吴复立,等.基于径向基函数神经网络和模糊控制系统的电网故障诊断新方法[J].中国电机工程学报,2005,25(14):12-18.
- [7] 彭文季,罗兴铸,赵道利.基于频谱法与径向基函数网络的水电机组振动故障诊断[J].中国电机工程学报,2006,26(9):155-158.
- [8] 王洪元,史国栋.人工神经网络技术及其应用[M].北京:中国石化出版社,2002.
- [9] 莫 娟,王 雪,董 明,等.基于粗糙集理论的电力变压器故障诊断方法[J].中国电机工程学报,2004,24(7):162-167.
- [10] 沈 东,褚福涛,陈 思,等.水轮发电机组振动故障诊断与识别[J].水动力学研究与进展,2000,15(1):129-133.
- [11] 梁武科,罗兴铸,张彦宁,等.水力发电机组振动故障诊断系统中的信号预处理[J].水力发电学报,2003(3):114-120.
- [12] 陶 志,许宝栋,汪定伟.基于决策属性支持度的知识约简方法[J].东北大学学报:自然科学版,2002,23(11):1025-1028.
- [13] 贾 嵘,白 亮,罗兴铸,等.基于神经网络的水轮发电机组振动故障诊断专家系统[J].水力发电学报,2004,23(6):120-123.