

# 冻干山楂果与山楂膳食纤维对小鼠的润肠通便作用

杨光 郝红伟 王唯霖 刘敏 王颀\*

(河北农业大学食品科技学院, 河北保定 071001)

**摘要 目的:** 研究添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果 (按质量比 9:1) 改善小鼠功能性便秘的作用。**方法:** 将小鼠随机分为 5 组, 分别为溶剂对照组、模型组和添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果低、中、高剂量组 (剂量分别为 1、2、4g/kgbw)。灌胃 10 d 后, 建立功能性便秘模型。通过对小鼠的小肠推进率、首粒排黑便时间、排便质量及水分含量的测定, 分析添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果对小鼠润肠通便作用的影响。**结果:** 添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果可提高小鼠小肠推进率, 低、中、高剂量组与模型对照组比较, 分别提高了 19.17%、26.92% 和 24.48%, 并存在极显著性差异 ( $P < 0.01$ ); 三个剂量组与模型组相比, 极显著缩短了首粒黑便时间 ( $P < 0.01$ ), 依次分别缩短了 51.81%、57.67% 和 59.47%; 增加排便质量, 与模型组相比, 各剂量组均具有显著性差异 ( $P < 0.05$ ), 高剂量组小鼠粪便含水率明显高于模型组 ( $P < 0.01$ )。**结论:** 添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果具有改善小鼠功能性便秘的作用。

**关键词** 冻干山楂果; 山楂膳食纤维; 润肠通便

山楂 (*Crataegus spp.*) 属于蔷薇科 (*Rosaceae*) 苹果亚科山楂属 (*Crataegus L.*)。全世界现存约 250 多种<sup>[1]</sup>。关于中国山楂属植物的记录, 《中国植物志》第 36 卷蔷薇科中记载中国山楂属植物的种类有 16 种, 2 个变种 (中国科学院植物研究所, 1974)。山楂可以食药两用, 主要分布我国辽宁、河北、河南、吉林等地<sup>[2]</sup>。山楂所含化学成分物质丰富, 有纤维素、鞣质、黄酮类化合物、三萜、红色素, 膳食纤维等成分。

膳食纤维被肠道中的有益菌所发酵, 产生低级脂肪酸, 这些低级脂肪酸既可以抑制有害菌的生长, 又可降低肠道 pH 值, 刺激肠道粘膜加快致癌物随粪便排出的速度<sup>[3]</sup>。此外, 山楂纤维具有较高的持水性, 可增加排便质量, 使粪便软化, 也有助于缓解便秘。随着生活水平的提高, 人们在饮食上过于精细, 高脂肪、高蛋白食物摄入过多, 而膳食

纤维摄入量却在不断减少, 这种不合理的膳食结构成为现代人的便秘原因。在日常生活中补充适量的膳食纤维, 可缓解便秘<sup>[4]</sup>。目前, 我国对山楂膳食纤维的保健作用研究较少, 山楂含有纤维素、半纤维素、木质素等膳食纤维, 其中可溶性纤维占 75%<sup>[5]</sup>。山楂对胃肠道运动功能具有一定调节作用, 能增强小鼠松弛状态胃平滑肌的收缩<sup>[6]</sup>。

本试验以添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果为试验样品, 通过建立便秘模型, 观察其对小鼠润肠通便功能的影响, 为研发相关休闲保健食品提供科学理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物

ICR 小鼠 (SPF 级, 18~22g) 雄性, 购自北京华阜康生物科技股份有限公司, 许可

\* 作者简介: 杨光 (1991—), 男, 河北农业大学在读硕士研究生, 研究方向为食品营养。E-mail: ygyxt@qq.com  
通信作者: 王颀 (1959—), 男, 河北农业大学教授, 博士, 研究方向为食品加工。E-mail: wj591010@163.com

证号：SCXK（京）2009-0004。

## 1.2 材料、试剂与仪器

复方地芬诺酯片（每片含复方地芬诺酯 2.5mg） 哈尔滨制药总厂；阿拉伯树胶粉 天津天泰精细化学有限公司；活性炭粉 市售。

0.05%复方地芬诺酯混悬浮液的配制：取复方地芬诺酯片 50mg，研磨粉末定容至 100ml。

墨汁的配制：称取明胶 10g，加蒸馏水 80ml，煮至溶液透明，加入活性炭粉 5g，煮沸三次，溶液冷却后定容至 100ml，在 4℃ 冰箱中贮存，用前摇匀。

多功能粉碎机 永康市帅通工具有限公司；电子分析天平 德国 Sartorius 仪器公司；分散乳化均质机 上海 BRT 机电设备科技有限公司；电热恒温干燥箱 上海跃进医疗器械厂。

### 1.2.1 样品制备

山楂膳食纤维：在专利<sup>[7]</sup>基础上改进。将洗净的山楂鲜果，放于分散乳化均质机粉碎，用孔径为 1mm 的筛板分离除去山楂籽，取山楂果浆，再加体积比 1：3 的 70% 乙醇，迅速至膳食纤维沉淀，冷却静置后过滤除去上清液，滤渣用体积比 1：3 的 95% 乙醇浸提两遍，真空冷冻干燥后用粉碎机粉碎，过 100 目分样筛。样品中可溶性纤维（SDF）占 50%，不溶性纤维（IDF）占 16%，将 SDF 与 IDF 合并，即为总膳食纤维（TDF）<sup>[8-9]</sup>。临用前用 70℃ 蒸馏水溶解，搅拌均匀，冷却待用。

冻干山楂果：山楂鲜果洗净去核，真空冷冻干燥。由北京御食园食品股份有限公司提供。

## 1.3 实验方法

### 1.3.1 小鼠小肠推进率实验

取 ICR 小鼠随机分为 5 组，分别为空白对照组、模型对照组、添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果的低、中、高剂量组，每天按 1、2、4 g/（kg·d）的剂量给予受试物，采用等体积灌胃。连续灌胃至 10 d，各组小

鼠禁食不禁水 16 h，模型组及各剂量组小鼠灌胃 0.025% 复方地芬诺酯混悬液，进行造模，空白对照组灌胃蒸馏水；30min 后各组灌胃含有相应样品的墨汁；20min 后采用颈椎脱臼法处死小鼠，剖开腹腔分离肠系膜，摘取肠管测量总长度和墨汁移动长度<sup>[10-12]</sup>，计算公式：

墨汁推进率 = [ 墨汁推进长度（cm） / 小肠总长度（cm） ] × 100%。

### 1.3.2 小鼠排便实验

用 0.05% 复方地芬诺酯混悬液制造便秘模型，其他处理同 1.3.1 节。每只动物单独饲养，照常饮食，灌胃墨汁后开始观察记录每只小鼠首粒黑色粪便排出时间、每 1 h 排便粒数和重量增长、6 h 总排便粒数和总质量，最后以恒质量法测粪便干质量及含水率<sup>[13-14]</sup>。

## 1.4 数据处理

试验数据采用统计软件 SPSS 17.0 进行单因素方差分析，结果以  $\bar{X} \pm S$  表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果对小鼠小肠推进率的影响

由表 1 可知，溶剂对照组与各组的小鼠 10 d 体重增长量具有极显著性差异（ $P < 0.01$ ），模型对照组和低剂量组与中、高剂量组具有显著差异（ $P < 0.05$ ），但模型对照组与低剂量组、中剂量组与高剂量之间无显著性。试验过程中，受试物未造成小鼠腹泻、呕吐等异常反应。模型对照组的小肠推进率明显低于空白对照组，且存在极显著性差异（ $P < 0.01$ ）；与模型对照组相比，添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果中、高剂量组能明显提高小肠推进率，存在极显著性差异（ $P < 0.01$ ），添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果低剂量组与便秘模型小鼠的小肠推进率，存在显著性差异（ $P < 0.05$ ）。低、中、高剂量组小鼠小肠推进率与模型对照组有明显提高，分别提高了 19.17%、26.92% 和 24.48%。

表 1 添加 10%山楂膳食纤维的冻干山楂果对小鼠体重和小肠推进率的影响 ( $\bar{x}\pm s$ ,  $n=10$ )Table 1 Effect of maythorn dietary fiber on mouse body weight and intestinal motion rate ( $\bar{x}\pm s$ ,  $n=10$ )

组别	动物(只)	剂量(g/kg·d)	体质量增长量/g	小肠推进率(%)
溶剂对照组	10	0	1.83±0.52aA	84.90±6.49aA
模型对照组	10	0	3.29±0.76bB	62.32±11.34bB
低剂量	10	1	3.04±0.57bB	74.27±4.95aAB
中剂量	10	2	3.89±0.74dB	79.10±11.98aA
高剂量	10	4	3.89±0.60dB	77.58±7.19aA

注：小写字母表示在  $P<0.05$  下显著性差异；大写字母表示在  $P<0.01$  下显著性差异。相同字母无显著性差异。

## 2.2 添加 10%山楂膳食纤维的冻干山楂果对小鼠排便的影响

由表 2 可知，模型组与空白组对比，首粒排黑便时间、6 h 内排便总质量、排便干质量及排便粒数存在显著性差异，有统计学意义。表明便秘小鼠建模成功 ( $P<0.01$ )。与模型对照组相比，添加 10%山楂膳食纤维的冻干山楂果低、中、高剂量组均能明显增

加 6 h 内排便总质量、排便干质量及排便粒数，存在极显著性差异 ( $P<0.01$ )；高剂量组小鼠粪便含水率明显高于模型组，存在极显著性差异 ( $P<0.01$ )。添加 10%山楂膳食纤维的冻干山楂果低、中、高剂量组与模型组相比，极显著缩短了首粒黑便时间 ( $P<0.01$ )，分别缩短了 51.81%、57.67% 和 59.47%，高剂量组效果最佳。

表 2 添加 10%山楂膳食纤维的冻干山楂果对小鼠排便实际时间和排便质量的影响 ( $\bar{x}\pm s$ ,  $n=10$ )Table 2 Effect of maythorn dietary fiber on initial defecation time and feces weight in mice ( $\bar{x}\pm s$ ,  $n=10$ )

组别	首粒排黑便时间/min	6h 排便总质量/g	6h 排便干质量/g	排便粒数	含水率/%
溶剂对照组	81.20±5.72aA	0.45±0.06aA	0.29±0.07aA	19.33±1.53aA	35.67±8.02aA
模型对照组	100.14±5.08bB	0.17±0.09bB	0.12±0.08bB	4.67±2.34bB	35.75±15.28aA
低剂量	48.25±4.22dD	0.69±0.08dD	0.35±0.06aA	28.90±2.69dD	49.50±9.06abAB
中剂量	42.38±2.53eE	0.72±0.17dD	0.39±0.08aA	31.00±5.34dD	44.50±13.90abAB
高剂量	40.58±2.19eE	0.90±0.16eD	0.38±0.07aA	31.60±6.42dD	57.33±3.67bB

注：小写字母表示在  $P<0.05$  下显著性差异；大写字母表示在  $P<0.01$  下显著性差异。相同字母无显著性差异。

## 3 讨论

粪便量和粪便通过肠道时间是评价肠道功能的两个重要指标。本试验主要研究山楂和山楂膳食纤维（按质量比 9:1）混合物对小鼠润肠通便功能的影响，为进一步开发山楂鲜果的休闲保健食品提供理论依据。

本研究表明，将 10%山楂膳食纤维混入冻干山楂果中，能显著促进便秘组小鼠的小肠推进率、缩短首粒黑便时间、增加排便量。分析机理可能为，混合物中的山楂膳食

纤维及冻干山楂果粉碎后的其他物质可以增加肠道内容物的摩擦运动，促进肠道蠕动，缩短粪便在肠道内的停滞时间；混合物中添加的山楂膳食纤维主要成分为可溶性纤维<sup>[5,7]</sup>，可以增加粪便持水性，软化粪便，进一步改善肠道内微生态环境，减少肠道中有害菌的增殖及有毒代谢产物的产生，预防肠癌的发生<sup>[15]</sup>。大量研究显示，膳食纤维可以通过增加粪便量及排便次数、促进肠道蠕动及缩短粪便通过肠道时间、稀释大肠内容物、为大肠内细菌提供可发酵底物等途径

影响肠道的功能，对改善便秘具有良好的辅助效果<sup>[16-18]</sup>。

与同类研究比较，添加 10% 山楂膳食纤维的冻干山楂果，低剂量组（含山楂膳食纤维 100 mg/kg · bw）促进小鼠排便试验结果可定为阳性，效果优于国内探究单一果蔬膳食纤维作用的相关报道，如番茄、胡萝卜渣、百合、沙果渣及山楂膳食纤维的研究（最低有效剂量均超过 500 mg/kg · bw）<sup>[18-22]</sup>。这可能与人工提取的膳食纤维主要为可溶性纤维，而山楂原果中富含不溶性纤维有关。此外，将膳食纤维添加到山楂果中制成休闲食品，更易于人们接受和食用，有利于进一步开发成保健食品，具有较高的市场价值。

## 参考文献

- [1] 刘荣华, 邵峰, 邓雅琼, 等. 山楂化学成分研究进展 [J]. 中药材, 2008, 31 (7): 1100-11031.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部 [M]. 2000 版. 北京: 化学工业出版社, 2000: 23.
- [3] 赵功玲, 师玉忠. 膳食纤维生理功能的研究进展. 食品研究与发展. 1996, 20 (4): 51-53.
- [4] 韩俊娟, 木泰华, 张柏林. 膳食纤维生理功能的研究现状 [J]. 食品科技, 2008 (6): 243-245.
- [5] 吕明霞, 李媛, 张飞, 等. 气象色谱法分析北方水果中膳食纤维的单糖组成 [J]. 中国食品学报, 2012, 12 (2): 213-218.
- [6] 刘家兰, 徐晓玉. 山楂的药理作用研究进展 [J]. 中草药. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2009: 40.
- [7] 崔同, 茅原纮, 刘文民. 山楂果实中活性成分的分离提取方法: 中国, ZL01103986.8 [P]. 2001.
- [8] 李加兴, 刘飞, 范芳利, 等. 响应面法优化猕猴桃皮渣可溶性膳食纤维提取工艺 [J]. 食品科学, 2009, 30 (14): 143-148.
- [9] 白婕, 李娟, 张靖. 金橘果渣膳食纤维制备工艺研究 [J]. 中南林业科技大学学报, 2009, 29 (3): 118-120.
- [10] Doh H, Roh S, Lee KW, et al. Response of primed human PBMC to synthetic peptides derived from hepatitis B virus envelope proteins: a search for promiscuous epitopes [J]. FEMS Immunol Med Microbiol, 2003, 35 (1): 77-85.
- [11] Nomura J, Hosoi T, Okuma Y, et al. The presence and function of muscarinic receptors in human T cells: the involvement in IL-2 and IL-2 receptor system [J]. Life Sci, 2003, 72 (18-19): 2121-6.
- [12] Hartel C, Schumacher N, Fricke L, et al. Sensitivity of whole blood T lymphocytes in individual patients to tacrolimus (FK 506): impact of interleukin-2 mRNA expression as surrogate measure of immunosuppressive effect [J]. Clin Chem, 2004, 50 (1): 141-51.
- [13] Samuel CE. Antiviral actions of interferons [J]. Clin Microbiol Rev, 2001, 14 (4): 778-809.
- [14] Hirata H, Arima M, Cheng G, et al. Production of TARC and MDC by naive T cells in asthmatic patients [J]. Clin Immunol, 2003, 23 (1): 34-5.
- [15] 周峰, 张旗. 慢性功能性便秘的治疗进展 [J]. 光明中医, 2010, 25 (7): 1310-1311.
- [16] JENNINGS A, DAVIES G J, COSTARELLI V, et al. Dietary fiber, fluids and physical activity in relation to constipation-symptoms in pre-adolescent children [J]. Journal of child health care, 2009, 13 (2): 116-127.
- [17] 刘玉春. 膳食纤维对老年人排便