

# 木瓜发酵液对非酒精性脂肪性肝病 小鼠肝脏脂质代谢 及 AMPK/SIRT1 通路的影响

涂浩<sup>1</sup>, 吴利春<sup>1</sup>, 段丽<sup>1</sup>, 尹梦<sup>1</sup>, 侯梦莹<sup>1</sup>, 张长城<sup>2</sup>, 袁丁<sup>2</sup>, 刘朝奇<sup>1,\*</sup>

(1. 肿瘤微环境与免疫治疗湖北省重点实验室, 湖北宜昌 443002;

2. 三峡大学医学院, 湖北宜昌 443002)

**摘要:**目的: 观察木瓜发酵液对高糖高脂饲料诱导的非酒精性脂肪性肝病 (NAFLD) 小鼠脂质代谢及 AMP 激活蛋白酶 (AMPK)/沉默信息调节因子 1 (SIRT1) 通路的调控机制。方法: 取雄性昆明小鼠 32 只, 随机分为 4 组, 即正常组、模型组、木瓜发酵液高 (10 mL/kg) 和低剂量组 (5 mL/kg), 每组 8 只。三周后, 收集小鼠血液及组织样本。用试剂盒检测血清 ALT、肝组织甘油三酯 (TG) 含量, 分别用 RT-PCR 和 Western Blotting 检测 p-AMPK 和 SIRT1 基因的 mRNA 和蛋白表达水平。结果: 与正常组比较, 模型组小鼠病理证实肝组织脂质蓄积严重, 血清 ALT 和肝脏 TG 水平明显升高 ( $p < 0.05$ ), 肝组织 SIRT1、FoxO1 和 p-AMPK mRNA 及蛋白表达均显著降低 ( $p < 0.05$ )。与模型组比较, 木瓜发酵液明显改善肝组织脂质蓄积, 肝组织 TG 含量明显下降 ( $p < 0.05$ ), 肝组织 SIRT1、FoxO1 mRNA 和 SIRT1、p-AMPK 蛋白表达均显著上调 ( $p < 0.05$ ), 其中木瓜发酵液高剂量组较低剂量组效果好, 但二者比较差异无统计学意义。结论: 木瓜发酵液能够改善高糖高脂饮食诱导的 NAFLD 小鼠脂肪代谢紊乱, 减轻肝脏脂质蓄积, 其作用机制可能与肝细胞内 AMPK/SIRT1 通路的激活有关。

**关键词:** 木瓜发酵液, 非酒精性脂肪性肝病, AMPK/SIRT1 通路, 脂质代谢

## Effects of fermented *Chaenomeles speciosa* juice on lipid metabolism and AMPK/SIRT1 pathway in mouse with non-alcoholic fatty liver disease

TU Hao<sup>1</sup>, WU Li-chun<sup>1</sup>, DUAN Li<sup>1</sup>, YIN Meng<sup>1</sup>, HOU Meng-ying<sup>1</sup>,  
ZHANG Chang-cheng<sup>2</sup>, YUAN Ding<sup>2</sup>, LIU Chao-qi<sup>1,\*</sup>

(1. Hubei Key Laboratory of Tumor Microenvironment and Immunotherapy, Yichang 443002, China

2. Medical College, Three Gorges University, Yichang 443002, China)

**Abstract:** Objective: To observe the effects of fermented *Chaenomeles speciosa* Juice (FCJ) on the lipid metabolism and AMPK/SIRT1 pathway of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) mice induced by high sugar and fat diet. Methods: Thirty-two SPF male Kunming mice were divided randomly into four groups: the control group, the model group, the high-dose FCJ-treated group (10 mL/kg), and the low-dose FCJ-treated group (5 mL/kg). After the treatment of three weeks, the blood and liver samples were collected. The activity of ALT in serum and triglyceride (TG) in liver tissues were detected with detection kits. The histology of liver tissues was observed with HE and red oil O staining. The mRNA and protein expression levels of p-AMPK and SIRT1 in liver tissues were measured with RT-PCR and Western Blotting. Results: Compared with the normal group, hepatic lipid accumulation of model group was severe showed by histopathological examination, the serum levels of ALT and TG in the liver tissue were increased significantly ( $p < 0.05$ ), the expression levels of SIRT1, FoxO1 mRNA and SIRT1, P-AMPK protein of liver tissues were significantly decreased ( $p < 0.05$ ). Compared with the model group, the hepatic lipid accumulation in FCJ-treated groups was obviously ameliorated, the serum ALT and TG levels of FCJ-treated groups were significantly decreased ( $p < 0.05$ ), the expression levels of hepatic SIRT1, FoxO1 mRNA and p-AMPK, SIRT1 protein in FCJ-treated groups were significantly up-regulated ( $p < 0.05$ ). The effect of high dose group was better than the low dose group, but the two were not statistically significant. Conclusion: FCJ can

收稿日期: 2016-05-24

作者简介: 涂浩 (1991-), 男, 在读硕士研究生, 研究方向: 药理学, E-mail: tuhaofirst@163.com。

\* 通讯作者: 刘朝奇 (1962-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 分子生物学和免疫药理学, E-mail: ctguleq@163.com。

基金项目: 国家自然科学基金项目 (81473461); 三峡大学研究生科研创新基金 (SDYC2016092)。

ameliorate the disorder of lipid metabolism in the NAFLD mice induced by feeding high sugar and fat diet, and the mechanism may be related to the activation of AMPK/SIRT1 pathway in hepatocytes.

**Key words:** fermented *Chaenomeles speciosa* Juice; non-alcoholic fatty liver disease; AMPK/SIRT1 pathway; lipid metabolism

中图分类号: TS201.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2016)22-0340-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2016.22.058

非酒精性脂肪性肝病(Non-alcoholic fatty liver disease, NAFLD)为排除过量酒精因素的影响,以弥漫性肝细胞大泡性脂肪变性为主要特征的临床病理综合征疾病。流行病学研究显示,NAFLD在成年人中的发病率高达20%~33%,而在肥胖人群中的发病率高达到75%<sup>[1]</sup>。NAFLD与生活习惯,环境因素等多方面因素有关<sup>[2]</sup>。有研究显示AMPK/SIRT1通路是调节肝脏脂质代谢的重要通路<sup>[3]</sup>,AMP激活蛋白酶(AMP-activated protein kinase, AMPK)能够感知机体内能量代谢的变化,并可以通过影响物质代谢的多个环节,维持肝脏糖脂代谢的平衡。沉默信息调节因子1(SIRT1)具有多种功能,与基因转录沉默、糖异生、脂质积累、胰岛素分泌等密切相关。

木瓜(*Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai)为蔷薇科木瓜属植物贴梗木瓜的果实,具有食用、入药、观赏等多种用途。现代研究发现木瓜对消化系统有较强的药理活性。前期本课题组研究发现木瓜发酵液对CCl<sub>4</sub>诱导的急性肝损伤有一定的保护作用<sup>[4]</sup>。

本研究采用高糖高脂饲料建立NAFLD小鼠模型,观察木瓜发酵液对NAFLD小鼠糖脂代谢及AMPK/SIRT1通路的影响并探讨其可能机制,为木瓜发酵液的开发利用提供了实验依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

SPF级昆明雄性小鼠 4~6周龄,体重18~22 g,三峡大学实验动物中心提供,动物生产许可证号(SCXK(鄂)2008-0005);胆固醇 国药集团化学试剂有限公司;高糖高脂饲料 按照普通饲料(56.5%)、胆固醇(3%)、胆酸钠(0.5%)、猪油(10%)、果糖(30%)重量比制备而成;总RNA提取试剂盒、逆转录试剂盒 大连宝生物科技有限公司;PCR引物 生工生物工程(上海)股份有限公司;兔单抗 $\beta$ -actin(sc-4778),兔多抗p-AMPK $\alpha$ 1/2(sc-33524) 美国Santa Cruz公司;兔多抗SIRT1(#07-131) Millipore公司;羊抗兔二抗 武汉科瑞有限公司提供;显影化学发光剂ECL 碧云天生物技术研究。

梯度PCR仪 德国Applied Biosystems公司;

Powerpax Basic 蛋白电泳仪器 美国Bio-Rad公司; Gene Genius 凝胶分析系统 英国SYNGNE公司; Gellogig 200 凝胶成像分析系统 美国Kodak公司; DU730 核酸蛋白分析仪 美国Beckman Coulter公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 木瓜发酵液的制备 按课题组已有的方法进行制备。基本过程包括:酵母菌液的活化、木瓜发酵及木瓜发酵液的处理等过程<sup>[5]</sup>。

1.2.2 非酒精性脂肪肝小鼠模型的建立 取雄性昆明小鼠32只,4~6周龄,随机分成4组,每组8只,即正常对照组、模型组、木瓜发酵液低(5 mL/kg)和高剂量组(10 mL/kg)。除正常对照组给予普通饲料外,其余各组均给予高糖高脂饲料造模,同时用木瓜发酵液低、高剂量给小鼠灌胃,持续3周;观察记录各组小鼠造模前后体质量变化、行为和状态变化。

1.2.3 小鼠生化指标检测 3周后,摘小鼠眼球取血,取小鼠肝脏,附睾脂肪,腹部脂肪,并称重,肝脏指数(%) = 肝脏重量/体重  $\times$  100,附睾指数(%) = 附睾脂肪重量/体重  $\times$  100,按照试剂盒操作说明检测血清ALT、肝组织甘油三酯(TG)含量。

1.2.4 肝脏组织HE染色 动物处死后,快速取10 mm  $\times$  3 mm新鲜肝脏大叶组织块放入包埋盒中,用4%多聚甲醛溶液固定24 h,常规脱水后用石蜡包埋,切片,HE染色,光镜观察肝组织病理变化。

1.2.5 肝脏组织油红染色 取新鲜肝脏组织3块,组织块大小约为1.0 cm  $\times$  1.0 cm  $\times$  1.0 cm,用OTC固定液固定肝脏组织块15 min后,在冰冻切片机上切片,切片厚度约10~15  $\mu$ m,进行常规油红O染色,光镜下观察肝脏脂滴分布情况。

1.2.6 RT-PCR检测小鼠肝组织SIRT1、Foxo1和SREBP-1c mRNA的表达 按照试剂盒提供的方法提取肝脏组织总RNA,检测RNA完整性,测定其浓度,逆转录得cDNA,PCR扩增,PCR反应体系总体积为25  $\mu$ L: 11  $\mu$ L DEPC水, 12.5  $\mu$ L PCR Master mix (2  $\times$ ), 分别加入0.5  $\mu$ L SIRT1和FoxO1上下游引物,最后加入1  $\mu$ L cDNA模板。使用GAPDH作为内参,引物序列见表1。产物经2%琼脂糖凝胶电泳,照胶,测定条带吸光度值,计算SIRT1、Foxo1和SREBP

表1 PCR引物序列

Table 1 The primer sequences used for real-time PCR assay

基因	上游引物	下游引物
SIRT1	CCAGAGTCCAAGTTTAGAAGAACCC	TCCTCCAGCACATTCCGG
SREBP-1c	GGATGCGCTGTTGTCTACC	GCCAGGTTAAGGCCACTTAG
Foxo1	CACAGCAAACGGCTTCGG	GGGACAGAGGCACTTGTAAGG
GAPDH	GTTGTCTCTGCGACTTCAA	CCACCCTGTTGCTGTAGCC

表2 小鼠 NAFLD 相关指标  
Table 2 Related NAFLD indexes in mice

	肝脏指数 (mg/g)	附睾脂肪指数 (mg/g)	ALT (U/mL)	甘油三酯 (mmol/L)
正常组	44.79 ± 5.60	17.84 ± 1.83	12.42 ± 2.33	3.88 ± 0.29
模型组	72.46 ± 7.06 <sup>*</sup>	21.82 ± 2.27 <sup>*</sup>	22.17 ± 3.44 <sup>*</sup>	5.37 ± 0.47 <sup>*</sup>
木瓜发酵液低剂量	61.63 ± 7.70 <sup>#</sup>	20.52 ± 2.09	16.84 ± 4.19 <sup>#</sup>	4.02 ± 0.40 <sup>#</sup>
木瓜发酵液高剂量	62.36 ± 5.79 <sup>#</sup>	15.33 ± 1.66 <sup>#</sup>	14.45 ± 3.67 <sup>#</sup>	3.36 ± 0.41 <sup>##</sup>

注:与正常组比较,\* :差异显著( $p < 0.05$ );与模型组比较,#:差异显著( $p < 0.05$ ),##:差异极其显著( $p < 0.01$ )。

-1c 与 GAPDH 吸光度比值。

1.2.7 Western Blot 检测肝组织 p-AMPK、SIRT1 蛋白的表达 称取 50~80 mg 肝脏组织,按 RIPA:PMSF:磷酸酶抑制剂 = 100:1:1 的比例(体积比)配好裂解液,用 PBS 洗涤剪碎的肝脏组织后,分别加入 800  $\mu$ L 配好的裂解液,置冰盒里充分裂解,经 4  $^{\circ}$ C、12000 r/min 离心 10 min 后取上清,采用 BCA 蛋白浓度试剂盒测定蛋白浓度,将定量后的蛋白样品于 100  $^{\circ}$ C 水浴 10 min 变性后,将蛋白样品进行电泳并转印至 PVDF 膜,将 PVDF 膜放置于 5% 脱脂牛奶封闭液中室温封闭 1 h。分别加一抗后,置于 4  $^{\circ}$ C 冰箱摇床孵育过夜, TBST 洗膜,加二抗室温孵育 1 h, ECL 显色,用 Image J 软件分析条带。

1.2.8 统计学处理方法 实验数据采用 SPSS 18.0 软件分析,使用 Image J 软件分析 RT-PCR 与 Western Blot 实验数据,数据均用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示,组间数据采用单因素方差分析,以  $p < 0.05$  有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 小鼠生化指标检测

由表 2 可知,高脂饮食模型组小鼠的肝指数、附睾脂肪指数、血清 ALT 和肝脏甘油三酯含量均显著高于正常对照组( $p < 0.05$ ),表明 NAFLD 模型诱导成功。与模型组比较,木瓜发酵液干预后可显著改善高脂饮食诱发的肝指数、附睾脂肪指数、血清 ALT 和肝脏甘油三酯水平的升高( $p < 0.05$ ),表明木瓜发酵液可有效改善肝脏脂质代谢。

### 2.2 肝脏病理检测

从图 1 和图 2 可以看出,正常对照组小鼠肝组织 HE 和油红染色显示肝组织结构正常,可见中央静脉周围肝细胞形成的肝索呈放射状排列,结构清晰,肝细胞无脂肪变性以及炎症细胞浸润;高脂饲料模型组有一定程度的肝细胞肿胀、胞浆淡染、脂肪空泡形成及肝索结构紊乱;结果木瓜发酵液干预后肝细胞形态趋于正常,脂肪空泡明显减少,油红染色明显减少,肝组织结构基本正常。

### 2.3 mRNA 水平检测代谢相关基因的表达

由图 3 可以看出,与正常组相比,模型组 Foxo1 和 SIRT1 mRNA 表达相比均显著降低( $p < 0.05$ ),而 SREBP-1c mRNA 表达水平显著增高( $p < 0.05$ )。木瓜发酵液干预后 Foxo1 和 SIRT1 的 mRNA 表达水平与模型组比较显著增高,而 SREBP-1c 基因表达与模型组比较显著降低,表明木瓜发酵液处理显著改善高糖高脂膳食诱导的 Foxo1、SIRT1 和 SREBP-1c

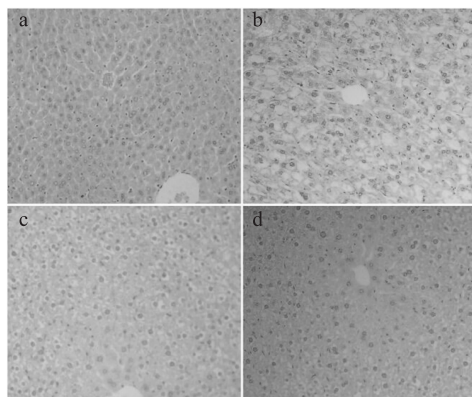


图1 小鼠肝组织 HE 染色(100  $\times$ )

Fig.1 HE staining of liver tissue of mice(100  $\times$ )

注:a:正常对照;b:高糖高脂模型组;  
c:木瓜发酵液低剂量组;d:木瓜发酵液高剂量组;图2同。

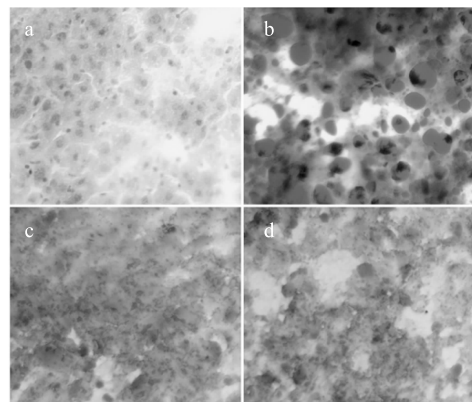


图2 小鼠肝组织油红染色(200  $\times$ )

Fig.2 Oil red staining of liver tissue of mice(200  $\times$ )

基因表达异常。

### 2.4 Western Blotting 检测能量代谢相关蛋白的表达

由图 4 可知,模型组 SIRT1 和 p-AMPK $\alpha$ 1/2 的蛋白表达水平显著低于正常组( $p < 0.05$ ),通过木瓜发酵液干预后可显著增加 SIRT1 和 P-AMPK $\alpha$ 1/2 的表达。

## 3 讨论

随着 NAFLD 在全球范围内发病率的逐年增高以及由此导致的肝硬化和肝癌引起的死亡率的上升,合理膳食作为预防 NAFLD 的新思路将受到人们的广泛关注。NAFLD 属于代谢性疾病,与心脑血管疾病、糖尿病、癌症等疾病的发生发展具有密切相关性<sup>[6-7]</sup>。越来越多的研究发现多种抗氧化剂具有调节糖脂代谢活性,这可能成为今后预防治疗 NAFLD 新的潜在物质<sup>[8]</sup>。本实验模仿人们日常高糖高脂的

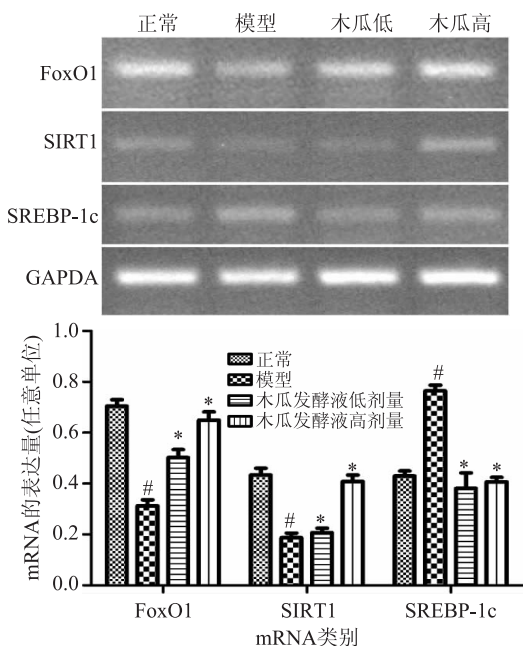


图3 肝组织中 Foxo1、SIRT1 和 SREBP-1c 基因 mRNA 的表达

Fig.3 The mRNA expression levels of FoxO1, SIRT1 and SREBP-1c mRNA in liver tissue of mice  
注:与正常组比较,#:差异显著( $p < 0.05$ ), 与模型组比较,\* :差异显著( $p < 0.05$ );图4同。

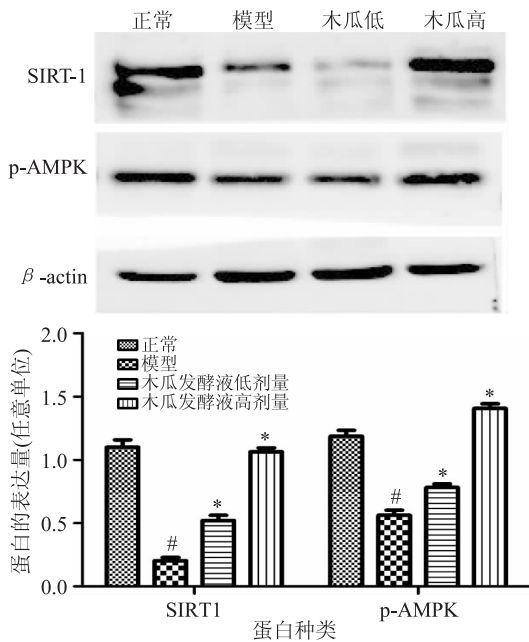


图4 肝组织 p-AMPK 和 SIRT1 蛋白的表达  
Fig.4 The protein expression levels of p-AMPK and SIRT1 in liver tissue

饮食习惯,应用高糖高脂诱导小鼠 NAFLD 模型,结果发现木瓜发酵液也可以有效干预 NAFLD 的脂质代谢紊乱,降低 TG 水平,改善肝脏脂质沉积。沉默信息调节因子(Sir2)相关酶类 SIRT1 是一种 NAD<sup>+</sup> 依赖的蛋白去乙酰化酶,不仅使组蛋白去乙酰化以介导基因沉默,还可与 Foxo 家族等多种靶基因或蛋白相互作用,对细胞生存、衰老、炎症反应和氧化应激等

起到十分重要的调节作用。有研究发现二甲双胍可激活 SIRT1,通过 SIRT1-Foxo 诱导细胞自噬的信号通路,改善 ob/ob 小鼠肝脏脂质沉积<sup>[9]</sup>。在本研究也发现,在 NAFLD 小鼠中 SIRT1 和 Foxo1 的表达降低,木瓜发酵液干预后可有效逆转 SIRT1 和 Foxo1 的表达,从而降低肝脏 GT 的水平。木瓜素有“百益果王”的美称,具有和肝和胃,降血压等功效。木瓜果实营养全面,含有糖类、蛋白质、多种维生素和矿物质多种营养成分,木瓜中所含的齐墩果酸成分具有降低转氨酶活性、促进肝细胞再生、防止肝硬化等功效。木瓜中的黄酮类物质具有稳定血管、降低血压、抗各种溃疡等作用<sup>[10]</sup>。木瓜发酵液中也富含这些物质,具有改善肝脏脂质代谢的功效。

应用雄性 C57BL/6J 小鼠高脂饮食制备的 NAFLD 模型中,给予  $\alpha$ -硫辛酸(alpha-lipoic acid)进行干预,发现  $\alpha$ -硫辛酸增强 Sirtuin 1 去乙酰化酶活性,激活 AMPK 的蛋白激酶<sup>[11]</sup>。通过激活 Sirtuin 1/LKB1/AMPK 通路,阻止 SREBP-1c 的入核和 Foxo1 进入细胞质,增加脂肪甘油三酯脂肪酶的表达和减少脂肪酸合酶的丰度。本实验的 RT-PCR 和 Western Blot 结果也显示木瓜发酵液增强 Sirtuin 1 去乙酰化酶活性,激活 AMPK 的蛋白激酶,降低 SREBP-1c 的表达,从而改善肝脏脂质代谢。

#### 4 结论

通过高糖高脂饮食建立了肝细胞脂肪变性体内模型,实验结果表明木瓜发酵液可有效改善肝细胞脂肪变性,在分子水平通过调节 AMPK/SIRT 1 信号通路改善肝脏脂质代谢。此研究可为合理开发木瓜发酵液防治 NAFLD 提供新的思路。

#### 参考文献

- [1] Mishra A, Younossi Z M. Epidemiology and natural history of non-alcoholic fatty liver disease [J]. La Revue Du Praticien, 2012, 62(10):135-144.
- [2] Goyal N P, Schwimmer J B. The progression and natural history of pediatric non-alcoholic fatty liver disease [J]. Clinics in Liver Disease, 2016, 20(2):325-338.
- [3] Santamarina A B, Oliveira J L, Silva F P, et al. Green tea extract rich in Epigallocatechin-3-Gallate prevents fatty liver by AMPK activation via LKB1 in mice fed a high-fat diet [J]. Plos One, 2014, 10(11):1-18.
- [4] 汤超, 汤文凡, 刘朝奇, 等. 木瓜发酵液对小鼠四氯化碳诱发肝损伤的防护作用 [J]. 食品科学, 2013, 34(13):271-274.
- [5] 焦新生, 刘朝奇, 逯平杰, 等. 木瓜发酵工艺及其抗氧化活性研究 [J]. 中华中医药杂志, 2009(S1):97-99.
- [6] Salomone F, Godos J, Zelber-Sagi S. Natural antioxidants for non-alcoholic fatty liver disease: molecular targets and clinical perspectives [J]. Liver International Official Journal of the International Association for the Study of the Liver, 2016, 36(1):5-20.
- [7] Ajmera V H, Vanwagner L B, Gunderson E P, et al. 461 gestational diabetes mellitus is strongly associated with non-

(下转第 353 页)

supplementation on resynthesis of adenine nucleotides after intense intermittent training in humans [J]. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2004, 286:182-188.

[12] 阿丽玛, 田明杰, 韩涛, 等. D-核糖对高脂饲料小鼠胰岛素抵抗的影响 [J]. *营养学报*, 2013, 35(2):142-145.

[13] Wei Yan, Han Chan Shuai, Zhou Jun, et al. D-ribose in glycation and protein aggregation [J]. *Biochimica et Biophysica Acta*, 2012, 488-494.

[14] 王亚坤, 李梦, 魏转, 等. 补充 D-核糖对大鼠游泳及恢复期心肌、骨骼肌高能磷酸物质的影响 [J]. *食品科学*, 2015, 36(11):202-207.

[15] Paul Addis, Linda M. Shecterle. Cellular Protection During Oxidative Stress: A Potential Role for D-ribose and Antioxidants [J]. *Journal of Dietary Supplements*, 2012, 9(3):178-182.

(上接第 343 页)

alcoholic fatty liver disease [J]. *Gastroenterology*, 2016, 111(5):658-664.

[8] Salomone F, Godos J, Zelber-Sagi S. Natural antioxidants for non-alcoholic fatty liver disease: molecular targets and clinical perspectives [J]. *Liver International Official Journal of the International Association for the Study of the Liver*, 2016, 36(1):5-20.

[9] Young Mi S, Yong-Ho L, Ji-Won K, et al. Metformin alleviates hepatosteatosis by restoring SIRT1-mediated autophagy

(上接第 348 页)

用研究 [J]. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 2011, 39(4):75-78.

[18] Gokul S, Patil V S, Jaikhan R, et al. Oxidant-antioxidant status in blood and tumor tissue of oral squamous cell carcinoma

[16] Chi Aiping, Li Hong, Kang Chenzhe, et al. Anti-fatigue activity of a novel polysaccharide conjugates from Ziyang green tea [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2015, 80:566-572.

[17] Melike Bayram, JA St Cyr, William T. Abraham. D-Ribose aids heart failure patients with preserved ejection fraction and diastolic dysfunction: a pilot study [J]. *Ther Adv Cardiovasc Dis*, 2015, 9(3):56-65.

[18] 田颖刚, 牛俊卿, 谢明勇, 等. 芦笋提取物抗疲劳及耐缺氧活性研究 [J]. *食品工业科技*, 2013, 34(13):325-329.

[19] G Phani Kumar, T Anand, Dongzagin Singsit, et al. Evaluation of antioxidant and anti-fatigue properties of *Trigonella foenum-graecum* L. in rats subjected to weight loaded forced swim test [J]. *Pharmacognosy Journal*, 2013, 5:66-71.

induction via an AMP-activated protein kinase-independent pathway [J]. *Autophagy*, 2015, 11(1):46-59.

[10] 邹传宗. 木瓜活性成分及药理作用研究概述 [J]. *园艺与种苗*, 2012(3):55-58.

[11] Yang Y, Li W, Liu Y, et al. Alpha-lipoic acid improves high fat diet-induced hepatic steatosis by modulating the transcription factors SREBP-1, FoxO1 and Nrf2 via the SIRT1/LKB1/AMPK pathway [J]. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 2014, 25(11):1207-1217.

patients [J]. *Oral Dis*, 2010, 16(1):29-33.

[19] 白海娜, 王振宇, 李辉, 等. 五种浆果多酚与黑木耳多糖复合物的辐射防护作用 [J]. *食品工业科技*, 2013(16):117-120, 124.

## 食品包装上有哪些信息是必看的

食品包装上很多信息值得关注,这样可以有效的保障食品的安全、健康、营养。那么,食品包装上有哪些信息是必看的呢?

一, QS 生产许可标志。只有这个标识的才是获得了食品生产许可的厂家,如果没有 QS 标识,那么这个食品是没有获得国家食品生产许可的,安全问题没保障,最好直接放弃购买;看到 QS 标识后就找包装中的食品生产许可证标号,这个是有备案的,可以查询并确认。

二, 食品配料表。食品配料表的顺序是按照用量进行排序的(添加剂除外)。由配料表中不仅可以看到食品中的配料组成,也可以根据自己的情况选择,不喜欢糖的,不能吃麸质食品的,都要好好看配料表选择。

三, 生产日期, 保质期及保存条件。这个很好理解, 过期食品可能存在食品安全问题, 不要购买。保存条件也要注意, 不同食品保存条件不一样, 有的室温, 有的 0~4 度, 还有的未开启室温, 开启后放在 0~4 度等等, 关注这些信息可以更加能保证饮食安全。

四, 营养成分表。其中的蛋白质, 脂肪, 碳水化合物是必须标明的, 根据营养成分表合理安排一天的能量摄入。

五, 包装中的友情提示及使用方法。友情提示一般会告诉你产品可能遇到的问题, 或者产品不适用于哪些人等。

六, 产品名称及类型。当然了, 买什么东西需要知道, 这个就主要是看产品名称了。

七, 其他信息就可以稍微忽略些, 如果比较注重品牌, 就可以注意产家信息等等。

摘自: 食品包装网