

# 食品及其化学成分降脂减肥作用研究进展

刘蕊<sup>1,2</sup>, 徐宝军<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>北京师范大学-香港浸会大学联合国国际学院理工学部, 珠海 519085; <sup>2</sup> 香港浸会大学化学系, 香港 100085

**摘要:**肥胖目前在全球流行, 预防和治疗肥胖刻不容缓。市场上的减肥药多为化学合成药物, 副作用大。相对于合成的减肥药, 从天然食品中寻找有抗肥胖效果的食物及其化学成分具有重要的实用价值。本文从体外胰脂肪酶实验, 动物实验, 临床研究等方面较系统的综述了谷物、豆类、茶叶、果蔬、香辛料药食同源物等在降脂减肥方面的作用。为进一步研究其抗肥胖机理和研发预防和治疗肥胖的功能食品提供理论依据。

**关键词:** 食品; 化学成分; 胰脂肪酶抑制剂; 降脂; 减肥

中图分类号: R914; R932

文献标识码: A

## Lipid-lowering and Anti-obesity Effects of Foods and Their Chemical Compositions-A Review

LIU Rui<sup>1,2</sup>, XU Bao-jun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Science and Technology, BNU-HKBU United International College, Zhuhai 519085, China

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Hong Kong Baptist University, HongKong 100085, China

**Abstract:** Obesity is a global epidemic issue, prevention and treatment of obesity has becoming important social and medical problems. There are a variety of weight loss drugs in current market, which are mainly made by synthetic drugs. It has much more side effects. It is a key practical value to search foods and their chemical components with anti-obesity effects compare with synthetic drugs. The article reviewed the lipid-lowering and anti-obesity effects of foods and their chemical compositions, such as grains, food legumes, vegetables and fruits, as well as medicine foods, by *in vitro* pancreatic lipase activity assay, animal experiments, and clinical experiments. The results provided strong theoretical basis for further investigating the anti-obesity mechanisms and developing the functional foods for prevention and treatment of anti-obesity.

**Key words:** foods; chemical compositions; pancreatic lipase inhibitor; lipid-lowering; anti-obesity

肥胖症可以诱发一些严重的疾病, 如糖尿病、高血脂、非酒精脂肪肝、胆石病、心血管疾病和癌症等<sup>[1-4]</sup>, 从而影响人体健康。据世界卫生组织 2010 年 2 月报道<sup>[5]</sup>, 每年至少有 260 万人死亡可归咎于超重或肥胖。因此, 预防和治疗肥胖刻不容缓。

Hill 等<sup>[6]</sup>认为人体对食物脂肪的摄入直接或间接与肥胖、糖尿病、高血脂等疾病的发生有关, 控制食物脂肪的摄入, 可有效地控制肥胖的发生。目前, 市场上销售的合成减肥药物都有一定的副作用, 例如奥利司他在减肥的同时存在着很多不良反应, 主要是胃肠道紊乱, 其它不良反应还有肝损害、过敏反应、代谢和内分泌系统异常、心血管系统症状和中枢神经系统反应等<sup>[7-13]</sup>。所以越来越多的学者致力于

从天然食品中寻找有抗肥胖效果的食物及其化学成分的研究。本文综述了常见食物及其化学成分在抗肥胖中的作用, 以期待为科研工作者提供充分的理论依据, 促进有效地开发抗肥胖功能食品, 为肥胖患者带来福音。根据作者对食物及其化学成分减肥功效的文献调研, 现将其归纳整理如下。

### 1 谷物类

#### 1.1 大米

大米蛋白和脱脂大米能预防大鼠肥胖和高脂血症的形成<sup>[14,15]</sup>。

#### 1.2 玉米

玉米活性多糖能明显降低肥胖小鼠体重、脂肪指数、总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白、血糖含量, 对肥胖小鼠血清中高密度脂蛋白有明显的升高作用<sup>[16]</sup>, 减肥降脂作用明显。

### 1.3 荞麦

荞麦麸中 3 种黄酮 quercetin, isoquercetin mono-glycoside and rutin diglycoside 对胰脂肪酶活性的抑制呈剂量依赖关系,  $IC_{50}$  值分别为 0.97, 1.1, and 1.49 mg/mL<sup>[17]</sup>。最高抑制率达 85%。

## 2 豆类

2010 年 9 月美国豆类协会、美国干饭豆委员会、美国干豌豆扁豆委员会联合起草了“豆类健康主动战略计划”, 把豆类的营养和健康效应研究作为优先扶持的研究方向之一, 并号召研究者寻找科学方法去解释豆类在抗肥胖、抗糖尿病、抗心血管疾病和抗癌方面的特有贡献<sup>[18]</sup>。中国自宋代以来就有吃豆减肥的说法; 中国、日本及韩国民间目前也非常流行吃豆减肥的做法。然而目前关于豆类有益于预防肥胖或控制体重的网络报道, 大部分还局限于民间说法, 只有有限的科学研究文献, 现将其综述如下。

### 2.1 大豆

大豆肽<sup>[19,20]</sup>、大豆皂苷<sup>[21]</sup>、大豆异黄酮<sup>[25]</sup>具有不同程度的减肥效果。2011 年, 褚斌杰等<sup>[19]</sup>采用大豆肽对 Wistar 大鼠进行灌胃实验。结果显示低剂量 300 mg/kg. bw 的大鼠, 其脂体比下降了 34.85%, 血清总胆固醇下降了 20.74%, 同时其低密度脂蛋白下降了 14.05%。中剂量 600 mg/kg. bw 的大鼠, 其高密度脂蛋白增加了 9.03%, 中剂量 600 mg/kg. bw 和高剂量 1200 mg/kg. bw 的大鼠, 其甘油三酯分别下降了 45.10% 和 51.20%。可见, 大豆肽具有一定的减肥降血脂作用。这与 2007 年, 包乐媛等<sup>[20]</sup>研究的结果一致, 大豆肽液能显著降低高脂血症大鼠的总胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白胆固醇水平。

Lee 等<sup>[21]</sup>发现 B 类大豆皂苷能降低仓鼠血浆胆固醇, 增加胆汁酸的分泌。2009 年日本学者 Takahashi 等<sup>[22]</sup>指出染料木素和大豆苷元能调节大鼠肝脂代谢。黑豆和黑豆皮中花青素<sup>[24,25]</sup>能够降低高脂饮食大鼠的体重、体脂和血脂水平。

### 2.2 绿豆

1990 年王沛等<sup>[26]</sup>研究了绿豆水醇提取液对动物的降血脂作用。绿豆水醇提取液连续口服 7 d, 对正常小鼠(100 g/kg/d)、大鼠(16 g/kg/d)血清胆固醇含量有明显降低作用( $P < 0.05$ ), 同时也极显著地降低了家兔(11.16 g/kg/d)的胆固醇含量( $P <$

0.01)。

### 2.3 红小豆

2008 年 Maruyama 等<sup>[27]</sup>对 33 名年轻健康的日本妇女分为 10 名对照组, 11 名食用红小豆组, 12 名食用浓缩的红小豆汁组。结果表明食用红小豆和浓缩的红小豆豆汁组妇女的血中甘油三酯水平分别明显降低 0.170 毫摩尔每升(15.4%) and 0.159 毫摩尔每升(17.9%)。Itoh 等<sup>[28]</sup>将红小豆的热水提取物过 HP-20 树脂柱分离, 得到 40% 乙醇洗脱部分。含 3.5% 的 40% 乙醇部分的高脂饲料能降低大鼠的血清胆固醇和甘油三酯水平, 但是作者尚不清楚其作用机理。吴波等<sup>[29]</sup>以饲喂基础料、高脂料的小鼠为对照, 以红小豆醇提物按低、中、高(即 50、100、200 mg/kg 小鼠体重)分别给高脂饮食的小鼠。8 周后, 红小豆醇提物能明显降低小鼠的体重及生殖器官周围的脂肪组织的重量, 对雌性小鼠降脂减肥效果优于雄性小鼠。

### 2.4 鹰嘴豆

2007 年李燕<sup>[30]</sup>研究了鹰嘴豆异黄酮和皂苷对糖尿病小鼠调脂作用。指出鹰嘴豆异黄酮在降低血清总胆固醇方面的作用尤为突出。

## 3 果蔬类

### 3.1 苹果

李建新等<sup>[31]</sup>采用预防小鼠肥胖模型法, 研究了苹果多酚的减肥降脂作用, 结果显示苹果多酚能有效降低小鼠体重和脂肪重量, 降低血清总胆固醇、血清甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇。王振宇等<sup>[32]</sup>通过给小鼠灌胃的方式, 研究肥胖小鼠和正常小鼠指标的差异。结果表明苹果多酚能明显降低肥胖小鼠体质量、血清总甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、血清总胆固醇和丙二醛含量以及动脉粥样硬化指数, 对肥胖小鼠血清中高密度脂蛋白有明显的升高作用, 能有效提高小鼠体内超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶、肝脂酶和脂蛋白脂酶活性。苹果多酚可以通过调节小鼠脂肪代谢来降血脂预防动脉粥样硬化。

### 3.2 草莓

据报道<sup>[33]</sup>, 草莓果肉渣及草莓叶的乙醇提取物再经乙酸乙酯萃取的有效组分对脂肪酸合酶具有强抑制作用, 且分别对脂肪酸合酶的底物丙二酸单酰辅酶 A、乙酰辅酶 A 呈非竞争性和竞争性抑制。草莓叶及果肉渣乙酸乙酯提取组分均可有效抑制

3T3-L1 前脂肪细胞中脂滴积累,且呈剂量依赖性。

### 3.3 蓝莓

Abidov 等<sup>[34]</sup>研究了高血脂男性在服用蓝莓后,总胆固醇、低密度脂蛋白降低,高密度脂蛋白增加。Nagao 等<sup>[35]</sup>发现蓝莓叶可使肥胖大鼠降低血脂、三酰基甘油,其降血脂作用与降低脂肪生成及加强在肝的脂肪分解有关。Prior 等<sup>[36]</sup>研究蓝莓、草莓冰冻干燥粉,从蓝莓及草莓纯化的花青苷,对肥胖 C57BL/6J 小鼠饲养以低脂及高脂的饲料。发现只有纯化的花青苷具减肥作用。

### 3.4 树莓、云莓、山莓

McDougall 等<sup>[37]</sup>研究了小浆果多酚提取物抑制体外胰脂肪酶活性。其中树莓、云莓、山莓对胰脂肪酶活性的抑制效果可观。作者用葡聚糖凝胶 LH-20 分离、LC-MS 分析对多酚提取物的化学成分进一步研究,推断鞣花单宁可能是其抑制胰脂肪酶活性的主要化学成分。

### 3.5 葡萄

葡萄籽<sup>[38]</sup>经正己烷脱脂、70% 乙醇浸提以及 AB-8 大孔吸附树脂提取,得到葡萄籽浸提物。葡萄籽浸提物抑制胰脂肪酶活力的  $IC_{50}$  值为 0.128 g/L; 抑制率在反应达到 12 min 后基本趋于稳定, pH 为 7.5 时抑制效果最佳,抑制作用为非竞争性抑制,  $K_i = 0.1096$  g/L。

### 3.6 柚橙类

Dallas 等<sup>[40]</sup>研究了柑橘为主的多酚类营养补充剂(SINETROL)在人体脂肪细胞(体外)、体内脂肪(临床)及生化水平(抑制磷酸二氢酶)的作用。结果显示与对照组相比,SINETROL 能明显的促进脂肪分解,是对照组的 6 倍。4 周后,SINETROL 减少了体内脂肪的重量的 5.53%;12 周后,减少了体内脂肪 15.6%。推断 SINETROL 减肥可能是由于其抑制磷酸腺苷-磷酸二氢酶活性(97%)。

### 3.7 芹菜

芹菜素是天然存在的一种黄酮类化合物,化学结构为 4',5,7-三羟黄酮,广泛存在于水果、蔬菜、豆类、茶叶中,而芹菜含量最高。于华强等<sup>[41]</sup>研究了芹菜素对 3T3-L1 前脂肪细胞增殖及分化的影响。研究结果显示 30、50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  芹菜素相对于空白组和阳性对照组能够显著抑制 3T3-L1 前脂肪细胞增殖和分化。

### 3.8 海蒿子

海蒿子活性多糖能明显降低高血脂小鼠的胆固

醇和甘油三酯水平,改善异常的脂肪代谢,阻止脂肪过快、过多的积累,其减肥降脂的机制是螯合吸附作用<sup>[42]</sup>。

### 3.9 其他

本文作者刘蕊等<sup>[44]</sup>研究了 30 种果蔬乙醇提取物对体外胰脂肪酶活性的影响,结果表明有 27 种果蔬提取物对胰脂肪酶有抑制作用。青辣椒提取物对胰脂肪酶抑制作用最强,抑制率为 46.15%,山竹提取物抑制率为 29.87%,白萝卜、柠檬和圣女果提取物对胰脂肪酶的抑制率均达到 20% 以上。大蒜提取物对胰脂肪酶有较强的促进作用(29.64%),陈皮和山楂提取物对胰脂肪酶的促进率分别为 6.38% 和 7.66%。

## 4 茶叶类

### 4.1 乌龙茶

乌龙茶是一种半发酵的茶。1999 年,韩立坤等<sup>[45]</sup>研究表明乌龙茶中咖啡因能促进脂肪分解;乌龙茶水提液能够抑制胰脂肪酶活性。通过体外胰脂肪酶实验,韩立坤等<sup>[46]</sup>在 2001 年指出茶叶中的皂苷能够抑制胰脂肪酶的活性。He 等<sup>[47]</sup>对 102 个饮食超重和肥胖的人进行了研究,服用乌龙茶能够减轻体重和体脂。乌龙茶提取物和儿茶酚能够抑制胰脂肪酶活性,并指出经常服用乌龙茶可能会预防肥胖。

### 4.2 绿茶及红茶

Lin 等<sup>[48]</sup>研究认为茶叶及茶叶多酚降血脂和减肥的分子机理是茶多酚(-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG)能够抑制脂肪酰合成酶基因的表达。易娟等<sup>[49]</sup>研究了绿茶多酚(GTP)和红茶多酚(BTP)抗肥胖作用及其分子机制。应用 RT-PCR 技术观察与脂肪细胞分化相关的基因 *pref-1*, *aP2*, *TNF- $\alpha$* , 瘦素, *PPAR- $\gamma$* , *C/EBP- $\alpha$*  在 mRNA 水平的表达。结果 GTP 和 BTP 均能明显降低体重,减少脂肪。GTP 和 BTP 均可通过调节与脂肪细胞分化相关的基因,逆转脂肪细胞的分化,达到抗肥胖的作用,且 GTP 抗肥胖作用强于 BTP。Moon et al 研究表明 EGCG 能降低 3T3-L1 脂肪细胞的活力,抑制其分化,但是对脂肪分解没有作用<sup>[54]</sup>。

2010 年,张宝红等<sup>[50]</sup>用奥氮平诱致肥胖大鼠,灌胃给与茶多酚。5 周时,茶多酚能明显抑制大鼠的摄食量、饮水量和体重。Lee's 指数、脂肪重量和脂肪系数均明显降低,明显降低肥胖动物的低密度

脂蛋白胆固醇和游离脂肪酸含量 ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ )。指出茶多酚对奥氮平诱导的肥胖大鼠具有降低体重,抑制肥胖,调节血脂的作用,其作用可能与抑制动物摄食量和饮水量,增加动物活动有关。茶叶中的儿茶素能抑制 C57BL/6J 小鼠的食欲,降低的体重,减少脂肪在小鼠体内的堆积<sup>[52]</sup>。

## 5 食用香辛料

### 5.1 姜

杨志刚等报道<sup>[55]</sup>,生姜油能有效地降低肥胖大鼠的体重和睾周脂肪、肾周脂肪的重量,降低血清总胆固醇及血清甘油三酯含量。韩立坤等<sup>[56]</sup>研究表明生姜水提物对大鼠胰脂酶活性和食后甘油三酯升高以及摄取高脂饮食小鼠子宫旁脂肪组织重量增加具有明显抑制作用,从而改善高脂饮食诱发的肥胖;促进高脂饮食小鼠粪便中脂质排泄,未见副作用。

### 5.2 姜黄

姜黄是一种多年生有香味的草本植物,既有药用价值,又可以作食品调料。姜黄中姜黄素<sup>[57]</sup> 5 ~ 20  $\mu\text{g/L}$  能够抑制前体脂肪细胞 3T3-L1 的增殖,诱导其凋亡,抑制脂肪因子诱导的人脐静脉内皮细胞的血管生成。姜黄素能降低高脂饮食小鼠的体重,体脂,脂肪组织的微血管密度。姜黄素抑制血管生成中的脂肪组织连同其在脂肪细胞脂质代谢的影响,可能有助于降低体内脂肪和体重增加。

### 5.3 辣椒

本文作者刘蕊等<sup>[44]</sup>研究苹果、香蕉、辣椒等 30 种果蔬乙醇提取物的减肥作用。结果表明:青辣椒乙醇提取物对胰脂肪酶的抑制作用最强,抑制率为 46.15%。

辣椒素酯类物质,是二十世纪末从日本的一种甜椒中分离得到的结构类似辣椒素的酯类物质。天然辣椒素酯类物质包括辣椒素酯、二氢辣椒素酯及降二氢辣椒素酯,其结构为相应的辣椒素分子中的-NH-基团被-O-键所替代的酯类化合物。生物活性与辣椒素类似,但细胞毒性比辣椒素低。Kawabata 等<sup>[58]</sup>研究表明辣椒素酯类物质能够促进小鼠的能量消耗。

## 6 药食同源物

### 6.1 人参及西洋参

2002 年张晶等<sup>[59]</sup>首次报道了西洋参茎叶总皂苷能够抑制胰脂肪酶活性,进而抑制肥胖。此后国

外学者相继报告人参和西洋参的减肥活性。2004 年, Yun 等<sup>[60]</sup>报道了野生人参对高脂诱导的 ICR 小鼠具有抗肥胖的作用。同年, Xie 等<sup>[61]</sup>报道,肥胖的糖尿病小鼠在腹腔注射西洋参叶提取物 (150 mg/kg) 5 天和 12 后,体重明显下降。2005 年至 2009 年,韩国学者 Kim 等<sup>[62,63]</sup>研究报告,红参及红参中人参三醇组皂苷和人参二醇组皂苷具有抗肥胖作用,指出它们的抗肥胖活性可能与抑制能量摄入、调节血脂和 leptin 水平以及下丘脑神经肽和胆囊收缩素的表达有关。2007 年, Hwang 等<sup>[64]</sup>通过细胞培养研究了人参皂苷 Rh2 的抗肥胖作用,结果表明人参皂苷 Rh2 能够通过抑制过氧化物酶体增生物激活受体- $\gamma$  来抑制脂肪细胞分化,激活 3T3-L1 脂肪细胞中的蛋白质激酶,他们认为人参皂苷 Rh<sub>2</sub> 能够通过蛋白质激酶信号途径预防肥胖类的代谢紊乱疾病。Karu 等<sup>[65]</sup>研究发现人参皂苷能减轻高脂饮食小鼠的体重,并指出其减肥作用可能与人参皂苷对胰脂肪酶活性的抑制有关。

2010 年本文作者刘蕊等<sup>[66]</sup>研究了西洋参叶中组分皂苷和单体皂苷对胰脂肪酶活性的作用。结果显示二醇型皂苷 (PDG) 对胰脂肪酶活性有抑制作用,而三醇型皂苷 (PTG) 没有抑制活性。人参皂苷 Rb3 对胰脂肪酶活性的抑制作用最强,在浓度为 1 mg/mL 时抑制率在 85% 左右。在此理论上,作者研究了西洋参叶中 PTG 和 PDG 对高脂饮食小鼠的影响。结果表明二者均能降低小鼠的体重以及体脂的重量,PDG 作用更为明显。PTG 和 PDG 能降低高脂饮食小鼠血清中甘油三酯 (TG) 和低密度脂蛋白水平。PDG 还能降低血清中的胆固醇 (TC) 水平,PTG 却不能。PTG 能明显降低高脂小鼠肝脏中 TC 的含量,但对 TG 的含量影响较小。PDG 不仅能明显的降低高脂小鼠肝脏中 TC 的含量,而且能明显降低 TG 的含量。

### 6.2 桔梗

郑毅男等<sup>[67]</sup>用含有桔梗水提取物的高脂肪饲料饲喂小鼠,结果表明与对照组比较,小鼠体重和子宫周围脂肪质量均明显下降;同时肝脏中三酰基甘油的水平也有所降低。郑毅男等认为桔梗抗肥胖作用可能是由于桔梗皂苷类成分抑制胰脂肪酶活性,从而抑制对食物脂肪的吸收。本文作者徐宝军等发现<sup>[68]</sup>体外胰脂肪酶实验的结果表明桔梗总皂苷、桔梗皂苷 D、桔梗皂苷 A 和桔梗皂苷 C 均能抑制胰脂肪酶活性,而菊糖对胰脂肪酶活性没有抑制作用,也

不能抑制高脂肪饲料引起的小鼠肥胖和脂肪肝。

### 6.3 枸杞

早在1988年,景虎修临床治疗肥胖病时发现中药枸杞有明显的减肥作用<sup>[69]</sup>。张民等<sup>[70]</sup>在2003年指出枸杞多糖-4可显著降低下丘脑损伤肥胖小鼠的体重、李氏指数和脂肪指数,并可显著减小脂肪细胞大小。

### 6.4 荷叶

2007年朱晓青等<sup>[71]</sup>初步探讨了荷叶生物碱对胰脂肪酶的抑制机理:抑制剂不直接与酶分子作用,而是间接改变底物乳化来阻碍底物-酶结合达到抑制作用。通过试验测定了抑制常数: $K_i = 0.2 \text{ mg/mL}$ 。该提取物对胰脂肪酶的抑制呈非竞争性抑制。2008年霍世欣等<sup>[72]</sup>,将荷叶粗粉用60%乙醇回流提取,经石油醚脱脂,再用聚酰胺柱色谱分离得到不同部位的黄酮提取物。测定了50%乙醇洗脱部位黄酮提取物对胰脂肪酶的抑制作用,得到它们的半抑制浓度 $IC_{50}$ 分别为 $0.0076, 0.0048 \text{ mg/mL}$ 。该抑制剂对胰脂肪酶的抑制呈非竞争性抑制,抑制常数 $K_i = 0.0147 \text{ mg/mL}$ ,米氏常数 $K_m = 42.2 \text{ mg/mL}$ 。

陈美珍<sup>[73]</sup>研究了乌龙茶以及山楂、荷叶等常见食用中药对大鼠离体激素敏感性脂肪酶和胰脂肪酶活性的影响,据此确定复合减肥茶的配方,并通过动物试验检验了其减肥功效。试验结果表明,该减肥茶能极显著地提高激素敏感性脂肪酶活性,增加离体脂肪释放FFA的百分率达112.9%;能有效地抑制营养肥胖型大鼠体重的增长和减少其体内脂肪含量;降血脂作用显著。

### 6.5 海参

海参,是生活在海边至8000m的海洋软体动物,据今已有六亿多年的历史,海参以海底藻类和浮游生物为食。海参皂苷是海参的次生代谢产物,是海参的重要活性成分之一。胡晓倩<sup>[75]</sup>比较了整参、皂苷、多糖、胶原多肽、残渣和除皂苷剩余物组分对大鼠脂质代谢的影响的差异,结果表明,海参中皂苷和多糖可以有效抑制体脂肪积累,降低血清和肝脏脂质含量,皂苷和多糖是海参中主要降脂活性成分,两者效果均优于整参,且皂苷效果优于多糖。进一步研究表明海参皂苷可以显著抑制胰脂肪酶活力,阻碍外源性脂肪的消化吸收;同时还可抑制脂肪酸合成酶和硬脂酰CoA去饱和酶的活力,从而削弱内源性脂肪生成。海参皂苷可明显抑制高脂饮食诱导

产生肥胖伴胰岛素抵抗小鼠的体重增长,减少体内脂肪蓄积,有效降低了血脂和肝脂水平。摄食海参皂苷后小鼠血清脂联素水平明显上升,提示其降脂效果可能脂联素激活的腺苷酸活化蛋白激酶(AMPK)信号通路和PPAR $\alpha$ 活化引起的脂肪酸 $\beta$ -氧化增强有关。

### 6.6 松子仁

王振宇等<sup>[76]</sup>研究表明红松仁不饱和脂肪酸对高脂饮食大鼠脂代谢具有积极的调节作用,能显著降低大鼠体重、脂体比、血清总甘油三酯、肝脏脂褐质和血清总胆固醇水平,而肝脂酶水平和总脂酶水平显著提高。

## 7 食品化学成分

食品中存在多种成分,是一个复杂的成分体系。食品不仅仅是满足人的食欲,其中某些化学成分能预防和治疗人类相关的疾病。食品中很多化学成分就有减肥作用。表1总结了具有抗肥胖作用的食物化学成分,包括皂苷、多酚、蛋白多肽、多糖、生物碱和脂肪酸。其中皂苷和多酚类研究的较多。茶叶、人参、西洋参、桔梗、海参中的皂苷能够抑制胰脂肪酶活性<sup>[46,66,68,75]</sup>。海参皂苷<sup>[75]</sup>还能抑制脂肪酸合成酶抑制、硬脂酰CoA去饱和酶的活性。人参皂苷Rh<sub>2</sub>能抑制过氧化物酶体增生物激活受体- $\gamma$ ,从而抑制3T3-L1脂肪细胞的分化<sup>[64]</sup>。此外,皂苷还能抑制小鼠能量摄入,控制小鼠胆固醇水平,降低小鼠体重<sup>[62,63]</sup>。

食品中具有减肥效果的酚类有quercetin、isoquercetin monoglycoside、rutin diglycoside、大豆异黄酮、花青素、苹果多酚、芹菜素、茶叶多酚等。荞麦麸中quercetin、isoquercetin monoglycoside、rutin diglycoside能体外抑制胰脂肪酶活性<sup>[17]</sup>。此外,树莓、云莓、山莓中的多酚也能抑制体外抑制胰脂肪酶活性<sup>[37]</sup>。芹菜素<sup>[41]</sup>能抑制3T3-L1前体脂肪细胞的增殖和分化。姜黄素<sup>[57]</sup>用于肠类制品、罐头、酱卤制品等产品的着色,不仅能抑制3T3-L1前体脂肪细胞的增殖,还能诱导其凋亡。姜黄素能降低高脂饮食小鼠的体重,体脂。茶多酚通过能降低大鼠的摄食量减轻体重<sup>[50]</sup>。

生物碱是一类含氮的有机化合物。食品中的很多生物碱都具有一定的生理活性,如荷叶生物碱是胰脂肪酶抑制剂<sup>[71]</sup>,能够抑制脂肪在体内的吸收。10~50个氨基酸组成的肽称为多肽;由50个以上

的氨基酸组成的肽就称为蛋白质。生物提取的多肽具有很强的活性,所以叫做活性肽。大米蛋白、大豆多肽能过降低大鼠胆固醇水平和甘油三酯水平<sup>[15,19,20]</sup>。多糖广泛地存在于食品中,不仅是人体能量的来源,而且具有多种生物活性,如降血糖、降血脂。海参多糖<sup>[75]</sup>能够抑制胰脂肪酶、脂肪酸合成酶和硬脂酰 CoA 去饱和酶的活性,减少小鼠体内脂

肪堆积,降低小鼠的体重。玉米多糖不仅降低小鼠体重,而且降低小鼠的血糖含量,升高血清中高密度脂蛋白水平。此外,脂肪酸如红松仁不饱和脂肪酸,能降低高脂饮食大鼠血清中总甘油三酯、总胆固醇水平,升高肝脂酶和总脂酶水平,降低大鼠的体重<sup>[76]</sup>。

表 1 食品中抗肥胖化学成分及其来源与活性类型

Table 1 Anti-obesity chemical components, sources and activity types of foods

标号 No.	食品化学成分 Food chemical compositions	食品源 Food sources	活性类型 Activity types	参考文献 Ref.
1	皂苷	鹰嘴豆	小鼠	30
		茶叶	胰脂肪酶抑制	46
		人参、西洋参	胰脂肪酶抑制、3T3-L1 前体脂肪细胞、小鼠	61-66
		桔梗	胰脂肪酶抑制、小鼠	68
		海参	胰脂肪酶抑制、脂肪酸合成酶抑制、硬脂酰 CoA 去饱和酶抑制、小鼠	75
2	酚类	荞麦麸	胰脂肪酶抑制	17
		黑豆	大鼠	24,25
		鹰嘴豆	小鼠	30
		苹果	小鼠	31
		蓝莓	小鼠	36
		树莓、云莓、山莓	胰脂肪酶抑制	37
		芹菜	3T3-L1 前体脂肪细胞	41
		茶叶	大鼠	48,49,50
		姜黄	3T3-L1 前体脂肪细胞、小鼠	57
3	生物碱	荷叶	胰脂肪酶抑制	71
4	蛋白、多肽	大米	大鼠	15
		大豆	大鼠	19,20
5	多糖	玉米	小鼠	16
		海参	胰脂肪酶抑制、脂肪酸合成酶抑制、硬脂酰 CoA 去饱和酶抑制、小鼠	75
6	脂肪酸	红松仁	大鼠	76

## 8 结论及展望

综上所述,谷物、豆类、茶叶及果蔬等能在一定程度上起到降脂减肥的作用。食品抗肥胖的化学成分主要集中在皂苷类和多酚类。主要通过抑制食欲,减少脂肪吸收和促进脂肪分解三个方面起到减肥效果。然而很多活性成分的研究不够全面,其作用机理不甚明确。未来的研究思路:第一应该进一步筛选食品中抗肥胖活性成分开始,筛选方法以体外酶试验为主,如胰脂肪酶,脂肪酸合成酶。第二,研究筛选出的食品化学成分对动物(如大鼠、小鼠、

兔子)的减肥效果,包括体重、血脂指标和肝脂指标等。第三,从细胞水平、分子水平研究脂肪细胞的增殖、分化相关蛋白、基因表达以及一些生物化学分子的调控,如阻断摄食刺激因子(神经肽 NPY)受体,激活  $\beta 3$ -AR 和 GLP-1 受体,抑制过氧化物酶体增值物激活受体(PPAR $\gamma$ )和 CCAAT 增强子结合蛋白(C/EBP $\alpha$ )等。第四、经过毒理实验、临床研究确定其减肥安全有效。总之,未来的研究不能管中窥豹,通过一两个实验就下结论,而是应该系统全面。目前的减肥市场迅猛发展,各类减肥产品层出不穷。消费者被表象所迷惑,时时有报道消费者服用某某

减肥药后腹泻导致脱水,甚至生活无法自理。人体通过进食、体力活动等维持着体内能量摄入和消耗的动态平衡。通过饮食调节人体的体重,血液指标及其他机能是最安全可靠的方法。可见,研究食品及其成分的减肥效果具有重要的意义。相信,不久的将来一定能开发出健康安全有效的抗肥胖功能食品。

#### 参考文献

- Knai C, et al. Obesity in Eastern Europe: An overview of its health and economic implications. *Econ Hum Biol*, 2007, 5: 392-408.
- Festi D, et al. Hepatic steatosis in obese patients: clinical aspects and prognostic significance. *Obes Rev*, 2004, 5: 333-334.
- Kushner RF. Medical management of obesity. *Semin Gastrointest Dis*, 2002, 13: 123-132.
- Nammi S, et al. Obesity: An overview on its current perspectives and treatment Options. *Nutr J*, 2004, 3: 1-8.
- WHO. 10 facts on obesity, February 2010. <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/zh/index.html>.
- Hill JO, et al. Dietary fat intake and regulation of energy balance; implications for obesity. *J Nutr*, 2000, 130(2S Suppl): 284S-288S.
- Hauptman JB, et al. Initial studies in humans with the novel gastrointestinal lipase inhibitor Ro 18-0647 (tetrahydrolipostatin). *Am J Clin Nutr*, 1992, 55: 309-313.
- Billington CJ, et al. Neuropeptide Y in hypothalamic paraventricular nucleus: a center coordinating energy metabolism. *Am J Physiol*, 1994, 266: R1765-R1770.
- Drent ML, et al. Orlistat (RO 18-0647), a lipase inhibitor, in the treatment of human obesity: a multiple dose study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1995, 19: 221-226.
- Guercolini R. Mode of action of orlistat. *Int J Obes*, 1997, 21: 12-23.
- Sjöström L, et al. Randomised placebo-controlled trial of orlistat for weight loss and prevention of weight regain in obese patients. *Lancet*, 1998, 352: 167-172.
- Davidson MH, et al. Weight control and risk factor reduction in obese subjects treated for 2 years with orlistat. A randomized controlled trial. *JAMA*, 1999, 281: 235-242.
- Birari RB, Bhutani KK. Pancreatic lipase inhibitors from natural sources: unexplored potential. *Drug Discov Today*, 2007, 12: 879-889.
- Tong GH (全国辉), Yang Q (杨庆). Study on the preventive effect of defatted rice-germ to obesity and hyperlipidemia. *Food Sci* (食品科学), 2006, 27: 535-537.
- Yang L (杨林), et al. Rice protein levels affect body mass and lipids level in adult rats. *J Huazhong Agric Univers* (华中农业大学学报), 2010, 29: 741-744.
- Zhang YR (张艳荣), et al. Study on functions of corn active polysaccharide in reducing weight and Fat. *Food Sci* (食品科学), 2006, 27: 227-230.
- Li YQ, et al. Probing the interaction between 3 flavonoids and pancreatic lipase by methods of fluorescence spectroscopy and enzymatic kinetics. *Eur Food Res Technol*, 2011, 233: 63-69.
- American Pulse Association. Pulse Health Initiative Strategic Plan. Published September 1, 2010. [Http://www.pea-lentil.com/pulse-health-initiative-phi](http://www.pea-lentil.com/pulse-health-initiative-phi)
- Chu BJ (褚斌杰), et al. The effects of soybean peptide on reducing obesity and blood lipids in rat. *Food Sci & Tech* (食品科技), 2011, 36(11): 65-68.
- Bao LY (包乐媛), et al. Effects of soybean peptides on blood lipids in hyperlipidemia rats. *Soybean Sci* (大豆科学), 2007, 26: 752-756.
- Lee SO, et al. Soyasaponins lowered plasma cholesterol and increased fecal bile acids in female golden Syrian hamsters. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2005, 230: 472-478.
- Takahashi Y, et al. A comparative analysis of genistein and daidzein in affecting lipid metabolism in rat liver. *J Clin Biochem Nutr*, 2009, 44: 223-230.
- Ørregaard A, Jensen L. The effects of soy isoflavones on obesity. *Exp Biol Med*, 2008, 233: 1066-1080.
- Kwon SH, et al. Anti-obesity and hypolipidemic effects of black soybean anthocyanins. *J Med Food*, 2007, 10: 552-556.
- Park KY, et al. Weight reduction and lipid lowering effects of black soybean anthocyanins in rats fed high fat diet. *The FASEB J*, 2007, 21: 842-846.
- Wang P (王沛), et al. Hypocholesteremic effect of mung bean (*Phaseolus radiatus* L.) in animal tests. *J Shenyang Pharm Univers* (沈阳药学院学报), 1999, 7: 42-62.
- Maruyama C, et al. Azuki bean juice lowers serum triglyceride concentrations in healthy young women. *J Clin Biochem Nutr*, 2008, 43: 19-25.
- Itoh T, Furuichi Y. Lowering serum cholesterol level by feeding a 40% ethanol-eluted fraction from HP-20 resin treated with hot water extract of adzuki beans (*Vigna angularis*) to rats fed a high-fat cholesterol diet. *Nut*, 2009, 25: 318-321.
- Wo B (吴波), et al. Effect of adzuki beans alcohol extract on decreasing lipid and anti-obesity of the mice fed a high-fat diet. *J Chinese Inst Food Sci & Tech* (中国食品学报), 2011, 11(6): 13-19.

- 30 Li Y(李燕). The research about extracting, separating purifying isoflavone and saponin from *Cicer Arietium* L. and their decreasing blood glucose, regulating blood lipid effect. *Xinjiang Agric Unvers* (新疆农业大学), 2007.
- 31 Li JX(李建新), et al. Effects of apple polyphenols on weight losing and lipid lowering of mice. *Food Sci* (食品科学), 2008, 29:597-599.
- 32 Wang ZY(王振宇), et al. Effect of apple polyphenol on lipid metabolism in mice. *Food Sci* (食品科学), 2010, 31: 288-291.
- 33 Liu XX(刘晓鑫), et al. Inhibitory effects of strawberry extracts on animal fatty acid synthase. *J Graduate School Chinese Acad Sci* (中国科学院研究生学报), 2010, 27: 768-777.
- 34 Abidov M, et al. Efficiency of pharmacologically-active antioxidant phytomedicine Radical Fruits in treatment hypercholesteremia at men. *Georgian Med News*, 2006, 140:78-83.
- 35 Nagao K, et al. Effect of *Vaccinium ashei* reade leaves on lipid metabolism in Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty rats. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2008, 72: 1619-1622.
- 36 Prior RL, et al. Whole berries versus berry anthocyanins: interactions with dietary fat levels in the C57BL/6J mouse model of obesity. *J Agric Food Chem*, 2008, 56:647-653.
- 37 McDougall GJ, et al. Berry polyphenols inhibit pancreatic lipase activity *in vitro*. *Food Chemistry*, 2009, 115:193-199.
- 38 Wu ZJ(吴子健), et al. Effects of grape seeds extracts on pancreatic lipase activity. *Food Res Dev* (食品研究与开发) 2009, 30(9):83-86.
- 39 Haaz S, et al. Citrus aurantium and synephrine alkaloids in the treatment of overweight and obesity: an update. *Obes Rev*, 2006, 7:79-88.
- 40 Dallas C, et al. Lipolytic effect of a polyphenolic citrus dry extract of red orange, grapefruit, orange(SINETROL) in human body fat adipocytes. Mechanism of action by inhibition of cAMP-phosphodiesterase (PDE). *Phytomedicine*, 2008, 15:783-792.
- 41 Yu HQ(于华强), et al. Effect of apigenin on the proliferation and differentiation of 3T3-L1 preadipocyte. *Food Sci* (食品科学), 2010, 31:260-263.
- 42 Zhang HF(张华锋), et al. 海蒿子活性多糖降血脂作用的研究. *Chin Tradit Patent Med* (中成药), 2009, 31: 1925-1927.
- 43 Liu R(刘蕊), et al. Screening pancreatic lipase inhibitors from fruits and vegetables. *J Jilin Agric Unvers* (吉林农业大学学报), 2012, 34:211-215.
- 44 Han LK, et al. Anti-obesity action of Oolong tea. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1999, 23:98-105.
- 45 Han LK, et al. Anti-obesity effects in rodents of dietary teasaponin, a lipase inhibitor *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2001, 25:1459-1464.
- 46 He RR, et al. Beneficial effects of oolong tea consumption on diet-induced overweight and obese subjects. *Chin J Integr Med*, 2009, 15:34-41.
- 47 Lin JK, Lin-Shiau SY. Mechanisms of hypolipidemic and anti-obesity effects of tea and tea polyphenols. *Mol Nutr Food Res*, 2006, 50:211-217.
- 48 Yi J(易娟), et al. The comparative study on effects of green tea and black tea polyphenols on genes related to adipocyte differentiation in rats. *Acta Nut Sin* (营养学报), 2007, 29: 582-586.
- 49 Zhang BH(张宝红), et al. Reducing obesity and regulating serum lipid of tea polyphenols on obesity rats induced by olanzapine. *Strait Pharmaceut J* (海峡药理学), 2010, 22(8): 37-38.
- 50 Kao YH, et al. Modulation of obesity by a green tea catechin. *Am J Clin Nutr*, 2000, 72:1232-1234.
- 51 Murase T, et al. Beneficial effects of tea catechins on diet-induced obesity: stimulation of lipid catabolism in the liver. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2002, 26:1459-1464.
- 52 Koo SI, Noh SK. Green tea as inhibitor of the intestinal absorption of lipids: potential mechanism for its lipid-lowering effect. *J Nutr Biochem*, 2007, 18:179-183.
- 53 Moon HS, et al. Inhibitory effect of (-)-epigallocatechin-3-gallate on lipid accumulation of 3T3-L1 cells. *Obesity*, 2007, 15:2571-2582.
- 54 Yang ZG(杨志刚), Zhang YP(张燕萍). Study on effects of ginger oil on weight losing and lipid lowering of nutritional pimelosis rats. *Food Sci* (食品科学), 2007, 28:469.
- 55 Han LK, et al. Antiobesity actions of *Zingiber officinale* Roscoe. *Yakugaku Zasshi*, 2005, 125:213-217.
- 56 Ejaz A, et al. Curcumin inhibits adipogenesis in 3T3-L1 adipocytes and angiogenesis and obesity in C57/BL mice. *J Nutr*, 2009, 139:919-925.
- 57 Kawabata F, et al. Non-pungent capsaicin analogs (capsinoids) increase metabolic rate and enhance thermogenesis via gastrointestinal TRPV1 in mice. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2009, 73:2690-2697.
- 58 Zhang J(张晶), et al. Effects of saponins from *panax quinquefolium* linne on the metabolism of lipid. *J Jilin Agric Unvers* (吉林农业大学学报), 2002, 24:62-63.
- 59 Yun SN, et al. Wild ginseng prevents the onset of high-fat diet induced hyperglycemia and obesity in ICR Mice. *Arch Pharm Res*, 2004, 27:790-796.
- 60 Xie JT, et al. American ginseng leaf: ginsenoside analysis and



- hypoglycemic activity. *Pharmacological Research*, 2004, 49: 113-117.
- 61 Kim JH, *et al.* Effect of Crude Saponin of Korean Red Ginseng on High-Fat Diet-Induced Obesity in the Rat. *J Pharmacol Sci*, 2005, 97: 124-131.
- 62 Kim JH, *et al.* Comparison of the Antiobesity Effects of the Protopanaxadiol-and Protopanaxatriol-type Saponins of Red Ginseng. *Phytother Res*, 2009, 23: 78-85.
- 63 Hwang JT, *et al.* Anti-obesity effects of ginsenoside Rh2 are associated with the activation of AMPK signaling pathway in 3T3-L1 adipocyte. *Biochem Biophys Res Commun*, 2007, 364: 1002-1008.
- 64 Karu N, *et al.* Weight Gain Reduction in Mice Fed Panax ginseng Saponin, a Pancreatic Lipase Inhibitor. *J Agric Food Chem*, 2007, 55: 2824-2828.
- 65 Liu R, *et al.* Anti-obesity effects of protopanaxdiol types of ginsenosides isolated from the leaves of American ginseng (*Panax quinquefolius* L.) in mice fed with a high-fat diet. *Fitoterapia*, 2010, 81: 1079-1087.
- 66 Zheng YN (郑毅男), *et al.* Studies on effects of Platycodi Radix on lipid metabolism of mice with high fat diet-induced obesity. *J Jilin Agric Univers* (吉林农业大学学报), 2002, 24(6): 42-46.
- 67 Xu B, *et al.* In vitro Inhibitory effect of triterpenoids saponins from Platycodi radix on pancreatic lipase. *Arch Pharm Res*, 2005, 28: 180-185.
- 68 Jing HX (景虎修). 单味枸杞子可治肥胖病. *New J Tradit Chin Med* (新中医), 1988, 07.
- 69 Zhang M (张民), *et al.* Effect of lyceum barbarum polysaccharide-4 on monosodium glutamate induced obesity in mice. *Acta Nut Sin* (营养学报), 2003, 25: 196.
- 70 Huo SX (霍世欣), *et al.* Inhibitory effect on pancreatic lipase of flavonoids derived from lotus leaf. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2008, 20: 328-331.
- 71 Zhu XQ (朱晓青), *et al.* Inhibitory effect on lipase of alkaloid derived from lotus leaf. *J Shanghai Univers* (上海大学学报), 2007, 13: 85-93.
- 72 Chen MZ (陈美珍), *et al.* 复合减肥茶及其减肥机理的研究. *Food Sci* (食品科学), 2003, 24: 145-149.
- 73 Hu XQ (胡晓倩). Study on effects and mechanism of saponins of sea cucumber on lipid metabolism. *Ocean Univ of China* (中国海洋大学), 2010.
- 74 Wang ZY (王振宇), Niu ZR (牛之瑞). Effects of unsaturated fatty acids of *Pinus Koraiensis* on lipid metabolism and brain function in obese rats. *Acta Nut Sin* (营养学报), 2008, 30: 547-550.

(上接第 291 页)

- 8 Shen X (沈潇), Sun XH (孙晓红), Zhao Y (赵勇), *et al.* The extracts of blueberries against growth of *Staphylococcus aureus*. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2012, 24: 1622-1625.
- 9 Chen Y (陈燕), Sun XH (孙晓红), Cao Y (曹奕), *et al.* Progress in antibacterial activity of blueberries. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2013, 25: 716-721.
- 10 Zhu H (朱泓), Zhao HF (赵慧芳), Wu WL (吴文龙), *et al.* Anti-*Proteus mirabilis* effect of polyphenolic-enriched berry freeze-dried powder by *in vitro* evaluation. *Modern Food Sci Tech* (现代食品科技), 2013, 29: 2410-2430.
- 11 *In vitro* antimicrobial activities of traditional Chinese medicine to *Propioni bacterium acnes*. *Pharm Clin Res* (药学与临床研究), 2009, 17: 224-226.
- 12 Huang RM (黄锐敏), Chen H (黄锐敏), Yu MH (俞慕华). Analysis on susceptibility of 47 *Proteus mirabilis*. *Henan J Preventive Med* (河南预防医学杂志), 2009, 20: 189-190.
- 13 Nian H (年华), Chu YZ (褚云卓), Tian SF (田素飞), *et al.* Continuous monitoring of clinical distribution and drug resistance of *Proteus mirabilis*. *Chin J Public Health* (中国公共卫生), 2012, 28: 1130-1132.
- 14 Gavrilova V, Kajdzanoska M, Gjamovski V, *et al.* Separation, characterization and quantification of phenolic compounds in blueberries and red and black currants by HPLC-DAD-ESI-MS. *J Agric Food Chem*, 2011, 59: 4009-4018.
- 15 Osman N, Adawi D, Ahrne S, *et al.* Probiotics and blueberry attenuate the severity of dextran sulfate sodium (DSS)-induced colitis. *Dig Dis Sci*, 2008, 53: 2464-4273.
- 16 Shukitt-Hale B, Lau FC, Carey AN, *et al.*, Joseph JA. Blueberry polyphenols attenuate kainic acid-induced decrements in cognition and alter inflammatory gene expression in rat hippocampus. *Nutr Neurosci*, 2008, 11: 172-182.
- 17 Neto CC. Cranberry and its phytochemicals; a review of *in vitro* anticancer studies. *J Nutr*, 2007, 137: 186S-193S.
- 18 Neto CC. Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Mol Nutr Food Res*, 2007, 51: 652-664.