

黑茶调节高脂血症作用及机理研究进展

吴朝比¹, 黄建安², 刘仲华^{1,2,*}, 王君³

(1.国家植物功能成分利用工程技术研究中心, 湖南长沙 410128;

2.湖南农业大学茶学教育部重点实验室, 湖南长沙 410128; 3.湖南农业大学园艺园林学院, 湖南长沙 410128)

摘要: 黑茶是中国特有的茶类, 近年来由于其显著的降血脂作用而成为研究的热点。现有研究表明, 黑茶具有调节高脂血症的作用, 其机理复杂。本文对黑茶调节高脂血症作用及机理研究进展进行了综述。

关键词: 黑茶; 高脂血症; 降血脂; 作用机理

Research Advance in Hypolipidemic Effect and Mechanism of Dark Tea

WU Chao-bi¹, HUANG Jian-an², LIU Zhong-hua^{1,2,*}, WANG Jun³

(1. National Research Center of Engineering Technology for Utilization of Functional Ingredients From Botanicals, Changsha 410128,

China; 2. Key Laboratory of Ministry of Education for Tea Science, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

3. College of Horticulture and Landscape, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Dark tea is a traditional and unique tea product in China and has become a research topic of high interest in recent years due to its significant hypolipidemic effect. Meanwhile, dark tea also has the capability to regulate hyperlipidemia; however, its hypolipidemic mechanism is complex. In this paper, the regulation of hyperlipidemia and the hypolipidemic mechanism of dark tea are reviewed.

Key words: dark tea; hyperlipidemia; hypolipidemic effect; functional mechanism

中图分类号: S571.1; R972.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)19-0307-05

茶作为我国的传统饮料具有悠久历史, 也是深受世界各地欢迎的饮料。现代科学研究已证实茶叶具有降血脂^[1-3]、降血压^[4-6]、抗动脉粥样硬化^[7-9]、耐缺氧^[10-12]等多种药理功能。黑茶是我国特有的一类茶, 根据原料和制作工艺的不同, 可以分为黑毛茶、茯砖茶、花砖茶、普洱茶、青砖茶、康砖茶、六堡茶等, 主要供应我国西北、西南少数民族地区和俄罗斯以及中亚部分地区, 是我国边疆少数民族同胞日不可缺的饮品。

高脂血症即血脂异常, 通常是指血液中总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)、甘油三酯(triglyceride, TG)超过正常或高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)低下^[13]。研究表明, 血脂异常可导致全身动脉粥样硬化, 是冠心病、脑卒中等心脑血管疾病的重要诱发因素, 还是造成全身其他血管病变很重要也是最基础的危险因素^[14]。2002年

我国18岁以上人群总的血脂异常患病率达18.6%^[15], 肥胖症和高脂血症的发病率逐年上升, 儿童青少年中有超重、肥胖流行以及迅速增加的趋势^[16], 由血脂异常引发的心脑血管病死亡近年来稳居城乡人群的第一死亡原因^[17]。

目前用于治疗高脂血症的药物主要是西药, 都具有一定的副作用, 不宜长期服用^[18], 中草药具有很好的防治高脂血症的作用, 并能弥补西药的不足^[19]。研究人员发现, 我国边疆少数民族人民长期食用高脂食物, 但由于每天饮用黑茶, 肥胖和高脂血症患病率较低, 黑茶因此受到关注, 人们从动物实验、临床实验以及高通量筛选实验验证了黑茶具有调节高脂血症的作用, 并对其降脂机理进行了部分研究。本文对黑茶调节高脂血症作用及机理研究进展进行综述, 并提出将来黑茶研究的几点建议。

收稿日期: 2010-12-21

基金项目: 湖南省科技厅重大科技专项(2008fj1005)

作者简介: 吴朝比(1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向为药用植物资源功能成分开发与评价。E-mail: chaobi.wu@gmail.com

* 通信作者: 刘仲华(1965—), 男, 教授, 博士, 研究方向为天然产物研究与开发。E-mail: larkin-liu@163.com

1 黑茶调节高脂血症作用研究

1.1 黑茶调节高脂血症动物实验

日本学者最先发现,使用普洱茶水提液喂饲高胆固醇饮食的雌性 Wistar 大鼠,大鼠血清胆固醇酯、血清 TG 水平降低,并且脂肪组织质量显著减轻^[20]。其后,国内外研究证实,正常剂量的普洱茶是安全无毒的^[21],对正常饮食小鼠血脂没有影响^[22],4% 普洱茶就能调节高脂血症大鼠的血脂水平^[23],普洱茶水提浓缩液能有效地抑制高脂饮食小鼠血脂的升高^[24]、对高脂饮食大鼠引起的高脂血症和脂肪肝有辅助治疗作用^[25]。不同加工工艺的普洱茶均可使高脂血症大鼠血脂水平和动脉粥样硬化指数(osclerotic indatherex, AI)显著降低,血清超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)和谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)活性增强,丙二醛(malonaldehyde, MDA)生成量显著减少^[26],不同发酵阶段制品均具可显著降低降低高脂饮食小鼠的血脂水平^[27],普洱熟茶降血脂的有效活性部位位于水提物的乙酸乙酯萃取层^[28]。吴文俊等^[29]发现普洱茶中茶多糖能全面抑制高脂饮食小鼠血脂升高,而茶多酚不能有效抑制高脂饮食小鼠血脂升高,吴文华等^[30-31]指出普洱茶茶多糖抑制高脂饮食小鼠血脂升高可能存在量效关系。把普洱茶与几种天然植物加工为复合药膳,刘传慧等^[32]发现其对实验性高脂血症兔的降脂作用强度与降血脂药氯贝丁酯基本相同。

其余几类黑茶调节高脂血症动物实验的研究相对普洱茶较少。国内学者最先用康砖茶浸提液饲喂高胆固醇血症家兔,发现黑茶有明显的降血脂作用^[33]。其后,刘素英等^[34]观察了砖茶对大鼠体质量和血脂的影响,发现饮用2%~2.5%的茶水未见有降血脂作用,但有一定的抑制体质量增长的作用。陈玉琼等^[35]探讨了湖北青砖茶对高脂血症大鼠的降血脂效果,发现青砖茶能极显著降低大鼠体质量及血清 TC、TG 和 MDA 含量,提高血清 HDL-C 含量和血清 SOD、GSH-Px 活性,降血脂效果明显。肖文军等^[36]发现茯茶具有降低 Wistar 大鼠体质量、TC、TG 以及升高 HDL-C 的作用。杜万红等^[37-39]研究了湖南花卷茶提取物对高胆固醇血症大鼠血脂和内皮功能的影响和对高脂诱导家兔动脉粥样硬化形成的影响,发现花卷茶提取物能呈剂量依赖性地降低高脂血症大鼠和高脂饲养家兔的血清 TC 和 LDL 及 TG 水平,能显著改善高脂所诱导的血管内皮舒张功能障碍及红细胞变形能力,减少家兔主动脉粥样斑块面积,降低血浆不对称二甲基精氨酸(asymmetrical dimethyl arginine, ADMA)和 MDA 含量以及增加 NO,且呈剂量依赖性。

1.2 黑茶调节高脂血症临床实验

黑茶调节高脂血症临床实验较少,主要是由于受到

实验对象的制约。研究显示,健康老人饮用普洱红茶和普洱绿茶,不服任何降脂药,正常饮食,饮茶一段时间后血脂水平较饮茶前有所降低^[40]。患有高血脂的老人在饮用黑茶后,血液中的 TC、TG 水平得到降低,并且体内过氧化脂质(lipid peroxidation, LPO)的活性也能降低^[41]。肖文军等^[36]制成茯茶饮料,以每人 1000mL/d 剂量进行人体试饮 34d,结果显示,受试者 TG 下降显著, HDL-C 上升显著, TC 下降极显著, LDL-C 亦有下降,但无显著性差异;受试者均无不良反应发生,血常规、血糖、肝肾功能均无异常变化。叶茂^[42]发现在持续饮用普洱茶一段时间后,健康人群尿样中的肌醇、肉豆蔻酸、5-羟基色氨酸、4-甲氧基苯乙酸的相对含量显著升高,肌酸酐、3-氯酪氨酸、酪胺的相对含量显著降低,从代谢物的角度证实普洱茶的降血脂作用。

1.3 黑茶的高通量筛选辅助降血脂研究

高通量筛选是以分子水平和细胞水平的实验方法为基础,以微板形式作为实验工具载体,以自动化操作系统执行实验过程,以灵敏快速的检测仪器采集实验结果数据,以计算机对实验数据进行分析处理,同一时间对数以千万样品检测,并以相应的数据库支持整体体系运转的技术体系,它具有微量、快速、灵敏和准确等特点,是一种高效的药物筛选新技术。

张冬英等^[43-44]确定了普洱茶各样品的合适筛选质量浓度为 50 μg/mL,发现普洱茶醇提物对过氧化物酶增殖体活化受体(peroxisome proliferator-activated receptor, PPAR)PPAR δ 受体有激活作用,有潜在的降血糖和降血脂作用的可能;探讨了普洱茶中单体功能成分尿嘧啶、没食子酸的降糖降脂作用,发现尿嘧啶、没食子酸在 PPAR γ、法尼酯衍生物 X 受体(farnesoid X receptor, FXR)、肝 X 受体(liver x-activated receptor, LXR)模型表现出明显的活性作用,并发现没食子酸对 α-淀粉酶也有较强的抑制作用。

傅冬和等^[45-49]采用与脂质代谢相关的 PPAR α、PPAR γ、PPAR δ、FXR、LXR、及前脂肪细胞 3T3-L1 模型,用水提物的萃取物和分离到的 6 个单体化合物分别对茯砖茶进行一系列的高通量筛选研究,发现茯砖茶各部位对 PPAR γ、PPAR δ 有激活作用,对 FXR 有抑制作用,各单体对所选模型均有活性。一系列研究表明茯砖茶可以通过多条途径产生降脂作用,是一种降脂活性强、作用面广的天然降脂产品。

宋鲁彬等^[50-51]选用茯砖茶、花砖茶、青砖茶、黑砖茶、六堡茶、普洱茶 6 种黑茶,并以沱茶、米砖茶为对比材料,研究发现黑茶具有良好的激活 PPAR δ 及 PPAR γ 核受体模型的作用,具有良好的 FXR 核受体活性,同时,普洱茶还具有很好的 LXR 核受体活性。因此,黑茶在降脂减肥、调节糖代谢、抗动脉粥样硬化等方面具有一定的作用。

2 黑茶降血脂作用机理

2.1 调节胆固醇代谢

研究表明, 绿茶、红茶、乌龙茶等茶类能降低血清胆固醇的含量, 其主要机制有: 与胆固醇形成不溶性的沉淀或使胆固醇酯化不完全, 抑制肠道内外源性胆固醇的吸收^[52-54]; 提高卵磷脂胆固醇酰基转移酶(*lecithin cholesterol acyl transferase*, *LCAT*)活性和 *HDL* 水平来促进 *HDL* 清除胆固醇^[55-56]; 调节载脂蛋白和脂蛋白水平促进胆固醇的代谢, 减少血液中胆固醇的含量^[57]; 加速胆固醇的代谢, 促进胆固醇的排泄^[58-59]。黑茶的主要化学成分与其他茶类相同, 所以对胆固醇代谢的调节机制大体相同, 但是由于黑茶在制作过程中微生物的作用使其成分发生了微妙的变化, 又有自己的特点。

茯砖茶水提物的萃取物各个部位对 *FXR* 的都有抑制作用, 而 *FXR* 拮抗剂可促进肝中胆固醇分解成胆汁酸排泄到小肠中并排出身外, 降低血液中胆固醇的含量, 从而起到降血脂的功能^[47]。吕海鹏等^[60]认为普洱茶中含有的洛伐他汀对胆固醇合成中的还原酶羟甲基戊二酰辅酶 A(*Hydroxy-methyl-glutaryl coenzyme A*, *HMG-CoA*)有竞争性抑制作用, 从而使人体胆固醇合成的速度降低, 可以调节胆固醇, 降血脂。普洱茶中存在微量元素铬, 能增加人体内胆固醇的分解和排泄; 硒作为谷胱甘肽过氧化酶的成分, 使脂肪酸按正常 β 原氧化渠道氧化下去; 锌酶参与了体内包括碳水化合物、脂质以及蛋白质的合成和降解一系列的代谢过程。

2.2 调节甘油三酯代谢

激素敏感性脂肪酶(*hormone-sensitive lipase*, *HSL*)是最早发现和克隆的脂肪细胞内分解甘油三酯的脂肪酶, 是动物脂肪分解代谢的限速酶, 并在脂质代谢的多个环节发挥作用^[61], 高斌等^[62]发现普洱茶茶褐素可显著增强大鼠肝脏和附睾脂肪组织 *HSL* 活性及其 *mRNA* 的表达, 促进体内脂质, 特别 *TG* 的降解, 起到了明显的降血脂功效。由此推断, 大鼠机体组织中 *HSL* 活性及其 *mRNA* 的表达增加是普洱熟茶茶褐素降血脂功效的重要作用机制之一。姜波等^[63]研究认为康砖能抑制脂肪酸合成酶(*fatty acid synthetase*, *FAS*)的活性, 不仅能够造成丙二酸单酰辅酶 A 浓度的升高, 抑制神经肽 Y (*neuropeptide Y*, *NPY*)表达以降低食欲, 减少脂肪的吸收, 还能够阻滞生脂通路, 减少脂肪的合成, 从而达到降脂减肥的目的。Sano 等^[20]指出, 普洱茶可能由其所含的曲霉菌株产生环磷酸腺苷(*cyclic adenosine monophosphate*, *cAMP*), 活化了对 *cAMP* 依赖的蛋白激酶, 后者激活细胞内的 *TG* 脂肪酶, 从而水解 *TG*。

综上所述, 黑茶降低体内 *TG* 水平的机制是主要有以下几条: 通过增强 *HSL* 活性促进 *TG* 的降解; 抑制

FAS 的活性而降低对外源性 *TG* 的吸收, 减少脂肪的合成, 促进脂肪酸的排泄; 通过激活细胞内的脂肪酶水解 *TG*。

2.3 其他机理

有学者认为茶多酚通过自身的氧化, 抑制胆固醇及不饱和脂肪的氧化, 减少胆固醇及其氧化物在动脉壁上沉积, 促进不饱和脂肪对胆固醇的运转和清除, 从而起到预防高脂血症形成的作用, 茶叶中的多酚聚合物能增加人体内能量的消耗, 刺激生热作用, 从而起到降脂减肥的效果^[64]。陈玉琼等^[35]认为青砖茶通过减少体内脂质沉积, 降低脂质过氧化而对心血管起到保护作用。杜万红等^[38-39]认为花卷茶提取物具有降低血脂和保护血管内皮功能作用与抑制脂质过氧化、调节 *ADMA/NO* 系统有关。

3 问题与展望

到目前为止, 茶叶中的化学成分经分离鉴定的已知化合物有 500 多种, 其中有机化合物有 450 种以上^[65]。与降血脂有关的主要化学成分是茶多糖、茶多酚、茶色素、皂苷类物质、氨基酸以及一些微量元素, 研究表明这些成分都具有降血脂的功效^[66-70], 但是确切的作用机制直到现在都没有得到透彻的研究。黑茶加工渥堆过程中, 由于微生物的作用, 氨基酸、蛋白质、茶多酚、儿茶素、咖啡碱、可溶性糖含量均发生较显著的变化^[71-74], 而黑茶降血脂作用强于红茶和绿茶, 这说明黑茶在渥堆过程中化学成分的改变不仅仅是某些物质的降解, 还有新化合物产生, 微生物的代谢产物也许是黑茶降血脂的重要作用成分。齐桂年等^[75]发现, 黑茶加工过程中茶多酚变化减少的主要是儿茶素类, 刘仲华等^[76-77]认为, 茶多酚经微生物酶促氧化形成了茶黄素、茶红素和茶褐素。碳谱分析黑茶水提取物时发现, 黑茶中儿茶素的特征峰不如绿茶类强, 儿茶素种类大都比绿茶少, 有部分信号峰文献资料中找不到, 还有些成分由于含量甚微, 信号太弱, 而这些未测出的物质可能与黑茶生理活性密切相关, 需进一步研究^[78]。2003 年, Hwang 等^[79]首先在普洱茶中发现有洛伐他汀(*lovastatin*)的存在, 同年, 北京利康绿色医药生物技术研究所也首次从普洱熟茶中检测出他汀类物质, 其中洛伐他汀含量为 61.8mg/kg^[80]。洛伐他汀的发现能很好的解释普洱茶显著的降血脂功效, 但是如此低含量的洛伐他汀是否能发挥显著的降血脂效果还有待考察, 另外, 其他具有良好降血脂效果的黑茶(如茯砖茶)至今未见报道其中含有他汀类物质, 这些黑茶降血脂作用具体又是哪些物质在发挥作用呢?

综上所述, 可以看出目前国内外对茶叶辅助降血脂

作用研究主要集中在儿茶素类、茶多糖、茶色素, 少见对于其余成分作用的研究; 对绿茶、红茶、乌龙茶的研究比较多, 而对黑茶研究比较少; 黑茶渥堆过程中微生物的作用使其化学成分发生了复杂的变化, 国内外至今没有研究清楚黑茶中所有的化学组分, 所以黑茶中调节高脂血症作用具体发挥作用的物质也不能十分确定, 其确切的降脂作用机制尚未研究透彻。

笔者认为, 黑茶调节高脂血症作用及机理今后可以从以下几个方面进行深入研究: 1) 利用现代分离纯化技术、借助现代光谱分析技术, 研究清楚黑茶的内在成分, 这是找到黑茶调节高脂血症作用关键物质的基础; 2) 通过分离得到的各单体物质研究其对脂质代谢的调节作用, 结合不同比例的黑茶提取物的混合物比较研究, 明确各成分的作用及其在整体作用中所占比例的大小; 3) 利用蛋白质组学和代谢组学的方法和技术, 结合黑茶各组分的物质结构的特点, 研究其在体内的代谢特点, 明确茶调节高脂血症作用的关键靶点和主要通路。

参考文献:

- [1] MARTINS F, NOSO T M, PORTO V B, et al. Mate tea inhibits *in vitro* pancreatic lipase activity and has hypolipidemic effect on high-fat diet-induced obese mice[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2010, 18(1): 42-47.
- [2] LEE S M, KIM C W, KIM J K, et al. GCG-rich tea catechins are effective in lowering cholesterol and triglyceride concentrations in hyperlipidemic rats[J]. *Lipids*, 2008, 43(5): 419-429.
- [3] MARON D J, LU G P, CAI N S, et al. Cholesterol-lowering effect of a theaflavin-enriched green tea extract: a randomized controlled trial[J]. *Arch Intern Med*, 2003, 163(12): 1448-1453.
- [4] YUNG L M, LEUNG F P, WONG W T, et al. Tea polyphenols benefit vascular function[J]. *Inflammopharmacology*, 2008, 16(5): 230-234.
- [5] TANIDA M, TSURUOKA N, SHEN J, et al. Effects of oolong tea on renal sympathetic nerve activity and spontaneous hypertension in rats[J]. *Metabolism*, 2008, 57(4): 526-534.
- [6] YANG Y C, LU F H, WU J S, et al. The protective effect of habitual tea consumption on hypertension[J]. *Arch Intern Med*, 2004, 164(14): 1534-1540.
- [7] MIYAMURA M, MORIYAMA H, MURATA S, et al. Inhibitory effects of "Goishi-tea" as a post-fermented-tea on dietary-induced hypercholesterolemia and atherosclerosis in rabbits[J]. *Yakugaku Zasshi*, 2008, 128(7): 1037-1044.
- [8] KAVANTZAS N, CHATZIOANNOU A, YANNI A E, et al. Effect of green tea on angiogenesis and severity of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbit[J]. *Vascul Pharmacol*, 2006, 44(6): 461-463.
- [9] YOUNG W, HOTOVEC R L, ROMERO A G. Tea and atherosclerosis[J]. *Nature*, 1967, 216: 1015-1016.
- [10] 陈耀明, 陈景元, 高双斌, 等. 茶及茶加锌对小鼠耐缺氧及脂质过氧化作用的影响[J]. *第四军医大学学报*, 1999, 20(6): 489-490.
- [11] 徐建华, 卢连华, 颜燕. 红花茶耐缺氧作用研究[J]. *山东食品科技*, 2002(8): 28-29.
- [12] 郑素玲, 王玲玲, 张彩娟, 等. 花茶对被动吸烟小鼠耐缺氧能力的影响[J]. *安徽农业科学*, 2009(10): 4520-4521.
- [13] 刘靖. 血脂异常的分类及流行病学[J]. *中国社区医师*, 2007(23): 3-4.
- [14] 中国成人血脂异常防治指南制订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2007, 35(5): 390-419.
- [15] 李立明, 饶克勤, 孔灵芝, 等. 中国居民 2002 年营养与健康状况调查[J]. *中华流行病学杂志*, 2005, 26(7): 478-484.
- [16] 季成叶. 中国青少年生长与营养状况变化和改善策略[J]. *北京大学学报: 医学版*, 2002, 34(5): 525-529.
- [17] 卫生部. 2009 年中国卫生统计年鉴[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2009.
- [18] NEUVONEN P, NIEMI M, BACKMAN J. Drug interactions with lipid-lowering drugs: mechanisms and clinical relevance[J]. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 2006, 80(6): 565-581.
- [19] MASHOUR N, LIN G, FRISHMAN W. Herbal medicine for the treatment of cardiovascular disease: clinical considerations[J]. *Archives of Internal Medicine*, 1998, 158(20): 2225-2234.
- [20] SANO M, TAKENAKA Y, KOJIMA R, et al. Effects of Pu-erh tea on lipid metabolism in rats[J]. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 1986, 34(1): 221-228.
- [21] WANG D, XIAO R, HU X, et al. Comparative safety evaluation of Chinese Pu-erh green tea extract and Pu-erh black tea extract in Wistar rats [J]. *J Agric Food Chem*, 2010 58(2): 1350-1358.
- [22] 吴文华, 吴文俊. 普洱茶对正常饮食小鼠血脂的影响[J]. *蚕桑茶叶通讯*, 2006(3): 39.
- [23] KUO K L, WENG M S, CHIANG C T, et al. Comparative studies on the hypolipidemic and growth suppressive effects of oolong, black, Pu-erh, and green tea leaves in rats[J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53(2): 480-489.
- [24] 吴文华. 晒青毛茶和普洱茶降血脂作用比较实验[J]. *中国茶叶*, 2005(1): 15.
- [25] 赵丽萍, 邵宛芳. 普洱茶对高脂血症大鼠的降脂和预防脂肪肝作用[J]. *西南农业学报*, 2010(2): 579-583.
- [26] 侯艳, 肖蓉, 徐昆龙, 等. 普洱茶对实验大鼠血清中血脂水平和脂质过氧化物的影响[J]. *中国食品学报*, 2009(2): 80-86.
- [27] 周斌星, 孔令波, 李发志. 普洱茶(熟茶)不同发酵阶段在制品降血脂效果的比较研究[J]. *中国农学通报*, 2010(18): 23123-23126.
- [28] 赵婷婷, 周斌星, 孔令波. 普洱茶(熟茶)降血脂效果及有效部位筛选的研究[J]. *中国农学通报*, 2008(8): 140-144.
- [29] 吴文俊, 吴镇洲, 吴文华. 普洱茶中茶多糖与茶多酚降血脂功能比较[J]. *福建茶叶*, 2007(3): 42-43.
- [30] 吴文华, 吴文俊. 普洱茶多糖降血脂功能的量效关系[J]. *福建茶叶*, 2006(2): 42-43.
- [31] 吴文华. 普洱茶调节血脂功能评价及其生化机理的研究[D]. 重庆: 西南农业大学, 2003.
- [32] 刘传慧, 王金国, 吴国华, 等. 普洱茶山楂茶饮对家兔高脂调节作用的实验观察[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2008(8): 892-893.
- [33] 刘勤晋, 司辉清, 钟颜麟. 黑茶营养保健作用的研究[J]. *中国茶叶*, 1994(6): 36-37.
- [34] 刘素英, 关明杰, 杨文杰. 砖茶对大鼠体质量和血脂的影响[J]. *包头医学院学报*, 2002(3): 177-178.
- [35] 陈玉琼, 张伟, 倪德江, 等. 湖北青砖茶辅助降血脂作用及其抗氧化效果[J]. *茶叶科学*, 2010(2): 124-128.
- [36] 肖文军, 任国谱, 傅冬和, 等. 茯茶辅助调节血脂作用研究[J]. *茶叶科学*, 2007(3): 211-214.
- [37] 杜万红. 湖南黑茶对血管内皮及内皮祖细胞功能影响及机制研究[D]. 长沙: 中南大学, 2008.
- [38] 杜万红, 刘仲华, 施玲, 等. 花卷茶提取物对高胆固醇血症大鼠血脂和内皮功能的影响[J]. *中南药学*, 2008(2): 129-132.
- [39] 杜万红, 刘仲华, 施玲, 等. 十两茶提取物抗高脂诱导家兔动脉粥样硬化形成涉及调节 ADMA/NO 通路[J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2008(7): 747-752.

- [40] 杨家林, 窦薇. 普洱红茶和普洱绿茶降低老年人血脂的对比观察[J]. 中国老年学杂志, 1997(3): 174.
- [41] 翟所强, 顾瑞, 仇春燕, 等. 黑茶对老年人血脂和听力影响的临床观察[J]. 听力学及言语疾病杂志, 1994, 2(1): 22-23.
- [42] 叶茂. 应用代谢组学策略研究普洱茶及其对人体代谢的影响[D]. 上海: 上海交通大学, 2008.
- [43] 张冬英, 刘仲华, 施兆鹏, 等. 高通量筛选法对普洱茶降血糖血脂作用的研究[J]. 茶叶科学, 2006(1): 49-53.
- [44] 张冬英, 邵宛芳, 刘仲华, 等. 普洱茶功能成分单体降糖降脂作用研究[J]. 茶叶科学, 2009(1): 41-46.
- [45] 傅冬和. 茯砖茶中活性成分的高通量筛选及功能研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2007.
- [46] 傅冬和, 刘仲华, 黄建安, 等. 茯砖茶不同萃取物对消化酶活性的影响[J]. 茶叶科学, 2008(1): 62-66.
- [47] 傅冬和, 刘仲华, 黄建安, 等. 高通量筛选研究茯砖茶对 FXR 模型的作用[J]. 食品科学, 2007, 28(5): 331-334.
- [48] 傅冬和, 刘仲华, 黄建安, 等. 茯砖茶中几种单体成分功效的高通量筛选研究[J]. 茶叶科学, 2008(1): 39-42.
- [49] 傅冬和, 刘仲华, 黄建安, 等. 高通量筛选研究茯砖茶降脂功效[J]. 茶叶科学, 2006(3): 209-214.
- [50] 宋鲁彬, 黄建安, 黄浩, 等. 中国黑茶对 PPARs 的作用研究[J]. 茶叶科学, 2008(5): 319-325.
- [51] 宋鲁彬. 中国黑茶药理功能评价及活性物质研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2008.
- [52] MURAMATSU K, FUKUYOM, HARA Y. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats[J]. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 1986, 32(6): 613-622.
- [53] LOEST H, NOH S, KOO S. Green tea extract inhibits the lymphatic absorption of cholesterol and α -tocopherol in ovariectomized rats[J]. Journal of Nutrition, 2002, 132(6): 1282-1288.
- [54] DAVIES M, JUDD J, BAER D, et al. Black tea consumption reduces total and LDL cholesterol in mildly hypercholesterolemic adults[J]. Journal of Nutrition, 2003, 133(10): 3298S-3302S.
- [55] 何冰, 陈小夏, 李娟好, 等. 茶多酚对高血脂症动物血脂调节、脂质过氧化及血小板聚集功能的影响[J]. 广东药学院学报, 1996, 12(1): 29-32.
- [56] 张春飞. 茶多糖对高脂血症大鼠调节血脂作用观察及机制探讨[D]. 杭州: 浙江大学, 2003.
- [57] 宋小鸽, 唐照亮, 袁静, 等. 茶多酚对实验性高脂血症大鼠血脂、血液流变学的影响[J]. 中国中医药科技, 1999, 6(5): 296.
- [58] YANG T, KOO M. Chinese green tea lowers cholesterol level through an increase in fecal lipid excretion[J]. Life Sciences, 1999, 66(5): 411-423.
- [59] CHAN P, FONG W, CHEUNG Y, et al. Jasmine green tea epicatechins are hypolipidemic in hamsters (*Mesocricetus auratus*) fed a high fat diet [J]. Journal of Nutrition, 1999, 129(6): 1094-1101.
- [60] 吕海鹏, 谷记平, 林智, 等. 普洱茶的化学成分及生物活性研究进展[J]. 茶叶科学, 2007(1): 8-18.
- [61] HOLM C, KIRCHGESSNER T, SVENSON K, et al. Hormone-sensitive lipase: sequence, expression, and chromosomal localization to 19 cent-q13.3[J]. Science, 1988, 241: 1503-1506.
- [62] 高斌, 彭春秀, 龚加顺, 等. 普洱茶茶褐素对大鼠激素敏感性脂肪酶活性及其 mRNA 表达的影响[J]. 营养学报, 2010(4): 362-366.
- [63] 姜波, 田维熙, 齐桂年. 四川边茶提取物对脂肪酸合酶的抑制作用[J]. 中国科学院研究生院学报, 2007(3): 291-299.
- [64] 傅冬和, 刘仲华, 黄建安. 茶叶降脂减肥作用研究进展[J]. 中国茶叶, 2004, 26(2): 8-10.
- [65] 吴有军. 茶叶成分及功效浅述[J]. 农牧产品开发, 1997(10): 8-11.
- [66] YEH C W, CHEN W J, CHIANG C T, et al. Suppression of fatty acid synthase in MCF-7 breast cancer cells by tea and tea polyphenols: a possible mechanism for their hypolipidemic effects[J]. Pharmacogenomics J, 2003, 3(5): 267-276.
- [67] LIN J K, LIN-SHIAU S Y. Mechanisms of hypolipidemic and anti-obesity effects of tea and tea polyphenols[J]. Mol Nutr Food Res, 2006, 50(2): 211-217.
- [68] 侯仰锋, 汪东风, 周小玲, 等. 茶多糖对高脂血症大鼠血脂及肝脏中微量元素的调节作用[J]. 营养学报, 2008(3): 269-272.
- [69] 曹琼, 连美玲, 王志荣, 等. 茶色素治疗血脂代谢紊乱的临床观察[J]. 中国校医, 1997(2): 124-126.
- [70] 吴文鹤, 李玉山. 茶皂素对高脂血症模型大鼠血液流变学、心肌酶活性的影响[J]. 湖北民族学院学报: 医学版, 2009(4): 14-16.
- [71] 丁玲. 茯砖茶加工过程中主要化学成分的变化及其对胰酶活性的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.
- [72] 王增盛, 张莹, 童小麟, 等. 黑茶初制中茶多酚和碳水化合物的变化[J]. 茶叶科学, 1991(增刊 1): 23-28.
- [73] 王增盛, 谭湖伟, 施玲. 黑茶初制中主要含氮化合物的变化[J]. 茶叶科学, 1991(增刊 1): 29-33.
- [74] 傅冬和, 刘仲华, 黄建安, 等. 茯砖茶加工过程中主要化学成分的变化[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 64-67.
- [75] 齐桂年, 田鸿, 刘爱玲, 等. 四川黑茶品质化学成分的研究[J]. 茶叶科学, 2004(4): 266-269.
- [76] 刘仲华, 王增盛, 黄建安, 等. 黑茶初制中主要色素物质的变化与色泽品质的形成[J]. 茶叶科学, 1991(增刊 1): 34-41.
- [77] 刘仲华, 黄建安, 王增盛, 等. 茯砖茶加工中色素物质的变化与色泽品质的形成[J]. 茶叶科学, 1991(增刊 1): 76-80.
- [78] 吴迪, 仇佩虹, 艾常春. 黑茶水提取物的碳谱分析[J]. 广东化工, 2007(6): 126-128.
- [79] HWANG LUCY S, LIN L-C, CHEN N-T, et al. Hypolipidemic effect and antiatherogenic potential of Pu-erh tea[M]// HO Citang, LIN Jenkeun, ZHANG Qunyi. Oriental foods and herbs. American Chemical Society, 2003: 87-103.
- [80] 谢春生, 谢知音. 普洱茶中降血脂的有效成分他汀类化合物的新发现[J]. 河北医学, 2006(12): 1326-1327.