

平欧榛子油对高血脂大鼠的降脂作用

吕春茂, 陆长颖, 孟宪军, 董文轩, 魏雅静, 刘婵婵

(沈阳农业大学 食品学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 采用 SD 大鼠建立高血脂症模型并灌胃处理, 通过测定模型血脂及肝脏病理变化, 考察平欧榛子油辅助降血脂和预防脂肪肝的作用。结果表明: 模型组的血脂水平与空白对照组差异极显著, 高血脂症模型建立; 大鼠灌胃结果显示, 饲喂豆油及平欧榛子油低剂量、中剂量和高剂量大鼠总胆固醇(TC)的含量较高脂对照组大鼠差异显著, 分别下降 13%、13%、16%和 16%; 甘油三酯(TG)的含量较高脂对照组大鼠差异也显著, 分别下降 24%、24%、50%和 47%; 低密度脂蛋白(LDL-C)的含量较高脂对照组大鼠分别下降 1%、4%、6%和 26%; 高密度脂蛋白(HDL-C)含量升高明显, 分别升高 28%、32%、41%和 44%; 大鼠的血糖(GLU)、丙二醛(MDA)、动脉粥样硬化指数 AI1、AI2 和冠心指数(R-CHR)均显著降低, 并与榛子油的剂量呈现正相关; 连续饲喂平欧榛子油有助于降低高血脂症大鼠肝脏脂质沉积, 对大鼠肝细胞有一定的保护作用。

关键词: 平欧榛子油; SD 大鼠; 高血脂; 脂肪肝

中图分类号: TS 201.4 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2014)03—0330—06

Effect of Flat-European Hybrid Hazelnut Oil on Hyperlipemia of Rats Induced by High Fat Diet

LV Chunmao, LU Changying, MENG Xianjun, DONG Wenxuan, WEI Yajing, LIU Chanchan
(College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The hyperlipidemia model in SD rats was established and rats stomached in this manuscript. Through the determination of blood lipid and liver pathological changes in model rats, effect of Flat-European hybrid hazelnut oil on reducing blood lipid and preventing fatty liver were examined. The results showed that the levels of lipid between the model group and the control group were significantly different. The hyperlipidemia model was established. The rats gastric lavage results showed that rats fed soybean oil and Flat-European hybrid hazelnut oil low doses, middle doses and high doses total cholesterol(TC) content were significantly decreased by 13%, 13%, 16% and 16% compared to the high fat control group. Compared to the high fat control group rats triglyceride (TG) content were obviously different and reduced to 24%, 24%, 50% and 47%, respectively. Rats low density lipoprotein (LDL-C) content compared to the high fat control group were decreased by 1%, 4%, 6% and 26%. The rats high density lipoprotein (HDL-C) content were

收稿日期: 2013-09-25

基金项目: 沈阳市农业科技攻关基金项目(F12-101-3-00)。

作者简介: 吕春茂(1970—), 男, 内蒙古包头人, 工学博士, 副教授, 主要从事食品生物技术研究。E-mail: bt_lcm@126.com

significantly increased 28% ,32% ,41% and 44% . Rats blood glucose (GLU),malonaldehyde (MDA),atherosclerosis index AI1,AI2 and coronary index (R-CHR) were significantly decreased and showed a positive correlation with hazelnut oil dose. Continuous feeding Flat-European hybrid hazelnut oil helped to reduce lipid deposition in liver in hyperlipidemia rats,had certain protective effect on rat liver cells.

Keywords: Flat-European hybrid hazelnut oil,sprague-dawley rats,hyperlipemia,fatty liver

血脂是指血液中的脂类,主要由血清总胆固醇(total cholesterol,TC)、甘油三酯(triglyceride,TG)及非酯化脂肪酸等组成^[1]。高血脂症是由于脂质代谢或运转异常导致血清(或血浆)中一种或多种脂质高于正常的病症,一般表现为高胆固醇血症、高甘油三酯症或两者兼有(混合型高血脂症)^[2-3]。大量的流行病学、临床和实验研究皆证实,高血脂症是动脉粥样硬化的首要危险因素,与冠心病、脑血管病的发病率直接相关^[4]。临床上常采用贝特类药物和他汀类药物预防和治疗高血脂症,效果良好,但难免有肌损害、肝损害、肾损害等副作用^[5]。因此,在无副作用的前提下,使用生物源功能性提取物预防血脂代谢异常,防治高血脂症,乃至预防心脑血管疾病,具有重要的理论价值和现实意义^[6]。

榛子营养丰富,含脂肪、蛋白质、碳水化合物的量都很可观^[7],其中油脂质量分数高达60.5%^[8]。榛子油的脂肪酸组成是其他植物油脂无法比拟的,如单不饱和脂肪酸质量分数77.7%,多不饱和脂肪酸质量分数9.5%^[9],这些不饱和脂肪酸是人体不能自身合成的,它们一方面可以促进胆固醇的代谢,降低血液中低密度脂蛋白胆固醇和血总胆固醇,另一方面可以软化血管,维持毛细血管的健康,从而预防和治疗高血压、动脉硬化等心脑血管疾病^[10-11]。榛子油是天然的功能性物质,无副作用。

有关榛子油的研究国内近年已有一些报道,但主要集中在榛子栽培^[12]和功能性物质提取工艺上^[13-14],对其在降血脂功能上的研究目前尚少。本实验中通过高血脂症大鼠病理模型,综合观察榛子油对血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、葡萄糖(GLU)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和丙二醛(MDA)的影响,对动脉粥样硬化指数、冠心指数的影响及对病理切片的观察,探讨榛子油降血脂作用,对天然功能物质降血脂和预防脂肪肝的功效进行探索,为对其进一步研究和开发

提供依据。

1 材料与方 法

1.1 实验动物

SD(sprague-dawley)大鼠,体质量60~80g,由辽宁长生生物技术有限公司提供,用普通饲料饲养一周适应环境,饲养地点为沈阳农业大学SPF级动物实验室(辽宁省科学技术厅颁发的实验动物使用许可证,许可证号:SYXK(辽)2011-0001),环境条件为温度20~26℃,相对湿度40%~70%,光照12~24h,通风良好。

1.2 材料与试剂

平欧榛子,本溪县三阳大果榛子专业生产合作社提供,经去壳、烘干、粉碎后过20目筛备用;金龙鱼大豆油,益海嘉里有限公司(脂肪酸组成(质量分数):棕榈酸7.2%,硬脂酸2.5%,花生酸2.3%,油酸24.2%,亚麻酸6.9%)产品;氯化钠注射液,辰欧药业股份有限公司产品;基础饲料,沈阳市于洪区前民动物试验饲料厂生产;高脂饲料^[15]质量分数:78.8%基础饲料,1%胆固醇,10%蛋黄粉,10%猪油,0.2%牛胆酸钠;胆固醇、牛胆酸钠,北京鼎国昌盛生物技术有限公司产品;猪油、蛋黄粉,市售后自制;总胆固醇试剂盒,甘油三酯试剂盒,北京北化康泰临床试剂有限公司产品;低密度脂蛋白胆固醇测定试剂盒,高密度脂蛋白胆固醇测定试剂盒,长春汇力生物技术有限公司产品;血糖试剂盒,保定长城临床试剂有限公司产品;丙二醛(MDA)测试盒,南京建成生物工程研究所产品。

1.3 仪器设备

电子天平,北京赛多利斯仪器系统有限公司制造;TDL-5000B型离心机,上海安亭科学仪器厂制造;HH-6型数显恒温水浴锅,国华电器有限公司制造;DHG-9070A型电热恒温鼓风干燥箱,上海精宏实验设备有限公司制造;ST-06型300克多功能粉

碎机,永康市帅通工具有限公司制造;KQ-300DE 型数控超声波清洗器,昆山市超声仪器有限公司制造;XS-212 光学显微镜,南京江南永新光学有限公司制造。

1.4 方法

1.4.1 榛子油的制备 称取过 20 目筛的榛子仁粉 200 g,用正己烷超声波辅助提取平欧榛子油。提取工艺为:料液比 1:6.3 (g/mL),超声波功率为 70% (210 W),提取温度 47.5 °C,提取时间 31.2 min,之后在室温条件下 8 000 r/min 离心 20 min,取上清液旋转蒸发除去有机溶剂后收集备用^[16]。

1.4.2 模型构建与处理 60 只 SD 大鼠,分成两组,组间体质量无明显差异。空白对照组 10 只,给予普通饲料喂养,其余 50 只为模型组,给予高脂饲料喂养 70 d,尾静脉采血 1.0 mL,测定血清总胆固醇(TC)和血清甘油三酯(TG),根据血脂水平,确定高脂模型建立,随后对高脂模型随机分组,每组 10 只,进行灌胃处理,分别为高脂对照组(500 mg/(kg·d)生理盐水)、豆油试验组(500 mg/(kg·d))、榛子油低剂量组(50 mg/(kg·d))、榛子油中剂量组(500 mg/(kg·d))、榛子油高剂量组(1 000 mg/(kg·d)),另外空白对照组(500 mg/(kg·d)生理盐水),经统计学处理,组间无明显差异。分组当天开始灌胃,连续灌胃 40 d。

1.4.3 指标测定 自灌胃之日起,20 d、40 d 后尾静脉取血 1.0 mL,3 000 r/min 离心 15 min 取血清。末

次灌胃后禁食 12 h,腹腔注射 3 mL/kg 水合氯醛,腹主动脉取血,摆斜面凝血 30 min,3 000 r/min 离心 15 min,分取血清。

总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、葡萄糖(GLU)的测定均采用氧化酶法,高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)的测定采用化学修饰酶法,丙二醛(MDA)的测定采用 TBA 法,动脉粥样硬化指数 AI₁=(TC-HDL-C)/HDL-C, AI₂=LDL-C/HDL-C,冠心指数 R-CHR=TC/HDL-C。

1.4.4 肝脏病理切片的制作 取一小块肝脏放入多聚甲醛固定液中,然后修成 4 mm³ 大小的小块,让肝脏小块与乙醇接触,然后滤干,再经过浸蜡、包埋、修蜡块、切片、脱蜡、苏木精-伊红(H.E)染色、脱水等步骤,最后放在载玻片上,再将洁净盖玻片倾斜放下,以免出现气泡,这样封片后即制成永久性玻片标本,供光学显微镜观察使用。

1.4.5 统计学处理 本试验所有数据由计算机经 SPSS17.0 统计软件包中的 ANOVA 法进行单因素方差分析处理,试验数据采用平均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验处理。*p*>0.05 认为无显著性差异;*p*<0.05 认为有显著性差异,有统计学意义;*p*<0.01 有极显著差异。

2 结果与分析

2.1 对高脂血症大鼠血脂的影响

见表 1。

表 1 榛子油对大鼠血脂参数的影响

Table 1 Effects of hazelnut oil on blood lipid parameters in rats

组别	动物只数	总胆固醇(TC)浓度/(mmol/L)	甘油三酯(TG)浓度/(mmol/L)	高密度脂蛋白(HDL-C)浓度/(mmol/L)	低密度脂蛋白(LDL-C)浓度/(mmol/L)	血糖(GLU)浓度/(mmol/L)	丙二醛(MDA)浓度/(nmol/L)
空白对照组	10	1.23±0.17 ^a	0.19±0.05 ^a	0.97±0.13 ^a	0.25±0.06 ^a	7.42±1.06 ^a	4.23±0.31 ^a
高脂对照组	10	2.19±0.23 ^b	0.58±0.04 ^b	0.78±0.08 ^b	1.05±0.11 ^b	12.34±1.17 ^b	9.70±0.78 ^b
豆油试验组	10	1.90±0.20 ^c	0.44±0.06 ^c	1.00±0.14 ^c	1.04±0.09 ^b	11.88±1.23 ^c	7.76±0.59 ^c
榛子油低剂量组	10	1.90±0.39 ^c	0.44±0.07 ^c	1.03±0.16 ^c	1.01±0.08 ^b	11.14±1.16 ^d	6.64±0.42 ^d
榛子油中剂量组	10	1.84±0.24 ^c	0.29±0.05 ^d	1.10±0.13 ^d	0.99±0.12 ^b	10.70±0.85 ^c	6.12±0.43 ^c
榛子油高剂量组	10	1.84±0.21 ^c	0.31±0.06 ^d	1.12±0.15 ^d	0.78±0.05 ^c	9.38±1.28 ^f	5.87±0.39 ^f

2.1.1 榛子油对总胆固醇的影响 由表 1 显示,高脂对照组的 TC 水平极显著高于空白对照组 (*p*<0.01),表明大鼠高脂血症造模成功。豆油试验组、榛子油低剂量组、榛子油中剂量组、榛子油高剂量组都能显著地降低高脂模型血清中 TC 水平,分别降

低了约 13%、13%、16%和 16%。豆油及榛子油的 3 种剂量实验组都对高脂模型有明显的降 TC 效果,但豆油组与榛子油不同剂量组之间差异不显著,说明榛子油与豆油等具有相似的降 TC 效果且与油脂的剂量关系不大。

2.1.2 榛子油对甘油三酯的影响 由表 1 可见,高脂对照组的 TG 水平极显著高于空白对照组 ($p < 0.01$),表明大鼠高血脂症造模成功。豆油试验组、榛子油低剂量组、中剂量组、高剂量组都能显著地降低高脂模型血清中 TG 水平,分别降低了约 24%、24%、50%和 47%。豆油及榛子油的 3 种剂量实验组都对高脂模型有明显的降 TG 效果,然而却存在剂量的选择性。其中低剂量和豆油组差异不显著,中剂量和高剂量组表现出差异极显著性,说明榛子油的中剂量和高剂量对降低 TG 呈现出更好的效果。

2.1.3 榛子油对高密度脂蛋白胆固醇的影响 由表 1 可见,高脂对照组的 HDL-C 水平极显著低于空白对照组 ($p < 0.01$),表明大鼠高血脂症造模成功。豆油试验组、榛子油低剂量组、中剂量组、高剂量组都能极显著地提高高脂模型血清中 HDL-C 水平,分别提高了约 28%、32%、41%和 44%。豆油及榛子油的 3 种剂量实验组都对高脂模型有明显的升高 HDL-C 效果,然而却存在剂量的选择性。其中低剂量组和豆油组差异不显著,中剂量组和高剂量组表现出差异显著性,说明在提高高脂模型血清中 HDL-C 水平上榛子油的中剂量组和高剂量组表现出更好的效果。

2.1.4 榛子油对低密度脂蛋白胆固醇的影响 由表 1 可见,高脂对照组的 LDL-C 水平极显著高于空白对照组 ($p < 0.01$),表明大鼠高血脂症造模成功。豆油试验组、榛子油低剂量组、中剂量组、高剂量组,都能降低高脂模型血清中 LDL-C 水平,分别降低了约 1%、4%、6%和 26%。豆油组及榛子油的 3 种剂量实验组都对高脂模型有降 LDL-C 效果,然而却存在剂量的选择性。榛子油高剂量组与低剂量组、中剂量组及豆油组存在明显差异,说明榛子油高剂量组

表现出显著的降 LDL-C 效用。

2.1.5 榛子油对血糖的影响 由表 1 可见,高脂对照组的 GLU 水平极显著高于空白对照组 ($p < 0.01$),表明大鼠高血脂症造模成功。豆油试验组、榛子油低剂量组、中剂量组、高剂量组,都能降低高脂模型血清中 GLU 水平,分别降低了约 4%、10%、13%和 24%。豆油组及榛子油的 3 种剂量实验组都对高脂模型有降 GLU 效果,然而却存在剂量的选择性。榛子油高剂量组、中剂量组、低剂量组、豆油组间存在明显差异,榛子油的降 GLU 效果与剂量呈现明显正相关。

2.1.6 榛子油对脂质过氧化代谢物丙二醛的影响 由表 1 可见,高脂对照组的 MDA 水平极显著高于空白对照组 ($p < 0.01$),表明大鼠高血脂症造模成功。豆油试验组、榛子油低剂量组、中剂量组、高剂量组都能降低高脂模型血清中 MDA 水平,分别降低了约 20%、32%、37%和 39%。豆油组及榛子油的 3 种剂量实验组都对高脂模型有降低脂质过氧化代谢物 MDA 含量的效果,然而却存在剂量的选择性。榛子油高剂量组、低剂量组、中剂量组、豆油组间存在明显差异,榛子油的降 MDA 效果与剂量呈现明显正相关。

2.2 榛子油对动脉粥样硬化指数 AI_1 、 AI_2 和冠心指数 R-CHR 的影响

根据大鼠血清中 TC、HDL-C 和 LDL-C 的浓度,作者对每组大鼠的动脉粥样硬化指数 $AI_1 = (TC - HDL-C) / HDL-C$ 、 $AI_2 = LDL-C / HDL-C$ 和冠心指数 $R-CHR = TC / HDL-C$ 进行了计算。由表 2 可见, AI_1 、 AI_2 与 R-CHR 均随着榛子油剂量的增大而显著降低,且呈剂量依赖性关系,揭示榛子油具有降低高脂大鼠 AI_1 、 AI_2 与 R-CHR 的效果。

表 2 榛子油对大鼠血脂指数的影响

Table 2 Effects of hazelnut oil on blood lipid index in rats

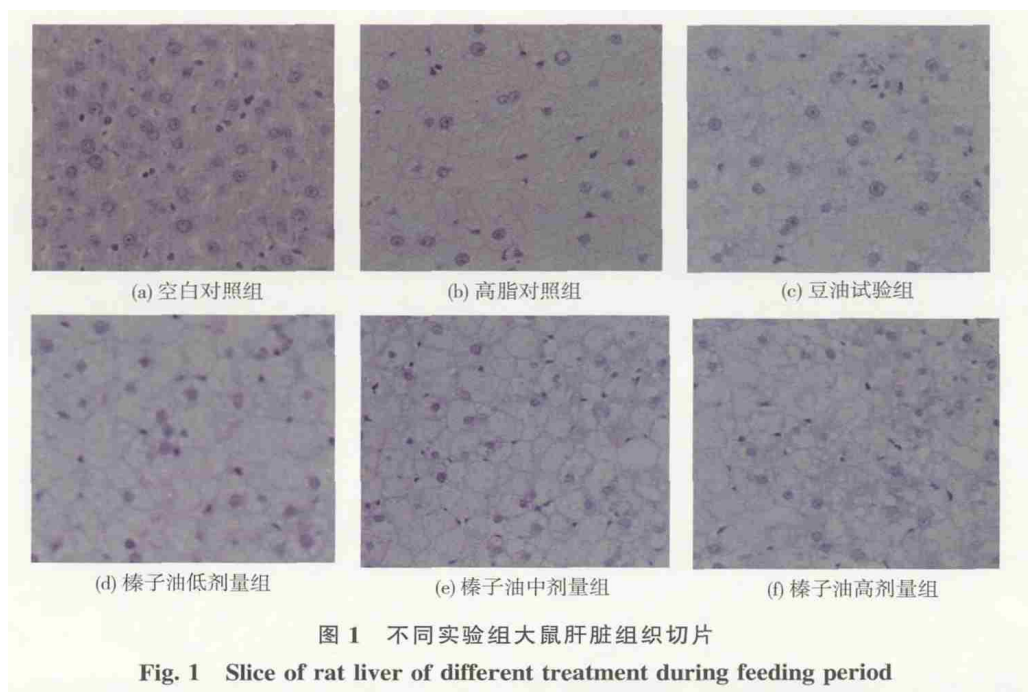
组别	动物只数	脉粥样硬化指数 AI_1	脉粥样硬化指数 AI_2	冠心指数 R-CHR
空白对照组	10	0.27±0.03 ^a	0.26±0.02 ^a	1.27±0.27 ^a
高脂对照组	10	1.81±0.19 ^b	1.35±0.14 ^b	2.81±0.29 ^b
豆油试验组	10	0.90±0.04 ^c	1.04±0.06 ^c	1.90±0.14 ^c
榛子油低剂量组	10	0.84±0.14 ^c	0.98±0.05 ^c	1.84±0.24 ^c
榛子油中剂量组	10	0.67±0.08 ^d	0.90±0.09 ^c	1.67±0.18 ^d
榛子油高剂量组	10	0.64±0.04 ^d	0.70±0.03 ^d	1.64±0.14 ^d

2.3 对大鼠肝脏病理变化的影响

各组大鼠处死后进行解剖检查发现,高脂对照组肝脏呈灰白色脂肪性变,肝脏边缘圆钝,为槟榔肝状,属于典型的脂肪肝;而榛子油组肝脏呈淡红色,脂肪肝程度较高脂对照组轻,虽然也有少许脂肪沉积的油状感,但其色泽改变不明显,说明榛子油对肝脏具有一定的保护作用^[17]。

H.E 染色光镜观察结果如图 1 所示,空白对照组大鼠肝脏中的肝细胞排列整齐,胞质均匀,细胞核清晰,位于细胞正中,肝中央静脉周围;肝小叶结构完整,肝索排列整齐,细胞未见淡染、胞质疏松、空泡样变、胞质溶解、核浓缩及核破裂等现象,形态正常。高脂模型组大鼠肝弥漫性脂肪变性,细胞内和细胞间隙有大量的脂滴空泡,这是由于脂肪在肝脏内沉积,经切片处理后在光镜下呈现空泡状,水肿,伴点片状坏死及炎细胞浸润现象,肝脏中的肝细胞排列混乱,细胞核被挤向一边,且体积增大,脂

肪变性比较明显,胞浆内充满大小不等的脂肪滴,肝小叶结构的轮廓尚存,但模糊不清,肝细胞大多呈空泡样结构,胞质疏松淡染或消失^[18];高倍光学显微镜观察显示,胞核结构大多异常,可见核溶解,大鼠肝脏出现脂肪变性,显示大鼠高脂血症模型组造模成功。高剂量榛子油组,肝结构完整,较正常肝细胞增大,脂变肝细胞数目、空泡状,水肿,伴点片状坏死、炎细胞浸润及核溶解较高脂对照组明显减少。中剂量榛子油组肝细胞可见脂滴数、空泡状,水肿,伴点片状坏死、炎细胞浸润及核溶解现象较高脂对照组少。低剂量榛子油组、豆油组肝细胞可见脂滴数较高脂对照组少,空泡状,水肿,伴点片状坏死、炎细胞浸润及核溶解现象较高脂对照组减少不明显。说明榛子油给药组均可改善高脂大鼠肝细胞脂肪变性的现象,可降低高血脂症大鼠肝脏脂质沉积,预防脂肪肝的发生,且具有抗动脉粥样硬化的作用,并呈现一定的剂量—效应关系。



3 结语

本实验中用平欧榛子油对高血脂模型大鼠进行研究,结果表明在用高脂饲料饲喂 70 d 后,血清中 TC、TG 的含量明显升高,因此高血脂大鼠模型诱导成功。在用大豆油和不同剂量的榛子油灌胃 40 d 后,豆油试验组、榛子油低剂量组(50 mg/(kg·d))、

中剂量组(500 mg/(kg·d))、高剂量组(1 000 mg/(kg·d))均可使大鼠血清中 TC、TG、LDL-C、GLU、MDA, 以及 AI_1 、 AI_2 、R-CHR 降低,使 HDL-C 提高,与模型组相比有显著性差异,表明榛子油有明显的降低血脂的作用,同时可以有效地纠正高血脂症动物的脂质代谢紊乱,降低高血脂症大鼠肝脏脂质沉积,预防脂肪肝发生,对高脂饮食所致高血脂症具有良好的防治作用^[19]。

参考文献:

- [1] Zhang S,Zheng L L,Dong D S,et al. Effects of flavonoids from Rosa laevigata Michx fruit against high-fat diet-induced non-alcoholic fatty liver disease in rats[J]. **Food Chemistry**,2013,141(1):330-337.
- [2] Qiu T,Ma X J,Ye M,et al. Purification,structure,lipid lowering and liver protecting effects of polysaccharide from Lachnum YM281[J]. **Carbohydrate Polymers**,2013,98(1):922-930.
- [3] 陈凯,张雁芳,王倩,等. 高胆固醇饲养兔鹌鹑和大鼠诱发高血脂和动脉粥样硬化的特征[J]. 解放军药学报,2001,17(3):117-124.
CHEN Kai,ZHANG Yanfang,WANG Qian,et al. Characteristics of hyperlipidemia and atherosclerosis in rabbit quails and rats fed with high cholesterol diet[J]. **Pharmaceutical Journal of Chinese People's Liberation Army**,2001,17(3):117-124.(in Chinese)
- [4] Irudayaraj S S,Sunil C,Duraipandiyan V,et al. In vitro antioxidant and antihyperlipidemic activities of Toddalia asiatica (L) Lam:Leaves in Triton WR-1339 and high fat diet induced hyperlipidemic rats [J]. **Food and Chemical Toxicology**,2013,60:135-140.
- [5] Lupattelli G,Siepi D,Vuono S D,et al. Cholesterol metabolism differs after statin therapy according to the type of hyperlipemia [J]. **Life Sciences**,2012,90(21-22):846-850.
- [6] Wang Z B,Xiao H L,Yang J J. Effects of acupuncture on blood-lipids,anti-oxidizing ability and vascular endothelial protective function in hyperlipemia mice[J]. **World Journal of Acupuncture-Moxibustion**,2012,22(2):43-47,54.
- [7] Xu Y X,Hanna M A. Evaluation of nebraska hybrid hazelnuts:Nut/kernel characteristics,kernel proximate composition,and oil and protein properties[J]. **Industrial Crops and Product**,2010,31(1):84-91.
- [8] 王清明. 榛子油理化特性及脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂,2003,28(8):69-70.
WANG Qingming. Hazelnut oil physicochemical properties and fatty acid composition analysis[J]. **China Oils and Fats**,2003,28(8):69-70.(in Chinese)
- [9] 陶静,张捷莉,李铁纯,等. 两种不同产地的榛子油中脂肪酸成分的 GC/MS 分析[J]. 食品科技,2006,31(12):147-150.
TAO Jing,ZHANG Jieli,LI Tiechun,et al. GC/MS analysis of the fatty acid composition of two kind of hazelnut oil [J]. **Food Science and Technology**,2006,31(12):147-150.(in Chinese)
- [10] Balta M F,Yarigac T,Askin M A,et al. Determination of fatty acid compositions,oil contents and some quality traits of hazelnut genetic resources grown in eastern Anatolia of Turkey [J]. **Journal of Food Composition and Analysis**,2006,19 (6-7):681-686.
- [11] Alasalver C,Amatal J S,Satir G,et al. Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (Corylus avellana L.)[J]. **Food Chemistry**,2009,113(4):919-925.
- [12] Ozdemir M,Ackurt F,Kaplan M,et al. Evaluation of new turkish hybrid hazelnut (Corylus avellana L.) varieties:fatty acid composition, α -tocopherol content,mineral composition and stability[J]. **Food Chemistry**,2001,73(4):411-415.
- [13] Seyhan F,Ozay G,Saklar S et al. Chemical changes of three native turkish hazelnut varieties (Corylus avellana L.) during fruit development[J]. **Food Chemistry**,2007,105(2):590-596.
- [14] Ozkal S G,Salgin U,Yener M E. Supercritical carbon dioxide extraction of hazelnut oil [J]. **Journal of Food Engineering**,2005,69(2):217-223.
- [15] Hou Y,Shao W F,Xiao R,et al. Pu-erh tea aqueous extracts lower atherosclerotic risk factors in rat hyperlipidemia model[J]. **Experimental Gerontology**,2009,44(6-7):434-439.
- [16] 杨青珍,王锋,李康,等. 超声波辅助提取榛子油的工艺条件优化[J]. 中国粮油学报,2011,26(8):58-61.
YANG Qingzhen,WANG Feng,LI Kang,et al. The optimum technology conditions of hazelnut oil assisted by ultrasonic[J]. **Journal of the Chinese Cereals and Oils Association**,2011,26(8):56-61.(in Chinese)
- [17] Petta S,Muratore C,Craxi A. Non-alcoholic fatty liver disease pathogenesis:The present and the future [J]. **Digestive and Liver Disease**,2009,41(9):615-625.
- [18] Byrne C D. Fatty liver:Role of inflammation and fatty acid nutrition [J]. **Prostaglandins,Leukotrienes and Essential Fatty Acids**,2010,82(4-6):265-271.
- [19] Jung J H,Kim H S. The inhibitory effect of black soybean on hepatic cholesterol accumulation in high cholesterol and high fat diet-induced non-alcoholic fatty liver disease[J]. **Food and Chemical Toxicology**,2013,60:404-412.