

华山松籽油不饱和脂肪酸降血脂作用的研究

李林强, 李建科

(陕西师范大学 食品工程系, 陕西 西安 710062)

[摘要] 采用脲素包合法对华山松籽油中的不饱和脂肪酸进行了分离, 并对其主要成分及降血脂作用进行了研究。结果表明, 华山松籽油中的不饱和脂肪酸组成为亚油酸915.3 g/kg, 油酸607 g/kg, 亚麻酸40 g/kg。华山松籽油不饱和脂肪酸中剂量组和高剂量组小鼠血清中甘油三酯(TG)水平显著或极显著低于高脂模型组(中剂量组 $P < 0.05$, 高剂量组 $P < 0.01$); 低剂量组、中剂量组、高剂量组小鼠血清中总胆固醇(TC)和低密度脂蛋白(LDL-C)水平及动脉硬化指数(AI)显著或极显著低于高脂模型组(低剂量组 $P < 0.05$, 中、高剂量组 $P < 0.01$); 中剂量组、高剂量组小鼠血清中高密度脂蛋白(HDL-C)水平显著或极显著高于高脂模型组(中剂量组 $P < 0.05$, 高剂量组 $P < 0.01$), 说明华山松籽油不饱和脂肪酸对小鼠的高血脂症和动脉硬化有显著抑制作用。

[关键词] 华山松籽油; 不饱和脂肪酸; 降血脂作用

[中图分类号] S854.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)11-0033-04

华山松籽仁为松科植物华山松(*Pinus amandii* Franch.)的果仁, 系我国特产, 主要分布于北起山西沁源, 南至云南、贵州, 西至甘肃西部, 也是陕西省主要林产品之一, 年产量约2 000 t^[1]。华山松籽仁大、产量高, 是目前松仁商品主要种类(红松 *Pinus koraiensis*、西伯利亚红松 *P. sibirica*、瑞士五针松 *P. cambrica*)之一^[2]。目前, 关于华山松籽油的研究报道极少, 本试验对华山松籽油中不饱和脂肪酸进行了分离, 并对其降血脂作用进行了研究, 以期为华山松籽油及其功能成分的开发与利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 材料 华山松籽采自秦岭山南坡段。

ICR 小鼠: 雄性, 体重(21.6±1.34) g, 以及普通饲料均由陕西西安医科大学实验动物中心提供。

高脂饲料(HLD): 胆固醇10 g/kg, 蛋黄粉100 g/kg, 猪油100 g/kg, 普通饲料790 g/kg。

1.1.2 主要设备和仪器 气相色谱仪(Agilent 6890N USA); TU-1800 紫外可见分光光度计, 北京普析运用仪器有限责任公司。

1.1.3 主要化学及生化试剂 胆固醇测试盒、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-CHOL)测试盒, 上海荣盛生物技术有限公司生产; 甘油三酯(TG)测试盒, 浙江

东瓯生物技术有限公司生产。

1.2 华山松籽油不饱和脂肪酸的制备

取15 g 氢氧化钾溶于420 mL 体积分数95%乙醇中, 加入60 g 松籽油, 于乙醇回流温度(60 °C)皂化反应45 min, 搅拌使反应完全。搅拌皂化液冷却至5 °C, 保持60 min, 抽滤, 得透明滤液, 浓缩回收滤液中的乙醇, 使乙醇体积分数≤50%, 得浓缩液, 然后于浓缩液中加入200 mL 蒸馏水, 用浓盐酸调pH至2, 分离上层油层。70 °C水浴制备含90 g 脲素的乙醇溶液480 mL, 加入以上所得油层, 70 °C水浴搅拌使溶液呈均匀的透明相, 冷却至5 °C, 在此温度下放置6 h, 过滤除去形成的包合物, 浓缩回收乙醇, 加250 mL 蒸馏水稀释, 用200 mL 氯仿萃取, 回收氯仿, 得浓缩的不饱和脂肪酸。

1.3 气相色谱(GC)分析条件

15% DEGS/Chromosorb W (AW), 进样口温度200 °C, 检测器温度250 °C, 柱温150 °C保持3 min, 以8 °C/min 升温至180 °C, 保持10 min, 以5 °C/min 升温至185 °C, 保持30 min。载气(N₂) 40 mL/min, 辅助气(H₂) 40 mL/min, 空气(助燃气) 500 mL/min, 进样量1 μL。

1.4 试验处理

将小鼠随机分为5组, 每组13只, 除普通饲料组(ND)外, 各组均饲喂高脂饲料(HLD), 第2组为高

· [收稿日期] 2005-12-29

[作者简介] 李林强(1971-), 男, 陕西扶风人, 硕士, 主要从事畜产品及功能性食品研究。

脂模型组,低、中、高剂量组分别灌胃 1 000, 1 500, 2 000 mg/(kg·d) 华山松籽油不饱和脂肪酸, 每天记录采食量, 每周称体重, 6 周后各组动物均禁食 12 h 后称重, 摘除眼球进行眼眶采血, 随即引颈处死, 分离腹腔脂肪, 称重, 离心分离血清, 测定血清中的高密度脂蛋白(HDL-C)、低密度脂蛋白(LDL-C)、甘油三酯(TG)及总胆固醇(TC), 计算动脉硬化指数(AI)。AI = (TC - HDL-C)/HDL-C。

1.5 测定方法

高密度脂蛋白测定采用沉淀法, 甘油三酯测定采用 GPO-PA P 法, 总胆固醇测定采用过氧化物酶法, 测定方法均按试剂盒说明书进行。

低密度脂蛋白(LDL-C) = TC - (HDL-C + TG × 0.456)。

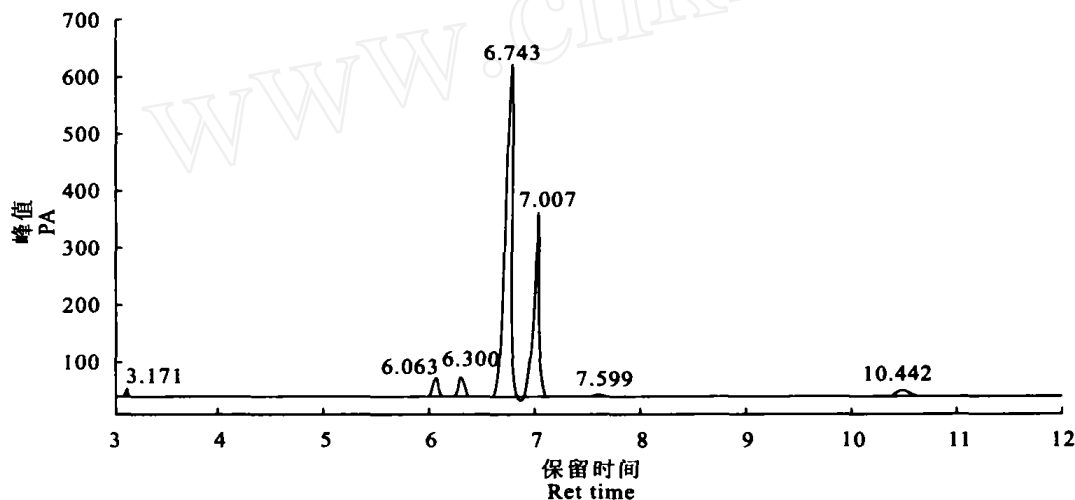


图1 华山松籽油不饱和脂肪酸的气相色谱图

Fig 1 GC analysis map of unsaturated fatty acids of seed kernel oil of *Pinus amandii*

表1 华山松籽油不饱和脂肪酸组成及其含量

Table 1 Composition of unsaturated fatty acids of seed kernel oil of *Pinus amandii*

峰号 No.	名称 Name	类型 Type	保留时间/min Ret time	峰面积比/% Area	含量/(g·kg ⁻¹) Quality percent
1	油酸 Oleic acid	C ₁₈ :1	6.063	3.03	30.4
2	油酸 Oleic acid	C ₁₈ :1	6.300	3.03	30.3
3	亚油酸 Linoleic acid	C ₁₈ :2	6.743	54.16	541.3
4	亚油酸 Linoleic acid	C ₁₈ :2	7.007	37.12	374.0
5	亚麻酸 α-LNA	C ₁₈ :3	7.599	0.38	4.0

2.2 华山松籽油不饱和脂肪酸的降血脂作用

2.2.1 华山松籽油不饱和脂肪酸对小鼠采食量和体重的影响 由表2可见, 各组小鼠的采食量无显著差异($P > 0.05$)。高脂模型组小鼠终体重极显著高于普通饲料组($P < 0.01$), 华山松籽油不饱和脂肪酸低剂量组、中剂量组、高剂量组小鼠终体重显著高于普通饲料组($P < 0.05$)。

1.6 数据统计处理

试验结果以 $\bar{X} \pm SD$ 表示, 运用 SPSS 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 华山松籽油不饱和脂肪酸的GC分析

由图1可见, 经过一次脲素包合后华山松籽油第3个峰面积最大, 第4个峰面积次之, 说明该脂肪酸含量最高; 其他峰面积比相对较小, 说明其余脂肪酸含量较小。经过图谱分析, 不饱和脂肪酸主要为亚油酸、油酸、亚麻酸3种, 其含量分别为915.3, 60.7, 4.0 g/kg(表1)。说明脲素包合法可完全除去华山松籽油中的饱和脂肪酸, 只含单不饱和脂肪酸。

2.2.2 华山松籽油不饱和脂肪酸对小鼠血脂的影响 由表3可以看出, 华山松籽油不饱和脂肪酸中剂量组小鼠血清中甘油三酯水平显著低于高脂模型组($P < 0.05$), 高剂量组和普通饲料组极显著低于高脂模型组($P < 0.01$), 低剂量组与高脂模型组无显著差异($P > 0.05$); 低剂量组小鼠血清中总胆固醇、低密度脂蛋白水平显著低于高脂模型组($P <$

0.05), 而中剂量组、高剂量组和普通饲料组均极显著低于高脂模型组($P < 0.01$); 中剂量组小鼠血清中高密度脂蛋白水平显著高于高脂模型组($P < 0.05$), 高剂量组和普通饲料组极显著高于高脂模型组($P < 0.01$), 低剂量组与高脂模型组无显著差异($P > 0.05$)。

表2 华山松籽油不饱和脂肪酸对小鼠采食量与体重的影响

Table 2 Effect of unsaturated fatty acids of seed kernel oil of *Pinus amandii* on average intake and body weight change

组别 Group	采食量 Average intake	终体重 Final body weight	组别 Group	采食量 Average intake	终体重 Final body weight
普通饲料组 Control	52.06±1.46	26.79±1.47**	中剂量组 Middle dose	49.66±3.96	28.80±1.35△
高脂模型组 Hyperlipidemia	51.87±1.56	29.70±1.43△△	高剂量组 High dose	49.54±1.94	28.72±1.37△
低剂量组 Low dose	50.46±2.79	28.83±1.39△			

注: 初始体重为(21.6±1.34) g, △表示与普通饲料组相比差异显著($P < 0.05$), △△表示与普通饲料组相比差异极显著($P < 0.01$); *表示与高脂模型组相比差异显著($P < 0.05$), **表示与高脂模型组相比差异极显著($P < 0.01$)。下表同。

Note: △ means at 0.05 significant level and other groups compare with control; △△ means at 0.01 significant level * means at 0.05 significant level and other groups compare with hyperlipidemia ** means at 0.01 significant level The same as below.

表3 华山松籽油不饱和脂肪酸对小鼠血脂的影响

Table 3 Effect of unsaturated fatty acids on blood lipid

组别 Group	甘油三酯 TG	总胆固醇 TC	高密度脂蛋白 HDL-C	低密度脂蛋白 LDL-C
普通饲料组 Control	0.59±0.05**	3.98±0.37**	2.23±0.50**	1.47±0.30**
高脂模型组 Hyperlipidemia	1.18±0.17△△	4.53±0.28△△	1.62±0.12△△	2.21±0.26△△
低剂量组 Low dose	1.01±0.21	4.14±0.29*	1.76±0.24	1.97±0.37*
中剂量组 Middle dose	0.92±0.23*	4.09±0.34**	1.88±0.41*	1.69±0.24**
高剂量组 High dose	0.62±0.10**	4.05±0.41**	2.07±0.27**	1.65±0.27**

2.2.3 华山松籽油不饱和脂肪酸对小鼠动脉硬化指数的影响 由表4可见, 高脂模型组小鼠动脉硬化指数显著高于普通饲料组($P < 0.05$)。华山松籽油不饱和脂肪酸低剂量组小鼠动脉硬化指数显著低于高脂模型组($P < 0.05$), 中剂量组和高剂量组极显著低于高脂模型组($P < 0.01$)。

表4 不饱和脂肪酸对小鼠动脉硬化指数的影响

Table 4 Effect of unsaturated fatty acids on arteriosclerosis index (AI)

组别 Group	动脉硬化指数 AI
普通饲料组 Control	0.78±0.23*
高脂模型组 Hyperlipidemia	1.79±0.48△
低剂量组 Low dose	1.55±0.49*
中剂量组 Middle dose	1.36±0.38**
高剂量组 High dose	1.25±0.33**

3 讨论

Derberg 等^[3-4]对格陵兰爱斯基摩人低心脏病发病率的研究表明, 类二十烷缺乏可能导致一些疾病和生理机能失调。心血管病、呼吸疾病、肠胃病、肾病、皮肤病、免疫疾病、脑和眼的发育不全及致癌性等与不饱和脂肪酸的缺乏有关^[5-6]。心脑血管疾病主要是由动脉粥样硬化所致, 而高血脂症则是动脉粥样

硬化的首要危险因素。本研究结果表明, 华山松籽油不饱和脂肪酸低剂量组小鼠血清中TC水平显著低于高脂模型组, 中剂量组和高剂量组均极显著低于高脂模型组, 这与Spiller^[7]报道的杏仁可以降低血清中TC水平相一致。血清中TG水平升高是动脉粥样硬化的危险因素。在血脂代谢中, 富含TG的脂蛋白参与动脉粥样硬化的形成。本研究结果表明, 各试验组小鼠血清中TG水平均显著低于高脂模型组, 说明富含不饱和脂肪酸的华山松籽油有降低小鼠血清中TG水平的作用。低密度脂蛋白也是动脉粥样硬化的危险因素。本研究结果表明, 各试验组小鼠血清中LDL-C水平均显著低于高脂模型组, 说明富含不饱和脂肪酸的华山松籽油有降低血清中LDL-C水平的作用。高水平HDL-C是心血管的保护因素, HDL-C在逆向转运胆固醇中起重要作用, 可逆向转运TC, 从而降低血清中TC水平。目前, 有研究^[8]认为, HDL-C水平降低是诱发早发性冠心病的危险因素之一。本研究结果表明, 各试验组小鼠血清中HDL-C水平均高于高脂模型组, 说明华山松籽油中不饱和脂肪酸有升高血清中HDL-C水平的作用, 这与Mensink^[9]对其他坚果中不饱和脂肪酸的研究结论一致, 其适宜剂量还需进一步研究。

动脉硬化指数是评价患动脉硬化的危险性指标之一^[8]。动脉硬化指数升高,说明血液中LDL-C相对水平增高,而HDL-C相对水平降低,患动脉硬化的危险增加。本试验中,华山松籽油不饱和脂肪酸各

剂量组小鼠动脉硬化指数均显著低于高脂模型组,至于高脂人群,是否有同样作用还需进一步研究证实。

[参考文献]

- [1] 赵景联 华山松籽仁的营养成分分析及产品开发[J]. 西部粮油科技, 1998, 23(5): 33-34
- [2] 于俊林, 车喜家, 常纪庆 松仁的化学成分及功效[J]. 人参研究, 2001, 13(1): 25-27.
- [3] Derberg J. Effects of polyunsaturated fatty acids in seafood[J]. Nutr Rev, 1986, 44: 125-134
- [4] Derberg J, Bang H O. Health effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids in seafood[J]. Lancet, 1979, 11: 433-440
- [5] Nettleton J A. Omega-3 fatty acids and health[J]. Chapman & Hall, 1994: 29-34
- [6] Geman J B, Dillard C J, Whelan J J. Dietary unsaturated fatty acids: interactions and possible needs in relation to eicosanoid synthesis[J]. Nutr Biochem, 1993, 126: 19-45
- [7] Spiller G A. Health effect of mediterranean diets and monounsaturated fatty acids[J]. Cereal Foods World, 1991, 36(9): 812-814
- [8] 郑建仙 功能食品[M]. 3版 北京: 中国轻工业出版社, 1993: 433-435
- [9] Mensink R P. Effect of monounsaturated fatty acid vs complex carbohydrates on serum lipoproteins and apoproteins in healthy men and women[J]. Metabolism, 1998, 38: 172-175

Antilipidic effect of unsaturated fatty acids separated from the seed kernel oil of *Pinus amandii*

LILIN-qiang, LI Jian-ke

(Department of Food Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: Unsaturated acids were separated and purified from the seed kernel oil of *Pinus amandii* via urea clathration. The composition of fatty acids was analysed via GC. The oil consisted mainly of linoleic acid 915.3 g/kg, oleic acid 607 g/kg, α -LNA 40 g/kg. The results showed that the level of the serum TG was far lower than that of high fat chow control group (middle dose group $P < 0.05$, high dose group $P < 0.01$) and that the level of the serum TC and LDL-C and AI were even lower than that of high fat chow control group (low dose group $P < 0.05$, high and middle dose group $P < 0.01$) and that the level of the serum HDL-C was much higher than that of high fat chow control group (middle dose group $P < 0.05$, high dose group $P < 0.01$). It is concluded that the unsaturated acids in seed kernel oil of *Pinus amandii* could prevent rats' hyperlipemia and arteriosclerosis.

Key words: the seed kernel oil of *Pinus amandii*; unsaturated fatty acid; antilipidic effect