

不同种源地长柄扁桃脂肪酸气相色谱分析

马 恒¹, 樊金栓¹, 郭春会¹, 杨 柳², 封 斌³

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023; 3. 陕西省治沙研究所, 陕西 榆林 719000)

摘 要:选取陕西神木、陕西榆阳、内蒙固阳、内蒙乌审旗、河北丰宁 5 个不同种源地的长柄扁桃种籽为试材, 采用索式提取法对不同种源地长柄扁桃种仁的含油量进行了分析, 并用气相色谱技术分析了其脂肪酸成分。结果表明: 种仁的含油量除河北丰宁的低于 50.00% 以外, 其余的均高于 50.00%, 含量范围在 49.85%~54.89%; 脂肪酸主要是油酸、亚油酸、少量的软脂酸、硬脂酸、棕榈油酸, 个别品种还有微量的亚麻酸、顺-11-二十碳烯酸、花生酸; 不饱和脂肪酸含量达 90.00% 以上, 饱和脂肪酸含量较低, 可以开发成健康的食用油产品, 具有较高的开发前景。

关键词:长柄扁桃; 索式提取法; 气相色谱; 脂肪酸; 不饱和脂肪酸

中图分类号:S 685.99 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)14-0049-03

我国是一个油脂缺乏的大国, 每年需要进口大量的油脂以满足人们对油脂的需求, 但为了减少油脂进口成本, 需要增加油料作物的生产面积, 但这又会出现与粮争地的局面。因此, 寻找含油量高、富含有益人体健康的脂肪酸组分而又不占据粮食生产面积的本油料作物, 具有重要的现实意义。长柄扁桃为中旱生灌木, 根系发达, 适应范围广, 具备极强的耐寒、耐旱、耐瘠薄能力, 是防沙治沙、水土保持的优势树种, 在内蒙古、陕西、河北、甘肃、宁夏等省均有分布。在内蒙古阴山浅山区和陕西西北部定边, 横山, 榆林等地有原始纯林分布。申烨华等^[1]对长柄扁桃进行研究分析表明, 长柄扁桃含有较高含量的油脂, 其耐寒耐瘠薄的特性, 使其既

可以治沙绿化, 又可以衍生工业价值。目前对长柄扁桃不同种源的研究还是空白。筛选种籽质量更为优良的种源地品种, 将具有重要的经济意义。该试验选取产自河北丰宁, 内蒙古固阳, 内蒙古乌审旗, 陕西神木, 陕西榆阳 5 个不同产地的长柄扁桃样品为试材, 对其种仁含油量及油脂脂肪酸种类和含量进行了分析, 以期筛选油脂含量更高、脂肪酸组分更丰富的产地种子提供依据, 并为长柄扁桃营养价值的评价及油脂保健产品的开发提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取陕西神木、陕西榆阳、内蒙固阳、内蒙乌审旗、河北丰宁 5 个不同种源地的长柄扁桃种籽。种籽破壳取种仁, 55℃烘箱烘至恒重。

1.2 试验方法

1.2.1 各个种源地长柄扁桃含油量的测定 将各种源地的种仁粉碎、过筛, 以石油醚为溶剂用索式提取法提

第一作者简介:马恒(1987-), 女, 硕士, 研究方向为植物化学分析。
E-mail: maheng001@126.com.

基金项目:国家林业局林业公益性行业科研专项资助项目(201104074)。

收稿日期:2013-03-04

Abstract: Using *Z. piperitum* f. *inerme makino*, *Z. piperitum* DC var. *inerme* Makino and *Z. piperitum* 'liujin' as scion, and taking one-year-old, two-year-old, three-year-old domestic pepper *Z. piperitum* as rootstocks, selecting 5-year-old domestic pepper *Z. piperitum* as top grafting, the influence of grafting time, rootstock age, rootstock sprout on survival and growth of graft was studied. The results showed that the grafting time had significant impact on the survival rate and growth of *Z. piperitum*, in April 9th before and after the grafting mountain pepper was appropriate. Graft survival rate and growth had significant differences between varieties, *Z. piperitum* DC var. *inerme* Makino had the highest survival rate, the largest growth, *Z. piperitum* 'liujin' was the following, *Z. piperitum* f. *inerme makino* was the minimum. Age of rootstock had highly significant influence on graft survival rate, one-year-old domestic pepper rootstocks of *Z. piperitum* had the highest survival rate. Timely removal of rootstocks on the bud could significantly improve the salamanders graft survival and growth.

Key words: *Zanthoxylum piperitum*; grafting; survival rate; growth

取油脂,料液比 1:9,直至取 1 滴放在培养皿上无油滴为止,然后放在真空旋转蒸发仪上蒸去石油醚,残余的油液以及去油的残渣放在 105℃ 的烘箱中烘干 2 h,取出放在干燥器中,至恒重。含油量=(提取前种仁粉重量—提取油烘干后种仁粉重量)/所称取种仁粉重量。

1.2.2 各个种源地长柄扁桃脂肪酸的测定 取油样 50 mg 于 10 mL 试管中,异辛烷 4 mL 溶解,加入 0.2 mL 氢氧化钾-甲醇(0.1 mol/L)溶液充分甲酯化后加入 1 g 硫氰酸钾中和,取 1 mL 上清液异辛烷稀释 10 倍,进气相色谱仪检测。

1.2.3 仪器条件 气相色谱仪安捷伦 Agilent7890A,色谱柱为 HP-5 (5% phenyl methyl siloxane, 30 m×0.25 mm×0.25 μm)弹性石英毛细管柱,进样量 1 μL,进样口温度 220℃,程序升温:50℃(1 min)—5℃/min

—250℃(10 min),FID 检测器温度 250℃。

1.3 项目测定

定性分析方法:混合脂肪酸标样峰对照;定量分析方法:面积归一化法。

2 结果与分析

2.1 不同种源地长柄扁桃种仁含油量比较

由图 1 可知,5 个种源地的长柄扁桃,含油量从高到低依次是神木长柄扁桃>固阳长柄扁桃>内蒙乌审旗长柄扁桃>榆阳长柄扁桃>丰宁长柄扁桃。除了河北丰宁产地的含油量低于 50.00%以外,其余品种含油量均在 50.00%以上,陕西神木产长柄扁桃含油量高达 54.89%,高于含油量较高的木本油料植物橄榄和油茶等^[2-3]。

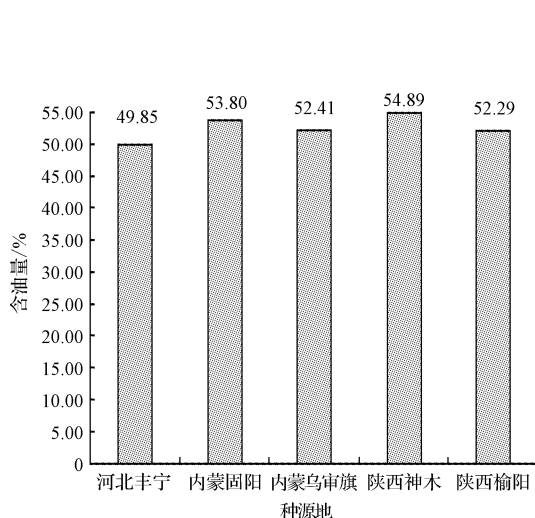


图 1 不同种源地长柄扁桃种仁含油量比较

Fig. 1 Comparison on the oil content of seed kernel from different provinces

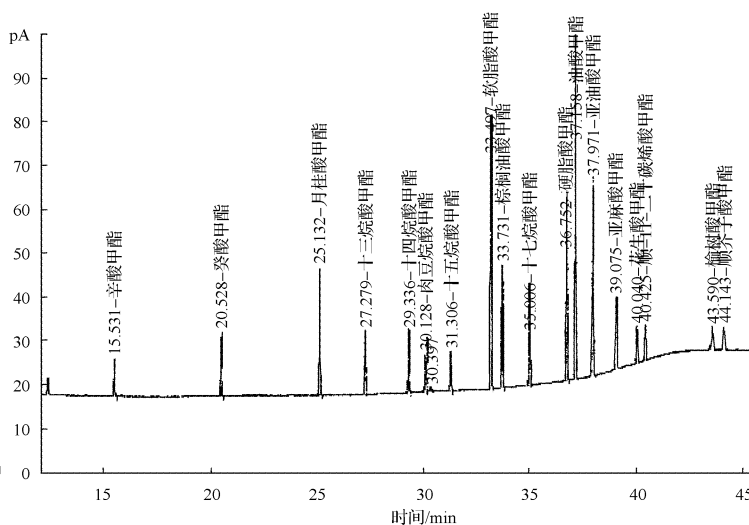


图 2 混合脂肪酸甲酯标准品总离子流图

Fig. 2 Total ion chromatogram of fixed fatty acid methyl ester standard

注:15.531 min-辛酸甲酯;20.528 min-癸酸甲酯;25.132 min-月桂酸甲酯;27.279 min-十三烷酸甲酯;29.336 min-十四烷酸甲酯;30.128 min-肉豆蔻酸甲酯;30.397 min-未测出;31.306 min-十五烷酸甲酯;33.197 min-软脂酸甲酯;33.731 min-棕榈油酸甲酯;35.006 min-十七烷酸甲酯;36.752 min-硬脂酸甲酯;37.158 min-油酸甲酯;37.971 min-亚油酸甲酯;39.075 min-亚麻酸甲酯(PUFA);40.040 min-花生酸甲酯;40.425 min-顺-11-二十碳烯酸甲酯;43.590 min-榆树酸甲酯;44.143 min-顺芥子酸甲酯。

2.2 不同种源地长柄扁桃种仁脂肪酸成分比较

由表 1 可知,不同种源地的脂肪酸组成有着较大差距,但是主要由油酸、亚油酸、软脂酸、硬脂酸、棕榈油酸构成。其中内蒙乌审旗长柄扁桃检测到的脂肪酸种类最多有 8 种,而最少的是河北丰宁,只检测到 5 种脂肪酸成分。在内蒙乌审旗中检测到了花生酸,在神木、固阳、榆阳、乌审旗 4 个产地的长柄扁桃种油脂中分析到了人类必须的少量的亚麻酸以及微量的顺-11-二十碳烯酸。

样品的脂肪酸组分中主要是不饱和脂肪酸,含量均高于 90.00%,由高到低依次是:乌审旗长柄扁桃>榆阳长柄扁桃>神木长柄扁桃>丰宁长柄扁桃>固阳长柄扁桃。不饱和脂肪酸中油酸的含量最高,其次是亚油酸。

油酸属单不饱和脂肪酸是高血脂症患者降低血脂水平和预防心血管疾病的推荐脂肪酸之一,是其中最具有代表性的脂肪酸,可降低血清总胆固醇、血压、低密度脂

蛋白胆固醇(LDL-C),并保持高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)不降低。亚油酸属多不饱和脂肪酸(PUFA),具有降低血清 LDL-C 水平的作用,是脂类和胆固醇代谢中的重要因素,是人和哺乳动物生长所必需的脂肪酸^[2]。其中河北丰宁长柄扁桃油酸含量高达 77.79%,陕西榆阳的达 71.57%,亚油酸含量内蒙乌审旗含量高达 27.19%,陕西神木的达 26.50%。

饱和脂肪酸主要是少量的软脂酸、硬脂酸和花生酸。所有的样品油脂中均未检测到月桂酸、肉豆蔻酸以及对人体无益的芥子酸。饱和脂肪酸中月桂酸、肉豆蔻酸、软脂酸增加,血浆总脂蛋白、LDL 和 HDL,肉豆蔻酸,软脂酸血浆中 LDL 比 HDL 增加明显,使血浆中 LDL/HDL 的比值增大^[4]。此外,软脂酸可抑制胰岛细胞的分泌功能,促进胰岛细胞凋亡,其凋亡程度与软脂酸的浓度有关,可以促使 II 型糖尿病的发生^[5]。而长柄

表 1

样品油脂脂肪酸种类及含量

Table 1

Species and contents of fatty acids in samples

%

产地	软脂酸	硬脂酸	花生酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	棕榈油酸	顺-11-二十碳烯酸	不饱和脂肪酸
河北丰宁	1.90	0.62	—	77.79	18.35	—	0.62	—	96.76
内蒙固阳	2.56	0.25	—	73.74	22.31	0.04	0.25	0.17	96.51
内蒙乌审旗	2.14	0.26	0.06	69.28	27.19	0.16	0.26	0.15	97.04
陕西榆阳	1.58	0.19	—	71.57	24.83	0.12	0.19	0.18	96.88
陕西神木	1.55	0.21	—	69.87	26.50	0.11	0.21	0.19	96.88

扁桃中软脂酸含量较低,在 1.55%~2.56%,其中神木种源的含量最低。

3 讨论与结论

饱和脂肪酸和反式脂肪酸能升高血清总胆固醇和低密度脂蛋白水平,而单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸则能降低二者的水平^[6]。单不饱和脂肪酸能减少体内自由基脂质超氧化物,预防动脉粥样硬化,降低患冠心病的危险性^[7-8]。多不饱和脂肪酸还能降低血液黏稠度,改善血液微循环,提高脑细胞的活性^[9]。

过量的摄入饱和脂肪酸除了会造成脂肪堆积,造成动脉硬化和高血压外,对糖代谢也产生不利影响,增加Ⅱ型糖尿病的发病危险性;而单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸对糖代谢有利,可提高胰岛素敏感性、降低糖尿病发病危险性^[10]。

长柄扁桃油脂中,饱和脂肪酸含量低,不含反式脂肪酸,不饱和脂肪酸含量高达 96.51%~97.04%,主要成分油酸含量高达 69.28%~77.79%,亚油酸的含量达 18.35%~27.19%,油酸、亚油酸的含量和比例与液体黄金“橄榄油”相近,高于棕榈油,并且除河北丰宁的长柄扁桃油脂中还含有少量的亚麻酸及顺二十一碳烯酸,可开发为有利于预防心脑血管疾病的保健油。内蒙乌审旗,陕西神木长柄扁桃油脂不饱和脂肪酸的含量和种类相对较高,软脂酸的含量相对较低,单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸的配比更为均衡,具有更优良的性质。

1993 在罗马召开的第 2 次有关人类营养中膳食脂肪的研讨会中指出膳食中 n-6/n-3 多不饱和脂肪酸的比

例应为之(5~10):1 之间。中国营养协会 2000 年提出(4~6):1^[11]。所测油脂中亚麻酸含量较低或是不含,均不能达到这一推荐值。因此,可将含油酸和亚油酸含量较高的长柄扁桃油与其它富含亚麻酸的油例如紫苏油,红花籽油开发制备调和油,以满足人体对亚油酸和亚麻酸等必需脂肪酸的需要。

参考文献

- [1] 申烨华,张萍,孔祥虹,等.扁油桃中脂肪酸组成的 GC-MS 法分析[J].分析试验室,2005,24(9):37-39.
- [2] 柏云爱,宋大海,张富强,等.油茶籽油与橄榄油营养价值的比较[J].中国油脂,2008,33(3):39-41.
- [3] 王毅谦,曹文忠,杨雪芬.液体黄金-橄榄油[J].中国检验检疫,2008(7):62-63.
- [4] Kratz M, Cullen P, Wahrburg U. The impact of dietary mono- and poly-unsaturated fatty acids on risk factors for atherosclerosis in humans[J]. European Journal of Lipid Science and Technology, 2002, 104: 300-311.
- [5] 周宇清,曹仁贤,文芳,等.软脂酸对胰岛细胞凋亡作用的观察[J].南华大学学报(医学版),2005,33(2):196-198.
- [6] 张伟敏,钟耕,王炜.单不饱和脂肪酸营养及其生理功能研究概况[J].粮食与油脂,2005(3):13-15.
- [7] 苏宜香,郭艳.膳食脂肪酸构成及适宜推荐比值的研究概况[J].中国油脂,2003,28(1):31-33.
- [8] 张越华,曾和平.脂肪酸在生命过程中的作用研究进展[J].中国油脂,2006,31(12):11-15.
- [9] 王萍,张银波,江木兰.多不饱和脂肪酸的研究进展[J].中国油脂,2008,33(12):42-45.
- [10] 毛绶霞.膳食脂肪酸与Ⅱ型糖尿病关系的人群研究[J].国外医学卫生学分册,2005,32(5):2-94.
- [11] 蔡妙颜,李冰,袁向华.膳食中的脂肪酸平衡[J].粮油食品科技,2003,11(2):37-39.

Analysis of Fatty Acid of *Amygdalus pedunculata* Pall. from Different Provinces by Gas Chromatography

MA Heng¹, FAN Jin-shuang¹, GUO Chun-hui¹, YANG Liu², FENG Bin³

(1. Northwest University of Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Forestry Research Institute of Zhejiang Province, Hangzhou, Zhejiang 310023; 3. Desert Control Research Institute of Shaanxi Province, Yulin, Shaanxi 719000)

Abstract: Selecting five different seeds of *Amygdalus pedunculata* Pall. from Shaanxi Shenmu, Shaanxi Yuyang, Inner Mongolia Guyanag, Inner Mongolia Wushenqi, Hebei Fengning as materials, oil content of *Amygdalus pedunculata* Pall. from different provinces were analyzed using soxhlet extractor and also fatty acid composition of the oil were analyzed by gas chromatography. The results showed that the oil content of most species extracted from seed kernels were higher than 50.00%, with the oil content percentage ranged from 49.85% to 54.89%, except from Hebei Fengning less than 50.00%. The fatty acid were mainly composed of oleic acid, linoleic acid, palmitic acid, stearic acid, and palmitoleic acid. In some individual species, there were a small amount of linolenic acid, cis-11-eicosenoic acid, and eicosanoic acid. More than 90.00% content of the fatty acid were unsaturated fatty acids, with low saturated fatty acid contents. Oil extracted from these species can be develop into healthy edible oil products, with higher development prospects.

Key words: *Amygdalus pedunculata* Pall.; soxhlet extraction method; gas chromatography; fatty acids; unsaturated fatty acids