

油料资源

不同产地冷榨亚麻籽油的脂质组成比较

周 洋,黄健花,金青哲,王兴国

(江南大学 食品学院,江苏 无锡 214122)

摘要:以来自不同产地的2种中国冷榨亚麻籽油、3种加拿大冷榨亚麻籽油和1种新西兰冷榨亚麻籽油产品作为实验样品,分析比较不同产地冷榨亚麻籽油的脂质组成。研究表明:6种不同产地冷榨亚麻籽油的脂肪酸组成差异不大,主要脂肪酸均为 α -亚麻酸、亚油酸、油酸、硬脂酸和棕榈酸;6种不同产地冷榨亚麻籽油的微量营养成分差异显著,总酚、植物甾醇和生育酚含量最高的均为加拿大样品,含量分别为38.06 mgGAE/kg(样品2)、3 671.16 mg/kg(样品2)和536.62 mg/kg(样品3)。

关键词:产地;冷榨亚麻籽油;脂肪酸组成;总酚;生育酚;植物甾醇

中图分类号:TS225.1;TQ646 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)09-0125-04

Comparison of lipid composition of cold - pressed flaxseed oil from different origins

ZHOU Yang, HUANG Jianhua, JIN Qingzhe, WANG Xingguo

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China)

Abstract: With three kinds of cold - pressed flaxseed oils from Canada, two kinds of cold - pressed flaxseed oils from China and one kind of cold - pressed flaxseed oil from New Zealand as experimental materials, the lipid composition of cold - pressed flaxseed oils from different origins were comparatively analyzed. The results showed that there was no significant difference in fatty acid composition between experimental materials from different origins, mainly consisting of α - linolenic acid, linoleic acid, oleic acid, stearic acid and palmitic acid. Significant difference happened on the content and composition of micro-nutrients between the six kinds of cold - pressed flaxseed oils. The second example from Canada had the highest content of total polyphenol and phytosterol, which were 38.06 mgGAE/kg and 3 671.16 mg/kg respectively and the third example from Canada had the highest content of total tocopherol, which was 536.62 mg/kg.

Key words: origin; cold - pressed flaxseed oil; fatty acid composition; total polyphenol; tocopherol; phytosterol

亚麻籽,又称胡麻籽,含油率一般在38%~45%,主产国为加拿大、中国等^[1],冷榨是其常见的制油方式之一。亚麻籽生长环境的差异会影响亚麻籽油的脂质组成,包括亚麻籽油的脂肪酸组成^[2-6],以及亚麻籽油中酚酸、生育酚、植物甾醇等微量伴随

物的含量。马其顿冷榨亚麻籽油的生育酚含量为581 mg/kg^[7],而克罗地亚冷榨亚麻籽油的生育酚含量为776~936 mg/kg^[8-9]。即使来源于同一国家的亚麻籽,其不同地区亚麻籽所制得的冷榨亚麻籽油的脂质组成也存在较大差异。突尼斯中部冷榨亚麻籽油的植物甾醇含量为326.35 mg/100 g,而北部为722.66 mg/100 g^[8,10]。我国甘肃省冷榨亚麻籽油中植物甾醇含量为322.99 mg/100 g,而河北则为1 029.71 mg/100 g^[11]。

目前,国内外关于亚麻籽油的研究多集中于本

收稿日期:2017-12-21;修回日期:2018-05-28

作者简介:周 洋(1991),男,在读硕士,研究方向为油脂及植物蛋白工程(E-mail) a894572292@163.com。

通信作者:黄健花,副教授(E-mail) huangjianhua1124@126.com。

国或当地亚麻籽油的组成特性、生理活性以及加工方式对亚麻籽油品质的影响^[12-13]等方面,关于不同产地冷榨亚麻籽油中脂质组成比较的相关报道较少。鉴于此,本文以常见的冷榨亚麻籽油为研究对象,选取来自不同产地的2种中国冷榨亚麻籽油、3种加拿大冷榨亚麻籽油和1种新西兰冷榨亚麻籽油产品作为实验样品,分析比较不同产地冷榨亚麻籽油的脂质组成,以期对亚麻籽油品质评价提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

6种市售冷榨亚麻籽油样品(3种加拿大冷榨亚麻籽油,1种新西兰冷榨亚麻籽油和2种中国冷榨亚麻籽油),亚麻籽原料分别来自加拿大北部地区、新西兰、中国内蒙古锡林郭勒和河北坝上。

α -、 β -、 γ -生育酚和 δ -生育酚混合标品(纯度95%),瑞士罗氏公司;(3 β)-胆甾-5-烯-3-醇(纯度99%)、BSTFA+TMCS硅烷化试剂、37种脂肪酸甲酯混合标准品,美国西格玛公司;焦性没食子酸,国药集团。甲醇、异丙醇、正己烷,均为色谱纯,百灵威公司;其余试剂均为分析纯。

1.1.2 仪器与设备

GC 7820A气相色谱仪,美国安捷伦公司;乙二醇基固相萃取小柱(Diol SPE 6 mL/500 mg),美国赛芬公司;UV-2100分光光度计,Unico公司;Waters 1525高效液相色谱仪,Waters 2996二极管阵列检测器,美国沃特世公司;Lichrospher Si硅胶色谱柱(250 mm×4.6 mm,5 μ m)、Lichrospher C18色谱柱(250 mm×4.6 mm,5 μ m),江苏汉邦科技公司;气相色谱质谱联用仪、TG-SQC毛细管柱(30 m×0.25 mm,0.25 μ m),美国赛默飞世尔科技(中国)公司。

1.2 实验方法

1.2.1 脂肪酸组成分析

样品前处理:称取50 mg油样于5 mL离心管

中,加入5 mL正己烷,待油样溶解后,再加入0.5 mL氢氧化钾-甲醇溶液(2 mol/L),振荡混匀2 min,取上清液于另一支5 mL离心管中,加入无水硫酸钠,10 000 r/min条件下离心3 min,过0.45 μ m有机滤膜,4 $^{\circ}$ C保存,以待气相色谱分析。

气相色谱条件:TRACE TR-FAME色谱柱(60 m×0.25 mm×0.25 μ m);载气 N_2 ,燃烧气 H_2 和空气;检测器和进样口温度均为250 $^{\circ}$ C,分流比1:100;程序升温过程,柱温60 $^{\circ}$ C保持3 min,以5 $^{\circ}$ C/min的速率升温至175 $^{\circ}$ C并保持15 min,以2 $^{\circ}$ C/min的速率升温至220 $^{\circ}$ C并保持10 min,采集时间75 min;进样量1 μ L。

采用37种脂肪酸甲酯混合标准品定性。采用面积归一化法定量。

1.2.2 总酚含量的测定

亚麻籽油中酚类物质的提取参照Siger等^[14]的方法;总酚含量测定参照GB/T 8313—2008,以焦性没食子酸为标准品,分别配制成10~70 μ g/mL系列标准工作液,绘制标准曲线。根据标准曲线、各亚麻籽油样吸光值计算总酚含量。

1.2.3 生育酚含量的测定

参照Ranalli等^[15]的方法,采用正相高效液相色谱法测定亚麻籽油中生育酚含量。

1.2.4 植物甾醇含量的测定

样品前处理及GC-MS条件,参考李龙英等^[16]的方法。

对于植物甾醇的定性分析,采用Xcalibu软件对GC-MS谱图进行处理,将未知化合物的色谱峰与Willey和NIST数据库中已知化合物的质谱数据进行比对,选取谱库与鉴定物质的正逆匹配度均大于800(最大值为1 000)的化合物作为植物甾醇鉴定结果。以(3 β)-胆甾-5-烯-3-醇作为内标进行定量。

2 结果与讨论

2.1 不同产地冷榨亚麻籽油的脂肪酸组成比较(见表1)

表1 不同产地冷榨亚麻籽油的脂肪酸组成及含量

脂肪酸	中国		加拿大			新西兰
	样品1	样品2	样品1	样品2	样品3	
棕榈酸	5.65	5.68	5.57	5.24	5.36	5.48
硬脂酸	4.82	3.94	4.21	3.24	4.83	3.85
油酸	21.92	15.95	17.15	15.69	16.89	17.78
亚油酸	14.02	16.03	16.36	14.86	15.68	15.18
α -亚麻酸	51.97	56.31	55.52	60.27	59.87	56.90
二十碳酸	nd	0.17	0.20	0.15	nd	nd

续表 1

脂肪酸	中国		加拿大			新西兰
	样品 1	样品 2	样品 1	样品 2	样品 3	
二十碳一烯酸	0.19	0.14	0.20	0.12	0.15	0.17
二十二碳酸	0.14	0.11	0.12	0.09	0.12	0.11
二十二碳一烯酸	0.10	nd	0.11	nd	nd	nd
二十四碳酸	0.09	0.09	0.08	0.08	nd	0.08
不饱和脂肪酸	88.20	88.43	89.34	90.94	92.59	90.03

注：“nd”表示未检出。下同。

由表 1 可以看出,亚麻籽油的脂肪酸主要由 α -亚麻酸、亚油酸、油酸、硬脂酸和棕榈酸组成,不饱和脂肪酸含量高,均在 88% 以上,与 El-Beltagi^[17]、Ciftci^[18] 等测定结果一致。不同产地冷榨亚麻籽油的脂肪酸组成差异不大, α -亚麻酸含量在 51.97%~60.27%;油酸和亚油酸总量在 30.55%~35.94%。

2.2 不同产地冷榨亚麻籽油中微量营养成分的比较

2.2.1 不同产地冷榨亚麻籽油的总酚含量比较 (见表 2)

由表 2 可以看出,不同产地冷榨亚麻籽油的总酚含量在 7.90~38.06 mgGAE/kg 之间,加拿大的冷榨亚麻籽油的总酚含量显著高于中国和新西兰的油样 ($P < 0.05$);加拿大 3 种样品之间也有显著差

异,样品 2 总酚含量最高,为 38.06 mgGAE/kg,样品 1 和样品 3 差异不大,约为 23 mgGAE/kg,但均高于 Herchi^[10]、Siger^[14] 等的结果。

2.2.2 不同产地冷榨亚麻籽油的生育酚含量比较 (见表 3)

由表 3 可以看出,亚麻籽油中生育酚主要由 α -、 γ -、 δ -生育酚组成, γ -生育酚占比在 90% 左右,与文献 [7-8] 报道基本一致。就总生育酚和 γ -生育酚而言,加拿大的冷榨亚麻籽油的生育酚含量明显高于中国和新西兰的样品,其中加拿大的样品 3 最高;中国和加拿大的冷榨亚麻籽油中 α -生育酚含量差异不大,但显著高于新西兰的样品 ($P < 0.01$)。

2.2.3 不同产地冷榨亚麻籽油的植物甾醇含量比较 (见表 4)

表 2 不同产地冷榨亚麻籽油的总酚含量

mgGAE/kg

中国	加拿大			新西兰	
	样品 1	样品 2	样品 1		样品 2
7.90 ± 0.08	10.00 ± 0.94	23.18 ± 1.41	38.06 ± 0.11	23.24 ± 0.64	13.22 ± 0.76

表 3 不同产地冷榨亚麻籽油的生育酚含量

生育酚	中国		加拿大			新西兰
	样品 1	样品 2	样品 1	样品 2	样品 3	
α -生育酚/(mg/kg)	36.64 ± 0.20	39.04 ± 1.20	34.64 ± 0.86	36.64 ± 1.87	34.61 ± 0.14	6.65 ± 0.52
γ -生育酚/(mg/kg)	405.86 ± 1.67	339.72 ± 2.21	441.70 ± 2.19	437.03 ± 1.02	501.93 ± 1.54	334.56 ± 2.35
δ -生育酚/(mg/kg)	0.07 ± 0.01	nd	0.19 ± 0.03	0.15 ± 0.06	0.08 ± 0.01	0.32 ± 0.03
总生育酚/(mg/kg)	442.57 ± 1.95	378.76 ± 3.35	476.53 ± 3.49	473.82 ± 3.05	536.62 ± 2.33	341.53 ± 1.66
γ -生育酚占比/%	91.70	89.69	92.69	92.23	93.54	97.96

表 4 不同产地冷榨亚麻籽油的植物甾醇含量

mg/kg

植物甾醇	中国		加拿大			新西兰
	样品 1	样品 2	样品 1	样品 2	样品 3	
β -谷甾醇	1 243.19 ± 43.80	1 135.74 ± 67.08	947.17 ± 10.71	1 314.06 ± 90.60	1 163.62 ± 24.58	929.87 ± 50.97
环阿屯醇	847.27 ± 14.32	693.80 ± 20.68	815.68 ± 19.38	938.03 ± 22.97	783.98 ± 13.49	836.38 ± 32.87
菜油甾醇	661.19 ± 9.90	556.92 ± 27.60	604.38 ± 10.68	629.60 ± 4.48	606.23 ± 2.12	499.14 ± 25.17
$\Delta 5$ -燕麦甾醇	312.22 ± 3.86	302.06 ± 11.85	293.68 ± 11.90	403.29 ± 7.30	394.19 ± 7.21	278.14 ± 14.62
2,4-亚甲基环阿屯醇	143.75 ± 3.40	192.49 ± 8.71	210.93 ± 4.89	185.73 ± 5.07	209.65 ± 4.10	152.95 ± 11.70
豆甾醇	218.18 ± 17.16	155.75 ± 9.26	232.29 ± 2.99	200.44 ± 9.64	107.83 ± 2.73	189.41 ± 7.18

由表4可以看出,亚麻籽油主要含有6种植物甾醇,分别为 β -谷甾醇、环阿屯醇、菜油甾醇、 $\Delta 5$ -燕麦甾醇、2,4-亚甲基环阿屯醇和豆甾醇,与Herchi^[10]、Affes^[19]等的结果一致。就植物甾醇含量而言,6种亚麻籽油样品中含量差异显著($P < 0.05$),加拿大的最高,新西兰的最低,含量分别为3 671.16 mg/kg(加拿大的样品2)和2 885.88 mg/kg(新西兰的样品)。

3 结论

6种不同产地冷榨亚麻籽油(中国2种、加拿大3种和新西兰1种)的脂肪酸组成差异不大,主要脂肪酸均为 α -亚麻酸、亚油酸、油酸、硬脂酸和棕榈酸。6种不同产地冷榨亚麻籽油的微量营养成分差异显著;总酚、植物甾醇和生育酚含量最高的均为加拿大样品,含量分别为38.06 mgGAE/kg(样品2)、3 671.16 mg/kg(样品2)和536.62 mg/kg(样品3)。

参考文献:

- [1] GOYAL A, SHARMA V, UPADHYAY N, et al. Flax and flaxseed oil an ancient medicine & modern functional food [J]. J Food Sci Technol, 2014, 51(9): 1633-1653.
- [2] RAMA C P. Supercritical CO₂ extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press expression and solvent extraction processes[J]. J Food Eng, 2010, 98: 393-397.
- [3] BOZAN B, TEMELLI F. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils [J]. Bioresour Technol, 2007, 99(14): 6354-6359.
- [4] GUIMARÃES R D C A, MUNHOZ C L, NOZAKI V T, et al. Sesame and flaxseed oil; nutritional quality and effects on serum lipids and glucose in rats[J]. Food Sci Technol, 2013, 33(1): 209-217.
- [5] CHOO W S, BIRCH J, DUFOUR J P. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils [J]. Food Compos Anal, 2007, 20(3): 202-211.
- [6] ANWAR F, ZREEN Z, SULTANA B, et al. Enzyme-aided cold pressing of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) enhancement in yield, quality and phenolics of the oil[J]. Grasas Aceites, 2013, 64(5): 463-471.
- [7] OLEJNIK D, GOGOLEWSKI M, NOGALA K M. Isolation and some properties of plastocholesterol-8 [J]. Mol Nutr Food Res, 2010, 41(2): 101-104.
- [8] VELIČKOVSKA S K, BRÜHL L, MITREV S, et al. Quality evaluation of cold-pressed edible oils from Macedonia [J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2015, 117(12): 2023-2035.
- [9] MARKO O, DUBRAVKA Š, KLARA K, et al. Influence of climate, variety and production process on tocopherols, plastocholesterol-8 and pigments in flaxseed oil[J]. Food Technol Biotech, 2015, 53(4): 496-504.
- [10] HERCHI W. Phytosterols accumulation in the seeds of (*Linum usitatissimum* L.) [J]. Plant Physiol Bioch, 2009, 47: 880-885.
- [11] 魏晓珊. 亚麻籽营养品质特性的研究[D]. 辽宁大连:大连海洋大学, 2015.
- [12] KHATTAB R Y, ZEITOUN M A. Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different extraction techniques [J]. LWT - Food Sci Technol, 2013, 53(1): 338-345.
- [13] 任海伟. 精炼工艺对浸出亚麻籽油的理化特性和营养成分的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(16): 122-127.
- [14] SIGER A, NOGALA K M, LAMPART S E. The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils [J]. J Food Lipids, 2008, 15(2): 137-149.
- [15] RANALLI A, CABRAS P, IANNUCCI E, et al. Lipochromes, vitamins, aromas and other components of virgin olive oil are affected by processing technology [J]. Food Chem, 2001, 73(4): 445-451.
- [16] 李龙英, 金青哲, 朱跃进, 等. 茶叶籽油分子蒸馏脱酸工艺研究[J]. 中国油脂, 2014, 39(4): 19-22.
- [17] EL-BELTAGI H S. Evaluation of fatty acids profile and the content of some secondary metabolites in seeds of different flax cultivars (*Linum usitatissimum* L.) [J]. Int J Food Sci Nutr, 2007, 60(1): 32-39.
- [18] CIFTCI O N, ROMAN P. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds [J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2012, 114: 794-800.
- [19] AFFES M, JAWHAR F, NOUREDDINE A, et al. Characterization of *Linum usitatissimum* L. used in Tunisia as food crop [J]. J Food Meas Charact, 2017, 11: 781-791.