

7 种木本油料油脂品质综合评价

陈振超,倪张林,莫润宏,钟冬莲,汤富彬

(中国林业科学研究院 亚热带林业研究所,杭州 311400)

摘要:为了深入研究和开发木本油料油脂资源,选取7种木本油料油脂和4类指标(脂肪酸组成、角鲨烯、 β -谷甾醇和 α -生育酚)进行品质综合评价。结果表明:茶叶籽油棕榈酸含量(16.22%)最高,油茶籽油的油酸含量(80.55%)最高,核桃油的亚油酸含量(59.13%)最高。国内橄榄油和进口橄榄油的脂肪酸组成非常相似;国内橄榄油、进口橄榄油和油茶籽油的饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸比例相近。国内橄榄油和进口橄榄油的角鲨烯含量远高于其他5种油脂,分别为4 521.8 mg/kg和6 294.7 mg/kg;7种木本油料油脂 β -谷甾醇含量在475.1~2 459.2 mg/kg之间,红松籽油中 β -谷甾醇含量最高;除了核桃油,其他油样中均检测到 α -生育酚;聚类分析和多维尺度分析得出国内橄榄油和进口橄榄油品质几乎没有差异;通过主成分分析,提取4种主成分,建立7种木本油料油脂品质综合评价指数并排序,为进口橄榄油>国内橄榄油>油茶籽油>茶叶籽油>香榧油>红松籽油>核桃油。

关键词:木本油料油脂;脂肪酸;角鲨烯;生育酚;主成分分析;品质评价

中图分类号:TS225;Q949.3

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2018)11-0080-06

Comprehensive evaluation on quality of oils from seven kinds of woody oilcrops

CHEN Zhenchao, NI Zhanglin, MO Runhong, ZHONG Donglian, TANG Fubin
(Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, China)

Abstract: In order to further research and develop woody oil resources, oils from seven kinds of woody oilcrops and four kinds of indicators (fatty acid composition, squalene, β -sitosterol and α -tocopherol) were selected for quality comprehensive evaluation. The results indicated that the content of palmitic acid in tea seed oil was the highest(16.22%). The content of oleic acid in oil-tea camellia seed oil was the highest(80.55%). The content of linoleic acid in walnut oil was the highest, reaching 59.13%. The fatty acid compositions of domestic olive oil and imported olive oil were very similar. In addition, the ratios of SFA to MUFA to PUFA of domestic olive oil, imported olive oil and oil-tea camellia seed oil were close. The contents of squalene in domestic olive oil and imported olive oil were far higher than the other five kinds of oils, reaching 4 521.8 mg/kg and 6 294.7 mg/kg, respectively. The content of β -sitosterol in seven woody oils was between 475.1 mg/kg and 2 459.2 mg/kg, and it was the highest in Korean pine seed oil. Except for walnut oil, α -tocopherol was detected in other oil samples. Cluster analysis and multidimensional scaling analysis showed that domestic olive oil and imported olive oil almost had no difference in quality. According to the principal component analysis, four kinds of principal components were extracted and the comprehensive evaluation indexes of quality of seven kinds of woody oils were es-

tablished. The sequence of seven kinds of oils from high to low was: imported olive oil, domestic olive oil, oil-tea camellia seed oil, tea seed oil, torreyia seed oil, Korean pine seed oil, walnut oil.

Key words: woody oil and oilcrop; fatty acid; squalene; tocopherol; principal component analysis; quality evaluation

收稿日期:2018-01-15;修回日期:2018-06-22

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFYBB2017SZ002)

作者简介:陈振超(1990),男,硕士研究生,研究方向为食用林产品质量安全(E-mail:kongming134@163.com)。

通信作者:汤富彬,研究员(E-mail:tfb22@163.com)。

食用植物油富含脂肪和多种营养元素,是重要的能量和营养来源物质^[1]。我国木本油料种质资源丰富,其中种子含油量在40%以上的就有150多种,可食用的木本油料有50多种,常见的有油橄榄、油茶类、核桃类、油棕、椰子、文冠果和巴旦杏等^[2]。

国务院办公厅于2014年12月印发了《关于加快木本油料产业发展的意见》,部署加快木本油料产业发展,大力增加健康优质食用植物油供给,切实维护国家粮油安全^[3]。对木本油料油脂品质综合评价的研究,能够推进选育高产、优质、高抗木本粮油新品种,提高木本粮油产量和效益,促进木本粮油产业发展^[4]。与草本植物油相比,木本油料油脂的研究不多,而且均是针对少数几个指标进行比较评价。对木本油料油脂品质综合评价的研究更少。本研究选取7种木本油料油脂,对其脂肪酸组成、角鲨烯、 β -谷甾醇和生育酚进行测定分析,利用聚类分析、多维尺度分析和主成分分析进行品质的综合评价,为木本油料产业的推进发展提供基础数据支持,同时为消费者选购木本油料食用油提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 原料与试剂

3个油茶籽样品(采购于江西(2个)和湖北,编号:YC1~YC3),3个红松籽样品(采购于江西,编号:HS1~HS3),3个茶叶籽样品(采购于江西,编号:CY1~CY3),3个核桃样品(采购于云南,编号:HT1~HT3),3个香榧样品(采购于浙江,编号:XF1~XF3),3个国内特级初榨橄榄油(采购于云南(2个)和甘肃,编号:OG1~OG3),5个进口特级初榨橄榄油(来自西班牙(3个)、希腊和意大利,编号:O1~O5)。

37种脂肪酸甲酯混合标准品(纯度97.8%~99.9%,Supelco公司);角鲨烯标准品(纯度99.5%,Sigma公司); β -谷甾醇标准品(纯度99.5%,Sigma公司); α -生育酚、 β -生育酚、 γ -生育酚、 δ -生育酚,Supelco公司;异辛烷、甲醇,色谱纯;氢氧化钾,优级纯;氯化钠、正己烷、石油醚、一水合硫酸氢钠、无水硫酸钠、无水乙醇,分析纯;超纯水。

1.1.2 仪器与设备

Agilent 7890A气相色谱仪(美国),配火焰离子化检测器,HP-5毛细管色谱柱(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m),HP-INNOWAX毛细管色谱柱(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m);Waters 2695高效液相色谱仪(美国),配FLD荧光检测器;BUCHIR-3旋转蒸发器(瑞士);Milli-Q超纯水仪(Millipore公司);

CPA225D分析天平(德国Sartorius公司);BOZY-01G小型榨油机。

1.2 试验方法

1.2.1 样品前处理

将采购的油茶籽、红松籽、茶叶籽、核桃和香榧清洗晾干,置于阴凉处风干至仁壳分离,然后人工去壳,得到干燥的种仁。采用BOZY-01G小型榨油机冷榨模式分别榨出油样,初榨油经过滤后装入玻璃瓶于4 $^{\circ}$ C冷藏备用。国内特级初榨橄榄油和进口特级初榨橄榄油是直接采购的瓶装成品油,无前处理,于4 $^{\circ}$ C冷藏备用。

1.2.2 脂肪酸组成分析及含量测定

油脂脂肪酸组成分析及含量测定参照GB 5009.168—2016。

1.2.3 β -谷甾醇和角鲨烯含量测定

样品经氢氧化钾-乙醇溶液皂化,石油醚萃取净化,经HP-5毛细管色谱柱分离,气相色谱仪(GC-FID)检测,外标法定量^[5-6]。

1.2.4 生育酚含量测定

生育酚含量测定参考GB 5009.82—2016和温运启等^[7]的方法。采用高效液相色谱法(正相法),前处理:称取约0.7 g油样于10 mL有刻度的具塞试管中,用正己烷定容至刻度,摇匀并旋涡3 min。过0.22 μ m有机滤膜于进样小瓶中,等待上机检测。

1.2.5 数据分析

采用Excel和SPSS20.0进行数据分析与统计,显著性差异采用单因素方差分析。

2 结果与讨论

2.1 脂肪酸组成(见表1)

由表1可知,7种木本油料油脂脂肪酸组成主要由棕榈酸(4.86%~16.22%)、硬脂酸(1.86%~3.40%)、油酸(25.82%~80.55%)、亚油酸(7.78%~59.13%)、亚麻酸(0.25%~6.61%)和顺-11-二十碳烯酸(0.21%~1.07%)6种组成,不同种类油脂脂肪酸组成具有显著性差异。其中棕榈酸含量最高的是茶叶籽油,为16.22%,约是油茶籽油和香榧油含量的2倍,约是红松籽油和核桃油含量的3倍。国内橄榄油棕榈烯酸含量最高(1.85%),显著高于其他6种油脂棕榈烯酸含量。7种油脂的油酸含量有显著性差异($P < 0.05$),其中油茶籽油中油酸含量最高,为80.55%。国内橄榄油和进口橄榄油的油酸含量分别为70.33%和75.69%。亚油酸含量最高的是核桃油(59.13%),而油茶籽油、国内橄榄油和进口橄榄油的亚油酸含

量处于较低水平。红松籽油中检测到 γ -亚麻酸,含量为16.63%,在其他6种木本油料油脂中均未检测到。在香榧油中检测到11,14-二十碳二烯酸(2.99%)和二十碳三烯酸(12.10%),其他种类油样中均未检测到。据世界医学界数十年对人体必需脂肪酸的研究证明:当人体的必需脂肪酸含量 ω -3脂肪酸(主要为亚麻酸)和 ω -6脂肪酸(主要为亚油酸)的比例为1:4时,各种疾病很难入侵人体^[8]。橄榄油的比例最接近1:4,所以橄榄油具有更高的营养价值。有研究指出饱和脂肪酸能提高患癌症、心脑血管疾病和代谢紊乱疾病的概率,单不饱和脂肪酸有助于降低血清总胆固醇

和低密度脂蛋白胆固醇水平,多不饱和脂肪酸能提高免疫功能^[9]。最新的国际营养学家提出饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸最佳供能比为1:6:1^[10]。对比表中各植物油样品饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸的含量,国内橄榄油、进口橄榄油和油茶籽油的饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸含量比例非常相近,这一结果与郭咪咪等^[11]的研究相一致。对比国内橄榄油和进口橄榄油,发现两者的脂肪酸组成是有差异的,棕榈酸和亚油酸含量国内橄榄油高于进口橄榄油,而硬脂酸和油酸含量进口橄榄油高于国内的橄榄油。

表1 7种木本油料油脂脂肪酸组成及含量

脂肪酸	油茶籽油	红松籽油	茶叶籽油	核桃油	国内橄榄油	香榧油	进口橄榄油
棕榈酸	8.26 ^d	4.86 ^e	16.22 ^a	4.97 ^e	14.38 ^b	8.55 ^d	10.03 ^c
棕榈烯酸	0.23 ^b	-	0.09 ^b	0.07 ^b	1.85 ^a	0.07 ^b	0.69 ^b
硬脂酸	2.16 ^{bc}	2.38 ^b	3.15 ^a	2.18 ^{bc}	1.86 ^c	3.06 ^a	3.40 ^a
油酸	80.55 ^a	26.52 ^e	53.24 ^d	25.82 ^e	70.33 ^c	27.57 ^e	75.69 ^b
亚油酸	8.11 ^d	46.70 ^b	25.92 ^c	59.13 ^a	10.12 ^d	44.05 ^b	7.78 ^d
亚麻酸	0.31 ^c	0.25 ^c	0.27 ^c	6.61 ^a	0.90 ^b	0.79 ^b	0.83 ^b
γ -亚麻酸	-	16.63	-	-	-	-	-
花生酸	-	0.46 ^a	0.09 ^d	0.06 ^d	0.28 ^b	0.18 ^c	0.45 ^a
顺-11-二十碳烯酸	0.52 ^d	1.07 ^a	0.89 ^b	0.21 ^f	0.29 ^e	0.79 ^c	0.31 ^e
11,14-二十碳二烯酸	-	-	-	-	-	2.99	-
二十碳三烯酸	-	-	-	-	-	12.10	-
饱和脂肪酸	10.42 ^e	7.71 ^f	19.45 ^a	7.21 ^e	16.51 ^b	11.79 ^d	13.88 ^c
单不饱和脂肪酸	81.29 ^a	27.58 ^e	54.21 ^d	26.10 ^e	72.47 ^c	28.43 ^e	76.70 ^b
多不饱和脂肪酸	8.43 ^e	63.57 ^b	26.18 ^d	65.74 ^a	11.01 ^e	59.93 ^c	8.61 ^f

注:“-”表示未检出;同一行不同字母表示有显著性差异($P < 0.05$)。下同。

2.2 角鲨烯和 β -谷甾醇含量(见表2)

表2 7种木本油料油脂的角鲨烯、 β -谷甾醇含量

项目	油茶籽油	红松籽油	茶叶籽油	核桃油	香榧油	国内橄榄油	进口橄榄油
角鲨烯	139.3 ^c	-	173.3 ^c	53.8 ^c	-	4 521.8 ^b	6 294.7 ^a
β -谷甾醇	475.1 ^d	2 459.2 ^a	1 091.5 ^c	2 442.1 ^a	2 372.3 ^a	1 392.2 ^{bc}	1 515.8 ^b

角鲨烯又称鱼肝油萜、鲨烯,是一种高度不饱和的脂肪族烃类化合物,角鲨烯不仅具有促进新陈代谢,抗疲劳、强化内脏的作用,还具有极强的供氧能力,可抑制癌细胞生成,能有效地防止细胞的老化,提高机体免疫力^[12]。

由表2可知,7种木本油料油脂角鲨烯含量为0~6 294.7 mg/kg。国内橄榄油和进口橄榄油的角鲨烯含量远高于其他5种油脂中的含量,且差异性显著($P < 0.05$),3个国内橄榄油和5个进口橄榄油测定的角鲨烯含量波动较大,RSD分别为41.10%和23.76%,这可能与橄榄油的品种和地域因素关系比较大。橄榄油的角鲨烯含量均在正常范围,符

合已有文献的研究^[2]。在红松籽油和香榧油中均未检测到角鲨烯,任传义等^[13]的研究发现香榧油的角鲨烯含量为(2.8 \pm 0.5) mg/100 g,含量非常低,本研究未检测到可能是由于样品的运输和油样的储存导致的。

β -谷甾醇具有良好的生理活性,大量研究^[14]证明,植物甾醇具有降低血液胆固醇、防治前列腺肥大、抗癌、类激素等多种生理功能。由表2可知,7种木本油料油脂 β -谷甾醇含量在475.1~2 459.2 mg/kg之间,红松籽油中 β -谷甾醇含量最高为2 459.2 mg/kg,油茶籽油中含量最低为475.1 mg/kg。红松籽油、核桃油和香榧油中 β -谷甾醇含量没有

显著性差异($P > 0.05$),红松籽油、核桃油和香榧油

与其他4种木本油料油脂中 β -谷甾醇含量有显著

性差异($P < 0.05$)。

2.3 生育酚含量(见表3)

表3 7种木本油料油脂的生育酚组成及含量

生育酚	油茶籽油	红松籽油	茶叶籽油	核桃油	香榧油	国内橄榄油	进口橄榄油
α -生育酚	28.00 ^{bc}	20.97 ^c	38.39 ^a	-	33.30 ^{ab}	29.23 ^{bc}	26.59 ^{bc}
β -生育酚	-	-	-	-	133.75 ^a	1.73 ^b	0.57 ^b
γ -生育酚	-	0.74 ^c	-	-	0.26 ^c	3.79 ^a	2.25 ^b
δ -生育酚	-	-	-	-	-	-	-
总生育酚	28.00 ^c	21.71 ^d	38.39 ^b	-	167.31 ^a	34.75 ^b	29.41 ^c

由表3可知,除了核桃油,其他油样中均检测到 α -生育酚,且茶叶籽油的含量最高,为38.39 mg/100 g。油茶籽油、国内橄榄油和进口橄榄油中 α -生育酚的含量之间无显著性差异($P > 0.05$)。在香榧油中 β -生育酚含量达133.75 mg/100 g,比牛丽影等^[15]试验结果高出两倍多,这可能与香榧的加工处理有关。 γ -生育酚含量最高的是国内橄榄油,为3.79 mg/100 g,其次是进口橄榄油,为2.25 mg/100 g。香榧油的总生育酚含量(167.31 mg/100 g),与其他6种木本油料油脂含量有显著性差异($P < 0.05$),且远高于其他油脂,是茶叶籽油的4.4倍,红松籽油的7.7倍。生育酚具有很强的生理活性,作为抗氧化剂可清除生成的自由基,在油脂中抗氧化能力大小依次为 $\delta > \gamma > \beta > \alpha$,但是在生物体内,生育酚的抗氧化能力大小恰好相反 $\alpha > \beta > \gamma > \delta$,因此对于木本油料油脂品质的评价 α -生育酚的含量占的权重远大于 β -、 γ -、 δ -生育酚。从贮藏的角度考虑,香榧油贮藏时间更久,货架期会更长。

2.4 聚类分析

为了进一步研究7种木本油料油脂的特性,选取了13个品质指标分别为:棕榈酸、棕榈烯酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、顺-11-二十碳烯酸、饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸、角鲨烯、 β -谷甾醇和 α -生育酚。对23个样品进行聚类分析,运用SPSS20.0组间联接和平方欧氏距离进行聚类,结果见图1。

由图1可知,欧氏距离为大于10且小于11时,试验样品被聚类为4类,第一类为核桃油的3个样品,第二类为香榧油和红松籽油的6个样品,第三类为茶叶籽油的3个样品,第四类为油茶籽油、国内橄榄油和进口橄榄油11个样品。由脂肪酸组成、 β -谷甾醇和 α -生育酚含量的分析可知,第四类这3个成分相差不大,所以被聚为一类。由此可以得出结论:国内橄榄油和进口橄榄油的品质极其相似,同时油茶籽油与此2种橄榄油品质比较接近。

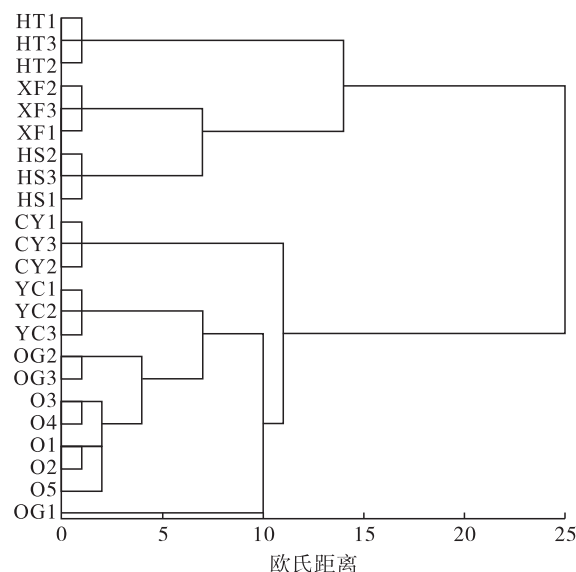


图1 23个木本油料油脂的聚类谱系图

2.5 多维尺度分析

多维尺度分析是将一组个体间的相异数据经过转换成空间构图,而且能够保留原始数据之间的相对关系。图2和图3分别为23个木本油料油脂13个指标用欧氏距离进行多维尺度分析得到的2维和3维图。对比发现两次分析得出的结果基本相同但有差异。图2显示,23个样品被分为4个类群,且分类的结果与聚类分析吻合。第一类群为茶叶籽油,其特点是饱和脂肪酸和 α -生育酚含量是最高的。第二类群为香榧油和红松籽油6个样品,其特点为单不饱和脂肪酸含量、 β -谷甾醇含量非常相近。第三类群为核桃油。第四类群为油茶籽油、国内橄榄油和进口橄榄油,其特点为脂肪酸组成整体上非常相近, α -生育酚含量也较接近,角鲨烯和 β -谷甾醇含量差别比较大。图3所示的3维图,T1类群为香榧油和茶叶籽油,因为 α -生育酚、硬脂酸含量很相近。T5类群为国内橄榄油和进口橄榄油,这两种油整体品质指标均比较接近,在2维图中油茶籽油被划为和橄榄油一类,在3维图中油茶籽油单独被分为T4类,但是与T5类距离非常接近。由此可以得出结论:国内橄榄油和进口橄榄油

品质相同,油茶籽油与橄榄油品质非常接近。

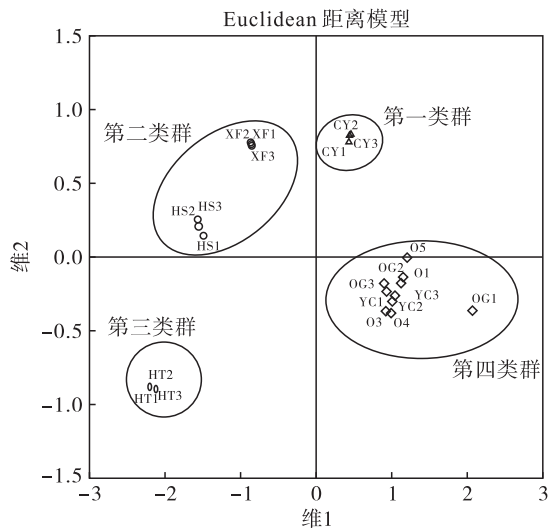


图2 23个木本油料油脂多维尺度分析2维图

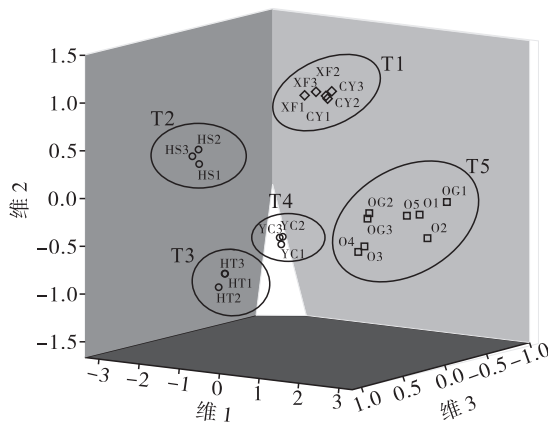


图3 23个木本油料油脂多维尺度分析3维图

2.6 主成分分析

将23个木本油料油脂样品的棕榈酸、棕榈烯酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、顺-11-二十碳烯酸、饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸、角鲨烯、 β -谷甾醇和 α -生育酚共13个指标作为初始指标,进行标准化,然后用主成分分析法对其进行分析。从13个指标中提取出4个主成分见表4。由表4可知,提取的4个主成分累积贡献率为91.293%,且特征值全部大于1,4个主成分可以代表所有品质指标的信息。其中第一个主成分方差贡献率达到51.846%,权重为0.568,所包含的变量信息最多。

表6 7种木本油料油脂品质综合评价指数和排序

项目	进口橄榄油	国内橄榄油	油茶籽油	茶叶籽油	香榧油	红松籽油	核桃油
综合评价指数	253.99	201.52	4.39	-10.58	-59.29	-66.52	-67.59
排序	1	2	3	4	5	6	7

由表6可知,7种木本油料油脂得分排序为:进口橄榄油>国内橄榄油>油茶籽油>茶叶籽油>香榧油>红松籽油>核桃油,其中进口橄榄油和国

表4 主成分分析的特征值、方差贡献率、累积贡献率和权重

主成分	特征值	方差贡献率/%	累积贡献率/%	权重
1	6.740	51.846	51.846	0.568
2	2.692	20.706	72.552	0.227
3	1.303	10.021	82.573	0.110
4	1.134	8.720	91.293	0.096

23个木本油料油脂样品的13个品质指标相关的主成分得分系数和提取公因子方差见表5。

表5 13个品质指标相关的主成分得分系数及公因子方差

项目	得分系数				公因子方差
	1	2	3	4	
棕榈酸	0.107	0.122	0.192	0.261	0.782
棕榈烯酸	0.089	-0.131	0.316	0.464	0.929
硬脂酸	0.028	0.176	0.236	-0.696	0.977
油酸	0.139	-0.094	-0.153	-0.121	0.999
亚油酸	-0.145	0.037	0.094	0.076	0.988
亚麻酸	-0.089	-0.237	0.173	-0.027	0.817
顺-11-二十碳烯酸	-0.044	0.309	-0.221	0.131	0.884
饱和脂肪酸	0.051	0.248	0.383	0.100	0.825
单不饱和脂肪酸	0.140	-0.093	-0.145	-0.104	0.999
多不饱和脂肪酸	-0.146	0.036	0.051	0.085	0.990
角鲨烯	0.099	-0.137	0.377	-0.169	0.855
β -谷甾醇	-0.117	0.010	0.389	-0.053	0.889
α -生育酚	0.106	0.237	0.020	0.127	0.937

由表5可知,大部分指标提取公因子方差超过0.85,用提取得到的4个主成分能够很好地表示原始变量信息。第1主成分中指标棕榈酸、油酸、单不饱和脂肪酸、角鲨烯和 α -生育酚的得分系数较大,主要表现为单不饱和脂肪酸、角鲨烯和 α -生育酚的营养品质。第2主成分中棕榈酸、硬脂酸、顺-11-二十碳烯酸、饱和脂肪酸和 α -生育酚的得分系数比较大。第3主成分中棕榈酸、棕榈烯酸、硬脂酸、亚麻酸、饱和脂肪酸、角鲨烯和 β -谷甾醇的得分系数比较大。第4主成分中棕榈酸、棕榈烯酸、顺-11-二十碳烯酸、饱和脂肪酸和 α -生育酚的得分系数比较大。通过将4个主成分的得分系数与相应的权重的积进行累加的方法构建了7种木本油料油脂品质综合评价指数模型,并得出7种木本油料油脂品质综合评价指数和排序如表6所示。

内橄榄油的综合评价指数相近,高于其他5种油脂,主要品质由油酸和角鲨烯指标决定。此外进口橄榄油、国内橄榄油和油茶籽油的综合评价指数都为正,

其他的为负值。香榧油、红松籽油和核桃油的综合评价指数相近,主要由第3主成分决定,主要取决于棕榈烯酸、硬脂酸、角鲨烯和 β -谷甾醇这4个品质指标。

3 结论

本研究发现,7种木本油料油脂品质各不相同,其中茶叶籽油棕榈酸含量最高,为16.22%,油茶籽油的油酸含量最高,为80.55%,亚油酸含量最高的为核桃油,达到59.13%。国内橄榄油和进口橄榄油的脂肪酸组成非常相似,此外油茶籽油和橄榄油的脂肪酸组成也很相似。国内橄榄油、进口橄榄油和油茶籽油的饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸比例相近,接近营养学家提出的最佳脂肪酸比例。橄榄油的角鲨烯含量比其他样品高,红松籽油和香榧油未检测到角鲨烯。 β -谷甾醇在所有品种中均检测到,且红松籽油、核桃油以及香榧油含量较高。除了核桃油,其他油料油脂中均检测到 α -生育酚,茶叶籽油的含量最高,为38.39 mg/100 g。聚类分析和多维尺度分析得出国内橄榄油和进口橄榄油品质几乎没有差异,油茶籽油和国内橄榄油以及进口橄榄油品质比较相似,由于橄榄油价格较昂贵,在国内可以考虑大力发展油茶籽油,弥补高品质油脂市场的空缺。另外通过主成分分析,提取4种主成分,建立7种木本油料油脂品质综合评价指数,对7种油脂品质进行排序:进口橄榄油>国内橄榄油>油茶籽油>茶叶籽油>香榧油>红松籽油>核桃油。

参考文献:

- [1] 王瑞元. 中国食用植物油消费现状[J]. 黑龙江粮食, 2017(5): 11-13.
- [2] 王兴国, 金青哲, 常明. 木本油料油脂的营养与健康[J]. 粮食与食品工业, 2017, 24(1): 8-12.
- [3] 陈喜忠. 木本油料热产业发展中的冷思考[J]. 防护林

科技, 2017(4): 103-105.

- [4] 尚文博, 陈列. 以种为本精心布局 科技创新促林木种业嬗变——《主要林木育种科技创新规划(2016—2025年)》解读[J]. 中南林业科技大学学报, 2017(4): 20-21.
- [5] 钟冬莲, 莫润宏, 沈丹玉, 等. 气相色谱-串联质谱法测定食用植物油中 β -谷甾醇含量[J]. 中国油脂, 2015, 40(2): 95-97.
- [6] 钟冬莲, 汤富彬, 沈丹玉, 等. 油茶籽油中角鲨烯含量的气相色谱法测定[J]. 分析试验室, 2011, 30(11): 104-106.
- [7] 温运启, 刘玉兰, 王璐阳, 等. 不同食用植物油中维生素E组分及含量研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(3): 35-39.
- [8] 肖正春, 袁昌齐, 束成杰, 等. 三种木本植物肉类植物油的开发与利用[J]. 中国野生植物资源, 2017, 36(3): 7-9.
- [9] SIMOPOULOS A P. Essential fatty acids in health and chronic disease[J]. Am J Clin Nutr, 1999, 70(3): 560S-569S.
- [10] 潘盈伟, 于晏同, 刘增革, 等. 橄榄油活性成分的功能研究及加工技术的探讨[J]. 粮食与食品工业, 2013, 20(5): 13-16.
- [11] 郭咪咪, 王瑛瑶, 闫军, 等. 典型木本油料油脂的特性分析[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(2): 74-79.
- [12] 肖义坡, 邓丹雯, 罗家星, 等. 茶叶籽油中角鲨烯的定性定量分析[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(4): 108-112.
- [13] 任传义, 张延平, 汤富彬, 等. 油茶籽油、橄榄油、核桃油、香榧油中主要化学成分分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2015(12): 5011-5016.
- [14] 冯妹元, 韩军花, 刘成梅, 等. 常见精练油中植物甾醇测定方法的建立及含量分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2006, 18(3): 197-201.
- [15] 牛丽影, 吴晓琴, 张英. 香榧籽油的脂肪酸及不皂化物组成分析[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(6): 52-55.

(上接第56页)

- [3] 郑冀鲁, 孔永平. 肉质废物水热液化制备液体燃料[J]. 化工学报, 2014, 65(10): 4150-4156.
- [4] 张世敏, 查国君, 张无敌, 等. 废弃油脂常压水解制备混合脂肪酸的研究[J]. 现代农业科技, 2008(14): 298-300.
- [5] 彭元怀, 卢美莹, 李海雁. 脂肪酶水解地沟油制备脂肪酸的研究[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(7): 69-72.
- [6] 翦英红, 范宁伟, 辛丙靖, 等. 餐厨地沟油制备混合脂肪酸的技术研究[J]. 科技创新, 2016(36): 48.
- [7] 袁赞, 胡小梅, 张永忠. 近临界水中废油脂无催化水解研究[J]. 中国油脂, 2012, 37(1): 41-43.
- [8] 孙辉. 近临界水对有机合成反应的影响研究[D]. 杭

州:浙江大学, 2007.

- [9] 孙辉, 吕秀阳, 陈良. 不同植物油脂在近临界水中水解反应动力学的比较[J]. 化工学报, 2007, 58(4): 925-929.
- [10] SABASTIÃO J, PINTO S, FERNANDO M L. Hydrolysis of corn oil using subcritical water[J]. Brazilian Chem Soc, 2006, 17(1): 85-89.
- [11] 杜威, 李法社, 姜平, 等. 棉籽油亚临界水解反应及其动力学研究[J]. 中国油脂, 2015, 40(3): 70-73.
- [12] XIAO H J, LI Y Z, WANG H. A stochastic kinetic study of preparing fatty acid from rapeseed oil via subcritical hydrolysis[J]. Appl Energy, 2017, 204: 1084-1093.