

香花油茶与多个油茶物种油脂品质特征的比较研究

Comparison of oil characteristics between *Camellia osmantha* and other camellia species

陈柏林¹ 钟海雁¹ 黎贵卿^{2,3} 朱晓阳¹ 龙奇志¹

CHEN Bo-lin¹ ZHONG Hai-yan¹ LI Gui-qing^{2,3} ZHU Xiao-yang¹ LONG Qi-zhi¹

(1. 中南林业科技大学食品科学与工程学院, 湖南长沙 410004; 2. 广西特色经济林培育与利用重点实验室, 广西南宁 530002; 3. 广西林科院, 广西南宁 530002)

(1. Faculty of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004, China; 2. Guangxi Key Laboratory of Special Mon-wood Forest Cultivation and Utilization, Nanning, Guangxi 530002, China; 3. Guangxi Forestry Research Institute, Nanning, Guangxi 530002, China)

摘要:针对广西新种香花油茶以及其他几种油茶的碘值、皂化值、脂肪酸组成、甘油酯组成进行了测定和分析比较。测得 14 种样品的油脂酸价 0.38~1.47 mg/g, 过氧化值 2.15~4.56 mmol/kg, 碘值 79.39~85.86 g/100 g 皂化值, 187.97~196.37 mg/g, 其中香花油茶的酸价 (0.42 mg/g) 和碘值 (2.98 mmol/kg) 均达到一级茶油标准。测出 13 种甘油酯, 脂肪酸含量为: 油酸 77%~85%, 棕榈酸 6%~11%, 亚油酸 3%~11%, 硬脂酸 2%~4%, 亚麻酸 0.5%~0.8%。通过统计学分析数据发现: 香花油茶均能表现出较好的聚类, 与其他物种油茶存在差异。因此香花油茶油脂的品质特征与比较油样有较大的差异。

关键词:油茶; 物种; 品质特征; 聚类分析; 主成分分析

Abstract: *Camellia osmantha* is a new species found in Guangxi Province. In this study the oil quality was measured compared with other camellia species in respect of iodine value, saponification value, fatty acid, triglyceride composition and other attributes. Acid value, peroxide value, iodine value and saponification value of tested samples ranged as 0.38~1.47 mg/g, 2.15~4.56 mmol/kg, 79.39~85.86 g/100 g and 187.97~196.37 mg/g, respectively. The acid value and iodine value of *C. osmantha* were 0.42 mg/g and 2.98 mmol/kg that reached Grand one of Oil-tea camellia seed oil standard. Thirteen kinds of triglycerides were detected and the fatty acid contents were as followed: C_{18:1}, 77%~85%; C_{18:0}, 6%~

11%; C_{18:1}, 3%~11%; C_{16:0}, 2%~4%; C_{18:2}, 0.5%~0.8%. It was found that *C. osmantha* could be a good clustering and quite different compared with other similar species through statistics analysis.

Keywords: Camellia; species; oil quality; cluster analysis; principal component analysis

油茶 (*Camellia* spp.) 是中国特有的木本油料植物, 属于山茶科 (*Theaceae*) 山茶属 (*Camellia*) 植物, 是一类具有较高含油率并且有一定栽培面积的树种的统称^[1-2]。油茶树果实中结出的籽榨得的油即为油茶籽油, 其主要成分为油酸, 含量可达到 75%~85%, 此外还含有丰富的维生素 E、 β -胡萝卜素、角鲨烯、甾醇等抗氧化成分^[3]。油茶分布广泛, 在中国南部湖南、江西、广西、广东、浙江等地较多。经过数十年的选育和培养, 各地区油茶新种、良种层出不穷, 油脂品质也逐渐提高。如广西 2012 年发现的新种香花油茶 (*C. osmantha*)^[4-5]、选育 15 年的普通油茶高产无性系良种岑溪软枝 2 号和 3 号 (*C. oleifera*)^[6-7] 以及陆川县种植已久的陆川大果油茶 (*C. vietnamensis*)^[8-9], 再如广州历史悠久的广宁红花油茶 (*C. semiserrata*)^[10], 以及作为观赏植物的茶梅^[11] 等。笔者团队在测定香花油茶脂肪酸组成时发现其脂肪酸组成与某些油茶相似度很大, 目前油茶杂交成种现象较多, 对香花油茶是否是新物种存在一些疑问。为此, 本研究拟对几个不同种类的茶油进行测定, 通过统计学软件进行比较研究, 旨在探究广西新种香花油茶与其他种类油茶的差异。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

试验所用油茶籽油样品见表 1。

基金项目: 广西特色经济林培育与利用重点实验室开放基金 (编号: 15-B-05-01)

作者简介: 陈柏林, 男, 中南林业科技大学在读硕士研究生。

通信作者: 龙奇志 (1967—), 女, 中南林业科技大学副教授, 博士。

E-mail: longqizhi11@126.com

收稿日期: 2017-05-01

表1 试验样品信息[†]

Figure 1 The information of sample

分组及编号	种质资源	种名	采样地
A	1 南宁香花油茶	<i>C. osmantha</i>	广西南宁林科院
	2 维都香花油茶	<i>C. osmantha</i>	广西来宾维都林场
	3 崇左香花油茶	<i>C. osmantha</i>	广西崇左
B	4 普通油茶(岑软2号)	<i>C. oleifera</i>	广西南宁林科院
	5 普通油茶(岑软3号)	<i>C. oleifera</i>	广西南宁林科院
	6 普通油茶(海南)	<i>C. oleifera</i>	海南五指山
	7 普通油茶(湖南)	<i>C. oleifera</i>	湖南省林科院林场
C	8 广宁红花油茶(广西)	<i>C. semiserrata</i>	广西南宁林科院
	9 广宁红花油茶(江西)	<i>C. semiserrata</i>	江西南昌
	10 广宁红花油茶(湖南)	<i>C. semiserrata</i>	湖南长沙林科院林场
D	11 越南油茶	<i>C. vietnamensis</i>	湖南长沙林科院林场
	12 陆川油茶	<i>C. vietnamensis</i>	广西南宁区林科院
E	13 宛田红花油茶	<i>C. polyodonta</i>	广西南宁区林科院
F	14 茶梅	<i>C. sasanqua</i>	湖南长沙林科院林场

[†] A为香花油茶(1~3组);B为普通油茶(4~7组);C为广宁红花油茶(8~10组);D为越南油茶(11、12组);E为宛田红花油茶(13组);F为茶梅(14组)。

1.2 试剂与仪器

1.2.1 试剂

乙醚、异丙醇、三氯甲烷、冰乙酸、碘化钾、硫代硫酸钠、乙醇:分析纯,天津市大茂化学试剂厂;

韦氏试剂:天津市大茂化学试剂厂;

石油醚、异辛烷、正庚烷:分析纯,天津市大茂化学试剂厂;

甲醇、乙腈、异丙醇:色谱纯,美国TEDIA公司。

1.2.2 仪器设备

气相色谱仪:Shimadzu-GC-2014型,日本岛津公司;

高效液相色谱仪:Shimadzu LC-20AD型,日本岛津公司;

蒸发光散射检测器:2000ES型,美国奥泰科技(中国)有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 样品处理 将收集的新鲜油茶果晒干至开裂,剥去果皮,将油茶籽烘干储存。

1.3.2 油脂提取 使用冷压榨法提取,将油茶籽去壳并适当敲碎,倒入榨油机中,将榨出的茶油用滤纸过滤,放入烘箱称重后转移置棕色广口玻璃瓶中,于4℃冰箱冷藏。

1.3.3 酸价的测定 按GB 5009.229—2016执行。

1.3.4 过氧化值 按GB 5009.227—2016执行。

1.3.5 碘值的测定 按GB/T 5532—2008执行。

1.3.6 皂化值的测定 按GB/T 5534—2008执行。

1.3.7 脂肪酸检测

(1) 脂肪酸甲酯化:精确称取试样60 mg,加入4 mL异辛烷溶解,加入2 mL十一烷酸甲酯内标,加入200 μL氢氧

化钾甲醇溶液,盖上玻璃塞猛烈振摇30 s后静置至澄清。加入约1 g硫酸氢钠,猛烈振摇中和和氢氧化钾。盐沉淀后待测。

(2) 气相色谱分析:参照文献[12]。

1.3.8 甘三酯检测

(1) 甘三酯预处理:准确称量油茶籽油样品0.5 g加入10 mL异丙醇溶解,用涡旋均质机震荡1 min。用一次性注射器取2~3 mL溶液经0.45 μm滤膜过滤后移入进样瓶,待测。

(2) 液相色谱检测:参照文献[13]。

1.3.9 数据分析 用Spss 23和Origin 8.0对数据进行分析与作图。

2 结果与分析

2.1 理化指标

由表2可知,样品油茶籽油酸价在0.38~1.47 mg/g,过氧化值为2.15~4.56 mmol/kg。酸价和碘值作为油脂质量指标,均在GB/T 11756—2003规定标准之内。碘值和皂化值分别为79.39~85.86 g/100 g和187.97~196.37 mg/g,与龙伶俐等^[14]测得的碘值相似,但皂化值更高。C组样品的碘值组内存在较大差异(8<9<10),即不同产地的广宁红花油茶油脂的碘值差异较大(广西<江西<湖南)。

为了更好地比较不同物种油茶油脂的这四项理化指标之间的差异,将各物种茶籽油进行分类统计。由表3可知,广宁红花油茶和茶梅的油脂酸价高于1 mg/g,略大于其他几个样品,香花油茶的油脂酸价最低(仅0.42 mg/g),且过氧化值为2.98 mmol/kg在GB/T 11756—2003规定的压榨成品茶籽油的一级茶油之列^[15]。

表 2 不同地区、品种茶油理化指标[†]Table 2 Physical and chemical characters in different oil ($n=3$)

分组及编号	酸价/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	过氧化值/ ($\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碘值/ ($10^{-2} \text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	皂化值/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	
A	1	0.41±0.02 ^e	2.15±0.14 ^f	83.98±0.18 ^{bc}	194.57±0.01 ^c
	2	0.46±0.03 ^e	3.27±0.01 ^{cd}	84.86±0.13 ^{ab}	193.28±0.13 ^e
	3	0.38±0.02 ^e	3.51±0.18 ^c	85.86±0.17 ^a	193.50±0.24 ^d
	4	0.41±0.02 ^e	2.57±0.23 ^e	84.39±0.03 ^b	194.13±0.12 ^{cd}
B	5	0.49±0.03 ^e	2.37±0.04 ^{ef}	83.34±0.01 ^c	195.86±0.01 ^b
	6	0.71±0.13 ^d	3.47±0.25 ^c	83.19±0.08 ^c	195.91±0.21 ^b
	7	1.30±0.03 ^b	2.95±0.01 ^d	85.15±0.16 ^a	193.31±0.11 ^e
	8	0.38±0.04 ^e	3.37±0.26 ^c	81.18±0.02 ^d	196.37±0.16 ^a
C	9	1.46±0.04 ^a	3.44±0.09 ^c	82.92±0.14 ^c	194.02±0.00 ^{cd}
	10	1.47±0.05 ^a	3.67±0.08 ^{bc}	85.76±0.07 ^a	196.20±0.14 ^{ab}
D	11	0.69±0.03 ^d	3.45±0.00 ^c	84.04±0.01 ^{bc}	195.96±0.06 ^b
	12	0.99±0.07 ^c	4.56±0.08 ^a	83.81±0.03 ^{bc}	195.80±0.17 ^{bc}
E	13	0.77±0.01 ^d	3.39±0.26 ^c	84.76±0.18 ^{ab}	195.77±0.09 ^{bc}
F	14	1.06±0.01 ^c	3.99±0.13 ^b	79.39±0.23 ^e	187.97±0.12 ^e

[†] 同列中各数据带有相同的字母则认为不具有差异性。A 为香花油茶(1~3 组); B 为普通油茶(4~7 组); C 为广宁红花油茶(8~10 组); D 为越南油茶(11,12 组); E 为宛田红花油茶(13 组); F 为茶梅(14 组)。

表 3 不同物种油茶的油脂理化指标[†]Table 3 Physical and chemical character in different oil of *Camellia* spp.

分组	酸价/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	过氧化值/ ($\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碘值/ ($10^{-2} \text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	皂化值/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
A	0.42	2.98	84.90	193.78
B	0.73	2.84	84.02	194.80
C	1.10	3.49	83.29	195.53
D	0.84	4.01	83.93	195.88
E	0.77	3.39	84.76	195.77
F	1.06	3.99	79.39	187.97

[†] A 为香花油茶; B 为普通油茶; C 为广宁红花油茶; D 为越南油茶; E 为宛田红花油茶; F 为茶梅。

从碘值来看茶梅油脂的碘值(79.39 g/100 g)偏低, 低于 GB/T 11756—2003 的碘值质量指标(83.00~89.00 g/100 g), 香花油茶油脂的碘值(84.90 g/100 g)在同期样品中最高。碘值从一定程度上反映了油脂不饱和脂肪酸含量的高低, 碘值高则不饱和脂肪酸含量也高。从皂化值来看, 茶梅油脂的皂化值偏低, 仅为 187.97 mg/g, 低于同期样品。香花油茶的皂化值(193.78 mg/g)低于 B、C、D、E 4 组。

2.2 脂肪酸组成

由表 4 可知, 含量最高的脂肪酸是油酸(77%~85%), 其次棕榈酸(6%~11%)、亚油酸(3%~11%)、硬脂酸(2%~4%)、亚麻酸(0.5%~0.8%)。从组内观察差异, 发现 A 组中南宁香花(1)的油酸(82.6%)比维都(2)和崇左(3)香花略高, 高于王东雪等^[16]测得的结果; B 组中岑软系列(2,3)

的油酸(85.3%, 85.4%)比其他 2 种普通油茶高, 但亚油酸含量较低, 与江泽鹏等^[17]研究结果相似, C 组中广西广宁红花(8)的油酸含量(76.8%)低于其他种植地, 而其亚油酸占比(11.3%)较高, D 组中越南油茶(11)的油酸含量比陆川油茶(12)高; E 组宛田红花油茶的脂肪酸与 C 组中广宁红花(广西)很接近, 其中宛田红花的脂肪酸组成与马力等^[1]测量的结果较为接近。

由表 5 可知, 不饱和脂肪酸含量顺序为 A<D<E<F<B<C, 且差异较小, 均在 88% 以上, 比冯纳等^[18]测得的结果高。单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸此消彼长, 朱勇等^[19]认为这种差异是因为不同环境影响了酶对单不饱和脂肪酸及多不饱和脂肪酸的转化。

2.3 甘三酯组成

液相色谱分离甘三酯按照等价碳原子数(ECN)大小, 从小到大分离。由表 6 可知, 将所测得的 13 种甘三酯归为 ECN₄₀(LLL_n); ECN₄₂(LLL); ECN₄₄(LLO, PLL); ECN₄₆(OLL+SLL, POL, PPL); ECN₄₈(OOO+SLO, OOP); ECN₅₀(POP, SOO, SLS, POS) 6 种 ECN 的类别。其中 ECN₄₈ 的占比最高, 达到 78.45%~92.13%, 其次是 ECN₅₀ 和 ECN₄₆, 而最先分离出来的 ECN₄₀、ECN₄₁、ECN₄₂ 占比都极低, 与王进英等^[13, 20]研究结果相似。细观 ECN₄₈ 的含量, 平均占比为 87.9%, 样品 4、9、11、14 在 90% 以上, 而样品 8、10、12 偏低, 广西广宁红花油茶(8)最低(仅有 78.45%), 但是减少的 ECN₄₈ 几乎都转移到了 ECN₄₆ 上。A 组中样品 1 的 ECN₄₈ 大于样品 2 和样品 3, ECN₄₆ 较小。

由表 7 可知, 不同物种之间的甘三酯组成存在一定的相似性, 如 A 组香花油茶与 B 组普通油茶差异较小。C 组广宁

表4 不同地区、品种的茶油脂肪酸组成[†]
Table 4 The compositions of fatty acid in different oil ($n=3$) %

分组及编号	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	
A	1	9.3±0.4 ^{cd}	3.1±0.0 ^b	82.6±0.4 ^e	4.5±0.0 ^j	0.5±0.0 ^{cde}
	2	10.2±0.2 ^b	2.7±0.0 ^d	80.2±0.1 ^g	6.3±0.0 ^f	0.6±0.0 ^{bcd}
	3	10.0±0.1 ^b	3.0±0.1 ^c	80.8±0.1 ^f	5.6±0.0 ^h	0.5±0.0 ^{de}
	4	6.5±0.1 ^b	3.1±0.0 ^{bc}	85.3±0.1 ^a	4.6±0.0 ⁱ	0.6±0.0 ^{bc}
B	5	7.3±0.0 ^g	3.8±0.0 ^a	85.4±0.0 ^a	2.9±0.0 ^k	0.6±0.1 ^{bcd}
	6	9.6±0.0 ^e	2.7±0.0 ^d	80.7±0.0 ^f	6.5±0.0 ^e	0.6±0.1 ^{bcd}
	7	7.9±0.0 ^f	2.2±0.1 ^f	83.2±0.1 ^d	6.1±0.1 ^g	0.6±0.0 ^{bc}
	8	8.6±0.1 ^e	2.7±0.0 ^d	76.8±0.1 ^j	11.3±0.0 ^a	0.6±0.0 ^{bcd}
C	9	7.8±0.0 ^f	2.8±0.1 ^d	84.1±0.0 ^c	4.8±0.0 ⁱ	0.5±0.0 ^e
	10	7.6±0.0 ^{fg}	2.7±0.0 ^d	84.5±0.1 ^b	4.7±0.0 ⁱ	0.5±0.0 ^{cde}
D	11	9.3±0.2 ^{cd}	2.0±0.1 ^g	80.3±0.2 ^g	7.6±0.0 ^d	0.8±0.1 ^a
	12	10.9±0.4 ^a	2.0±0.1 ^g	77.8±0.2 ^h	8.7±0.0 ^c	0.6±0.1 ^{bc}
E	13	8.9±0.2 ^{de}	2.4±0.1 ^e	77.3±0.1 ⁱ	10.7±0.0 ^b	0.7±0.0 ^b
F	14	8.9±0.1 ^{de}	1.9±0.0 ^g	83.8±0.1 ^c	4.7±0.0 ⁱ	0.6±0.0 ^{bcd}

† 同列中各数据带有相同的字母则认为不具有差异性。A为香花油茶(1~3组);B为普通油茶(4~7组);C为广宁红花油茶(8~10组);D为越南油茶(11、12组);E为宛田红花油茶(13组);F为茶梅(14组)。

红花油茶与D组越南油茶较为接近。

2.4 统计学分析

2.4.1 香花油茶与其他物种的差异性检验 首先从单个指标来比较香花油茶与其他物种油茶是否存在显著差异。使用香花油茶的碘值、皂化值、脂肪酸、甘三酯等13个指标与其他每个物种油茶的指标做独立样本T检验,发现其中11个指标($P>0.05$)相互之间都存在显著性差异,仅有两个指标存在相关。说明香花油茶与其他油茶物种大部分的指标不存在相关性。仅香花油茶与广宁红花油茶的饱和脂肪酸($P=0.04<0.05$)以及与宛田红花油茶在ECN₁₂上($P=0.01<0.05$)不存在显著性差异。为此,进一步开展多元统计分析验证单因素的差异在多因素水平上是否也存在差异。

有研究者^[21]用主成分分析方法检测不同作物油脂之间的差异,认为针对甘三酯等数据使用主成分分析较可靠。故

表5 不同物种茶油脂肪酸组成[†]

Table 5 The compositions of fatty acid in different oil of *Camellia* spp. %

分组	SFA	UFA	MUFA	PUFA
A	12.8	87.2	81.2	6.0
B	10.8	89.2	83.7	5.6
C	10.7	89.3	81.8	7.5
D	12.1	87.9	79.1	8.9
E	11.3	88.7	77.3	11.4
F	10.9	89.1	83.8	5.3

† A为香花油茶;B为普通油茶;C为广宁红花油茶;D为越南油茶;E为宛田红花油茶;F为茶梅;SFA为饱和脂肪酸;UFA为不饱和脂肪酸;MUFA为单不饱和脂肪酸;PUFA为多不饱和脂肪酸。

使用主成分多元统计法,从之前13个测量数据(碘值、皂化值、棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、ECN_{40~50})中提取到3个主成分(特征值 $\lambda>1$,累计贡献率 $>85\%$)涵盖了样品数据大部分信息,其中3个主成分(PC1、PC2、PC3)的贡献率占比为50%,23%,13%,表达式:

$$F_1 = -0.141X_1 + 0.285X_2 + 0.363X_3 + 0.380X_4 - 0.353X_5 - 0.204X_6 + 0.215X_7 - 0.215X_8 - 0.376X_9 + 0.382X_{10} + 0.199X_{11} + 0.137X_{12} - 0.138X_{13}, \quad (1)$$

表6 不同地区、品种茶油甘三脂组成[†]

Table 6 The compositions of TG in different oil %

分组及编号	ECN ₄₀	ECN ₄₂	ECN ₄₄	ECN ₄₆	ECN ₄₈	ECN ₅₀	
A	1	0.02	0.08	0.33	3.54	89.41	6.63
	2	0.02	0.08	0.47	5.81	88.83	4.78
	3	0.02	0.07	0.52	5.22	88.08	6.08
	4	0.03	0.06	0.31	3.00	91.49	5.10
B	5	0.02	0.10	0.22	1.50	89.98	8.18
	6	0.01	0.09	0.68	5.29	89.74	4.19
	7	0.02	0.10	0.89	7.99	86.68	4.32
	8	0.01	0.20	2.10	14.75	78.45	4.49
C	9	0.03	0.06	0.29	3.79	90.43	5.40
	10	0.03	0.13	1.11	9.27	85.03	4.44
D	11	0.02	0.09	0.43	5.51	90.11	3.84
	12	0.01	0.27	1.99	12.96	80.08	4.70
E	13	0.01	0.17	0.35	3.98	89.91	5.58
	F	14	0.01	0.13	0.35	3.76	92.13

† ECN₄₀(LLL_n);ECN₄₂(LLL);ECN₄₄(LLO,PLL);ECN₄₆(OLL+SLL,POL,PPL);ECN₄₈(OOO+SLO,OOP);ECN₅₀(POP,SOO,SLS,POS);A为香花油茶;B为普通油茶;C为广宁红花油茶;D为越南油茶;E为宛田红花油茶;F为茶梅。

表 7 不同物种茶油甘油三酯组成[†]

Table 7 The compositions of TG in different oil of *Camellia* spp. %

分组	ECN ₄₀	ECN ₄₂	ECN ₄₄	ECN ₄₆	ECN ₄₈	ECN ₅₀
A	0.02	0.08	0.44	4.86	88.77	5.83
B	0.02	0.09	0.53	4.45	89.47	5.45
C	0.02	0.13	1.17	9.27	84.64	4.78
D	0.02	0.18	1.21	9.24	85.10	4.27
E	0.01	0.17	0.35	3.98	89.91	5.58
F	0.01	0.13	0.35	3.76	92.13	3.62

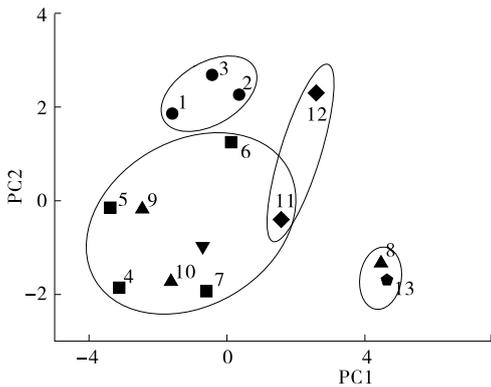
[†] ECN₄₀ (LLL_n); ECN₄₂ (LLL); ECN₄₄ (LLO, PLL); ECN₄₆ (OLL+SLL, POL, PPL); ECN₄₈ (OOO+SLO, OOP); ECN₅₀ (POP, SOO, SLS, POS); A 为香花油茶; B 为普通油茶; C 为广宁红花油茶; D 为越南油茶; E 为宛田红花油茶; F 为茶梅。

$$F_2 = 0.266X_1 - 0.248X_2 - 0.141X_3 - 0.072X_4 + 0.059X_5 + 0.111X_6 + 0.450X_7 - 0.076X_8 - 0.152X_9 - 0.057X_{10} - 0.160X_{11} + 0.533X_{12} - 0.532X_{13}, \quad (2)$$

$$F_3 = -0.071X_1 + 0.234X_2 + 0.189X_3 + 0.103X_4 - 0.303X_5 + 0.587X_6 - 0.196X_7 + 0.590X_8 - 0.044X_9 + 0.035X_{10} - 0.247X_{11} + 0.059X_{12} - 0.058X_{13}. \quad (3)$$

图 1、2 分别为主成分 PC1、PC2 二维得分图(贡献率 73%)以及 PC1、PC2、PC3 三维得分图(贡献率 86%)。由图 1、2 可知, 6 个物种之间的距离分布情况存在部分重合, 但香花油茶(1, 2, 3)相对其他物种主成分得分明显更为接近, 且在多因素情况下, 原本存在相似性的单因素指标产生影响。故香花油茶为新物种的可能性大, 这与梁国校等^[5]用分子分类的预测结果一致。另外发现广宁红花油茶(广西)与宛田红花油茶(图 1、2 中的 8 和 13)主成分得分相近, 可能是这 2 种油茶存在一定关系, 江泽鹏等^[17]曾研究广西本地油茶时也发现这 2 种油茶的油酸含量相似。为了更好地佐证主成分得分相似的油茶之间是否存在相似性, 故采用聚类分析验证之前的猜想。

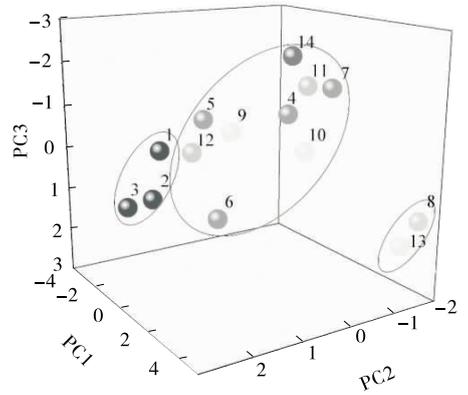
2.4.2 主要油脂特征指标聚类分析 使用 Spss 软件中的系统聚类对除酸价、过氧化值^[22-24]之外的所有数据(碘值、皂



1~3. 香花油茶 4~7. 普通油茶 8~10. 香花油茶 11, 12. 越南油茶 13. 宛田红花油茶 14. 茶梅

图 1 样品主成分 PC1-PC2 得分图

Figure 1 Principal component score(PC1-PC2)



1~3. 香花油茶 4~7. 普通油茶 8~10. 香花油茶 11, 12. 越南油茶 13. 宛田红花油茶 14. 茶梅

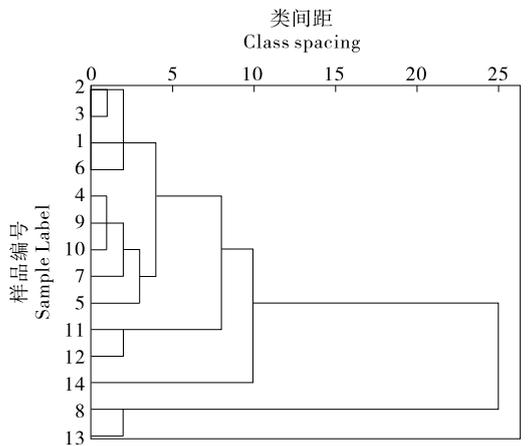
图 2 样品主成分 PC1-PC2-PC3 得分

Figure 2 Principal component score(PC1-PC2-PC3)

化值、棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、ECN₄₀₋₅₀)进行聚类分析, 结果见图 3, 其中香花油茶系列与普通油茶(海南)在类间距为 2 时聚为一类, 证明香花系列油茶确实与其他品种存在差异, 其中海南普通油茶的成分在聚类中不在其他地区普通油茶之列, 可能是海南普通油茶与当地高州油茶或者其他种类油茶杂交等原因使得其品质产生差异, 与袁军等^[25]的研究结果一致; 普通油茶(岑软 2、岑软 3、湖南)与广宁红花油茶(湖南、江西)在类间距为 1~3 时聚为一类, 说明普通油茶与广宁红花油茶的油脂成分相似; 陆川油茶与越南油茶聚为一类且与其他种类油茶存在较大类间距离; 茶梅单独为一类, 与谭晓凤等^[26]用分子分类法检测的结果一致; 广宁红花油茶(广西)与宛田红花油茶聚为一类, 且相对其他 12 种油茶, 在类间距离达到 25 后才有交点, 因此这 2 种油茶同源可能性较大。

3 结论

测得 14 种样品的油脂酸价 0.38~1.47 mg/g, 过氧化值 2.15~4.56 mmol/kg, 碘值 79.39~85.86 g/100 g, 皂化值



1~3. 香花油茶 4~7. 普通油茶 8~10. 广宁红花油茶 11, 12. 越南油茶 13. 宛田红花油茶 14. 茶梅

图 3 14 种样品聚类分析系谱图

Figure 3 Pedigree chart based on systematic cluster analysis

187.97~196.37 mg/g。其中香花油茶的酸价(0.42 mg/g)和碘值(2.98 mmol/kg)均达到一级茶油标准。分离出 13 种甘三脂分别是 LLLn、LLL、LLO、PLL、OOL+SLL、POL、PPL、OOO+SLO、OOP、POP、SOO、SLS、POS。脂肪酸含量中最高的为油酸(77%~85%)，其次是亚油酸(3%~11%)、棕榈酸(6%~11%)、硬脂酸(2%~4%)、亚麻酸(0.5%~0.8%)。

通过单因素验证香花油茶与其他 5 个油茶物种间各指标是否存在显著性差异,发现 85%(11/13)的指标存在显著差异,说明香花油茶与其他 5 个物种大概率上存在显著差异。进一步使用多元分析—主成分分析法做进一步比较,从 13 个测量值中提取足以反映绝大部分数据的主成分进行多元比较,结果发现之前的 2 个单因素并未对结果产生影响,并且香花油茶的主成分得分与其他物种相比更为接近,能够区分出来,说明香花油茶为新物种的可能性存在。最后,通过聚类分析对所有样品进行计算,结果发现香花油茶能够较好地聚类。综上所述,香花油茶可以从油脂特征指标上与其他油茶物种的油脂区分开。推测香花油茶为新油茶物种的可能性大。

参考文献

- [1] 马力, 钟海雁, 陈永忠, 等. 11 个山茶属植物种子性状及其成分研究[J]. 西南林业大学学报, 2015(1): 21-25.
- [2] 王瑞, 陈永忠, 王湘南, 等. 油茶无性系不同生长时期光合特性研究[J]. 西南林业大学学报, 2013(3): 31-36.
- [3] 杨建远, 陈芳, 宋沥文, 等. 油茶籽油提取技术研究进展[J]. 食品与机械, 2016, 32(2): 183-187.
- [4] 马锦林, 叶航, 叶创兴. 香花油茶——山茶属短柱茶组一新种[J]. 广西植物, 2012, 32(6): 753-755.
- [5] 梁国校, 刘凯, 马锦林, 等. 香花油茶分子分类与鉴定[J]. 经济林研究, 2017(1): 26-29.
- [6] 王东雪, 江泽鹏, 刘凯, 等. 岑溪软枝油茶无性系苗期速生性评价[J]. 广西林业科学, 2016(3): 284-287.
- [7] 黄开顺, 陈江平, 侯立英, 等. 不同栽培区岑溪软枝油茶无性系果实表型性状的差异[J]. 广西林业科学, 2011(4): 251-254.
- [8] 叶航, 郭飞, 黄彩丽, 等. 陆川油茶种质资源评价与优良单株筛选[J]. 广西林业科学, 2014(1): 1-4.
- [9] 卢天玲, 余即先, 黄宗华. 陆川县大果油茶优良类型及优良单株

的初步调查[J]. 广西林业科技资料, 1980(2): 20-22.

- [10] 丁晓纲, 张应中, 陈清风, 等. 广宁红花油茶果实性状的遗传变异规律[J]. 经济林研究, 2012(2): 23-27.
- [11] 林田, 李天菲, 杨华, 等. 茶梅品种资源的收集保存、鉴定评价及种质创新[J]. 植物遗传资源学报, 2012(2): 207-211.
- [12] ZHU Yong, ZHONG Hai-yan, SUN Han-zhou, et al. Development of quantitative analysis of fatty acid for monitoring changes of fatty acid profile of camellia oil[J]. Advanced Materials Research, 2012, 554-556: 1 202-1 210.
- [13] 王进英, 钟海雁, 冯纳, 等. 油茶籽油甘三酯组成的 NARP-HPLC-EISD 分析及其在高温处理过程中的降解研究[J]. 中国粮油学报, 2017(3): 54-60.
- [14] 龙伶俐, 薛雅琳, 张东, 等. 油茶籽油主要特征成分的研究分析[J]. 中国油脂, 2012(4): 78-81.
- [15] 陈志香, 周波, 梁永铭, 等. 营养风味油茶籽油加工工艺研究[J]. 食品与机械, 2015, 31(2): 232-237.
- [16] 王东雪, 叶航, 马锦林, 等. 香花油茶种质资源评价与筛选[J]. 经济林研究, 2014(1): 159-162.
- [17] 江泽鹏, 张乃燕, 曾祥艳, 等. 广西主要油茶物种的脂肪酸组成研究[J]. 广西林业科学, 2010(4): 201-204.
- [18] 冯纳, 钟海雁, 周波, 等. 不同物种茶油脂肪酸组成及其在 Sn-2 位上的分布[J]. 食品与机械, 2016, 32(3): 20-23.
- [19] 朱勇, 王湘莹, 马锦林, 等. 不同物种油茶籽仁含油率及其茶油的脂肪酸组成[J]. 经济林研究, 2013(2): 134-137.
- [20] 张东, 龙伶俐, 薛雅琳, 等. 液质联用分析常见植物油甘油三酯[J]. 粮油食品科技, 2012(6): 33-37.
- [21] 范璐, 周亚利, 霍权恭, 等. 甘三酯—主成分分析识别 7 种植物油脂的研究[J]. 河南工业大学学报: 自然科学版, 2014(1): 1-5.
- [22] 甘秀海, 梁志远, 赵超, 等. 油茶籽油和茶籽油的提取及其品质特性[J]. 贵州农业科学, 2015(9): 181-185.
- [23] 丛玲美, 姚小华, 费学谦, 等. 长期贮藏对茶油酸值和过氧化值的影响[J]. 林业科学研究, 2007(2): 246-250.
- [24] 李好, 钟海雁, 方学智, 等. 油茶籽成熟过程中抗氧化物质的变化规律[J]. 食品与机械, 2013, 29(5): 6-9.
- [25] 袁军, 韩志强, 贺舍予, 等. 海南省油茶资源主要形态和经济性状及聚类分析[J]. 植物遗传资源学报, 2014(6): 1 380-1 384.
- [26] 谭晓凤, 漆龙霖, 贺晶, 等. 山茶属植物油茶组与金花茶组的分子分类[J]. 中南林学院学报, 2005(4): 31-34.

信息窗

创新方便食品评选活动人气旺 降油减盐等多路径直奔健康主题

9月15日,由中国食品科学技术学会主办的“第十七届中国方便食品大会”在北京召开。方便食品行业年度创新产品,是每年方便食品大会上最引人关注的活动之一。从今年参评的产品可以看出,方便食品行业正在加速健康转型。降油、调料包的天然配料及减盐、面体创新、增多食用方式等四条路径直奔健康主题。

从2017年报送的创新产品中可以看出,60%以上的方便面为非油炸面,降油趋向鲜明;调味包以头香为主的

“工业味”大幅降低,增加了对天然配料及大块脱水蔬菜的应用;各企业已开始了减盐行动;面条的形态体现了中华面食文化的传承,荞麦面、土豆面、刀削面、二细、韭菜面、米粉等,各种具健康内涵的杂粮挂面及多种形态面条的工业化创新,丰富了方便食品的品种。或是不同风味、异域风情的产品,或是回归家庭厨房。在体现方便的同时,更多加入了安全、健康、趣味的亲情和时尚内涵。

(来源:食品伙伴网)