

中国油茶主要栽培品系果实油脂特性对比研究¹

张路红^{1,2} 竹² 李培旺² 李昌珠²

(1. 中南林业科技大学 生命科学与技术学院 长沙 410004; 2. 湖南省林业科学院 木本油料资源利用国家重点实验室 长沙 410004)

摘要: 本研究选取在中国南方各省区广泛栽植、具有代表性的 10 个油茶品系, 对其成熟期果实形态、油脂含量和脂肪酸组成进行了对比研究。采用索氏法提取油茶籽油, 采用气相色谱法测定脂肪酸组成。不同品系油茶果实中油脂的含油率变化范围为 28.45%~61.91%, 以广宁红花油茶含油率最佳。脂肪酸主要由油酸 (73.22%~84.63%)、棕榈酸 (7.46%~13.99%)、亚油酸 (2.92%~13.19%)、硬脂酸 (1.68%~3.01%) 和亚麻酸 (0.08%~0.64%) 组成, 其中不饱和脂肪酸占比高达 90.29 %。进一步运用主成分分析的方法, 采用多维综合评价不同品系茶油含油率及品质的差异。本研究可为油茶品种的选育、推广种植以及油脂加工推广提供依据。

关键词: 油脂质量; 油茶品种; 含油率; 脂肪酸组分; 油脂营养

Comparative Study on Oil Content and Fatty Acid Composition of Main Cultivated *Camellia* fruits in China

Abstract: We examined the fruit morphology, oil content, and fatty acids of 10 *Camellia* varieties in southern China. The fruit oil was extracted by the Soxhlet method, and the FA composition was determined by gas chromatography. The variation in oil content ranged from 28.45% to 61.91%. The oil content of Guangning oil tea was the largest. And the major FAs were oleic acid (73.22%~84.63%), palmitic acid (7.46%~13.99%), linoleic acid (2.92%~13.19%), stearic acid (1.68%~3.01%), and linolenic acid (0.08%~0.64%). The unsaturated FAs accounted for up to 90.29%. Principal component analysis showed that different *Camellia* varieties could be separated based on oil quality and plant growth. The findings could help to improve fruit oil quality in future *Camellia* breeding programs.

Key Words: Oil quality; *Camellia* varieties; Oil content; Fatty acids; Lipid nutrition

1. 前言

油茶为山茶科 (Theaceae) 山茶属 (*Camellia*) 油茶组 (Sect. *Oleifera*) 植物, 为世界四大木本油料之一, 其结果量大、产油率大、营养价值高、适应性广, 目前栽种面积为中国木本油料之首, 亦是中国特有的木本油料作物^[1]。油茶的籽可以用来榨油, 即为油茶籽油, 亦称之为山茶油、茶籽油, 简称茶油, 成熟油茶种子中油脂含量较高, 油茶干籽出油率可达 45%以上^[2-3]。油茶富含油酸等不饱和脂肪酸, 易于人体吸收, 具有预防和治疗高血压、延缓动脉硬化、降低肝脂的作用, 对人类的健康和保健具有积极作用。作为中国特色的天然食用油, 茶油脂肪酸组成与橄榄油极其相似, 向来被誉为“东方橄榄油”, 具有极高的食用和经济价值^[4-5]。

中国油茶资源非常丰富, 狭义上特指普通油茶, 广义上则为山茶属植物中果实油脂含量较高且有栽培经济价值的一类植物的总称, 包括普通油茶 (*C. oleifera*)、小果油茶 (*C. meiocarpa*)、广宁油茶 (*C. semiserrata*)、越南油茶 (*C. drupifera*)、红花油茶 (*C. chekiangoleosa*)、南荣油茶 (*C. nanyongensis*)、狭叶油茶 (*C. lanceoleosa*)、金花茶 (*C. chrysantha*) 等品系, 主要在我国中部地区及南方地区种植, 分布在湖

*此项工作得到中南林业科技大学研究生科技创新基金项目资助, 项目批准号:2023CX01024

南、江西、广西、广东、福建、安徽、云南等 18 个省（区）。其中，以普通油茶为主，分布面积最广、栽培历史最悠久、占油茶总产量最多，小果油茶耐荫、果小、皮薄、产量高，其栽培面积和年产量仅次于普通油茶，居全国第二位，岑溪软枝油茶（岑软油茶）是我国第一个通过国家林木良种审定的油茶种子园种子，而越南油茶又称为高州油茶，博白大果油茶，花和果较大，种子含油量高^[6]。

含油率是评价木本油料植物品质中最首要的经济指标，而脂肪酸的组成比例决定着油脂的质量。为了筛选含油率高及高不饱和脂肪酸等营养成分优良的油茶品系，本研究对 10 个中国主要栽培的油茶品系种仁含油率和脂肪酸成分进行测定，并对各性状间进行了主成分分析研究，以期筛选含油率高、油质好的油茶品种，亦为更加深入地揭示不同品种油茶油茶产油量性状，筛选适宜我国南方地区大面积推广应用的油茶品系，为油茶区域化丰产栽培和高含油定向育种提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1 样品采集

不同品系油茶果实材料采自广西壮族自治区林业科学研究院油茶种质资源收集圃，每个品种各固定 3 株树为采样株，分别从样株的东南西北四个方向各随机采集。混合均匀后装于封口袋密封带回实验室，自然晾干后去除果蒲，取种仁烘至恒质量。

2.2 仪器及试剂

索式提取仪（SZE-101，上海纤检仪器有限公司）；

气相色谱仪（GC-2030，日本岛津公司）；

37 种脂肪酸甲酯混合标准品、正己烷、异丙醇、甲醇均为色谱纯；其它试剂均为分析纯。

2.3 油脂和脂肪酸组分测定

取干燥后的种仁用粉碎机粉碎用于后续实验。含油量测定采用食品安全国家标准中食品中脂肪的测定（GB5009.6-2016，第一法 索氏抽提法）^[7]，脂肪酸成分的提取和检测采用食品安全国家标准中食品中脂肪酸的测定（GB5009.168—2016，第三法 归一化法）^[8]。脂肪酸含量为检测到的所有脂肪酸含量之和，单不饱和脂肪酸含量为棕榈油酸、十七碳烯酸、油酸和二十烯酸含量等之和，多不饱和脂肪酸为亚油酸和亚麻酸含量之和，不饱和脂肪酸含量为单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸含量之和。

2.4 数据处理和分析

利用 GraphPad Prism 9.0 软件进行均值、标准差、差异显著性分析和相关性分析及绘图。所有数据为三个生物学重复试验结果的均值。

3. 结果

3.1 不同品系油茶果实形态特性

本试验对普通油茶、小果油茶、岑软 2 号油茶、岑软 3 号油茶、岑软 24 号油茶、宛田红花油茶、陆川油茶、广宁红花油茶、南荣油茶和越南油茶的果实外部形态特征进行观测，如图 1 所示。经测量统计，宛田油茶、陆川油茶、广宁红花油茶和越南油茶的果实较大，直径均大于 6 cm，普通油茶、岑软系列油茶（包括岑软 2 号油茶、岑软 3 号油茶和岑软 24 号油茶）果实直径约为 4 cm，而小果油茶和南荣油茶果实较小，直径仅为 2 cm 左右。

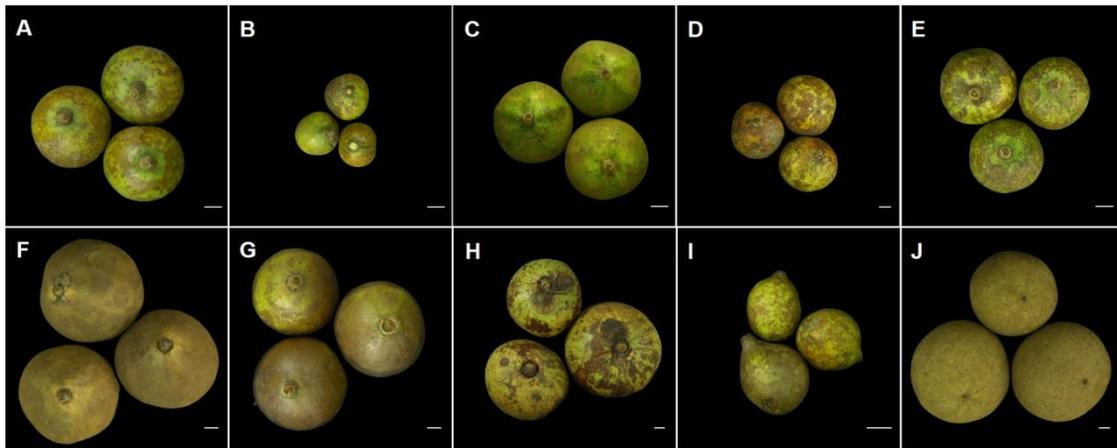


图 1 不同品系油茶果实形态特性

注：A 普通油茶；B 小果油茶；C 岑软 2 号油茶；D 岑软 3 号油茶；E 岑软 24 号油茶；

F 宛田红花油茶；G 陆川油茶；H 广宁红花油茶；I 南荣油茶；J 越南油茶；右下角比列尺为 1cm

3.2 不同品系油茶含油率及脂肪酸组分

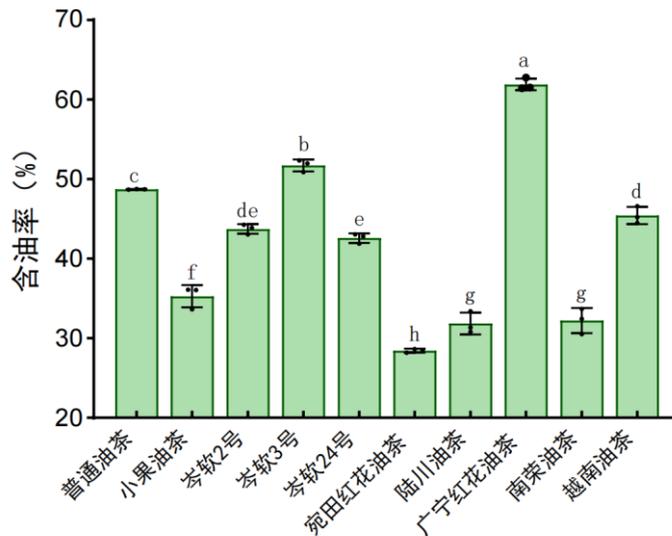


图 2 不同品系油茶果含油率

含油率受植物本身遗传特性和外部环境因素影响调控，是木油料中最重要的性状之一。本研究调查了不同油茶品系的含油率，测定结果如图 2 所示。不同品系油茶含油率差异较大，10 个品系油茶果含油率在 28.45%~61.91%之间，均值为 42.20%，含油率高低排序为广宁红花油茶>岑软 3 号油茶>普通油茶>越南油茶>岑软 2 号油茶>岑软 24 号油茶>小果油茶>南荣油茶>陆川油茶>宛田红花油茶。

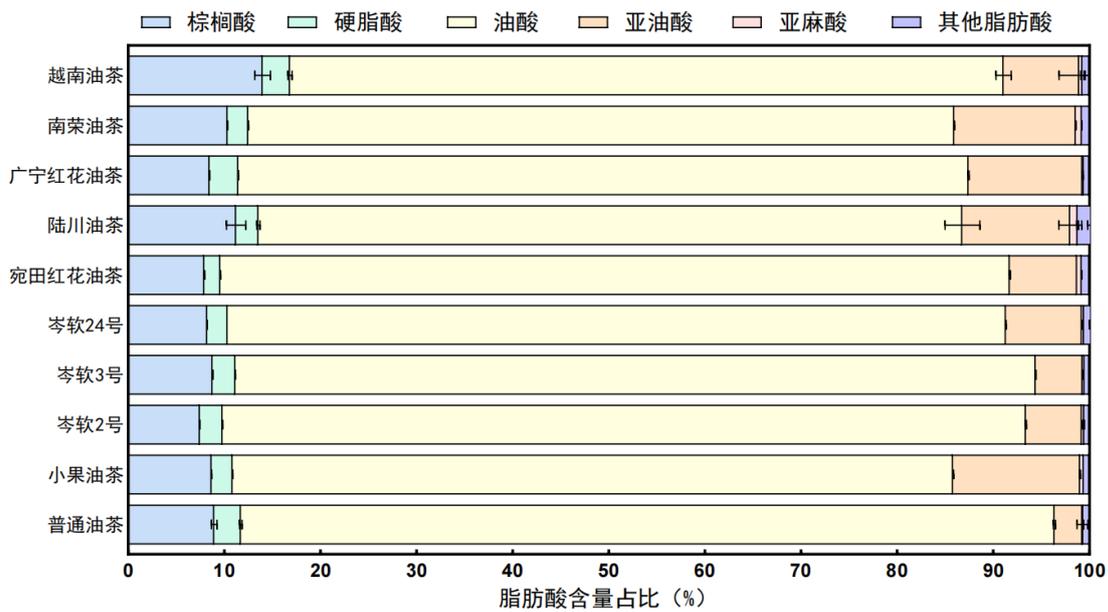


图 3 不同品系油茶脂肪酸组成

本研究进一步调查了油茶籽中脂肪酸组分，结果如图 3 所示。油茶脂肪酸主要由油酸、棕榈酸、亚油酸、硬脂酸和亚麻酸组成，其中以油酸为主，是含量最高组分，在 73.22%~84.63%之间，其次是棕榈酸和亚油酸，含量分别在 7.46%~13.99%和 2.92%~13.19%之间，硬脂酸含量为 1.68%~3.01%，亚麻酸含量为 0.08%~0.64%。同时可以发现，不同品系的油茶种仁脂肪酸含量差异较明显，普通油茶和岑软系列油茶油酸含量较其他 6 个品系高，而小果油茶和南荣油茶中的亚油酸含量较高。越南油茶的棕榈酸和硬脂酸含量占比较其他 9 个品系高，宛田红花油茶的油酸和亚油酸含量总和相对较高。

表 1 不同品系油茶脂肪酸特性

品系	单不饱和脂肪酸占比 (%)	多不饱和脂肪酸占比 (%)	总不饱和脂肪酸 (%)	UFA/SFA
普通油茶	85.23 ± 0.15	3.00 ± 0.49	88.22 ± 0.34	7.51 ± 0.24
小果油茶	75.54 ± 0.03	13.58 ± 0.05	89.11 ± 0.02	8.19 ± 0.01
岑软 2 号	84.08 ± 0.04	6.06 ± 0.03	90.14 ± 0.02	9.14 ± 0.02
岑软 3 号	83.71 ± 0.04	5.07 ± 0.02	88.79 ± 0.02	7.92 ± 0.01
岑软 24 号	81.47 ± 0.01	8.14 ± 0.02	89.61 ± 0.02	8.62 ± 0.02
宛田红花油茶	82.83 ± 0.06	7.46 ± 0.00	90.29 ± 0.06	9.30 ± 0.07
陆川油茶	71.86 ± 1.75	11.44 ± 1.27	83.30 ± 2.97	5.20 ± 1.21
广宁红花油茶	76.43 ± 0.04	11.93 ± 0.06	88.36 ± 0.05	7.59 ± 0.04
南荣油茶	74.10 ± 0.01	13.27 ± 0.04	87.37 ± 0.03	6.92 ± 0.02
越南油茶	74.64 ± 0.68	8.21 ± 1.83	83.07 ± 0.84	4.92 ± 0.28

注：UFA/SFA 为不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的占比。

不饱和脂肪酸含量的高低是衡量食用油脂品质好坏的重要指标之一。本研究对 10 个油茶品系的单不

饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸、总不饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸比值占比进行统计分析，结果如表 1 所示。所试验的 10 个油茶品系其总不饱和脂肪酸含量占比在 83.07%~90.29 %之间，以宛田红花油茶 (90.29%) 和岑软 2 号油茶 (90.14%) 为最优。其中单不饱和脂肪酸含量占比在 71.86%~85.23%之间，以普通油茶 (85.23%) 和岑软 2 号油茶 (84.08%) 为最优，多不饱和脂肪酸含量占比在 3.00%~13.58%之间，以小果油茶 (13.58%) 和南荣油茶 (13.27%) 为最优。而不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的占比 (UFA/SFA) 在 4.92~9.14 之间，以宛田红花油茶 (9.30) 占比最大，表现出了较高的不饱和脂肪酸性能。

3.3 不同品系油茶油脂特性主成分分析

本研究一步利用主成分分析法对不同品系油茶籽的含油率、脂肪酸组分和饱和和不饱和脂肪酸等性状指标进行综合评价。不同品系油茶前 2 个主成分因子的累计贡献率达 81.82%，基本能够反映不同油茶品系油脂的主要信息。主成分 1 贡献率为 52.67%，与亚油酸、多不饱和脂肪酸、棕榈酸、亚麻酸和硬脂酸呈正相关。主成分 2 贡献率为 29.15%，与亚麻酸、不饱和脂肪酸、UFA/SFA 比值、亚油酸和多不饱和脂肪酸呈正相关。

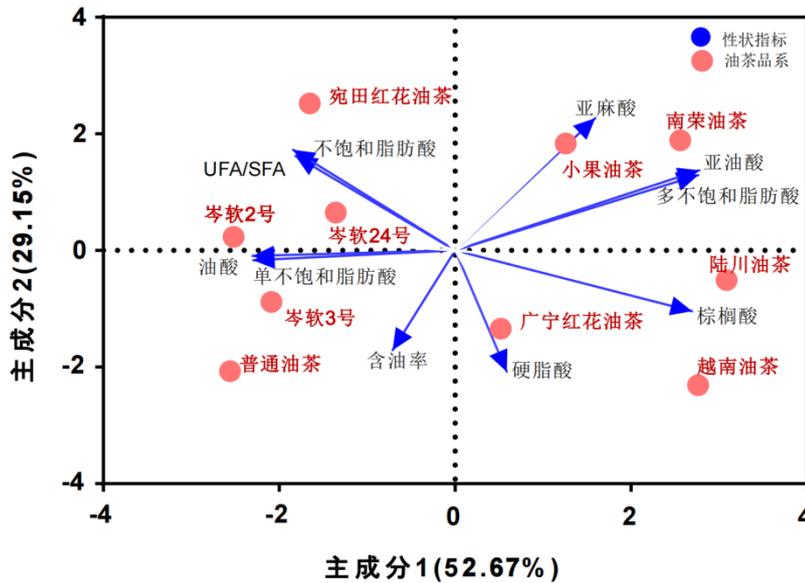


图 4 油茶主成分散点图

根据主成分 1 和主成分 2 构建的散点图 (图 4)，不同品系油茶分散地较开，从图中我们可将这 10 个品系大致可分为 5 组。小果油茶和南荣油茶品系组的亚麻酸、亚油酸和多不饱和脂肪酸相对较高。陆川油茶和越南油茶可归为一组，特征为棕榈酸占比相对较高。广宁红花油茶单独为一组，主要特征为含油率较高。而普通油茶和岑软系列油茶可划为一组，主要特征为油酸、单不饱和脂肪酸及含油率较高。宛田红花油茶表现出较高的不饱和脂肪酸特性。

4. 讨论和结论

本研究对中国主要栽培的 10 个油茶品系进行了油脂特性分析。含油率是评价木本油料树种优良与否的最为重要的参考指标之一，而筛选并确定高含油率的油茶品系，对实现木本油作物的产油量最大化的目标非常重要^[9]。本研究结果表明，广宁红花油茶可作为高含油率油茶品种的最佳候选，其次为岑软 3 号、普通油茶和越南油茶，其含油率均大于 45%。

大量研究^[10-11]结果已证明,饱和脂肪会提高有害胆固醇水平,而不饱和脂肪是一种有益的脂肪,不饱和脂肪对改善大脑健康、消减炎症、降低各种原因的死亡风险和预防心脏病有明显的作用,不饱和脂肪可分为两种单不饱和脂肪和多不饱和脂肪,两者都有相似的健康益处,而且通常在富含不饱和脂肪的食物中,如橄榄、橄榄油、牛油果、瓜子、坚果、和油茶中。本研究观察到,所试验的10个油茶品系其籽油中不饱和脂肪酸均大于80%,主要由油酸为代表的单不饱和脂肪酸组成,其他学者之前对于油茶油脂的研究^[12]也报道了不饱和脂肪酸占比较高,因此,油茶作为日常食用油,日常食用摄取对于保障居民每天摄入足够量的不饱和脂肪是非常有益处且有必要的。而主成分分析可以将多个变量合并成一些综合指标,从而确定最重要的因素,本研究采用主成分分析法提取了两个主要的主成分,可以发现,不同品系油茶其油脂特性存在差异。

本研究评价了10个油茶品系,筛选出了含油率高、油脂质量好的油茶品种,可为油茶区域化丰产栽培和高含油定向育种提供科学依据。

参考文献

- [1] 范筱元, 杜娟, 周晓亮,等. 中国油茶生产区比较优势分析与影响因素研究[J]. 中国油脂, 2022: 1-22.
- [2] 李昌珠, 蒋丽娟. 油料植物资源培育与工业利用新技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2018.
- [3] Ling-Li W, Ya-Jun W, Pu-Rui G, et al. Metabonomic and transcriptomic analyses of *Camellia oleifera* flower buds treated with low-temperature stress during the flowering stage[J]. *Industrial Crops & Products*, 2022, 189.
- [4] 鲁赛, 郭晓春, 贾代顺, 等. 云南油茶产业发展现状及高质量发展对策[J]. 林业科技通讯, 2022: 1-10.
- [5] Hang Q, Longsheng C, Yajun H, et al. Soil Microbial Resource Limitations and Community Assembly Along a *Camellia oleifera* Plantation Chronosequence[J]. *Frontiers in Microbiology*, 2021, 12.
- [6] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 49. 北京: 科学出版社, 1998: 013.
- [7] 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准. 食品中脂肪的测定;中国标准出版社: 北京,, 2016; GB 5009, p. 6.
- [8] 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准. 食品中脂肪酸的测定;中国标准出版社: 北京, 2016; GB 5009, p. 168.
- [9] Zhang, L.; Zhou, X.; Chen,Y.; Li, P.; Yang, Y.; Li, C.; Chen, J. Fruit Morphology and Fatty Acid Composition of *Swida wilsoniana* Populations Collected from Different Regions in Southern China[J]. *Forests* 2022, 13, 1811.
- [10] 汤富彬, 沈丹玉, 刘毅华, 等. 油茶籽油和橄榄油中主要化学成分分析[J]. 中国粮油学报, 2013, 28 (7): 108-113.
- [11] 沈丹玉, 任传义, 袁新跃, 等. 茶树籽和油茶籽中脂溶性化学成分的比较研究[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(11) : 43-48.
- [12] 李好, 方学智, 钟海雁, 等. 油茶籽成熟过程中油脂及营养物质变化的研究[J]. 林业科学研究, 2014, 27(1) : 86-91.