光山县长林系列油茶良种茶籽脂肪含量和脂肪酸组成分析

常亚丽，黄双杰，刘威，陈义，张永瑞，郭等等，李嘉伟，郭桂义

（信阳农林学院茶学院，河南省豫南茶树资源综合开发重点实验室，河南信阳 464000）

摘要：从河南省林木品种审定委员会认定的适宜在本地区推广的长林系列品种中选出具有代表性的主栽油茶品种长林 18 号、40 号、53 号和配栽油茶品种长林 166 号，采用气相色谱-质谱法（GC-MS）对 4 个油茶品种茶籽仁中脂肪酸组成和含量进行分析，检验了其干籽出仁率和脂肪含量，并对脂肪含量及脂肪酸组分进行了相关性分析。结果表明：3 个主栽品种与 1 个配栽品种干籽出仁率的差异达到了显著水平(p<0.05)，但不同品种茶籽脂肪含量差异不大；共检测到了 17 种脂肪酸组分，其中，茶籽仁中常量组分顺-油酸的含量 26.25%~30.82%、棕榈酸的含量 2.86%~3.22%、亚油酸的含量 3.25%~3.86%。长林 40 号茶籽中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸比值为 1:6.08:1.05，最接近国际营养学家提出油脂中三类脂肪酸的最佳供能比 1:6:1。相关性分析显示，脂肪含量与棕榈酸有一定的相关性，相关系数达到了 0.64。结合河南省林木品种审定委员会的研究结论可得，长林 40 号油茶良种不仅产量高、抗性强，而且干籽出仁率高、含油量高，茶籽脂肪酸组成合理，综合性状优于其他三个品种。

关键词：长林 40 号；长林 166 号；主栽；配栽；脂肪含量；脂肪酸组成

文章篇号：1673-9078(2019)09-311-316 DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.9.041

Fatty Content and Fatty Acid Composition of Changlin Varieties of *Camellia oleifera* in Guangshan

CHANG Ya-li, HUANG Shuang-jie, LIU Wei, CHEN Yi, ZHANG Yong-rui, GUO Deng-deng, LI Jia-wei, GUO Gui-yi

(Tea Science Department, Xinyang Agriculture and Forestry University, Henan Key Laboratory of Tea-plants Comprehensive Utilization in Sourthern Henan Province, Xinyang 464000, China)

Abstract: Four representative cultivars were selected from a series of Changlin clones of *Camellia oleifera* that were officially recognized by Henan Tree Variety Examination Committee and suitable to be widely cultivated in local region, including 3 mainly-planted varieties Changlin 18, Changlin 40, Changlin 53, and 1 supportively-planted variety Changlin 166. The fatty acid of *C. oleifera* variety seed was studied by GC-MS. The kernel percent and fat content of *C. oleifera* variety seed were also analyzed. And fat content and fatty acid of *C. oleifera* variety seed were analyzed with the relevant analysis. The results indicated that the kernel percentages of *C. oleifera* variety seed between mainly-planted varieties and supportively-planted variety reached significant level (p<0.05), but the fat content did not; a total of 17 fatty acids were detected from four *C. oleifera* varieties seeds, and three major constituents were cis-oleic acid ranged from 26.25% to 30.82%, palmitic acid ranged from 2.86% to 3.22%, and linoleic acid ranged from 3.25% to 3.86%. The content ratio of saturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids of tea seeds of Changlin 40 seed was 1:6.08:1.05, and closest to be best energy supply ratio of 1:6:1 that was recommended by international nutritionists. By the relevant analysis, an distinct positive correlation was observed between fat content and palmitic acid, and the correlation coefficient was 0.647. Combined with previous research conclusions, it could be seen that Changlin 40 not only owns high-yielding and high resistance, but also possesses higher kernel percent, higher oil content, and more reasonable fatty acid composition in tea seeds, and its comprehensive characters seems to be superior to other three varieties.

Key words: Changlin 40; Changlin 166; mainly-planted; supported planted; fatty content; fatty acid composition

收稿日期：2019-04-02

基金项目：国家重点研发计划项目（2016YFD020090509）；河南省科技开放合作项目（172106000043）；河南省豫南茶树资源综合开发重点实验室项目（HNKLTCU2018003）

作者简介：常亚丽（1986-），女，博士，研究方向：茶树资源开发利用

油茶籽油系从山茶科山茶属植物油茶 *Camellia oleifera* Abel 种子中提取，又名茶籽油、茶树油或山茶油，是我国特有的木本食用油脂[1,2]。因其富含不饱和脂肪酸，与国际公认优质植物油脂-橄榄油品质相似，具有预防高血压、心脑血管疾病等功效，故而被称为“东方橄榄油”和“长寿油”[3,4]。长林系列油茶品种是中国林业科学院热带林业研究所以高产、稳产，适应性强为指标从全国 293 个无性系优良普通油茶品种中筛选出来的良种，其中一部分已在多个地区推广应用。江源等研究表明，不同分布区域对长林系列油茶品种的干籽出仁率、含油率均有显著影响，并对不同品种茶籽的脂肪酸组成有不同的影响[5]。河南省处于我国油茶分布的北缘地区，油茶栽植面积达 35626.7 hm^2，主要分布于信阳新县、商城、光山、罗山、平桥、浉河、固始，和南阳桐柏等地[6]。2015 年 12 月 23 日，河南省林木品种审定委员会认定 8 个长林系列品种为适宜在河南省油茶适生区推广栽培的优良品种，长林 4 号、40 号、18 号和 53 号 4 个品种产量高、抗性较强，被推荐为主栽种，长林 3 号、23 号、27 号和 166 号 4 个品种抗性、适应性稍弱，被推荐为配栽种[7]。其中，6 年生的长林 40 号亩产油量超过 50 kg，抗性强，树势旺，而 6 年生的长林 166 号亩产油量可超过 25 kg，对不良环境的敏感性较强，易受到肥害和酸雨危害（河南省林业厅林木良种公告第 17 号）。本研究从两组油茶品种中挑选出具有代表性的长林 18 号、40 号、53 号和 166 号，分析了这些油茶品种茶籽仁的脂肪酸组成，即评估 4 个品种油脂品质的差异，旨在筛选出油茶籽油脂肪酸组成比例合理的品系，为油茶产业在豫南地区的深入推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料、仪器与试剂

供试茶籽于 2018 年 10 月 29 日从信阳市光山县文殊乡猪山圈村采集，荫蔽风干方式干燥至恒重；Trace1310 ISQ 气相色谱质谱联用仪，美国赛默飞世尔科技公司；37 种脂肪酸混合标准品，美国 sigma 公司，内标十九烷酸甲酯，（美国 sigma 公司；浓盐酸、甲醇、二氯甲烷试剂均购自国药集团化学试剂有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 茶籽含仁率测定

茶籽含仁率测定参考恽卓婷方法[8]。

1.2.2 茶叶籽脂肪含量测定

采用 GB 5009.6-2016 中索氏提取法测定。

1.2.3 茶叶籽脂肪酸组成测定

茶叶籽仁充分粉碎后取 0.2 g（精确值 0.0001 g）加入到 20 mL 带盖取样瓶中，继续加入 5 mL 5%盐酸甲醇溶液，10 mL 二氯甲烷、甲醇溶液（体积比 1:1），于 80 ℃水浴锅中水浴 1 h。水浴完成后，等温度降到室温，用甲醇定容至 20 mL，做为样品待测液。取样品待测液 1 mL，加入 1 mL 内标液，1 mL 5%氨水溶液，混合后离心分离。取二氯甲烷相用 0.22 微米滤膜过膜后上机测试。采用色谱柱 TG-MAX MS（30 m×0.25 mm×0.25 μm）；升温程序：50 ℃保持 3 min，以 10 ℃/min 的速率升温至 160 ℃，继续以 2 ℃/min 的速率升温至 250 ℃，保持 1 min；进样口温度 250 ℃；载气流速 1.0 mL/min；分流进样 50:1；质谱条件：离子源温度 200 ℃，传输线温度 250 ℃，溶剂延迟时间 3.00 min，扫描范围：30~500 u，离子源：EI 源、70 eV。茶叶籽仁中各脂肪酸的绝对含量按下式计算：

$$X_i(\%)=\frac{A_i}{A_{C19}}\times F_i\times\frac{C_{C19}\times V_{C19}}{m}\times F_{FAMEi-FAi}\times 100\%$$

式中：X_i，试样中各脂肪酸的含量，%；A_i，试样测定液中个脂肪酸的峰面积；C_{c19}，内标液浓度 g/mL；V_{c19}，加入内标液体积，mL；F_j，脂肪酸甲酯的响应因子，常量；A_{c19}，样品中加入内标的峰面积；m，试样的称样质量 g；$F_{FAMEi-Fai}$，脂肪酸甲酯转换为脂肪酸的转换系数，常量。

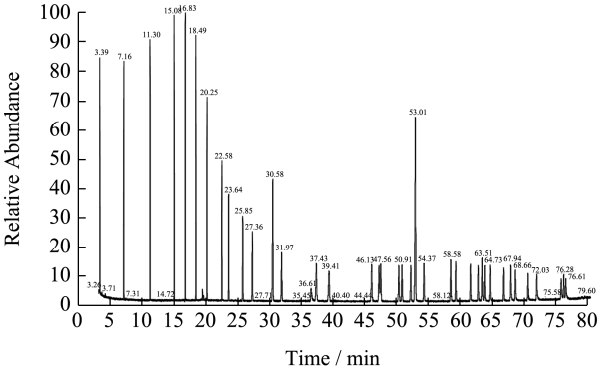


图 1 脂肪酸甲酯混合标准品的总离子流色谱图

Fig.1 Total ion chromatography of the mixture standard fatty acids methyl ester

注：C4:0 3.39, C6:0 7.16, C8:0 11.30, C10:0 15.08, C11:0 16.83, C12:0 18.49, C13:0 20.25, C14:0 22.58, C14:1 23.64, C15:0 25.85, C15:1 27.36, C16:0 30.58, C16:1 31.97, C17:0 37.43, C17:1 40.09, C18:0 39.41, C18:1c 46.13, C18:1t 47.56, C18:2c 50.91, C18:2t 51.34, C18:3n6 52.72, 内标物 53.01, C18:3n3 54.37, C20:0 58.58, C20:1 59.7, C20:2 61.82, C20:3 63.22, C21:0 63.51, C20:4 64.19, C20:3 64.73, C20:5 67.14, C22:0 67.94, C22:1 68.66, C22:2 70.9, C23:0 72.03, C24:0 75.58, C22:6 76.28, C24:0 76.61。

1.3 数据分析方法

采用EXCEL和SPSS 20.0软件进行数据分析和相关性分析。

2 结果与讨论

2.1 不同品种茶籽含仁率、脂肪含量分析

结果显示，4 个长林系列油茶品种干籽出仁率、脂肪含量有差异(表 1)。长林 40 号干籽出仁率最高，为 68.34%，推荐作为配栽品种的长林 166 号干籽出仁率最低，为 56.63%，且与推荐主栽的其他 3 个品种达到差异显著(p<0.05)；4 个油茶良种茶籽含油率最高的为长林 18 号、最低的为长林 40 号和 53 号，但品种间含油率差异不显著。两项指标变异系数都较小，可见不同油茶品种茶籽干籽出仁率和脂肪含量相对稳定。

朱功良等分析了从湖北武汉收集的长林系列油茶籽含油率，其中长林 18 号、40 号、53 号和 166 号含油率分别为 45.73%、46.20%、44.05%和 49.82%[9]，与本研究报道有差异，尤其是长林 18 号和 166 号，分别相差了 3.53%和 2.29%，推测不同取样地点及气候条件可能会对不同油茶品种产生不同的影响。多项研究报告表明，油茶籽的含油率与品种、气候、地理位置、栽培方式等因素密切相关[10]，正如其他油料作物中所观察到的[11,12]。

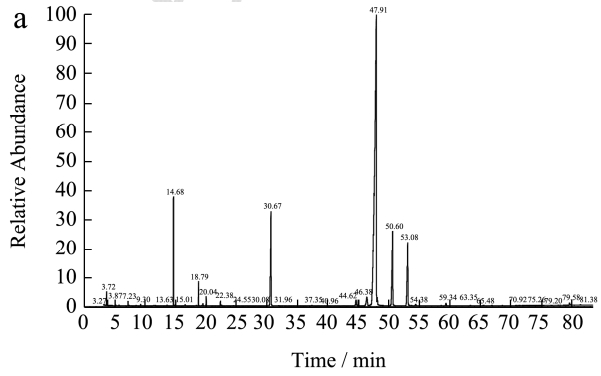
表 1 不同油茶品种干籽出仁率和脂肪含量

Table 1 Kernel percentage, fatty content of four samples of *Camellia oleifera* seeds

品种	干籽出仁率/%	脂肪含量/(g/100 g)
长林 18 号	61.43±0.01^{b}	49.26±2.58^{a}
长林 40 号	68.34±0.02^{a}	44.43±1.93^{a}
长林 53 号	60.84±0.01^{b}	44.43±3.92^{a}
长林 166 号	56.63±0.02^{c}	47.53±9.54^{a}
平均值	61.81±0.02	46.41±4.49
变异系数/%	0.08	0.05

注：不同字母表示差异显著（p<0.05）。

2.2 不同品种茶籽脂肪酸组分和含量分析



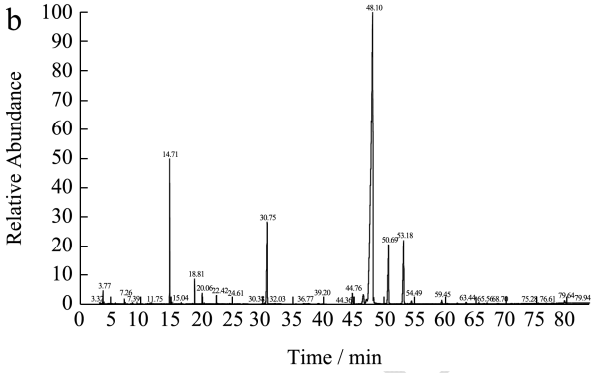


图 2 长林 18 号（a）和长林 40 号（b）样品脂肪酸组成总离子流色谱图

Fig.2 Total ion chromatography of fatty compositions of of Changlin 18 (a) and Changlin 40 (b) sample

采用 GC-MS 法对 4 个油茶品种茶籽仁中脂肪酸的绝对含量进行了分析，结果见表 2。所有样品中共检测到了 17 种脂肪酸，其中，长林 18 号和 40 号茶籽中没有发现顺-11,14,17-二十碳三烯酸和顺-6,9,12-十八碳三烯酸两种脂肪酸（图 2）。

4 个品种茶籽仁的脂肪酸组成有差异，但常量组分均为棕榈酸、顺-油酸和亚油酸。其中，顺-油酸占主要部分，是茶籽仁中的重要单不饱和脂肪酸，含量范围从长林 40 号的 26.25%至长林 18 号的 30.82%，均值 28.47%；棕榈酸，含量范围从长林 53 号 2.86%至长林 18 号 3.22%，均值为 3.03%；亚油酸，含量范围从长林 166 号 3.25%到长林 40 号的 3.86%，均值为 3.65%。

与其他相关研究不同，本试验呈现的是油茶籽仁各脂肪酸组分的绝对含量。为方便与同类研究做比较，将 4 个油茶品种茶籽仁中脂肪酸组分的绝对含量转换为样品中各组分的相对含量，得到油茶籽油中 4 种公认的主要脂肪酸及其含量，即为：顺-油酸含量在 76.04%~79.29%之间，均值为 77.45%；棕榈酸含量在 7.84%~9.10%之间，均值 8.27%；亚油酸含量在 8.75%~11.21%之间，均值为 9.98%；硬脂酸含量在 1.04%~2.56%之间，均值 1.71%，与江源、刘本同、原姣姣、朱功良和龙伶俐等发布的数据相近[5,9,13-15]。世界卫生组织（WHO）推荐的保健型营养油脂，要求其人体必需脂肪酸的亚油酸等多不饱和脂肪酸含量高于 8.0%。3 个主栽和 1 个配栽长林油茶品种茶籽油脂中亚油酸的相对含量均在 8%以上，且检测到了平均值为 0.29%的 α-亚麻酸、0.28%的 γ-亚麻酸、0.10%的二十二碳六烯酸（DHA）。医学界对人体必需脂肪酸的研究表明，ω-6 脂肪酸（主要包括亚油酸和 γ-亚麻酸）和 ω-3 脂肪酸（主要包括 α-亚麻酸和 DHA）的比例接近 4:1 时，各种疾病很难入侵人体[16]。相较于

其他 3 个长林油茶品种，长林 18 号茶籽仁 ω-6 和 ω-3 这两类人体必需脂肪酸的含量比最小，为 19:1，但也远高于这一比值。近年来，国际营养学家提出油脂中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的最佳供能比为 1:6:1[17]，4 个油茶品种长林 18 号、40 号、53 号和 166 号茶籽仁中三类脂肪酸的比值均与郭咪咪等和陈振超等研究结论相仿[18,19]，依次为 1.05:8.28:1、1:6.08:1.05、1:8.13:1.36、1.08:7.17:1，其中，长林 40 号茶籽仁中的三类脂肪酸比例最接近最佳功能比 1:6:1。

2.3 茶籽脂肪酸组分的相关性分析

对脂肪和 16 种脂肪酸组分进行相关性分析（顺-13-二十二碳一烯酸在 4 个长林油茶品种中含量相同），结果如表 3 所示。脂肪含量与棕榈酸相关系数为 0.647，但没有达到显著水平；豆蔻酸与顺-油酸、α-亚麻酸的相关系数分别为 0.982、0.991，分别呈显著、极显著正相关；顺-油酸与 γ-亚麻酸、顺-二十碳二烯酸的相关系数为 0.972 和 0.959，均呈显著正相关；顺-11-二十碳一烯酸与顺-11,14,17-二十碳三烯酸相关系数-0.961，呈显著负相关；反-油酸与棕榈酸和亚油酸呈负相关，相关系数分别为-0.774 和-0.408，但未达到显著水平。

表 2 不同油茶品种茶籽仁中脂肪酸组成和含量

Table 2 Fatty acids and their absolute contents in four samples of *Camellia oleifera* seeds

编号	脂肪酸组分	脂肪酸绝对含量/%						
		长林 18	长林 40	长林 53	长林 166	平均值	标准差	变异系数
1	十三碳烷酸（13:0）	0.02	0.03	0.03	0.06	0.04	0.02	0.49
2	十四碳烷酸、豆蔻酸（14:0）	0.16	0.09	0.11	0.14	0.13	0.03	0.25
3	十六碳烷酸、棕榈酸（16:0）	3.22	3.14	2.86	2.91	3.03	0.17	0.06
4	十八碳烷酸、硬脂酸（18:0）	0.54	0.63	0.38	0.95	0.63	0.24	0.38
5	顺-9-十八碳-一烯酸、顺-油酸（9c-18:1）	30.82	26.25	27.89	28.9	28.47	1.91	0.08
6	反-9-十八碳-一烯酸、反-油酸（9c-18:1）	0.15	0.15	0.17	0.2	0.17	0.02	0.14
7	顺，顺-9,12-十八碳-二烯酸、亚油酸（9c,12c-18:2）	3.4	3.86	4.08	3.25	3.65	0.39	0.11
8	顺，顺，顺-6,9,12-十八碳三烯酸、γ-亚麻酸（6c,9c,12c-18:3）	0.04	-	0.12	0.15	0.1	0.06	0.55
9	顺、顺、顺-9,12,15-十八碳三烯酸、α-亚麻酸（9c,12c,15c-18:3）	0.13	0.08	0.12	0.1	0.11	0.02	0.21
10	二十碳酸（16:0）	0.02	0.01	0.09	0.02	0.04	0.04	1.06
11	顺-11-二十碳一烯酸（11c-20:1）	0.15	0.1	0.07	0.12	0.11	0.03	0.31
12	顺，顺-13,16-二十碳二烯酸（13c,16c-20:2）	0.05	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.39
13	顺，顺，顺-8,11,14-二十碳三烯酸（8c,11c,14c-22:3）	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.01	0.22
14	顺-11,14,17-二十碳三烯酸（11c,14c,17c-20:3）	-	0.03	0.05	0.03	0.04	0.01	0.31
15	顺-13-二十二碳一烯酸（13c-22:1）	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0	0
16	顺-13,16-二十二碳二烯酸（13c,16c-22:2）	0.04	0.04	0.04	0.13	0.06	0.05	0.72
17	顺-4,7,10,13,16,19-二十二碳六烯酸、DHA（4,7,10,13,16,19-22:6）	0.11	0.07	0.03	0.2	0.1	0.07	0.71
	饱和脂肪酸	3.96	3.9	3.47	4.08	3.86	0.27	0.07
	总不饱和脂肪酸	34.91	30.62	32.93	33.04	32.88	1.76	0.05
	单不饱和脂肪酸	31.15	26.53	28.2	29.26	28.79	1.94	0.07
	多不饱和脂肪酸	3.76	4.09	4.73	3.78	4.09	0.45	0.11

表 3 脂肪及脂肪酸组成之间 Pearson 相关性分析

Table 3 Pearson correlation analysis of Fatty contents and fatty acids

项目	FC	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
FC	1																
a	-0.100	1															
b	-0.395	0.062	1														
c	0.647	-0.612	0.218	1													
d	0.292	0.850	0.241	-0.103	1												
e	-0.460	-0.106	0.982*	0.249	0.052	1											
f	-0.442	0.937	0.204	-0.774	0.667	0.076	1										
g	-0.066	-0.469	-0.789	-0.243	-0.763	-0.663	-0.408	1									
h	-0.899	0.457	0.147	-0.909	-0.023	0.151	0.726	0.090	1								
i	-0.500	0.130	0.991**	0.088	0.241	0.972*	0.302	-0.760	0.276	1							
j	-0.796	-0.156	-0.203	-0.679	-0.646	-0.085	0.134	0.654	0.759	-0.102	1						
k	0.239	-0.057	0.796	0.686	0.396	0.744	-0.126	-0.850	-0.456	0.714	-0.723	1					
l	-0.398	-0.382	0.895	0.406	-0.193	0.959*	-0.196	-0.483	0.010	0.866	-0.036	0.708	1				
m	-0.052	-0.577	0.750	0.716	-0.236	0.821	-0.494	-0.425	-0.360	0.676	-0.271	0.792	0.927	1			
n	-0.307	.327	-.702	-.840	-.158	-.695	.393	.670	.599	-.602	.678	-.961*	-.739	-.889	1		
o	-0.133	0.962*	0.322	-0.468	0.903	0.152	0.917	-0.683	0.408	0.376	-0.271	0.198	-0.132	-0.333	0.081	1	
p	0.062	0.754	0.582	-0.040	0.929	0.416	0.664	-0.932	0.074	0.584	-0.589	0.613	0.173	0.069	-0.372	0.894	1

注：FC，脂肪含量；a，十三碳烷酸；b，豆蔻酸；c，棕榈酸；d，硬脂酸；e，顺-油酸；f，反-油酸；g，亚油酸；h，γ-亚麻酸；i，α-亚麻酸；j，二十碳酸；k，顺-11-二十碳一烯酸；l，顺，顺-二十碳二烯酸；m，顺，顺，顺-8,11,14-二十碳三烯酸；n，顺-11,14,17-二十碳三烯酸；o，顺-13,16-二十二碳二烯酸；p，DHA。

3 结论

4 个油茶品种长林 18 号、40 号、53 号和 166 号茶籽中脂肪含量差异不大，干籽出仁率差异较大，长林 40 号显著高于其他 3 个油茶品种；所有参试样品中不饱和脂肪酸的含量均较高，大于 88%，高于广西、江西、云南油茶产区茶籽油脂不饱和脂肪酸的平均值 87.74%[14]，与其他常见木本油脂如红松籽油、核桃油、香榧油的不饱和脂肪酸含量相近[18]；就脂肪酸组成而言，长林 40 号油脂中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸含量比值最接近营养学家推荐的含量比值 1:6:1，其次是长林 166 号，而后是油脂组成最相近的长林 18 号和 53 号。结合这些品种已公布的产量、抗性等特征和本试验研究结论，长林 40 号油茶良种不仅产量高、抗性强，而且干籽出仁率高、含油量高，茶籽脂肪酸组成均衡，综合性状要优于其他三个品种。

参考文献

[1] 李远发,胡灵,王凌晖.油茶资源研究利用现状及其展望[J].广西农业科学,2009,40(4):450-454
LI Yuan-fa, HU Ling, WANG Ling-hui. Current status and prospect of researches and utilizations in *Camellia oleifera* resources [J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2009, 40(4): 450-454

[2] 龙正海,王道平.油茶籽油与橄榄油化学成分研究[J].中国粮油学报,2008,23(2):121-123
LONG Zheng-hai, WANG Dao-ping. Chemical constituents of olive oil and from *Camellia oleifera* seed oil [J]. Journal of The Chinese Cereals and Oil Association, 2008, 23(2): 121-123

[3] 王俐娟,曾秋梅,王晓琴.3 组山茶属植物油脂研究进展[J].中国粮油学报,2017,32(11):165-171
WANG Li-juan, ZENG Qiu-mei, WANG Xiao-qin. Research development of *Camellia* seed oil from three sections [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oil Association, 2017, 32(11): 165-171

[4] 尹丹丹,李珊珊,吴倩,等.我国 6 种主要木本油料作物的研究进展[J].植物学报,2018,53(1):110-125
YIN Dan-dan, LI Shan-shan, WU Qian, et al. Advances in research of six woody oil crops in China [J]. Bulletin of Botany, 2018, 53(1): 110-125

[5] 江源,姚小华,曹永庆,等.长林系列油茶在不同分布区域的果实品质差异及综合评价[J].经济林研究,2016,34(3):42-48
JIANG Yuan, YAO Xiao-hua, CAO Yong-qing, et al.

Variation and comprehensive evaluation of fruit quality of Changlin series of *Camellia oleifera* at different distribution regions [J]. Nonwood Forest Research, 2016, 34(3): 42-48

[6] 王晶.河南油茶品种资源选育现状[J].安徽农业科学,2012, 40(36):17652-17653
WANG Jing. Breeding status of *Camellia oleifera* varieties in Henan province [J]. Anhui Agricultural Science, 2012, 40(36): 17652-17653

[7] 黄旺志,申明海,岳凤莲,等.河南省油茶良种工作现状与建议[J].河南林业科技,2017,37(1):44-46
HUANG Wang-zhi, SHEN Ming-hai, YUE Feng-lian, et al. Current status and proposal of *Camellia oleifera* breeding in Henan [J]. Journal of Henan Forestry Science and Technology, 2017, 37(1): 44-46

[8] 恽卓婷,廖鲜艳,翁新楚.茶叶籽油与油茶籽油理化性质及脂肪酸组成比较[J].食品工业科技,2011,32(6):136-138
YUN Zhuo-ting, LIAO Xian-yan, WENG Xin-chu. Comparison of physicochemical properties and fatty acids composition of tea seed oil and *Camellia oleifera* seed oil [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 32(6): 136-138

[9] 朱功亮,周伟国,黎曙光,等.长林系列品种油茶籽含油率和脂肪酸组成分析研究[J].湖北林业科技,2013,42(4): 21-23
ZHU Gong-liang, ZHOU Wei-guo, LI Shu-guang, et al. Research on oil contents and fatty acid composition of different Changlin Varieties of *Camellia oleifera* Seeds [J]. Hubei Forestry Science and Technology, 2013, 42(4): 21- 23

[10] 陈毓静,王琳琳,陈小鹏,等.广西河池、百色和梧州油茶种子含油率和脂肪酸组成测定[J].食品科学,2011,32(8):172-176
CHEN Yu-jing, WANG Lin-lin, CHEN Xiao-peng, et al. Oil content and fatty acid composition of *Camellia oleifera* seed in Guangxi [J]. Food Science, 2011, 32(8): 172-176

[11] F Aranda, S Gomez-Alonso, R M Rivera del Alamo, et al. Triglyceride, total and 2-position fatty acid composition of cornicabra virgin olive oil: comparison with other Spanish cultivars [J]. Food Chemistry, 2004, 86: 485-492

[12] Mohammad R Sabzalian, Ghodratollah Saeidi, Aghafakha Mirlohi. Oil content and fatty acid composition in seeds of three Safflower species [J]. Journal of the American Oil Chemists Society, 2008, 85: 717-721

[13] 刘本同,倪荣新,秦玉川,等.不同海拔长林无性系油茶籽品质分析与比较研究[J].浙江林业科技,2017,37(4):49-53
LIU Ben-tong, NI Rong-xin, QIN Yu-chuan, et al. Comparisons on seeds of Changlin series of *Camellia oleifera* at different elevation [J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 2017, 37(4): 49-53

[14] 原姣姣,王成章,陈虹霞,等.不同品种油茶籽的含油率和脂肪酸组成分析研究[J].中国油脂,2012,37(1):75-79
YUAN Jiao-jiao, WANG Cheng-zhang, CHEN Hong-xia, et al. Oil content and fatty acid composition analysis of different varieties of *Camellia oleifera* seeds [J]. China Oils and Fattys, 2012, 37(1): 75-79

[15] 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,2012,37(4):78-81
LONG Ling-li, XUE Ya-lin, ZHANG Dong, et al. Investigation on main characteristic composition of *Camellia oleifera* seed oil [J]. China Oils and Fattys, 2012, 37(4): 78-81

[16] 肖正春,袁昌齐,束成杰,等.三种木本植物果肉类植物油的开发与利用[J].中国野生植物资源,2017,42(3):35-39
XIAO Zheng-chun, YUAN Chang-qi, SHU Cheng-jie, et al. Development and utilization of fatty oil from three kinds of woody plants' pulp [J]. Chinese Wild Plant Resources, 2017, 42(3): 35-39

[17] 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
PAN Ying-wei, YU Yan-tong, LIU Zeng-ge, et al. Function research on bioactive constituents of olive oil and study on processing technology [J]. Cereal and Food Industry, 2013, 20(5): 13-16

[18] 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
GUO Mi-mi, WANG Ying-yao, YAN Jun, et al. The characteristics analysis on typical woody oils [J]. Journal of The Chinese Cereals and Oil Association, 2017, 32(2): 74-79

[19] 陈振超,倪张林,莫润宏,等.7 种木本油料油脂品质综合评价[J].中国油脂,2018,43(11):80-85
CHEN Zhen-chao, NI Zhang-lin, MO Run-hong, et al. Comprehensive evaluation on quality of oils from seven kinds of woody oil crops [J]. China Oils and Fattys, 2018, 43(11): 80-85