

doi:10.3969/j.issn.1001-3776.2017.03.009

## 不同海拔长林无性系油茶籽品质分析与比较研究

刘本同<sup>1</sup>, 倪荣新<sup>2</sup>, 秦玉川<sup>1</sup>, 王毅<sup>3</sup>, 方茹<sup>1</sup>, 王衍彬<sup>1</sup>

(1. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023; 2. 丽水市油茶产业发展中心, 浙江 丽水 323000;  
3. 青田县林业技术推广站, 浙江 青田 323900)

**摘要:**以长林系列4个油茶 *Camellia oleifera* Abel.品种为材料,研究了浙江省庆元县(高海拔)和青田县(低海拔)不同海拔高度对其果实大小和茶籽油脂脂肪酸组成的影响。结果表明,4个长林系列油茶品种的单粒重高海拔均小于低海拔;4个品种茶籽的棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸含量不同海拔之间有一定的交叉变化,但不显著。棕榈酸含量,只有长林166号和长林4号低海拔比高海拔高,硬脂酸含量除长林166号,高海拔比低海拔高;饱和脂肪酸总量高海拔比低海拔高。亚油酸含量长林166号和长林40号高海拔比低海拔低,长林4号和长林53号高海拔比低海拔高;油酸含量4个品种基本上是高海拔比低海拔低,而棕榈油酸长林166号和长林4号高海拔比低海拔高。不饱和脂肪酸中顺-11-二十碳烯酸,除长林53号,其余品种都是高海拔比低海拔高。研究结果表明,海拔高度与油茶果实的大小及百粒重呈负相关,但对含油率和脂肪酸组成的影响不明显。

**关键词:**海拔;长林无性系;浙江;质量;脂肪酸组成

中图分类号: S794.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-3776(2017)04-0049-05

## Comparisons on Seeds of Changlin Series of *Camellia oleifera* at Different Elevation

LIU Ben-tong<sup>1</sup>, NI Rong-xin<sup>2</sup>, QIN Yu-chuan<sup>1</sup>, WANG Yi<sup>3</sup>, FANG Ru<sup>1</sup>, WANG Yan-bin<sup>1</sup>

(1. Zhejiang Academy of Forestry, Hangzhou 310023, China; 2. Lishui Oil-tea Development Center of Zhejiang, Lishui 323000, China;  
3. Qingtian Forestry Extension Station, Qingtian 323900, China)

**Abstract:** Determinations were conducted on seed mass of Changlin series namely Changlin No 4, No 40, No 53 and No 166 of *Camellia oleifera* in plantation of Qiangyuan (higher elevation) and Qingtian (lower elevation) in 2016. It showed that single fruit mass of different cultivars at higher plantation was lower than that at lower one. Analysis on composition of oil fatty acid demonstrated that content of palmitic acid, stearic acid, oleic acid and linoleic acid in seeds of tested cultivars had no evident difference between elevation. Content of cis-11-eicosenoate in unsaturated fatty acids in fruit of different cultivars at higher plantation was higher than that at lower, except Changling No 53. The experiments concluded that elevation had negative correlation with fruit size and hundred-seed weight, but had no evident correlation with oil content and composition of fatty acid.

**Key words:** elevation; Changlin series; Zhejiang; mass; composition of fatty acid

油茶 *Camellia oleifera* Abel.为山茶科 Theaceae 山茶属 *Camellia* 植物,是我国特有的优质木本食用油树种。不同环境生态因子对不同品系油茶所产茶油品质影响的研究,国内已较多。王湘南等<sup>[1]</sup>通过对湖南、贵州、河南三地的湘林系列油茶籽脂肪酸组成进行比较分析,表明不同地点种植的不同品系甚至同一品系油茶脂肪酸组

收稿日期: 2017-01-21; 修回日期: 2017-05-30

基金项目: 浙江省科技厅计划项目: 浙江木本食用油绿色加工技术及产业化示范(2013F50012)

作者简介: 刘本同,高级工程师,从事木本油料栽培与推广工作; E-mail: lbctct@126.com。通信作者: 王衍彬,副研究员,从事木本油料加工与天然产物化学方面的研究; E-mail: numbsword@126.com。

成有一定差异,但油酸含量和不饱和脂肪酸总量相对变化不大,亚油酸和棕榈酸的含量变化相对大些。说明对这些油茶品系而言,在不同区域栽培时,油茶籽不饱和脂肪酸含量变化不大,对油茶籽品质没有很大影响。李大明等<sup>[2]</sup>对 14 个不同地区的普通油茶品质与 19 个生态因子进行多元线性逐步回归分析,认为不饱和脂肪酸含量与纬度、海拔和年降水量成正相关,其中纬度对不饱和脂肪酸含量影响最大。姚小华等<sup>[3]</sup>对我国油茶主产区 34 个点的普通油茶籽的粗脂肪和脂肪酸组成与地理经纬度关系进行了分析,表明油茶籽的粗脂肪含量与地理经度和纬度均有显著的负相关关系,油茶籽油的脂肪酸组成中硬脂酸含量与地理纬度有显著的负相关关系,而油酸与粗脂肪含量有极显著的正相关关系。张乃燕等<sup>[4]</sup>以广西 10 个样点的岑溪软枝油茶品种为材料,研究了经度、纬度、海拔、年均温度、年均降水量等地理气候因子对油茶籽油脂脂肪酸组成的影响,结果表明经度对脂肪酸组成的影响不明显,而纬度、海拔高度显著影响油酸和亚油酸的含量,随着纬度和海拔的增加,油酸含量增高,亚油酸含量则降低。

本文以长林系列 4 个油茶品种为材料,研究浙江省庆元县和青田县 2 个不同海拔高度栽培区段对油茶果实大小、油茶籽油脂脂肪酸含量及组成的影响,旨在为浙江省长林系列高品质油茶生产的栽培区划提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

研究材料为长林 4 号、长林 40 号、长林 53 号和长林 166 号 4 优良无性系。样品分别采自浙江西南山区的庆元县和青田县。庆元县采样点基地面积 27.7 hm<sup>2</sup>,栽培时间 2012 年,投产时间 2015 年,鲜果产量 3 750.0 kg·hm<sup>-2</sup>;青田县采样点基地面积 200.0 hm<sup>2</sup>,栽培时间 2012 年,投产时间 2015 年,鲜果产量 3 750.0 kg·hm<sup>-2</sup>。两个基地直线距离 135 km,各采样点的地理位置及自然概况见表 1。

表 1 不同海拔样地采样点基本情况  
Table 1 Information of sampling sites at different elevation

样地	采样地点	纬度/N	经度/E	海拔/m	年均温度/℃	≥10℃年积温/℃	年均降水量/mm
庆元县	百山祖镇合湖村	27°15'36"	119°10'12"	1 150	13.3	5 290	1 778
青田县	船寮镇石盖口村	28°04'48"	120°10'12"	280	18.7	5 647	1 800

1.2 设备与试剂

DFT-150 粉碎机,温州顶历;500 mL 容量索氏提取器,自制;RE-5205 旋转蒸发仪,上海亚荣;AL204-IC 电子天平,梅特勒;Lab dancer 振荡器,IKA;7890A-5975C 气相色谱质谱联用仪,安捷伦。

石油醚、氢氧化钾、甲醇,均为分析纯;异辛烷,色谱纯。

1.3 样品采集与处理

2016 年 10 月下旬油茶在果实成熟时统一采集样品。两个采样点分别选择长林 4 号、长林 40 号、长林 53 号和长林 166 号代表性样株各 3 株,每株树体东南西北 4 个方位随机采果共 1.5 kg,采集后将同一品种的所有果实混合带回实验室,置室内自然风干后剥壳取出油茶籽,每个品种随机选取 200~250 粒,用千分之一电子天平分别测定茶籽质量。

所得数据应用 WPS 表格 10.1 进行平均值和标准差计算,采用 Origin 9.0 进行 t 检验分析。

1.4 茶籽油提取方法

称取 200 g 干燥去壳种仁,粉碎至 60 目,再精确称取 50 g 种仁粉末,分别包入 3 个滤纸包中,采用 30℃~60℃沸程的石油醚,在索氏提取器中回流浸提 12 h,旋转蒸发器充分回收溶剂,萃取物通风柜中敞口静置 12 h,称重并计算各样品的种仁含油率。残渣干燥蒸发溶剂后,测其质量,利用以下公式,计算出不同样品种仁的含油率:

种仁含油率(%)=(样品质量-残渣质量)/样品质量×100

1.5 茶油脂脂肪酸成分测定

1.5.1 样品甲酯化方法 采用改进 GB/T 17376 – 2008 甲酯化方法: 精确称取 60 mg 样品至具塞试管中, 取 4 mL 异辛烷溶解试样, 加入 200  $\mu\text{L}$  氢氧化钾甲醇 ( $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 溶液, 剧烈振摇 30 s, 于  $80^{\circ}\text{C}$  金属浴中加热 5 min, 静置至澄清。再加入 1 g 硫酸氢钠, 振摇, 中和氢氧化钾, 沉淀后, 取上层溶液,  $0.22\text{ }\mu\text{m}$  膜过滤, 进行 GC-MS 分析。

1.5.2 脂肪酸甲酯组成 GC/MS 分析 气相色谱条件: DB-WAX ( $30\text{ m}\times 0.25\text{ mm}$ ,  $0.25\text{ }\mu\text{m}$ ) 色谱柱, 进样口温度  $250^{\circ}\text{C}$ , 进样量  $1\text{ }\mu\text{L}$ , 载气为高纯 He 气, 流速为  $1\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ , 分流比 15:1。程序升温: 初始温度  $50^{\circ}\text{C}$ , 保持 2 min, 以  $5^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  升至  $150^{\circ}\text{C}$ , 保持 1 min, 再以  $8^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  升温至  $260^{\circ}\text{C}$ , 保持 2 min。

质谱条件: 接口温度  $280^{\circ}\text{C}$ , 进样口温度  $250^{\circ}\text{C}$ , 离子源温度  $230^{\circ}\text{C}$ , MS 四极杆温度为  $150^{\circ}\text{C}$ , 载气 (He) 流量  $1\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ , 分流比 50:1, 扫描质量范围  $33.00\sim 550.00\text{ amu}$ , 溶剂延迟时间 3 min。定性方法采用 NIST08 质谱库检索比较鉴定, 采用峰面积归一法进行定量。

2 结果与分析

2.1 不同采样点油茶籽不同品种单果质量比较分析

由表 2 可知, 海拔对单果质量分布的影响较大。小果 (质量  $\leq 1\text{ g}$ ) 的单果数占总果数的比例, 高海拔 4 个长林系列品种均明显大于低海拔, 其中长林 166 号差异最大, 高海拔小果数占总果数的 78.63%, 而低海拔小果数只占总果数的 7.63%。大果 (质量  $> 2\text{ g}$ ) 的单果数占总果数据的比例, 高海拔 4 个长林系列品种均明显小于低海拔, 其中差异最大的是长林 166 号和长林 4 号, 高海拔样地大果比例分别为 0% 和 8.84%, 低海拔样地大果比例分别为 33.73% 和 39.84%, 差异显著。中果 ( $1\text{ g} < \text{质量} \leq 2\text{ g}$ ) 的单果数占总果数的比例, 高低海拔间的未呈现明显差异, 其中长林 40 号和长林 166 号低海拔中果数较多, 长林 4 号和长林 53 号高海拔中果数较多。综合可得出, 海拔对 4 个长林系列油茶果的质量影响较大, 海拔高, 积温少, 果实偏小, 海拔低, 积温多, 果实较大。图 1 的油茶籽平均百粒重对比图中也看出同样的结果, 长林 4 号、长林 166 号和长林 53 号低海拔的平均百粒重均大于高海拔, t 检验结果显示, 差异显著 ( $t < 0.01$ ), 长林 40 号百粒重, 低海拔略大于高海拔, t 检验结果显示, 但并无明显差异 ( $t > 0.05$ )。

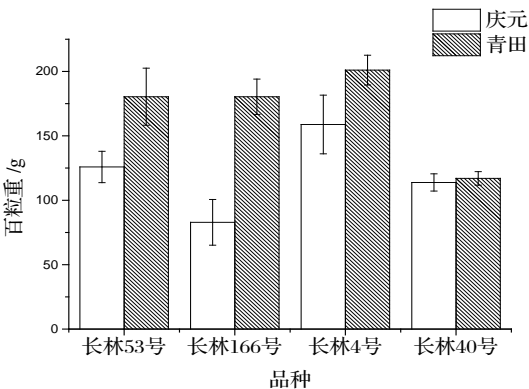


图 1 不同海拔采样点油茶籽百粒重对比图

Figure 1 Hundred-seed weight of different cultivars at different elevation

表 2 不同海拔样地不同品种油茶籽单果质量  
Table 3 Single fruit quality of different cultivars at different elevation

样地	品种	质量 $\leq 1\text{g}$		$1\text{g} < \text{质量} \leq 2\text{g}$		质量 $> 2\text{g}$		样本总数/个
		数量 /个	比例/%	数量/个	比例/%	数量/个	比例/%	
高海拔	长林 40 号	143	57.20	107	42.80	0	0.00	250
低海拔	长林 40 号	110	44.00	137	54.80	3	1.20	250
高海拔	长林 4 号	71	28.51	156	62.65	22	8.84	249
低海拔	长林 4 号	14	5.58	137	54.58	100	39.84	251
高海拔	长林 166 号	195	78.63	53	21.37	0	0.00	248
低海拔	长林 166 号	19	7.63	146	58.63	84	33.73	249
高海拔	长林 53 号	92	37.10	150	60.48	6	2.42	248
低海拔	长林 53 号	80	31.87	128	51.00	43	17.13	251

2.2 不同采样点不同品种油茶籽种仁含油率比较分析

从图 2 可以看出,长林 53 号和长林 40 号油茶籽含油率,低海拔略高于高海拔,166 号和 4 号的含油率,高海拔略高于低海拔,除长林 40 号外,其它 3 个品种的油茶果含油率高低海拔间并无显著性的差异。4 个品种油茶果的含油率,最高为长林 53 号低海拔样品,达 44.84%,最低为长林 40 号高海拔样品,为 30.17%。

2.3 不同海拔采样点油茶籽油脂脂肪酸组成的比较分析

从表 3 中可以看出,高低海拔的 4 个油茶品种,饱和脂肪酸的总含量相对较稳定,两两之间均无显著差异。2 种主要饱和脂肪酸中硬脂酸含量以低海拔基地的长林 166 号最高,达 3.66%,低海拔基地

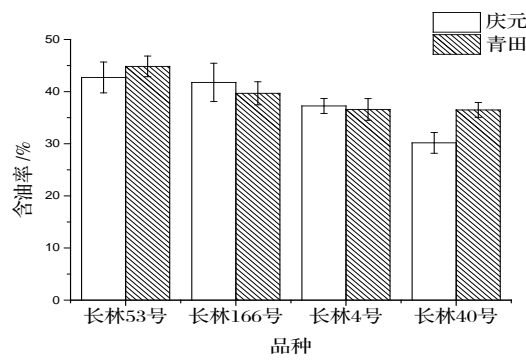


图 2 4 个长林品种油茶不同海拔含油率比较图

Figure 2 Oil content from kernel of different cultivars at different elevation

长林 40 号最低,为 2.52%;棕榈酸则以低海拔基地长林 40 号最高,达 12.39%,低海拔基地长林 4 号最低,为 10.77%。2 个地点的 4 个品种中不饱和脂肪酸组成的总含量也无明显差异。低海拔基地的长林 4 号油酸含量最高,达 75.05%,高海拔基地长林 4 号油酸含量最低,为 73.06%;亚油酸含量以高海拔基地长林 53 号样品最高,为 10.55%,高海拔基地长林 40 号样品最低,为 8.31%。另外,在长林 166 号和长林 4 号样品中,均检出微量的 6-十八碳烯酸,而长林 40 号和长林 53 号样品中未检出此成分。有研究者认为<sup>[2]</sup>,种仁油中不饱和脂肪酸含量与环境温度呈负相关性,温度越低,不饱和脂肪酸含量越高,但本研究中并未发现此规律。

表 3 不同海拔 4 种长林系列油茶籽油脂脂肪酸组成的比较  
Table 3 Composition of fatty acid from kernel of different cultivars at different elevation

脂肪酸		脂肪酸组成含量/%							
类型	种类	长林 166 号		长林 40 号		长林 4 号		长林 53 号	
		低海拔	高海拔	低海拔	高海拔	低海拔	高海拔	低海拔	高海拔
饱和脂肪酸	十四酸	0.05	0.04	0.04	0.05	0.01	0.01	0.04	0.04
	棕榈酸	10.94	12.24	12.39	12.20	10.77	11.27	11.08	10.88
	十七烷酸	0.05	0.05	0.03	0.06	0.05	0.02	0.06	0.04
	硬脂酸	3.66	2.63	2.52	3.15	2.67	2.85	2.53	2.81
	总计	14.70	14.96	14.98	15.46	13.50	14.15	13.71	13.77
不饱和脂肪酸	10-顺-十七碳烯酸	0.06	0.06	0.03	0.05	0.06	0.01	0.05	0.02
	棕榈油酸	0.06	0.13	0.06	0.09	0.04	0.10	0.06	0.06
	亚油酸	10.32	9.10	9.45	8.31	8.91	10.42	10.26	10.55
	油酸	74.26	74.46	75.05	74.50	76.80	73.06	75.38	75.14
	顺-11-二十碳烯酸	0.51	1.12	0.43	1.59	0.42	2.01	0.53	0.45
	6-十八碳烯酸	0.08	0.16	0	0	0.27	0.25	0	0
	总计	85.29	85.03	85.02	84.54	86.50	85.85	86.28	86.22

3 结果与讨论

根据已有文献报道,不同栽培区域的地理条件和气候条件对油茶籽单粒重的影响较大<sup>[5-7]</sup>。本研究结果表明,高海拔 4 个油茶品种的单果质量 > 2 g 的单果数均显著低于低海拔的,这与以往报道一致,表明油茶果实的大小及百粒重与海拔高度负相关。在含油率与脂肪酸组成方面,4 个油茶品种的棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸含量之间有一定的交叉变化,但不明显。长林 166 号和长林 4 号饱和脂肪酸中棕榈酸的含量,高海拔比低海拔高,而硬脂酸除了长林 166 号,低海拔样品比高海拔样品高,其余 3 个品种,高海拔样品均比低海拔样品高。从饱和脂肪酸总量来讲,高海拔比低海拔略高,但并无显著性的差异。该研究结果与以往报道略有不同,表明饱和脂肪酸也受到外界生态地理条件的影响,而不只有年均温度对其有较显著的影响<sup>[2-3]</sup>。一般认为,不饱和脂肪酸中油酸、亚油酸含量随地理气候因子的变化而显著变化,温差大的栽培环境十分有利于油茶籽油油酸含量的积

累和提高<sup>[4]</sup>, 而本研究结果并未得出上述结论, 说明油茶籽油的不饱和脂肪酸含量, 除了受到栽培区域生态环境、地理条件和气候条件的影响外, 可能还受到品种的自身遗传因素控制。因此, 油茶籽油脂肪酸品质以及饱和与不饱和脂肪酸含量的变化与环境的互作机理还有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 王湘南, 陈永忠, 伍利奇, 等. 油茶种子含油率和脂肪酸组成研究[J]. 中南林业科技大学报, 2008, 28 (3): 11–17.
- [2] 李大明, 刘厚培. 外界生态因子对相同品系油茶品质影响的研究[J]. 林业科学, 1990, 26 (5): 1389–395.
- [3] 姚小华, 王亚萍, 王开良, 等. 地理经纬度对油茶籽中脂肪及脂肪酸组成的影响[J]. 中国油脂, 2011, 36 (4): 31–34.
- [4] 张乃燕, 黄开顺, 覃毓, 等. 主要地理气候因子对油茶籽油脂脂肪酸组成的影响[J]. 中国油脂, 2013, 38 (11): 78–80.
- [5] 郭文扬, 汪铎. 浙江中部丘陵地区油茶产量气候分析[J]. 中国农业气象, 1987, 8 (2): 31–34.
- [6] 欧阳兆云. 油茶产量与气象条件的关系及生产管理措施[J]. 气象, 1991, 17 (3): 35–36, 16.
- [7] 张志祥. 生态因子和人为因素对油茶出油率的影响[J]. 湖南林业科技, 1995, 22 (1): 14–15.