

油茶籽成熟过程中油脂及营养物质变化的研究

李 好^{1,2}, 方学智^{1*}, 钟海雁², 费学谦¹, 罗 凡¹

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. 中南林业科技大学食品与工程学院, 湖南 长沙 410004)

摘要:通过油茶籽主要理化性质和营养成分的分析,研究了油茶籽成熟过程中油脂转化及营养物质的变化规律。结果表明:在油茶籽成熟过程中,鲜籽含水率持续下降,鲜出籽率变化不大,鲜籽出仁率小幅上升,干出籽率和含油率不断上升。油茶籽油中的酸值和过氧化值总体呈下降趋势。在油茶籽成熟过程中,油酸相对含量整体呈上升趋势,亚油酸和亚麻酸相对含量都呈下降趋势,与油酸含量呈极显著负相关($p \leq 0.01$),相关系数 r 分别为 -0.978 和 -0.957 。油茶籽成熟过程中,油脂积累和可溶性总糖含量的变化呈负相关($r = -0.289$),与可溶性淀粉($r = 0.836$)和可溶性蛋白($r = 0.703$)含量变化均呈显著正相关。 α -生育酚含量变化基本上是先增加,在9月28日达到最大值 $0.153 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 后基本维持稳定,角鲨烯和 β -谷甾醇含量随着油茶籽的成熟先增加后下降。

关键词:油茶籽;理化性质;油脂;营养物质

中图分类号:S794.4

文献标识码:A

Variation of Physicochemical Properties and Nutritional Components of Oil-tea Camellia Seeds during Riping

LI Hao^{1,2}, FANG Xue-zhi¹, ZHONG Hai-yan², FEI Xue-qian¹, LUO Fan¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Faculty of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hu'nan, China)

Abstract: By analyzing the main physical and chemical properties and nutrient contents of camellia seeds, the variation of fat transformation and nutrients during the process of oil-tea camellia seed maturation were studied. The results showed that with maturation, the moisture content of camellia seed declined, the fresh seed yield changed little, the kernel rate increased slightly, and the dry seed rate and seed oil content rose; the acid value and POV of camellia seed oil were overall downward; the relative content of oleic acid in the ripening process was overall upward, while the contents of linoleic acid and linolenic acid decreased. Both the linoleic acid and linolenic acid were very significantly negatively correlated with the oleic acid content ($p \leq 0.01$), the correlation coefficient were -0.978 and -0.957 ; the fat accumulation was negatively correlated with the total soluble sugar change ($r = -0.289$), and positively correlated with soluble starch change ($r = 0.836$) and soluble protein changes ($r = 0.703$). Basically, the α -tocopherol content increased in the initial phase, and reached the maximum $0.153 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ on September 28th then remained stable. The contents of squalene and β -sitosterol increased in the initial phase and then decreased with the maturation of seed.

Key words: camellia seed; physical and chemical properties; fat; nutrient

收稿日期:2013-05-27

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划项目(2009BADB1B03)

作者简介:李 好(1988—),女,湖南邵阳人,硕士研究生,主要从事经济林产品加工研究。

* 通讯作者:方学智(1978—),男,工程师,在读博士生,主要从事油脂精深加工及生物化学研究。

油茶(*Camellia oleifera* Abel.)是我国重要的木本油料树种,其种籽含油丰富,不饱和脂肪酸含量可达90%以上^[1],是优质的保健食用油和高级天然化妆品原料,素有“东方橄榄油”之称^[2]。茶油中还含有生育酚、角鲨烯、甾醇等脂肪伴随物,对茶油营养价值及油脂的稳定性起着重要的作用^[3]。

在油茶果的成熟过程中,绿色器官的同化物质和果皮中的贮藏物质都迅速向种子转移^[4],此时油茶果体积增长不多,而脂肪含量急剧上升,各活性成分的含量也发生着明显变化,具有复杂的生理生化特点,这对于茶油品质具有重要影响,也对确定合适的采收时间具有重要的参考价值。张文徽等^[5]研究认为,8月份为普通油茶油脂形成与积累最快时期,在成熟过程中油酸成分大幅度增多,亚油酸成分有所减少,亚麻酸、棕榈酸成分大幅度下降,饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸同时形成且可以相互转化。陈永忠等^[6]研究认为,油茶种仁含油率、鲜籽含油率和鲜果含油率均随果实的生长而逐渐增加,且年周期内存在2个增长高峰期,为8月中旬至9月初与9月下旬至10月下旬采收前。总体而言,当前对油茶籽成熟过程中种籽形态、出油率及脂肪酸组成方面的研究较多,而对于其成熟过程中营养物质等研究较少。本试验在分析油茶籽成熟过程中经济性状的基础上,对油茶籽油脂转化和营养物质的变化规律进行研究,以期为良种选择、栽培管理和加工原料筛选提供科学依据。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

2012年于浙江省建德市霞雾农业开发中心油茶示范基地选择坡度适宜的山坡,依地形分为4区,每区选取树体特征与生长条件基本一致的植株30株,于9月7日、9月14日、9月21日、9月28日、10月5日、10月12日、10月19日和10月26日每株随机采样,每株约500g油茶果。区内样品混合后装于封口袋密封带回实验室,并于采样当天测定鲜籽含水率、鲜出籽率等指标,剩余的油茶果剥去果蒲后105℃杀青,自然晾干,用于油品成分分析。

1.2 仪器及方法

BUCHIB-811 索氏提取仪(瑞士Buchi公司);WatersAlliance W2695 高效液相色谱仪(美国Waters公司);GC-2010 气相(日本岛津公司);UV-2550 紫外分光光度计(日本岛津公司);RE-52A 旋转蒸发

仪(上海亚荣生化仪器厂)。氢氧化钾、氢氧化钠、盐酸、硫酸、乙醇、乙醚、正己烷、石油醚、葡萄糖、蒽酮、考马斯亮蓝均为分析纯;牛血清白蛋白购于北京鼎国昌盛生物技术公司;角鲨烯、 α -生育酚、 β -谷甾醇购于Sigma公司。

含水率、出仁率、含油率的测定分别参考GB/T 5009.3-2010^[7]、SN/T0803.10-1999^[8]和GB/T5009.6-2003^[9]。酸值测定参考GB/T 5530-2005^[10];过氧化值测定参考GB/T 5538-2005^[11]。可溶性总糖和可溶性淀粉含量测定采用蒽酮比色法^[12];可溶性蛋白质测定采用考马斯亮蓝法^[13]。脂肪酸提取采用索氏抽提。脂肪酸甲酯化采用GB/T17376-2008^[14]方法。

脂肪酸气相色谱条件:色谱柱(FAMEWAX, 30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m);初始温度255℃,保持1 min后,以1℃ \cdot min⁻¹升至265℃,保持6 min,然后以1℃ \cdot min⁻¹升至275℃,保持3 min;进样量1 μ L,分流比1:30;柱流速1 mL \cdot min⁻¹,进样口300℃,检测器为300℃。

角鲨烯测定参考文献[15]:色谱柱(HP-5, 30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m);初始温度150℃,保持1 min,以10℃ \cdot min⁻¹升至220℃,保持5 min,然后以1℃ \cdot min⁻¹升至230℃,保持6 min进行升温;进样量1 μ L,分流比1:30;柱流速1 mL \cdot min⁻¹,进样口300℃,检测器为300℃。

β -谷甾醇测定参考文献[16]:色谱柱(HP-5, 30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m);初始温度255℃,保持1 min后,以1℃ \cdot min⁻¹升至265℃,保持6 min,然后以1℃ \cdot min⁻¹升至275℃,保持3 min进行升温;进样量1 μ L,分流比1:30;柱流速1 mL \cdot min⁻¹,进样口300℃,检测器为300℃。

α -生育酚测定参考GB/T 5009.82-2003^[17]:色谱柱(ultrasphere ODS, 4.6 mm \times 25 mm \times 5 μ m);流动相:甲醇-水=(98:2);紫外检测器波长:300 nm;量程0.02;进样量20 μ L;流速:1.7 mL \cdot min⁻¹。

数据采用Excel2003和SPSS17.0软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 油茶籽成熟过程中鲜出籽率、干出籽率、鲜籽出仁率和鲜籽含水率变化

从图1可知:油茶籽在成熟过程中,鲜籽含水率一直呈下降趋势,从9月7日的82.71%降至

45.03%；而随着油茶籽的成熟，鲜籽出仁率在后期小幅增大，到10月12日后增长较慢，鲜出籽率变化一直不大，但干出籽率却呈显著上升趋势，说明在油

茶籽的成熟过程中，油茶果的质量一直在增加，果内营养物质在迅速积累。

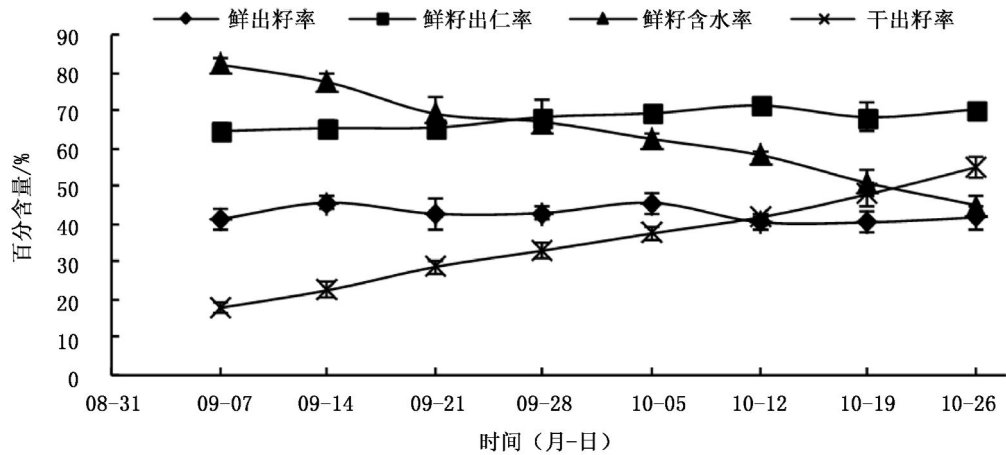


图1 油茶籽成熟过程中鲜出籽率、鲜籽出仁率、鲜籽含水率、干出籽率的变化

2.2 油茶籽成熟过程中油脂的变化

从表1可知：油茶籽的含油率一直呈上升趋势，从9月7日的9.96%升至10月12日的31.11%，10月12日以后含油率基本稳定不变，此时油茶籽中油脂积累较慢，主要是不饱和脂肪酸转化为饱和脂肪酸，这说明油茶籽进入最后的成熟期，也就是完全成

熟前的半个多月，油脂的积累基本停止。从趋势上看，在9月7日至9月14日、9月21日至9月28日及10月5日至10月12日期间油脂积累迅速增加，出现3个“平台-急升”期^[18]，这说明油茶籽进入成熟期时，也就是完全成熟前2个月开始，油脂开始快速积累。

表1 油茶籽成熟过程中脂肪酸的相对百分含量

项目	时间(月-日)							
	09-07	09-14	09-21	09-28	10-05	10-12	10-19	10-26
含油率/%	9.96±2.97	15.14±1.64	17.44±4.22	22.27±1.61	24.03±2.72	31.11±1.77	29.66±2.68	31.09±3.20
棕榈酸/%	11.85±1.37	12.38±1.22	10.50±0.09	10.60±0.09	10.63±1.94	9.56±1.16	8.74±1.09	8.76±0.80
棕榈烯酸/%	0.29±0.08	0.23±0.03	0.16±0.03	0.16±0.01	0.12±0.01	0.11±0.00	0.10±0.01	0.09±0.01
硬脂酸/%	1.35±0.04	1.33±0.03	1.52±0.06	1.56±0.10	1.77±0.22	1.63±0.14	2.02±0.31	2.00±0.08
油酸/%	65.74±5.45	72.91±1.81	77.89±1.32	79.13±1.12	80.69±0.90	82.00±1.28	81.94±1.18	82.86±0.60
亚油酸/%	18.90±3.79	11.95±0.55	8.98±0.98	7.67±0.35	6.05±1.07	6.00±0.84	6.52±0.47	5.63±1.05
亚麻酸/%	1.30±0.28	0.67±0.04	0.45±0.08	0.41±0.06	0.30±0.09	0.27±0.07	0.27±0.03	0.23±0.05
花生烯酸/%	0.59±0.03	0.53±0.01	0.50±0.03	0.48±0.03	0.45±0.02	0.45±0.01	0.42±0.02	0.45±0.04
饱和脂肪酸/%	13.19	13.71	12.02	12.17	12.40	11.18	10.76	10.75
不饱和脂肪酸/%	86.82	86.27	87.99	87.83	87.60	88.82	89.24	89.25

油茶籽在进入油脂快速积累期到完全成熟期前1周，不饱和脂肪酸从9月7日的86.82%上升到10月19日的89.24%，增加2.42%，不饱和脂肪酸含量上升缓慢，接近停滞的状态。不饱和脂肪酸中，油酸的含量从9月7日的65.74%持续上升到10月26日的82.86%，说明在油茶籽成熟过程中油酸含量呈上升趋势，其中在完全成熟前2个月左右，油酸

的积累量最大，至完全成熟前1个月左右，油酸的积累基本停止。从表1还看出：油酸在油茶籽成熟期间的积累速度远大于油脂的积累速度。亚油酸的相对含量从9月7日的18.90%下降到10月26日的5.63%，亚麻酸从1.30%下降至0.23%，说明在油茶籽成熟过程中亚油酸和亚麻酸含量呈下降趋势，与油酸的含量变化呈极显著负相关($p \leq 0.01$)，相关

系数 r 分别为 -0.978 和 -0.957 , 且二者下降的速度远大于油脂的积累速度。花生烯酸的含量在此期间下降轻微, 说明花生烯酸的积累在油茶籽成熟期开始之前。

饱和脂肪酸中主要是棕榈酸和硬脂酸, 棕榈酸含量呈小幅下降趋势, 硬脂酸呈小幅上升趋势, 这与王小艺等^[19]的研究结果相同。

2.3 油茶籽成熟过程中可溶性淀粉、可溶性总糖、可溶性蛋白含量的变化

由图2可知: 可溶性淀粉含量在油茶籽成熟过

程中基本呈增长趋势, 从9月7日的 $31.88 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 增加到10月26日的 $59.78 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 而可溶性总糖含量在初期以一定速率增加, 从9月7日的 $31.19 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 增长到9月14日的 $73.58 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 9月14日之后随着油脂的迅速积累而相应减少, 到10月26日降至 $42.70 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。油茶籽成熟过程中, 可溶性蛋白含量基本呈增长趋势, 从9月7日到10月12日, 可溶性蛋白质含量由 $2.08 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 增长到最大值 $5.00 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

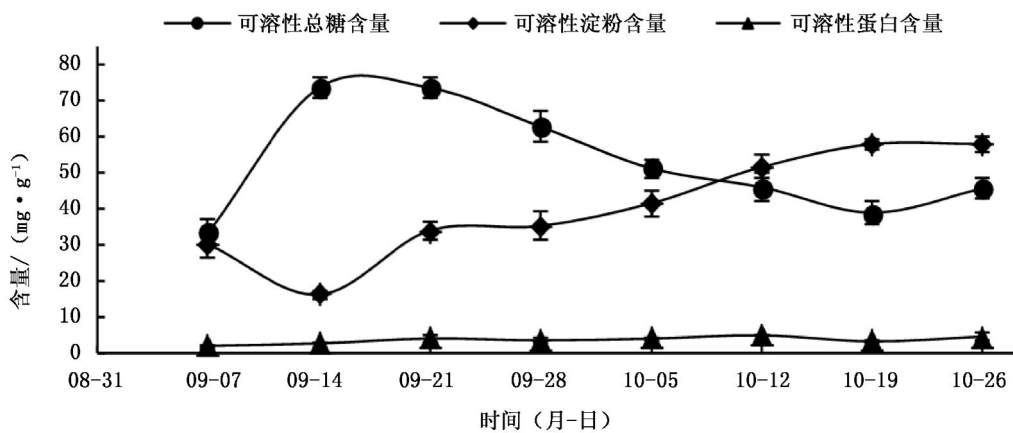


图2 油茶籽成熟过程中可溶性淀粉、可溶性总糖、可溶性蛋白含量的变化

由表2可溶性总糖、可溶性淀粉、可溶性蛋白含量和含油率之间的相关性分析可知: 油茶籽成熟过程中的含油率与可溶性总糖含量呈负相关, 相关系数 r 为 -0.289 , 与可溶性淀粉、可溶性蛋白含量呈极显著正相关, 相关系数 r 分别为 0.836 和 0.703 。可溶性淀粉含量与可溶性总糖含量呈极显著负相关, 相关系数 r 为 -0.570 , 与可溶性蛋白含量呈极显著正相关, 相关系数 r 为 0.531 。说明在油茶籽成熟过程中, 可溶性淀粉转化为可溶性总糖, 可溶性总糖又大量转化为油脂, 随着可溶性蛋白含量的增加, 油脂的不断积累, 油茶籽中有效营养物质的积累越来越丰富, 直到适合采摘的时间。

表2 油茶籽中可溶性总糖、可溶性淀粉、可溶性蛋白含量与含油率之间的相关性分析

项目	可溶性总糖含量	可溶性淀粉含量	可溶性蛋白含量	含油率
可溶性总糖含量	1	-0.570^{**}	0.050	-0.289
可溶性淀粉含量		1	0.531^{**}	0.836^{**}
可溶性蛋白含量			1	0.703^{**}
含油率				1

注: **表示在0.01水平(双侧)上显著相关。

2.4 油茶籽成熟过程中主要微营养成分的变化

2.4.1 α -生育酚含量变化 V_E 具有抗氧化、延缓衰老、抑制自由基等多种生理功能。油茶籽中的 V_E 主要是 α -生育酚。由表3可看出: 油茶籽在成熟过程中, α -生育酚的含量基本呈上升趋势, 从9月7日的 $0.063 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 大幅上升至9月28日的 $0.153 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 后维持稳定, 罗凡等^[20]研究也发现随着采摘时间的延长, 油茶籽中 V_E 含量的变化是先增长后基本稳定。

2.4.2 β -谷甾醇、角鲨烯含量变化 角鲨烯具有较强的生物活性, 有抗衰老、抗肿瘤等多种生理功能。植物油中的角鲨烯尽管分布广泛, 但一般在不皂化物的比例不足5%, 大部分含量为 $0.002\% \sim 0.003\%$ ^[21], 橄榄油中角鲨烯含量可达0.7%。植物 β -谷甾醇能抑制人体对胆固醇的吸收, 促进胆固醇的降解代谢。研究油料作物成熟过程中角鲨烯和 β -谷甾醇的变化不多, Baccouri 等^[22]在研究油橄榄 (*Olea europaea* L.) 的过程中发现, 在大多数情况下, 角鲨烯含量随着果实的逐步成熟呈下降趋势。从表3可看出: 油茶籽在成熟过程中, 角鲨烯的含量先增

加,在9月28日达到最大值 $0.762 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,再迅速减少,最后趋于稳定。油茶籽成熟过程中, β -谷甾醇的含量基本呈下降趋势,由9月7日的 $0.600 \text{ mg} \cdot$

g^{-1} 缓慢增加到9月14日的 $0.744 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,再不断下降,到10月12日为 $0.170 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,之后基本稳定,到10月26日为 $0.161 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

表3 油茶籽成熟过程中 α -生育酚、 β -谷甾醇、角鲨烯的含量

微营养成分	时间(月-日)							
	09-07	09-14	09-21	09-28	10-05	10-12	10-19	10-26
α -生育酚/ $(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$	0.063 ± 0.032	0.125 ± 0.451	0.138 ± 0.246	0.153 ± 0.060	0.144 ± 0.343	0.135 ± 0.016	0.134 ± 0.008	0.151 ± 0.100
角鲨烯/ $(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$	0.343 ± 1.613	0.533 ± 1.439	0.585 ± 1.921	0.762 ± 3.129	0.580 ± 0.252	0.402 ± 1.985	0.261 ± 0.432	0.246 ± 0.227
β -谷甾醇/ $(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$	0.600 ± 2.915	0.744 ± 3.091	0.614 ± 3.598	0.470 ± 3.534	0.390 ± 2.241	0.170 ± 0.199	0.164 ± 0.382	0.161 ± 0.318

2.5 油茶籽成熟过程中酸值和过氧化值的变化

酸值反映了油脂中游离脂肪酸含量的多少,是评定油脂是否水解的一个重要指标,常和过氧化值一起来判断油脂的酸败程度。从图3可看出:随着油茶籽的成熟,酸值和过氧化值都呈下降趋势,可能

是油茶籽中的微营养物质如 α -生育酚、角鲨烯和 β -谷甾醇的含量变化及其它营养成分的变化相互作用,尤其是抗氧化成分如 α -生育酚含量增加,抗氧化作用增强,使得油茶籽中的游离脂肪酸含量不断减少,具体原因还有待进一步分析。

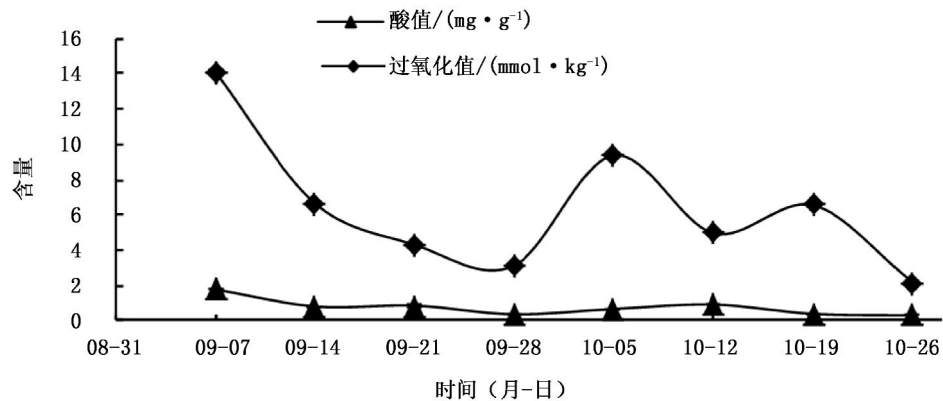


图3 油茶籽成熟过程中酸值和过氧化值的变化

从9月7日到9月28日,油茶籽中酸值和过氧化值分别下降了78.87%和77.95%,在后期的成熟过程中稍有波动和变化,直到10月26日,酸值和过氧化值都下降到一个最小值,分别为 $0.32 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和 $2.17 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

3 结论

研究结果显示,油茶籽在成熟过程中鲜籽含水率迅速下降,鲜籽出仁率略有增大,干出籽率显著上升,而鲜出籽率在油茶籽的成熟过程中变化不明显。从油茶籽成熟过程中经济性状的变化可看出,油茶籽中营养物质在不断积累,完全成熟时其营养成分含量最高,使得成熟的油茶籽营养更丰富。

油茶籽在成熟过程中,可溶性总糖含量下降,与油脂积累呈负相关($r = -0.289$),说明在油茶籽的

成熟过程中可溶性总糖大量转化为油脂;在油茶籽成熟过程中,尤其是完全成熟的前2个月,油脂的积累迅速增加,出现了3个快速增长期。油茶籽成熟过程中,脂肪酸变化主要是饱和脂肪酸转化为不饱和脂肪酸,其中,亚油酸和亚麻酸的含量呈下降趋势,与油酸含量变化呈显著负相关,相关系数 r 分别为 -0.978 和 -0.957 。油脂含量变化与可溶性淀粉和可溶性蛋白含量变化呈极显著正相关,淀粉含量的增加,提高了茶籽仁的质量,而可溶性蛋白含量的略微上升,使得油茶籽的营养成分有所增加。

酸值和过氧化值是评定茶油品质的重要指标,油茶籽成熟过程中,酸值和过氧化值逐渐下降,其可能是油茶籽在成熟过程中,微营养物质之间相互作用,抗氧化物质含量逐渐增加,游离脂肪酸逐渐转化为甘油三酸酯所致,具体原因有待相关实验进一步

分析。

参考文献:

- [1] 聂明,杨水平,姚小华,等.不同加工方式对油茶籽油理化性质及营养成分的影响[J].林业科学研究,2010,23(2):165-169
- [2] 庄瑞林.中国油茶[M].北京:中国林业出版社,2008:340-343
- [3] 黎章矩,华家其,曾燕如.油茶果实含油率影响因素研究[J].浙江林学院学报,2010,27(6):935-940
- [4] Ma J, Ye H, Rui Y, et al. Fatty acid composition of *Camellia oleifera* oil[J]. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2012, 6(1): 9-12
- [5] 张文微,李玉香,魏明山.普通油茶油脂形成规律的研究[J].西北植物学报,1983,3(2):157-161
- [6] 陈永忠,肖志红,彭邵锋,等.油茶果实生长特性和油脂含量变化的研究[J].林业科学研究,2006,19(1):9-14
- [7] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009.3-2010 食品中水分的测定[S].北京:中国标准出版社,2010
- [8] 中华人民共和国国家出入境检验检疫局. SN/T 0803.10-1999 进出口油料 出仁率检验方法[S].北京:中国标准出版社,2000
- [9] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009.6-2003 食品中脂肪的测定[S].北京:中国标准出版社,2003
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T5530-2005 动植物油脂酸价和酸度测定[S].北京:中国标准出版社,2005
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T5538-2005 动植物油脂过氧化值测定[S].北京:中国标准出版社,2005
- [12] 马春梅,郭海龙,龚振平,等.不同基因型大豆糖分积累规律的研究(I)——可溶性总糖含量积累规律的研究[J].作物杂志,2010(4):65-68
- [13] 邹琦.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2000:253-259
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 17376-2008 动植物油脂脂肪酸甲酯制备[S].北京:中国标准出版社,2009
- [15] 毛多斌,贾春晓,孙晓丽,等.几种功能性植物油中角鲨烯和维生素E分析[J].中国粮油学报,2007,22(2):79-81
- [16] 鲍忠定,许荣年,张颂红.毛细管气相色谱法测定油中植物甾醇和胆固醇[J].分析化学,2002,30(12):1490-1493
- [17] 中华人民共和国卫生部. GB/T5009.82-2003 食品中维生素A和维生素E的测定[S].北京:中国标准出版社,2003
- [18] 凌宏有,郑德勇.油茶籽成熟过程中功能成分的变化规律[J].福建林学院学报,2012,32(1):89-92
- [19] 王小艺,曹一博,张凌云,等.油茶生长发育过程中脂肪酸成分的测定分析[J].中国农学通报,2012,28(13):76-80
- [20] 罗凡,费学谦,方学智,等.油茶籽采摘时间对茶油品质的影响研究[J].江西农业大学学报,2012,34(1):87-92
- [21] 钟昌勇.橄榄油化学组成及应用综述[J].林产化工通讯,2005,39(6):34-37
- [22] Baccouri O, Guerfel M, Baccouri B, et al. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening[J]. Food Chemistry, 2008, 109(4):743-754