

浙江省3个油橄榄主栽品种果实表型与品质性状分析

徐梁¹, 林江², 赵婧², 何庆海¹, 石从广¹, 杨少宗¹, 李杰峰³, 龙伟⁴

(1. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023; 2. 绍兴市自然资源和规划局上虞分局, 浙江 绍兴 312300; 3. 松阳县生态林业发展中心, 浙江 松阳 323400; 4. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 杭州 311400)

摘要:为摸清油橄榄 *Olea europaea* 引入浙江栽植后的表现, 以3个主栽品种‘城固32号’ *O. uropaeain* ‘Chenggu 32’、‘鄂植8号’ *O. uropaeain* ‘Ezhi 8’和‘豆果’ *O. uropaeain* ‘Arbequina’的果实为材料, 测定不同成熟度下的果实表型和品质性状, 并采用方差分析、相关性分析和主成分分析法确定最佳采收期及果实表型与品质性状的差异性。结果表明, 3个品种果实的成熟时间不同, 成熟时间从早到晚依次为‘城固32号’(9月18日)、‘鄂植8号’(10月7日)和‘豆果’(10月28日); 3个品种果实的成熟期也不同, 分别为28 d(‘城固32号’)、47 d(‘鄂植8号’)和68 d(‘豆果’); 根据鲜果质量和含油率确定‘城固32号’‘鄂植8号’和‘豆果’的最佳采收期分别为第5成熟度、第4成熟度和第5成熟度; 方差分析结果表明, 3个油橄榄品质性状在品种间差异显著 ($P < 0.05$), 同一品种不同成熟度也存在显著差异 ($P < 0.05$); 相关性分析分析结果表明, 油橄榄果实表型性状间和品质性状间存在显著相关性, 通过果实表型性状可以推测果实品质的差异; 通过油橄榄果实品质性状主成分分析结果表明, 前三个主成分的特征值最大, 分别为5.88、3.52和2.16, 累积贡献率达到88.86%。本文研究结果有助于通过不同油橄榄品种的表型性状差异来推断果实品质性状的差异性, 可为浙江油橄榄品种引种工作提供重要参考。

关键词:油橄榄; 成熟度; 表型性状; 品质性状; 含油率

中图分类号: S794.9

文献标识码: A

文章编号: 1001-3776(2024)02-0088-07

Analysis on Phenotypic and Quality Characters in Fruit of Different Cultivars of *Olea europaea* in Zhejiang Province

XU Liang¹, LIN Jiang², ZHAO Jing², HE Qinghai¹, SHI Congguang¹, YANG Shaozong¹, LI Jiefeng³, LONG Wei⁴

(1. Zhejiang Academy of Forestry Sciences, Hangzhou 310023, China; 2. Shangyu Branch, Shaoxing Natural Resources and Planning Bureau of Zhejiang, Shaoxing 312300, China; 3. Songyang Ecological Forestry Development Center of Zhejiang, Songyang 323400, China; 4. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, China)

Abstract: In April 2016, 2-year container graftings of *Olea europaea* ‘Chenggu No 32’, ‘Ezhi No 8’ and ‘Arbequina’ were planted in Songyang, Zhejiang province. From August 2020, observations and harvest were carried out on different fruit mature degrees of different cultivars. Determinations were implemented on phenotypes and quality traits of harvested fruits. The result demonstrated that ripening time of ‘Chenggu No 32’ was September 18th, of ‘Ezhi No 8’ and ‘Arbequina’ was October 7th and October 28th, with maturing stage of 28, 47 and 68 days. According to the

收稿日期: 2023-09-20; 修回日期: 2023-12-03

基金项目: 浙江省省属科研院所扶持专项(2023F1065-1); 浙江省省院合作林业科技项目(2017SY08); 浙江省科研院所扶持专项(2021F1065-5); 浙江省农业新品种育种科技重大专项(2021C02070-2-4)

作者简介: 徐梁, 副研究员, 从事森林培育和林木育种研究; E-mail:123298232@qq.com. 通信作者: 李杰峰, 高级工程师, 从事林业技术推广研究; E-mail:ljf_sy@163.com.

fresh fruit mass and oil content, the best harvest time of the three cultivars was the fifth maturity, the fourth maturity and the fifth maturity. ANOVA on fruit quality showed that there were significant differences among cultivars ($P < 0.05$), and the same in the same cultivar among different maturing stages ($P < 0.05$). Correlation analysis indicated that there was close relation between phenotypic traits and quality traits of cultivars. Principal component analysis on fruit quality traits resulted the top three principal components had the largest characteristic values of 5.88, 3.52 and 2.16, with cumulative contribution rate of 88.86%.

Key words: *Olea europaea*; mature degree; phenotypic character; quality character; oil content

油橄榄 *Olea europaea*, 是木犀榄的俗称, 属木犀科 Oleaceae 木樨榄属 *Olea* 植物, 是世界著名的亚热带木本油料树种, 盛产于地中海沿岸地区, 其植物油含丰富的天然脂肪酸受到全球消费者认可, 种植范围从地中海 10 国扩展至全球 40 余国, 气候类型从夏干冬湿的地中海气候扩展至夏湿冬干的亚热带季风气候, 立地条件从中性偏碱、沙性土壤扩展至偏酸、黏性土壤型^[1-2]。据统计, 我国橄榄油消费量由 20 世纪 90 年代的 0.98 万 t, 上升至 2021 年的 5.2 万 t, 2017—2021 年, 每年橄榄油进口量增速大于 10%^[3]。油橄榄于 1907 年由法国传教士引入我国云南省德钦县至今已有 100 多年的历史, 大量引种时期为 20 世纪 60 年代中期, 引种范围遍及南方各省^[4]; 经过徐伟英等一批老科技工作者的长期评价和选育, 划分出适生区域范围, 油橄榄研究人员通过多年努力, 在国外引进品种的基础上选育出在区域范围内的适宜品种, 极大地推动了我国橄榄油产业的快速发展^[5-7]。

近年来, 果实成熟度和品质一直是热门研究方向。有研究表明油橄榄各品种间的果种和果形参数存在显著差异, 黄酮、多酚和皂苷含量差异较大^[8]。不同品种的油橄榄果形指数变小, 含油率升高, 总酚、总黄酮含量在第 1 成熟度时显著高于其他 5 个成熟度^[9]。对不同成熟度油橄榄果的含油率和油脂成分分析, 发现含油率和油脂成分在果实不同成熟阶段存在差异, 因此采收时间依据品种而异^[10]。成熟度指数对不同品种橄榄油果的脂肪酸、酚类化合物及风味属性的影响显著, 可以有效区分参试品种的种类^[11]。不同油橄榄品种果实成熟的周期不同, 地域性差异增加了果实采收时间的不确定性。因此, 分析浙江主栽的油橄榄果实在不同生长时期的差异, 有利于良种选择和确定最佳采收期。

浙江省丘陵山地占全省国土总面积的 70%, 截至 2020 年, 油橄榄种植面积达到 700 hm²。油橄榄作为外来引进树种, 原产地地中海环境与浙江省高温、高湿、多雨、土壤 pH 值偏低等环境差别大, 这些都会影响油橄榄的正常生长^[12-17], 在果实表型性状和品质性状上发生一定变化^[18-24]。本文以浙江主栽的 3 个油橄榄品种‘城固 32 号’*O. europaea* ‘Chenggu 32’和‘鄂植 8 号’*O. europaea* ‘Ezhi 8’及国家良种‘豆果’*O. europaea* ‘Arbequina’的果实为材料, 从果实表型性状和品质性状, 分析果实不同生长时期的差异性, 通过研究 3 个浙江主栽油橄榄品种的果形特征、含油率和油品质等, 以期对浙江地区的油橄榄良种引进和最佳采收期确定提供理论指导和数据支持。

1 材料与方法

1.1 试验地点概况

试验地点位于浙江省松阳县古市镇山下阳村, 地理位置在 28°31'8" ~ 28°31'27" N, 119°27'27" ~ 119°27'38" E 之间, 属中亚热带季风气候, 温暖湿润, 雨量充沛, 全年平均气温为 17.7 °C, 无霜期约为 236 d, 年日照时数为 1 840 h, 年平均降水量为 1 700 mm, 平均海拔为 191 m, 地势平缓, 土壤为酸性黄壤, pH 值为 4.6。

1.2 试验材料

3 个油橄榄品种, 于 2016 年 4 月用扦插生长至高度 1.2 m 左右的 2 年生容器苗定植, 每个品种定植 12 株, 株行距 4 m × 5 m, 设计成 4 株小区, 3 个重复, 每个品种每年施发酵后的羊粪 1 次, 每次 5 kg·株⁻¹, 除草 1 次, 管理方式一致。为保证成熟时间早晚顺序的一致性, 于 2020 年 8 月 21 日统一开始观测, 根据油橄榄果实成熟时果皮和果肉的顏色变化, 分 5 种成熟度采集果实, 第 1 成熟度为果皮黄绿, 第 2 成熟度为果皮少半紫, 第 3 成熟度为果皮多半紫, 第 4 成熟度为果皮全紫且果肉白色, 第 5 成熟度为果肉紫色^[24]。每次取样时取样的每个

品种的果实颜色要求基本一致,质量在 500 g 以上。

1.3 生长性状测定方法

按 5 种成熟度采集果实 24 h 内,每个品种随机选取 50 个果实,要求颜色基本一致、新鲜、无病虫害和缺陷。迅速对鲜果质量、果纵径、果横径、核质量、核纵径、核横径、果体积、核体积等主要性状指标进行测定;果(核)形指数、出核率、果肉厚、果肉率等计算方法按照龙伟^[19]的方法。

1.4 含油率计算方法

参照龙伟等^[19]、朱万泽等^[20]的方法,每个品种随机选取 30 个果实,将油橄榄果实清洗干净并晾干水渍后,称鲜质量,在 105 ℃ 烘干 24 h,再在 80 ℃ 烘干至恒质量后称量。含水率由质量差值与鲜果质量比值得出,即含水率(%)=(鲜质量-干质量)/鲜质量×100%;按照《植物油料含油量测定》(GB/T 14488.1—2008),取烘干后的油橄榄果实粉碎样,将其置于索氏抽提仪后利用石油醚回流提取 12 h,充分提取油脂后,称取果渣质量,计算干果含油率,含油率(%)=(样品抽提前质量-样品抽提后质量)/样品抽提前质量×100%。

1.5 橄榄油脂肪酸组成的测定

橄榄油脂肪酸组成的测定参照龙伟^[18]的方法。

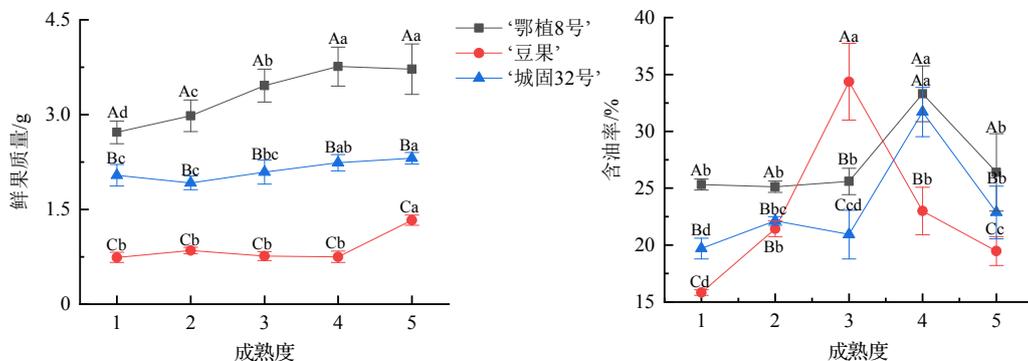
1.6 数据处理

运用 SPSS 22 计算平均值,并进行方差分析、相关性分析和主成分分析^[23];作图使用 Origin 2018。

2 结果与分析

2.1 不同成熟度下油橄榄果实质量和含油率

3 个油橄榄品种的果实成熟度均自 2020 年 8 月 21 日开始观测,‘鄂植 8 号’果实在 10 月 7 日达到最大成熟度,成熟期为 47 d;‘豆果’果实在 10 月 28 日达到最大成熟度,成熟期为 68 d;‘城固 32 号’在 9 月 18 日达到最大成熟度,成熟期为 28 d。3 个品种果实成熟时间从早到晚依次为‘城固 32 号’‘鄂植 8 号’‘豆果’。如图 1 所示,‘鄂植 8 号’平均鲜果质量和平均含油率均在第 4 成熟度时达到最高值,分别为 3.76 g 和 33.30%,显著高于前 3 个成熟度($P<0.05$),平均含油率在第 4 和第 5 成熟度间差异不显著。‘豆果’的最大平均鲜果质量 1.33 g 和最大平均含油率 34.37% 分别第 5 成熟度和第 3 成熟度,且鲜果质量、含油率在最高值时与其余几个不同成熟度均存在显著差异($P<0.05$)。‘城固 32 号’最大平均鲜果质量为 2.31 g、最大平均含油率为 31.70%,但不出现在同一成熟度,分别第 5 成熟度和第 4 成熟度。‘城固 32 号’第 5 成熟度时平均鲜果质量显著高于前 3 个成熟度时($P<0.05$),与第 4 成熟度时差异不显著;第 4 成熟度时果实的平均含油率均显著高于其他成熟度时($P<0.05$)。



注:不同大写字母表示同一成熟度不同品种间存在显著差异($P<0.05$),不同小写字母表示同一品种不同成熟度间存在显著差异($P<0.05$),下同。

图 1 不同品种油橄榄鲜果质量和含油率

Fig. 1 Fresh fruit weight and oil content in different cultivars of *O. europaea*

表 1 3 个油橄榄品种不同成熟度下果实品质性状分析
Tab. 1 Fruit quality of different cultivars of *O. europaea* at different maturity

性状	成熟度	‘鄂植 8 号’	‘豆果’	‘城固 32 号’	性状	成熟度	‘鄂植 8 号’	‘豆果’	‘城固 32 号’
棕榈酸/%	1	20.51±0.04 Ac	17.68±0.02 Be	17.43±0.01 Ce	花生酸/%	1	0.41±0.01Ca	0.48±0.01 Aa	0.46±0.01Ba
	2	20.54±0.04 Ab	19.81±0.01 Bd	19.26±0.04 Cb		2	0.30±0.01 Cc	0.39±0.01 Bb	0.43±0.01Ab
	3	19.31±0.02 Be	20.86±0.01 Aa	18.85±0.02 Cd		3	0.31±0.01 Cbc	0.38±0.01 Ab	0.36±0.01 Bc
	4	21.15±0.02 Aa	20.12±0.03 Bb	19.47±0.03 Ca		4	0.32±0.01 Cb	0.39±0.01 Ab	0.35±0.01 Bcd
	5	19.42±0.01 Bd	19.94±0.01 Ac	19.08±0.02 Cc		5	0.32±0.01 Cb	0.36±0.03 Ac	0.34±0.01 Bd
棕榈烯酸/%	1	2.23±0.01 Be	2.46±0.01 Ae	1.58±0.01 Ce	顺-11-二十碳烯酸/%	1	0.33±0.01 Aa	0.33±0.01 Aa	0.30±0.01 Ba
	2	3.21±0.01 Bc	3.36±0.01 Ab	2.03±0.02 Cc		2	0.28±0.01 Ac	0.25±0.01 Bc	0.24±0.01 Cb
	3	3.12±0.01 Bd	3.67±0.01 Aa	1.63±0.01 Cd		3	0.29±0.01 Ab	0.29±0.01 Ab	0.22±0.01 Bd
	4	3.71±0.03 Aa	3.12±0.04 Bd	2.30±0.04 Cb		4	0.27±0.01 Ad	0.24±0.01 Bd	0.23±0.01 Cc
	5	3.59±0.02 Ab	3.16±0.01 Bc	2.43±0.01 Ca		5	0.28±0.01 Ac	0.25±0.01 Bc	0.23±0.01 Cc
油酸/%	1	63.96±0.06 Bd	64.12±0.04 Aa	60.85±0.03 Ca	总多酚/(g·kg ⁻¹)	1	0.45±0.01 Bb	0.43±0.01 Ca	0.58±0.01 Aa
	2	64.70±0.04 Ac	59.68±0.01 Bb	57.23±0.01 Cb		2	0.15±0.01 Cd	0.26±0.01 Bb	0.50±0.01 Ab
	3	65.71±0.03 Ab	55.14±0.01 Be	54.68±0.02 Cc		3	0.70±0.01 Aa	0.10±0.01 Ce	0.22±0.01 Bc
	4	63.00±0.02 Ae	56.43±0.04 Bd	52.91±0.01 Cd		4	0.17±0.01Ac	0.17±0.01Ad	0.16±0.01Bd
	5	65.85±0.04 Aa	57.70±0.06 Bc	51.94±0.02 Ce		5	0.13±0.01 Ce	0.20±0.01 Ac	0.14±0.01 Be
硬脂酸/%	1	1.74±0.01 Ca	1.79±0.01 Ba	1.97±0.02 Aa	角鲨烯/(g·kg ⁻¹)	1	8.98±0.01 Aa	4.34±0.01 Ca	5.46±0.02 Bb
	2	1.48±0.01 Cd	1.67±0.02 Bb	1.83±0.01 Ac		2	6.74±0.04 Ab	1.85±0.01 Ce	6.34±0.03 Ba
	3	1.48±0.01 Cd	1.61±0.01 Bd	1.85±0.03 Ab		3	5.57±0.02 Ad	2.07±0.01 Cc	4.30±0.01 Bd
	4	1.58±0.01 Cb	1.64±0.03 Bc	1.80±0.01 Ad		4	5.26±0.01 Ae	2.26±0.01 Cb	4.39±0.01 Bc
	5	1.53±0.01 Cc	1.65±0.01 Bc	1.68±0.01 Ae		5	5.72±0.01 Ac	2.02±0.01 Cd	3.41±0.01 Be
亚油酸/%	1	7.79±0.01 Ca	9.45±0.02 Be	13.44±0.02 Ae	β-谷甾醇/(g·kg ⁻¹)	1	2.66±0.01 Ca	5.49±0.02 Aa	4.26±0.01 Bb
	2	6.69±0.04 Cd	12.14±0.01 Bd	13.87±0.03 Ad		2	2.01±0.01 Cb	2.50±0.01 Bc	4.39±0.01 Aa
	3	7.27±0.06 Cc	15.40±0.03 Ba	19.23±0.04 Ac		3	1.48±0.01 Ce	2.73±0.01 Bb	3.24±0.01 Ac
	4	7.51±0.04 Cb	14.67±0.04 Bc	19.42±0.03 Ab		4	1.61±0.01 Cd	2.30±0.01 Bd	3.05±0.01 Ad
	5	6.61±0.01 Ce	14.92±0.04 Bb	21.20±0.05 Aa		5	1.69±0.01 Cc	2.07±0.01 Be	2.83±0.01 Ae
α-亚麻酸/%	1	2.02±0.01 Ca	2.63±0.01 Ba	3.06±0.01 Ab					
	2	1.79±0.01 Bb	1.77±0.01 Cb	3.14±0.02 Aa					
	3	1.50±0.02 Cc	1.55±0.01 Bc	2.30±0.01 Ad					
	4	1.44±0.01 Cd	1.48±0.01 Bd	2.67±0.03 Ac					
	5	1.37±0.02 Be	1.13±0.01 Ce	2.18±0.01 Ae					

2.2 不同成熟度油橄榄果实品质性状分析

由表 1 可知, 3 个品种橄榄油中的脂肪酸组成成分在不同成熟度下相对含量各有不同, 并存在不同程度的显著差异。‘鄂植 8 号’橄榄油中的脂肪酸成分含量在不同成熟度时的最大平均值依次为油酸 65.85% > 棕榈酸 21.15% > 亚油酸 7.79% > 棕榈烯酸 3.71% > 硬脂酸 1.74% > α-亚麻酸 2.02% > 花生酸 0.41% > 顺-11-二十碳烯酸 0.33%; ‘豆果’橄榄油中的脂肪酸成分含量在不同成熟度中最大平均值依次为油酸 64.12% > 棕榈酸 20.86% > 亚油酸 15.40% > 棕榈烯酸 3.67% > 硬脂酸 1.67% > α-亚麻酸 2.63% > 花生酸 0.48% > 顺-11-二十碳烯酸 0.33%; ‘城固 32 号’橄榄油中的脂肪酸成分含量在不同成熟度中最大平均值依次为油酸 60.85% > 亚油酸 21.20% > 棕榈酸 19.47% > α-亚麻酸 3.14% > 棕榈烯酸 2.43% > 硬脂酸 1.97% > 花生酸 0.46% > 顺-11-二十碳烯酸 0.30%。3 个品种橄榄油中除了棕榈烯酸、硬脂酸和 α-亚麻酸这 3 个脂肪酸成分含量顺序有变化, 其余 5 个脂肪酸成分含量顺序不变。‘城固 32 号’和‘豆果’橄榄油中的油酸含量在第 1 成熟度时达到最高值, 而亚油酸含量是最低值, ‘鄂植 8 号’橄榄油的油酸含量在第 5 成熟度时达到最高值而亚油酸含量处于最低值; ‘城固 32 号’‘鄂植 8 号’和‘豆果’橄榄油中的总多酚含量和 β-谷甾醇含量均在第 1 成熟度达到最高值, ‘城固 32 号’‘鄂

植 8 号’和‘豆果’橄榄油中的角鲨烯含量分别在第 2、第 1 和第 1 成熟度达到最高值。同一成熟度下，不同品种间果实品质性状间存在显著差异 ($P < 0.05$)；同一品种，不同成熟度间果实品质性状间同样存在显著差异 ($P < 0.05$)。

2.3 油橄榄果实品质性状主成分分析

由表 2 可知，前 3 个主成分的特征值最大，分别为 5.88、3.52 和 2.16，累积贡献率达 88.86%，其中第一主成分的贡献率为 45.19%，第二主成分的贡献率为 27.08%，第三主成分的贡献率为 16.60%。根据特征值大于 1，累计贡献率 85%提取前 3 个主成分作为分析依据。由表 3 主成分因子载荷可以看出，不同成熟度果实品质性状在 3 个主成分间的作用不同。在第一主成分中起正向作用的脂肪酸是硬脂酸、亚油酸、 α -亚麻酸、花生酸、顺-11-二十碳烯酸、总多酚、角鲨烯、 β -谷甾醇；在第二主成分中起正向作用的脂肪酸包括棕榈酸、棕榈烯酸、硬脂酸、亚油酸、 α -亚麻酸、花生酸、 β -谷甾醇；在第三主成分中起正向作用的脂肪酸是棕榈酸、棕榈烯酸、硬脂酸、油酸、 α -亚麻酸、花生酸、顺-11-二十碳烯酸、总多酚、角鲨烯、 β -谷甾醇。主成分分析以降维为目的对油橄榄果实品质性状进行分析，结果表明果实品质性状相关性较高，集中表现为 3 个主成分，且可以描述 3 个品种间 88.86%的果实品质性状差异。

表 2 主成分初始特征值及累积贡献率
Tab. 2 Initial characteristic values and cumulative contribution rate of principal components

主成分	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%	主成分	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
1	5.875	45.190	45.190	4	0.871	6.703	95.566
2	3.520	27.078	72.268	5	0.245	1.885	97.451
3	2.157	16.595	88.863				

表 3 主成分分析因子载荷
Tab. 3 Principal component analysis factor load

指标	主成分 1	主成分 2	主成分 3	指标	主成分 1	主成分 2	主成分 3
棕榈酸	-0.754	0.395	0.484	花生酸	0.625	0.314	0.644
棕榈烯酸	-0.901	0.011	0.156	顺-11-二十碳烯酸	0.083	-0.624	0.664
硬脂酸	0.879	0.352	0.161	总多酚	0.812	-0.023	0.499
油酸	-0.107	-0.961	0.204	角鲨烯	0.339	-0.681	0.137
亚油酸	0.261	0.881	-0.352	β -谷甾醇	0.838	0.256	0.302
α -亚麻酸	0.918	0.195	0.037				

2.4 油橄榄果实表型与品质性状的相关性分析

由表 4 可知，鲜果质量与花生酸含量显著负相关 ($P < 0.05$)，与角鲨烯含量极显著正相关 ($P < 0.01$)，表明随着鲜果质量增大，角鲨烯含量增加，花生酸含量减少。脂肪酸成分中棕榈烯酸含量与果体积呈极显著正相关 ($P < 0.01$)，与果肉率呈显著正相关 ($P < 0.05$)，与出核率呈显著负相关 ($P < 0.05$)。硬脂酸含量与果肉率和出核率存在显著相关性 ($P < 0.05$)。 α -亚麻酸含量与果体积和果肉率极显著负相关 ($P < 0.01$)，与出核率呈显著正相关 ($P < 0.05$)。花生酸含量除与鲜果质量显著负相关外 ($P < 0.05$)，还与果横径显著负相关 ($P < 0.05$)，与果肉厚、果肉质量和果肉率呈极显著负相关 ($P < 0.01$)，与出核率显著正相关 ($P < 0.05$)。脂肪酸成分的 8 个品质性状与果实表型性状间或多或少存在显著相关性，表明通过果实的表型性状变化能够预测部分脂肪酸成分含量的变化，这对选择育种和采收期确定具有重要的参考价值。角鲨烯含量还与果纵径、果横径、核质量、核纵径、核横径、果形指数和核形指数呈极显著正相关 ($P < 0.01$)，与果肉质量呈显著正相关 ($P < 0.05$)，表明角鲨烯含量与果实表型性状间存在普遍的关联性。 β -谷甾醇含量与出核率间呈极显著正相关 ($P < 0.01$)，与果肉厚和果肉质量显著负相关 ($P < 0.05$)，与果肉率极显著负相关 ($P < 0.01$)。

表 4 油橄榄果实表型性状与品质性状的相关性分析
Tab. 4 Correlation analysis on fruit phenotypic and quality properties in different cultivars of *O. europaea*

性状	含油率	棕榈酸	棕榈烯酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	α -亚麻酸	花生酸	顺-11-二十碳烯酸	总多酚	角鲨烯	β -谷甾醇
鲜果质量	0.379	0.193	0.111	-0.381	0.481	-0.466	-0.161	-0.633*	0.099	0.107	0.672**	-0.507
果纵径	0.289	0.098	-0.123	-0.185	0.381	-0.349	0.038	-0.512	0.073	0.200	0.774**	-0.363
果横径	0.329	0.127	0.035	-0.316	0.437	-0.404	-0.115	-0.619*	0.059	0.108	0.671**	-0.476
核质量	0.297	0.116	-0.095	-0.236	0.458	-0.432	0.029	-0.505	0.151	0.268	0.810**	-0.373
核纵径	0.245	0.051	-0.235	-0.084	0.330	-0.294	0.152	-0.417	0.089	0.274	0.814**	-0.267
核横径	0.265	0.088	-0.177	-0.164	0.449	-0.421	0.107	-0.435	0.167	0.309	0.858**	-0.303
果体积	-0.082	0.319	0.678**	-0.495	0.211	-0.250	-0.751**	-0.170	0.092	-0.264	-0.505	-0.396
核体积	-0.268	0.171	0.484	-0.254	0.182	-0.215	-0.499	0.199	0.256	-0.079	-0.495	-0.058
果形指数	0.169	-0.001	-0.394	0.081	0.208	-0.173	0.304	-0.287	0.035	0.309	0.826**	-0.124
核形指数	0.185	-0.024	-0.302	0.025	0.163	-0.115	0.209	-0.376	-0.035	0.217	0.699**	-0.199
出核率	-0.366	-0.385	-0.556*	0.565*	-0.087	0.103	0.677**	0.763**	0.258	0.442	0.181	0.718**
果肉厚	0.343	0.141	0.197	-0.399	0.381	-0.347	-0.275	-0.694**	-0.030	-0.060	0.450	-0.558*
果肉质量	0.399	0.215	0.176	-0.421	0.479	-0.469	-0.219	-0.663**	0.080	0.053	0.616*	-0.542*
果肉率	0.366	0.385	0.556*	-0.565*	0.087	-0.103	-0.677**	-0.763**	-0.258	-0.442	-0.181	-0.718**

注: ** 表示在 $P < 0.01$ 水平上极显著相关; * 表示在 $P < 0.05$ 水平上显著相关。

3 结论与讨论

油橄榄作为木本油料植物,在我国粮油安全保障中起着一定的作用,其进口和消费快速增长,推动了引种驯化和品种选育研究迈上新台阶。本文以浙江省主栽的 3 个油橄榄品种的果实为试材,比较 3 个油橄榄品种生长的差异性。从成熟期看,3 个品种的成熟期分别为 28 d (‘城固 32 号’)、47 d (‘鄂植 8 号’)和 68 d (‘豆果’),在成熟时间上存在明显的先后关系。根据鲜果质量和含油率分析发现,‘城固 32 号’‘鄂植 8 号’和‘豆果’的最佳采收期分别为第 5、第 4 和第 5 成熟度。采收期的不同将直接影响果实采收,了解不同品种的采收期,是为合理安排采收提供重要依据,也有利于品种间的搭配种植,为源源不断的原料供应提供保障。3 个品种的脂肪酸组成成分(棕榈酸、棕榈烯酸、油酸、硬脂酸、亚油酸、 α -亚麻酸、花生酸、顺-11-二十碳烯酸)在不同品种间存在显著差异($P < 0.05$),同一品种不同成熟度间也存在显著差异($P < 0.05$)。‘城固 32 号’果实中的油酸(60.85%)、亚油酸(13.44%)和‘豆果’的油酸(64.12%)、亚油酸(9.45%)含量均在第 1 成熟度时达到最高值和最低值,‘鄂植 8 号’果实中的油酸(65.85%)和亚油酸(6.61%)含量在第 5 成熟度达到最高值和最低值,这与闫辉强等^[10]、郭永跃等^[22]和彭立功等^[23]的研究结果类似。通过油橄榄果实品质性状主成分分析,前三个主成分的特征值依次为 5.88、3.52 和 2.16,累积贡献率达到 88.86%,这与龙伟^[19]的研究结果类似。

有研究发现核桃 *Juglans regia*^[26]果实表型和油脂品质部分指标间存在显著相关,可根据果实表型初步推断油脂品质。油橄榄果实表型性状间和品质性状间存在显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)相关性,果实表型与品质性状的相关性可以说明通过对果实表型性状的观测,来推测果实品质的好坏。在长江中下游区板栗 *Castanea mollissima*^[27]主栽品种果实表型和品质综合评价研究中板栗果实表型与品质性状间同样存在一定的关联性。不同研究结果同时说明果实表型和品质间存在关联,本文研究结果有助于通过不同油橄榄品种的表型性状差异来推断果实品质性状的差异性。

油橄榄是优质的木本油料作物,但浙江省高温高湿多雨的气候和土壤酸性强、黏性强的立地条件等天气环境与地中海截然不同,对浙江省现有主栽油橄榄品种的果实表型性状、含油率与脂肪酸组成分析具有重要意义。此次研究结果与四川青川^[19]和甘肃陇南^[22]等地的栽培研究结果相近,说明这 3 个品种的品种稳定性较好,适合

在浙江省松阳县相近环境生长;但目前基地多年的油橄榄产量尚不稳定,若要大面积推广,还需结合林木引进品种选育的多点多年对比试验,并基于表型和品质性状联合进行深度评价,筛选出产量稳定、出油率高和品质好的适应浙江省不同立地类型的良种。

参考文献

- [1] 徐纬英. 油橄榄及其栽培技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 1-17.
- [2] BARTOLINI G, PREVOST G, MESSERI C, et al. Olive germplasm: Cultivars and world-wide collections[DB/OL]. (2005).
- [3] 王瑞元. 国内外食用油市场的现状与发展趋势[J]. 中国油脂, 2011, 36(6): 1-6.
- [4] 陆斌, 杨卫明, 张植中, 等. 云南油橄榄引种四十年[J]. 西部林业科学, 2005, 34(1): 63-66.
- [5] 宁德鲁, 杨卫明. 油橄榄良种选育与栽培[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2013: 11.
- [6] 王成章, 陈强, 罗建军, 等. 中国油橄榄发展历程与产业展望[J]. 生物质化学工程, 2013, 47(2): 41-46.
- [7] 邓明全, 俞宁. 油橄榄引种栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 91-119.
- [8] 孔维宝, 李万武, 邢文黎, 等. 武都主栽油橄榄品种的果实品质研究[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(02): 87-92.
- [9] 郑浩, 杨倩雨, 李志强, 等. 不同成熟度油橄榄果实表观与内在品质变化及相关性分析[J]. 核农学报, 2022, 36(06): 1089-1099.
- [10] 闫辉强, 后春静, 马君义, 等. 不同品种和成熟度的油橄榄果实表型性状与脂肪酸组成及含量分析[J]. 中国油脂, 2019, 44(4): 105-111.
- [11] 吕孝飞, 马君义, 郭俊炜, 等. 成熟度指数对不同品种橄榄油脂脂肪酸、酚类化合物及风味属性的影响[J]. 中国油脂, 2022, 47(01): 28-35.
- [12] 邓煜. 中国油橄榄产业创新驱动发展的现状、趋势和对策[J]. 经济林研究, 2018, 36(2): 1-6.
- [13] 方新高, 程军勇, 姜德志, 等. 浙江油橄榄引种和产业发展现状及对策[J]. 湖北林业科技, 2021, 50(3): 74-77.
- [14] BOGGIA R, ZUNIN P, LANTERI S, et al. Classification and clas-modeling of "Riviera Ligure" extra-virgin olive oil using chemical-physical parameters[J]. J Agri Food Chem, 2002, 50(8): 2444-2449.
- [15] WLAIUK P, MARTYNA A, ZADORA G. A likelihood ratio model for the determination of the geographical origin of olive oil[J]. Anal Chim Acta, 2015, 853: 187-199.
- [16] D MPERIO M, DUGO G, ALFA M, et al. Statistical analysis on Sicilian olive oils[J]. Food Chem, 2007, 102(3): 956-965.
- [17] CHEHADE A, BITARA E, KADRI A, et al. In situ evaluation of the fruit and oil characteristics of the main Lebanese olive germplasm[J]. J Soi Food Agr, 2016, 96(7): 2532-2538.
- [18] GURDENIZ G, OZEN B, TOKATLI F. Classification of Turkish olive oils with respect to cultivar, geographic origin and harvest year, using fatty acid profile and mid-IR spectroscopy[J]. Eur Food Res Technol, 2008, 227(4): 1275-1281.
- [19] 龙伟, 王裕斌, 姚小华, 等. 四川省青川县油橄榄果实性状与含油率及脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2017, 42(8): 116-122.
- [20] 朱万泽, 范建容, 彭建国, 等. 四川省油橄榄引种品种果实含油率及其脂肪酸分析[J]. 林业科学, 2010, 46(8): 91-100.
- [21] 张东, 薛雅琳, 朱琳, 等. 我国油橄榄果及初榨橄榄油品质研究[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(2): 88-93.
- [22] 郭永跃, 马君义, 后春静, 等. 陇南3个品种油橄榄果实品质比较分析[J]. 中国油脂, 2021, 46(1): 121-127.
- [23] 彭立功, 刘泉, 兰艳, 等. 西昌引进油橄榄不同成熟度果实品质分析[J]. 中国粮油学报, 2021, 35(5): 108-114.
- [24] 郭宝林, 杨俊霞, 李永慈, 等. 主成分分析法在仁用杏品种主要经济性状选种上的应用研究[J]. 林业科学, 2000, 36(6): 53-56.
- [25] 韩锐, 邢文黎, 孔维宝, 等. 甘肃武都区5个主栽品种油橄榄果实的性状及品质研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(4): 140-144.
- [26] 倪亚兰, 辜夕容, 邓雪梅, 等. 海拔对巫山竹贤核桃果实表型和油脂品质的影响[J]. 中国油脂, 2017, 42(02): 135-140.
- [27] 江锡兵, 滕国新, 范金根, 等. 长江中下游区板栗主栽品种果实表型和品质综合评价[J]. 林业科学研究, 2022, 35(01): 70-81.