

陇南不同种植区油橄榄果实生长期的 经济性状比较

李宝军, 刘志恬, 赵敏, 赵良玫, 龙二美, 马斌, 李乔花, 杨江辉, 刘玉红, 李建科
(陇南市祥宇油橄榄开发有限责任公司, 甘肃 陇南 746000)

摘要: 为研究陇南市不同种植地对不同品种油橄榄果实生长的影响, 对陇南市武都区种植的莱星、鄂植8号、奇迹、皮削利等4个油橄榄品种, 分别在其果实生长的受精和坐果期、种子生长期、果核变硬期、中果皮形成期和果实成熟期比较判断果实表型性状, 分析果实生长期间含水率和含油率的变化, 以探明不同油橄榄品种的适宜栽培区, 为优化陇南地区油橄榄种植资源配置提供支持。结果表明, 在陇南市武都区锦屏村和稻畦村种植的不同品种油橄榄果实外观均呈长圆形, 且锦屏村种植的莱星油橄榄果实百粒鲜质量和含油率均高于稻畦村, 中果皮形成期百粒鲜质量和含油率分别高于稻畦村34.82%和72.53%。稻畦村种植的鄂植8号油橄榄果实百粒鲜质量在果实生长前期低于锦屏村, 生长后期则高于锦屏村, 中果皮形成期稻畦村油橄榄果实百粒鲜质量高于锦屏村26.00%。锦屏村种植的鄂植8号油橄榄果实含油率均高于稻畦村, 果实成熟期含油率高于稻畦村84.48%。锦屏村种植的奇迹油橄榄果实百粒鲜质量和含油率均高于稻畦村, 果核变硬期百粒鲜质量高于稻畦村36.00%, 果实成熟期的含油率高于稻畦村53.71%。锦屏村种植的皮削利油橄榄果实含油率高于稻畦村, 中果皮形成期的含油率高于稻畦村76.13%。由此可知, 锦屏村种植的油橄榄莱星、奇迹均优于稻畦村, 且果实用途偏向于油用, 油橄榄鄂植8号和皮削利作为油果兼用型果实, 在锦屏村和稻畦村均可种植。且生长良好。

关键词: 油橄榄; 品种; 种植地; 表型性状; 含油率; 含水率

中图分类号: S565.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2024)03-0256-10

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.03.013

Comparison of Economic Traits During Fruit Ripening of Olive Fruits Grown in Different Cultivation Sites in Longnan

LI Baojun, LIU Zhitian, ZHAO Min, ZHAO Liangmei, LONG Ermei, MA Bin, LI Qiaohua,
YANG Jianghui, LIU Yuhong, LI Jianke
(Longnan Xiangyu Olive Development Limited Liability Company, Longnan Gansu 746000, China)

Abstract: To study the effects of different planting sites in Longnan City on the fruit growth of different olive oil varieties, 4 olive oil varieties planted in the Wudu District of Longnan City, including Laixing, Ezhi 8, Miracle, and Pixiaoli, were examined. Their fruit phenotypic traits during various growth stages, fertilization and fruit set, seed growth, stone hardening of the endocarp, mesocarp formation, and fruit maturity, were compared to analyze changes in water content and oil content during fruit growth. This aimed to identify suitable cultivation areas for different oil olive varieties and support the optimization of oil olive planting resource allocation in the Longnan area. The results showed that the appearance of different varieties of olive fruits planted in Jinping Village and Daoqi Village in the Wudu District of Longnan City was elongated, and the Laixing olives planted in Jinping Village had both higher fresh weight per hundred fruits and oil content than those in Daoqi Village, with the fresh weight per hundred fruits and oil content during the mesocarp formation stage being 34.82% and 72.53% higher than those in Daoqi Village, respectively. Ezhi 8 olives planted in Daoqi Village had lower fresh weight per hundred fruits than those in Jinping Village during the early growth period, whereas the number was reversed during the later growth period, with the fresh weight per hundred fruits in Daoqi Village during the mesocarp formation 26.00% higher than that in Jinping Village. The oil content of Ezhi 8 olives planted in Jinping Village was higher than those planted in Daoqi Village with the oil content 84.48% higher than Daoqi Village during the maturity stage. Miracle olives planted in Jinping Village had both higher fresh weight per hundred fruits and oil content than those in Daoqi Village, with the fresh weight per hundred fruits during the hardening of the endocarp stage being 36.00% higher than Daoqi Village, and the oil content during the fruit maturity stage being 53.71% higher than Daoqi Village. Pixiaoli olives planted in Jinping Village had a higher oil content than those in Daoqi Village, with the oil content during the mesocarp formation stage being 76.13% higher than Daoqi Village. Thus, it is evident that the Laixing and

收稿日期: 2023-06-25; 修订日期: 2023-12-22

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFD1602205)。

作者简介: 李宝军(1995—), 男, 甘肃甘谷人, 硕士, 研究方向为果蔬采后生物学与技术。Email: libaojun_farm@163.com。

通信作者: 刘志恬(1996—), 女, 甘肃庆阳人, 硕士, 研究方向为果蔬采后生物学与技术。Email: liuzhitian_farm@163.com。

Miracle olives planted in Jinping Village were superior to those in Daoqi Village, with the fruits being more suited for oil production. Ezhi 8 and Pixiaoli, being suitable for both oil and table use, could be planted in both Jinping Village and Daoqi Village which would yield great growth as well.

Key words: Olive; Variety; Planting site; Phenotypic character; Oil content; Water content;

油橄榄(*Olea europaea* L.)是木犀科木犀榄属油料作物,是世界著名的木本油料兼果用树种,主要在西班牙、意大利和中国等国家种植^[1]。其果实经过纯物理压榨获得的特级初榨橄榄油含有丰富的营养成分和抗氧化成分,如脂肪酸、生育酚、多酚、橄榄苦苷和角鲨烯等物质^[2-3],这使得橄榄油具有清除人体自由基、延缓衰老和预防心脑血管疾病等作用^[4-5]。甘肃省陇南市是中国最大的油橄榄生产基地,近年来,陇南市从基地扩建、品种改良和驯化、精深加工和品牌优化等方面着手,加快了陇南油橄榄产业发展^[6]。陇南市种植的油橄榄品种众多^[7],种植面积高达 6.13 万 hm²,占全国种植面积的 68%,其中优质多产且出油率高的油橄榄品种科拉蒂和莱星等仅种植 1.20 万 hm²,而出油率低的油橄榄品种城固 32 号和阿斯等种植面积为 2.06 万 hm²^[8]。因此,优化陇南油橄榄种植资源配置,研究不同油橄榄品种对栽培地适用性以增加产量成为当下亟待解决的问题。有研究发现,在四川的西昌冕宁、广元利州和金堂淮口 3 个区域种植的油橄榄品种豆果、皮瓜尔、克罗莱、小苹果、科拉蒂,花后 15 d 不同区域以西昌冕宁种植的油橄榄坐果率最高,金堂淮口的坐果率最低,表明在西昌冕宁更有利于油橄榄开花坐果^[9]。西班牙油橄榄品种皮瓜尔引种到四川达州、金堂和西昌 3 个栽培地后,由于受日照时间的影响,各地区果实表现出不同的含油率,以西昌地区含油率最高^[10]。在四川开江、广元和西昌引进了 70 个不同油橄榄品种,由于受平均气温、相对湿度和年日照时间的影响,只有西昌地区油橄榄果实平均含油率接近地中海原产地,而开江地区和广元地区则低于地中海地区^[11]。国外研究发现,意大利中部橄榄园种植莱星橄榄树,在其生长期可通过施氮肥和钾肥来提高油橄榄果实的单果重(平均增加 23.00%)和含油量(平均增加 9.00%)^[12]。伊朗北部某庄园油橄榄果实生长期,在果实和橄榄叶表面喷施一定浓度的硼酸和纳米螯合硼,可促进采收时果实产量,同时提高

含油率。此外纳米螯合硼单一处理也可提高果实的游离脂肪酸和总酚质量以及抗氧化活性^[13]。还有研究表明,在伊朗阿里阿巴德地区油橄榄果园中,对油橄榄品种豆果和小苹果在生长过程中分别在叶面喷施腐植酸、黄腐酸和不同种类的氨基酸,发现同一处理的不同品种果实的含油率以豆果最高;有机酸单一处理结果表明,精氨酸和腐植酸联合处理果实的蛋白质和总叶绿素质量最高,腐植酸处理果实的花青素和酚类物质质量最高^[14]。尽管不同栽培地和不同采前处理对不同品种油橄榄坐果率以及成熟后果实的含油率、含水率及营养物质质量等方面的影响较大,但土壤作为油橄榄果树生长发育的重要影响因素,其养分含量的高低直接影响着果树的生长,陇南地区土壤以蚀性褐土、黄绵土、红壤土为主。因此,主要探究不同土壤的栽培地对油橄榄果实生长期经济特性的影响成为目前的热点。本研究选择在黄绵土类型代表(具有颗粒状黄绵土)锦屏村和红壤土类型代表(具有千木岩风化物质红壤土)稻畦村种植的 4 个油橄榄品种(莱星、鄂植 8 号、奇迹、皮削利)为试材,以果实表型性状(横径、纵径、果形指数、百粒鲜质量)、含水率和含油率为衡量指标,分析不同种植地适宜栽种的油橄榄品种,为不同品种油橄榄的规范化种植提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区地处陇南市武都区东南部 40 km 处,属于外纳镇的锦屏村和稻畦村,地理位置为北纬 33° 21' 27.573"、东经 105° 08' 61.986"。该地区属于北亚热带半湿润气候,气候温和,四季分明,年平均气温 14.9 ℃,日照时间 1 872 h,降水量 400 ~ 900 mm,无霜期 120 ~ 284 d。

锦屏村试验地为颗粒状黄绵土,土质较干旱;稻畦村试验地为千木岩风化物质红壤土,土壤湿润。两试验地栽培措施均按照陇南市经济林研究院制定的《油橄榄提质增效栽培技术的周年工作表》进行管理。

1.2 供试品种

供试油橄榄品种有莱星(Leccino)、奇迹(Koroneiki)、皮削利(Picholine)、鄂植 8 号(Ezhi 8),均由陇南市祥宇油橄榄开发有限责任公司提供。均选取生长正常、活力均匀、15 a 树龄的油橄榄树。

1.3 供试仪器与设备

游标卡尺(DL-90150 型,得力集团有限公司,中国)、千分之一电子分析天平(JA-2003B 型,上海越平科学仪器有限公司,中国)、电热鼓风干燥箱(101-IA 913 型,北京科维永兴仪器有限公司,中国)、索氏提取仪(SOX-406 型,海能未来技术集团股份有限公司,中国)、菲力博粉碎机(FLB-200 型,上海菲力博食品机械有限公司,中国)、干燥器(150 mm 型,湖南比克曼生物科技有限公司,中国)、Olivia 分析仪[仪器序列号 91905078,福斯华(北京)科贸有限公司,中国]。

1.4 研究方法

1.4.1 果实采收 参照马婷等^[15]和 Manrique 等^[16]的方法。果实盛花期后的受精和坐果期(0~30 d)、种子生长期(30~60 d)、果核变硬期(60~90 d)、中果皮形成期(90~150 d)和果实成熟期(150~210 d)每个阶段采摘 1 次,对应的时期为 2022 年 8 月 26 日、2022 年 9 月 20 日、2022 年 10 月 5 日、2022 年 10 月 27 日和 2022 年 11 月 21 日,依次记为第 I、II、III、IV、V 阶段。采摘时在各供试树体上随机摘取大小均一且无机械损伤和病害症状的果实,装入食品级专用果筐,于当日运回祥宇生态产业园研发中心,在温度 22 ± 2 °C,相对湿度 55%~65%条件下贮藏待用。每品种油橄榄果实选用 6 株树采摘,每株采收果实 12.5 kg,重复 3 次。

1.4.2 果实表型性状测定 百粒鲜质量的测定采用质量法。每处理用油橄榄果实 100 个,重复 3 次。参照杨从华等^[17]的方法。在每棵果树的东、南、西、北 4 个方位各选取挂果不少于 10 个的样枝 1 个,标记挂牌。从花后开始每隔 30 d 测定 1 次样枝上果实纵径和横径,计算果形指数,直至果实成熟。

$$\text{果形指数} = \frac{\text{果实纵径}}{\text{果实横径}}$$

1.4.3 含水率检测 参照张东等^[18]的方法。称取破碎后的橄榄果样品 50 g,将样品用铝盘均匀铺

开,放入 105 ± 2 °C 电热鼓风干燥箱中烘 48 h,取出后于干燥器中平衡 30 min,称质量;然后再放入烘箱中 30 min,取出后再置于干燥器中平衡 30 min,称质量。反复 2 次称质量相差不超过 5 mg,计算含水率。

$$W = \frac{(X-Y)}{C} \times 100\%$$

式中, W 为样品含水率质量分数, X 为干燥前容器(铝盘)质量 + 样品的质量, Y 为干燥后容器(铝盘质量) + 样品的质量, C 为样品的湿重。

1.4.4 含油率检测 参照张东等^[18]的方法。称取经完全干燥的橄榄果样品 20 g,置粉碎机中研磨。确称取 10 g 研磨后的样品置于提前卷好的滤纸中,并用脱脂棉塞住滤架口,放入脂肪测定仪中用滑珠吸住滤架。打开冷却水循环器浴盖并倒入 ≥ 8 L 的蒸馏水,调整泵压控制旋钮将水压表压力调整为 $P < 0.04$,设定温度为 10 °C,运行时间为 12 h,将恒重后的铝杯称重并标记顺序,倒入 40 mL 石油醚后放入脂肪定位仪卡口,放下脂肪测定仪的扳手开始提取,提取完成后将含有油脂的铝杯放入鼓风干燥箱烘 30 min,取出铝杯放入干燥皿内平衡 30 min,称取铝杯 + 橄榄油质量并计数,计算含油率。

$$\text{干样含油率: } G = \frac{(M_2 - M_1)}{Z} \times 100\%$$

式中, G 为干样的含油率, M_2 为提取后铝盘 + 油脂的质量, M_1 为提取前铝盘的质量, Z 为干基样品的质量。

$$\text{鲜果含油率: } T = G \times (1 - W)$$

式中, T 为鲜果的含油率, G 为干样的含油率, W 为鲜果含水率。

1.5 数据统计与分析

试验数据均采用 Microsoft Excel 2019 计算平均值及标准误差,用软件 SPSS 21.0 进行 Duncan's 差异显著性分析($P < 0.05$),用软件 Origin 2017 作图。

2 结果与分析

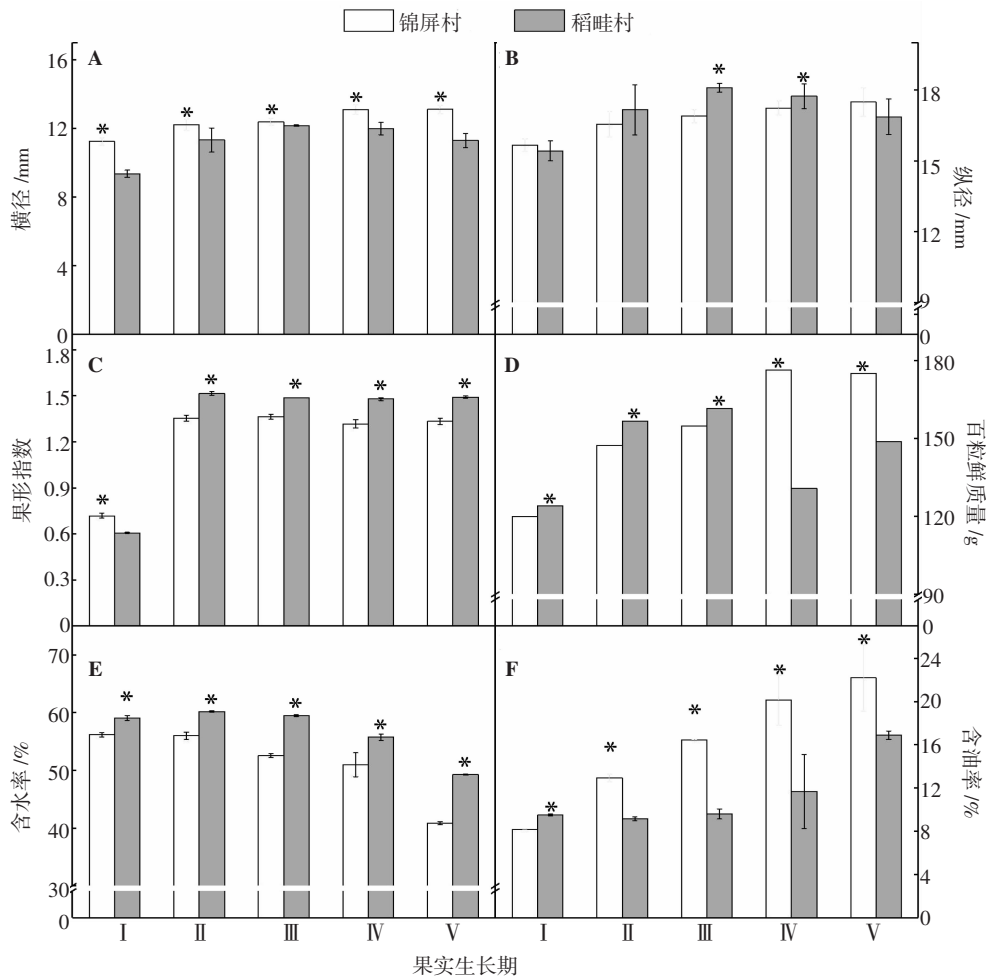
2.1 不同种植地油橄榄果实生长期间的经济性状

2.1.1 莱星 油橄榄果实生长期间,锦屏村种植莱星油橄榄果实纵横径均呈逐渐上升趋势,稻畦村种植的果实纵横径均在第 I~III 阶段呈上升趋

势, 第Ⅳ~Ⅴ阶段呈下降趋势。锦屏村种植的油橄榄果实横径在第Ⅰ~Ⅴ阶段均显著高于稻畦村, 其中第Ⅴ阶段高于稻畦村 16.00% ($P < 0.05$) (图 1A); 稻畦村种植的油橄榄果实纵径在第Ⅱ~Ⅳ阶段均高于锦屏村, 其中第Ⅲ阶段高于锦屏村 7.11% ($P < 0.05$) (图 1B)。两试点种植的油橄榄果实果形指数均呈先上升后平稳趋势, 在第Ⅱ~Ⅴ阶段稻畦村均显著高于锦屏村, 其中第Ⅳ阶段时较锦屏村高达 12.29% ($P < 0.05$) (图 1C)。锦屏村种植的油橄榄百粒鲜质量基本呈上升趋势, 而稻畦村呈单峰变化。在第Ⅰ~Ⅲ阶段稻畦村均高于锦屏村, 第Ⅳ~Ⅴ阶段锦屏村均高于稻畦村, 其中第Ⅳ阶段时高于稻畦村 34.82% ($P < 0.05$) (图 1D)。两试点种植的油橄榄果实含水率总体呈下降趋势, 且稻畦村均显著高于锦屏村, 其中第Ⅴ阶段高于锦屏村 20.53% ($P < 0.05$) (图 1E)。两试点种植的油橄榄

果实含油率均(除稻畦村的第Ⅰ阶段外)呈上升趋势, 第Ⅱ~Ⅴ阶段锦屏村显著高于稻畦村, 其中第Ⅳ阶段高于稻畦村 72.53% ($P < 0.05$) (图 1F)。综上所述, 锦屏村和稻畦村种植的莱星油橄榄果实外观基本呈长圆形变化, 且锦屏村种植的莱星油橄榄果实的百粒鲜质量和含油率均高于稻畦村, 含水率均低于稻畦村。

2.1.2 鄂植 8 号 油橄榄果实生长期间, 锦屏村和稻畦村种植的鄂植 8 号油橄榄果实纵、横径均呈单峰变化, 第Ⅲ、Ⅳ阶段稻畦村种植的油橄榄果实纵、横径均高于锦屏村, 其中第Ⅳ阶段横径高于锦屏村 21.53%, 纵径则高于锦屏村 20.61% ($P < 0.05$) (图 2A、图 2B)。两试点的油橄榄果实果形指数均呈先上升后平稳趋势, 第Ⅴ阶段稻畦村果实的果形指数高于锦屏村, 且高于锦屏村 3.34% ($P < 0.05$) (图 2C)。两试点的油橄榄果实百



[A 为果实横径、B 为纵径、C 为果形指数、D 为百粒鲜质量、E 为含水率、F 为含油率; 竖线表示标准误 (\pm SE), * 代表差异性显著 ($P < 0.05$), 下同]

图 1 果实生长期莱星油橄榄的果实经济性状

粒鲜质量锦屏村整体呈双峰变化，稻畦村整体呈单峰变化，在第 I ~ II 阶段锦屏村种植的油橄榄果实百粒鲜质量均显著高于稻畦村，第 III ~ V 阶段则为稻畦村高于锦屏村，其中第 III 阶段时高于锦屏村 26.00% ($P < 0.05$) (图 2D)。锦屏村种植的油橄榄果实含水率呈先升后稳再降的趋势，稻畦村种植的油橄榄果实含水率则呈先升后降的趋势。整个生长阶段稻畦村种植的油橄榄果实含水率均显著高于锦屏村，其中第 V 阶段高于锦屏村 65.86% ($P < 0.05$) (图 2E)。锦屏村种植的油橄榄果实含油率呈上升趋势，稻畦村种植的油橄榄果实含油率呈先上升后下降再上升的趋势，第 I、II、V 阶段锦屏村种植的油橄榄果实含油率均显著高于稻畦村，其中第 V 阶段高于稻畦村 84.48% ($P < 0.05$) (图 2F)。综上认为，锦屏村和稻畦村种植的鄂植 8 号油橄榄果实外观均基本呈长圆形变化，稻畦村种植的油橄榄果实含水率均高于锦屏村，而锦屏

村种植的油橄榄果实含油率均高于稻畦村。

2.1.3 奇迹 油橄榄果实生长期，锦屏村种植的奇迹油橄榄果实纵、横径均呈先上升后下降再上升的趋势，稻畦村呈先上升后下降的趋势，第 II ~ IV 阶段锦屏村种植的油橄榄果实横径高于稻畦村，其中第 III 阶段时锦屏村高于稻畦村 13.63% ($P < 0.05$) (图 3A)；第 I ~ V 阶段锦屏村种植的油橄榄果实纵径均高于稻畦村，其中第 III 阶段时锦屏村高于稻畦村 13.55% ($P < 0.05$) (图 3B)。两试点种植果实的果形指数均呈先上升后平稳趋势，第 I ~ II 阶段稻畦村种植的油橄榄果实的果形指数显著高于锦屏村，其中第 I 阶段时高于锦屏村 14.90% ($P < 0.05$) (图 3C)。锦屏村种植的油橄榄果实百粒鲜质量呈上升趋势，稻畦村呈先降后升趋势，第 II ~ V 阶段锦屏村高于稻畦村，其中第 III 阶段时高于稻畦村 36.00% ($P < 0.05$) (图 3D)。锦屏村种植的油橄榄果实含水率呈先上升后下降趋势，稻畦村呈

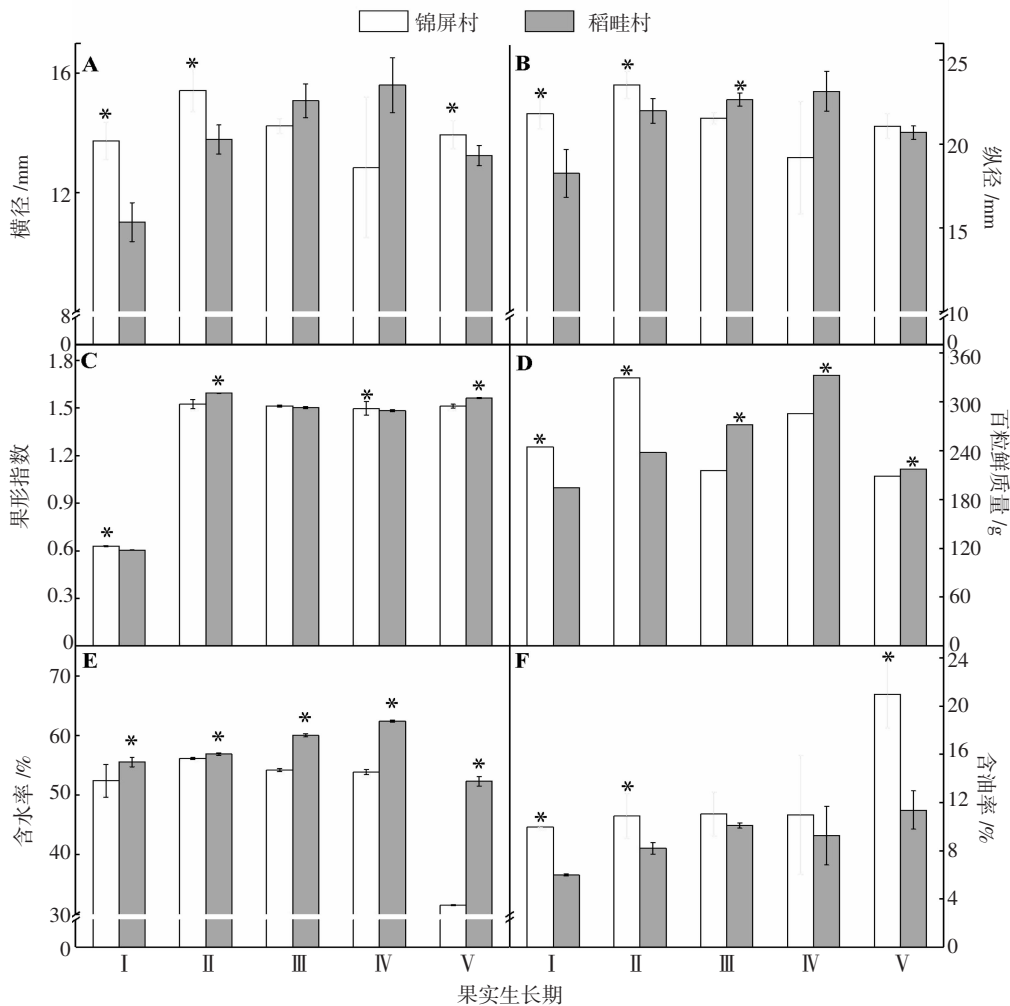


图 2 果实生长期鄂植 8 号油橄榄的果实经济性状

先下降后上升再下降的趋势, 第 I、IV、V 阶段稻哇村均高于锦屏村, 其中第 I 阶段时高于锦屏村 15.74% ($P < 0.05$) (图 3E)。两试点种植的油橄榄果实含油率均呈上升趋势, 第 I、III、IV、V 阶段时锦屏村种植的油橄榄果实含油率显著高于稻哇村, 其中第 V 阶段时高于稻哇村 57.31% ($P < 0.05$) (图 3F)。综上所述, 锦屏村和稻哇村种植的奇迹油橄榄果实外观均基本呈长圆形变化, 且锦屏村种植的油橄榄果实百粒鲜质量和含油率均高于稻哇村。

2.1.4 皮削利 油橄榄果实生长期间, 锦屏村种植的油橄榄果实纵、横径均呈上升趋势, 稻哇村呈先上升后下降的趋势, 第 II~V 阶段稻哇村种植的油橄榄果实纵、横径均高于锦屏村, 其中第 IV 阶段时稻哇村种植果实横径高于锦屏村 12.80% ($P < 0.05$) (图 4A)、纵径高于锦屏村 16.31% ($P < 0.05$) (图 4B)。两试点种植油橄榄的果实果形指数均呈先上升后平稳趋势, 但稻哇村种植的果实果

形指数整体高于锦屏村, 其中第 IV 阶段时高于锦屏村 3.03% ($P < 0.05$) (图 4C)。锦屏村种植的油橄榄果实百粒鲜质量基本呈上升趋势, 稻哇村种植的油橄榄果实百粒鲜质量呈先上升后下降趋势, 但稻哇村种植的油橄榄果实百粒鲜质量整体高于锦屏村, 其中第 IV 阶段时高于锦屏村 51.99% ($P < 0.05$) (图 4D)。两试点种植的油橄榄果实含水率在第 I~IV 阶段平稳变化, 第 V 阶段呈下降趋势, 稻哇村种植的油橄榄果实含水率整体高于锦屏村, 其中第 IV 阶段时高于锦屏村 12.90% ($P < 0.05$) (图 4E)。锦屏村种植的油橄榄果实含油率呈上升趋势, 稻哇村种植的油橄榄果实含油率呈先上升后下降再上升的趋势, 锦屏村种植的油橄榄果实含油率显著高于稻哇村, 其中第 IV 阶段时高于稻哇村 76.13% ($P < 0.05$) (图 4F)。综上所述, 锦屏村和稻哇村种植的油橄榄果实外观均基本呈长圆形变化, 且锦屏村种植的油橄榄果实含油率高于

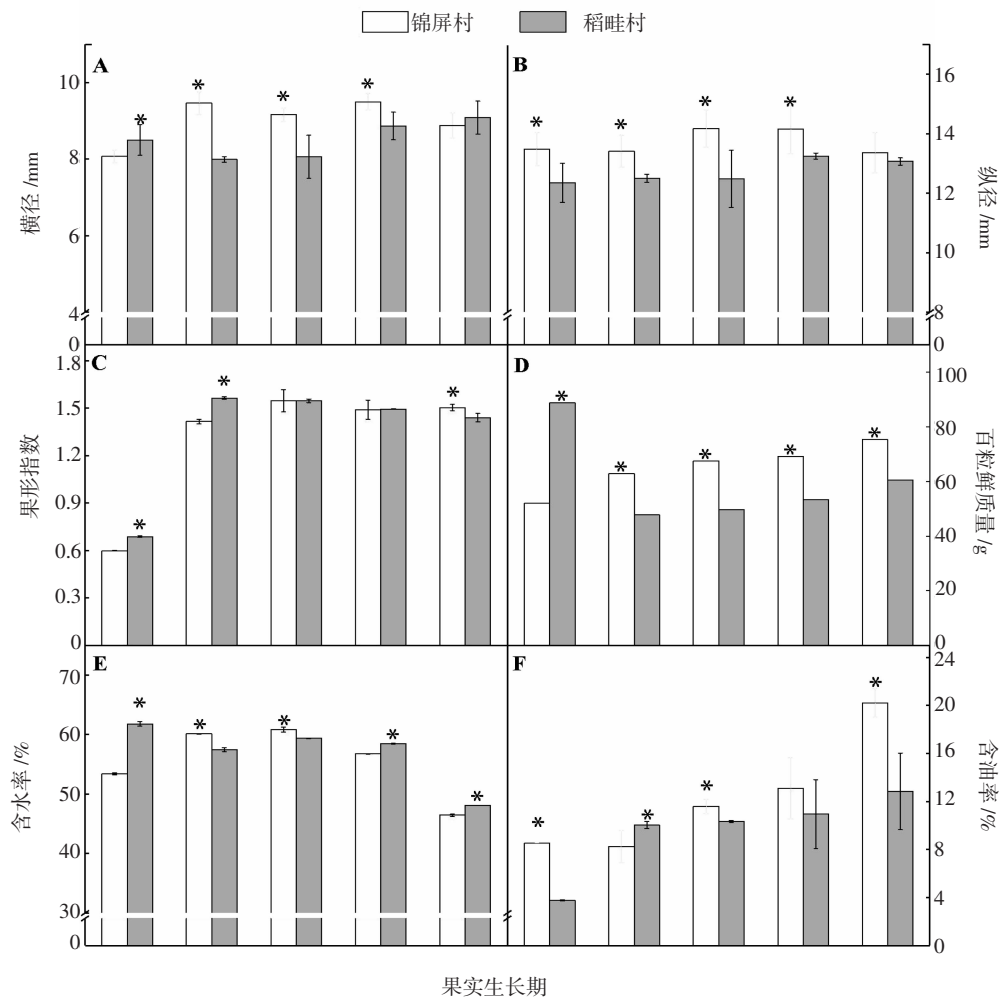


图 3 果实生长期间奇迹油橄榄的果实经济性状

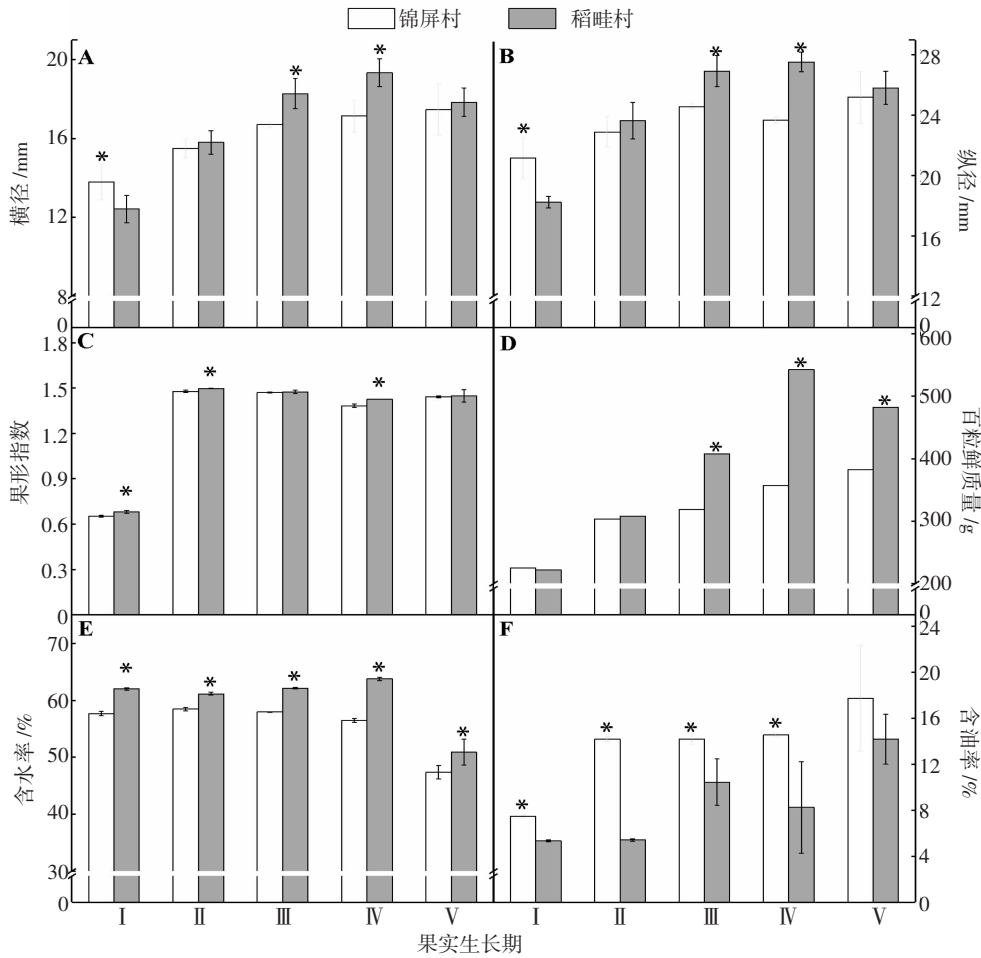


图 4 果实生长期期间皮削利油橄榄的果实经济性状

稻畦村。

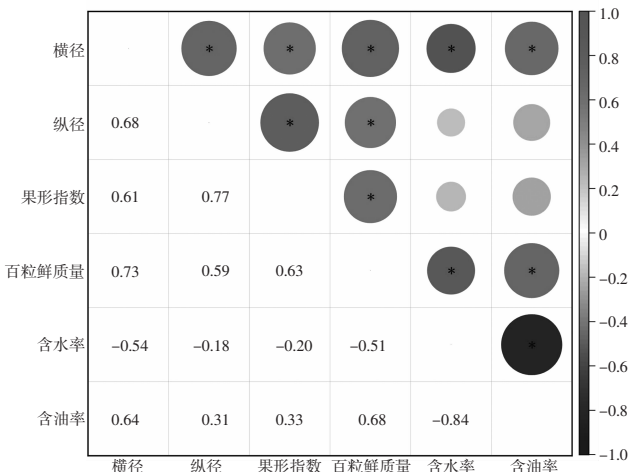
2.2 油橄榄果实各指标间的相关性分析

由图 5 可知，油橄榄果实含油率与横径和百粒鲜质量呈显著正相关，相关系数分别为 0.64 和

0.68；与含水率呈显著负相关，相关系数为 -0.84。油橄榄果实含水率与横径、百粒鲜质量和含油率呈显著负相关，相关系数分别为 -0.54、-0.51、-0.84。油橄榄果实百粒鲜质量与横径、纵径、果形指数、含油率呈显著正相关，相关系数分别为 0.73、0.59、0.63、0.68；与含水率呈显著负相关，相关系数为 -0.51。

3 讨论与结论

果形指数可直观地反映果实的外观形状，常作为商品果实等级分类的重要指标 [19]。本研究发现，莱星和奇迹油橄榄果实横径在果实盛花期后的受精和坐果期至种子生长期增长迅速，后期增长减缓，而鄂植 8 号和皮削利油橄榄果实横径变化无明显规律且整个生长过程变化幅度较大。供试油橄榄品种莱星、鄂植 8 号、奇迹、皮削利的果实纵径在整个成熟期间生长均较为缓慢，果实横径增长速度均大于纵径，且横、纵径总体呈快 - 慢 - 稳定的变化趋势。该结果与杨丛华等 [17] 对豆



[表中表示变量间 Pearson's 相关性分析，个案数(N=30)；*显著相关(P<0.05)]

图 5 油橄榄果实各经济性状指标间的相关性分析

果和柯基, 马婷等^[15]对云杂 1 号、云杂 2 号和云杂 3 号油橄榄品种的研究相似。莱星、奇迹和皮削利油橄榄果实的横径在果实受精期和坐果期至中果皮形成期增长迅速, 后期增长减缓, 而鄂植 8 号果实的横径无明显规律且整个生长过程变化幅度较大。有研究发现, 当土壤相对湿度在 60%~90% 时, 果实横径、纵径会随土壤相对湿度的下降而呈升高趋势^[20], 同时不同营养状况的土壤可通过草炭及硫磺粉对土壤改良后促进果实横径显著增大^[21]。本研究还发现, 稻畦村种植的莱星、鄂植 8 号、奇迹、皮削利油橄榄果形指数均高于锦屏村, 各品种的果形指数表现为鄂植 8 号>奇迹>莱星>皮削利, 该结果与孔维宝等^[22]和韩锐等^[23]对油橄榄经济性状的研究相似。锦屏村和稻畦村种植的油橄榄品种莱星、鄂植 8 号、奇迹、皮削利果实的果形指数随成熟度的增加而增加, 但生长后期各果实的果形指数增长速度缓慢, 这可能是由于在果实生长阶段, 中果皮细胞膨大, 且在生长后期果实赤道中部细胞膨大快于两端, 使得果实外观逐渐变圆^[24-25]。

百粒鲜质量是油橄榄果实作为商品用途的重要指标, 可直观反映果实采后的产量。本研究发现, 锦屏村和稻畦村种植油橄榄品种莱星、奇迹、皮削利的果实百粒鲜质量随成熟度增加均呈上升趋势, 但不同品种之间差异较大。成熟后稻畦村种植鄂植 8 号和皮削利油橄榄果实的百粒鲜质量高于锦屏村, 锦屏村种植莱星和奇迹油橄榄果实的百粒鲜质量高于稻畦村。锦屏村和稻畦村种植 4 个品种果实果实受精和坐果期至果核变硬期果实生长缓慢, 该结果与张艳丽等^[26]对油橄榄品种佛奥果实品质的研究相似, 这可能与油橄榄果实生长发育机制相关。在果实盛花期后受精和坐果期, 果实的子房细胞快速分裂, 受精卵发育成胚并迅速长大, 形成早期的果实^[27]。在种子生长期, 果实组织细胞分裂占据优势, 种子形成并迅速增大, 且糖类物质大量积累, 为脂肪酸合成提供物质基础。在果核变硬期, 内果皮中木质素快速形成使得果核变硬, 但果实生长缓慢, 胚和内果皮达到最终大小。进入中果皮形成期后中果皮细胞迅速增大使得果实生长再度加快, 果实中油脂也快速合成并储存于细胞内部^[16]。在果实成熟期,

果实中油脂质量达到最大, 且果实颜色发生转变, 中果皮也由硬变软, 使得果实中水分降低^[28]。有研究表明, 油橄榄果实成熟时, 果实质量也受开花时子房质量遗传控制的影响^[29], 同时, 果实生长过程中含水率的变化也是影响果实质量的重要原因。

含水率是反映果实组织水分状况的重要指标, 含水率高时, 果实坚挺饱满且光泽鲜艳, 含水率低时则会萎蔫皱缩^[28]。油橄榄果实从子房发育到成熟果实的整个过程均伴随着含水率的变化。本研究发现, 锦屏村和稻畦村种植的 4 个油橄榄品种果实含水率均呈先缓增后下降的趋势, 稻畦村种植的莱星、鄂植 8 号、奇迹和皮削利果实的含水率高于锦屏村, 该结果与杨倩雨等^[30]对不同成熟度油橄榄果实含水率的研究相似。不同品种果实生长至中果皮形成期, 其含水率均呈现不同程度的升高, 而中果皮形成期至成熟期, 其含水率会下降, 其原因可能是由于果实成熟后期, 果实气孔增大, 果肉水分挥发而使含水率降低。也有可能是由于油橄榄果实生长发育后期干物质质量上升, 果实干物质质量变化一般是由少到多, 即幼小果实含水量多且干物质少, 接近成熟的果实含水量少且干物质多^[31]。还有可能是果实生长发育进入第Ⅳ阶段后, 由于环境气温降低, 相对湿度减少, 部分果实会失水皱缩使得果实含水率降低^[32]。

含油率是油橄榄育种考虑的首要性状, 分析影响含油率高低的因素意义重大^[10], 且不同品种果实及其油脂在品质上均存在一定差异^[33]。同时, 果实含油率也受遗传和环境条件的影响。有研究发现, 一些金属元素是影响果实生长的重要因素, 钾、钙和镁等单元素及钙镁复合速效肥能显著提高油橄榄含油率^[34]。还有研究表明, 不同气候条件也会影响油橄榄果实含油率, 同时使得橄榄油脂脂肪酸组成存在显著差异^[35]。本研究发现, 锦屏村和稻畦村种植的 4 种油橄榄品种含油率均呈上升趋势, 锦屏村种植的莱星、鄂植 8 号、奇迹和皮削利果实含油率高于稻畦村, 该结果与郑浩等^[36]对不同成熟度油橄榄果实含油率的研究结果相似。其原因可能是果实在生长前期, 果实组织细胞分裂占据优势使得糖类物质大量积累, 但油脂合成较少且维持在较低水平^[37], 到果核变硬期

之后,果实中前期积累的糖类物质经糖代谢和脂肪酸合成途径转化为油脂并储存在细胞内部^[16],到果实成熟后期,果实中油脂质量达到最大^[38]。有研究表明,果实含油率受到遗传和环境条件的影响^[29,39]。同时,果实含油率也受油橄榄品种遗传潜力和合成油脂的中果皮数量的影响^[40]。金属元素也是影响果实含油率的重要因素,钾、钙和镁等单元素及钙镁复合速效肥均能显著提高果实含油率^[34]。不同气候条件也是影响油橄榄果实含油率的重要原因,同时使得橄榄油脂脂肪酸组成存在显著差异^[35]。本研究旨在探明不同土壤特性的栽培地对不同品种油橄榄果实生长期经济性状的影响,具体选择了对具有颗粒状黄绵土的锦屏村和具有千木岩风化物质红壤土的稻畦村种植的4种不同品种油橄榄果实经济性状指标进行对比分析,以筛选出这2个栽培地适宜栽种的油橄榄品种,至于2个栽培地土壤营养成分如重金属元素、有机质、酸碱度等成分对油橄榄果实生长期经济性状的影响有待于下一步研究。

通过对锦屏村和稻畦村种植的4个油橄榄品种莱星、鄂植8号、奇迹、皮削利油橄榄果实经济性状相关指标的测定,探讨了不同油橄榄品种果实的表型性状和品质指标随成熟度的变化规律。结果表明,在陇南市武都区锦屏村和稻畦村种植的不同品种油橄榄果实外观均呈长圆形,且锦屏村种植的莱星油橄榄果实百粒鲜质量和含油率均高于稻畦村,中果皮形成期百粒鲜质量和含油率分别高于稻畦村34.82%和72.53%。稻畦村种植的鄂植8号油橄榄果实百粒鲜质量在果实生长前期低于锦屏村,生长后期则高于锦屏村,中果皮形成期稻畦村油橄榄果实百粒鲜质量高于锦屏村26.00%。锦屏村种植的鄂植8号油橄榄果实含油率均高于稻畦村,果实成熟期含油率高于稻畦村84.48%。锦屏村种植的奇迹油橄榄果实百粒鲜质量和含油率均高于稻畦村,果核变硬期百粒鲜质量高于稻畦村36.00%,果实成熟期的含油率高于稻畦村53.71%。锦屏村种植皮削利油橄榄果实含油率高于稻畦村,中果皮形成期的含油率高于稻畦村76.13%。由此可知,锦屏村种植的油橄榄莱星、奇迹均优于稻畦村,且果实用途偏向于油用。油橄榄鄂植8号和皮削利作为油果兼用型果

实,在锦屏村和稻畦村均可种植,且生长良好。

参考文献:

- [1] 王健,陆斌,赵敏. 国外油橄榄种植模式对云南油橄榄发展的战略思考[J]. 热带农业科学, 2020, 40(2): 21-25.
- [2] 嘉丹. 山茶油与橄榄油各“油”所长[J]. 中国林业产业, 2019(3): 34-35.
- [3] 邓斌,张伟,惠菊,等. 橄榄油中极性伴随物研究状况[J]. 中国油脂, 2011, 36(4): 35-39.
- [4] BANCO A P, PUERTAS C M, TRENTACOSTE E R, et al. Promising olive varieties for extra virgin oil production in mendoza, argentina[J]. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2023, 22(1): 62-70.
- [5] SERVILI M, ESPOSTO S, FABIANI R, et al. Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure[J]. Inflammopharmacology, 2009, 2(17): 76-84.
- [6] 梁芳,张正武. 加快陇南油橄榄产业发展的思考[J]. 园艺与种苗, 2019(1): 60-62.
- [7] 邓煜. 油橄榄品种图谱[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2014.
- [8] 石均华,王红芳,李泰安. 甘肃武都油橄榄产业发展现状及对策[J]. 林业科技通讯, 2021(10): 39-41.
- [9] 李欣欣,叶敏,王丽华,等. 3个生态区域内5个油橄榄品种的叶片生理特征及开花座果率研究[J]. 西部林业科学, 2022, 51(1): 49-55.
- [10] 赵琦,郭晓强,庄国庆,等. 四川省3个不同栽培地油橄榄品种皮瓜尔的含油率与遗传差异分析[J]. 西南农业学报, 2017, 30(6): 1279-1283.
- [11] 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.
- [12] ROSATI A, CAPORALI S, PAOLETTI A. Fertilization with n and k increases oil and water content in olive (*Olea europaea* L.) Fruit via increased proportion of pulp[J]. Scientia Horticulturae, 2015, 192: 381-386.
- [13] VISHEKAI Z R, SOLEIMANI A, FALLAHI E, et al. The impact of foliar application of boron nano-chelated fertilizer and boric acid on fruit yield, oil content, and quality attributes in olive (*Olea europaea* L.)[J]. Scientia Horticulturae, 2019, 257: 108689.
- [14] MOHSEN M N, SHAHRAM S S, DAVOOD H. Effect of foliar application of amino acid, humic acid and fulvic acid on the oil content and quality of olive[J]. Saudi Journal of Biological Sciences, 2022, 29(5): 3473-3481.

- [15] 马 婷, 宁德鲁, 李勇杰, 等. 3 个杂交油橄榄品种果实发育过程中表型性状、含油率及油质的变化[J]. 中国油脂, 2022, 47(5): 65–72.
- [16] MANRIQUE T, RAPOPORT H F, CASTRO J, et al. Mesocarp cell division and expansion in the growth of olive fruits[J]. Acta Horticulturae, 1999, 474(474): 301–304.
- [17] 杨从华, 宁德鲁, 石卓功, 等. 油橄榄在云南的果实生长发育特性分析[J]. 经济林研究, 2020, 38(1): 177–183.
- [18] 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.
- [19] 焦润安, 焦 健, 李朝周, 等. 果园生草及灌水对油橄榄果实产量及品质的影响[J]. 西北农业学报, 2018, 27(8): 1161–1172.
- [20] 许 帅, 郭瑞雪, 乔建磊, 等. 不同土壤相对湿度对果实膨大期野生欧李生长发育及光合特性的影响[J]. 吉林农业大学学报, 1–7 (2022–03–08)[2023–06–14]. <https://doi.org/10.13327/j.jjlau.2021.1568>.
- [21] 祖 蕾, 张晓婷, 申 强, 等. 不同土壤条件对越橘生长发育及果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2019(16): 17–22.
- [22] 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(2): 87–92.
- [23] 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.
- [24] ROSETTI M V, FLEMMER A C, HERNÁNDEZ L F. A detailed description of morphological and anatomical characters of olive (*Olea europaea*) fruits in relation to phenological growth stages[J]. Annals of Applied Biology, 2019, 174(3): 402–412.
- [25] ROSATI A, ZIPANČIĆ M, CAPORALI S, et al. Fruit weight is related to ovary weight in olive (*Olea europaea* L.)[J]. Scientia Horticulturae, 2009, 122(3): 399–403.
- [26] 张艳丽, 耿树香, 宁德鲁, 等. 不同成熟度对油橄榄‘佛奥’果实品质的影响[J]. 中国果树, 2017(6): 54–55.
- [27] 程子彰, 贺靖舒, 占明明, 等. 油橄榄果生长与成熟过程中油脂的合成[J]. 林业科学, 2014, 50(5): 123–131.
- [28] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [29] CORELLI G L, LAKSO A N. Fruit development in deciduous tree crops as affected by physiological factors and environmental conditions[J]. Acta Horticulturae, 2004(636): 425–441.
- [30] 杨倩雨, 郑 浩, 李志强, 等. 油橄榄果实经济性状随成熟度的变化[J]. 中国油脂, 2022, 47(6): 109–116.
- [31] 江新能, 李 锋, 蒋汉明. 罗汉果果实生长发育与内含物变化的研究[J]. 广西植物, 1990(3): 223–227.
- [32] CONDE C, DELROT S, GERÓS H. Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening[J]. Journal of Plant Physiology, 2008, 165(15): 1545–1562.
- [33] 谢碧秀, 黄 勇, 苏光灿. 不同品种油橄榄果实及其油脂品质研究进展[J]. 安徽农学通报, 2023, 29(1): 103–105.
- [34] 马 婷, 谢正万, 景跃波, 等. 不同施肥处理对油橄榄生长、结果及品质的影响[J]. 经济林研究, 2022, 40(2): 276–281.
- [35] SALVADOR M D, ARANDA F, GÓMEZ A S, et al. Influence of extraction system, production year and area on cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons[J]. Food Chemistry, 2003, 80(3): 359–366.
- [36] 郑 浩, 杨倩雨, 李志强, 等. 不同成熟度油橄榄果实表现与内在品质变化及相关性分析[J]. 核农学报, 2022, 36(6): 1089–1099.
- [37] MIGLIORINI M, CHERUBINI C, MUGELLI M, et al. Relationship between the oil and sugar content in olive oil fruits from moraiolo and leccino cultivars during ripening[J]. Scientia Horticulturae, 2011, 129(4): 919–921.
- [38] CARLOS C, SERGE D, HERNANI G. Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening[J]. Journal of Plant Physiology, 2008, 165 (15) : 1545–1562.
- [39] KONG W B, HAN R, LIU N, et al. Dynamic assessment of the fruit quality of olives cultivated in longnan (China) during ripening[J]. Scientia Horticulturae, 2019, 253: 8–16.
- [40] LAVEE S, WODNER M. The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and manzanillo [J]. Scientia Horticulturae, 2004, 99(3): 267–277.