



DOI:10.14188/j.ajsh.2024.02.001

## 油橄榄育种及栽培技术研究进展

王瑞文<sup>1,2</sup>, 郑京津<sup>2</sup>, 黄颖<sup>2</sup>, 姜德志<sup>2\*</sup>

- (1. 黄冈师范学院 经济林木种质改良与资源综合利用湖北省重点实验室/大别山特色资源开发湖北省协同创新中心, 湖北 黄冈 438000;  
2. 湖北省林业科学研究院, 湖北 武汉 430075)

**摘要:** 油橄榄是世界著名的木本油料兼果用树种,在医药、生态、园林绿化等方面具有较强开发应用潜力。在查阅大量相关文献的基础上,综述了中国油橄榄种质资源引进及利用、育种及栽培等方面研究进展,提出了存在种质资源开发利用不足、育种工作进程缓慢、栽培技术未成体系等方面的问题,并指出下一步应加强种质资源鉴定和评价、育种群体综合测定、建立高产高效栽培技术体系等方面的研究,以期为中国油橄榄育种及栽培技术发展提供参考。

**关键词:** 油橄榄;种质资源;育种;栽培技术

**中图分类号:** S791.49

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2096-3491(2024)02-0103-09

## Research advances on breeding and cultivation techniques of olive

WANG Ruiwen<sup>1,2</sup>, ZHENG Jingjin<sup>2</sup>, HUANG Ying<sup>2</sup>, JIANG Dezhi<sup>2\*</sup>

- (1. Hubei Key Laboratory of Economic Forest Germplasm Improvement and Resources Comprehensive Utilization, Hubei Collaborative Innovation Center for the Characteristic Resources Exploitation of Dabie Mountains, Huanggang Normal University, Huanggang 438000, Hubei, China;  
2. Hubei Academy of Forestry, Wuhan 430075, Hubei, China)

**Abstract:** Olive is a world famous woody oil and fruit tree species. It has strong potential for development and application in medicine, ecology and landscaping. On the basis of consulting a large number of relevant literature, this paper reviews the research progress of the introduction and utilization of germplasm resource, breeding and cultivation of olive germplasm resources in China. The main problems are the insufficient in development and utilization of germplasm resources, slow progress of breeding and unsystematic cultivation techniques. Future research should strengthen the identification and evaluation of germplasm resources, comprehensive determination of breeding populations, and establish a high yielding and high efficiency cultivation technology system. This paper provides reference for the development of olive breeding and cultivation techniques in China.

**Key words:** *Olea europaea* L.; germplasm resource; breeding; cultivation technology

### 0 引言

油橄榄(*Olea europaea* L.)属木犀科(Oleaceae)

木犀榄属(*Olea*)常绿乔木,起源于小亚细亚叙利亚地区,已有几千年的栽培历史,是世界著名的优质木本油料兼果用树种<sup>[1]</sup>。橄榄油富含均衡的脂肪酸、

收稿日期: 2023-10-27 修回日期: 2024-01-08 接受日期: 2024-04-08

作者简介: 王瑞文(1985-),女,助理研究员,硕士,研究方向为经济林木育种。E-mail: 258016496@qq.com

\* 通讯联系人: 姜德志(1986-),男,助理研究员,硕士,研究方向为经济林木栽培。E-mail: 709626589@qq.com

基金项目: 湖北省科技厅重点实验室基金项目(202019704);中央财政林业科技推广项目(鄂[2023]TG14号)

引用格式: 王瑞文,郑京津,黄颖,等. 油橄榄育种及栽培技术研究进展[J]. 生物资源, 2024, 46(2): 103-111.

Wang R W, Zheng J J, Huang Y, et al. Research advances on breeding and cultivation techniques of olive [J]. Biotic Resources, 2024, 46(2): 103-111.

抗氧化酚类化合物、维生素、色素和挥发性化合物,广泛应用于食品、医药、美容、化工等行业,被誉为“飘香的软黄金”<sup>[2]</sup>。果渣中有三萜类、黄酮类等有效成分,在医药、保健品和化妆品行业具有广阔的应用<sup>[3]</sup>;叶中富含多酚抗氧化物,对人体具有重要的生理保健和抑菌作用,还可用作天然食品防腐剂<sup>[4]</sup>。橄榄树树型优美,还可做荒山、庭院园林绿化树种,具有较高的生态效益。

中国自20世纪60年代开始大规模引种油橄榄,因地理条件限制,目前主要在甘肃、云南、重庆、四川、湖北等地大面积种植。由于良种选育、栽培技术还处于薄弱环节,大部分种植区存在品种混杂、良莠不齐、未经鉴定的实生品系多、树势弱、结实率低等问题。本文从种质资源利用、良种选育、苗木繁育、栽培等方面进行综述,对现有研究存在的不足进行分析,提出针对性的对策建议,以期为油橄榄发展提供参考。

## 1 种质资源引进及研究

中国自20世纪60年代开始大规模引种、试种油橄榄。历经60年发展,中国油橄榄可大致分为大规模引种试验期(1964—1973年)、油橄榄推广发展期(1974—1980年)、油橄榄调整、巩固和提高期(1981—1990年)、油橄榄衰退低谷期(1991—2000年)、油橄榄恢复发展期(2001年至今)等五个时期。中国林业科技工作者先后从阿尔巴尼亚、苏联、意大利、西班牙等国家引进150余份油橄榄品种<sup>[5]</sup>,并在陇南武都和四川凉山州西昌市建立了油橄榄国家林木种质资源库,其中陇南武都油橄榄国家林木种质资源库收集和保存油橄榄品种、品系、优株等174份,西昌市国家级油橄榄林木种质资源库收集国内外油橄榄品种237份。

国内学者围绕油橄榄种质资源开发利用开展了表型性状和遗传水平多样性分析。有学者分析了35份油橄榄种质资源表型性状多样性,发现不同油橄榄种质表型性状之间存在显著差异,可分为特异种质、油用、果用、其他生理指标等5个不同育种方向<sup>[6]</sup>。表型性状在株间均存在较丰富变异,叶形指数、核形指数、果重、核重、叶长/叶宽及叶厚为引起表型变异的主要因子<sup>[7]</sup>。不同油橄榄品种间叶片及果实表型性状存在显著差异,部分表型性状间相关性显著,果肉率与单果重、果纵径、叶片长及叶形指数等为极显著正相关,在品种选育中可关注果实大、叶片狭长的植株进而筛选出果肉率高的良种<sup>[8]</sup>。采用简单重复序列间(inter-simple sequene repeat,

ISSR)分子标记对59个引种和国内选育的油橄榄品种进行分析,表明ISSR具有较好的分子鉴别能力<sup>[9]</sup>。有研究开展了32个油橄榄品种序列扩增多态性(sequence-related amplified polymorphism, SRAP)遗传多样性分析,认为油橄榄品种不是完全按照地理起源的标准来划分的,是根据品种间遗传学与形态学数据结合来决定的,这可能是由于油橄榄在漫长的栽培历史中,大规模的引种使得不同国家油橄榄种质间发生频繁的基因交流<sup>[10]</sup>。对云南省82个油橄榄品种进行了简单重复序列(simple sequence repeat, SSR)分析,得到与上述的研究类似结果,认为大多数引种品种并没有按照地理起源(原产地),是依据引种材料来源地和主要用途来聚类的<sup>[11]</sup>。利用SSR分析表明油橄榄品种内个体间的遗传变异远超过群体间和群体内不同品种间的遗传变异,认为引种栽培和苗木繁育过程中品种混淆和同名异种等可能是品种内遗传变异水平高的原因<sup>[12]</sup>。利用8对SSR荧光标记对113份品种资源进行遗传检测,共鉴别出油橄榄品种26个。此外,基于SSR标记还可对油橄榄品种间亲和性、子代父本进行分析<sup>[13,14]</sup>。

## 2 育种研究

### 2.1 繁殖生物学特性

大多数油橄榄品种存在自花不孕或结实率低的问题,是其对环境适应和营养均衡的一种自我调节。国内在油橄榄开花动态、受精过程等方面开展了少量研究,初步探索了自花不孕、结实率低的原因。油橄榄花分为两性花及不完全花,两性花具有发育完全的子房,能够发育成果实,不完全花子房退化,只能行使雄性功能<sup>[15]</sup>。品种、温度、激素水平、日照长度、光照强度、激素含量都会影响成花诱导,温度是主要因素,其中-4℃~3℃是油橄榄花芽生理分化的最适温度。强光有利于光合产物的合成与分配,能加速油橄榄花端和花器官的形成,弱光时花芽大部分败育。内源激素含量及相互间的平衡对油橄榄优化雌雄功能调配繁殖资源具有重要作用。碳水化合物含量低,N含量高,会促进营养生长,抑制花芽分化<sup>[16~18]</sup>。花粉有效授粉距离仅20~30 m,自然授粉状态下,约85%的胚珠授粉受精不能完成,影响其坐果<sup>[19]</sup>。油橄榄种子为1子房2心室4胚珠。果实生长期一般为5—8月。授粉不亲和、营养不足是5月中下旬及6—7月落花落果的主要原因<sup>[20]</sup>。以上研究揭示了油橄榄成花、授粉过程及影响因素,为提高油橄榄产量提供了参考,但花朵败育、授粉不亲和

的分子机制还需进一步研究。

## 2.2 育种技术研究

据《中国油橄榄产业发展蓝皮书》(2022年)记载,各适生区以引进资源为基础,通过改良驯化、区域试验,选育出了‘鄂植8号’‘科拉蒂’‘皮爪尔’‘佛罗’‘豆果’‘柯基’6个国家级林木良种和‘莱星’‘阿尔波萨纳’‘阿斯’‘皮削利’等10多个省级林木良种<sup>[21]</sup>。以引进资源为基础,结合杂交育种、分子育种创造和选育适合中国土壤及气候条件的油橄榄新品种仍是中国油橄榄育种的重点。

油橄榄自然杂交子代遗传变异丰富,对自然杂交子代进行实生选优是油橄榄育种的主要途径之一<sup>[22]</sup>。油橄榄品种间杂交,因花粉亲和力不同,坐果率差异明显。豆果×柯基、豆果×尼、柯基×豆果、柯基×尼、尼I×豆果和尼I×柯基6个人工授粉组合,坐果率分别为1.53%、1.45%、1.91%、0.69%、3.18%和3.76%<sup>[23]</sup>,皮削利和九峰6号、莱星和鄂植8号2个授粉组合,正反交坐果率都高,可互为授粉品种。莱星可作皮削利的授粉品种,皮削利不宜作莱星的授粉品种;莱星和九峰6号、城固32和皮削利这2个组合,品种间的花粉亲和力低,不适宜互作授粉配置<sup>[24]</sup>。因此油橄榄建园时应进行授粉组合配置。油橄榄营养生长期长达5~20年,如何缩短营养生长、提早开花结果、选育营养生长期短的油橄榄新品种是国内外油橄榄育种的研究重点。实生树早期生长势影响实生树营养生长期的长短,顶茎、第2侧枝数、最长侧枝节间长、主干的冠幅,第2侧枝角可作为评价苗期生长势的指标<sup>[25]</sup>。亲本基因型,特别是母本基因型对子代童期的影响更显著。因此在生产中,应以短童期品种为母本,从F1代中选择生长势优良单株,通过加强树体管理提高树高、地径的生长势来缩短童期,提早结实<sup>[26]</sup>。

## 3 栽培技术

在油橄榄栽培中,遵循“适地适树”原则的同时,还要考虑养分、树形、土壤条件、水分条件等综合因素,最大化地提高果实品质、树体抗性,防止树体早衰,延长植株结实年限。

### 3.1 适生区划研究

光照、水分、相对湿度、土壤是影响油橄榄生长发育的重要因素<sup>[27]</sup>。油橄榄喜光、耐旱。最适生长年均温为15~20℃,低于8~10℃生长较为缓慢;年降水量为500~750 mm;年日照时数以1 500 h以上最合适;质地较疏松、富含钙质的中性或微碱性土壤能促进根系发育。中国西北的甘肃陇南地区白龙江

流域、西南的四川盆地嘉陵江流域、云南、重庆和陕西南部大部分地区为油橄榄适生区<sup>[28]</sup>。

### 3.2 繁殖技术研究

油橄榄种子休眠时间长,发芽率低,壮苗率低。嫁接、扦插是其主要繁育方式。嫁接方法多以塑料袋保湿、报纸筒遮阴的插皮接法为最佳。利用良种砧木嫁接能提高油橄榄适应性、产量和品质,增强抵抗力。砧木‘田园1号’嫁接‘阿波桑娜’,增加了嫁接树叶片叶绿素和N、Ca、Mg、Mn含量,促进了嫁接树生长结实,且对叶片和果实形态、果实脂肪酸组成和含量未产生显著负影响<sup>[29]</sup>。对产量低、生长势弱的品种,可进行高接换头,嫁接当地优良品种<sup>[30]</sup>。

国内对扦插研究主要集中在基质配方、生根率等方面。以不同比例的森林腐殖土、山砂、蛭石、珍珠岩、泥炭、牛粪等为轻基质配方,可促进油橄榄扦插生根、根干重及根长<sup>[31,32]</sup>。温室或温床培养的插条生根率明显高于露地插条<sup>[33,34]</sup>。品种、采穗母树年龄、采穗位置、插穗叶片数量、相对湿度、生根剂使用均可影响扦插生根率。插穗的长短、修剪方式、扦插方式对生根率影响不显著。顶梢扦插生根率及生根质量随着树龄的增大而降低,但54年生大龄树干萌条的幼嫩程度高于2年生扦插苗,同一干基萌条插穗的中段又优于上段和下段。选取萌条中段,留1片叶或1对半叶的插穗生根效果最佳<sup>[35]</sup>。

油橄榄的组培技术还处于起步阶段,利用带芽茎段取得了无菌苗,但存在褐化严重、增值率低等问题<sup>[36]</sup>。植物组织培养是无性繁殖的一种有效方法,以组培为基础,建立油橄榄快繁技术体系是必然趋势。

### 3.3 施肥

油橄榄不同生长期需肥类型、需肥量不同。开花授粉期到油脂积累期对N、P元素需求较大,开花授粉期和坐果期对Mg元素需求多,果核硬化期到成熟期对K元素消耗大,果实成熟期到采收期对Ca元素有一定需求<sup>[37]</sup>。各部位对N需求量从大到小依次为:叶片、果肉、枝条、果核;叶片含氮量为1.4%和1.5%分别是油橄榄N素的不足下限和充足上限,也是判断是否需要施加N肥的标准<sup>[38]</sup>;施N肥能显著降低油橄榄的落叶率;N肥过量会降低胚珠寿命,也会导致橄榄油质量下降<sup>[39,40]</sup>。P肥主要以基肥形式施入<sup>[41]</sup>。K肥能增加油橄榄抗逆、抗旱、抗寒、抗病、耐高温能力,有利于果实油脂的形成。硼肥可提高油橄榄坐花坐果率,过度施用会抑制油橄榄生长,一般在花蕾期喷洒1~2次<sup>[42]</sup>。在四川酸性紫色土壤条件下施用P肥,并配合适量尿素、钙镁磷肥、



硫酸钾,对油橄榄幼树的生长有明显的促进效果。施用有机肥加0.5%的高效水溶肥有利于油橄榄树体、叶片、果实生长。使用肥料种类形态也会影响肥效,偏弱碱性的土壤中,硝态氮更容易吸收<sup>[43]</sup>。以上研究从不同方面揭示了油橄榄不同生长期对矿质元素的需求,为油橄榄栽培中的养分管理提供了参考。

### 3.4 土壤理化性质

油橄榄种植园土壤养分的丰缺状况、供应强度及土壤层厚度、土壤间隙、含水量等理化性质直接影响油橄榄生长发育及产量。

在中国,油橄榄生长最佳土壤条件为pH值7~8,  $\text{CaCO}_3$ 含量 $>5\%$ ,有机质含量 $>1.8\%$ ,速效N含量 $>74.4\text{ mg/kg}$ ,速效P含量 $>40\text{ mg/kg}$ ,速效K含量 $>200\text{ mg/kg}$ ,交换性Ca含量 $103\sim181\text{ mmol/kg}$ ,交换性Mg含量 $24\sim34\text{ mmol/kg}$ <sup>[44]</sup>。由于粗放的土壤管理及不合理施肥,造成了各主栽区油橄榄园土壤肥力低和树体营养失调。陇南油橄榄园的土壤pH值过高,有机质含量低,碱解氮、有效磷和速效钾欠缺<sup>[45]</sup>。重庆市油橄榄园土壤多呈碱性,土壤全氮和速效钾、交换性钙、交换性镁含量比较丰富,土壤有机质含量、有效铁、有效锌、有效硼含量偏低或严重不足<sup>[46]</sup>。永仁油橄榄主栽区土壤养分除氮元素外,有机质、磷素、钾素含量均较为缺乏<sup>[47]</sup>。对不同地区油橄榄园的土壤肥力丰缺情况及油橄榄年需肥规律进行调查,制定精准的科学施肥,平衡施肥,配方施肥,全营养施肥方案是提高土壤肥力及油橄榄园产量的有效途径。

土壤层厚度影响油橄榄的平均须根数、平均胸径、平均新梢长度、平均生理落叶率和平均单株鲜果产量,土壤层厚度 $120.00\sim150.00\text{ cm}$ 更适宜豆果、鄂植8号、柯基3个油橄榄品种生长。油橄榄挂果率与土壤质地及含水量密切相关。改善土壤理化性质、土壤酶活性和微生物数量可促进油橄榄生长、花芽分化和坐果状况,间作深根性的自然生草和浅根性的豌豆均能显著提高果园的土壤水含量、碱解氮含量、速效磷含量及土壤脲酶、磷酸酶和蔗糖酶活性。用秸秆、纸箱、薄膜覆盖土壤,可调节土壤表层土温的变化,提高园地土壤含水量,且秸秆效果最显著<sup>[48~50]</sup>。

### 3.5 其他栽培技术

对油橄榄进行适度整形修剪,可提高树体抗性、果实品质,防止树体早衰,延长植株结实年限。开心形和圆锥形是世界油橄榄的主要修剪树形,具有成形快、光效高和产量稳定的特点<sup>[51]</sup>。在半山干旱无

灌溉条件地区应修剪为“枝稀、小冠”的树型,水分充足地区培养“高干大冠”的树型。在冬季半休眠期采取枝梢环剥处理能提高油橄榄次年花芽形成率和早期坐果率,对小年树效果更好,但对最终坐果率、果实干鲜质量和果实产量无明显影响<sup>[51]</sup>。接种与油橄榄共生的丛枝菌根真菌可以提高苗成活率,改善油橄榄生长状况,增强对移植、干旱、虫害等胁迫的耐受性<sup>[52~54]</sup>。对低产劣质油橄榄园进行高接换优,4~5年可进入丰产期。水肥调控、生理调控、人工授粉调控、综合调控(水肥+生理+授粉)对油橄榄果实大小、果实质量、含油率、十六碳烯酸相对含量都有一定的促进作用,还可以提高果肉率<sup>[55]</sup>。

### 3.6 病虫害防治

危害油橄榄的主要有云斑天牛(*Batocera horsfieldi*)、金星尺蛾(*Calospilos srlvata*)、柿星尺蛾(*Percnia girafata*)、桃蛀螟(*Dichosrocis punctifena-lis*)、大粒横沟象(*Dysceruscri bripenis*)等蛀干、蛀果、食叶类害虫<sup>[56~58]</sup>。主要病害有根腐病、青枯病、炭疽病、褐斑病,病原菌分别为尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)、镰状镰刀菌(*Fusarium fusarioi-des*)、盘长孢状刺盘孢(*Gloeosporium olivae*)、链格孢(*Cercospora insulana*)<sup>[59,60]</sup>。与板栗、杨梅相比,陈齿爪鳃金龟(*Holotrichia cheni*)更趋向于油橄榄树叶挥发物,雌虫的趋向反应率大于雄虫。虫害的防治主要是清除越冬幼虫、诱杀成虫、喷施化学药物、引入天敌等物理、化学、生物防治手段相结合。病虫害防治主要采用化学、物理方法和生物防治。不同种类的病虫害需选择不同类型的化学试剂进行防治。物理方法主要有清除病株或幼虫、诱杀成虫、选育抗病品种,加强栽培管理,合理密植,科学施肥增强抵抗力等。病虫害的防治应采取“以防为主,以治为辅”的策略,提前做好病虫害爆发的检测和预警<sup>[61]</sup>。

## 4 问题与建议

### 4.1 种质资源开发利用不足

目前中国油橄榄产业处于数量扩张型向质量效益型转变时期,现有品种不能满足生产需求。优良种质是油橄榄产业发展的基础条件,也是高产稳产的基础。下一步应深化对油橄榄种质资源评价鉴定和开发利用,改善新品种选育基础资源欠缺的现状。以生物学性状、抗性性状、果实品质等指标结合分子标记技术构建油橄榄树种遗传资源编目数据库及世代核心育种群体,为开展油橄榄骨干亲本创制筛选和杂种优势利用研究奠定基础。

#### 4.2 育种工作进程缓慢

油橄榄育种工作比较滞后,常规育种尚未形成系统研究,分子育种刚刚起步。针对目标性状,基于前期收集保存的种质资源,开展油橄榄育种基本群体(包括自由授粉家系、半同胞家系、全同胞家系和无性系等遗传测定林)综合测定,估算重要目标性状的配合力、遗传距离、育种值等重要遗传参数。按照不同育种目标,筛选和构建兼顾遗传增益和遗传多样性的核心育种群体。通过对现有优良品种和育种骨干亲本的多世代分子谱系分析和全基因组多位点扫描,结合全域多年份生长、产量、抗逆等数据,利用基因型数据为基础的主坐标及聚类分析,解析骨干亲本分子生物学基础,探究主要树种骨干亲本遗传关系及在杂交育种中的作用,筛选重要骨干亲本。

油橄榄有性繁殖存在种子休眠时间长、种壳坚硬、种苗发芽率低、出苗不齐等问题,无性繁殖中还未系统、深入地开展组培方面的研究。应开展油橄榄种实形状、发芽率、破休眠等方面研究,为油橄榄良种选育提供丰富的种苗资源。探究组培苗褐化或抗褐化的相关分子机制,解决限制增殖的关键因子,建立以油橄榄叶、芽、茎段为主的快繁体系,提高种苗繁殖速率。

#### 4.3 栽培技术系统性不强

目前还未见油橄榄高产丰产集成技术方面的研究,应加快施肥、灌溉、修剪、病虫害防治等技术的组装配套,形成油橄榄高产高效栽培技术体系。油橄榄低产林的改造和管理,深入研究产量、品质的限制因子,克服大小年的影响,提高产量和品质。对已种植的挂果率低、含油率低、品质差的品种,进行高接换优品种改良。

#### 参考文献

- [1] 姜成英, 戚登臣, 苏瑾, 等. 甘肃省油橄榄生产现状与发展对策[J]. 经济林研究, 2006, 24(2): 78-81.  
Jiang C Y, Qi D C, Su J, *et al.* Status and developing countermeasures of olive production in Gansu Province [J]. Nonwood Forest Research, 2006, 24(2): 78-81.
- [2] 吕孝飞, 马君义, 郭俊伟, 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(1): 28-35.  
Lü X F, Ma J Y, Guo J W, *et al.* Effect of maturity index on fatty acids, phenolic compounds and flavor attributes of olive oil from different varieties [J]. China Oils Fats, 2022, 47(1): 28-35.
- [3] Pascazio S, Crecchio C, Ricciuti P, *et al.* Phyllosphere and carposphere bacterial communities in olive plants subjected to different cultural practices [J]. Int J Plant Biol, 2015, 6(1): 6011.
- [4] 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.  
Cheng Z Z, He J S, Zhan M M, *et al.* Synthesis of olive oil during olive development and ripening [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2014, 50(5): 123-131.
- [5] 赵梦炯, 吴文俊, 姜成英, 等. 土耳其油橄榄种质资源发展现状与启示[J]. 世界林业研究, 2021, 34(1): 102-106.  
Zhao M J, Wu W J, Jiang C Y, *et al.* Olive germplasm resources development in Turkey: status and enlightenment [J]. World Forestry Research, 2021, 34(1): 102-106.
- [6] 戚建莉, 张荣, 吴文俊, 等. 油橄榄种质资源表型性状多样性分析与评价[J]. 浙江农业学报, 2023, 35(5): 1001-1015.  
Qi J L, Zhang R, Wu W J, *et al.* Analysis and evaluation of phenotypic character diversity of olive germplasm resources [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2023, 35(5): 1001-1015.
- [7] 严毅, 王有兵, 张夸云, 等. 海口林场53年生油橄榄结果树表型性状的多样性分析[J]. 西部林业科学, 2016, 45(6): 99-103.  
Yan Y, Wang Y B, Zhang K Y, *et al.* Diversity analysis on phenotypic traits of 53-year-old *Olea europaea* L [J]. Journal of West China Forestry Science, 2016, 45(6): 99-103.
- [8] 孙文勇, 肖小华, 王玉芳, 等. 十堰市引种栽培油橄榄品种的叶片与果实表型性状分析[J]. 湖北林业科技, 2022, 51(3): 10-13.  
Sun W Y, Xiao X H, Wang Y F, *et al.* Analysis on leaf and fruit phenotypic characters of *Olea europaea* varieties introduced and cultivated in Shiyan [J]. Hubei Forestry Science and Technology, 2022, 51(3): 10-13.
- [9] 陈海云, 陈少瑜, 宁德鲁, 等. 48个油橄榄品种的遗传多样性及聚类分析[J]. 生物技术通报, 2013(3): 96-101.  
Chen H Y, Chen S Y, Ning D L, *et al.* Genetic diversity and clustering analysis on 48 olive cultivars [J]. Biotechnol Bull, 2013(3): 96-101.
- [10] 占明明, 杨毅, 程子彰, 等. 基于SRAP标记的油橄榄品种遗传多样性分析[J]. 林业科学, 2015, 51(1): 157-164.  
Zhan M M, Yang Y, Cheng Z Z, *et al.* Genetic diversity of olive varieties based on SRAP markers [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2015, 51(1): 157-164.
- [11] 耿树香, 杨生超, 宁德鲁, 等. SSR分子标记分析云南引种油橄榄种质资源遗传多样性[J]. 云南农业大学学

- 报(自然科学), 2018, 33(4): 588-596.
- Geng S X, Yang S C, Ning D L, *et al.* Genetic diversity analysis of introduced olive germplasm resources in Yunnan by SSR markers [J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2018, 33(4): 588-596.
- [12] 李金花, 俞宁. 利用荧光 SSR 标记分析中国油橄榄品种遗传多样性[J]. 林业科学, 2012, 48(6): 47-55.
- Li J H, Yu N. Genetic diversity of olive cultivars in China based on fluorescent SSR markers [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2012, 48(6): 47-55.
- [13] 邵文豪, 王兆山, 张建国. SSR 荧光标记用于我国油橄榄品种鉴别的评价[J]. 东北林业大学学报, 2019, 47(12): 7-15.
- Shao W H, Wang Z S, Zhang J G. Evaluation of fluorescence-labelled SSR markers for olive cultivar identification in China [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2019, 47(12): 7-15.
- [14] 王楠楠, 李金花, 王长海, 等. 基于 SSR 标记的父本分析研究油橄榄品种间的亲和性[J]. 林业科学研究, 2017, 30(4): 640-647.
- Wang N N, Li J H, Wang C H, *et al.* Paternity analysis using microsatellite markers to identify the pollen donors of olive open-pollinated offsprings [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2017, 30(4): 640-647.
- [15] 杜晋城, 罗成荣, 吴万波, 等. 四川油橄榄花朵败育原因分析[J]. 北方园艺, 2013(10): 48-50.
- Du J C, Luo C R, Wu W B, *et al.* Analysis of reasons of olive flower abortion in Sichuan [J]. Northern Horticulture, 2013(10): 48-50.
- [16] 杜晋城, 李丕军, 辜云杰, 等. 油橄榄花芽分化期内源激素及碳水化合物含量的变化研究[J]. 西部林业科学, 2018, 47(1): 122-126.
- Du J C, Li P J, Gu Y J, *et al.* Changes in endogenous hormones and carbohydrate content during flower bud differentiation in *Olea europaea* [J]. Journal of West China Forestry Science, 2018, 47(1): 122-126.
- [17] 邓明全, 赵丽华, 朱长进. 油橄榄花芽分化与气候和新梢生长的关系[J]. 林业科学, 1988, 24(4): 393-398, 517.
- Deng M Q, Zhao L H, Zhu C J. Relations of flower bud differentiation of olive to climate and new shoot growth [J]. Scientia Silvae Sinicae, 1988, 24(4): 393-398, 517.
- [18] 朱振家, 姜成英, 史艳虎, 等. 油橄榄成花诱导与花芽分化期间侧芽内源激素含量变化[J]. 林业科学, 2015, 51(11): 32-39.
- Zhu Z J, Jiang C Y, Shi Y H, *et al.* Variations of endogenous hormones in lateral buds of olive trees (*Olea europaea*) during floral induction and flower-bud differentiation [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2015, 51(11): 32-39.
- [19] 姜成英, 芦娟, 赵梦炯, 等. 油橄榄雄花分化比例与花序轴、叶片内源激素含量及产量的关系[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2018, 47(3): 291-295.
- Jiang C Y, Lu J, Zhao M J, *et al.* Relationship between male flower differentiation ratio and inflorescence axis, endogenous hormone content and yield of *Olea europaea* [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition), 2018, 47(3): 291-295.
- [20] 姜成英, 史艳虎, 吴文俊, 等. 油橄榄授粉受精和胚胎发育过程观察[J]. 广西植物, 2016, 36(9): 1026-1031, 1106.
- Jiang C Y, Shi Y H, Wu W J, *et al.* Observation on pollination, fertilization and embryo development process in *Olea europaea* [J]. Guihaia, 2016, 36(9): 1026-1031, 1106.
- [21] 邓煜, 伍时智, 宁德鲁, 等. 中国油橄榄产业发展蓝皮书(2022)[M]. 北京: 研究出版社, 2023.
- Deng Y, Wu S Z, Ning D L, *et al.* Blue Book of China's Olive Industry Development(2022) [M]. Beijing: Research Publishing House, 2023.
- [22] Moral J, Díez C M, León L, *et al.* Female genitor effect on the juvenile period of olive seedlings [J]. Scientia Horticulturae, 2013, 156: 99-105.
- [23] 牛二利, 沈敏, 傅玉楼, 等. 不同授粉方式对3个油橄榄品种结实性的影响[J]. 浙江农业科学, 2023, 64(3): 588-592.
- Niu E L, Shen M, Fu Y L, *et al.* Effects of different pollination methods on the fertility of three olive cultivars [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2023, 64(3): 588-592.
- [24] 姜成英, 苏瑾, 吴平, 等. 甘肃陇南油橄榄主栽品种的最适授粉配置选择研究[J]. 西部林业科学, 2010, 39(1): 53-56.
- Jiang C Y, Su J, Wu P, *et al.* Maximum disposition of pollination for main breeding of *Olea europaea* at Longnan, Guangs Province [J]. Journal of West China Forestry Science, 2010, 39(1): 53-56.
- [25] Hammami S B M, Leon L, Rapoport H F, *et al.* Early-growth habit and vigour parameters in olive seedlings [J]. Scientia Horticulturae, 2011, 129(4): 761-768.
- [26] 李金花, 张晓艳, 李娜, 等. 油橄榄杂交子代生长与生理性状变异研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2019, 39(3): 10-17.
- Li J H, Zhang X Y, Li N, *et al.* Variation of growth and physiological traits of hybrid progeny of *Olea europaea* [J]. Journal of Southwest Forestry University,



- 2019, 39(3): 10-17.
- [27] 徐纬英. 油橄榄的遗传资源及其在我国适生区的研究 [C]//面向 21 世纪的中国林木遗传育种—中国林学会林木遗传育种第四届年会文集. 桂林, 1997: 19-20.
- Xu W Y. Study on the Genetic Resources of Olive and Its Suitable Regions in China [C]. Chinese Forest Genetics and Breeding for the 21st Century -The 4th Annual Meeting of Forest Genetics and Breeding of China Forestry Society [C]. Guilin, 1997: 19-20.
- [28] 肖天贵, 孙照渤, 张雷, 等. 近 40 年巴中地区油橄榄生长气候条件分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(5): 2665-2667.
- Xiao T G, Sun Z B, Zhang L, *et al.* Analysis on the weather conditions of *Olea europaea* in Bazhong area from 1971 to 2008 [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(5): 2665-2667.
- [29] 季新月, 王兆山, 李金花, 等. 油橄榄砧木‘田园 1 号’嫁接对‘阿波桑娜’叶片和果实形态及生理性状的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2022, 50(5): 25-35.
- Ji X Y, Wang Z S, Li J H, *et al.* Effects of olive root-stock ‘Tianyuan 1’ on morphological and physiological characters of leaves and fruits of ‘Arbosana’ grafted tree [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2022, 50(5): 25-35.
- [30] 张夸云, 严毅, 陈金龙, 等. 调控措施对油橄榄果实品质的影响[J]. 中国南方果树, 2017, 46(5): 35-37, 41.
- Zhang K Y, Yan Y, Chen J L, *et al.* Effects of control measures on fruit quality of olive [J]. South China Fruits, 2017, 46(5): 35-37, 41.
- [31] 李荣波, 卯吉华, 景跃波, 等. 2 种基质对油橄榄扦插苗生长及光合特性的影响[J]. 西部林业科学, 2018, 47(3): 102-106.
- Li R B, Mao J H, Jing Y B, *et al.* Effects of cultivating media on growth and photosynthetic performance of rooted *Olea europaea* cuttings [J]. Journal of West China Forestry Science, 2018, 47(3): 102-106.
- [32] 傅国林, 龙伟, 余裕龙, 等. 轻基质组分对油橄榄扦插容器育苗的影响[J]. 经济林研究, 2019, 37(2): 176-181, 197.
- Fu G L, Long W, Yu Y L, *et al.* Effects of light substrate composition on container cutting seedlings in *Olea europaea* [J]. Non-wood Forest Research, 2019, 37(2): 176-181, 197.
- [33] 陈炜青, 姜成英, 吴文俊, 等. 不同插穗处理对油橄榄温床扦插生根率的影响[J]. 经济林研究, 2012, 30(4): 60-63.
- Chen W Q, Jiang C Y, Wu W J, *et al.* Effects of different cutting treatments on rooting rate of olive cutting seedlings in hotbed [J]. Non-wood Forest Research, 2012, 30(4): 60-63.
- [34] 子桂才, 李庆华, 关云琳, 等. 相对湿度对油橄榄不同品种扦插繁殖效果的影响[J]. 种子, 2018, 37(9): 132-135.
- Zi G C, Li Q H, Guan Y L, *et al.* Effects of relative humidity on cutting propagation of different varieties of olive [J]. Seed, 2018, 37(9): 132-135.
- [35] 李子光, 王有兵, 严毅, 等. 插穗类型及生根剂处理时间对油橄榄扦插的影响[J]. 西部林业科学, 2015, 44(4): 154-157.
- Li Z G, Wang Y B, Yan Y, *et al.* Influence of cutting types and treatment time of rooting agent on *Olea europaea* cutting rooting [J]. Journal of West China Forestry Science, 2015, 44(4): 154-157.
- [36] 吴佐英. 油橄榄胚和茎段离体培养研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2010.
- Wu Z Y. Study on *in vitro* culture of embryo and stem segments of olive [D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2010.
- [37] Fernandez-Escobar R, Ortiz-Urquiza A, Prado M, *et al.* Nitrogen status influence on olive tree flower quality and ovule longevity [J]. Environ Exp Bot, 2008, 64(2): 113-119.
- [38] 吴文俊, 赵梦炯, 陈炜青, 等. 施肥对油橄榄生长量、有效花芽比例及产量的影响[J]. 经济林研究, 2016, 34(3): 73-78.
- Wu W J, Zhao M J, Chen W Q, *et al.* Influences of fertilization on increment, effective flower bud ratio and yield of olive [J]. Non-wood Forest Research, 2016, 34(3): 73-78.
- [39] 马婷, 赵亚玲, 耿树香, 等. 油橄榄生长期叶内大量元素动态变化规律研究[J]. 西部林业科学, 2018, 47(5): 1-4, 18.
- Ma T, Zhao Y L, Geng S X, *et al.* Dynamic changes of macro-elements in olive leaves during growth period [J]. Journal of West China Forestry Science, 2018, 47(5): 1-4, 18.
- [40] 刘佳佳, 罗桂红, 喻美莲, 等. 油橄榄落叶规律及与氮素营养相关性研究[J]. 经济林研究, 1996, 14(1): 10-12, 6.
- Liu J J, Luo G H, Yu M L, *et al.* Correlation of olive leaf abscission pattern with the availability of nitrogen nutrients [J]. Economic Forest Researches, 1996, 14(1): 10-12, 6.
- [41] 韩华柏, 罗洪平, 廖明安, 等. 油橄榄水分的研究进展[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(3): 85-89.
- Han H B, Luo H P, Liao M A, *et al.* A research progress review on water requirement in *Olea europaea* [J].

- Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2011, 31(3): 85-89.
- [42] 闵安民, 王宇, 费楠. 油橄榄幼树期施肥试验初报[J]. 西部林业科学, 2004, 33(4): 61-64, 68.
- Min A M, Wang Y, Fei N. Preliminary report on fertilization experiment of olive in young tree stage [J]. Yunnan Forestry Science and Technology, 2004, 33(4): 61-64, 68.
- [43] 邓煜, 刘志峰. 甘肃陇南油橄榄配方施肥试验研究[J]. 甘肃林业科技, 2013, 38(4): 11-19.
- Deng Y, Liu Z F. Experimental study on formulated fertilization of olive in Longnan of Gansu Province [J]. Journal of Gansu Forestry Science and Technology, 2013, 38(4): 11-19.
- [44] 姜成英, 陈炜青, 吴文俊, 等. 甘肃油橄榄园土壤养分丰缺状况[J]. 经济林研究, 2014, 32(4): 165-169.
- Jiang C Y, Chen W Q, Wu W J, *et al.* Condition of abundance or deficiency of soil nutrient of olive orchard in Gansu Province [J]. Nonwood Forest Research, 2014, 32(4): 165-169.
- [45] 魏立本, 戴前莉, 黄小辉, 等. 重庆油橄榄园土壤养分状况调查与分析[J]. 中国南方果树, 2020, 49(1): 51-55.
- Wei L B, Dai Q L, Huang X H, *et al.* Investigation and analysis of soil nutrient status of olive orchards in Chongqing [J]. South China Fruits, 2020, 49(1): 51-55.
- [46] 徐田, 李勇杰, 耿树香. 永仁油橄榄主要种植区土壤养分特征[J]. 西部林业科学, 2018, 47(5): 112-116.
- Xu T, Li Y J, Geng S X. The soil nutrient status of *Olea europaea* plantation in Yongren County [J]. Journal of West China Forestry Science, 2018, 47(5): 112-116.
- [47] 韩华柏, 何方. 影响油橄榄产量与品质的气象因子分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2008, 28(5): 6-10, 15.
- Han H B, He F. Climate factors affecting the yield and quality formation of *Olea europaea* L. [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2008, 28(5): 6-10, 15.
- [48] 毛云玲, 邓佳, 陆斌, 等. 不同覆盖方式对云南干热河谷油橄榄园土壤温度、水分和容重的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(2): 150-154.
- Mao Y L, Deng J, Lu B, *et al.* Effects of different mulching on soil temperature, moisture and unit weight of *Olea europaea* L. garden in dry and hot valley of Yunnan [J]. Acta Agriculturae Boreali Occidentalis Sinica, 2010, 19(2): 150-154.
- [49] 子桂才, 李庆华, 丁德品, 等. 土壤层厚度对3个油橄榄品种生长的影响[J]. 南方农业学报, 2019, 50(7): 1534-1540.
- Zi G C, Li Q H, Ding D P, *et al.* Effects of soil layer thickness on growth of three olive varieties [J]. Journal of Southern Agriculture, 2019, 50(7): 1534-1540.
- [50] 焦润安, 焦健, 李朝周. 生草对油橄榄园土壤性质和油橄榄成花生理的影响[J]. 草业学报, 2018, 27(7): 133-144.
- Jiao R A, Jiao J, Li C Z. The effect of sod-culture on orchard soil properties and the floral physiology of olives [J]. Acta Prataculturae Sinica, 2018, 27(7): 133-144.
- [51] 李娜, 戴前莉, 祁海红, 等. 不同栽培树形对油橄榄品种果实产量的效应[J]. 林业科学研究, 2013, 26(4): 521-527.
- Li N, Dai Q L, Qi H H, *et al.* Effect of training system on fruit yield of different olive cultivars [J]. Forest Research, 2013, 26(4): 521-527.
- [52] 姜成英, 朱振家, 史艳虎, 等. 枝梢环剥对油橄榄莱星品种果实产量及叶片光合作用的影响[J]. 林业科学研究, 2016, 29(2): 289-293.
- Jiang C Y, Zhu Z J, Shi Y H, *et al.* Effects of branch girdling on fruits yield and leaf photosynthesis of 'Leccino' olive trees [J]. Forest Research, 2016, 29(2): 289-293.
- [53] 孔维宝, 陈冬, 杨树玲, 等. 油橄榄与丛枝菌根真菌的共生效应研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 2019, 25(3): 750-758.
- Kong W B, Chen D, Yang S L, *et al.* Recent progress in research on the symbiotic relationship between olive (*Olea europaea* L.) and arbuscular mycorrhizal fungi [J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2019, 25(3): 750-758.
- [54] 卯吉华, 宁德鲁, 李荣波, 等. 云南不同栽培区油橄榄的丛枝菌根研究[J]. 西部林业科学, 2015, 44(1): 114-120.
- Mao J H, Ning D L, Li R B, *et al.* Arbuscular mycorrhizas in three major olive growing regions of Yunnan Province [J]. Journal of West China Forestry Science, 2015, 44(1): 114-120.
- [55] 张夸云, 严毅, 何银忠, 等. 不同调控措施对油橄榄促花保果的影响[J]. 经济林研究, 2017, 35(4): 216-221.
- Zhang K Y, Yan Y, He Y Z, *et al.* Effects of different regulation measures on promoting flowers and preserving fruits in *Olea europaea* [J]. Nonwood Forest Research, 2017, 35(4): 216-221.
- [56] 冯彩霞. 油橄榄病虫害防治措施[J]. 农业科学, 2020, 9: 143-144.
- Feng C X. Olive pest control measures [J]. Agricultural Science, 2020, 9: 143-144.
- [57] 杨兰英. 云南油橄榄病虫害调查与综合治理研究[J]. 林业调查规划, 2007, 32(1): 138-141.
- Yang L Y. Investigation on diseases and pests of *Olea europaea* and integrated control [J]. Forest Inventory



- and Planning, 2007, 32(1): 138-141.
- [58] 孙志东, 石英, 吴劫, 等. 四川西昌油橄榄主要病虫害调查及防治[J]. 四川林业科技, 2010, 31(2): 97-98.  
Sun Z D, Shi Y, Wu J, *et al.* Investigation and control of main pests and diseases of olive in Xichang, Sichuan [J]. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 2010, 31(2): 97-98.
- [59] 任志勇, 张正武, 王文永, 等. 甘肃陇南油橄榄病虫害调查及防治[J]. 中国园艺文摘, 2015, 31(8): 53-57.  
Ren Z Y, Zhang Z W, Wang W Y, *et al.* Olive survey and pest management in Longnan, Gansu Province [J]. Chinese Horticulture Abstracts, 2015, 31(8): 53-57.
- [60] 张知晓, 季梅, 刘凌, 等. 云南永仁油橄榄病害种类调查及其病原鉴定[J]. 西部林业科学, 2018, 47(5): 75-79.  
Zhang Z X, Ji M, Liu L, *et al.* Disease survey and pathogen identification on olive in Yongren County, Yunnan Province [J]. Journal of West China Forestry Science, 2018, 47(5): 75-79.
- [61] 闫争亮, 马惠芬, 李勇杰, 等. 橄榄园不同树叶挥发性物质对陈齿爪鳃金龟选择行为的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2012, 34(2): 45-52.  
Yan Z L, Ma H F, Li Y J, *et al.* Taxis responses of *Holotrichia chen* Chang (Coleoptera: Melolonthidae) to leaf volatiles from three tree species in the olive garden [J]. Journal of Southwest University(Natural Science Edition), 2012, 34(2): 45-52.
- (编辑: 杨晓翠)