

我国油橄榄产业发展的挑战与对策

龙伟¹, 曾燕如², 盛建喜³

(1. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江省林木育种技术研究重点实验室, 杭州 311400; 2. 浙江农林大学 省部共建亚热带森林培育国家重点实验室, 杭州 311300; 3. 中油农业股份有限公司, 浙江 金华 321000)

摘要:油橄榄具有速生、高产和果实含油率高等优点, 在食品营养、医药健康和景观绿化中有着广泛的应用。为明晰我国油橄榄产业发展现状、问题和发展方向, 分析了油橄榄种质资源及我国油橄榄种植与发展的现状, 剖析了我国油橄榄产业面临的种质资源混杂、选育落后、品种特性认识不足, 产品开发有待提高等挑战, 并提出应对挑战的对策, 以期为我国油橄榄产业科学发展提供参考。

关键词:油橄榄产业; 挑战; 对策

中图分类号: S794.9; TS225.1 文献标识码: C 文章编号: 1003-7969(2023)12-0020-06

Challenges and countermeasures in the development of olive industry in China

LONG Wei¹, ZENG Yanru², SHENG Jianxi³

(1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Tree Breeding, Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, China; 2. State Key Laboratory of Subtropical Silviculture, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, China; 3. Zhong You Agriculture Co., Ltd., Jinhua 321000, Zhejiang, China)

Abstract: Olive has the advantages of rapid growth, high yield, and high oil content, and it is widely applied in food nutrition, medical health, and landscape greening. Aiming to clarify the development status, problems, and development direction of China's olive industry, the olive germplasm resources, planting and development status of China were analyzed. The challenges faced by the olive industry in China, such as mixed germplasm resources, backward breeding and insufficient understanding of variety characteristics and the need to improve product development were analyzed, and countermeasures to deal with the challenges were put forward, in order to provide reference for the scientific development of China's olive industry.

Key words: olive industry; challenge; countermeasure

油橄榄 (*Olea europaea* L.) 作为起源于地中海地区的木犀榄属 (*Olea*) 常绿灌木或乔木树种, 具有速生、高产、果实含油率高等特点^[1], 是世界四大木本油料树种之一, 分布在几十个国家和地区, 美国、中国、日本、澳大利亚等非地中海地区近年来油橄榄栽植面积激增^[2]。油橄榄在食品保健、医药化工、景观种植等多个方面均有广泛的应用, 具有极高的

经济效益、生态效益和社会效益^[3]。

油橄榄果直接榨取的橄榄油含有丰富的不饱和脂肪酸、酚类化合物、角鲨烯、维生素等^[4], 具有抗氧化、抗肿瘤, 降血糖、血压、血脂, 预防或拮抗神经退行性疾病等药理作用^[5-6], 有“飘香的软黄金”之称。

21 世纪以来, 我国油橄榄产业发展迅速, 区域化布局、规模化经营和优质化生产等产业发展特征越来越明显^[7-8]。由于国家的重视和支持, 甘肃、四川、云南等成功引种区的油橄榄的科学研究与技术开发取得了一系列重要进展与突破^[9]。但是我国油橄榄产业起步较晚, 部分地区油橄榄产业总体效益远低于国际水平, 产业发展信心不足。

收稿日期: 2022-09-01; 修回日期: 2023-10-06

基金项目: 浙江省农业新品种育种科技重大专项 (2021C02070-2-4)

作者简介: 龙伟 (1981), 男, 副研究员, 博士, 研究方向为经济林遗传育种与良种繁育 (E-mail) yusitongsheng@163.com。

鉴于此,本文深入分析国内外油橄榄产业发展现状,剖析我国油橄榄产业面临的种质资源混杂、选育落后、品种特性认识不足、产品开发有待提高等诸多挑战,提出相应对策,以期为我国油橄榄产业的发展提供参考。

1 油橄榄产业发展现状

1.1 油橄榄种质资源

油橄榄经过长期的进化、传播,不仅种植范围广,且存在自由授粉、自交、种间杂交的现象^[10],形成了丰富的基因型种质,进而形成了各种生态型,迄今为止全世界有2 000多份油橄榄种质信息被收集在Olea数据库中(<http://www.oleadb.it>)^[1]。油橄榄种植技术在不断提升,但由于商品化种植园遵循适地适树的原则,导致种植品种单一化的趋势愈发严重。例如:西班牙90%苗圃商品化种植的油橄榄品种只有6个油用品种及4个直接食用的品种^[11],黎巴嫩的油橄榄多为油含量较高的基因型^[12]。

品种单一化的种植体系不但导致油橄榄抵御气候变化及病虫害风险的能力弱于品种多样化的种植园,而且种质资源受到侵蚀的风险也有所增加^[13]。因此,通过收集并建立种质资源库的方式来达到种质保护、保存及可持续利用的目的,已被众多油橄榄种植国采用并实施。目前,世界油橄榄种植区已经建立了近百个种质资源库或品种园^[14]。例如:西班牙已建立了Cordoba世界油橄榄种质资源库(WOGBC)^[11],土耳其建立了土耳其油橄榄基因资源库(TOGR),美国农业部农业资源局建立了国家无性系种质资源库(NCGR)^[15]。

自20世纪60年代以来,我国先后共引进170余个油橄榄种质,包括抗病品种、早实品种、耐高温或低温品种、自交亲和性品种、丰产品种等,并先后建立了4个品种园和2个油橄榄国家种质资源库,引进的部分油橄榄品种已适应国内气候。经过多年攻关,我国科研人员也选出了适宜当地气候的品种以及属于我国的优良单株种质。

1.2 我国油橄榄的种植与发展

我国油橄榄的适生区分布在夏季降雨量适中的亚热带西部地区,涵盖金江干热河谷区、白龙江低山河谷区及长江中游三峡地带等一级适生区,以及大巴山南坡四川盆地边缘区、秦岭南坡汉中区、滇中高原昆明区及长江中下游地区等二级适生区^[16]。

我国油橄榄产业化发展初级阶段的种植面积已达8万hm²,栽植总量达3 600万棵以上,覆盖全国12个省份的多个市县及地区^[8,17]。1998年我国出

现在世界橄榄油分布图上^[18]。浙江、广西、山西、贵州等次适生区也开始根据当地的立地条件引进适宜的油橄榄品种,油橄榄种植面积在不断扩大,并已初见成效。

我国对油橄榄产业的发展给予了高度重视和支持。2016年全国政协会议中关于加快发展油橄榄产业的提案被列为“一号提案”,另外我国将油橄榄列为特色经济树种,而且制定了相关的区域发展政策,并给予大量的资金支持,油橄榄产业投资规模显著增长,促进了产业发展。2012年全国油橄榄鲜果产量突破1万t,2017年达到6.19万t,年均增长43.7%^[19]。油橄榄深加工产业逐步完善,产业链不断延伸,涵盖果、油、叶提取物等8大类50多种产品,加工企业达40多家,已有初榨油生产线34条,仅甘肃省陇南市2020年油橄榄产业总产值已达到64亿元^[20]。

2 我国油橄榄产业发展面临的主要挑战

2.1 种质资源混杂且选育落后

良种良法在经济林生产所遵循的基本法则,产业要发展,良种要先行,良种是提高经济林产品质量的关键。油橄榄多样的繁殖方式及果用价值,使该物种变异多样,适应性广,为各国广泛引种,而不同地域间品种的频繁交换,使得油橄榄亲缘关系不明确的现象十分普遍。此外,由于各国之间没有统一的命名方式,且早期选种多依据农艺性状,因此同名异物和同物异名的现象频繁出现。例如:Bartolini等^[21]从24个国家收集的1 200个油橄榄栽培品种中共统计出3 000个名字;El Bakkali等^[22]在WOGBC种质资源库中共发现了42个同物异名和33个同名异物的现象;王楠楠^[23]研究发现,四川省凉山州油橄榄实验园中部分同名品种与联合国粮食及农业组织(FAO)油橄榄种质资源库中的种质差异较大,其中实验园中的‘皮削利’与种质资源库中‘皮削利’和‘皮削利-马’均不相同。

我国已先后引种油橄榄170余个品种,但在20世纪90年代遭遇衰退低谷期,油橄榄树被大量砍伐并改种,导致许多品种丢失和品种混杂。另外,栽植区多为自选育实生苗,缺乏优质的油用及果用品种,且多沿用老品种,多年未进行选育更新^[24],部分地区油橄榄园已呈现老化趋势,难以满足市场多样化的需求。此外,我国油橄榄育种技术与原产地国家差距较大,育种理论、种质资源创新、基因挖掘、品种选育等方面均比较薄弱。

2.2 品种特性认识不足

油橄榄品种间具有差异化的特性,如‘菜星’

(Leccino)、‘卡尼诺’(Canino)和‘皮瓜尔’(Picual)被认为是耐寒品种,‘莫莱罗’(Moraiolo)和‘塔吉’(Taggiasca)是不耐寒品种,‘佛奥’(Frantoio)是半耐寒品种^[25];Canino 对于旱胁迫的耐受性较强^[26],而‘莫里斯卡’(Moroccan)、‘皮削利’(Picholine)对水分胁迫的抗性更强^[27];Leccino 和‘鄂植 8 号’具有较强的抗盐能力,而 Frantoio 和 Picholine 较差^[28];‘皇家卡索拉’(Royal de Cazorla)和‘克罗莱卡’(Koroneiki)具有较强的耐盐胁迫抗性^[29]。部分基因型的油橄榄在抗病、抗虫及各种胁迫条件下表现良好。例如:青枯病和炭疽病在‘米扎’(Mixaj)品种中最少见,Frantoio 对炭疽病的抗性较强^[30];Frantoio 等基因型对由大丽轮枝菌引起的黄萎病具有更高的耐受性^[31],且部分抗病指标具有较高的遗传力^[30];‘汤达尼尔多金’(Tonda nera dolce)对真菌达尔马提菌的感染敏感性最低,而‘贾法拉’(Giarrafa)最为敏感;Tonda nera dolce 及‘巴迪地拉那’(Bhardi Tirana)对橄榄果蝇不太敏感^[32]。

然而,目前的油橄榄种植尚不能完全了解并合理利用品种特性。有调查表明^[33],局部新种植区在建设油橄榄生产基地时存在着较大盲目性,表现在片面追求种植规模,盲目引种,种植品种单一,品种搭配不合理,对所种植的品种缺乏必要的生物胁迫与非生物胁迫耐受性认识;科学管理水平不高,后期管理粗放落后,导致树体生长不良,只开花不结果,产量低且含油率达不到预期。

2.3 产品开发有待提高

我国每年产生上万吨油橄榄果渣、60 万 t 油橄榄叶^[20],油橄榄加工副产品开发利用效率低下,导致资源浪费现象严重。例如:油橄榄果渣中可提取果渣油^[34],而我国对果渣的利用率较低;油橄榄叶中含有较多的橄榄苦苷,具有抗氧化、抗肿瘤、降血糖等药理作用^[35],目前国外已开发了深受市场欢迎的油橄榄茶等保健饮品^[36],而我国的油橄榄茶开发程度较低。此外,在产品开发领域,各企业所开发的橄榄皂、橄榄面膜、橄榄护肤品和橄榄精油等产品同质化情况较为突出,且市场上踪迹难寻,销售范围有待扩大。

3 我国油橄榄产业发展的对策

3.1 重视种质鉴定评价,夯实油橄榄育种基础

油橄榄作为引进树种,在我国的育种基础远没有地中海区域丰富,在此背景下,如何培育适应我国的本土油橄榄良种,是油橄榄产业可持续发展的关键。种质的精准鉴定不仅可对混乱的品种体系进行分类,也可选出具备高产、高质、高抗等优异性状的

种质资源,为良种培育提供有价值的数据;通过综合集成表型与基因型鉴定技术,系统鉴定相关表型与基因型,揭示遗传构成与综合性状间的协调表达,并依据育种与生产需求,准确鉴别种质价值和有效性,从而为破解种质资源丰富但育种亲本贫乏的问题和矛盾提供支持,为加速油橄榄新种质创制提供新的解决方案。当前,种质鉴定的方法丰富多样,例如,形态学标记是一种特定的、遗传上稳定的、视觉可见的外部特征,常用于品种鉴别,以其简便、快速、直观的特点被人们所认识和接受^[37]。但是就目前关于种质鉴定的研究来看,相较于形态学标记,DNA 分子标记更为理想,且在众多分子标记中,简单序列重复(SSR)标记常用于油橄榄种质的分析与鉴定,可用于发现错误命名或同义的单株^[38-40],是目前最适合用于亲本鉴定的共显性和高度多态性的标记^[41]。目前国外已建立油橄榄的 SSR 引物数据库^[42],并建立了基于 SSR 的世界油橄榄基因型数据库——油橄榄遗传多样性数据库(OGDD),该数据库为油橄榄的遗传、形态学及化学数据库,可以获取全球约 200 个品种的油橄榄 SSR 标记、树体及橄榄油的信息,可用于品种的识别及橄榄油原产地的追溯^[43]。哥伦比亚^[44]、西班牙^[22]、土耳其^[45]等用 SSR 标记分析传统栽培品种间及品种内无性系、野生油橄榄,各编号油橄榄种质。国内多个科研院所借鉴国外成熟的分子标记技术开展油橄榄鉴定工作^[46-50],但随着油橄榄杂交育种工作的不断深入,新种质的不断创制,需要开发新的标记,对种质资源进行鉴定和评价。因此,有必要针对未来林业发展需求和当前育种需要,重点围绕品质提升、抗性增强、生产高效、环境友好和宜机化等要求,系统开展种质资源表型与基因型精准鉴定评价,提升油橄榄种质创制水平。制定长、短期相结合的种质鉴定评价规划,利用重测序和分子标记等技术建立区域品种、选育品种和特异资源的分子身份证,构建高效、准确的分子指纹数据库;并利用人工智能和大数据信息技术建立表型精准鉴定平台,开展长期观测,形成多点鉴定网络,持续开展生物学性状调查和特征特性鉴定评价,构建表型特征评价数据库;强化现代生物技术和信息技术的交叉应用,实现优异种质资源鉴定、发掘和利用的规模化、精准化和高效化,从而加快优异资源向优良品种的转化进程,培育适应我国土壤和气候的突破性新品种。

3.2 加强适地适树理念,健全品种筛选种植体系

我国引种区域气候条件、土壤质地有别于原产区,为了避免盲目栽种造成的资源浪费,有必要对引

进种质在当地的适配性进行研究。

不同品种对不同环境的耐受能力存在差异,油橄榄在不同环境下的表型、生理等具有一定的可塑性,且基因型与抗性胁迫相关^[51]。因此,引种时除了考察果实产量、含油率以及油的品质外,还应综合考量当地的自然条件及引进品种的可塑性和抗性能力,并需开展多年多点试验,在此基础上选择适合当地环境的品种进行种植,达到适地适树的要求。相较于费时费力的传统方法,遥感技术为通过测定生长及生理指标筛选抗性品种提供了便捷方式,已被广泛用于多种作物的植物病害^[52-54]及非生物胁迫^[55-56]诊断。此外,遥感技术还可以实时快速地提供整个种植园的图像信息,通过图像处理即可实时监测园内植株的生理变化,有利于作物的精确管理和生产力的估计,可应用于油橄榄种植生产中。

品种筛选是油橄榄产业发展的关键环节,当前品种筛选评价多以概率论和数理统计为理论基础,以田间试验和统计方法为技术支撑,它的应用是建立在试验规模较小且环境变量能够有效控制的前提下,随着种植规模的扩大,需要适应多样性环境。因此,为深入挖掘试验数据的有效信息,更加科学地评价品种,有必要在传统评价基础上,引入物联网技术和计算机算法模型等新理论,通过采集品种树体表型、气象、土壤等数据,加速实现品种评价、适应性拟合、病虫害预测等功能,建立起科学的品种评价和分析系统。

3.3 产学研相结合,提高产业适生力

我国油橄榄产业需要着力实施以产学研深度融合赋能产业高质量发展,提高产业的科技含量和创新能力;在目标导向上从规模数量型转为质量效益型。采取以产学研机制建设为引领,完善形成以企业为主体、市场为导向、高校及科研院所为依托的技术创新体系,持续加快科技创新这一“关键变量”转化为高质量发展的“强劲增量”。通过加强油橄榄的深加工研究,开发新产品和新技术,提高油橄榄的附加值和市场竞争力。不断完善油橄榄产业链,将种植、加工、销售等环节有机结合,实现产业链的延伸和增值。同时,不断加强市场拓展与品牌建设,了解消费者需求和市场趋势,开展市场推广和品牌建设,提高国产油橄榄产品的市场占有率和竞争力。

4 结 语

长期的油橄榄引种工作表明,采取合理的种植管理能取得较好的经济效益,但受产地土壤和气候环境的影响,低产量和品种适应力差等成为我国油橄榄产业发展的主要制约因素。因此,在后期发展

中亟须厘清种质资源来源和品系,针对性培育适应我国环境的品种,从而构建相匹配的“良种+良法”的高效栽培技术体系,做到适地适树;积极通过科技创新、政策保障等措施,重点突破建立油橄榄绿色高效高产的生产技术体系,有效降低生产成本;结合表型组学技术,积极拓展分子育种,缩短品种评价周期,增加品种的持续供给能力;同时,需要优化油橄榄产业链的广度和深度,充分开发油橄榄的果实油用、果用价值以及叶片药用价值等,从而协调好供给侧与人民对美好生活向往的需求关系。因此,未来油橄榄产业的发展,需要充分考虑我国多样化的气候和土壤条件,有计划地逐步推进,可利用嫁接等传统技术措施提升种苗的适应能力,也可以通过分子育种、表型组学等前沿技术手段,开展早期选择,缩短研发周期,加快良种选育进程。

参考文献:

- [1] 徐纬英. 中国油橄榄种质资源与利用[M]. 长春:长春出版社, 2001.
- [2] SEBASTIAN L, BUSCONI M. Recent developments in olive (*Olea europaea* L.) genetics and genomics: applications in taxonomy, varietal identification, traceability and breeding[J]. *Plant Cell Rep*, 2017, 36(9):1345-1360.
- [3] MONTEALEGRE C, ESTEVE C, GARCÍA M C, et al. Proteins in olive fruit and oil[J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2014, 54(5):611-624.
- [4] YUBERO-SERRANO E M, LOPEZ-MORENO J, GOMEZ-DELGADO F, et al. Extra virgin olive oil: more than a healthy fat[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2019, 72(1):8-17.
- [5] ANGELONI C, MALAGUTI M, BARBALACE M C, et al. Bioactivity of olive oil phenols in neuroprotection[J/OL]. *Int J Mol Sci*, 2017, 18(11):2230 [2022-09-01]. <https://doi.org/10.3390/ijms18112230>.
- [6] 张育贵, 张淑娟, 辛二旦, 等. 橄榄苦苷的药理作用研究现状[J]. *中国临床药理学杂志*, 2019, 35(24):3265-3268.
- [7] 于小飞. 中国油橄榄产业区域发展规划研究[J]. *陕西林业科技*, 2017(3):61-63.
- [8] 李聚桢. 中国引种发展油橄榄回顾及展望[M]. 北京:中国林业出版社, 2010.
- [9] 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.
- [10] KANIEWSKI D, CAMPO E V, BOIY T, et al. Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: palaeobotanical, historical and molecular evidence from the Middle East[J]. *Biol Rev*, 2012, 87(4):885-899.
- [11] DIEZ C M, TRUJILLO I, MARTINEZ URDIROZ N, et

- al. Olive domestication and diversification in the Mediterranean Basin [J]. *New Phytol*, 2015, 206(1): 436–447.
- [12] CHEHADE A, BITTAR A E, KADRI A, et al. In situ evaluation of the fruit and oil characteristics of the main Lebanese olive germplasm [J]. *J Sci Food Agric*, 2016, 96(7):2532–2538.
- [13] AHUJA M R, JAIN S M. Genetic diversity and conservation of olive genetic resources [M]. New York: Springer International Publishing, 2016.
- [14] PONTI L, GUTIERREZ A P, RUTI P M, et al. Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers [J/OL]. *PNAS*, 2014, 111(15):5598 [2022-09-01]. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314437111>.
- [15] KAYA H B, AKDEMIR D, LOZANO R, et al. Genome wide association study of 5 agronomic traits in olive (*Olea europaea* L.) [J/OL]. *Sci Rep*, 2019, 9(1):18764 [2022-09-01]. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55338-w>.
- [16] 施宗明, 孙卫邦, 祁治林, 等. 中国油橄榄适生区研究 [J]. *植物分类与资源学报*, 2011, 33(5):571–579.
- [17] 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(2):41–46.
- [18] International Olive Council. The world of olive oil [EB/OL]. [2022-09-01]. <https://www.internationaloliveoil.org/the-world-of-olive-oil/>.
- [19] 严茂林, 张洋, 吴成亮. 我国木本油料发展现状分析与供需问题的研究 [J]. *中国油脂*, 2021, 46(4):1–6.
- [20] 刘舒婕, 陈之鸿, 卢家良. 武都区油橄榄产业链各要素现状及发展策略分析 [J]. *南方农业*, 2020, 14(35):120–121.
- [21] BARTOLINI G, PREVOST G, MESSERI C, et al. Olive germplasm: cultivars and world-wide collections [M]. Rome: FAO Library, 1998.
- [22] EL BAKKALI A, ESSALOUH L, TOLLON C, et al. Characterization of worldwide olive germplasm banks of *Marrakech* (Morocco) and *Córdoba* (Spain): towards management and use of olive germplasm in breeding programs [J/OL]. *PLoS One*, 2019, 14(10):e0223716 [2022-09-01]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223716>.
- [23] 王楠楠. 凉山州油橄榄品种适配性研究 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2016.
- [24] 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.
- [25] D'ANGELI S, MATTEUCCI M, FATTORINI L, et al. *OeFAD8*, *OeLIP* and *OeOSM* expression and activity in cold-acclimation of *Olea europaea*, a perennial dicot without winter-dormancy [J]. *Planta*, 2016, 243(5):1279–1296.
- [26] SILVESTRI C, CELLETTI S, CRISTOFORI V, et al. Olive (*Olea europaea* L.) plants transgenic for tobacco osmotin gene are less sensitive to in vitro-induced drought stress [J/OL]. *Acta Physiol Plant*, 2017, 39(10):229 [2022-09-01]. <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2535-1>.
- [27] YAMANI M E, SAKAR E H, BOUSSAKOURAN A, et al. Leaf water status, physiological behavior and biochemical mechanism involved in young olive plants under water deficit [J/OL]. *Sci Hort*, 2020, 261:108906 [2022-09-01]. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108906>.
- [28] 赵曼利, 杜启兰, 焦健, 等. 盐胁迫对不同品种油橄榄抗盐性生理指标的影响 [J]. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2016, 45(1):19–25.
- [29] REGNI L, DEL PINO A M, MOUSAVI S, et al. Behavior of four olive cultivars during salt stress [J/OL]. *Front Plant Sci*, 2019, 10:867 [2022-09-01]. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00867>.
- [30] 徐鸿玺. 几个油橄榄品种对炭疽病抗性的初步观察 [J]. *湖北林业科技*, 1990(3):35–38.
- [31] ARIAS-CALDERÓN R, LEÓN L, BEJARANO-ALCÁZAR J, et al. Resistance to *Verticillium* wilt in olive progenies from open-pollination [J]. *Sci Hort*, 2015, 185:34–42.
- [32] LEYVA-PÉREZ M O, JIMÉNEZ-RUIZ J, GÓMEZ-LAMA CABANÁS C, et al. Tolerance of olive (*Olea europaea*) cv Frantoio to *Verticillium dahliae* relies on both basal and pathogen-induced differential transcriptomic responses [J]. *New Phytol*, 2018, 217(2):671–686.
- [33] 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.
- [34] 林远辉, 高蓓, 李玉玉, 等. 橄榄油掺假鉴别技术研究进展 [J]. *食品科学*, 2013, 34(5):279–283.
- [35] MALEKJANI N, JAFARI S M. Valorization of olive processing by-products via drying technologies: a case study on the recovery of bioactive phenolic compounds from olive leaves, pomace, and wastewater [J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2022(4):1–19.
- [36] ZHANG C, XIN X, ZHANG J, et al. Comparative evaluation of the phytochemical profiles and antioxidant potentials of olive leaves from 32 cultivars grown in China [J/OL]. *Molecules*, 2022, 27(4):1292 [2022-09-01]. <https://doi.org/10.3390/molecules27041292>.
- [37] 童敏, 康志雄, 程诗明, 等. 柿树遗传资源学研究进展

- [J]. 湖北农业科学, 2008(8):960-964.
- [38] ANGEL F, CAROLINA F, RAFEL S, et al. Genetic relationships and population structure of local olive tree accessions from Northeastern Spain revealed by SSR markers[J]. Acta Physiol Plant, 2015, 37(1):1-12.
- [39] ERCISLI S, BENCIC D, IPEK A, et al. Genetic relationships among olive (*Olea europaea* L.) cultivars native to Croatia and Turkey[J]. J Appl Bot Food Qual, 2013, 85(2):144-149.
- [40] ABUZAYED M, FRARY A, DOGANLAR S. Genetic diversity of some Palestinian and Turkish olive (*Olea europaea* L.) germplasm determined with SSR markers [J]. IUG J Nat Eng Stud, 2018, 26(1):10-17.
- [41] 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 off springs[J]. For Res, 2017, 30(4):640-647.
- [42] ADAWY S S, MOKHTAR M M, ALSAMMAN A M, et al. Development of annotated EST-SSR database in olive (*Olea europaea*) [J]. IJSR, 2015, 4(9):1063-1073.
- [43] AYED R B, ENNOURI K, REBAI A. Involvement of SNP marker located on the calcium binding protein gene in adaptive traits and organoleptic performances of the olive tree[J]. J Fund Appl Sci, 2018, 10(1):328-343.
- [44] BEGHÈ D, MOLANO J F G, FABBRI A, et al. Olive biodiversity in Colombia. A molecular study of local germplasm[J]. Sci Hortic, 2015, 189:122-131.
- [45] TAAMALLI W, GEUNA F, TEMIME S B, et al. Using microsatellite markers to characterise the main Tunisian olive cultivars 'Chemlali' and 'Chetoui' [J]. J Hortic Sci Biotechnol, 2015, 82(1):25-28.
- [46] 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):48-55.
- [47] 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):158-164.
- [48] 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.
- [49] 邱源, 韩华柏, 李俊强, 等. 23 个油橄榄品种的 RAPD 分析[J]. 林业科学, 2008, 44(1):85-89.
- [50] 徐悦, 黄兰, 李金花, 等. 基于表型和 SSR 标记的陇南油橄榄品种鉴定与遗传多样性分析[J]. 林业科学研究, 2022, 35(4):33-43.
- [51] MOUSAVI S, REGNI L, BOCCHINI M, et al. Physiological, epigenetic and genetic regulation in some olive cultivars under salt stress[J]. Sci Rep, 2019, 9(1):1-17.
- [52] GUO D M, XIE R J, QIAN C, et al. Diagnosis of CTV-infected leaves using hyperspectral imaging [J]. Intell Autom Soft Comput, 2015, 21(3):269-283.
- [53] ABDULRIDHA J, AMPATZIDIS Y, ROBERTS P, et al. Detecting powdery mildew disease in squash at different stages using UAV-based hyperspectral imaging and artificial intelligence[J]. Biosyst Eng, 2020, 197:135-148.
- [54] HARIHARAN J, FULLER J, AMPATZIDIS Y, et al. Finite difference analysis and bivariate correlation of hyperspectral data for detecting laurel wilt disease and nutritional deficiency in avocado[J/OL]. Remote Sens, 2019, 11(15):1748[2022-09-01]. <https://doi.org/10.3390/rs11151748>.
- [55] SEPULCRE - CANTÓ G, ZARCO - TEJADA P J, JIMÉNEZ - MUÑOZ J C, et al. Detection of water stress in an olive orchard with thermal remote sensing imagery [J]. Agric For Meteorol, 2006, 136(1/2):31-44.
- [60] TESTI L, GOLDHAMER D A, INIESTA F, et al. Crop water stress index is a sensitive water stress indicator in pistachio trees[J]. Irrig Sci, 2008, 26(5):395-405.

(上接第8页)

- [9] 王妍霏, 马续桐, 王永刚, 等. “双重冲击”下世界油菜籽及其加工品生产、贸易格局变动分析[J/OL]. 中国油脂:1-11[2022-06-25]. <https://doi.org/10.19902/j.cnki.zgyz.1003-7969.210637>.
- [10] 王永刚, 张正河, 卢向虎. 我国油料及植物油贸易发展与价格整合分析[J]. 国际贸易问题, 2006(3):51-55.
- [11] 刘志雄, 郭琳. 入世前后我国农产品国际竞争力比较研究:以油料产业为例[J]. 科技与经济, 2011, 24(5):53-56.
- [12] 王永刚, 李豪强, 王妍霏, 等. 贸易争端背景下世界油料、植物油生产和贸易格局变动分析[J]. 中国油脂, 2020, 45(7):5-9.
- [13] 赵丽佳, 冯中朝. 我国油料和植物油的产业安全:基于进口视角的分析[J]. 国际贸易问题, 2008(12):29-36.
- [14] 詹森华. “一带一路”沿线国家农产品贸易的竞争性与互补性:基于社会网络分析方法[J]. 农业经济问题, 2018(2):103-114.
- [15] 沈琼. 关税减让对我国油料和植物油贸易的影响分析[J]. 统计与决策, 2009(3):96-98.
- [16] 王永刚. 世界主要油料及植物油生产和贸易格局分析[J]. 中国油脂, 2010, 35(8):1-6.