

孙俊峰, 苏春江, 朱万泽. 餐用油橄榄栽培采收及其产品开发现状与趋势[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(15): 13–18.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.15.004

餐用油橄榄栽培采收及其产品开发现状与趋势

孙俊峰^{1,2,3}, 苏春江^{2,3}, 朱万泽^{2,3}

(1. 西南民族大学, 四川成都 610041; 2. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川成都 610041;

3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:餐用油橄榄对果实含油量要求较低,但对栽培采收及产品加工技术要求较高。分析了国内外餐用油橄榄栽培采收及其产品开发的现状与趋势。结果表明,世界餐用油橄榄产业已经从传统种植业转型升级为现代农产品深加工产业,餐用油橄榄育种需综合考虑果实体积、果实质量、脂肪酸比值和是否有利于集约化种植采收等多项指标,新品系也在逐渐形成。我国应积极引进和培育餐用油橄榄新品种,加强营养生长控制、水分调节、病虫害综合防治、小型机械化采收等研究,并针对消费者需求特点深入研究产品创新,真正实现油橄榄油用和餐用相结合的综合开发。

关键词:餐用油橄榄; 育种; 种植; 采收; 农产品加工

中图分类号: S565.704; S565.709

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2018)15-0013-06

油橄榄(*Olea europaea* L.)起源于地中海地区,与油茶、油棕、椰子并称为四大木本油料植物,具有油用、餐用、叶用等多种经济价值,在食品、医疗、保健、养殖、水土保持等多个领域有着广泛的用途。我国于1964年从阿尔巴尼亚引种栽培油橄榄,至今已有50多年的种植历史。我国油橄榄种植区多位于亚热带和温带季风气候区,雨热同季且拥有悠久的集约化土地利用传统,但由于日照、气温、湿度、土地利用等原因,导致中国产油橄榄果实含油量往往较地中海原产地低,而果实的体积、

果肉率及橄榄多酚等有效成分含量与原产地不相上下或更有优势^[1],因此油橄榄餐用、油用和叶用综合开发近年来逐渐成为为中国油橄榄产业界和学界的共识,餐用油橄榄也成为了中国油橄榄产业全值化利用战略的重要组成部分^[2-8]。

油橄榄餐用产品一般称为餐用油橄榄,是将油橄榄果实或特级初榨橄榄油及其果渣等原料经加工制作而成的食品或饮品^[9-11],近代以来在世界食品市场上就和橄榄油近乎齐名。餐用油橄榄生产最初局限于地中海地区,后随栽培区域的不断扩大,其产量及消费量长期以来均呈增长趋势。中国产油橄榄较高的综合品质奠定了其餐用产品加工的基础^[12-13],但同时也对相关研究提出了更高的要求。本研究通过对餐用油橄榄栽培采收及其产品开发研究的回顾,分析了国内外研究现状与趋势,以期为我国研究人员和产品研发单位提供参考及决策支持。

1 栽培采收研究

1.1 国内外研究态势

全球餐用油橄榄SCI发表论文累计超过10篇的国家和地

收稿日期:2017-10-20

基金项目:中国科学院国际科技合作与交流计划项目(编号:2013HH0017);交通运输部中国铁路总公司软科学项目(编号:2016-332-210-467);西南民族大学中央高校基本科研业务费专项资金项目(编号:2017NZYQN21)。

作者简介:孙俊峰(1979—),男,重庆丰都人,博士研究生,讲师,主要从事山区可持续发展与资源开发研究。E-mail: sjf1979@126.com。

通信作者:苏春江,研究员,博士生导师,主要从事山区可持续发展与资源开发研究。E-mail: sucj@imde.ac.cn。

[11] 赵大虎,潘鲁青,王超. 生物絮团对养殖环境的清洁作用及对虾生理指标的影响[J]. 海洋湖沼通报, 2014(1): 67–73.

[12] 王超,潘鲁青,张开全. 生物絮团在凡纳滨对虾零水交换养殖系统中的应用研究[J]. 海洋湖沼通报, 2015(2): 81–89.

[13] 盖春蕾,王勇强,叶海斌,等. 生物絮团在日本对虾育苗中的应用研究[J]. 齐鲁渔业, 2011, 28(12): 12.

[14] 岳强,李彦芹,曹杰英,等. 生物絮团对中华锯齿米虾生长及水质的影响[J]. 河北渔业, 2012(2): 3–6.

[15] 邓应能,赵培,孙运忠,等. 生物絮团在凡纳滨对虾封闭养殖试验中的形成条件及作用效果[J]. 渔业科学进展, 2012, 33(2): 69–75.

[16] 孙振,王秀华,黄健. 一种微生物絮团的生化分析及其对凡纳滨对虾免疫力的影响[J]. 水产学报, 2013, 37(3): 473–480.

[17] 邓吉朋,黄建华,江世贵,等. 生物絮团在斑节对虾养殖系统中的形成条件及作用效果[J]. 南方水产科学, 2014, 10(3): 29–37.

[18] 胡修贵,赵培,李玉宏,等. 生物絮团中异养亚硝化菌的分离鉴定及其特性[J]. 渔业科学进展, 2013, 34(5): 97–103.

[19] 杨章武,张哲,葛辉,等. 几种不同碳源对凡纳滨对虾生物絮团技术育苗效果的影响[J]. 福建水产, 2015, 37(5): 347–352.

[20] 索建杰,王玉玮,姜玉声,等. 三种凡纳滨对虾养殖模式的水质特征及养殖效果[J]. 水产学杂志, 2015, 28(5): 12–17.

[21] Verschuere L, Rombaut G, Sorgeloos P, et al. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture[J]. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 2000, 64(4): 655–671.

[22] 刘杜娟,潘晓艺,尹文林,等. 生物絮团在罗氏沼虾育苗中的应用[J]. 上海海洋大学学报, 2013, 22(1): 47–53.

[23] Avnimelech Y. Carbon nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems[J]. Aquaculture, 1999, 176(3/4): 227–235.

[24] 李斌,马元庆,张秀珍,等. 生物絮团技术研究进展及其在工厂化养殖中的应用[C]. 2011 海洋资源科学利用论坛, 2011.

区有 35 个,其中欧盟成员国 14 个,反映了欧盟在油橄榄研究和产品开发中的领导地位。中国餐用油橄榄 SCI 发表论文总计 33 篇(含台湾地区),占发文总量的 1.41%,全球排名第 13 位,与韩国、日本、以色列等国相当。中国 SCI 论文总被引频次为 242 次,超过了伊朗和巴西等油橄榄产业起步较早的国家,但篇均被引频次较低,为 7.33 次。台湾地区 SCI 论文总被引频次和篇均被引频次较高,但其研究内容未涉及栽培采收及产品开发^[14-16]。中国油橄榄产业在 2000 年以来进入恢复发展阶段,国内很多基于亚热带和温带季风气候区的油橄榄种植及富有中国特色的餐用产品研究成果还有待向世界同行展示和交流,从而进一步提高中国在该领域的研究水平及影响力,并有望为世界非地中海气候区油橄榄研究和开发作出贡献。

通过主题和关键词分析,可将餐用油橄榄栽培采收研究分为育种、种植、采收 3 类,近年来较新的研究主题详见表 1。

表 1 世界餐用油橄榄栽培采收研究热点分布

类别	研究主题
育种	新基因,DNA 标记,分子标记,地理标志,原产地保护,追溯性
种植	滴灌施肥,锌铁硼的应用,橄榄果蝇控制,生命周期评价,高密度和超高密度种植
采收	机械化采收,机械震动收获,超高密度篱收获机械,控制脱落,表现无损探伤

国内餐用油橄榄 SCI 论文主要涉及植物学、药用价值、成分分析、社会事件评价等 4 个方面,对油橄榄种植、生产和加工的全面系统研究还有待深入开展,市场营销等社会学和经济学研究仍显不足。涉及餐用油橄榄栽培采收研究的中文论文相对较多,通过内容分析可将其主题概括为引种、种植、采收 3 类。同欧美相比,国内研究明显偏重于宏观市场和政策问题的探讨和引导,对引种栽培和国际考察交流较为重视,在适生区选择、种植区划、品种选育、花期观测和品种搭配方面

欧洲餐用油橄榄工业产生的废水每年近 80 万 t,对环境的影响相当大,因此欧洲国家普遍重视餐用油橄榄加工产业链和环境保护研究,并开始应用生命周期等评价方法较为系统地研究了油橄榄生产加工的可持续性,表明世界油橄榄产业已经从传统种植业升级为种植与农产品深加工相结合的现代化产业。地中海国家对餐用油橄榄营养生长控制研究较为深入,在调亏灌溉、主干及侧枝生长观测和修枝方面积累了很多经验。近年来,涉及油橄榄种植园机械化修枝和采收及其对产量、品质和环境的影响评价成果较多,研究手段也从定性评价逐渐发展为定性定量相结合的方式。机械化采收技术及其效率和损伤测定与降低,特别是航空摄影在油橄榄种植园采收管理研究中的应用是近年出现的新课题^[17-21]。高密度和超高密度种植由于对产量和效益有显著影响近年来逐渐成为了餐用油橄榄栽培研究的热点领域^[22-25]。

产生了大量的成果,但在产品采收及其效果评价与改良、产业链与价值链、环境保护与可持续发展方面的研究还较为欠缺。2012 年至今,国内宏观市场及政策类研究论文呈下降的趋势,而引种栽培类论文无论从数量还是质量上都维持在较高的水平,一直是国内油橄榄研究的主要领域,与近年来各主要种植区扩大种植面积和增加种苗投入的政策较为吻合。栽培采收类中文论文近年来较为集中的研究主题见表 2。

表 2 餐用油橄榄栽培采收中文论文研究热点分布

类别	研究主题
引种	产量,进出口,公司+农户,农产品出口政策,粮食安全,贴息贷款,生态效益,社会效益,思想认识,扶持政策,科技支撑,标准化,市场监管,扶贫
种植	生态区划,适生区,主栽品种,授粉品种,经济性状,尖叶木樨榄,嫁接,育苗,修枝,灌溉,夏雨型,除草,种植密度,示范园,水土保持,大小年,集约种植,丰产栽培,果实测定,分子标记
采收	花期生物学,成熟期,果实大小,分期采收,果实刻划,转色期,单果质量,果肉率,含水量

1.2 引种和育种

除传统的引种和育种方法外,研究者已经普遍重视对不同种植区油橄榄新基因型的鉴定,并在此基础上开展地方品种与引进品种之间的杂交育种研究。由于市场对油橄榄保健功能的推崇,高 $\omega-3$ 脂肪酸含量和低 $\omega-6/\omega-3$ 脂肪酸比值以及高多酚类化合物含量的品种近年来成为育种新目标。在地中海原产地和美国,通过传统育种方法所获得的成果已经在高密度和超高密度油橄榄种植园及其机械化修枝和采收中普遍应用。随着相关研究的不断深入,适应大规模机械化种植采收的新品系会逐渐形成,为油橄榄产量的大幅提升奠定基础。

油橄榄餐用品种培育和鉴定已经广泛应用 DNA 标记和分子标记技术,尤其是那些与果实相关的表型性状,往往被视为决定产量的关键因素,成为分子标记研究的重点。Kaya 等从 96 个油橄榄基因型中筛选了 *SNP*、*AFLP* 和 *SSR* 3 个基因分型进行了标记,并对这些标记与产量相关性状进行了关联分析,结果显示上述基因与果实体积、质量和核质量三大餐用指标的关联显著性最大,因此认为关联作图可以作为独立于

基因群体作图之外的鉴定油橄榄基因型标记性状的一种有效方法^[26]。Ben 等综合应用形态学、生物学、生物信息学、生物统计学及理化指标分析,对全球普遍栽培的 18 个餐用油橄榄品种进行了较为系统的分析,评估了品种之间的亲缘关系及其潜在的生产力,证实不同品种之间果实颜色、授粉潜力、产量都存在着显著差异,并且随着栽培区域的扩大,与其原产地的关联度有逐渐降低的趋势,表明随着全球油橄榄的广泛引种栽培,富有地方特色的新基因型正在不断涌现,为育种工作奠定了资源基础^[27]。中国已有半个多世纪的油橄榄引种和育种历史,但由于产业发展经历了较大的起伏,地方品种存在品种退化、命名混乱的现象,因此近年来国内研究者围绕引进品种和地方育成品种的品质、产量及其亲缘关系鉴定做了大量工作。Zhan 等针对中国油橄榄引种过程中存在的同名、重名现象,应用 *SSR* 和 *ISSR* 标记技术,对 27 个引进品种和 5 个国内育成品种进行了幼叶 DNA 标记分析和聚类分析,在 13 个 *SSR* 位点上检测到 107 条多态性位点,在 9 个 *ISSR* 引物扩增出 78 条多态性位点,品种间的遗传相似性介于 0.57 ~

0.83 之间,并将 32 个品种分为 6 组,组内餐用和油用品质、单果质量均相似但地理来源和名称不尽相同,提示基因标记可用于油橄榄品种译名和中文名同名和重名识别^[28]。

中国品种培育还未有适应机械化种植采收的成果报道,随着种植区域的不断扩大和产业化深加工的条件不断成熟,油用和餐用加工产业对油橄榄品种及其树形、产量和品质等特性会提出更高的要求,因此有必要针对老龄化和城市化带来的农业劳动力短缺这一潜在威胁,在有条件的种植区积极开展适应小型机械化的引种和育种研究。国内未来研究还应在叶形比较、授粉受精、花期观测、自然育种等传统选种育种研究的基础上,加强对分子标记的全面应用,一方面有助于整理现有引进和培育品种,另一方面也可通过对新基因型的发现,为中国油橄榄本土化育种及其长期可持续发展奠定基础。

1.3 种植研究

油橄榄具有耐干旱、耐瘠薄等众所周知的品质,但种植技术长期以来仍然是餐用油橄榄栽培研究的重点,传统研究热点主要包括扦插育苗、苗木包装与转运、移栽技术、灌溉调控、施肥管理、整形修枝、病虫害防治、大小年调控等。近年来随着栽培区域的扩大和对生长发育机制的深入研究,传统的修枝、施肥和灌溉研究已经逐渐让位于营养生长观测与控制、施肥与灌溉管理、病虫害有效防治等综合研究,尤其是不同立地条件下的营养生长控制已经成为各种植国的研究热点。

1.3.1 营养生长观测与控制 油橄榄植株从幼年期向成年期的正常演化过程一般被视为其成年后丰产稳产的基础,但长期以来欠缺对其表现特征的定量观测,近年来国外研究者开始将其他果木研究中应用较为成熟的茎轴观测应用于油橄榄。Casanova 等对 30 株油橄榄幼苗进行了茎轴观测,发现其叶形参数虽然有很大的变异性,但其平均值从幼苗期到成年植株均呈线性增加,而幼苗的生根能力在成年过程中还可能呈直线下降的趋势,但最大净光合速率均无显著差异^[29]。研究者由此认为,油橄榄主干遵循明显的线性生长趋势,而以叶片为代表的幼年性状是在从幼年期向成熟期的转变过程中逐渐丧失的,是一个渐进的而不是突变的过程,因此对叶片的观测比如近红外光谱分析可用于区分幼年、青年与成年植株,对植株灌溉、施肥和整形修枝及其综合管理都有一定的参考价值。

修枝整形作为营养生长控制的重要手段之一,其改良和效果评价特别是机械化修枝与传统修枝效果的比较研究近年来已成为热点。相关论文肯定了机械化修枝的高效率及其对产量的积极影响,但同时也指出了机械化修枝对植株造成的损伤及其带来的资金和能源投入的增加,导致橄榄园未来可持续发展潜力下降。因此,研究者普遍强调将机械化修枝与传统修枝方式加以结合,并提倡在有条件的山地种植区积极使用小型机械化设备。中国油橄榄种植区已经初步完成产业化的地区均位于甘肃、四川、云南等省的山地丘陵地区,因此有必要开展适应当地条件的小型机械化技术及其可持续性研究。中国研究者在果树栽培研究中积累了大量的营养生长限制经验,常见的方法如根系限制、主干环剥、主干限制等技术,在苹果、梨等果木的营养生长控制应用中取得了丰富的成果,但在油橄榄种植中的研究成果还相当有限,未来有必要加强此类技术的研究及其应用。

1.3.2 施肥与灌溉管理 地中海原产地土地较为瘠薄且夏

季严重干旱,因此对滴灌技术的研究较为重视,在基于滴灌的肥水调控管理方面总结了不少经验。研究表明,坚持采用滴灌肥水管理的果园,其果实品质较漫灌等粗放条件下的品质有显著改善。为了节约肥水,地中海地区餐用油橄榄种植持续供水灌溉一般集中在盛花期后的 8~12 周,并将灌溉量控制在成年植株蒸腾量的 60%~80% 之间,以控制营养生长并促进果实成熟,果实大小和产量与施以 100% 蒸腾量灌溉的对照组相比没有显著降低,而大于 100% 植株蒸腾量的过度灌溉往往会导致果肉/果核质量比的下降。研究者因此认为,在不影响餐用油橄榄质量的前提下,应当优先采用调亏滴灌技术以节约水肥。在果树种植研究中普遍采用的每日最大干缩(MDS)一般被视为最早出现的水分胁迫检测指标之一,然而油橄榄的 MDS 在水分胁迫条件下没有明显的变化,因此树干生长率(TGR)在地中海地区常常作为 MDS 的替代指标加以研究。但 TGR 作为油橄榄植株生长监测指标,其日常值非常多变且容易受到气象等环境因素的影响,因此研究者一般通过获取一个生长周期内的 TGR 平均值变化并同时以 TGR、茎水势值、滴灌流量等指标作为变量来控制灌溉和施肥。

中国广大种植区属于雨热同季的季风气候区,立地条件和土壤肥力与地中海地区存在着较大差异,因此国内对油橄榄滴灌和精确施肥管理的研究没有像地中海地区那样深入。雨热同季所导致的营养生长往往过于旺盛,在四川、湖北等地生长期 5~8 年的油橄榄植株主干直径就已经达到甚至超过地中海原产地 10~15 年的植株,因此国内对于修枝等营养生长控制较为重视,对施肥和灌溉管理深入研究显得相对薄弱。季节性干旱如春旱造成的落果现象也较为突出,国内种植区已经有不少试点开展了滴灌施肥的应用,但相关机制的研究还极为有限。在没有条件采取滴灌设施的地区,一般通过地面覆盖如覆盖秸秆以及种植牧草等传统保墒方式来提高土壤含水量,在干旱季节取得了较好的效果,但对夏季雨水过多的地区如四川、重庆、湖北等地,除开挖和加深排水沟渠以加速排水等工程措施外,至今未有较为系统的水分调控成果报道。未来国内研究有必要针对季风气候区的降雨特征,深入研究干旱季节的滴灌设施,同时对夏季雨水过多造成的营养生长过于旺盛、病虫害加重和落果等现象应结合营养生长控制研究成果,建立和优化水肥管理综合措施,以缓解雨热同季给产量和品质带来的不利影响。

1.3.3 病虫害综合防治 油橄榄病虫害防治是栽培管理中的重要工作,国内相关研究主要集中在病虫害调查、化学防治、生物防治、引种检疫等 4 个方面,但涉及到规模化种植病虫害防治技术创新的报道较为有限。国外研究根据油橄榄种植园生产的实际需要,探讨了化学药物和预防性配套措施相结合的防治方法,取得了一定的成效。Iatrou 等针对黄萎病这一油橄榄生产国的主要病害,应用遥感技术检测油橄榄感染水平,将植被归一化指数和叶片反射指数等指标用于标识感染程度并划分染病阶段,对橄榄种植园的化学药剂及其配套措施的恢复效果进行了评估,结果表明遥感技术结合正常的普通管理,可以极大地提高种植园病害监测效率^[30]。油橄榄实蝇(*Daes oleae* G.) 将卵产在果肉中,幼虫在果实里发育,在产量较高的大年,活动尤其猖獗,一直是油橄榄产区的严重虫害。地中海地区最迟从 5 月底开始,就大量使用诱捕

器来限制成虫产卵,使其活动量虽在 6 月至 7 月仍然达到高峰,但 7 月后活动很少,主要原因是当地夏季气温升高但湿度低,造成橄榄实蝇成虫、卵和幼虫的死亡率很高,与前期人为控制成虫产卵量形成了叠加效应,限制了害虫的泛滥。中国油橄榄种植区大多位于雨热同季的季风气候区,夏季高温高湿,使油橄榄植株病虫害尤其是真菌感染导致的病害较为严重并进一步导致落果,目前仍未有较好的防治方法,有必要借鉴国外严格执行预防性配套措施,与化学药物防治和国内大力提倡的生物防治相结合,以减少病虫害导致的夏季落果。

1.4 采收研究

树干振动是国外果树种植园普遍采用的机械化采收方式,但在油橄榄采收的应用中往往造成植株和果实的损坏,并且与传统的人工和简单机械收获相比未表现出明显的优势,因此对振动收获效率的提高及其果实损伤率的降低近年来逐渐成为研究热点。树梢振动作为树干振动的替代方案之一近年来已成为油橄榄采收机械重点发展方向之一。Castro - Garcia 等的研究表明,对油橄榄植株的整形可以促进机械化采收的振动传递,较未整形的果园可以提高 10% 以上的收获效率,而单纯提高振动频率虽然增加了效率,却容易导致果实的损害增加^[18]。因此,研究者认为机械收获对果实造成的损害虽然比手工收获大,但通过调整振动参数、缩小树冠体积,可以获得较好的综合效益和品质。

国外对油橄榄成年植株采收前管理和采收效果的评估研究长期以来依赖大规模调查,调查中须要对修枝前后树冠尺寸进行抽样和测量,由于树木形态的不规则性,结果的可靠性和一致性一直存在争议。近年来随着无人机及其摄影和图像分析技术的成熟,研究者开始应用无人机观测橄榄修枝和采收效果以实现精准农业管理。通常做法是在修枝或采收前后通过无人机收集图像,并对每棵树的修剪面积、树高和树冠体积的影响进行定量分析。该技术与遥感技术类似,提供了地理空间信息,并通过数据的存储和可视化分析为油橄榄种植可持续发展提供支持。国内山地油橄榄种植应借鉴无人机技术在农业规划和管理中的研究成果,开发适宜中国山地橄榄园应用的硬件和软件产品,有望极大提高橄榄园日常管理和数据资源管理水平。

美国和地中海国家近年来推崇超高密度种植技术,尤其是美国在其非地中海气候区的佛罗里达州、乔治亚州等地推广油橄榄种植的过程中,希望通过超高密度种植技术缩短油橄榄达产年限,以克服当地季风气候带来的局限性,强调尽可能缩短植株间距和通过绿篱式种植及修枝来极为严格地控制营养生长,并加强滴灌和追肥管理,在果实产量方面带来了很

大的提高,但其存在高投入、高消耗包括对植株生长年限的缩短和对土壤造成的营养耗竭,以及在修枝和采收过程中对大型机械化设备的过度依赖等问题,是否能够适应中国广大山区尤其是少数民族地区的油橄榄种植,还有待通过试点加以定量研究和评估。

2 产品开发

2.1 国外产品开发

餐用油橄榄出口国普遍重视对产业链的研究,依赖产业链或价值链来整合油橄榄种植采收与产品加工,并注重产品营养和保健功能研究,其研究课题往往与产品研发紧密结合。西班牙、意大利、希腊 3 国代表了 3 种典型的餐用油橄榄制作传统工艺即西班牙绿橄榄、自然黑橄榄和熟化黑橄榄^[31],全球餐用油橄榄产品加工技术及其改进普遍建立在上述 3 种传统工艺的基础之上,其产品涵盖休闲食品、罐装食品、果酱、新型益生菌食品等领域,但中国消费者喜爱的甜橄榄和橄榄酒的报道较为罕见^[32-35]。1949—1990 年,全球餐用油橄榄产品开发研究主要针对不同种植区气候、土壤、果实性状的评价以及对欧洲特级初榨橄榄油、初榨橄榄油、果渣油以及 3 种传统餐用油橄榄加工方式的推介和传承,技术创新则主要集中在油用及餐用油橄榄产品品质定性评价、加工企业废水化学处理等方面;1991 年后随着栽培区域的进一步扩大,研究热点逐渐转向产量提升、微量元素添加、传统加工工艺改进、分子标记、产品品质定量分析、业务流程管理、消费者感知等方面;2007 年至今研究焦点则集中在对传统生产和研究领域的发展与突破方面,如无损伤探伤、电子舌和电子鼻等检测技术的应用、土著菌群培养、超声辅助脱苦、高静压灭菌技术、非热处理包装、低碱低盐处理、液相色谱分析、生产流程自动化等,食品安全系统、食品真伪鉴定、信息系统和业务流程重组等先进技术手段也逐渐在油橄榄生产和销售管理中应用成熟。

地中海国家较为重视对添加特级初榨橄榄油食品如凤尾鱼夹心橄榄、橄榄油浸泡罐头等产品的研制。常见的餐用油橄榄产品包括罐头、休闲食品、橄榄餐等产品,大多属于酱菜或泡菜类产品,口味偏咸且注重功能性食品如益生菌食品的开发。近年来全球油橄榄餐用开发较新的研究主题见表 3。脱苦工艺及其改进如低碱脱苦、自然脱苦、微生物脱苦和超声波辅助脱苦是餐用油橄榄脱苦加工研究的重点,脱苦与发酵的结合特别是低盐发酵和发酵过程中菌种、菌群及其生物膜的形成机制是近年来研究热点。非发酵处理和草药提取物添加等作为辅助措施虽未形成产业化加工,但由于市场对有机产品的期望值较高,近年来也作为新工艺被反复尝试。

表 3 世界餐用油橄榄产品开发研究热点分布

类别	研究主题
脱苦	自然脱苦,微生物脱苦,超声脱苦,低盐处理,自然发酵,菌种分子标记,鸡尾酒发酵法,生物膜形成机制,土著菌群,非发酵处理,草药提取物添加,锌强化
包装/存储	天然抗菌剂,非热处理包装,高静压处理技术
业务流程	自动化,核磁共振,非侵入性监测,信息技术,生产链,价值链,食品安全系统
产品质量	抗幽门螺旋杆菌,电子舌,电子鼻,食源性致病菌控制,农药残留控制,颜色掺假鉴定,液相色谱分析,重金属控制

2.2 国内产品开发

中国餐用油橄榄产品除与国际接轨的咸味产品外,还包括了油橄榄酒、油橄榄糖水罐头、油橄榄蜜饯等特色产品,注

重甜味及酸甜口味产品的研发,其成果往往分散在与油橄榄和橄榄油相关的文献中。据国际油橄榄委员会统计,2014—2016 年,中国年均进口约 30 000 t 橄榄油,远超同期餐用油橄

榄的进口量^[36-37],主要原因在于进口产品不能完全满足中国消费者的需求,因为国外餐用油橄榄产品均为口味偏咸的酱菜或泡菜,而中国消费者大多偏爱甜味或酸甜味的果风味,对餐用油橄榄营养保健功能的认知水平也还有待提升。1987 年以来,国内涉及发酵橄榄果和橄榄酒的研究论文有一定增长,但波动较为明显,从年度趋势上看没有呈现出稳定增长的态势。国内餐用油橄榄相关产品的业务流程管理、消费者体验和市场营销方面的研究目前还未见报道,可能与生产加工

表 4 餐用油橄榄产品开发国内研究热点分布

类别	研究主题
油橄榄果	橄榄提取物,黄酮,多酚含量,橄榄醋,防腐保鲜剂,重金属,发酵工艺优化,菌种复配,感官评定,口感,风味,色泽,产细菌素的乳酸菌,生物保鲜,护色和脱涩,营养成分监测,糖水罐头,酸甜罐头,蜜饯
油橄榄酒	糖液透明度,饱和石灰水处理,浸泡配置,发酵,半发酵,紫外线灭菌,巴氏灭菌,分光光度法,包装瓶筛选,香气成分,乙醇体积分数,总糖含量,挥发酸含量,总二氧化硫含量,浸出物,体外抗氧化活性

3 结论与展望

世界餐用油橄榄产业已经普遍从传统种植业转型升级为现代农产品深加工产业,获得了与橄榄油产业并驾齐驱的产业地位。油橄榄育种目标也已经从单纯看重含油量指标转变为综合考虑果实体积、果实质量、脂肪酸比值和是否有利于集约化种植采收等综合指标。随着适应现代化生产加工的新品种及其基因型不断涌现,独立于地中海发源地的新品系也在逐渐形成。中国在全面整理现有引进品种及地方育成品种资源库的基础上,应积极引进和培育餐用新品种,为油橄榄本土化育种及其长期可持续发展奠定基础。未来还应加强营养生长控制和水分调节等综合措施研究,并在有条件的地方积极推广滴灌技术,为建立适应中国不同种植区立地条件和气候条件的滴灌技术体系打下基础。在暂时没有滴灌条件的地区,应发挥集约化土地利用的传统优势,积极采用土地覆盖和套作间作技术,通过套种、间种、橄榄园养殖等综合开发的方式提高种植区的土地的利用效率和农户收益,降低推广种植的风险。国内种植区大多夏季高温多雨,病虫害尤其是病害暴发较为集中,未来应加强研究如何将病虫害化学防治与植株营养生长控制、土壤水分调节、害虫捕杀、生物防治等措施加以结合来获得综合防治效果。机械化采收是餐用油橄榄规模化、集约化种植的发展方向,但中国种植区由于地理条件的限制,难以推广大型机械化采收及其配套的超高密度种植技术,未来研究有必要借鉴或引进国内外山地种植区小型机械化果园采收的经验,在有条件的种植区采取试点研究,并积极推广无人机观测和评估等现代技术在种植和采收管理中的应用。

地中海国家、欧盟和美国是餐用油橄榄产品开发的三大主导力量,但其产品大多为偏咸味的泡菜和酱菜类益生菌功能性食品,而中国消费者大多喜欢偏甜味的产品,因此国内研究者早在 20 世纪七八十年代就针对中国消费者的特点,在全球范围内率先提出并成功开发出了富有中国特色的油橄榄酒、油橄榄蜜饯、油橄榄奶制品、油橄榄果酱及偏酸甜味的发酵油橄榄果等餐用油橄榄产品^[38-40]。但由于产量和市场规模的限制,对这些产品的研究未能全面系统地深入开展下去,其产品类别和品质、市场反响都很有限,导致国内产品开发整体上仍然处于由推广种植研究向农产品深加工及其产业化开发研究的转型阶段,宏观经济和政策方面的讨论较多,微观层

企业的规模及其地域局限性存在一定关系,也反映了国内油橄榄产业从传统种植业向现代农产品深加工产业提升过程中生产链和价值链研究整体上较为欠缺的现状。未来国内产品开发有必要积极吸收国际餐用油橄榄产品开发的经验并注重深入研究中国消费者喜爱的特色产品,并加强消费者决策和市场营销方面的研究。中文论文餐用油橄榄产品开发较集中的研究主题见表 4。

面的研究相对较少。中国餐用油橄榄产品开发的市场需求和供给都还不足以从食品深加工方向为油橄榄“全值化利用”战略提供强有力的支撑。造成这一现状的原因,一方面可能是由于地理学和气候学上的相对劣势;另一方面也要归咎于国内相关基础研究的长期滞后和媒体宣传的不足,在带动油橄榄产业从传统种植业向现代农产品深加工产业提升方面显得明显乏力。同橄榄油相比,餐用油橄榄的社会关注度明显不足,比如输入“餐用油橄榄”检索,百度搜索 2017 年 2—8 月平均只能返回近 18 000 条结果,远低于“橄榄油”同期返回的近 20 000 000 条结果;同期中国知网报纸和特色期刊库搜索仅返回不到 15 条结果,百度新闻全文搜索仅返回不到 70 条结果。中国餐用油橄榄产业的跨越式发展无疑需要业界、学界和传媒界的共同努力。

随着甘肃、四川、云南等地油橄榄种植产业的加速发展和消费者对餐用油橄榄产品功能知识的逐步熟悉和了解,国内为中国消费者量身研发的产品有望得到进一步的深入研究和开发,进而有望改变国内餐用油橄榄产品开发长期以来的被动和乏力局面。未来有必要在继续保持同西班牙、意大利等地中海国家交流的基础上,加强与英国、丹麦、比利时、美国、德国、日本等非地中海国家在课题选择和研究方法与技术手段方面的交流,并在此基础上积极开展微观层面的社会—经济学研究,从而更高效地针对中国消费者需求特点进行产品创新,真正实现中国油橄榄油用和餐用相结合的全面综合开发,进而为中国油橄榄产业从种植业向农产品深加工产业的成功转型提供更为全面的理论和技术支持。

参考文献:

- [1] Cheng Z Z, Zhan M M, Yang Z S, et al. The major qualitative characteristics of olive (*Olea europaea* L.) cultivated in southwest China[J/OL]. *Frontiers in Plant Science*, 2017. (2017-05-19) [2017-08-01]. <https://www.researchgate.net/publication/317351399>.
- [2] 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.
- [3] 唐中海,刘昊,游章强,等. 油橄榄叶对断奶獭兔仔兔生长与血液指标的影响[J]. *江苏农业科学*, 2011, 39(4): 262-263.
- [4] 谢普军. 油橄榄叶高值化利用技术及机理研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2015: 8-29.

- [5]朱静平,刘洪. 2个品种油橄榄叶中活性成分分析[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):317-318.
- [6]胡庆丰,魏鉴腾,何海荣,等. 19个品种油橄榄叶营养及活性成分分析评价[J]. 食品与发酵工业,2016,42(1):162-166.
- [7]吴文俊,陈炜青,赵梦炯,等. 加工过程中餐用油橄榄果营养成分的动态监测与分析[J]. 经济林研究,2014,32(1):155-158.
- [8]戚登臣,姜成英,吴文俊,等. 餐用油橄榄罐头发酵工艺的优化[J]. 经济林研究,2009,27(3):98-101.
- [9]中华人民共和国林业部. 餐用油橄榄:LY 1533—1999[S]. 北京:中国标准出版社,1990:1-2.
- [10]谢碧秀,马建英,杨泽身,等. 油橄榄果渣多酚分离纯化及抗氧化活性[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):178-182.
- [11]Harmon S M, Kautter D A, McKee C. Spoilage of anchovy-stuffed olives by heterofermentative actobacilli[J]. Journal of Food Safety, 2010,8(3):205-210.
- [12]薛益民,王笑山,淡克德,等. 油橄榄不同品种果实经济性状的研究Ⅱ. 餐用品种果实[J]. 林业科学研究,1989,2(2):142-148.
- [13]邓煜,刘婷,梁芳. 中国油橄榄产业发展现状与对策[J]. 经济林研究,2015,33(2):172-174.
- [14]Peng G J, Chang M H, Fang M C, et al. Incidents of major food adulteration in Taiwan between 2011 and 2015[J]. Food Control, 2016,72:145-152.
- [15]Fang M, Tsai C F, Wu G Y, et al. Identification and quantification of Cu-chlorophyll adulteration of edible oils[J]. Food Additives & Contaminants Part B-Surveillance, 2015,8(3):157-162.
- [16]Chen P R, Tsai C E. Various high monounsaturated edible oils might affect plasma-lipids differently in man[J]. Nutrition Research, 1995,15(5):615-621.
- [17]Sola-Guirado R R, Castro-García S, Blanco-Roldán G L, et al. Traditional olive tree response to oil olive harvesting technologies[J]. Biosystems Engineering, 2014,118:186-193.
- [18]Castro-García S, Castillo-Ruiz F J, Jimenez-Jimenez F, et al. Suitability of Spanish ‘Manzanilla’ table olive orchards for trunk shaker harvesting[J]. Biosystems Engineering, 2015,129:388-395.
- [19]Martorana A, Alfonzo A, Settanni L, et al. Effect of the mechanical harvest of drupes on the quality characteristics of green fermented table olives[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2016, 96(6):2004-2017.
- [20]Díazvarela R A, Rosa R D L, León L, et al. High-Resolution airborne UAV imagery to assess olive tree crown parameters using 3D photo reconstruction: Application in breeding trials[J]. Remote Sensing, 2015,7(4):4213-4232.
- [21]Fernández T, Pérez J, Cardenal J, et al. Analysis of landslide evolution affecting olive groves using UAV and photogrammetric techniques[J/OL]. (2016-10-21) [2017-09-31]. <https://www.researchgate.net/publication/309139529>.
- [22]Marra F P, Marino G, Marchese A, et al. Effects of different irrigation regimes on a super-high-density olive grove cv. ‘Arbequina’: vegetative growth, productivity and polyphenol content of the oil[J]. Irrigation Science, 2016,34(4):1-13.
- [23]Fernandez J E, Elsayed F S, Cuevas M V. An index from sap flow records to schedule irrigation in super-high-density olive orchards [C]// 9th International Workshop on Sap Flow, Ghent, Belgium, Jun 04-07, Acta Horticulturae, 2013:393-399.
- [24]Egea G, Padilla-Díaz C M, Martínez-Guanter J, et al. Assessing a crop water stress index derived from aerial thermal imaging and infrared thermometry in super-high-density olive orchards[J]. Agricultural Water Management, 2017,187:210-221.
- [25]Morales-Sillero A, Pérez A G, Casanova L, et al. Cold storage of ‘Manzanilla de Sevilla’ and ‘Manzanilla Cacerena’ mill olives from super-high-density orchards[J]. Food Chemistry, 2017,237:1216-1225.
- [26]Kaya H B, Cetin O, Kaya H S, et al. Association mapping in Turkish olive cultivars revealed significant markers related to some important agronomic traits[J]. Biochemical Genetics, 2016,54(4):506-533.
- [27]Ben A R, Ennouri K, Ben A F, et al. Bayesian and phylogenetic approaches for studying relationships among table olive cultivars[J]. Biochemical Genetics, 2017,55(4):300-313.
- [28]Zhan M M, Cheng Z Z, Su G C, et al. Genetic relationships analysis of olive cultivars grown in China[J]. Genetics & Molecular Research Gmr, 2015,14(2):5958-5969.
- [29]Casanova L, Suárez M P, Fernándezcabanás V M, et al. From the juvenile to the adult vegetative phase in olive seedlings: the transition along the stem axis[J]. Spanish Journal of Agricultural Research, 2014,12(4):1149-1157.
- [30]Iatrou G, Mourelatos S, Zartaloudis Z, et al. Remote sensing for the management of verticillium wilt of olive[J]. Fresenius Environmental Bulletin, 2016,25(4):3622-3628.
- [31]Gómez S, Higinio A, García G, et al. Elaboration of table olives[J]. Grasas y Aceites, 2006,57(1):86-94.
- [32]Moskowitz H, Silcher M, Beckley J, et al. Sensory benefits, emotions and usage patterns for olives: using Internet-based conjoint analysis and segmentation to understand patterns of response[J]. Food Quality & Preference, 2005,16(4):369-382.
- [33]Nerín C, Philo M R, Salafranca J, et al. Determination of bisphenol-type contaminants from food packaging materials in aqueous foods by solid-phase microextraction-high-performance liquid chromatography[J]. Journal of Chromatography A, 2002,963(1/2):375-380.
- [34]Servili M, Selvaggini R, Taticchi A, et al. Volatile compounds and phenolic composition of virgin olive oil: Optimization of temperature and time of exposure of olive pastes to air contact during the mechanical extraction process[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2003,51(27):7980-7988.
- [35]Lavermicocca P, Valerio F, Lonigro S L, et al. Study of adhesion and survival of lactobacilli and bifidobacteria on table olives with the aim of formulating a new probiotic food[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2005,71(8):4233-4240.
- [36]International Olive Council. World olive oil figures [EB/OL]. [2017-09-31]. <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>.
- [37]International Olive Council. World table olive figures [EB/OL]. [2017-10-05]. <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures>.
- [38]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):62-65,69.
- [39]黄挺. 综合开发油橄榄资源大有可为[J]. 特种经济动植物, 2004,7(11):24-25.
- [40]陈光荣,于巧玲. 油橄榄餐用果品加工技术[J]. 经济林研究, 1985,3(2):75-78.