

橄榄的采收、贮藏及增值加工研究进展

李楠¹, 曾文², 段姝蔓², 赵雪竹¹, 姜燕^{1,*}

(1. 大理大学公共卫生学院, 大理大学预防医学研究所, 云南 大理 671000;

2. 云南树翡翠农林科技有限公司, 云南 大理 671600)

摘要: 橄榄富含多种生物活性物质, 果实及其提取物具有清热解毒、清咽利喉、降血糖、抑菌抗炎和抗氧化等药理活性, 有着较高的食用和药用价值。近年来, 橄榄产业得到了全面发展, 橄榄产品逐渐丰富。本文从橄榄的适期采收、贮藏保鲜技术和精深加工等方面进行综述, 以期对橄榄产业的持续发展提供新思路。

关键词: 橄榄; 采收; 贮藏; 深加工; 综合利用

Research Progress on Harvesting, Storage and Value-Added Processing of Olive

LI Nan¹, ZENG Wen², DUAN Shu-man², ZHAO Xue-zhu¹, JIANG Yan^{1,*}

(1. Institute of Preventive Medicine, College of Public Health, Dali University, Dali 671000, China;

2. Yunnan Shufecui Agriculture and Forestry Technology Co., Ltd., Dali 671600, China)

Abstract: Olive is rich in a variety of bioactive substances. Olive fruit and its extract have the pharmacological activities such as clearing heat and detoxification, clearing pharynx and moistening larynx, hypoglycemic effect, antibacterial, anti-inflammatory and antioxidant activities. Therefore, olive has higher edible and medicinal value. In recent years, the olive industry has been developed in an all-round way, and olive products have been gradually enriched. This paper summarizes the timely harvesting, storage and preservation techniques and intensive processing of olive, which will provide new ideas for the sustainable development of olive industry.

Key words: olive; harvest; storage; deep processing; comprehensive utilization

中图分类号: S667.5; TS255.3 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2021.09.022

橄榄按不同科属可分为青橄榄、油橄榄、滇橄榄和小叶橄榄, 其产地、形态、功能和成分各有不同。橄榄口感较生涩, 风味独特, 具有地域性特色, 有清热、利咽、祛痰、生津、健脾等药用价值^[1]。此外, 橄榄提取物富含环烯醚萜类、黄酮类和酚类等多种生物活性物质, 如橄榄苦苷和羟基酪醇具有抗糖尿病^[2]、修复皮肤

损伤^[3]和调节生长^[4]等生物活性。橄榄生食品种较少, 需要通过深加工改善其苦涩味, 如加工成果脯蜜饯、橄榄汁、咸橄榄等^[5]。丰富橄榄精深加工产品的种类是拓宽市场、提高其应用价值的重要渠道^[6]。

橄榄果实深加工产品的口感、营养成分和功能活性以及鲜食橄榄的后期贮藏直接受采收期的影响。适

基金项目: 大理大学博士启动基金(KTBS2018005); 云南省教育厅科学研究基金项目(2020Y0526); 大学生创新创业训练计划项目(202010679043)

作者简介: 李楠(1996—), 女, 汉族, 硕士研究生, 研究方向: 天然产物提取及慢性病的精准营养。

***通信作者:** 姜燕, 博士, 副教授, 研究方向: 天然产物提取、药理活性分析及保健食品开发。

时采收可以确保橄榄果实营养成分丰富、生物活性物质含量充足,进而延长橄榄鲜果的贮藏时间。本文将从橄榄采收期的确定、保鲜技术的研究、橄榄精深加工3方面进行分析,以期为橄榄产业链的完善提供理论依据。

1 橄榄的采收

由于橄榄种植地区的气候条件和种植品种不同,其采收期具有不确定性,适时采收是保证果实优质的前提。过早采收,果实发育不充分,不能表现其固有的优良性状和品质。过晚采收,错过果实营养成分富集高峰期,增加贮藏过程中的果实腐烂率^[7]。通过观测橄榄果实直径的变化规律,分析果实生长发育状况,掌握其生长发育规律和节点,可为制定适宜的采收期提供科学依据^[8-9]。在成熟过程中,橄榄果实品质、营养成分和活性物质的种类及含量变化显著^[10],随着成熟度的增加,橄榄鲜果提取物的抗氧化能力逐渐增强^[11]。10月上旬采收的“六月白”和“蓝田粉甘”果实VC含量最高,该时期采收的果实更适合做功能食品开发的原料^[7]。6月中旬采收的广东潮汕、广西梧州、福建泉州、四川凉山和云南楚雄等地的橄榄,果实中没食子酸和鞣花酸的含量最高^[12],该时期采收的果实具有更高的药用价值。若从口味方面考虑,“皮瓜尔”橄榄的最佳采收期为10月20日—11月30日^[13]。

采收期还影响橄榄果实的后期贮藏。果实发育过程中纤维素、半纤维素含量先升高后下降,其构成的网络结构使细胞壁强度和抗化学降解能力提高^[14]。不同成熟度橄榄果实冷藏期间的冷害发生与其细胞壁组分降解密切相关,立冬采摘的橄榄果实可较好地维持细胞壁结构的完整性,有效减轻冷害发生^[15],且在立冬采摘,可以减缓“檀香”橄榄果实果皮的褐变,保持较高的好果率,这与橄榄果实呼吸强度随着成熟度的增加而降低有关^[16]。因此,针对不同的地区、品种和采后用途确定恰当的采收期,可为后续贮藏和产品开发提供保障。

2 橄榄的贮藏保鲜技术

近年我国橄榄种植面积和总产量不断增加,优质橄榄鲜果的种植收益和消费需求也不断提高,而采收后的橄榄果实较不耐贮,这直接影响橄榄的食用品质和商品价值^[17-18]。为延长橄榄的贮藏期,控制橄榄采后的病原菌侵染和选择合理的采后贮藏条件成为橄榄采后冷链贮运过程亟待解决的问题。由于病原菌侵染,橄榄鲜果在室温下品质易劣变或腐烂,明确引起

橄榄果实腐败病变的病原菌种类,可为橄榄采后生理的控制及延长贮藏期奠定基础。有研究发现,四川凉山地区的橄榄软腐病的病原菌是迟发型青霉菌^[19]。福建地区的橄榄果腐病的病原菌为小孢拟盘多毛孢和葡萄座腔菌^[20-21],该课题组还利用姜油树脂涂膜显著抑制了橄榄果实腐败,降低了橄榄果实病害指数和果皮褐变指数,延缓了橄榄果实活性成分含量下降的速度^[22]。

延长橄榄果实的贮藏期,一方面是控制致病菌侵染,另一方面是选择适当的贮藏技术。现阶段,橄榄果实贮藏多是自然条件和低温。自然条件贮藏时,随着贮藏时间的延长,橄榄果实所含的没食子酸含量明显增加,可将其作为橄榄早期褐变的质量控制指标之一^[23]。在5~8℃低温贮藏时,可降低橄榄果实的呼吸强度,延缓果实呼吸高峰的出现,抑制果皮褐变指数的增加^[24-25]。4℃冷藏结合真空包装的橄榄果实贮藏品质最好,VC和还原糖等营养成分得到较好保留,贮藏时间达到70 d^[26]。

单一的低温冷藏对果蔬保鲜的效果有限,橄榄又具有冷敏性,易发生冷害,造成表面出现凹陷和褐变等^[16]。在低温冷藏的基础上,涂膜(甲基托布津、戴唑霉、多菌灵)、气调、冷激-紫外、辐照和减压等保鲜技术的应用均有研究。其中,植物提取液因含有天然抑菌成分和抗氧化活性物质也逐渐被用于橄榄保鲜。以0.10%海藻酸钠与1.50%茶多酚复配保鲜液或小叶女贞总黄酮涂膜可以有效延长橄榄保鲜期,由于海藻酸钠具有形成凝胶和成膜的能力,能有效地阻止氧气进入果实内部,抑制其生理呼吸,并能有效减少外源微生物的侵染,可较好地维持橄榄感官品质和营养成分,延缓果实失重率的上升和VC含量的下降^[27-28]。经竹叶黄酮提取液和松针黄酮提取液处理的橄榄果实,贮藏第77天时,好果率均高于对照组,且糖酚比显著提高,贮藏期内橄榄果实的鲜食品质得到有效改善,这是由于黄酮类化合物抑菌、抗病毒活性强,可有效地控制细胞生长和分化,调节整个植株和各个器官的发育^[29]。0.20 g/L的O-异抗坏血酸和柠檬酸亚锡二钠处理橄榄果实,可使橄榄多酚氧化酶和过氧化物酶完全失活,为延长橄榄果实贮藏和控制加工过程中的酶促褐变提供了理论依据^[30]。

3 橄榄的精深加工

作为药食两用植物资源,橄榄果实具有抗炎^[31-32]、调节免疫^[33]、抗衰老^[34]、抗氧化^[35-36]、降血糖^[37]等功效,如橄榄果粉保持了橄榄中的营养物质,是具有调节血脂和防治肝胆疾病的保健食品^[38]。保健茶、橄榄果冻、

果酒和橄榄口服液等橄榄深加工产品^[39-40]的研发提高了橄榄果实的附加值。

3.1 橄榄发酵产品

橄榄中单宁含量高,初入口时具有明显的酸涩味,且加工不当会造成VC流失,果汁放置时间过长易沉淀^[41]。在改变不适口感的同时又能最大限度地保留营养成分是橄榄药食加工的难点^[42]。微生物发酵法是改良橄榄感官品质及提高抗氧化能力的良好途径。通过发酵制备的橄榄褐色乳酸菌饮料果味浓郁,饮后回甘^[43]。利用根霉菌和酿酒酵母菌发酵可获得口感柔和、回甘悠长的橄榄发酵风味饮品^[42]。也有研究从摩洛哥自然发酵橄榄汁中分离鉴定出52株乳酸菌,其中乳酸乳球菌为摩洛哥卡萨布兰卡地区发酵橄榄汁中的优势菌种^[44]。以橄榄鲜果为原料,采用分段发酵法进行醋酸发酵,可酿制酸甜可口的橄榄原果醋^[45]。橄榄和余甘果汁为原料可得到风味独特、营养丰富的新型橄榄余甘果复合果醋^[46]。

橄榄果酒是新兴深加工产品,适宜酿酒的橄榄资源仍有待进一步筛选。有研究表明橄榄果实表面筛选出的异常威克汉姆酵母菌具有很好的产香除涩效果^[47]。卫春会等^[48]通过固相微萃取-气相色谱质谱联用法分析得出,橄榄果酒中含有74种风味物质,使成品酒风格突出,赋予橄榄果酒独特的口感。黄星源^[49]以广东黄橄榄为原料,经低温破碎处理和控温发酵得到发酵原酒液,再加入陈酿剂进行低温陈酿,经二段变温澄清处理得酒体丰满、余味甘甜、色素稳定性好的发酵型橄榄酒。尽管也有关于复合型橄榄果酒的研究,但原料种类仍缺乏多样性,产品品质与风味也有很大的调改空间。

3.2 橄榄核仁油

橄榄核仁油含有大量不饱和脂肪酸,包括人体必需脂肪酸及抗氧化稳定性更高的油酸,具有较高的开发价值。谢惠波等^[50]从橄榄果核的果仁中提取油脂的提取率在50%左右,油脂颜色淡黄,外观清亮,具有天然苦杏仁香味。张雯雯等^[51]以机械压榨法为参照,对比8种不同类型提取溶剂对橄榄核仁油品质的影响发现:采用压榨法提取橄榄核仁油的含油量仅为4.71%;与压榨法相比,溶剂法更适合橄榄核仁油的提取,含油量均大于14%。葛双双等^[52]以阿拉伯胶和麦芽糊精为壁材,结合喷雾干燥法制备橄榄核仁油微胶囊,可以使其具有良好的贮藏稳定性,为后续橄榄核仁油的研发和贮存提供了方向。

3.3 橄榄果渣的高值化利用

橄榄果渣是橄榄在榨油、生产饮料和果粉等产品

中产生的以橄榄果肉和果核为主要成分的废弃物,约占橄榄果实加工质量的50%左右。橄榄果渣含有果渣油、蛋白质、膳食纤维^[53]、多酚^[54]等,在医药、食品和化妆品等行业具有开发潜力,可以实现橄榄的全果利用。利用橄榄果渣中残留的淀粉和可发酵糖,通过发酵工艺可制备具有橄榄独特香味的保健饮品^[53]。橄榄叶和橄榄果渣提取物能够抑制单核增生李斯特菌、大肠杆菌和肠沙门氏菌的生长,有潜力作为新的抗菌包装材料。Khalifa等^[55-56]将橄榄叶提取物及果渣提取物添加到壳聚糖保鲜膜中,有效抑制了扩展青霉和匍枝根霉的生长繁殖,显著降低了苹果和草莓的腐烂率。清源等^[57]以橄榄叶粗提物和壳聚糖制作复配保鲜剂,对松露进行货架期预测,结果表明以质量保留率下降3%为终点的货架期预计可达44d,以VC含量下降50%为终点的货架期为21d。

除了在橄榄附加产品研发和涂膜保鲜方面的应用,橄榄果渣在药理活性方面的研究逐渐成为热点。如橄榄果渣中的膳食纤维,在模拟胃环境(pH=2)下,能迅速完成对NO₂⁻的吸附作用,减少人体对有毒物质NO₂⁻的摄入^[58]。橄榄果渣中还含有大量的羟基酚,振荡水浴盐酸水解橄榄果渣中羟基酚的提取量为(3.38±0.12)mg/g^[59]。采用乙酸乙酯萃取的方式对橄榄果渣羟基酚粗水解液进行纯化,羟基酚纯度达到66.81%,对ABTS⁺·和·OH的清除能力良好^[60]。王着^[61]通过硅胶柱色谱技术从橄榄果渣中分离得到山楂酸和齐墩果酸,具有抗菌消炎、降血糖血脂等药理活性。从橄榄果渣油分离的马斯里酸能够降低丝氨酸蛋白酶的活性,减缓HIV在体内的转移速度,具有较高的医药开发价值^[54]。

4 小结

橄榄因其具有保健和药用价值备受人们青睐,市场对橄榄鲜果和加工品的需求量也逐年增加,同时以橄榄为原料的食品开发力度加强和橄榄各部位药理作用的深入研究,进一步促进了橄榄产业的发展。但由于品种的不同和栽培地区自然条件的差异对橄榄的采收期、采后生理和贮藏保鲜产生了较大影响,因此探寻科学合理的采收方法以及更安全高效的贮藏方式,并把研发重点转向保健食品领域,将是橄榄产业发展的新方向。

参考文献:

- [1] 赵云. 广东省揭西县中药资源调查研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2019: 1-6.

- [2] REBOREDO-RODRÍGUEZ P, OLMO-GARCÍA L, FIGUEIRO-REDON-GONZÁLEZ M, et al. Effect of olive ripening degree on the antidiabetic potential of biophenols-rich extracts of Brava Gallega virgin olive oils[J]. Food Research International, 2020, 137. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109427.
- [3] WANITPHAKDEEDECHA R, NG J N C, JUNSUWAN N, et al. Efficacy of olive leaf extract-containing cream for facial rejuvenation: A pilot study[J]. Journal of Cosmetic Dermatology, 2020, 19(7): 1662-1666. DOI:10.1111/jocd.13457.
- [4] ZEMHERI-NAVRUZ F, ACAR Ü, YILMAZ S. Dietary supplementation of olive leaf extract enhances growth performance, digestive enzyme activity and growth related genes expression in common carp *Cyprinus carpio*[J]. General and Comparative Endocrinology, 2020, 296. DOI: 10.1016/j.ygcen.2020.113541.
- [5] 任思琪, 蒋璇靓, 林艺芬, 等. 橄榄加工技术和综合利用研究进展[J]. 包装与食品机械, 2015, 33(5): 46-50, 70. DOI: 10.3969/j.issn.1005-1295.2015.05.011.
- [6] 赖瑞联, 陈瑾, 韦晓霞, 等. 中国橄榄研究 40 年[J/OL]. 热带作物学报: 1-13[2020-11-05]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1019.S.20200825.0907.002.html>.
- [7] 王建超, 陈志峰, 郭林榕. 不同采收期对余甘子果实品质的影响[J]. 中国南方果树, 2017, 46(6): 104-108. DOI:10.13938/j.issn.1007-1431.20170173.
- [8] 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. DOI: 10.14067/j.cnki.1003-8981.2020.01.022.
- [9] 闫辉强, 后春静, 马君义, 等. 不同品种和成熟度的油橄榄果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.
- [10] 谢倩, 张诗艳, 叶清华, 等. 鲜食橄榄发育成熟过程中多酚及相关酶活性的动态变化[J]. 果树学报, 2019, 36(6): 774-784. DOI:10.13925/j.cnki.gsx.20180524.
- [11] 熊政委, 谢跃杰, 黄梅桂, 等. 品种和成熟度对油橄榄鲜果功效成分及抗氧化能力的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(17): 61-66. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201817010.
- [12] 罗兰, 黄慧, 饶雪娥, 等. UPLC 测定余甘子产地、采收时间和炮制对其质量关系影响[J]. 海峡药学, 2020, 32(1): 30-34.
- [13] 马君义, 后春静, 吕孝飞, 等. 陇南油橄榄“皮瓜尔”果实活性成分的动态变化[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(3): 102-109.
- [14] 邱志浩, 陈晶英, 彭远琴, 等. 橄榄果实发育过程中细胞壁物质和相关酶活性变化[J]. 热带亚热带植物学报, 2019, 27(6): 677-683. DOI:10.11926/jtsb.4028.
- [15] 孔祥佳, 任思琪, 林河通, 等. 不同成熟度橄榄果实冷藏期间细胞壁代谢对采后冷害的响应特性[J]. 食品科学, 2018, 39(3): 229-235. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201803035.
- [16] 孔祥佳, 周鹤, 林河通, 等. 采收期对冷藏‘檀香’橄榄果实贮藏品质和冷害的影响[C]/福建省制冷学会. 第十八届福建省科协年分会——福建省制冷学会 2018 年学术年会论文集. 福州: 福建省制冷学会, 2018: 13.
- [17] 陈南泉, 刘译蔓, 林河通, 等. 橄榄果实采后病害和保鲜技术研究进展[J]. 包装与食品机械, 2015, 33(2): 49-53. DOI: 10.3969/j.issn.1005-1295.2015.02.012.
- [18] 孔祥佳, 林河通, 周鹤, 等. 鲜食橄榄果实的适宜采收期及其品质评价参数的研究[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(2): 6-14. DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2016.02.002.
- [19] 吴月, 周志杰, 覃小艳, 等. 余甘子采后软腐病菌的分离鉴定及其细胞壁水解酶活性[J]. 微生物学通报, 2019, 46(4): 760-769. DOI:10.13344/j.microbiol.china.180248.
- [20] 陈南泉, 陈艺晖, 林河通, 等. 采后橄榄果实腐病菌的分离与鉴定[J]. 现代食品科技, 2016, 32(10): 138-142. DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.10.022.
- [21] 陈蓬蓬, 陈南泉, 林河通, 等. 橄榄果实潜伏病原真菌的分离与鉴定[J/OL]. 食品科学: 1-10[2020-08-28]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20200722.1436.116.html>.
- [22] 陈团伟, 卢菊, 康彬彬, 等. 姜油树脂对采后橄榄果实抑菌效果和贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(23): 176-181. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201823027.
- [23] 范源, 赵江盛, 徐志平, 等. 余甘子中没食子酸等活性成分在自然储藏时的变化及分析[J]. 云南中医中药杂志, 2014, 35(2): 57-59. DOI:10.16254/j.cnki.53-1120/r.2014.02.034.
- [24] 张福平, 王惠敏, 郑道序, 等. 温度对余甘子采后贮藏期间感官及营养品质的影响[J]. 南方农业学报, 2014, 45(7): 1248-1252. DOI:10.3969/j.issn.2095-1191.2014.7.1248.
- [25] 孔祥佳, 林河通, 陈雅平, 等. 低温贮藏对“长营”橄榄果实采后生理和品质的影响[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(2): 1-5.
- [26] 宋国彬, 郑华, 冯颖, 等. 温度和处理方式对余甘子果理化性质影响[J]. 林业科学研究, 2014, 27(4): 514-520. DOI:10.13275/j.cnki.lykxyj.2014.04.012.
- [27] 骆扬, 晏琴丽. 海藻酸钠茶多酚复配涂膜对滇橄榄贮藏品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2019, 19(2): 29-35. DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2019.02.005.
- [28] 周相助, 叶清华, 张舒婷, 等. 小叶女贞总黄酮的提取及对橄榄保鲜效果的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2016, 28(1): 102-106. DOI:10.16333/j.1001-6880.2016.1.018.
- [29] 叶清华, 李泽坤, 张舒婷, 等. 竹叶与松针黄酮提取液对橄榄果实的保鲜效果[J]. 热带作物学报, 2018, 39(12): 2479-2485. DOI:10.3969/j.issn.1000-2561.2018.12.0222.
- [30] 吴倩, 余元善, 刘淑媚, 等. 橄榄多酚氧化酶和过氧化物酶的抑制剂筛选及其热失活动力学[J]. 现代食品科技, 2019, 35(2): 157-162. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.2.022.
- [31] 张淑媚. 青果活性成分研究[D]. 广州: 广东药科大学, 2019: 1-5.
- [32] LI W, ZHANG X, CHEN R. HPLC fingerprint analysis of *Phyllanthus emblica* ethanol extract and their antioxidant and anti-inflammatory properties[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2020, 254. DOI: 10.1016/j.jep.2020.112740.
- [33] BALUSAMY S R, VEERAPAN K, RAJAN A, et al. Phyll-

- anthus emblica fruit extract attenuates lipid metabolism in 3T3-L1 adipocytes via activating apoptosis mediated cell death[J]. *Phytomedicine*, 2020, 66: 129-153. DOI:10.1016/j.phymed.2019.153129.
- [34] 周义波. 利用秀丽隐杆线虫探究余甘子提取物的抗衰老作用[D]. 长春: 吉林大学, 2018: 1-28.
- [35] LI Y, SUN H Y, YU X Y, et al. Evaluation of cellular antioxidant and antiproliferative activities of five main *Phyllanthus emblica* L. cultivars in China[J]. *Indian Journal of Pharmaceutalences*, 2015, 77(3): 274-282. DOI:10.4103/0250-474X.159608.
- [36] RAJALAKSHMI S, VIJAYAKUMAR S, PRASEETHA P K. Neuroprotective behaviour of *Phyllanthus emblica* (L) on human neural cell lineage(PC12) against glutamate-induced cytotoxicity[J]. *Gene Reports*, 2019, 17. DOI:10.1016/j.genrep.2019.100545.
- [37] MUSMAN M, ZAKIA M, RAHMAYANI R F I, et al. Pharmaceutical hit of anti type 2 Diabetes mellitus on the phenolic extract of Malaka(*Phyllanthus emblica* L.) flesh[J]. *Clinical Phytoscience: International Journal of Phytomedicine and Phytotherapy*, 2019, 5(2): 4355-4371. DOI:10.1186/s40816-019-0138-7.
- [38] 梁文仪, 陈文静, 吴玲芳, 等. 基于现代药理研究的余甘子藏医药理论分析[J]. *世界科学技术-中医药现代化*, 2016, 18(7): 1166-1170. DOI:10.11842/wst.2016.07.014.
- [39] 王建超, 陈志峰, 郭林榕. 余甘子果冻加工工艺[J]. *东南园艺*, 2018, 6(6): 35-37.
- [40] 赖瑞联, 龙宇, 陈瑾, 等. 橄榄果酒加工现状与发展对策[J]. *东南园艺*, 2018, 6(6): 40-44.
- [41] 曹波, 何绍志, 金文洁, 等. 余甘子的营养价值及加工利用现状研究[J]. *现代食品*, 2019(4): 1-4. DOI:10.16736/j.cnki.cn41-1434/ts.2019.04.001.
- [42] 朱逊贤. 余甘饮料发酵新工艺探讨[D]. 厦门: 华侨大学, 2017: 75-101.
- [43] 杨洋, 高航, 段艳珠, 等. 余甘子褐色乳酸菌饮料加工工艺研究[J]. *中国乳业*, 2015(4): 60-64. DOI:10.16172/j.cnki.114768.2015.04.019.
- [44] 刘文俊, 韩菲, 史迪, 等. 摩洛哥发酵橄榄汁中乳酸菌的分离鉴定及其多样性研究[J/OL]. *食品工业科技*: 1-14[2020-11-05]. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020070385>.
- [45] 黄春秋, 林君, 黄可钦. 橄榄果醋发酵工艺的研究[J]. *中国酿造*, 2011(8): 185-187. DOI:10.3969/j.issn.0254-5071.2011.08.056.
- [46] 黄春秋, 梁珠民, 庞琳, 等. 橄榄余甘果复合果醋生产工艺研究[J]. *南方农业学报*, 2011, 42(9): 1122-1126. DOI:10.3969/j.issn.2095-1191.2011.09.022.
- [47] 彭塘福. 滇橄榄酒优良酵母菌的筛选及发酵工艺研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2017: 48-52.
- [48] 卫春会, 郑自强, 郭燕, 等. 橄榄果酒研制及其风味物质分析[J/OL]. *现代食品科技*: 1-10[2020-11-05]. <https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.12.0501>.
- [49] 黄星源. 橄榄果酒的酿造工艺研究及贮藏时间对风味物质的影响[D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2018: 8-36.
- [50] 谢惠波, 杨艳, 苏红卫, 等. 青果果核油的提取及分析和应用研究[J]. *食品研究与开发*, 2013, 34(24): 85-87. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2013.24.024.
- [51] 张雯雯, 李坤, 郑华, 等. 不同提取溶剂对余甘子核仁油品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(2): 261-265. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2017.02.042.
- [52] 葛双双, 李坤, 涂行浩, 等. 余甘子核仁油微胶囊的制备及其稳定性分析[J]. *食品科学*, 2018, 39(20): 253-259. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201820037.
- [53] 宋国彬. 余甘子果渣的综合利用[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2015: 1-5.
- [54] 彭辉. 油橄榄果渣深加工产品的研究[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2016: 1-9.
- [55] KHALIFA I, BARAKAT H, EL-MANSY H A, et al. Improving the shelf-life stability of apple and strawberry fruits applying chitosan-incorporated olive oil processing residues coating[J]. *Food Packaging and Shelf Life*, 2016(9): 10-19. DOI:10.1016/j.fpsl.2016.05.006.
- [56] KHALIFA I, BARAKAT H, EL-MANSY H A, et al. Preserving apple (*Malus domestica* var. Anna) fruit bioactive substances using olive wastes extract-chitosan film coating[J]. *Information Processing in Agriculture*, 2016, 4(1): 90-99. DOI:10.1016/j.inpa.2016.11.001.
- [57] 清源, 周洁, 尹胜, 等. 块菌天然复配保鲜剂的配方优化及货架期预测[J]. *食品与发酵工业*, 2020, 46(1): 191-196. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.021425.
- [58] 丁莎莎, 黄立新, 张彩虹, 等. 油橄榄果渣水溶性膳食纤维的组成成分和功能特性分析[J]. *林产化学与工业*, 2017, 37(6): 110-116. DOI:10.3969/j.issn.0253-2417.2017.06.015.
- [59] WANI T A, MASOODI F A, GANI A, et al. Olive oil and its principal bioactive compound: Hydroxytyrosol-A review of the recent literature[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2018, 77: 77-90. DOI:10.1016/j.tifs.2018.05.001.
- [60] 吴凡. 橄榄果渣制备羟基酯醇及体外抗氧化活性研究[D]. 兰州: 西北师范大学, 2019: 29-43.
- [61] 王着. 油橄榄果渣中山楂酸和齐墩果酸提取分离工艺研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2012: 36-45.

收稿日期:2021-01-05