

高压脉冲电场处理对初榨橄榄油 得率和品质的影响

王菊花¹,许佳敏¹,白万明²,佟祎鑫¹,白小勇²,马君义^{1,3},孔维宝^{1,3}

(1. 西北师范大学 生命科学学院,兰州 730070; 2. 甘肃陇南田园油橄榄科技开发有限公司,甘肃 陇南 746099;
3. 甘肃特色植物有效成分制品工程技术研究中心,兰州 730070)

摘要:为开发一种能提高初榨橄榄油(VOO)得率、对品质无不利影响且适用于工业化生产的新工艺,以甘肃陇南产区莱星、鄂植8号品种油橄榄鲜果为原料,采用高压脉冲电场(PEF)处理辅助传统工艺提取VOO,通过与传统提取工艺比较,研究PEF处理对VOO得率、理化性质、总多酚含量和脂肪酸组成及相对含量的影响。结果表明:与传统提取工艺相比,采用PEF处理VOO得率平均增幅为15.38%,果渣含油率平均降幅为22.28%,对VOO的色泽、酸值、过氧化值、总多酚含量和脂肪酸组成及相对含量等总体无显著性影响。研究认为,在VOO传统提取工艺的基础上,鲜果破碎之后增加PEF处理环节,可显著提高VOO得率,而且对VOO品质无不利影响,该技术在VOO工业化生产中有良好的应用潜力。

关键词:初榨橄榄油;高压脉冲电场;油得率;理化性质;脂肪酸组成

中图分类号:TS224.3;TQ646.2 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2023)04-0011-06

Effect of high voltage pulsed electric field treatment on the yield and quality of virgin olive oil

WANG Juhua¹, XU Jiamin¹, BAI Wanming², TONG Yixin¹,
BAI Xiaoyong², MA Junyi^{1,3}, KONG Weibao^{1,3}

(1. College of Life Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China; 2. Gansu Longnan Tianyuan Olive Technology Development Co., Ltd., Longnan 746099, Gansu, China; 3. Bioactive Products Engineering Research Center for Gansu Distinctive Plants, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In order to develop a new technique which can improve the yield of virgin olive oil (VOO), while has no negative impact on the oil quality and is suitable for industrial production, high voltage pulsed electric field (PEF) treatment assisting traditional process was used to extract VOO from Leccino and Ezhi 8 olive fruits in Longnan, Gansu province. The effects of PEF treatment on VOO yield, physicochemical properties, total polyphenol content, fatty acid composition and relative content were studied by comparing with the traditional extraction process. The results showed that compared with the traditional extraction process, the average increase of VOO yield by PEF treatment was 15.38%, the

average decrease of oil content in pomace was 22.28%, and the color, acid value, peroxide value, total polyphenol content, fatty acid composition and relative content of VOO had no significant effect overall. It is considered that, on the basis of traditional extraction technology, adding PEF treatment after crushing fresh fruit can significantly improve the VOO yield, and it has no negative effect on oil quality. The PEF processing

收稿日期:2021-12-27;修回日期:2022-12-09

基金项目:国家重点研发计划(2019YFD1002402-03);甘肃省教育厅产业支撑计划项目(2021CYZC-37);科技助力经济2020重点专项项目;2020中央引导地方科技发展专项项目;西北师范大学重大科研项目培育计划项目(NWNU-LKZD2022-02)

作者简介:王菊花(1998),女,硕士研究生,主要从事功能油脂研究工作(E-mail)3276043619@qq.com。

通信作者:白万明,工程师(E-mail)1005179156@qq.com;
孔维宝,教授,硕士生导师(E-mail)kwbao@163.com。

has potential application value in the industrial production of VOO.

Key words: virgin olive oil; high voltage pulsed electric field; oil yield; physicochemical property; fatty acid composition

油橄榄(*Olea europaea* L.)隶属于木犀科、木犀榄属的常绿乔木,是世界上著名的木本油料树种,同时也是著名的亚热带果树和经济林木^[1-3]。我国自1964年开始引种栽培油橄榄,栽植地域分布于四川、重庆、云南、陕西和甘肃等省份,其中甘肃省陇南市武都区油橄榄种植面积占全国总种植面积的58%,已成为我国最大的油橄榄栽培和加工基地^[4-5]。

初榨橄榄油(Virgin olive oil, VOO)是由采摘的油橄榄鲜果经过压榨工艺直接制取,无任何添加剂的植物油,其含有较丰富的营养成分,不仅能够促进血液循环、改善消化系统功能、保护皮肤、提高内分泌系统功能^[6]、防止骨质疏松、抑制癌细胞生长^[7],还具有抗菌^[8]、防辐射、抗衰老、预防心脑血管疾病等作用^[9]。我国VOO的提取基本采用国际上传统的提取设备和工艺,但该工艺VOO得率不高,从而影响生产企业的效益^[10]。高压脉冲电场(High voltage pulsed electric field, PEF)破碎处理是一种利用脉冲放电使破碎程度更充分的新型技术,与传统的机械破碎相比,具有破碎充分、能耗低、快速高效等优势^[11]。目前,PEF处理已用于多种油脂和有效成分的提取,如:周亚军等^[12]利用PEF结合水蒸气蒸馏法从玫瑰中提取玫瑰精油,结果发现,在电场强度20 kV/cm、脉冲数8、蒸馏时间2 h条件下,玫瑰精油得率最大,且所得玫瑰精油的品质与传统水蒸气蒸馏法的相比无显著变化,甚至其品质有所提高;吴伟等^[13]利用PEF辅助亚临界流体萃取米糠油,所得米糠原油提取率达到91.3%~94.9%;王缈等^[14]采用PEF在低温条件下制备特种植物油,结果显示,油脂提取率为87%~95%,明显超出普通提取工艺所得油脂提取率;汪承德等^[15]采用PEF技术使杨树菇多糖的提取率最高达到28.29%,比传统提取工艺的提取率提高约2倍。然而,PEF处理工艺在VOO工业生产中少有研究。因此,本文选用甘肃省陇南市武都区油橄榄种植基地的莱星和鄂植8号2个主栽品种油橄榄鲜果为试验材料,在传统提取工艺基础上增加PEF处理,拟研究PEF处理对VOO得率、色泽、酸值、过氧化值、总多酚含量及脂肪酸组成的影响,以期VOO工业化生产工艺改进提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

1.1.1 原料与试剂

莱星、鄂植8号品种油橄榄鲜果,采摘自甘肃陇南田园油橄榄科技开发有限公司种植基地,成熟度为6(果皮为黑色,不到1/2的果肉为红色)。

氢氧化钾、甲醇、乙醇、正己烷、碳酸氢钠、硫酸氢钠、酚酞等均为分析纯试剂,异辛烷和甲醇为色谱纯试剂。

1.1.2 仪器与设备

Alfa Laval AB - Tumba - Sweden 榨油机;Olive CEPT 高压脉冲电场设备,阿克阿洛玛科技上海有限公司;UV-2800型紫外-可见分光光度计,上海优尼柯仪器有限公司;HCJ-6D型恒温磁力搅拌水浴锅,金坛国旺实验仪器厂;HED-SG12型酸价过氧化值检测仪,山东霍尔德电子科技有限公司;WSL-2型罗维朋比色计,杭州大成光电仪器有限公司;PTY-A220型电子天平,华志电子科技有限公司;XH-C型旋涡混匀仪,金坛白塔新宝仪器厂;H1850R型台式高速冷冻离心机,湖南湘仪离心机仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 VOO的提取工艺

传统工艺:油橄榄鲜果→分选混合(去杂物除叶子)→称质量→混合进料→清洗→果实破碎→果浆融合[温度控制在(25±2)℃,融合时间45 min]→三相分离→油相过滤→VOO。

PEF处理工艺:将高压脉冲电场设备安装在传统工艺的果实破碎和果浆融合环节之间。设备参数:频率50 Hz,供电电流16 A,功率4 kW;工作功率为100%,果浆输送流量(1.0±0.2) m³/h,工作温度(25±2)℃。

试验过程中,莱星品种油橄榄鲜果进行2批次提油试验,分别记为莱星1批、莱星2批,鄂植8号品种进行1批次提油试验。每批次试验时经分选除杂的油橄榄鲜果质量均为300 kg。

1.2.2 VOO得率、果渣含油率的测定

VOO得率(Y_o)采用称质量法测定,按式(1)计算。

$$Y_o = m/M \times 100\% \quad (1)$$

式中: m 为提取的VOO质量,kg; M 为油橄榄鲜果质量,kg。

以干燥的鲜果渣为样品,采用索氏提取法提取果渣油,按式(2)计算果渣含油率(Y_p)。

$$Y_p = w/W \times 100\% \quad (2)$$

式中: w 为果渣油质量,g; W 为干燥果渣质量,g。

1.2.3 VOO 色泽的测定

参照 GB/T 22460—2008 测定 VOO 的色泽。

1.2.4 VOO 酸值和过氧化值的测定

参考 GB/T 23347—2021,采用快速检测试剂盒法测定 VOO 的酸值和过氧化值。

1.2.5 VOO 总多酚含量的测定

提取:参考文献[16-17]方法提取 VOO 中的多酚。称取 2.00 g VOO 于 10 mL 具塞离心管中,加入 2.0 mL 体积分数为 60% 甲醇水溶液和 2.0 mL 正己烷,振荡混匀,以 3 000 r/min 离心 5 min,用移液枪取出甲醇相避光保存;再次加入 2.0 mL 体积分数为 60% 甲醇水溶液用相同方法提取 2 次;将所得甲醇相混合后加入 4.0 mL 正己烷,振荡混匀,以 3 000 r/min 离心 5 min,吸取甲醇相,用体积分数为 60% 甲醇水溶液定容至 6.0 mL 作为试样备用。

测定:采用福林酚比色法^[18]测定 VOO 中总多酚含量。吸取 1.0 mL 试样于 10 mL 离心管中,加入 2.5 mL 福林酚试剂,振荡混匀,再加入 2.5 mL 质量

浓度为 15 g/100 mL 的 Na_2CO_3 溶液,加水定容至刻度,振荡摇匀。在 40 °C 水浴中保温 1 h,取出静置 20 min,在 760 nm 波长下测定其吸光值。根据没食子酸标准曲线 $y = 202.59x - 1.8223$ 计算 VOO 中总多酚含量。

1.2.6 VOO 脂肪酸组成及相对含量分析

参考 GB/T 17376—2008,采用酯交换法对 VOO 进行甲酯化后再采用气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)分析其脂肪酸组成及相对含量。

GC 条件:AE-FFAP 弹性石英毛细管色谱柱(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm);载气为 99.999% 高纯氦气;进样口温度 250 °C;分流进样,分流比 50:1;进样量 1 μL;载气模式为恒流模式,载气流速 1.0 mL/min;GC-MS 接口温度 250 °C。

MS 条件:传输线温度 250 °C,电离方式 EI,电离电压 70 eV,离子源温度 280 °C,质量扫描方式为 Full Scan,质量扫描范围 50 ~ 650,质谱数据库为 NIST 2011 版标准质谱检索库。

1.2.7 数据统计与分析

采用 Microsoft Excel 2010 记录试验数据;采用 SPSS 25.0 处理数据,结果以平均值表示, $p < 0.05$ 表示数据具有统计学意义;采用 Origin 9.5 软件绘图。

2 结果与分析

2.1 PEF 处理对 VOO 得率和果渣含油率的影响

传统工艺和 PEF 处理工艺提取的 VOO 得率及果渣含油率见表 1。

表 1 PEF 处理对 VOO 得率和果渣含油率的影响

指标	传统工艺				PEF 处理工艺			
	莱星 1 批	莱星 2 批	鄂植 8 号	平均	莱星 1 批	莱星 2 批	鄂植 8 号	平均
VOO 得率	13.28	13.44	14.45	13.72	15.13	16.56	15.79	15.83
果渣含油率	7.47	11.44	7.34	8.75	5.93	8.40	6.06	6.80

由表 1 可知,传统工艺提取的不同品种油橄榄的 VOO 得率为 13.28% ~ 14.45%,PEF 处理工艺提取的不同品种油橄榄的 VOO 得率为 15.13% ~ 16.56%。与传统工艺相比,利用 PEF 处理工艺提取的莱星 2 批 VOO 得率提高 23.21%,莱星 1 批 VOO 得率提高 13.93%,鄂植 8 号 VOO 得率提高 9.27%。综上所述,PEF 处理工艺能不同程度地提高不同品种油橄榄的 VOO 得率,且平均增幅为 15.38%。

由表 1 可知,传统工艺提油后不同品种油橄榄的果渣含油率为 7.34% ~ 11.44%,PEF 处理工艺提油后所得的果渣含油率为 5.93% ~ 8.40%,较传统工艺提油后的果渣含油率平均降低 22.28%。其

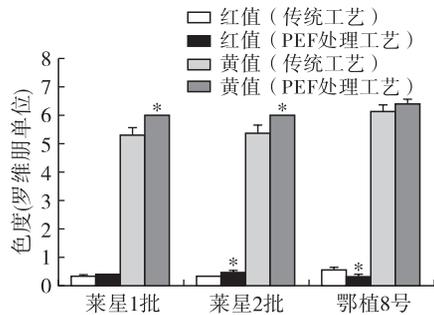
中:莱星 2 批果渣含油率降低 36.19%;莱星 1 批果渣含油率降低 25.97%;鄂植 8 号果渣含油率降低 21.12%。综上所述,PEF 处理工艺能不同程度地降低不同品种油橄榄的果渣含油率。

增加 PEF 处理的 VOO 提取工艺能提高不同品种油橄榄的 VOO 得率,降低不同品种油橄榄的果渣含油率。分析原因可能是由于 PEF 处理会使油橄榄果浆细胞内外电位差增大,当高于细胞膜电位差阈值时,细胞膜结构被破坏,有利于油脂的释放,增加得率^[11]。Guderjan 等^[19]研究了 4 种 PEF 条件对橄榄油产量的影响,结果显示,在 4 种 PEF 条件下橄榄油提取率较对照均有不同程度的提高(6.5% ~ 7.4%)。Puértolas 等^[20]使用 PEF 技术生产橄榄油,

VOO 提取率相对于对照组显著增加了 13.3%, 与本试验结果相近。

2.2 PEF 处理对 VOO 色泽的影响

采用罗维朋比色计测定传统工艺和 PEF 处理工艺提取的 VOO 色泽, 结果见图 1。



注: * 表示与传统工艺比较差异显著 ($p < 0.05$)。下同

图 1 PEF 处理对 VOO 色泽的影响

由图 1 可知, 相较于传统工艺, PEF 处理工艺提取的莱星 1 批和莱星 2 批 VOO 的黄值增加, 莱星 2 批 VOO 的红值增加, 鄂植 8 号 VOO 的红值降低, 但整体上 2 种工艺得到的 VOO 色泽变化不大, 均呈现淡黄色。

2.3 PEF 处理对 VOO 酸值、过氧化值的影响

传统工艺和 PEF 处理工艺提取的 VOO 酸值、过氧化值分别见图 2、图 3。

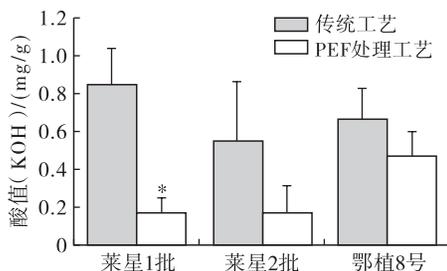


图 2 PEF 处理对 VOO 酸值的影响

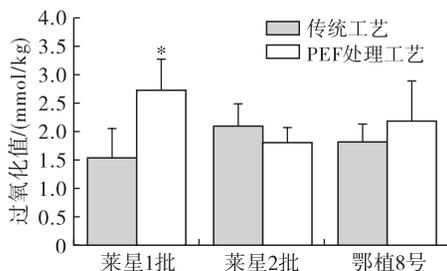


图 3 PEF 处理对 VOO 过氧化值的影响

由图 2 可知, 传统工艺提取的 VOO 酸值 (KOH) 在 0.55 ~ 0.85 mg/g 之间, PEF 处理工艺提取的 VOO 酸值 (KOH) 在 0.17 ~ 0.47 mg/g 之间。2 种工艺得到的 VOO 酸值 (KOH) 均满足 GB/T 23347—2021 中对特级初榨橄榄油酸值 (KOH) 的要求 (≤ 1.6 mg/g)。相比于传统工艺, PEF 处理工艺

的莱星 1 批、莱星 2 批、鄂植 8 号 VOO 的酸值均降低。初步分析认为, 经过 PEF 处理后, 游离脂肪酸可能与其他物质发生反应, 导致游离脂肪酸减少而使 VOO 酸值降低。

由图 3 可知, 相较于传统工艺, PEF 处理工艺提取的莱星 2 批 VOO 的过氧化值下降, 莱星 1 批和鄂植 8 号的均升高, 且莱星 1 批具有显著性差异, 但均符合 GB/T 23347—2021 中对特级初榨橄榄油过氧化值的要求 (≤ 9.85 mmol/kg)。

2.4 PEF 处理对 VOO 总多酚含量的影响

VOO 中多酚化合物类别众多, 主要包括酚酸类、酚醛类、酚醇类以及黄酮类等。多酚化合物是 VOO 发挥抗衰老、抗氧化、抗炎等多种功效的物质基础, 同时也对 VOO 的色泽、风味以及货架期具有重要的影响^[21-22]。传统工艺和 PEF 处理工艺提取的 VOO 总多酚含量见图 4。

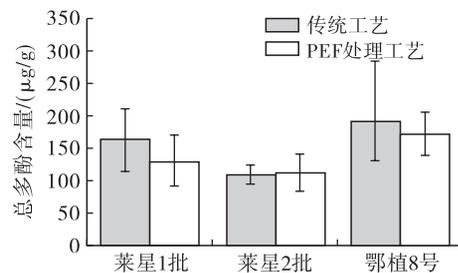


图 4 PEF 处理对 VOO 总多酚含量的影响

由图 4 可知, 传统工艺提取的 VOO 总多酚含量在 114.47 ~ 191.29 $\mu\text{g/g}$ 之间, PEF 处理工艺提取的 VOO 总多酚含量在 122.98 ~ 184.36 $\mu\text{g/g}$ 之间。相比于传统工艺, PEF 处理工艺提取的莱星 2 批 VOO 总多酚含量无明显变化, 而莱星 1 批和鄂植 8 号的 VOO 总多酚含量均下降, 但均没有显著性差异。初步分析总多酚含量降低的原因可能是 PEF 处理释放了细胞中的水分, 使亲水性酚类物质溶解于水中^[23], 再者 PEF 处理使细胞中的氧化酶渗出, 使酚类物质和氧化酶充分接触, 造成部分酚类物质氧化, 对总多酚含量有一定影响。Lopez - gamez 等^[24]研究了 PEF 对胡萝卜浆中酚类物质的影响, 结果发现, PEF 处理后胡萝卜浆中酚类物质含量降低, 与本试验结果相似。

2.5 PEF 处理对 VOO 脂肪酸组成及相对含量的影响

传统工艺和 PEF 处理工艺提取的 VOO 脂肪酸组成及相对含量如表 2 所示。由表 2 可知, PEF 处理工艺提取的 VOO 中主要脂肪酸为油酸、棕榈酸、硬脂酸、亚油酸和棕榈油酸, 与 Abenoza 等^[25]的研究结果一致。2 种工艺提取的 VOO 除部分未

检出亚油酸外,其他脂肪酸组成基本没有显著性变化。

由表2还可知,提取的VOO中除亚油酸相对含量较低之外,其他主要脂肪酸含量基本符合GB/T

23347—2021要求。产生这种差异的原因可能与橄榄果实的品种和产地有关^[26]。总体而言,PEF处理工艺并未对VOO脂肪酸组成及相对含量产生不利影响。

表2 PEF处理对VOO脂肪酸组成及相对含量的影响

脂肪酸	莱星1批		莱星2批		鄂植8号		GB/T
	传统工艺	PEF处理工艺	传统工艺	PEF处理工艺	传统工艺	PEF处理工艺	23347—2021
棕榈油酸	1.18	1.15	1.14	0.88	2.44	1.78	0.3~3.5
棕榈酸	10.67	11.59	11.26	9.78	12.09	11.88	7.5~20.0
亚油酸	-	1.47	-	2.86	1.99	-	2.5~21.0
油酸	84.51	82.41	84.36	83.09	80.35	82.61	55.0~83.0
硬脂酸	2.20	2.17	2.08	2.37	1.76	1.99	0.5~5.0
其他	1.44	1.21	1.16	1.02	1.37	1.74	-

注: -表示未检出

3 结论

本试验选用甘肃陇南武都区油橄榄种植基地的莱星和鄂植8号2个主栽品种的油橄榄鲜果为研究对象,在传统的工业化VOO提取工艺基础上增加PEF处理,考察PEF处理对VOO得率、色泽、酸值、过氧化值、总多酚含量和脂肪酸组成及相对含量的影响。结果发现,采用PEF处理油橄榄果浆,VOO得率平均增幅为15.38%,果渣含油率平均降幅为22.28%,可提高VOO得率,增加VOO的产量。与传统工艺相比,PEF处理工艺提取的VOO色泽无明显变化,酸值和过氧化值含量有所波动,但均未超出国标限定范围。此外,PEF处理工艺对VOO的总多酚含量、脂肪酸组成及相对含量等参数均无显著影响。综上所述,PEF处理工艺可以提高VOO得率,增加VOO产量,而且对VOO的综合品质无不利影响。因此,PEF处理工艺在VOO的工业化生产中有良好的应用潜力,可提高油橄榄生产加工企业的效益。

参考文献:

- [1] 杨倩雨, 郑浩, 李志强, 等. 油橄榄果实经济性性状随成熟度的变化[J]. 中国油脂, 2022, 47(6): 109-116.
- [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.
- [3] 程明焱, 王玫, 张远聪, 等. 基于质量标准的油茶籽油和橄榄油的比较分析[J]. 中国油脂, 2022, 47(2): 114-117.
- [4] 张文静, 龚哲. 一滴橄榄油见证中外交流与合作[N]. 新华每日电讯, 2021-07-22(9).
- [5] 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.
- [6] MAITE G G, LOURDESL N, VANESSA R, et al. A high

extra-virgin olive oil diet induces changes in metabolic pathways of experimental mammary tumors[J/OL]. J Nutr Biochem, 2021, 99: 108833[2021-12-27]. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2021.108833>.

- [7] ARINDAM S, SAKSHI S, DEBDUT N. Potential of olive oil and its phenolic compounds as therapeutic intervention against colorectal cancer: a comprehensive review[J]. Brit J Nutr, 2021, 128(7): 1257-1273.
- [8] LUCIA M R, REBECA I M, JAVIER C V, et al. Antimicrobial properties of olive oil phenolic compounds and their regenerative capacity towards fibroblast cells[J]. J Tissue Viabil, 2021, 30(3): 372-378.
- [9] SAHAR F, AHMAD G, MASOUMEH A. Extra-virgin olive oil improves depression symptoms without affecting salivary cortisol and brain-derived neurotrophic factor in patients with major depression: a double-blind randomized controlled trial[J]. J Acad Nutr Diet, 2021, 122(2): 284-297.
- [10] 祁海红. 橄榄油加工工艺流程和技术特征探讨[J]. 食品安全导刊, 2018(6): 141-143.
- [11] 张玲莺, 李墨翰, 李乳妹, 等. 鹿茸多肽研究进展[J]. 肉类研究, 2019, 33(6): 64-69.
- [12] 周亚军, 薛长美, 张苏苏, 等. 高压脉冲电场对玫瑰精油得率与化学成分的影响[J]. 中国农业文摘: 农业工程, 2017, 29(5): 5-8, 76.
- [13] 吴伟, 林亲录, 蔡勇建, 等. 一种高压脉冲电场辅助亚临界流体萃取米糠油的方法: CN201410289492.0[P]. 2014-09-03.
- [14] 王缈, 李燕杰, 陈昊, 等. 一种基于高压脉冲电场技术低温制备特种植物油的方法: CN202010334261.2[P]. 2020-08-07.
- [15] 汪承德, 迟俊枫, 陆宇兰, 等. 高压脉冲电场提取杨树菇多糖工艺及其抗氧化研究[J]. 现代食品, 2019(6): 46-48.

(下转第38页)

- Food Sci, 2017, 82(1): 16–23.
- [12] 王莉, 伍圆明, 孙伟峰, 等. 鲜味肽与鲜味受体的研究进展[J]. 中国调味品, 2019, 44(2): 182–189.
- [13] ZHU W H, LUAN H W, BU Y, et al. Identification, taste characterization and molecular docking study of novel umami peptides from the Chinese anchovy sauce [J]. J Sci Food Agric, 2021, 101(8): 3140–3155.
- [14] ZHANG F, KLEBANSKY B, FINE R M, et al. Molecular mechanism for the umami taste synergism [J]. Proc Natl Acad Sci, 2008, 105(52): 20930–20934.
- [15] OLEG T, OLSON A J. AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading [J]. J Comput Chem, 2010, 31(2): 455–461.
- [16] 刘希, 谭志辉, 朱立才, 等. 食品中鲜味肽和浓厚味肽的研究进展[J]. 广东化工, 2020, 47(8): 91–93.
- [17] 阮仕艳. 罗非鱼下颌水提鲜味肽的呈味特性及其作用机制研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2021.
- [18] 都荣强, 肖群飞, 范梦蝶, 等. 猪肉蛋白酶解液中鲜味肽组分的分离 [J]. 中国食品学报, 2017, 17(9): 134–141.
- [19] 阿衣古丽·阿力木, 宋焕禄, 刘野, 等. 酵母抽提物在热反应中鲜味的变化及肽的鉴定 [J]. 食品科学, 2019, 40(3): 9–15.
- [20] CARRASCOZA F, ZARIC S, SILAGHI – DUMITRESCU R. Computational study of protein secondary structure elements: ramachandran plots revisited [J]. J Mol Graph Modell, 2014, 50: 125–133.
- [21] YU Z P, KANG L X, ZHAO W Z, et al. Identification of novel umami peptides from myosin via homology modeling and molecular docking [J/OL]. Food Chem, 2021, 344(15): 128728 [2022–02–12]. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128728>.
- [22] 冯珍泉, 李树标, 郝武斌, 等. pH 对多种鲜味剂滋味的影响 [J]. 中国食品添加剂, 2017(2): 144–148.
- [23] 王向阳, 金菲, 施青红, 等. 谷氨酸钠及 I + G 的热杀菌稳定性 [J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(5): 66–69.
- [24] WANG K, MAGA J A, BECHTELI P J. Taste properties and synergisms of beefy meaty peptide [J]. J Food Sci, 1996, 61(4): 837–839.
- [25] YU Z, JIANG H, GUO R, et al. Taste, umami – enhance effect and amino acid sequence of peptides separated from silkworm pupa hydrolysate [J]. Food Res Int, 2018, 108(7): 144–150.
- [26] HAYASHI T, YAMAGUCHI K, KONOSU S. Sensory analysis of taste – active components in the extract of boiled snow crab meat [J]. J Food Sci, 2010, 46(2): 479–483.
-
- (上接第 15 页)
- [16] 马君义, 闫辉强, 吕孝飞, 等. 陇南两种单品种 VOO 的理化性质和脂肪酸组成随成熟度的变化 [J]. 中国粮油学报, 2020, 35(11): 72–79, 85.
- [17] 李雪, 张玉, 王君虹, 等. 特级初榨橄榄油中酚类化合物不同提取方法对比研究 [J]. 中国油脂, 2020, 45(1): 102–107, 131.
- [18] 植物提取物及其制品中总多酚含量的测定 分光光度法: T/AHF I A 005—2018 [S]. 合肥: 安徽省食品行业协会, 2018.
- [19] GUDERJAN M, TOPFL S, ANGERSBACH A, et al. Impact of pulsed electric field treatment on the recovery and quality of plant oils [J]. J Food Eng, 2004, 67(3): 281–287.
- [20] PUÉRTOLAS E, MARANON I M D. Olive oil pilot – production assisted by pulsed electric field: impact on extraction yield, chemical parameters and sensory properties [J]. Food Chem, 2015, 167: 497–502.
- [21] ANDREWES P, BUSCH J L H C, DE JOODE T, et al. Sensory properties of virgin olive oil polyphenols: identification of deacetoxy – ligstroside aglycon as a key contributor to pungency [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51(5): 1415–1420.
- [22] SERVILI M, MONTEDORO G F. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality [J]. Eur J Lipid Sci Tech, 2002, 104(9/10): 602–613.
- [23] 黄帅, 蒋瑞, 王强, 等. 酶处理对 VOO 品质及抗氧化活性的影响 [J]. 中国粮油学报, 2020, 35(8): 104–110.
- [24] LOPEZ – GAMEZ G, ELEZ – MARTINEZ P, MARTIN – BELLOSO O, et al. Pulsed electric field treatment strategies to increase bioaccessibility of phenolic and carotenoid compounds in oil – added carrot purees [J/OL]. Food Chem, 2021, 364: 130377 [2021–12–27]. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130377>.
- [25] ABENOZA M, BENITO M, SALDANA G, et al. Effects of pulsed electric field on yield extraction and quality of olive oil [J]. Food Bioproc Tech, 2013, 6(6): 1367–1373.
- [26] 韩锐, 邢文黎, 孔维宝, 等. 甘肃武都区 5 个主栽品种 VOO 的品质分析 [J]. 中国油脂, 2017, 42(2): 146–150.