

我国天然产物绿原酸活性及提取工艺研究进展

潘婉莲, 赵 苗, 袁 芳, 李 蕊, 余海忠*

(湖北文理学院化学工程与食品科学学院, 襄阳 441053)

摘 要: 绿原酸是一种重要的植物次生代谢产物, 目前对其活性的研究已深入到食品、保健、医药和日用化工等多个领域。针对近年来国内对绿原酸研究的相关报道, 本文综述了天然产物绿原酸的活性研究进展, 如抑制和激活相关酶的活性, 抗氧化活性及作用机制, 抑制突变和抗肿瘤活性, 对细胞的促进凋亡或增强保护活性, 抑菌活性及抗病毒活性, 降血脂及调节机体血脂代谢作用活性等方面的研究。同时, 本文围绕超声波法、微波法、酶法、混合辅助提取法、超临界提取法等常规处理方法, 对于绿原酸的提取工艺和提取方法方面的研究进展的相关报道也进行了总结。此外, 本文也对今后的绿原酸活性研究与提取工艺进行了一定的展望。

关键词: 绿原酸; 活性; 提取工艺; 研究进展

Research progress of the activity and extraction process of the natural product of chlorogenic acid in China

PAN Wan-Lian, ZHAO Miao, YUAN Fang, LI Rui, YU Hai-Zhong*

(College of Chemical Engineering and Food Science, Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China)

ABSTRACT: Chlorogenic acid is a kind of important plant secondary metabolites, and its activity research has been deeply into the food, health care, medicine and daily chemical industry and other fields. This paper reviewed the activity research progress of chlorogenic acid in domestic reports of recent years, such as inhibition and activation related enzyme activity, antioxidant activity and mechanism, mutation suppression and antitumor activity, promotion of cell apoptosis or enhancement of protection activity, antibacterial activity and antiviral activity, reducing blood fat and regulation of the body's blood lipid metabolism activity. At the same time, the related reports of extraction process and methods of chlorogenic acid were summarized, including ultrasonic method, microwave method, enzymatic method, mixing assisted extraction and supercritical fluid extraction. In addition, this article also prospected the future research on activity and extraction technology of chlorogenic acid.

KEY WORDS: chlorogenic acid; activity; extraction process; research progress

1 引 言

绿原酸是植物在有氧呼吸过程中形成的一种苯丙素类

物质, 是由咖啡酸与奎尼酸组成的缩酚酸, 是金银花、杜仲、淡竹叶等中草药的主要有效成分之一。本文对近年来国内对绿原酸活性及提取工艺等方面研究工作进行综述。

基金项目: 湖北省高等学校优秀中青年科技创新团队计划项目(T201616)

Fund: Supported by the Project of Hubei Province Higher Educational Excellent Youth Science and Technology Innovation Team Program (T201616)

*通讯作者: 余海忠, 副教授, 主要研究方向为植物活性物质应用与植物功能性食品开发。E-mail: haizhongvip@126.com

*Corresponding author: YU Hai-Zhong, Associate Professor, College of Chemical Engineering and Food Science, Hubei University of Arts and Science, No.296, Longzhong Road, Xiangyang 441053, China. E-mail: haizhongvip@126.com

2 绿原酸的活性研究

2.1 对酶的作用活性

绿原酸对酶的作用活性,主要体现在2方面:促酶活性和抑制作用。陈建中等^[1]研究苹果在外源绿原酸处理下苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine ammonialyase, PAL)、过氧化物酶(peroxidase, POD)和多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)活性的动态变化,探讨外源绿原酸提高苹果抗病性的可能性,结果发现绿原酸处理后苹果体内PAL活性显著提高。李文娜等^[2]观察到体外实验中杜仲叶绿原酸提取物抑制胰脂肪酶活性随浓度的增加而增强。刘雪辉等^[3]的试验则表明紫甘薯茎叶提取物具有显著的 α -葡萄糖苷酶抑制作用,这为甘薯茎叶资源作为降糖保健品或药品开发提供了理论依据。另有学者^[4]证实绿原酸对酪氨酸酶单酚酶和二酚酶活性均有激活作用。谢敏^[5]试验获得杜仲叶绿原酸提取物抑制脂肪酶的IC₅₀值为0.00126 mg/mL,介于奥利司他与标准品之间,且高于标准品。宋卓等^[6]通过研究绿原酸对高脂饲喂SD大鼠附睾脂肪组织三酰甘油合成及代谢关键酶基因表达的影响,发现其能显著提高大鼠附睾脂肪组织ATGL和HSL mRNA表达水平,有效控制体脂堆积。卢桃等^[7]研究发现3种发根农杆菌所诱导的甜叶菊毛状根绿原酸类化合物均对 α -淀粉酶具有较强的抑制作用。

2.2 抗氧化活性

胡宗福等^[8]研究显示不同浓度的绿原酸对3种活性氧均有清除作用,其清除能力与浓度呈剂量关系,还与所清除的自由基种类有关系。胡鲜宝^[9]发现葵花粕绿原酸NKA-II树脂纯化制品具有较好的抗氧化特性,可以作为一种新型的抗氧化剂制品加以开发。向灿辉等^[10]考察不同因素对杜仲叶绿原酸抗氧化能力的影响,发现低温加热、添加低浓度防腐剂等普通条件的加工处理对绿原酸抗氧化稳定性影响不大,建议绿原酸提取和加工时不宜在强光、高压及强碱性条件下进行,保存应尽量避光。刘亚敏等^[11]报道山银花绿原酸提取液在低浓度时即表现较好的清除DPPH自由基的能力,清除能力远高于抗坏血酸,当浓度为10 μ g/mL时其清除率可达到90.22%。杨凯舟等^[12]利用循环伏安法、红外光谱(FTIR)等方法对于绿原酸协同抗氧化的机制进行了研究,实验表明:复配绿原酸分子之间抗氧化活性差距越大,抗氧化活性高的绿原酸含量越高,协同效果就越好,其分析绿原酸分子之间再生机制和体系的界面效应是绿原酸发生协同抗氧化现象的主要原因。Xiang等^[13]将绿原酸与月桂酰氯、三乙胺混合,改性制得绿原月桂酸,并发现该复合物的清除自由基能力要比绿原酸更强。Xi等^[14]研究发现,用绿原酸处理采收后储存期的油桃,可显著性降低超氧阴离子的产生速度、H₂O₂的含量以及膜通透性。由上述报道可知,无论是绿原酸单体还是其复合

物,都具有较强的抗氧化能力,应用前景广阔。

2.3 抑制突变和抗肿瘤活性

在抑制肿瘤方面,绿原酸显示出较好的作用效果。刘洁等^[15]研究表明,绿原酸对H22肝癌、Lewis肺癌移植瘤均有明显抑制作用,但抑制作用未见剂量依赖性。同时,绿原酸未表现出对机体免疫器官毒副作用。孙秋艳等^[16]亦证明绿原酸可明显抑制Lewis肺癌的生长,联合阿霉素用药对抗肿瘤无增敏作用。他们推测绿原酸抑制Lewis肺癌的作用是通过调控其免疫监视作用的T细胞来达到抗肿瘤作用的。刘馨等^[17]发现绿原酸可抑制MCF-7细胞增殖,使细胞阻滞于G₀/G₁期,并推测其抑制机制可能与下调CYclin D1表达有关。叶晓林等^[18]报道绿原酸对小鼠移植性EMT-6乳腺癌具有明显抑制作用。萧海容等^[19]考察绿原酸对小鼠CT26结肠癌移植瘤生长的抑制作用。结果表明:与阴性组比较,无论是抑瘤率还是组织病理切片中肿瘤细胞的坏死情况,各绿原酸组均对CT26结肠癌移植瘤有明显的抑制作用。

2.4 对细胞的活性作用

唐湘祁等^[20]测试了杜仲绿原酸对小鼠海马一氧化氮合酶神经元的保护作用,他们发现绿原酸对KA导致的海马CA1-4区内的NOS神经元损害有保护作用,并改善KA损伤海马所致的学习记忆障碍。卞合涛等^[21]发现绿原酸可抑制过氧化氢引起的内皮细胞凋亡,其作用机制可能与保护线粒体膜电位,促进凋亡抑制基因Bcl-2的表达及抑制Caspase-3的表达有关。刘哲等^[22]研究缺氧环境下绿原酸对软骨样细胞的影响,也观察到了上述的抑制细胞凋亡现象,他分析可能的作用机制与卞合涛等^[21]相同。汤浩等^[23]观察到齐墩果酸、绿原酸对HepG2细胞增殖有明显抑制作用,阻滞HepG2细胞停留于S期,绿原酸抑制CYP1A1和CYP3A4表达。史海涛等实验表明绿原酸可通过抑制肝星状细胞增殖及细胞外基质合成、促进细胞外基质降解来发挥抗肝纤维化作用^[24]。王业秋等^[25]也发现,绿原酸通过调控Bax、Bcl-2的表达,诱导活化的HSC-LX2凋亡,清除活化的肝星状细胞,抗肝纤维化。田伟等^[26]研究发现绿原酸可以抑制人肺癌A549细胞的增殖和转移,促进细胞凋亡,其凋亡机制可能与细胞内活性氧组分的增多及APN、EGFR-TPK和MMP-2活性降低有关。

2.5 抗菌、抗病毒活性

绿原酸对病原细菌和病毒具有较强的抑制作用,李丽静等^[27]利用鸡胚实验证明返魂草提取物及其有效成分(咖啡酸和绿原酸)对流感病毒、呼吸道合胞病毒及腺病毒均有抑制作用。屈景年等^[28]测得金银花绿原酸抗金黄色葡萄球菌的活性比抗大肠杆菌强;罗娟等^[29]制备了金银花绿原酸合铜3配合物,分别测试了配体和配合物对大肠杆菌和金

黄色葡萄球菌的抗菌活性, 得到的实验结果与屈景年等^[28]相似: 抗金黄色葡萄球菌的活性比抗大肠杆菌强, 但是配合物对大肠杆菌的抗菌活性比配体明显增强, 但对金黄色葡萄球菌的抗菌活性反而比配体弱。温红侠等^[30]发现绿原酸可以抑制铜绿假单胞菌(PAE)对气管导管的吸附, 能抑制 PAE 早期和成熟期的生物膜形成。陈娟娟等^[31]进行体外抗人巨细胞病毒(HCMV)的效果和安全性比较, 发现金银花绿原酸细胞毒性略高于金叶败毒和金银花, 但抗 HCMV 效果明显高于金叶败毒和金银花, 治疗指数最高, 具有抗 HCMV 的潜在优越性。罗艺晨等^[32]揭示绿原酸可能通过改变金黄色葡萄球菌细胞膜的通透性, 阻碍物质和能量的代谢及细菌蛋白合成而达到抑菌作用。此外, 研究发现绿原酸还能促进病毒的毒力活性, 刘海晶等^[33]就证实了其可提高舞毒蛾核型多角体病毒(Ld NPV)对舞毒蛾 2 龄幼虫的致病力, 为舞毒蛾的防治提供了参考依据。

2.6 降血脂活性

目前, 已有多篇报道^[34, 35]证实绿原酸具有降血脂、调节机体血脂代谢的作用。在高脂膳食条件下, 杜仲绿原酸能够有效降低血脂和肝脏脂质的积累, 提高血清和肝脏抗氧化水平, 具有明显的调节脂质代谢作用。李文娜等^[36]研究表明杜仲叶绿原酸提取物降血脂机制可能与抑制脂质的吸收转化、抑制肠道胆固醇的吸收和减少肝脏胆固醇的合成有关。梁秀慈等^[37]实验证实, 绿原酸具有降血糖和降血脂作用, 有效缓解高脂乳诱导的小鼠形成胰岛素抵抗 IR。

3 绿原酸的提取工艺研究

近年来对绿原酸的提取工艺及条件优化有较多报道, 多采用超声波法、乙醇回流法、水煎法、微波法、浸提法、酶法等工艺, 并对多种方法辅助提取也进行了研究。

3.1 超声波法

府旗中等^[38]的实验表明超声波法的绿原酸提取率高于水提、乙醇提取法。肖怀秋等^[39]以乙酸乙酯和 0.05 mol/L HCl 混合溶液作萃取剂进行金银花绿原酸的提取, 获得优化的萃取条件: 55%乙酸乙酯于 70 °C 萃取 1.5 h (2 次), 绿原酸提取率最高, 为 1.01%。刘刚等^[40]优化了葵花粕绿原酸的超声波辅助提取工艺, 获得最佳工艺条件: 乙醇体积分数 57%, 提取时间 39 min, 提取温度 53 °C, 超声功率 100 W, 料液比 1:14 (g/mL), 提取 1 次。袁飞^[41]通过正交试验优化获得金银花绿原酸的超声提取工艺: 60%乙醇为溶剂, 物料比 1:30, 提取时间 45 min, 远红外微波 1 min。李爱民等^[42]获得超声波提取接骨草叶绿原酸的最佳提取工艺: 乙醇浓度为 80%, 固液比为 1:45(g/mL), 超声波辅助提取时间为 45 min。谢仁有等^[43]利用超声波辅助提取甘薯叶中绿原酸, 通过正交试验、方差分析得出提取绿原酸的最佳

工艺条件为乙醇浓度 60%, 料液比 1:30, 超声时间 50 min, 超声温度 50 °C。影响主次为:乙醇浓度>料液比>温度>超声时间。Li 等^[44]采用超声波法从杜仲叶中提取绿原酸, 优化条件为: 70%甲醇, 料液比为 1:20(m:V), 超声提取时间 3×30 min。从上述研究可以看出, 优化的绿原酸超声波提取工艺中, 有机溶剂通常选择乙醇, 浓度范围为 57%~80%, 超声处理时间通常设置在 39~50 min。

3.2 微波法

微波辅助提取法, 相对于传统法具有提取时间更短、绿原酸提取率更高、粗产品中杂质更少等优点。韦藤幼等^[45]研究获得了金银花微波预处理提取绿原酸的最佳参数: 75%乙醇(样品量的 1.25 倍), 微波处理 70 s, 90 °C 热水洗涤 10 min, 热水量为样品量的 25 倍。李剑敏等^[46]以水为溶剂, 设置加水量在 20%, 微波破壁 3 次, 每次 30 s, pH 为 5.8 等参数, 微波强化提取杜仲叶绿原酸。何荣海等^[47]以微波辅助回流提取葵花籽粕绿原酸, 得出优化参数为: 料液比 1:18、微波辐射功率 390 W、乙醇体积分数 35%和提取时间 20 min, 在此条件下绿原酸提取率达到 94.6%、得率为 2.11%。黄荣等^[48]优化微波辅助 PEG 提取金银花叶中绿原酸的最佳工艺为微波功率 350 W, 微波时间 70 s, 料液比 1:20 (g/mL), 提取温度 82 °C, PEG-200 体积分数 40%, 提取时间 24 min, 该条件下绿原酸提取率为 5.87%。该工艺简单可行、快速有效、绿色环保, 可用于提取金银花叶中绿原酸工业化生产。Zhang 等^[49]采用微波辅助法提取金银花花蕾绿原酸, 在 50%乙醇作为萃取溶剂, 料液比为 1:10(m:V), 萃取温度为 60 °C, 萃取时间为 5 min 的最优条件下, 得率达到 6.14%。

3.3 酶法

与常规有机溶剂提取方法相比较, 绿原酸的酶法提取效率高, 同时提取条件温和, 易于实现工业生产。目前, 在绿原酸酶法提取工艺研究中, 纤维素酶应用最广。刘佳佳等^[50]发现纤维素酶处理能显著提高金银花绿原酸得率, 酶处理最适温度为 40~50 °C。胡青平等^[51]实验发现采用纤维素酶提取元宝枫绿原酸效果较好, 最佳参数为: 纤维素酶 0.015%, pH 4.5、50 °C 酶解 1.5 h, 料液比 1:15。林春梅^[52]考察了纤维素酶法提取蒲公英绿原酸的最佳工艺条件, 确定在 pH 6.0、加酶量 3.0 mL、提取温度 50 °C、提取时间 1.0 h 条件下绿原酸提取率为 10.031 mg/g。同时, 也采用了相同的方法提取牛蒡根皮中的绿原酸, 获得最佳工艺条件为纤维素酶用量 4 mL, 酶解温度 60 °C, 酶解时间 1.5 h, pH 6.0, 料液比 1:20, 此条件下绿原酸提取率为 1.45%^[53]。石奇^[54]选取纤维素酶提取金银花绿原酸, 其确定的最佳工艺条件为: 提取温度 55 °C, 酶用量(对底物浓度)0.6%, 提取时间 60 min, 乙醇体积分数 70%, 金银花绿原酸提取率为 4.85%。石长萍等^[55]采用纤维素酶辅助 PEG-200 提取金

银花叶中绿原酸的最佳条件为: 纤维素酶添加量为 2%, 料液比 1:27(g/mL), PEG-200 体积分数 50%, pH 4, 55 °C 酶解 2.0 h, 提取温度 90 °C, 提取时间 15 min, 在该条件下, 绿原酸提取率为 6.59%。

除了纤维素酶, 学界也对其它酶在绿原酸提取中的作用活性进行了考察。陈晓娟等^[56]采用半仿生果胶酶法提取杜仲叶绿原酸, 确定其工艺为: 以 $\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{-C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ 缓冲溶液作为提取液, 第一煎提取液 pH=2.0, 第二煎提取液 pH=7.5, 第三煎提取液 pH=8.3; $m(\text{杜仲叶}):m(\text{提取液})$ 为 1:20, 在 70 °C, 每次提取 1 h 提取 3 次。在此条件下, 绿原酸的得率达 1.44%。张雪梅等^[57]采用酸性蛋白酶、果胶酶和纤维素酶分步酶解提取杜仲叶绿原酸, 测得杜仲粉样品中的绿原酸总含量可达到 61.8 $\mu\text{g/g}$, 其中酸性蛋白酶、果胶酶和纤维素酶提取杜仲粉中绿原酸含量分别为 26.4、20.5、14.9 $\mu\text{g/g}$, 明显高于水提法(12.2 $\mu\text{g/g}$)。倪悦等^[58]试验表明酶解醇提法在蒲公英绿原酸提取中具有较高的效率, 该提取物应用于卷烟中能显著提高烟气的感官舒适性。

3.4 混合辅助提取法

目前, 混合辅助提取绿原酸已有很多报道, 尤其是以酶法为基础, 再辅以其他技术手段, 如超声波、微波、金属催化剂等, 对样品(底物)进行协同作用, 大大提高了提取效率。向昌国等^[59]通过比较试验得出, 浸提+超声波法适合甘薯叶、茎中绿原酸的提取, 最佳提取条件是 pH 4, 50% 乙醇或甲醇浸提 1.0~1.5 h, 温度 40 °C。朱松等^[60]将超声波与酶法相结合提取烟叶中的绿原酸和烟碱, 最佳条件为: 纤维素酶用量 1%(以烟叶质量计)、50 °C 酶解 1.5 h, 绿原酸的提取率为 91.5%。在有关金银花绿原酸提取的报道中, 肖卓炳等^[61]发现, 采用超声波和微波双辅助的提取率为 5.93%, 较单独采用超声波或微波辅助得到的提取率要高, 其最佳工艺为: 70%乙醇, 料液比 1:15 (g/mL), 50 °C 超声处理 30 min、400 W 微波处理 5 min。尤秀丽等^[62]采用相同方法的得率为 5.45%, 其微波时间为 94 s, 液料比 42:1(V:m), 60 °C 超声处理 60 min。张宇等^[63]利用金属-酶共催化处理金银花叶, 获得绿原酸提取最佳工艺条件: 复合酶(锰锌铁氧体:纤维素酶:漆酶:木聚糖酶=21:43:35:1) 0.79 g, pH 值 3.98, 水浴温度 41.2 °C, 共催化时间 5.3 h, 该条件下, 2.0 g 金银花叶溶浸绿原酸质量浓度为 4.02 mg/g, 得率为(4.16±0.14) mg/g。韩建军等^[64]采用微波协同酶法提取杜仲叶中绿原酸, 确定最佳提取工艺为 pH 4.6, 46 °C 酶解 56 min, 纤维素酶用量 4 mg/g, 绿原酸提取率为 2.39%。关海宁等^[65]优化得到玉米须绿原酸的微波辅助酶最佳提取工艺为: 240 W 微波处理 27 s、纤维素酶添加量 1.4%、70% 乙醇浸提 1.25 h, 提取量达 8.94 mg/g。李彩云等^[66]进行微波超声辅助提取葵花籽粕绿原酸的研究, 确定最佳提取条件为 160 W 微波处理 12 s, 280 W 超声处理 16 min, 料液比

1:19, 乙醇体积分数 42%, 得率为 3.095%。关海宁等^[67]用了同样的方法处理稻壳, 得到其绿原酸最佳提取条件: 微波时间 34 s, 乙醇体积分数 52%, 料液比 1:22(g/mL), 超声功率 160 W, 超声温度 80 °C, 超声时间 20 min, 提取量为 3.94 mg/g。

3.5 CO₂ 超临界提取方法

以处于临界压力和临界温度以上的 CO₂ 流体, 作为萃取溶剂进行活性成分的提取, 是 CO₂ 超临界提取法的显著特点。尽管设备成本昂贵, 但是此方法具有传统化学萃取法不可比拟的优势: 提取效率更高、产物纯度更高、安全性更高、环保性能更高。谭伟等^[68]对超临界 CO₂ 萃取葵粕绿原酸的影响因素进行了分析, 获得了较佳的试验参数: 夹带剂为乙醇浓度 70%, 乙醇用量 400 mL/100 g, 萃取温度 50 °C, 萃取压力 30 MPa, 萃取时间 5 h, CO₂ 流量 3.5 L/h。在此基础上, 他又考察了超声场对超临界 CO₂ 萃取绿原酸的影响。FTIR 结果显示, 超声作用没有改变绿原酸的结构, 超声强化能明显提高超临界 CO₂ 萃取的绿原酸萃取率, 4 h 后最大可提高 0.83%^[69]。阳元娥^[70]研究了超声强化超临界 CO₂ 萃取葵粕绿原酸的工艺, 优化后的工艺条件为: 70%乙醇加入量为 400 mL/100 g 原料, 萃取温度、压力、时间、CO₂ 流量分别为 50 °C、30 MPa、3.5 h、3.0 L/h, 超声频率和功率密度分别为 20 kHz、100 W/L。优化条件下绿原酸的萃取率达 4.71%。钟玲等^[71]获得超临界 CO₂ 萃取金银花叶的最佳萃取条件是: 萃取压力 30 MPa, 萃取温度 50 °C, 分离釜 I 压力 6 MPa、温度 50 °C, 分离釜 II 压力 6 MPa、温度 45 °C。

4 展望

绿原酸作为一种重要的植物次生代谢产物, 随着对其研究的不断深入, 其应用范围必将更加广泛。同时, 对其展开的提取方法和工艺研究也会越来越具有针对性, 尤其是在降低提取成本、减少环境污染、增加提取得率等方面将会受到更多关注。

参考文献

- [1] 陈建中, 章镇, 黄赛芹, 等. 外源绿原酸对苹果抗病相关酶的影响[J]. 果树学报, 2003, 1: 67-69.
Chen JZ, Zhang Z, Huang SQ, et al. The effects of exogenous chlorogenic acid on the disease-related enzymes of apple [J]. J Fruit Sci, 2003, 1: 67-69.
- [2] 李文娜, 肖苑. 杜仲叶绿原酸提取物抑制脂肪酶活性的研究[C]. 中国细胞生物学学会全体会员代表大会暨第十二次学术大会, 2011.
Li WN, Xiao Y. Study on *Eucommia ulmoides* leaf extracts from the original acid are activated to restrain activity of lipase [C]. The General Assembly of the Chinese Cell Biology Association and the 12th Academic Conference, 2011.
- [3] 刘雪辉, 李觅路, 谭斌, 等. 紫甘薯茎叶中绿原酸及异绿原酸对 α -葡萄

- 糖苷酶的抑制作用[J]. 现代食品科技, 2014, 30(3): 103–107.
- Liu XH, Li ML, Tan B, *et al.* The inhibitory effect of chlorogenic acid and isochlorogenic acid on alpha-glucosidase in purple sweet potato stem leaves [J]. Mod Food Sci Technol, 2014, 30(3): 103–107.
- [4] 龚盛昭, 张凯, 孙永, 等. 绿原酸对酪氨酸酶活性影响及动力学研究[J]. 日用化学工业, 2015, 3: 157–160.
- Gong SZ, Zhang K, Sun Y, *et al.* The effects of chlorogenic acid on the activity of tyrosine enzyme and kinetics [J]. Chin Surf Det Cosmet, 2015, 3: 157–160.
- [5] 谢敏. 杜仲叶绿原酸提取物对胰脂肪酶活性抑制的研究[J]. 广州化工, 2015, 6: 121–122, 134.
- Xie M. Study on the inhibition of pancreatic lipase activity by *Eucommia ulmoides* extract [J]. Guangzhou Chem Ind, 2015, 6: 121–122, 134.
- [6] 宋卓, 蔡小庆, 闫晓东, 等. 绿原酸对高脂饲料 SD 大鼠脂肪组织三酰甘油合成降解关键酶基因表达的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 11: 336–340.
- Song Z, Cai XQ, Yan XD, *et al.* The effect of chlorogenic acid on the expression of the key enzyme gene of triacylglycerol synthesis of fatty tissue in SD rats [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 11: 336–340.
- [7] 卢桃, 尹忠平, 彭大勇, 等. 甜叶菊毛状根绿原酸类化合物对 α -淀粉酶的抑制作用[J]. 食品工业科技, 2016, 37(24): 11–13.
- Lu T, Yin ZP, Peng DY, *et al.* The inhibitory effect of stevia root chlorogenic acid compounds on alpha-amylase [J]. Sci Technol Food Ind, 2016, 37(24): 11–13.
- [8] 胡宗福, 于文利, 赵亚平. 绿原酸清除活性氧和抗脂质过氧化的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(2): 128–130.
- Hu ZF, Yu WL, Zhao YP. Study on chlorogenic acid scavenging reactive oxygen and lipid peroxidation [J]. Food Sci, 2006, 27(2): 128–130.
- [9] 胡鲜宝. 葵花粕中绿原酸的提取纯化及其抗氧化特性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010.
- Hu XB. Study of antioxidant properties on the extraction and purification of chlorogenic acid from sunflower meal [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2010.
- [10] 向灿辉, 罗景, 王文君. 杜仲叶绿原酸抗氧化稳定性研究[J]. 食品科技, 2013, 38(1): 224–227.
- Xiang CH, Luo J, Wang WJ. Study on the antioxidant stability of *Eucommia* [J]. Food Sci Technol, 2013, 38(1): 224–227.
- [11] 刘亚敏, 刘玉民, 李琼, 等. 超声波辅助提取山银花绿原酸工艺及其抗氧化性研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 186–190.
- Liu YM, Liu YM, Li Q, *et al.* Study of antioxidation on ultrasonic assisted extraction of chlorogenic acid [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(1): 186–190.
- [12] 杨劼舟, 翟晓娜, 王佳良, 等. 绿原酸协同抗氧化机理的电化学和光谱-色谱学研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2016, 8: 2405–2413.
- Yang KZ, Qu XN, Wang JL, *et al.* The electrochemical and spectral chromatography-chromatographic study of the synergistic antioxidant mechanism on chlorogenic acid [J]. Spectrosc Spect Anal, 2016, 8: 2405–2413.
- [13] Xiang ZN, Ning ZX. Scavenging and antioxidant properties of compound derived from chlorogenic acid in South-China honeysuckle [J]. LWT-Food Sci Technol, 2008, 41(7): 1189–1203.
- [14] Xi Y, Jiao W, Cao J, *et al.* Effects of chlorogenic acid on capacity of free radicals scavenging and proteomic changes in postharvest fruit of nectarine [J]. PLoS One, 2017, 12(8): e0182494. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182494>.
- [15] 刘洁, 张洁, 王璐, 等. 绿原酸抗肿瘤及与阿霉素联合用药后的增敏作用研究[J]. 中药药理与临床, 2009, 25(2): 43–45.
- Liu J, Zhang J, Wang L, *et al.* Study of sensitization on antitumor of chlorogenic combination with azithromycin [J]. Pharmacol Clin Chin Mater Med, 2009, 25(2): 43–45.
- [16] 孙秋艳, 刘艳, 汪茜, 等. 绿原酸对 Lewis 肺癌小鼠及人 A549 肺癌的实验研究[J]. 华西药学杂志, 2010, 25(5): 536–538.
- Sun QY, Liu Y, Wang Q, *et al.* Experimental study of leproic acid on the lung cancer mice and human A549 lung cancer [J]. West China J Pharm Sci, 2010, 25(5): 536–538.
- [17] 刘馨, 陈晓群, 李佳, 等. 绿原酸对 MCF-7 细胞增殖的影响及机制探讨[J]. 山东医药, 2010, 50(47): 12–14.
- Liu X, Chen XQ, Li J, *et al.* The influence and mechanism of chlorogenic acid on the proliferation of MCF-7 cells [J]. Shandong Med, 2010, 50(47): 12–14.
- [18] 叶晓林, 刘艳, 邱果, 等. 绿原酸对小鼠 EMT-6 乳腺癌抑制作用研究[J]. 中药药理与临床, 2012, 28(1): 51–52.
- Ye XL, Liu Y, Qiu G, *et al.* Study on inhibition of chlorogenic acid in mice emt-6 breast cancer [J]. Pharmacol Clin Chin Mater Med, 2012, 28(1): 51–52.
- [19] 萧海容, 刘艳, 孙秋艳, 等. 绿原酸抗小鼠 CT26 结肠癌作用的研究[J]. 华西药学杂志, 2012, 27(3): 269–271.
- Xiao HR, Liu Y, Sun QY, *et al.* Study on the effect of chlorogenic acid on CT26 colon cancer [J]. West China J Pharm Sci, 2012, 27(3): 269–271.
- [20] 唐湘祁, 涂秋云, 雷立芳. 绿原酸对小鼠海马一氧化氮合酶神经元的保护作用[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2006, 3(2): 7–9.
- Tang XQ, Tu QY, Lei LF. Chlorogenic acid in mice hippocampal nitric oxide synthase neurons of protection [J]. J Hunan Normal Univ (Med Ed), 2006, 3(2): 7–9.
- [21] 卞合涛, 王晔, 龚黎民, 等. 绿原酸对过氧化氢诱导内皮细胞凋亡的保护作用[J]. 中国药理学通报, 2010, 26(12): 1587–1590.
- Bian HT, Wang H, Gong LM, *et al.* The protective effect of chlorogenic acid on the apoptosis of endothelial cells induced by hydrogen peroxide [J]. Chin Pharm Bull, 2010, 26(12): 1587–1590.
- [22] 刘哲, 李士勇, 宋玉林, 等. 绿原酸对缺氧环境下干细胞来源软骨样细胞凋亡的影响[J]. 中国药理学通报, 2011, 27(2): 206–210.
- Liu Z, Li SY, Song YL, *et al.* The effect of chlorogenic acid on apoptosis of chondroid cells in the hypoxia environment [J]. Chin Pharm Bull, 2011, 27(2): 206–210.
- [23] 汤浩, 刘晓莉, 王锐, 等. 齐墩果酸和绿原酸对 HepG2 细胞及 P450 酶的影响[J]. 中成药, 2013, 12: 2576–2580.
- Tang H, Liu XL, Wang R, *et al.* The effect of oleanolic acid and chlorogenic acid on HepG2 cells and P450 enzymes [J]. Chin Tradit Pat Med, 2013, 12: 2576–2580.
- [24] 史海涛, 师阿盟, 高博鑫, 等. 绿原酸对肝星状细胞增殖、细胞外基质生成及降解的影响[J]. 四川大学学报(医学版), 2015, 3: 372–375.
- Shi HT, Shi AM, Shang BX, *et al.* The effect of chlorogenic acid on proliferation of hepatic stellate cell and formation and degradation of extracellular matrix [J]. J Sichuan Univ (Med Ed), 2015, 3: 372–375.
- [25] 王业秋, 张丽宏, 陈巧云, 等. 绿原酸对 TGF- β_1 刺激人肝星形细胞凋亡的影响[J]. 中药材, 2016, 11: 2632–2635.

- Wang QY, Zhang LH, Chen QY, *et al.* The effect of chlorogenic acid on TGF- β_1 stimulate hepatic stellate cells apoptosis [J]. *J Chin Med Mater*, 2016, 11: 2632-2635.
- [26] 田伟, 豆亚伟, 王宏涛, 等. 绿原酸诱导肺癌细胞凋亡及其机制研究[J]. *解放军预防医学杂志*, 2016, 6: 854-857.
- Tian W, Dou YW, Wang HT, *et al.* The mechanism of chlorogenic acid induced lung cancer cell apoptosis [J]. *J Prev Med Chin PLA*, 2016, 6: 854-857.
- [27] 李丽静, 王继彦, 王岩, 等. 返魂草提取物及其有效成分抗病毒作用的研究[J]. *中国中医基础医学杂志*, 2005, 11(8): 585-587.
- Li LJ, Wang JY, Wang Y, *et al.* Return the soul grass extract and its effect on the effective components of antiviral research [J]. *Chin J Basic Med Tradit Chin Med*, 2005, 11(8): 585-587.
- [28] 屈景年, 莫运春, 刘梦琴, 等. 金银花中绿原酸一步提取法及绿原酸抗菌活性[J]. *化学世界*, 2005, 3: 167-169.
- Qu JN, Mo YC, Liu MQ, *et al.* Step in extraction of chlorogenic acid in flos lonicerae and antibacterial activity of chlorogenic acid [J]. *Chem World*, 2005, 3: 167-169.
- [29] 罗娟, 李友凤, 胡晓莲, 等. 绿原酸的提取及稀土配合物抗菌活性测定[J]. *林产化学与工业*, 2007, 27(2): 85-88.
- Luo J, Li YF, Hu XL, *et al.* The extraction of chlorogenic acid and antibacterial activity test of rare earth complexes [J]. *Chem Ind Forest Prod*, 2007, 27(2): 85-88.
- [30] 温红侠, 陈一强, 朱莲娜, 等. 绿原酸对铜绿假单胞菌生物膜干预作用的体外研究[J]. *中华医院感染学杂志*, 2009, 19(12): 1478-1481.
- Wen HX, Chen YQ, Zhu LN, *et al.* *In vitro* studies on intervention effect of chlorogenic acid of pseudomonas aeruginosa biofilm [J]. *Chin J Nosocomiol*, 2009, 19(12): 1478-1481.
- [31] 陈娟娟, 方建国, 万进, 等. 绿原酸体外抗人巨细胞病毒的实验研究[J]. *医药导报*, 2009, 28(9): 1138-1141.
- Chen JJ, Fang JG, Wan J, *et al.* Study on chlorogenic acid against human cytomegalovirus *in vitro* experimental [J]. *Her Med*, 2009, 28(9): 1138-1141.
- [32] 罗艺晨, 黄利明, 杨颖, 等. 绿原酸抑制金黄色葡萄球菌机理研究[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2016, 3: 15-19.
- Luo YC, Huang LM, Yang Y, *et al.* Mechanism research on chlorogenic acid inhibit staphylococcus aureus [J]. *J Southwest Univ (Nat Sci Ed)*, 2016, 3: 15-19.
- [33] 刘海晶, 段立清, 李海平, 等. 绿原酸提高舞毒蛾核型多角体病毒(LdNPV)的致病力[J]. *昆虫学报*, 2016, 5: 568-572.
- Liu HJ, Duan LQ, Li HP, *et al.* Chlorogenic acid increased the karyotype of gypsy moth polygonal body (LdNPV) virulent virus [J]. *Acta Entom Sin*, 2016, 5: 568-572.
- [34] 左航, 黄文, 李天宏, 等. 杜仲叶中绿原酸的提取条件优化及其提取物的降血脂作用[J]. *林业科学*, 2009, 1: 158-160.
- Zuo H, Huang W, Li TH, *et al.* In the barks of *Eucommia ulmoides* oliv chlorogenic acid extraction conditions of optimization and its extract fall hematic fat action [J]. *Forest Sci*, 2009, 1: 158-160.
- [35] 王建辉, 刘永乐, 李赤翎, 等. 杜仲绿原酸对高脂模型小鼠降血脂作用研究[J]. *食品工业科技*, 2012, 15(19): 360-362, 375.
- Wang JH, Liu YL, Li CL, *et al.* *Eucommia ulmoides* chlorogenic acid of high fat fall hematic fat action research model mice [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2012, 15(19): 360-362, 375.
- [36] 李文娜, 韩宇东, 刘银花, 等. 杜仲叶绿原酸提取物对脂代谢关键酶活性的影响[J]. *中药新药与临床药理*, 2012, 1: 30-33.
- Li WN, Han YD, Liu YH, *et al.* The effects of *Eucommia ulmoides* leaf extracts from the original acid on lipid metabolism key enzyme activity [J]. *Tradit Chin Drug Res Pharmacol*, 2012, 1: 30-33.
- [37] 梁秀慈, 孟文, 钟英丽, 等. 绿原酸对高脂乳诱导小鼠胰岛素抵抗形成的影响[J]. *中国药理学通报*, 2013, 29(5): 654-658.
- Linag XC, Meng W, Zhong YL, *et al.* Chlorogenic acid of high fat emulsion influence induced insulin resistance in mice [J]. *Chin Pharm Bull*, 2013, 29(5): 654-658.
- [38] 府旗中, 王伯初, 许祥武, 等. 应用超声波法提取金银花中绿原酸[J]. *重庆大学学报*, 2007, 30(1): 123-125.
- Fu QZ, Wang BC, Xu XW, *et al.* The application of ultrasonic technique to extract chlorogenic acid in flos lonicerae [J]. *J Chongqing Univ*, 2007, 30(1): 123-125.
- [39] 肖怀秋, 李玉珍, 兰立新. 超声波辅助乙酸萃取金银花中绿原酸[J]. *食品与发酵科技*, 2009, 45(2): 48-50.
- Xiao HQ, Li YZ, Lan LX. Ultrasonic assisted acetic vinegar extraction of chlorogenic acid in flos lonicerae [J]. *Food Ferment Technol*, 2009, 45(2): 48-50.
- [40] 刘刚, 秦高, 任雪. 响应面法优化葵花粕中绿原酸提取工艺[J]. *安徽农业科学*, 2012, 40(21): 11050-11052.
- Liu G, Qin G, Ren X. The response surface method to optimize the extraction process of chlorogenic acid in the sunflower meal [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2012, 40(21): 11050-11052.
- [41] 袁飞. 正交实验优化金银花中绿原酸超声提取工艺[J]. *中国医药导刊*, 2012, 14(5): 913-914.
- Yuan F. Orthogonal experiment optimize the ultrasonic extraction technology of chlorogenic acid in flos lonicerae [J]. *Chin J Med Guid*, 2012, 14(5): 913-914.
- [42] 李爱民, 姚元枝, 郭瑛, 等. 超声波提取接骨草叶中绿原酸的工艺优化[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(17): 232-235.
- Li AM, Yao YZ, Guo Y, *et al.* Ultrasonic extraction of chlorogenic acid in bone of grass process optimization [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2013, 34(17): 232-235.
- [43] 谢仁有, 潘明. 超声波辅助提取甘薯叶中绿原酸的工艺研究[J]. *食品与发酵科技*, 2014, 50(1): 64-67.
- Xie RY, Pan M. Study technology of ultrasonic assisted extraction of chlorogenic acid in sweet potato leaves [J]. *Food Ferment Technol*, 2014, 50(1): 64-67.
- [44] Li H, Chen B, Yao SZ. Application of ultrasonic technique for extracting chlorogenic acid from *Eucommia ulmoides* Oliv. (*E. ulmoides*) [J]. *Ultras Sonochem*, 2005, 12(4): 295-300.
- [45] 韦藤幼, 赵群莉, 阮莉娇, 等. 微波预处理法提取金银花中的绿原酸[J]. *中成药*, 2003, 25(7): 534-536.
- Wei TY, Zhao QL, Ruan LJ, *et al.* Microwave pretreatment method to extract chlorogenic acid in flos lonicerae [J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2003, 25(7): 534-536.
- [46] 李剑敏, 卫兵兵, 陈志红. 微波强化提取杜仲叶中绿原酸的工艺研究[J]. *中国粮油学报*, 2006, 35(4): 244-245.
- Li JM, Wei BB, Chen ZH. Research on extraction technology chlorogenic acid in barks of *Eucommia ulmoides* oliv by microwave strengthen [J]. *J Cere Oils Ass*, 2006, 35(4): 244-245.

- [47] 何荣海, 翟庆娇, 仲晗实, 等. 微波辅助回流提取葵花籽粕绿原酸的研究[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(9): 108-111.
He RH, Qu QJ, Zhong HS, *et al.* Microwave assisted of sunflower meal chlorogenic acid reflux extraction [J]. J Cere Oils Ass, 2012, 27(9): 108-111.
- [48] 黄荣, 向福, 马文静. 微波辅助 PEG 提取金银花叶中绿原酸的工艺优化[J]. 中国酿造, 2015, 34(8): 119-124.
Huang R, Xiang F, Ma WJ. Microwave assisted extraction of chlorogenic acid in gold and silver Mosaic PEG process optimization [J]. China Brew, 2015, 34(8): 119-124.
- [49] Zhang B, Yang RY, Liu CZ. Microwave-assisted extraction of chlorogenic acid from flower buds of *Lonicera japonica* Thunb [J]. Sep Purif Technol, 2008, 62(2): 480-483.
- [50] 刘佳佳, 赵国玲, 章晓骤, 等. 金银花绿原酸酶法提取新工艺研究[J]. 中成药, 2002, 24(6): 416-418.
Liu JJ, Zhao GL, Zhang XZ, *et al.* The new process honeysuckle chlorogenic acid enzymatic extractio [J]. Chin Tradit Pat Med, 2002, 24(6): 416-418.
- [51] 胡青平, 徐建国, 李琪, 等. 酶法提取元宝枫叶绿原酸的新工艺研究[J]. 食品科学, 2006, 27(7): 159-162.
Hu QP, Xu JG, Li Q, *et al.* Study new technology on enzymatic extraction of acer truncatum leaf chlorogenic acid [J]. Food Sci, 2006, 27(7): 159-162.
- [52] 林春梅. 蒲公英中绿原酸纤维素酶法提取工艺的优化[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(18): 4098-4100.
Lin CM. Optimization of extraction process of chlorogenic acid cellulose in dandelion [J]. Hubei Agric Sci, 2012, 51(18): 4098-4100.
- [53] 林春梅, 周鸣谦. 正交试验优化纤维素酶法提取牛蒡根皮中绿原酸工艺[J]. 食品科学, 2013, 34(6): 64-67.
Lin CM, Zhou MQ. Process of orthogonal test optimization of cellulose enzymatic extraction NiuFen root bark of chlorogenic acid [J]. Food Sci, 2013, 34(6): 64-67.
- [54] 石奇. 酶辅助提取金银花中绿原酸与多糖的工艺研究[J]. 应用化工, 2015, 7: 1268-1271.
Shi Q. Enzyme assisted extraction of chlorogenic acid in flos *Lonicerae* and process research of polysaccharides [J]. Appl Chem Ind, 2015, 7: 1268-1271.
- [55] 石长萍, 向福, 杨报, 等. 酶法辅助聚乙二醇-200 提取金银花叶中绿原酸的工艺优化[J]. 中国酿造, 2016, 6: 155-160.
Shi CP, Xiang F, Yang B, *et al.* The process optimization of chlorogenic acid in gold and silver leaf was extracted by enzymatic assisted polydiethanol-200 [J]. China Brew, 2016, 6: 155-160.
- [56] 陈晓娟, 周春山. 酶法及半仿生法提取杜仲叶中绿原酸和黄酮[J]. 精细化工, 2006, 23(3): 258-260.
Chen XJ, Zhou CS. Chlorogenic acid and flavonoids were extracted from *Eucommia* leaf by enzymatic and semi-bionic method [J]. Fine Chem, 2006, 23(3): 258-260.
- [57] 张雪梅, 谢金芮, 陈玉甫, 等. 全酶解法提取杜仲叶中绿原酸及其含量测定[J]. 中国酿造, 2016, 10: 149-152.
Zhang XM, Xie JR, Chen YF, *et al.* The enzymatic hydrolysis was used to extract the barks of *Eucommia ulmoides* oliv chlorogenic acid and its content determination [J]. China Brew, 2016, 10: 149-152.
- [58] 倪悦, 徐达, 孙强, 等. 蒲公英绿原酸的酶法提取及其在卷烟中的应用[J]. 安徽农业科学, 2016, 17: 107-110, 226.
Ni Y, Xu D, Sun Q, *et al.* Dandelion the enzymatic extraction of chlorogenic acid and its application in cigarette [J]. J Anhui Agric Sci, 2016, 17: 107-110, 226.
- [59] 向昌国, 李文芳, 聂琴, 等. 甘薯茎叶中绿原酸提取方法的研究及含量测定[J]. 食品科学, 2007, 28(1): 126-130.
Xiang CG, Li WF, Nie Q, *et al.* The research and content determination of chlorogenic acid extraction in sweet potato stem leaves [J]. Food Sci, 2007, 28(1): 126-130.
- [60] 朱松, 姜在祥, 陈尚卫, 等. 超声辅助酶法提取废次烟叶中绿原酸、烟碱工艺研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(5): 181-184.
Zhu S, Lou ZX, Chen SW, *et al.* Ultrasonic assisted enzymatic method waste time of chlorogenic acid in tobacco, nicotine technology research leaves [J]. Sci Technol Food Ind, 2012, 33(5): 181-184.
- [61] 肖卓炳, 郭瑞柯, 郭满满, 等. 金银花中绿原酸超声微波双辅助提取工艺优化[J]. 食品科学, 2012, 33(22): 111-114.
Xiao ZB, Guo RK, Guo MM, *et al.* Optimization of ultrasonic microwave double - assisted extraction process in honeysuckle [J]. Food Sci, 2012, 33(22): 111-114.
- [62] 尤秀丽, 池路花, 曹芸梅, 等. 响应面法优化微波超声双辅助提取金银花绿原酸工艺[J]. 食品工业科技, 2014, 35(12): 272-275.
You XL, Chi LH, Cao YM, *et al.* The response surface method was used to optimize the extraction of honeysuckle chlorogenic acid by microwave ultrasound [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(12): 272-275.
- [63] 张宇, 王崇均, 王星敏, 等. 金属-酶共催化溶浸绿原酸的响应曲面工艺优化研究[J]. 应用化工, 2016, 4: 707-710.
Zhang Y, Wang CJ, Wang XM, *et al.* Study on the response surface process of metal-enzymatic hydrolytic chlorogenic acid [J]. Appl Chem Ind, 2016, 4: 707-710.
- [64] 韩建宁, 宁娜, 郁建生, 等. 响应面优化微波协同酶法提取杜仲叶中绿原酸的工[J]. 贵州农业科学, 2015, 43(8): 227-231.
Han JJ, Ning N, Yu JS, *et al.* The response surface optimized microwave synergistic enzymatic method to extract chlorogenic acid from *Eucommia* leaves [J]. Guizhou Agric Sci, 2015, 43(8): 227-231.
- [65] 关海宁, 乔秀丽, 刁小琴, 等. 微波协同纤维素酶提取玉米须绿原酸工艺优化[J]. 食品工业科技, 2015, 10: 198-201.
Guan HN, Qiao XL, Diao XQ, *et al.* Process optimization of microwave synergy cellulase extraction stigma of chlorogenic acid [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 10: 198-201.
- [66] 李彩云, 康健, 刘晓娜, 等. 微波超声辅助优化葵花籽粕绿原酸的提取工艺[J]. 中国油脂, 2016, 2: 88-91.
Li CY, Kang J, Liu XN, *et al.* the extraction process of chlorogenic acid sunflower meal by optimization of ultrasonic assisted microwave [J]. China Oils Fats, 2016, 2: 88-91.
- [67] 关海宁, 刁小琴, 乔秀丽, 等. 超声协同微波辅助提取稻壳绿原酸的工艺优化[J]. 食品工业, 2016, 1: 43-47.
Guan HN, Diao XQ, Qiao XL, *et al.* Process optimization of ultrasonic synergy microwave assisted extraction of rice husk chlorogenic acid [J]. Food Ind, 2016, 1: 43-47.
- [68] 谭伟, 丘泰球, 阳元娥. 超临界 CO₂ 萃取葵花籽粕绿原酸影响因素分析[J]. 食品工业, 2008, 4: 17-20.
Tan W, Qiu TQ, Yang YE. Analysis of the influence factors of supercritical CO₂ extraction with chlorogenic acid [J]. Food Ind, 2008, 4: 17-20.

- [69] 谭伟, 丘泰球, 张焜, 等. 超声场对超临界 CO₂ 萃取萘柏绿原酸的影响[J]. 精细化工, 2009, 26(10): 978-981.
Tan W, Qiu TQ, Zhang K, *et al.* The effect of ultrasonic field on supercritical CO₂ extraction of chlorogenic acid [J]. Fine Chem, 2009, 26(10): 978-981.
- [70] 阳元娥. 超声强化超临界 CO₂ 萃取萘柏绿原酸工艺[J]. 广东化工, 2010, 37(10): 51-52, 61.
Yang YE. Process of ultrasonic reinforcement of supercritical CO₂ extraction of the chlorogenic acid [J]. Guangdong Chem Ind, 2010, 37(10): 51-52, 61.
- [71] 钟玲, 徐婷. 超临界 CO₂ 萃取金银花叶中绿原酸及挥发油成分研究[J]. 亚太传统医药, 2013, 2: 43-46.
Zhong L, Xu T. Study on the constituents of chlorogenic acid and volatile oil from supercritical CO₂ extraction [J]. Asia-Pacific Tradit Med, 2013, 2: 43-46.

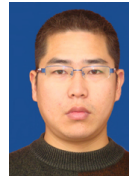
(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



潘婉莲, 主要研究方向为植物性功能食品研究。

E-mail: 1319880453@qq.com



余海忠, 博士, 副教授, 主要研究方向为植物活性物质应用及植物性功能食品开发。

E-mail: haizhongvip@126.com

“水产品加工及质量安全”专题征稿函

水产品是海洋、江河、湖泊里出产的动物或藻类的总称, 是人们日常生活中重要的食物。为了保障人们的消费质量与食用安全, 水产品的质量安全与贮藏保鲜显得尤为重要。水产品的精深加工和安全研究有利于发展渔业经济, 促进我国水产食品质量安全水平, 降低食品安全风险, 保障消费者权益。

本刊特别策划了“水产品加工及质量安全”专题, 主要围绕水产品加工与研发、水产品贮藏与保鲜、水产品药物残留检测、水产品安全控制、海洋生物活性物质开发和利用、新型海洋食品与海洋功能食品开发技术、水产品的质量与标准等方面或您认为有意义的相关领域展开论述和研究, 综述及研究论文均可, 本专题计划在 2018 年 2 月出版。

本专题由国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员担任专题主编, 由渤海大学励建荣教授、上海海洋大学王锡昌教授、浙江海洋大学邓尚贵教授、集美大学刘光明教授、黄海水产研究所周德庆研究员共同担任专题副主编。特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在 2018 年 1 月 30 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部