

# 枇杷叶化学成分与药理作用研究进展

王竹轩\*, 周嘉怡\*, 郝佳慧, 周铭源#

浙江中医药大学医学技术与信息工程学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2023年2月1日; 录用日期: 2023年2月28日; 发布日期: 2023年3月8日

## 摘要

枇杷叶为蔷薇科植物枇杷的干燥叶, 是我国传统常用中药, 收载于历版药典中供临床使用, 在肺胃病的临床治疗颇多。随着科学研究的不断深入, 枇杷叶的来源、鉴别手段、成分分析和药理作用等被逐步揭示。通过气相色谱-质谱联用的分析方法等技术手段, 可鉴别分离枇杷叶中挥发油、三萜酸、倍半萜类、黄酮类化合物、多酚类、有机酸类等有效成分。研究表明, 枇杷叶具有抗炎、抗氧化、降血糖、止咳祛痰、抗肿瘤、抗菌抗病毒、保肝等药理作用。笔者通过梳理相关医籍以及文献, 根据枇杷叶的来源、与混淆物石楠叶的鉴别、化学成分分析和药理作用的研究进展进行归纳总结, 对枇杷叶化学成分与药理作用进行综述, 以为枇杷叶的开发使用、临床应用提供参考。

## 关键词

枇杷叶, 石楠叶, 化学成分分析, 药理作用

# Advances in Studies on Chemical Constituents and Pharmacological Effects of Loquat Leaves

Zhuxuan Wang\*, Jiayi Zhou\*, Jiahui Hao, Mingyuan Zhou#

School of Medical Technology and Information Engineering, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou Zhejiang

Received: Feb. 1<sup>st</sup>, 2023; accepted: Feb. 28<sup>th</sup>, 2023; published: Mar. 8<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Loquat leaf is the dry leaf of Rosaceae loquat, which is a traditional Chinese medicine commonly

\*共同第一作者。

#通讯作者。

used in our country. With the development of scientific research, the source, identification, composition analysis and pharmacological action of loquat leaf have been revealed gradually. By means of analytical methods such as gas chromatography-mass spectrometry, it can be used to separate essential oil, triterpene acid, sesquiterpene, flavonoid, polyphenols and organic acids from loquat leaves. The results show that loquat leaf has anti-inflammatory, anti-oxidation, hypoglycemic, antitussive and expectorant, anti-tumor, anti-bacterial and anti-viral, liver-protective and other pharmacological effects. By combing relevant medical books and literatures, the author summarized the research progress of loquat leaf, identification, chemical composition analysis and pharmacological action of Photinia leaf, reviewed the chemical constituents and pharmacological effects of loquat leaf in order to provide references for the development and clinical application of loquat leaf.

## Keywords

Loquat Leaves, Photinia Leaf, Chemical Composition Analysis, Pharmacological Action

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

枇杷叶为蔷薇科植物枇杷的干燥叶，是我国传统常用中药，收载于历版药典中供临床使用。枇杷叶归肺、胃经，具清肺止咳，降逆止呕之功效，用于治疗肺热咳嗽、气逆喘急、胃热呕逆、烦热口渴等症[1]，在肾系疾病的治疗中也展现出独特价值[2]。品种丰富，普通枇杷可能起源于贡嘎山东南坡的大渡河中下游地区[3]，和混淆物石楠叶有较大差异性[4] [5]，主要功能成分有挥发油、三萜酸、倍半萜类、黄酮类化合物、多酚类、有机酸类[6]-[11]等，主要药理作用有抗炎、抗氧化、降血糖、止咳祛痰、抗肿瘤、抗菌抗病毒、保肝。

## 2. 枇杷叶的来源及鉴别

章恢志等[3]通过比较大渡河枇杷、栎叶枇杷和普通枇杷的形态、花粉特征以及茎皮、根过氧化物酶同工酶，结合分析植物群落、地理、气候条件及普通枇杷的生物学特性和野生分布后认为，贡嘎山东南坡的大渡河中下游地区可能是普通枇杷的起源中心。郭娜[12]研究表明，不同种源枇杷叶的水、醇浸出物存在显著差异，出产于福建省的枇杷叶水、醇浸出物含量较高，湖南白沙、单边种则较低。

石楠叶和枇杷叶均属蔷薇科植物，其中石楠叶是石楠之叶，有通络、祛风、益肾之药效[13]。石楠叶与枇杷叶在外形上十分类似，二者的混淆使用极易影响临床治疗。江飞[4]通过性状、显微、理化等比较方法发现2种药材存在着比较大的差异性，比如石楠叶纤维量多，多数成束，直径为13 μm，薄壁细胞含草酸钙方晶，并形成晶鞘纤维，而枇杷叶纤维细长状，完整长162~360 μm，直径为7~18 μm，壁厚2~8 μm，部分纤维束细胞含草酸钙方晶，壁不均匀增厚，微木化。骆海莺等[5]通过显微鉴别发现石楠叶维管束呈“U”字形，中柱鞘纤维与含黄色物质的薄壁细胞相间排列成断续的半环形，而枇杷叶近环状，中柱鞘纤维束排成不连续的环；粉末显微特征中枇杷叶有单细胞非腺毛，而石楠叶没有。

## 3. 枇杷叶化学成分分析

从枇杷叶中分离出的主要功能成分有挥发油、三萜酸、倍半萜类、黄酮类化合物、多酚类、有机酸

类等[14]。功能成分决定着枇杷叶的药用和保健价值,根据大量研究表明,枇杷叶的药理功能主要取决于多酚类以及三萜酸类[7][10]。

### 3.1. 挥发油

枇杷叶挥发油的主要成分为橙花叔醇和金合欢醇,还有醇蒎烯、苾烯、月桂烯、对聚伞花素芳樟醇及其氧化物等[6]。宋宁等[15]通过建立新鲜枇杷叶挥发油的气相色谱-质谱联用的分析方法,共鉴定出56个化合物的结构。新鲜枇杷叶挥发油中主要是以反式-橙花叔醇(45.84%)、金合欢醇(13.15%)、 $\alpha$ -红没药醇(5.55%)等为代表的醇类化学成分。研究表明, $\beta$ -葡萄糖苷酶具有增香作用,金合欢醇、香叶醇规定为允许使用的食用香料[16], $\alpha$ -红没药醇具有抗氧化、抗炎、抗菌、抗寄生虫等作用,对多种肿瘤细胞也具有抑制作用[17],为进一步开发和利用枇杷叶的药用、食品香料等方面价值提供理论依据。

### 3.2. 三萜酸

枇杷叶具有显著的降血糖作用,所含三萜酸成分是其重要的药效物质基础[7]。其中含量相对较高的三萜酸化合物主要有熊果酸、科罗索酸、蔷薇酸、委陵菜酸、齐墩果酸和马斯里酸,这6种三萜酸在人肠道菌群培养系统中相对比较稳定,菌群生物转化后可能具有一定的降血糖增效作用[18]。此外,李琪等[19]研究发现三萜酸能诱导白血病细胞凋亡,齐墩果酸、乌苏酸和2 $\alpha$ -羟基齐墩果酸对白血病细胞K562(人慢性白血病细胞)有抑制效果,其中乌苏酸质量浓度为20  $\mu\text{g/mL}$ 时对癌细胞生长抑制率达91.96%。

### 3.3. 倍半萜类

枇杷叶、果实和种子提取物有降血糖功能。Tommasi等[8]研究发现了倍半萜苷可以显著抑制糖尿病小鼠血糖并能降低正常小鼠血液中糖含量。从蔷薇科植物枇杷 *Eriobotrya japonica*(Thunb)Lind 的干燥叶中分离得到的倍半萜类化合物 Nerolidol-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)]- $\beta$ D-alucopyranoside 具有显著的降血糖活性[8][20]。为探讨该化合物人肠内菌生物转化动力学,推测其代谢途径。赵磊等[21]采用人肠内菌与该化合物共温孵培养的方法发现该化合物可被人肠内菌生物转化,产生逐步去糖基化产物。

### 3.4. 黄酮类化合物

黄酮类化合物是酚类化合物的一种,由两个芳香环(A和B)通过中央三碳链连接而成的色原烷或色原酮的2-或3-苯基衍生物,在植物体内常与糖结合成苷类或者以游离态存在[9],广泛存在于天然产物中,具有多种生理学活性和药理作用,其具有抑菌、防癌抗癌、抗心率失常、抗氧化、抗衰老、抗心血管疾病、抗骨质疏松、降血脂、护肝、解肝毒、治疗急、慢性肝炎及肝硬化等功能。枇杷叶中黄酮类化合物含量仅次于三萜酸,黄素华等[22]通过实验得出,枇杷叶黄酮提取物、三萜酸提取物的抗氧化活性较高,应用在止咳、化痰方面,枇杷叶提取物中黄酮、三萜酸等具有较好的作用,其中,由于黄酮米成分水溶性好,药效更容易发挥。黄琼等[23]通过分光光度法测定枇杷叶中黄酮类化合物含量及考察其有效清除 $\cdot\text{OH}$ 和 $\text{O}_2$ 作用。实验得出,枇杷叶黄酮类化合物含量为78.86  $\text{mg/g}$ ,当其质量浓度为1.4  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,其对 $\cdot\text{OH}$ 和 $\text{O}_2$ 的清除率分别为82.9%和77.3%,说明枇杷叶黄酮类化合物具有较强的体外抗氧化活性,且清除作用随枇杷叶黄酮类化合物质量浓度的增加而增强。

### 3.5. 多酚类

酚类化合物是植物中最重要且分布最广泛的一类次生化合物,按其所含的羟基数目,包括一元酚以及多元酚。多元酚又叫做多酚类化合物,以苯酚为基本骨架,苯环上取代了多个羟基。枇杷果实、叶、

花和种子中均含酚类物质,从枇杷叶中分离得到的多酚类成分,其母核多是黄酮、黄烷-3-醇。植物多酚具有很高的生物活性,拥有极强的抗氧化和抑菌能力[24]。目前枇杷中已鉴定酚酸(羟基肉桂酸和羟基苯甲酸)和黄酮类(黄酮醇、黄烷酮、黄烷醇和黄酮木脂素)等物质 50 余种[10],枇杷叶中的多酚类化合物以黄酮类和酚酸类化合物为主,同时也是当前枇杷叶主要的研究内容。

### 3.6. 有机酸类

枇杷叶中有机酸主要有蔷薇酸、枸橼酸、苹果酸、酒石酸、富马酸、草酰乙酸、 $\alpha$ -酮戊二酸等化合物[11]。

### 3.7. 其他

除上述有效成分外,枇杷叶多糖是枇杷叶中含量较高也可能是其药理作用的主要有效成分,其具有提高耐缺氧能力、抗衰老、抗氧化、降血糖、抗肿瘤和提高免疫力等作用[25]。枇杷叶多糖的药理作用相对三萜酸等较弱,且对其分离纯化及单糖组成分析的研究较少。此外,关于枇杷叶中含有许多无机元素,黄腾花等[26]采用离子发射光谱法测定得出,枇杷叶中 Cu、Pb、Zn、Ni、Cd、Cr、Fe、Mn、Al、Ti、K、Na、Ca、Mg 含量不一样,每个部位都是 K 元素含量最高,Cd 元素最低,元素含量高低顺序为 Ca、K、Mg、Na、Fe、Zn、Mn、Cu、Al、Ni、Pb、Ti、Cr、Cd。

## 4. 枇杷叶的药理作用

枇杷叶始载于《名医别录》,列为中品,是清肺止咳的常用中药。药理研究表明,枇杷叶具有抗炎、止咳祛痰、抗氧化、降血糖、抗肿瘤、抗菌抗病毒、保肝等药理活性。

### 4.1. 抗炎作用

炎症是具有血管系统的活体组织对各种损伤因子的刺激所发生的以防御反应为主的基本病理过程。炎症是损伤、抗损伤和修复的动态过程[27]。在卡介苗联用 LPS 诱导大鼠 CB 模型中,孟晓明等[28]研究发现枇杷叶三萜酸能降低大鼠肺泡巨噬细胞一氧化氮合酶的 mRNA 及蛋白的表达,并且抑制 NO 的释放,从而实现其对慢性支气管炎抗炎作用。在体外 HNE 抑制活性模型和体内烟雾致小鼠急性肺损伤模型中,朱敏芳等[29]研究发现,在 50、100、150 mg/kg<sup>3</sup> 个剂量下,枇杷叶提取能显著降低肺泡液 TNF- $\alpha$  和小鼠中性粒细胞弹性蛋白酶(NE)水平,枇杷叶提取物可以通过抑制 HNE 的活性来降低急性肺损伤的程度。

### 4.2. 抗氧化作用

实验证明,枇杷叶提取物具有很强的抗氧化活性,可以明显减少 DPPH 自由基转化的作用,对小鼠肝脏匀浆在 37℃ 下暴露于空气中,使用丙二酰硫脲引起的脂质过氧化反应有明显的抗氧化作用[30]。许丽璇[31]应用丙二醛(MDA)测定试剂盒考察枇杷叶黄酮对体内外 MDA 质量浓度的影响,结果发现枇杷叶黄酮质量浓度为 0.05~4.00 g/L 时具有较强的体外抗氧化能力,并能减少小鼠肝线粒体及肝匀浆 MDA 的生成,可抑制 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 诱导的小鼠红细胞溶血;腹腔注射枇杷叶黄酮对小鼠体内肝组织 MDA 生成的抑制作用显著。黄素华等[32]发现大孔树脂吸附法可用于纯化枇杷叶多糖,纯化后多糖对 DPPH 的 EC<sub>50</sub> 从纯化前的 4.21 mg/g 降低到 1.64 mg/g 且自由基清除能力也得到提高。李锋等[33]研究发现,枇杷叶科罗素酸在一定剂量范围内能有效降低 AAPH 所致 HAECs 的乳酸盐脱氢酶漏出量,维护细胞结构的完整性;提高受损细胞的超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶活性,从而提升内皮细胞抵抗氧化应激的能力;降低细胞处于 sub-G1/G0 状态的比例,减少 AAPH 所致细胞的坏死或凋亡,能在细胞水平有效保护 HAECs 免受 AAPH 氧化应激损伤。

### 4.3. 降血糖作用

枇杷叶是我国常用传统中药,其成分复杂,具有明显的降血糖功能。在链尿佐菌素(STZ)诱导糖尿病小鼠模型中,宋星等[34]研究结果发现枇杷叶提取物可以显著降低小鼠空腹血糖浓度、血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)含量,显著增加胰岛素水平及高密度脂蛋白胆固醇含量(HDL-C)。李锋等[35]研究发现,枇杷叶提取物对正常小鼠空腹灌胃葡萄糖后的血糖上升有明显的抑制作用,对正常小鼠空腹灌胃淀粉后的血糖上升有较强的抑制作用,体现出较好的控制餐后血糖的活性且不对正常机体的血糖值造成影响。

### 4.4. 止咳祛痰作用

药理研究表明枇杷叶具较好的抗炎和止咳作用,临床常用于治疗急、慢性呼吸道疾病。叶广亿等[36]研究发现枇杷叶炙品提能显著延长小鼠和豚鼠咳嗽潜伏期,减少小鼠咳嗽次数,增加小鼠呼吸道排泌量,延长豚鼠喘息潜伏期。王立为等[37]采用二甲苯致小鼠耳肿胀法、二氧化硫引起小鼠咳嗽和枸橼酸喷雾致豚鼠咳嗽模型,研究枇杷叶止咳作用的有效成分,结果表明枇杷苷具有良好的止咳效果。

### 4.5. 抗肿瘤作用

恶性肿瘤是继心血管疾病之后人类健康的第二大杀手,近年来全球肿瘤发病率和死亡率增长迅速,因而攻克和治愈恶性肿瘤成为当今各国研究的热点。任伟光等[38]研究发现枇杷叶有着较强的 EGFR 激酶抑制活性,EGFR 属于酪氨酸激酶 I 型受体家族,是原癌基因 *Cerb-1* 的表达产物,抑制 EGFR 激酶活性可抑制肿瘤生长,因此枇杷叶中的活性成分可作为筛选 EGFR 激酶抑制剂的潜在目标。Ito 等[39]研究发现枇杷叶对口腔肿瘤细胞具有细胞毒性,并可以明显延缓亚硝酸盐和 TPA 诱导的癌细胞病变,且抑制作用与没食子儿茶素没食子酸酯相当,但对正常细胞没有毒性作用。还有研究发现枇杷叶三萜酸能抑制基质金属蛋白酶 2 (MMP-2)和基质金属蛋白酶 9 (MMP-9)的活性和表达,抑制肺癌等癌细胞转移和扩散[40]。

### 4.6. 抗菌抗病毒作用

Shoko Taniguchi 等[41]研究表明,枇杷叶中的 2 $\alpha$ , 19 $\alpha$ -二羟基 3-O-乌索酸具有抗 HIV 活性,从中提取的三萜酸类成分对 EBV-EA 病毒也显示活性。另有研究发现,枇杷叶中的 3-O-反式-咖啡酰萎陵菜酸(3-O-trans-caffeoyltormentic acid)具有明显降低鼻病毒的感染率,但是对于人类的 HIV-1 和 Sindbis 病毒的复制无明显抑制作用[42]。谢红英等[43]研究发现枇杷叶提取物在体外对白色葡萄球菌、金黄色葡萄球菌、肺炎双球菌、福氏痢疾杆菌等有抑制作用,其中对于金黄色葡萄球菌的抑菌效果最佳。

### 4.7. 保肝作用

田丽婷等[44]研究发现枇杷叶中的齐墩果酸具有护肝、解毒作用,并能对 CCl<sub>4</sub> 引起的急慢性肝炎损伤有明显保护作用,其显著降低谷丙转氨酶和谷草转氨酶的活性,能防止实验性肝硬化的发生。张扬武等[45]探讨枇杷叶熊果酸抗肝纤维化的可能作用机制发现,枇杷叶熊果酸能够抑制体外培养的 HSC-T6 细胞增殖,降低 ECM 分泌,可能与其上调过氧化物酶增殖物激活受体- $\gamma$  (PPAR- $\gamma$ )基因和蛋白表达,下调 TGF- $\beta$ 1 基因和蛋白的表达有关;枇杷叶熊果酸通过抑制肝星状细胞活化发挥保肝作用和抗肝纤维化作用。在四氯化碳致小鼠急性肝损伤模型中,梁树才等[46]发现枇杷叶总黄酮能显著降低肝损伤小鼠血清谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)水平,降低肝组织 MDA 含量,升高 GSH 含量,增高 SOD 和 GSH-Px 水平,其机制可能与提高机体抗氧化酶活力、清除自由基、抑制脂质过氧化有关。

## 5. 展望

近年来,随着民族药材的兴起及天然药物使用的增多与研究开发热度的不断上升,枇杷叶的开发与

应用也日益广泛。枇杷叶作为我国传统中药,具清肺止咳,降逆止呕之功效,用于治疗肺热咳嗽、气逆喘急、胃热呕逆、烦热口渴等症状,临床应用广泛。目前,研究发现枇杷叶的主要化学成分有挥发油、三萜酸、倍半萜类、黄酮类化合物、多酚类、有机酸类等,随着药理学研究的深入,发现其药理作用有主要药理作用有抗炎、抗氧化、降血糖、止咳祛痰、抗肿瘤、抗菌抗病毒、保肝等。中药的疗效与药材的产地、采收、加工、贮存等环节密切相关,枇杷叶的药效研究受提取物、有效部位、有效总成分等多方面因素的干扰,因此还需深入系统研究单体结构与活性的关系。

枇杷叶活性成分种类丰富,在食品、中医药开发、植物有效成分研究和种植业等方面具有较好的经济效益。枇杷叶的临床应用价值较大,随着对枇杷叶化学成分研究的不断深入,其使用将会更科学、更广泛。

## 致 谢

本文引用数位学者的研究文献,在此我们衷心感谢国家自然科学基金和研究者为我们提供阅读、转载、引用智力成果的平台及权限。感谢浙江中医药大学对我们的栽培,以及我们所在的医学技术与信息工程学院院领导及老师对学生科研任务的全力支持。感谢丁志山教授、周铭源老师对此项课题研究的专业指导以及对我们本科成长期间给予的帮助,使我们可以研究过程中学以致用,培养国际化的视野、感受中国医学和中医药文化的魅力。

## 基金项目

白及枇杷丸治疗急性肺损伤作用研究(编号:202210344011)。

## 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:204.
- [2] 张燕伟,焦剑. 浅谈枇杷叶方药在肾系疾病中的应用[J]. 中国民间疗法,2021,29(24):80-83.
- [3] 章恢志,彭抒昂,蔡礼鸿,方德秋. 中国枇杷属种质资源及普通枇杷起源研究[J]. 园艺学报,1990(1):5-12+81.
- [4] 江飞. 石楠叶和枇杷叶比较鉴别的方法分析[J]. 临床合理用药杂志,2014,7(23):76-77.
- [5] 骆海莺,林远灿. 石楠叶与其混淆品枇杷叶的比较鉴别[J]. 海峡药学,2013,25(3):37-38.
- [6] 江苏新医学院. 中药大辞典(上册)[M]. 上海:上海科学技术出版社,1977:25-39.
- [7] 王增斌. 枇杷叶主要成分周年变化规律研究. 西北农林科技大学,2022.
- [8] Tommasi, N.D., Simone, F.D., Cirino, G., et al. (1991) Hypoglycemic Effects of Sesquiterpene Glycosides and Polyhydroxylated Triterpenoids of *Eriobotrya japonica*. *Planta Medica*, **57**, 414-416. <https://doi.org/10.1055/s-2006-960137>
- [9] 刘丽丽,刘玉垠,王杰,赵小娜,鲁周民. 枇杷功能成分及生物活性研究进展[J]. 食品科学,2020,41(5):306-314.
- [10] 张文娜,李鲜,孙崇德,陈昆松. 枇杷酚类物质及其生物活性研究进展[J]. 食品与药品,2015,17(2):123-128.
- [11] 肖旭坤,王翰华,阮洪生. 枇杷叶化学成分和药理活性研究进展[J]. 中医药导报,2019,25(21):60-66.
- [12] 郭娜. 福建地产枇杷叶的化学品质评价[D]:[硕士学位论文]. 福州:福建中医药大学,2014.
- [13] 周玉,任孝敏,吴雨真,殷军港. 超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取石楠叶挥发油化学成分的研究[J]. 农产品加工(学刊),2011(6):71-73.
- [14] 刘传安,邹盛勤,陈武. 枇杷叶化学成分·药理作用及其应用研究进展[J]. 安徽农业科学,2005(11):2117-2118+2171.
- [15] 宋宁,刘语,刘铮铮,杨广德. GC-MS 方法分析新鲜枇杷叶挥发油及β-葡萄糖苷酶对枇杷叶的增香作用[J]. 中国林副特产,2019(6):5-7+12.
- [16] 《GB 2760-2007 应用指南》[N]. 中国质量报,2010-02-02(003).
- [17] 闫海斌,徐如祥. α-红没药醇对胶质母细胞瘤细胞迁移和侵袭的影响[J]. 解放军医学院学报,2018,39(8):

- 699-706.
- [18] 鞠建华, 周亮, 林耕, 刘东, 王立为, 杨峻山. 枇杷叶中三萜酸类成分及其抗炎镇咳活性研究[J]. 中国药学杂志, 2003(10): 24-29.
- [19] 李琪. 枇杷花化学成分及生物活性的研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 四川师范大学, 2009.
- [20] Chen, J., Li, W.L., Wu, J.L., *et al.* (2008) Hypoglycemic Effects of a Sesquiterpene Glycoside Isolated from Leaves of Loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.). *Phytomedicine*, **15**, 98-102. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2006.12.014>
- [21] 赵磊, 陈剑, 敖先璨, 刘艳, 任冰如, 李维林. 枇杷叶中一个降血糖活性倍半萜苷的人肠内菌生物转化研究[C]//中国化学会第十届全国天然有机化学学术会议论文集——第三分会场: 天然产物合成生物学、化学生物学及新技术. 2014: 120.
- [22] 黄素华, 陈彤, 邱丰艳, 洪燕萍. 枇杷叶不同成分抗氧化和止咳祛痰活性研究[J]. 湖北农业学, 2019, 58(12): 138-140+146.
- [23] 黄琼. 枇杷叶黄酮类化合物含量测定及抗氧化性研究[J]. 佛山科学技术学院学报(自然科学版), 2018, 36(4): 79-82.
- [24] 赵竞, 景浩. 不同品种葡萄皮、籽提取物多酚含量及抗氧化能力的比较研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(10): 154-158.
- [25] 秦春青, 阮家耀, 王瑞宇, 孙培龙, 张安强. 枇杷叶多糖分离纯化及其单糖组成研究[J]. 中草药, 2018, 49(14): 3240-3244.
- [26] 黄腾花, 崔升淼. ICP-AES 测定枇杷叶的 14 种微量元素[J]. 广东化工, 2015, 42(23): 185+184.
- [27] 骆亚莉, 周啸天, 魏本君, 刘永琦, 马玉, 李程豪, 李研. 中医学对炎症微环境与炎症恶性转化的认识[J]. 时珍国医国药, 2022, 33(8): 1966-1968.
- [28] 孟晓明, 李俊, 黄艳, 马陶陶, 黄成, 江国林. 枇杷叶三萜酸对慢性支气管炎大鼠肺泡巨噬细胞一氧化氮合酶及一氧化氮表达的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2008(2): 189-193.
- [29] 朱敏芳, 张捷, 冯丽, 李医明. 枇杷叶提取物对中性粒细胞弹性蛋白酶抑制作用[J]. 中成药, 2017, 39(1): 177-180.
- [30] Kwon, H., Kang, M.J., Kim, H., *et al.* (2000) Inhibition of NFkappaB by Methyl Chlorogenate from *Eriobotrya japonica*. *Molecules and Cells*, **10**, 241-246.
- [31] 许丽璇. 枇杷叶黄酮的提取及对小鼠的抗氧化作用[J]. 西北农业学报, 2013, 22(3): 23-28.
- [32] 黄素华, 邱丰艳, 戴婉妹, 洪燕萍. 枇杷叶多糖纯化工艺及抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(5): 205-209.
- [33] 李锋, 李义嘉, 李清仙, 郭养浩, 石贤爱. 枇杷叶科罗素酸抑制人低密度脂蛋白氧化修饰及保护血管内皮细胞氧化损伤作用[J]. 食品科学, 2017, 38(15): 215-220.
- [34] 宋星, 王婷婷, 杨晓丹, 李燕. 枇杷叶中含科罗素酸提取物的分离纯化及降血糖活性研究[J]. 中国新药杂志, 2017, 26(2): 214-219.
- [35] 李锋, 王航, 薛原楷, 郭养浩. 枇杷叶三萜酸降血糖活性实验研究[J]. 药物生物技术, 2011(4): 12.
- [36] 叶广亿, 李书渊, 陈艳芬, 等. 枇杷叶不同提取物的止咳化痰平喘作用比较研究[J]. 中药药理与临床, 2013, 29(2): 100-102.
- [37] 王立为, 刘新民, 余世春, 肖培根, 杨峻山. 枇杷叶抗炎和止咳作用研究[J]. 中草药, 2004(2): 60-62.
- [38] 任伟光, 刘德旺, 林森森, 李文涛, 黄林芳. 基于 UPLC-Q-TOF/MS 分析枇杷叶抑制 EGFR 激酶的活性部位研究[J]. 中国新药杂志, 2013, 22(17): 2012-2015.
- [39] Hideyiri to, Eri obeysth, Yoshie Takvematsu, *et al.* (2002) Polyphenols from *Eriobotrya japonica* and Their Cytotoxicity against Human Oral Tumor Cell Lines. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, **48**, 687-693. <https://doi.org/10.1248/cpb.48.687>
- [40] Cha, D.S., Shin, T.Y., Eun, J.S., *et al.* (2011) Anti-Metastatic Properties of the Leaves of *Eriobotrya japonica*. *Archives of Pharmacal Research*, **34**, 425-436. <https://doi.org/10.1007/s12272-011-0310-1>
- [41] Taniguchi, S., *et al.* (2002) Production of Bioactive Triterpenes by *Eriobotrya japonica* Calli. *Phytochemistry*, **59**, 315-323. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(01\)00455-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00455-1)
- [42] De Tommasi, N, D e S imone, Pizza, C, *et al.* (1992) Constituents of *Eriobotrya japonica*. A Study of Their Antiviral Properties. *Journal of Natural Products*, **55**, 1067-1073. <https://doi.org/10.1021/np50086a006>

- [43] 谢红英, 刘艺, 王洪新, 张静, 秦赟. 枇杷叶提取物抗氧化和抑菌作用的研究[J]. 食品工业, 2007(2): 1-4.
- [44] 田丽婷, 马龙, 堵年生. 齐墩果酸的药理作用研究概况[J]. 中国中药杂志, 2002(12): 9-11+26.
- [45] 张扬武, 罗伟生, 陈姗, 黄瑞, 谭全肖, 王仕衍, 张夏, 禩传凤. 枇杷叶熊果酸对大鼠肝星状细胞增殖抑制作用及对 PPAR- $\gamma$ 、TGF- $\beta$ 1 表达的影响[J]. 中国药理学通报, 2017, 33(4): 517-521.
- [46] 梁树才, 李先佳. 枇杷叶总黄酮对小鼠急性肝损伤的保护作用[J]. 中医临床研究, 2014, 6(17): 4-5+7.