

# 常见花茶的功能成分与生物活性研究进展

李脉泉<sup>1,2\*</sup>, 董云霞<sup>1</sup>, 张灿<sup>1</sup>, 刘霞<sup>1</sup>, 李跑<sup>1</sup>, 李杰<sup>1</sup>, 刘仲华<sup>2</sup>

(1. 湖南农业大学食品科技学院, 食品科学与生物技术湖南省重点实验室, 湖南长沙 410128)

(2. 湖南农业大学茶学教育部重点实验室, 国家植物功能成分利用工程技术研究中心, 湖南长沙 410128)

**摘要:**花茶是通过植物的花或者叶子进行一种更深层次的加工而形成的茶, 因其富含多种营养功能成分, 对人体的健康有积极地作用。花茶不仅具备养生的功能, 同时还有一定的健身功效, 因此人们在日常的生活、学习、工作过程中, 都喜欢将其作为日常的饮品。近年来, 随着经济的快速发展, 花茶市场越来越兴盛, 花茶种类繁多, 有玫瑰花茶、茉莉花茶、金银花茶、菊花茶、桂花茶和蒲公英等各类花茶百余种。该研究综述了茉莉花茶、玫瑰茶、菊花茶、金银花茶四种常见花茶的营养成分、活性成分及生物活性研究进展。总结发现, 上述四种花茶富含蛋白质、维生素、多糖、儿茶素、茶碱类、黄酮类、挥发油类等营养和功能成分, 具有抗氧化与延缓衰老、提高免疫力、防治心血管疾病、杀菌抑菌等生物活性。

**关键词:**花茶; 玫瑰花茶; 菊花茶; 金银花茶; 生物活性

文章编号: 1673-9078(2022)09-361-373

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.9.1388

## Research Progress in Functional Components and Bioactivity of Common Scented Tea

LI Maiquan<sup>1,2\*</sup>, DONG Yunxia<sup>1</sup>, ZHANG Can<sup>1</sup>, LIU Xia<sup>1</sup>, LI Pao<sup>1</sup>, LI Jie<sup>1</sup>, LIU Zhonghua<sup>2</sup>

(1. Hunan Province Key Laboratory of Food Science and Biotechnology, College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

(2. Key Laboratory of Tea Science of Ministry of Education, National Research Center of Engineering and Technology for Utilization of Botanical Functional Ingredients, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** Scented tea is a kind of tea prepared from flowers or leaves after deep processing. It is rich in nutritional and functional components and has a positive effect on human health. Scented tea not only has the function of maintaining good health, but also has a certain effect on fitness; therefore, people like to use it as a drink in daily life, and during study and work. With the rapid development of the economy in recent years, the scented tea market has become increasingly prosperous. There are more than a hundred kinds of scented teas, including rose, jasmine, honeysuckle, chrysanthemum, osmanthus, and dandelion teas. In this study, the nutritional components, functional components, and bioactivity of jasmine, rose, chrysanthemum, and honeysuckle teas were reviewed. These four kinds of scented teas were found to contain proteins, vitamins, polysaccharides, catechins, theophylline, flavonoids, volatile oils, and other nutritional and functional components, which can effectively resist oxidation, delay aging, improve immunity, prevent and cure cardiovascular diseases, and kill and inhibit bacteria, among other bioactivities.

**Key words:** jasmine tea; rose tea; chrysanthemum tea; honeysuckle tea; bioactivity

引文格式:

李脉泉,董云霞,张灿,等.常见花茶的功能成分与生物活性研究进展[J].现代食品科技,2022,38(9):361-373

LI Maiquan, DONG Yunxia, ZHANG Can, et al. Research progress in functional components and bioactivity of common scented tea [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(9): 361-373

收稿日期: 2021-12-10

基金项目: 湖南省教育厅科学研究项目 (19C0933); 湖南省自然科学基金青年项目 (2020JJ5409); 湖南农业大学人才引进项目; 中国博士后自然科学基金面上项目 (2020M682568); 国家自然科学基金青年项目 (32001680); 湖南省教育厅科学研究项目 (20B282)

作者简介: 李脉泉 (1988-), 女, 博士, 讲师/研究生导师, 研究方向: 植物功能成分开发与利用, E-mail: limaiquan@hunau.edu.cn; 共同第一作者: 董云霞 (1996-), 女, 硕士生, 研究方向: 植物功能成分开发与利用, E-mail: dongyunxia20210302@136.com

花茶是我国特有的加工茶，每一种花茶或多或少含有天然的营养成分，这无疑是为我们的身体锦上添花，即顺理成章的成为众人喜爱的饮品之一。由于不同花茶它所包含的营养、功能成分不同，则与之对应的生物活性亦是不一样的，有时候相似的茶材搭配却有着较大的功效差异。在《本草拾遗》一书讲道：“诸药为各病之药，茶为万病之药”，这话既道出了茶的医用功效，也暗示了茶还具备保健之效。当前已被证实茶的医疗保健功效主要有：抗氧化、抗衰老；防癌、抗癌；增强免疫功能；抗辐射及重金属毒害；美容；抗龋齿等。不同茶叶的主要成分因制作工艺不同有很大的差异，以上功效主要得益于花茶中含有各种蛋白质、脂类、糖类和维生素等营养物质以及多酚、皂苷和萜类等生物活性物质。当代花茶市场前景广阔，茉莉花茶、菊花茶、玫瑰花茶以及金银花这四种是国内市场上较为流行的花茶，其营养成分、功能成分丰富，生物活性研究较深入，其中茉莉花茶为主要茶种，当产量大约 11 万 t，占国内总销售茶叶的四分之一。基于此，有关茉莉花茶保健的研究随之激增，菊花、玫瑰花、金银花等因为具有类似的保健功能同样受到大家的青睐。已有不少研究人员对他们的功能成分和生物活性进行了大量的研究，使更多的人深

入的了解花茶并探索其奥秘，这在一定程度上为保健产品的开发和研究奠定了基础，目前对于单个花茶的营养成分以及其对应的功效已有颇多研究，但不曾对花茶系统性归纳研究有相关的报道，本文将主要围绕上述四种花茶的研究进展进行综述。

## 1 常见花茶的主要营养、功能成分及生物活性研究现状

### 1.1 茉莉花茶

茉莉花茶有茉莉花片的别称，其不仅包含了茉莉花片的花香，还结合了绿茶的性凉特点。

#### 1.1.1 茉莉花茶的主要营养、功能成分

茉莉花茶的主要成分为蛋白质、维生素、糖类、脂肪等大量营养素和 Zn、Fe 等无机元素，它还含有儿茶素、茶碱类、黄酮类、皂苷等功能成分<sup>[1]</sup>。此外，茉莉花茶含有大量挥发性成分<sup>[2]</sup>，如醇类、酯类、醛类等，其中以乙酸苄酯为代表的酯类化合物和以芳樟醇为代表的醇类化合物是主要的挥发性成分以及茉莉花茶香气的主要成分<sup>[3]</sup>（见图 1）。

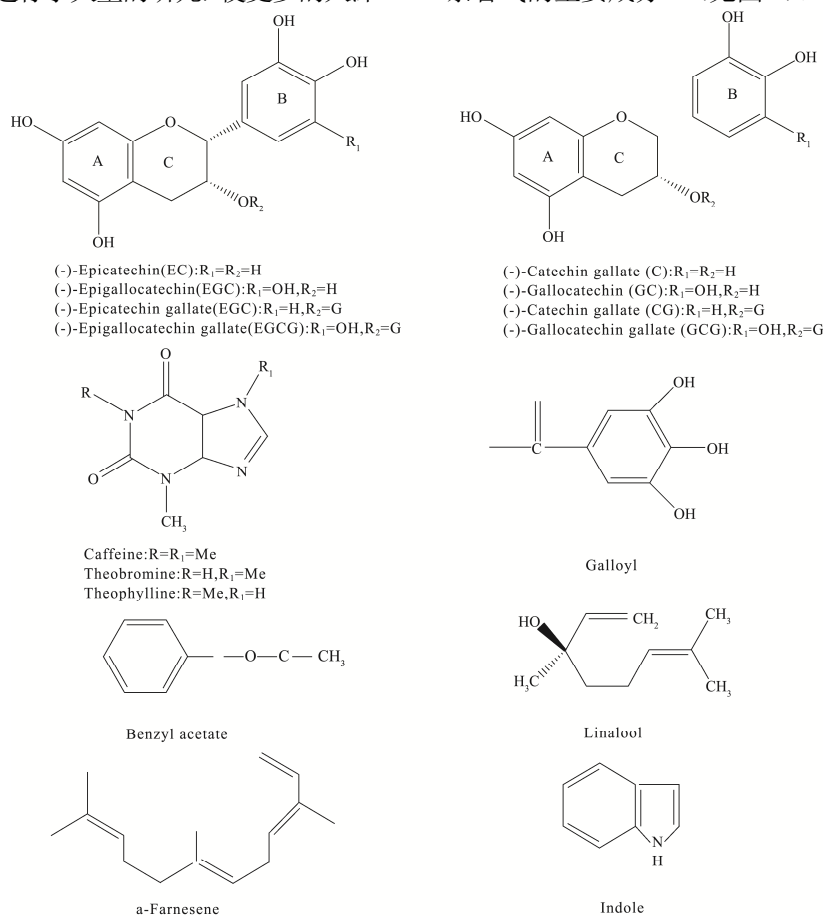


图 1 茉莉花茶中的主要功能成分和挥发性成分结构式

Fig.1 The chemical structures of main bioactive and volatile components in jasmine tea

### 1.1.2 茉莉花茶的生物活性

抗氧化与延缓衰老的作用。果蝇寿命试验表明, 1%的茉莉花茶组中果蝇的最高寿命以及平均寿命能分别延长一倍与一倍半<sup>[4]</sup>。林一萍等<sup>[4]</sup>从生物体内发现, 茉莉花茶表现出了抗脂质过氧化作用, 并且可以让生物体的寿命得以延长。小鼠高脂模型干预试验表明, 小鼠饮用茉莉花茶茶汤后其肝脏中丙二醛含量较对照组有明显的下降。表儿茶素没食子酸酯(EGC)、表儿茶素没食子酸酯(CG)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)和表儿茶素(EC)是茉莉花茶中的抗氧化和延缓机体衰老的主要功能物质<sup>[5]</sup>。进一步研究表明, 茉莉花茶之所以能够起到延缓衰老的作用, 以下几点可解释说明: 茶多酚是赋予茉莉花茶抗氧化作用的主要成分, 其延缓衰老机制表现在通过对氧化酶系抑制作用、对抗氧化酶系的激活作用、以及清除无机自由基、脂自由基、抗坏血酸、GSH和再生体内 $\alpha$ -生育酚等抗氧化剂体系, 从而起到抗氧化作用<sup>[6]</sup>; 同时, 茉莉花茶中的儿茶素结构中有供氢体的活性, 一旦发生氧化反应便会生成邻醌类物质来清除氧和脂类自由基进而延缓衰老<sup>[7]</sup>。

增强免疫力的作用。动物试验表明, 茉莉花茶主要通过小鼠免疫器官的重量、外周血 T 淋巴细胞数量、以及淋巴细胞对 ConA 刺激反应来提升小鼠免疫力<sup>[8]</sup>; 2%的茉莉花茶能够显著地增强或者改善正常以及血虚小鼠细胞免疫系统<sup>[9]</sup>。对茉莉花茶进行提取分析, 发现提取组分 B-2 以及茉莉花茶浸出液、茉莉花脱脂油在免疫方面都有着一定的促进效应<sup>[10]</sup>, 茶多酚、儿茶素、茶氨酸、茶多糖、茶色素是茉莉花茶提高免疫力的功能物质<sup>[11]</sup>。进一步研究表明, 茉莉花茶之所以能够起到增强免疫力的作用, 主要有以下几点原因: ECGC 主要是通过让血液中的白细胞、淋巴细胞和 T-淋巴细胞数的增多来提高免疫能力<sup>[12]</sup>; 茉莉花的浸出液儿茶素因让脾淋巴细胞转化率加快进而增强免疫力, 同时它也可使血清中分子物质(MMS)含量降低, 小鼠脾淋巴细胞 IL-2、IL-3 活性增强进而改善免疫功能<sup>[11]</sup>; 茉莉花的水提物茶多糖在调整肠道菌群时会增多双歧杆菌这一有益菌群并诱导淋巴组织集合的浆细胞产生大量的 sIgA, 这不但让小肠淋巴组织集合细胞增生起促进作用, 也增强了机体的免疫功能<sup>[13]</sup>。

预防心血管疾病的作用。茉莉花茶营养生理功能的实验结果表明茉莉花茶含有降血压、降血脂的作用, 并且对预防高脂血症以及脂肪肝等有着重要意义<sup>[14]</sup>。此外, 茉莉花茶可以让大鼠糖耐量得到改善, 有效地将大鼠空腹血糖得以降低<sup>[15]</sup>。茶多酚、咖啡碱、胆甾

烯酮、肌醇、叶酸、泛酸、儿茶素、茶多糖等是茉莉花茶降血压、降血脂、降血糖和防治心血管疾病的主要功能物质<sup>[16]</sup>。进一步研究表明, 茉莉花茶之所以能够起到降血压、降血脂、降血糖的作用, 主要有以下几点原因: 茶多酚与膜结合糖蛋白(ACE)作用控制其活性, 即抑制血管紧张素释放以及缓激素降解来达到降压目的<sup>[17]</sup>; 茶多酚中含有大量的酚羟基, 能够使酸败的程度得以削减, 对氧化胆固醇有一定的影响, 能防止食物中不饱和脂肪酸的氧化, 对血管壁上的脂质堆积具有一定的抑制作用, 因而预防心血管疾病<sup>[18]</sup>; 咖啡碱可以使血液中甘油三酯的浓度降低, 儿茶素可以使脂质的合成得到抑制, 由此达到降血脂目的<sup>[19]</sup>。

杀菌、抑菌的作用<sup>[20]</sup>。临床试验表明, 茉莉花茶水浸液具强抑菌作用, 茉莉花茶的水浸液可以抑制一系列龋齿致病菌以及牙周炎相关致病菌<sup>[21]</sup>。临床口腔护理实验证实, 茉莉花茶液对口腔的抑菌效果优于生理盐水<sup>[22]</sup>。并且茉莉花茶黄酮提取液具有光谱杀菌效果, 对枯草芽孢杆菌、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌均有一定抑制作用, 对金黄色葡萄球菌的抑菌能力最强<sup>[23]</sup>。茶多酚和没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)是茉莉花茶杀菌、抑菌作用的有效成分<sup>[24]</sup>。进一步研究表明, 茉莉花茶之所以能够起到杀菌、抑菌的作用, 主要有以下几点原因: 儿茶素对脂质双层有很强的亲和力, 影响其吸收和与脂质头基形成氢键的能力, 进而对儿茶素的抗菌性产生影响<sup>[25]</sup>; 茶多酚既可通过与 DNA 直接作用使其生长和增殖受到影响, 又可通过让 DNA 的正常形态与功能受到抑制进而实现抑菌作用<sup>[26]</sup>, 同时, 茶多酚结构中的酚羟基、苯环可与蛋白质形成氢键或疏水性结构, 让蛋白质的正常表达受到干扰, 进而抑制细菌的活性<sup>[27]</sup>。

抗抑郁的作用。刘珺等通过给小白鼠灌胃茉莉花茶汤, 然后检测小鼠体征状态、行为学指标及全脑中 NA、DA 和 5-HT 含量等指标探讨了茉莉花茶对抗抑郁的功效<sup>[28]</sup>。(R)-(-)-芳樟醇、茶氨酸是茉莉花茶抗抑郁的主要功能物质<sup>[29]</sup>。进一步研究表明, 茉莉花茶之所以能够起到抗抑郁的作用, 主要归结于以下几点: 一定浓度的茉莉花茶香气成分(R)-(-)-芳樟醇可以让人情绪起到镇静作用<sup>[30]</sup>; 茉莉花茶中的茶多酚具有一定的激活神经递质的作用, 在芳樟醇的作用下, 小鼠体内递质中多巴胺(DA)、5-羟色胺(5-HT)和去甲肾上腺素(NA)浓度得到改善, 去甲肾上腺素(NA)和多巴胺(DA)的含量有所提高<sup>[31]</sup>。

此外, 茉莉花还具有改善视力、保肾<sup>[32]</sup>、预防癌症<sup>[33]</sup>、祛痰止咳等作用。

## 1.2 玫瑰花茶

玫瑰花茶是用新鲜的玫瑰和茶按比例窖制而成，玫瑰花茶因独特的香味也是备受青睐。

### 1.2.1 玫瑰花茶的主要营养、功能成分

玫瑰花茶的主要成分为蛋白质、维生素 C、糖类等大量营养素和 Ca、Fe、Mg 等无机元素，它还含有

儿茶素、茶碱类、没食子酸、槲皮素、原花青素、鞣质、多糖、黄酮类、多酚类等功能成分<sup>[34]</sup>。此外，玫瑰花茶含有挥发性成分，如醇类、酯类、萜类、醛类、酮类等，其中以甲基丁香酚、香茅醇、 $\beta$ -苯乙醇和香叶醇为代表的酯类和醇类化合物对玫瑰花茶的香气起主要作用<sup>[35]</sup>（见图 2）。

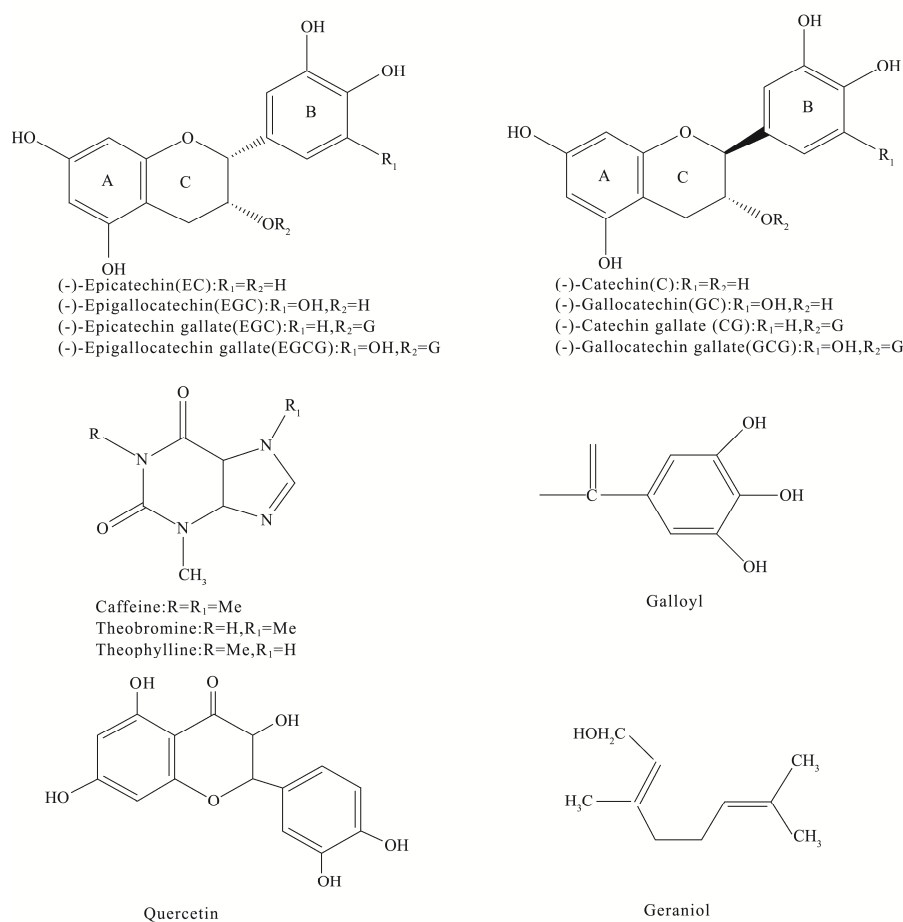


图 2 玫瑰花茶中的代表性功能成分和挥发性成分结构式

Fig.2 The chemical structures of main bioactive and volatile components in rose tea

### 1.2.2 玫瑰花茶的生物活性

抗氧化与延缓衰老的作用。果蝇寿命试验表明，0.1%~1%的玫瑰花提取物可以显著延长雌雄果蝇的寿命<sup>[36]</sup>。小鼠衰老模型试验表明，一定剂量的槲皮素发挥抗衰老功效主要是通过提高小鼠的抗氧化能力实现的<sup>[37]</sup>。除此之外还有大量的类似试验都可以说明玫瑰花中的一些功能成分可延缓衰老<sup>[38]</sup>。体外实验表明，玫瑰花茶对猪油类常见食品体系有显著的抗氧化作用<sup>[39]</sup>，动物实验表明，玫瑰花茶在组织水平、细胞水平及分子水平上，对衰老小鼠都有明显的抗氧化作用<sup>[40]</sup>。玫瑰中含有的玫瑰多糖、香叶醇、香茅醇、橙花醇、没食子酸、槲皮素、苯丙素类化合物、维生素 E 和胡萝卜素是主要的抗氧化成分<sup>[41]</sup>。进一步研究表

明，玫瑰花茶之所以能够起到延缓衰老的作用，主要有以下几点原因：玫瑰花多糖可以让 D-半乳糖所致衰老模型小鼠脾淋巴细胞增殖能力提升以及让 IL-2 活性明显增强，以此来调节让机体的免疫功能并使之得到改善，进而起到抗衰老的作用<sup>[42]</sup>；玫瑰中的没食子酸可使动物载体内的谷胱甘肽酶和 SOD 酶活性增加进而延长寿命<sup>[43]</sup>。

预防心血管疾病的作用。医学实验研究发现，玫瑰花茶在降低高血压、防止冠心病、动脉粥样硬化以及血栓形成等表现出突出作用<sup>[44]</sup>。动物实验表明，单宁、咖啡碱等可以让动脉平滑肌细胞的增殖受到抑制，突出显示抗凝和抗血液中斑块的形成，促进纤维蛋白的溶解，增强血管弹性，以此改变血液循环<sup>[45]</sup>；玫瑰水



煎剂可以改善急性心肌缺血、预防心肌梗塞<sup>[46]</sup>。玫瑰花茶中的茶氨酸、茶儿茶素、黄酮、槲皮素、没食子酸、绿原酸、多糖是主要的降血压、血糖、血脂、预防心血管疾病成分<sup>[47]</sup>。玫瑰花茶之所以能够起到降血糖、血压、血脂、预防心血管疾病的作用，主要有以下几点原因：玫瑰花茶中含有的茶多酚能让胰岛细胞损伤的恢复加速；茶多糖能抑制肠道中的碳水化合物活性酶，来减少进入机体内的碳水化合物，肠道内碳水化合物缓慢释放更是靠它特有的黏附作用完成的<sup>[48]</sup>；非胰岛素依赖性糖尿病与 6-磷酸葡萄糖移位酶直接相关，绿原酸及其衍生物是它的特效性抑制剂，他们的参与使得患者的肝糖排泄速度降低，进而起到降血糖的作用<sup>[49]</sup>；玫瑰中含有的儿茶素可减少有害微生物种类，提供更利于肠道作用的环境让其发挥更多的活性，进而降低血脂<sup>[50]</sup>；多酚类物质的贡献则主要是减少机体对甘油三酯的吸收，这主要依靠对胰脂肪酶活性的抑制完成<sup>[51]</sup>；黄酮和挥发油能通过舒张血管起到改善急性心肌缺血、预防心肌梗塞的作用<sup>[52]</sup>。

杀菌、抑菌的作用。动物实验研究发现，玫瑰水煎剂能够抑制金黄色葡萄球菌、伤寒杆菌、结核<sup>[53]</sup>，玫瑰提取物和玫瑰油都具有抗菌作用，玫瑰提取物通过对大鼠肠道内的普雷沃氏菌属干预来抗菌<sup>[54]</sup>；玫瑰挥发油对念珠菌有较强的抑菌作用；玫瑰花对肠道病原菌发挥抑制作用是有选择性，主要对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和沙门氏菌的抑制作用更为强烈<sup>[54]</sup>。玫

瑰醚、芳樟醇、香茅醇、乙酸苯乙酯、大马酮、 $\beta$ -苯乙醇、丁香酚甲醚、丁香酚、贴类物质是玫瑰花杀菌、抑菌的主要功能成分<sup>[55]</sup>。进一步研究表明，玫瑰花茶之所以能够起到杀菌、抑菌的作用，主要有以下几点原因：玫瑰提取物中的长梗马兜铃素和新喷呐素 I 主要通过抑制动物体中逆转录酶活性进而起到杀菌、抑菌的作用<sup>[56]</sup>；玫瑰水解物中分离出来的氢化喹啉酮二萜通过对二酸脱氢酶 (SDH) 活性和菌类的 NADH 进行调控，并对呼吸过程的电子传递等反应给予干扰来抑制菌类的初生能量代谢，即通过影响其呼吸作用和细胞膜功能从发挥它的抑菌功效<sup>[57]</sup>。

此外，玫瑰花还具有利胆、解毒、美容等作用<sup>[58]</sup>。

《中华本草》一书中记载，玫瑰精油中的香茅醇、香叶醇、芳樟醇、橙花醇可以让大鼠胆汁的分泌有明显地促进作用，从而让肝炎、胆囊炎、胆结石等疾病发作期的症状得到良好的改善<sup>[59]</sup>，另外还记载，玫瑰花浸提液可以让小鼠口服酒石酸锶钾产生的毒性反应得以消除，同时解决了其抗血吸虫带来的负面影响，追其缘由发现这一现象很可能是酒石酸锶钾的结构受到玫瑰花水煎剂影响而发生改变<sup>[60]</sup>。

### 1.3 菊花茶

菊花茶是以菊花为原料可以制成的一种凉茶。菊花茶是由采花、阴干、晒干、蒸烤而成。

#### 1.3.1 菊花茶的主要营养、功能成分

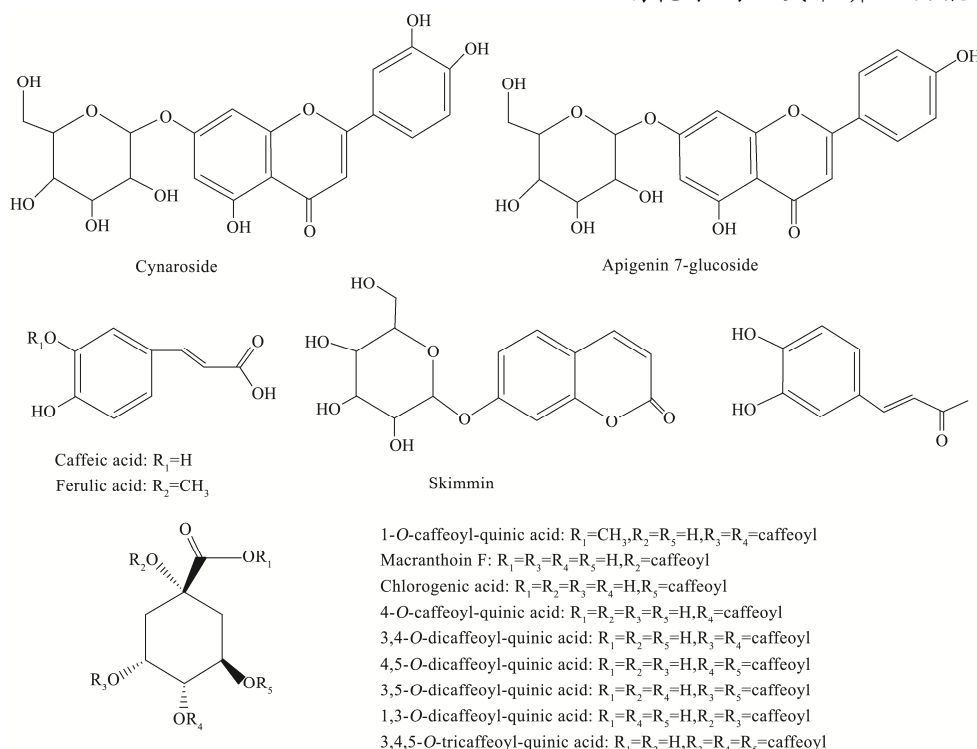


图 3 菊花茶中的代表性功能成分结构式

Fig.3 The chemical structures of main bioactive components in chrysanthemum tea

菊花茶的主要成分为糖类、维生素等大量营养素,它还含有黄酮类、苯丙素类、三萜类等化学成分,其中 3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸、绿原酸和木犀草苷为菊花中普遍存在的主要成分<sup>[61]</sup>。其中黄酮类及苯丙素类是主要的功能成分,木犀草苷、芹菜素-7-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷及苯丙素类化合物可以作为菊花药材质量标志物的指标(见图3)。

### 1.3.2 菊花茶的生物活性

**抗氧化与延缓衰老的作用。**动物实验表明,菊花水提取物通过抑制脂质过氧化,使得自由基清除作用增强,再者通过让小鼠心、脑耐缺氧能力提高来延长它的存活时间<sup>[62]</sup>。多糖、总多酚、总黄酮、咖啡酸衍生物、绿原酸及衍生物和香豆素是菊花抗氧化与延缓衰老的主要功能成分<sup>[63]</sup>。进一步研究发现,菊花茶之所以具有抗氧化自由基与抗衰老的作用。其原因有以下几个方面:菊花中的多糖含有可提供电子活性的羟基,而羟基与自由基的结合会阻断  $\text{Fe}^{2+}$  转换为  $\text{Fe}^{3+}$ <sup>[64]</sup>;菊花中黄酮类化合物通过对氧自由基有较强的消除作用,达到延缓衰老的目的<sup>[65]</sup>。

**增强免疫力的作用。**菊花总黄酮可明显提高环磷酸胺量来诱导免疫功能低下小鼠的脾淋巴细胞发生增殖反应<sup>[66]</sup>,调节大鼠脾淋巴细胞增殖反应增强大鼠免疫力。黄酮、多糖、绿原酸是菊花增强免疫力的主要成分。菊花茶之所以可以起到增强免疫力的作用,主要有以下原因:菊花黄酮能加快淋巴细胞的增殖速度,从而可以达到增强免疫力的作用<sup>[67]</sup>。菊花多糖及绿原酸之所以能够提高细胞免疫发挥免疫调节作用主要是由于他们可刺激肠道淋巴细胞分泌  $\text{TNF-}\alpha$ 、 $\text{INF-}\gamma$ <sup>[68]</sup>。

**预防心血管疾病。**动物医学研究表明,菊花对扩张冠状动脉作用明显,主要表现在使得心脏血管的血流量增加,心肌的耐缺氧能力提高<sup>[69]</sup>,杭白菊制剂中的酚类成分可增加实验性心肌梗死、冠状动脉坏死或供血不足动物的血流量和营养血流量,加强心肌收缩<sup>[70]</sup>。黄酮类化合物是菊花茶防治心血管疾病的主要功能物质。进一步研究发现,菊花茶之所以预防心血管疾病,主要有以下原因:黄酮类化合物能够增加冠脉流量,对抗乌头碱和氯仿诱发的心律失常,改善心肌细胞的收缩力,使它具有明显舒张血管的作用<sup>[71]</sup>。黄酮类化合物还可以清理血管壁上垃圾,增加血液流速,进而降低血压,预防心血管疾病<sup>[72]</sup>。

**杀菌、抑菌作用。**动物实验表明,菊花挥发油在抑制肺炎双球菌、变形杆菌、金黄色葡萄球菌、乙型溶血性链球菌、白色葡萄球菌等发挥一定作用,其中抑制效果最好的是金黄色葡萄球菌<sup>[73]</sup>。绿原酸、咖啡

酸、3,4-二咖啡酰奎宁酸、黄酮、多糖、菊甙、萜类物质及挥发性物质等是菊花杀菌、抑菌的主要功能成分<sup>[74]</sup>。进一步研究发现,菊花茶之所以具有杀菌和抑菌的作用,其原因如下:菊花茶中的黄酮类化合物会对微生物中的 DNA 促旋酶和 ATP 合成酶有一定的抑制作用进而阻碍微生物细胞膜上的能量传递,最终起到抑菌杀菌的作用<sup>[75]</sup>。

**明目的作用。**菊花中的芹菜素、木犀草素、槲皮素、香叶木素是起到明目作用的主要成分。深入研究发现,菊花茶之所以可以起到明目的作用,主要有以下几个原因:菊花中的芹菜素能对  $\text{TNF-}\alpha$  诱导的细胞凋亡起到减轻的作用,它通过对 Caspase 依赖性凋亡通路的抑制,将核转录因子- $\kappa\text{B}$  激活,来保护视网膜神经节细胞<sup>[76]</sup>;木犀草素通过抗炎、抗氧化作用,对氧化应激有一定的延缓并减轻炎症对角膜、晶状体、RPE 细胞的损伤,从前节到后节,保护眼球;槲皮素通过对炎性分子的抑制作用和对内在的凋亡通路保护体外氧化应激下的人 RPE 细胞<sup>[77]</sup>;香叶木素能够减缓视网膜细胞损伤,并对阿霉素(ADR)介导的人视网膜色素上皮细胞(ARPE-19)的增殖抑制作用有减少之效,视网膜色素上皮细胞内 ADR 诱导的氧化应激、DNA 损伤和线粒体损伤会在细胞凋亡减少时得到抑制,明显的逆转了由 ADR 引起的 ARPE-19 细胞 Bcl-2 蛋白的表达,进而起到保护视网膜的作用<sup>[78]</sup>;黄芩素可以让 AGA 诱导的 MCP-1 的表达减少,通过对 HDAC4 和 HDAC5 上调 miR-124 表达的控制<sup>[79]</sup>。在 RGC 中黄芩素通过对 AGA 诱导的 MCP-1 的表达让 miR-124 依赖机制抑制来发挥抗炎作用,分别保护 RPE 细胞、RGC 细胞,使得视网膜缺血得到缓解<sup>[80]</sup>。

此外,菊花还具有抗炎以及抗肿瘤的作用<sup>[81]</sup>。菊花中的槲皮素、山奈酚、木犀草素、柚皮素、 $\beta$ -谷甾醇等化合物是菊花茶发挥清热解毒作用主要成分<sup>[82]</sup>。其机理从以下几点说明。山奈酚可因 MAPK 等信号通路使得脂多糖诱导的急性肺炎得以减轻<sup>[83]</sup>,让气道炎症有较好的抑制<sup>[84]</sup>;木犀草素通过对炎症因子转录降低调节因子的活性,来抑制  $\text{IL6}$  等各类促炎因子和炎症介质的产生,改善气道炎症<sup>[85]</sup>;  $\beta$ -谷甾醇使得肺炎链球菌溶菌素对细胞侵染得以抑制,进而控制 STAT1 的产生及  $\text{NF-}\kappa\text{B}$  的核转移发挥抗炎作用<sup>[86]</sup>;柚皮素对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和枯草芽孢杆菌有较好的抑菌作用,它之所以能够发挥抗炎作用主要是对浸润炎症细胞、释放炎症介质、激活 iNOS 活性等进行了合理的控制<sup>[87]</sup>。菊花总黄酮里面的木犀草素、芹菜素和槲皮素等成分能够抑制并诱导肺癌细胞,有抗肿瘤作用,但抑制机理还需进一步研究<sup>[88]</sup>。

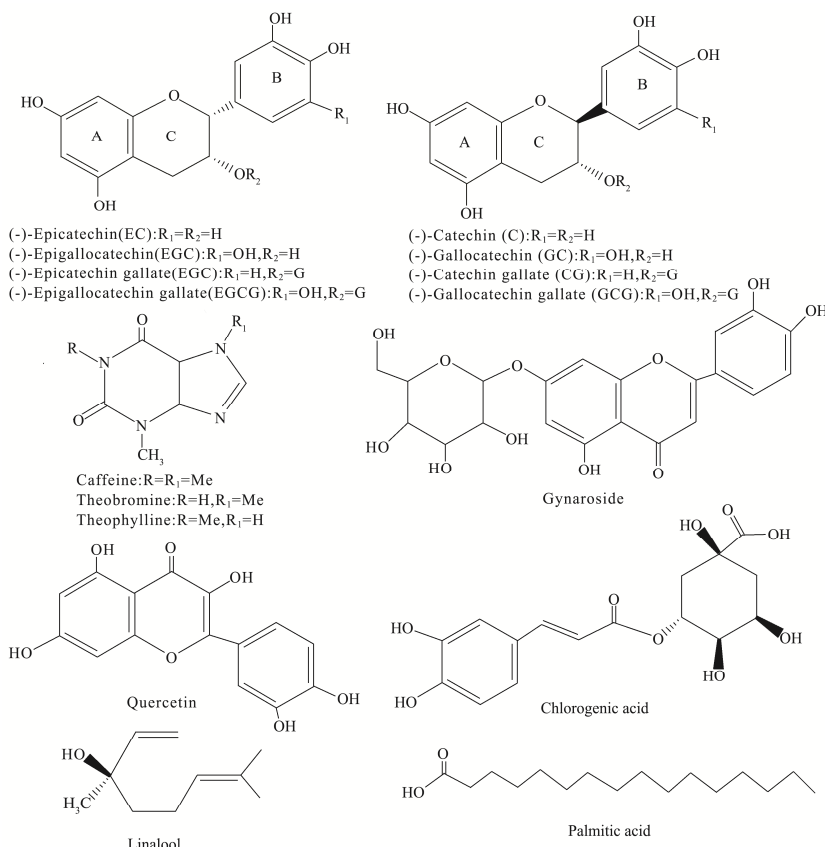


图 4 金银花茶中的代表性功能成分和挥发性成分结构式

Fig.4 The chemical structures of main bioactive and volatile components in honeysuckle tea

### 1.4 金银花茶

金银花茶属于中国花茶的范畴。是绿茶和新鲜金银花，按照国家金银花茶的香味工艺设计制作发展而成。金银花茶可以清热解毒、清嗓子、清热解烦。用品质好的金银花制作花茶得到的茶汤色泽鲜亮，滋味甘美。

#### 1.4.1 金银花的主要营养、功能成分

金银花茶的主要成分为蛋白质、脂肪、多糖等大量营养素和 Fe、Zn、Mn、Ca、Cu、B 等无机元素<sup>[89]</sup>，除儿茶素、茶碱类它还含有黄酮类、挥发油类、三萜皂类、环烯醚萜类等化学成分，其中木犀草苷、槲皮素、绿原酸等是主要的功能成分。从金银花中鉴别出挥发油类包括烯烃类、醇类、醛类等化学成分，主要的功效成分是芳樟醇和棕榈酸<sup>[90]</sup>（见图 4）。

#### 1.4.2 金银花的生物活性

抗氧化与延缓衰老的作用。医学实验表明，金银花水提物在超氧阴离子自由基清除上表现出较好的能力，而且其清除速率与水提物的浓度成正比；金银花水提物能让脂质过氧化物 MDA 的含量有所降低，同时能够加速衰老细胞增殖并加强超氧化物歧化酶 SOD 的活性，进而对自由基代谢达到一定的改善<sup>[91]</sup>。

体外抗氧化研究表明，金银花提取物因对 5 种常见油脂均有较好的抗氧化效果而作为油脂的抗氧化剂，使得油脂使用价值大大提高<sup>[92]</sup>。总黄酮、绿原酸、有机酸以及挥发油是金银花抗氧化与延缓衰老的主要功能成分。进一步研究发现，金银花之所以具有抗氧化的功能，主要有以下几点原因：金银花提取物多糖可显著的清除 DPPH 以及 ABTS<sup>+</sup> 自由基同时可抑制由二氧化氢导致的红细胞氧化性溶血，从而起到了对体外的抗氧化效果<sup>[93]</sup>；金银花的化学成分绿原酸、黄酮类、皂苷类、环烯醚萜类等成分易失去 H<sup>+</sup>，这意味着油脂氧化链式反应会因为脂肪氧化的诱导期延长而导致它传递就此终止，让油脂抗氧化剂发挥了有效的作用<sup>[94]</sup>。金银花叶黄酮能不同程度地增加小鼠质量，并增大肝脏指数、脾脏指数、心脏指数及脑指数，有效使衰老小鼠的体质得到增强，使小鼠脑萎缩及脏器功能的下降得以减缓，进而延缓其衰老<sup>[95]</sup>。

增强免疫力的作用。动物研究发现，金银花能有效地促进对大虾的发育性能和成活的概率，提高它的免疫力，食用后能使得巨噬细胞的吞噬指数和吞噬率有所提高，并能让机体的淋巴细胞转化率增强<sup>[96]</sup>。绿原酸、挥发油、黄酮类化合物及三萜皂类化合物是金银花增强免疫力的主要功能成分。进一步的研究发现，

金银花茶之所以具有增强免疫力,主要有以下几点原因:金银花茎主要是通过抑制嗜水气单胞菌增殖来提高抵抗能力,它还可通过让酚氧化酶活性和溶菌酶活性增加来调节体液免疫反应<sup>[97]</sup>;金银花药渣醇提物可以使鱼肉中肌苷酸的含量升高来抑制K值的上升,再通过增加鲜味中氨基酸和必需氨基酸的含量,或者是增加不饱和脂肪酸以此降低饱和脂肪酸的含量,进而提高免疫力<sup>[98]</sup>;在脂质氧化方面,金银花药渣醇提物对于DPPH清除自由基的影响较大。它会减少过氧化产物丙二醛的产生,增强了它清除自由基的能力,进而增强免疫力<sup>[99]</sup>。

杀菌、抑菌的作用。动物研究发现,金银花可以抑制大肠杆菌和金黄色葡萄球菌感染小鼠进而降低死亡率<sup>[100]</sup>。对类病原菌也有抑菌作用。有研究者采用细胞病变效应法分析发现金银花水提物对抑制多种球菌、杆菌、肺炎克雷伯菌以及流感病毒具有较好的作用<sup>[101]</sup>。绿原酸、异绿原酸、咖啡酸、棕榈酸、双花醇、芳樟醇、香叶醇、双花醇、芳樟醇和香叶醇是金银花杀菌、抑菌的主要功能成分。进一步研究发现,金银花之所以具有杀菌、抑菌的作用,主要有以下几点原因:金银花中所含有功能成分绿原酸可以抑制促炎因子或杀灭致病菌以此达到抗炎抗菌效果<sup>[102]</sup>;金银花水提物经过煮沸之后,会使得环氧合酶的活性得到抑制,导致蛋白表达受到调控,进而达到更好的杀菌、抑菌效果<sup>[103]</sup>。

此外,金银花具有预防心血管疾病<sup>[104]</sup>、消炎、消除内热、抗内毒素<sup>[105]</sup>等功能。

## 2 展望

虽然茶叶的健康功效研究已经取得了一系列进展,食用花卉的研究在近年来也被陆续报道,但花茶是一个新兴产业,对它的研究还不够成熟,根据以往研究发现,花茶的研究主要存在以下两个问题:花茶香气浓郁,但由于花茶的成分较茶和可食用花卉更为复杂,其特征性香气成分影响香气形成的机制尚不明确;花茶种类繁多,但大部分花茶的生物活性及相关的作用机理还不完善,需要进一步明确花茶中的有效活性成分,挖掘花茶发挥健康功效的分子机制,为花茶资源的深入开发利用提供理论基础,为推动花茶产业的发展助力。

## 参考文献

[1] 肖正广,朱砚文,张修乐.茉莉花茶发展源流探研[J].茶叶通讯,2021,48(1):173-176  
XIAO Zhengguang, ZHU Yanwen, ZHANG Xiule. Study on

the development of jasmine tea [J]. Tea Newsletter, 2021, 48(1): 173-176

[2] 安会敏,欧行畅,熊一帆,等.茉莉花茶挥发性成分在窈制过程中的变化研究[J].茶叶通讯,2020,47(1):67-74  
AN Huimin, OU Xingchang, XIONG Yifan, et al. Study on the changes of volatile components of jasmine tea during scenting [J]. Tea Newsletter, 2020, 47(1): 67-74

[3] CHEN Meichun, ZHU Yujing, LIU Bo, et al. Changes in the volatiles, chemical components, and antioxidant activities of Chinese jasmine tea during the scenting processes [J]. International Journal of Food Properties, 2017, 20(3): 681-693

[4] 林一萍,陈红玉,吴瑞荣.茉莉花茶的抗脂质过氧化作用及对果蝇寿命的影响[J].福建茶叶,1986,4:26-27,38  
LIN Yiping, CHEN Hongyu, WU Ruirong. Anti-lipid peroxidation of jasmine tea and its effect on the lifespan of *Drosophila melanogaster* [J]. Fujian Tea, 1986, 4: 26-27

[5] Nagma Khan, Hasan Mukhtar. Cancer and metastasis: prevention and treatment by green tea [J]. Cancer Metastasis Rev, 2010, 29: 435-445

[6] 张仁堂,谷端银,黄守耀.茉莉花茶中茶多酚的提取分离纯化及其抗氧化性能研究[J].中国食物与营养,2010,127(4): 47-51  
ZHANG Rentang, GU Duanyin, HUANG Shouyao. Research on the extract separation purification and antioxidant activity of tea polyphenols from jasmine tea [J]. Chinese Food and Nutrition, 2010, 127(4): 47-51

[7] 马君义,马绍城,刘嘉欣,等.茶多酚、螺旋藻及其复合物的抗氧化性能研究[J].食品研究与开发,2014,245(16):22-26  
MA Junyi, MA Shaocheng, LIU Jiaxin, et al. Study on the antioxidant properties of tea polyphenols, spirulina and their combination [J]. Food Research and Development, 2014, 245(16): 22-26

[8] 陈玉春,林心舜,李柏龄.乌龙茶和茉莉花茶对小鼠免疫功能的影响[J].茶叶科学,1991,2:163-167  
CHEN Yuchun, LIN Xinsun, LI Bailing. Effects of oolong tea and jasmine tea on mice immune function [J]. Tea Science, 1991, 2: 163-167

[9] 王密,蒋昀靓,邝晓聪,等.茉莉花、茉莉花茶提取液对部分免疫效应的影响[J].中国病理生理杂志,2011,27(7):1428-1430  
WANG Mi, JIANG Yunliang, KUANG Xiaocong, et al. Effect of jasmine flower and jasmine tea extract on partial immune effect [J]. Chinese Journal of Pathophysiology, 2011, 27(7): 1428-1430

[10] Li R J, Qing Y, Zhou Y L, et al. Effect of chickpea peptide on immune function of immunocompromised mice [J]. Food



- Science, 2020, 41(21): 133-139
- [11] 杨其涛,杨其波.茉莉花茶保健功效研究进展[J].福建茶叶, 2020,42(9):3-5  
YANG Qitao, YANG Qibo. The research progress of Jasmine tea health care efficacy [J]. Fujian Tea, 2020, 42(9): 3-5
- [12] Brodin P, Davis M M. Human immune system variation [J]. Nat Rev Immunol, 2016, 17(1): 21-29
- [13] Shi J, Zhang Q, Zhao X H, et al. The impact of caseinate oligochitosan-glycation by transglutaminase on amino acid compositions and immune-promoting activity in Balb/c mice of the tryptic caseinate hydrolysate [J]. Food Chemistry, 2021, 350: 129-302
- [14] 黄建锋,杨江帆.茉莉花茶降血糖作用的观察[J].福建农林大学学报(自然科学版),2016,45(1):26-29  
HUANG Jianfeng, YANG Jiangfan. Observation on the hypoglycemic effect of jasmine tea [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition), 2016, 45(1): 26-29
- [15] YIN Yongqiang, YING Xuhui, LUAN Hairong, et al. UPLC-DAD/Q-TOF-MS based ingredients identification and vasorelaxant effect of ethanol extract of jasmine flower [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2014, 6: 707908
- [16] Chung S Y, Hong W, Zachary P S. Studies on prevention of obesity, metabolic syndrome, diabetes, cardiovascular diseases and cancer by tea [J]. Journal of Food and Drug Analysis, 2018, 26(1): 1-13
- [17] Chen Z Y, Jiao R, Ma K Y, et al. Cholesterol-lowering nutraceuticals and functional foods [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(19): 8761-8773
- [18] Wedick N M. Dietary flavonoid intakes and risk of type 2 diabetes in US men and women [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2012, 95(4): 925-933
- [19] ZOU Yao, QI Guinian. Study on the effect of polysaccharide from Jasmine residue on lowering blood glucose and improving diabetic symptoms [J]. Food Science and Technology, 2011, 36(2): 157-160
- [20] Fang W, Cheng H, Duan Y, et al. Genetic diversity and relationship of clonal tea (*Camellia sinensis*) cultivars in China as revealed by SSR markers [J]. Plant Systematics and Evolution, 2012, 298(2): 469-483
- [21] 蔡静,叶润,贾凯,等.茶多酚的提取及抑菌活性研究综述[J].化学试剂,2020,42(2):105-114  
CAI Jing, YE Run, JIA Kai, et al. A review on the extraction and antibacterial activity of tea polyphenols [J]. Chemical Reagents, 2020, 42(2): 105-114
- [22] Dutta S, Mahalanobish S, Saha S, et al. Natural products: an upcoming therapeutic approach to cancer [J]. Food Chem Toxicol, 2019, 128: 240-255
- [23] Zhang Q, Fu H, Pan J, et al. Effect of dietary polyphenon E and EGCG on lung tumorigenesis in A/J mice [J]. Pharm Res, 2010, 27(6): 1066-1071
- [24] Steinmann J, Buer J, Pietschmann T, et al. Anti-infective properties of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a component of green tea [J]. Br J Pharmacol, 2013, 168(5): 1059-1073
- [25] 肖红艳,屈金涛,凌浩,等.茶多酚对奶山羊生产性能、血液指标和抗氧化功能的影响[J].动营养学报,2021,33(8):4533-4540  
XIAO Hongyan, QU Jintao, LING Hao, et al. Effects of tea polyphenols on performance, blood indexes and antioxidant function of dairy and goats [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2021, 33(8): 4533-4540
- [26] Zhang Q, Fu H, Pan J, et al. Effect of dietary polyphenon E and EGCG on lung tumorigenesis in A/J mice [J]. Pharm Res, 2010, 27(6): 1066-1071
- [27] 杨海伦,刘小香,朱军莉,等.茶多酚的抗菌特性研究进展[J].食品工业科技,2015,36(21):385-389  
YANG Hailun, LIU Xiaoxiang, ZHU Junli, et al. Research progress in antibacterial properties of tea polyphenols [J]. Food Industry Science and Technology, 2015, 36(21): 385-389
- [28] 刘珺,杨江帆.茉莉花茶抗抑郁机理的初步研究[J].山西农业大学学报(自然科学版),2013,33(6):493-497  
LIU Jie, YANG Jiangfan. A preliminary study on the antidepressant mechanism of jasmine tea [J]. Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition), 2013, 33(6): 493-497
- [29] 刘珺,高水练,杨江帆.茉莉花茶抗抑郁的效果[J].福建农林大学学报(自然科学版),2014,43(2):139-145  
LIU Jie, GAO Shuiliang, YANG Jiangfan. Antidepressant effect of jasmine tea [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition), 2014, 43(2): 139-145
- [30] Kyoko Kuroda, Naohiko Inoue, Yuriko Ito, et al. Seda-tive effects of the jasmine tea odor and (R)-(-)-linalool, one of its major odor components, on autonomic nerve activity and mood states [J]. Eur J Appl Physiol, 2005, 95: 107-114
- [31] 付小彬,缙灵山,何冬梅,等.茶多酚改善慢性不可预知应激小鼠抑郁症状的作用[J].茶叶科学,2013,33(4):301-305  
FU Xiaobin, FENG Lingshan, HE Dongmei, et al. The antidepressant effect of tea polyphenols to the chronic unpredictable stress induced depressive mice [J]. Tea Science,

- 2013, 33(4): 301-305
- [32] Chen M C, Zhu Y J, Zhang H F, et al. Phenolic compounds and the biological effects of Pu-erh teas with long-term storage [J]. *Int J Food Prop*, 2017, 20(8): 1715-1728
- [33] 陈梅春,朱育菁,王阶平等. 窠制对茉莉花茶抑制癌细胞增殖的影响[J]. 食品安全质量检测学报,2019,10(13):4209-4216  
CHEN Meichun, ZHU Yujing, WANG Jieping, et al. Effect of scenting on the inhibition of cancer cell proliferation by jasmine tea [J]. *Journal of Food Safety and quality Inspection*, 2019, 10(13): 4209-4216
- [34] Elmastaş M, Demir A, Genç N, et al. Changes in flavonoid and phenolic acid contents in some Rosa species during ripening [J]. *Food Chem*, 2017, 235: 154-159
- [35] 陈卓君,臧风顺,戴蕴青,等. 玫瑰果营养成分分析[J]. 食品研究与开发,2012,33(8):194-198  
CHEN Zhuojun, ZANG Fengshun, DAI Yunqing, et al. Nutrient components analysis of rose fruit [J]. *Food Research and Development*, 2012, 33(8): 194-198
- [36] Todd M Nisson, Michelle M Wander. Management and soil quality effects on fertilizer-use efficiency and leaching [J]. *Soil Science Society of America*, 2003, 67(5): 1524-1532
- [37] 樊丹敏. 玫瑰花酵素发酵过程中的抗氧化活性变化研究[J]. 现代食品,2018,8:92-94  
FAN Danmin. Study on the changes in antioxidant activity of rose flower enzymes during fermentation [J]. *Modern Food*, 2018, 8: 92-94
- [38] Li N, Shi J L, Wang K. Profile and antioxidant activity of phenolic extracts from 10 crabapples (*Malus wild species*) [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2014, 62(3): 574-58
- [39] Yeomans V C, Linseisen J, Wolfram G. Interactive effects of polyphenols, tocopherol and ascorbic on the Cu<sup>2+</sup> mediated oxidative modification of human low density lipoproteins [J]. *European Journal of Nutrition*, 2005, 44: 422-428
- [40] 狄飞达,郑亭,纪芯钥,等. 双酶法提取玫瑰花多酚黄酮及其提取液抗氧化性分析[J]. 食品工业,2021,42(3):157-162  
DI Feida, ZHENG Ting, JI Xinyao, et al. Extraction of rose polyphenol flavonoids by two-enzyme method and analysis of antioxidant properties of the extract [J]. *Food Industry*, 2021, 42(3): 157-162
- [41] Jose M, Lorenzo, Paulo E.S. et al. Bioactive peptides as natural antioxidants in food products [J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2018, 79(1): 136-147
- [42] Wang G L, Xu W F, Liu L, et al. The content and antioxidant activities of honeysuckle polyphenol extracted by different solvent [J]. *Food Research And Development*, 2020, 41(5): 104-107
- [43] Novotny J A, Clevidence B A, Kurilich A C. Anthocyanin kinetics are dependent on anthocyanin structure [J]. *The British Journal of Nutrition*, 2012, 107(4): 504
- [44] 刘嘉,赵庆年,曾庆琪. 玫瑰花的化学成分及药理作用研究进展[J]. 食品与药品,2019,21(4):328-332  
LIU Jia, ZHAO Qingnian, ZENG Qingqi. Advances in chemical constituents and pharmacological activities of roses [J]. *Food and Drug*, 2019, 21(4): 328-332
- [45] 袁长胜,陈文. 基于TCMSP对玫瑰花黄酮和挥发油防治心血管疾病的协同作用及其机制研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2016,34(6):731-738  
YUAN Changsheng, CHEN Wen. Based on TCMSP study on the synergistic effect of rose flavonoids and volatile oil in preventing and treating cardiovascular diseases and its mechanism [J]. *Journal of Shihezi University (Natural Science Edition)*, 2016, 34(6): 731-738
- [46] 宋旺弟,袁长胜,崔婷婷,等. 玫瑰花挥发油对小鼠急性心肌缺血损伤的保护作用研究[J]. 中草药,2017,48(22):4701-4706  
SONG Wangdi, YUAN Changsheng, CUI Tingting, et al. Protective effects of rose volatile oil on acute myocardial ischemic injury in mice [J]. *Chinese Herbal Medicine*, 2017, 48(22): 4701-4706
- [47] Yousaf S, Butt M, Suleria H. The role of green tea extract and powder in mitigating metabolic syndromes with special reference to hyperglycemia and hypercholesterolemia [J]. *Food Funct*, 2014, 5(3): 545-556
- [48] 撒玉良,袁长胜,陈文,等. 聚酰胺树脂纯化玫瑰花总黄酮工艺研究[J]. 食品研究与开发,2017,38(21):52-58  
SA Yuliang, YUAN Changsheng, CHEN Wen, et al. Study on the process of purifying total flavonoids from roses with polyamide resin [J]. *Food Research and Development*, 2017, 38(21): 52-58
- [49] Tenore G, Stiuso P, Campiglia P, et al. *In vitro* hypoglycaemic and hypolipidemic potential of white tea polyphenols [J]. *Food Chem*, 2013, 141(3): 2379-2384
- [50] 陈永真. 玫瑰花有效成分对高血脂血症大鼠的干预作用[D]. 呼和浩特:内蒙古医科大学,2020  
CHEN Yongzhen. Intervention of active constituents of rose flower on hyperlipidemic rats [D]. Huhhot: Inner Mongolia Medical University, 2020
- [51] 周小飞,熊文艳,吴恩凯,等. 食用玫瑰花水提物对大鼠肠道微生物和基因表达的影响[J]. 中国食品学报,2020,20(1):10-19  
ZHOU Xiaofei, XIONG Wenyan, WU Enkai, et al. Effects of

- edible rose aqueous extract on intestinal microorganisms and gene expression in rats [J]. Chinese Journal of Food, 2020, 20(1): 10-19
- [52] Bhavna Sharma, Chandrajeet Balomajumder, Partha Roy. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of flavonoid rich extract from *Eugenia jambolana* seeds on streptozotocin induced diabetic rats [J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46: 2376-2383
- [53] 吴红梅,黄旭龙,郝俊杰,等.基于网络药理学探讨玫瑰花抗炎的作用机制[J].中国现代应用药学,2020,37(13):1563-1569  
WU Hongmei, HUANG Xulong, HAO Junjie, et al. Discussion on the anti-inflammatory mechanism of roses based on network pharmacology [J]. China Modern Applied Pharmacy, 2020, 37(13): 1563-1569
- [54] 周小琦,方敏,宫智勇.玫瑰花中总黄酮提取工艺及其抗氧化与抑菌作用的研究[J].食品科学,2010,31(20):102-105  
ZHOU Xiaoqi, FANG Min, GONG Zhiyong. Study on the extraction process of total flavonoids in roses and their antioxidant and antibacterial effects [J]. Food Science, 2010, 31(20): 102-105
- [55] Eun Ju Lee, Ju Sun Kim, Hyun Pyo Kim, et al. Phenolic constituents from the flower buds of *Lonicera japonica* and their 5-lipoxygenase inhibitory activities [J]. Food Chemistry 2010, 120(1): 134-139
- [56] Friedman Mendel, Henika Philip R, Levin Carol E, et al. Antimicrobial activities of tea catechins and theaflavins and tea extracts against *Bacillus cereus* [J]. Journal of Food Protection, 2006, 69(2): 354-361
- [57] Cui Yidan, Oh Y J, Lim Jeesun, et al. AFM study of the differential inhibitory effects of the green tea polyphenol(-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) against Gram-positive and Gram-negative bacteria [J]. Food Microbiology, 2012, 29(1): 80-87
- [58] Jianhua Xiong, Shichuan Li, Wenjun Wang, et al. Screening and identification of the antibacterial bioactive compounds from *Lonicera japonica* Thunb. leaves [J]. Food Chemistry, 2013, 138(1): 327-333
- [59] 边亮,陈华国,周欣.植物多糖的抗肿瘤活性研究进展[J].食品科学,2020,41(7):275-282  
BIAN Liang, CHEN Huaguo, ZHOU Xin. Research progress on anti-tumor activity of plant polysaccharides [J]. Food Science, 2020, 41(7): 275-282
- [60] 郑淑彦,王伟,董金金,等.食用玫瑰营养保健功能及产品开发研究进展[J].食品研究与开发,2016,37(23):206-211  
ZHENG Shuyan, WANG Wei, DONG Jinjin, et al. Research progress on nutrition health function and product development of edible rose [J]. Food Research and Development, 2016, 37(23): 206-211
- [61] ZHANG Runzhi, YU Shaojun, BAI Hong, et al. TCM-Mesh: The database and analytical system for network pharmacology analysis for TCM preparation. [J]. Scientific Reports, 2017, 7(1): 2821
- [62] 王婷婷,王少康,黄桂玲,等.菊花主要活性成分含量及其抗氧化活性测定[J].食品科学,2013,34(15):95-99  
WANG Tingting, WANG Shaokang, HUANG Guiling, et al. Determination of main active components and antioxidant activity of chrysanthemum [J]. Food Science, 2013, 34(15): 95-99
- [63] Anqiang Z, Nannan X, Pengfei H, et al. Chemical analysis and antioxidant activity in vitro of polysaccharides extracted from *Boletus edulis* [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2011, 49(5): 1092-1095
- [64] 董璐萌,王雅溶,陈阳,等.菊花提取物对帕金森病小鼠的保护作用及机制研究[J].营养学报,2017,39(3):294-298  
DONG Lumeng, WANG Yarong, CHEN Yang, et al. Protective effect and mechanism of chrysanthemum extract on mice with Parkinson's disease [J]. Journal of Nutrition, 2017, 39(3): 294-298
- [65] 田勇,周督,邹双忆,等.昆仑雪菊水溶性黄酮提取物对D-半乳糖致衰老小鼠学习记忆障碍的改善作用[J].食品科学,2019,40(1):162-168  
TIAN Yong, ZHOU Du, ZOU Shuangyi, et al. The effect of water-soluble flavonoid extract of Kunlun snow chrysanthemum on learning and memory impairment in D-galactose-induced aging mice improvement effect [J]. Food Science, 2019, 40(1): 162-168
- [66] Walsh C J, Butawan M, Yordy J, et al. Sublethal red tide toxin exposure in free-ranging manatees (*Trichechus manatus*) affects the immune system through reduced lymphocyte proliferation responses, inflammation, and oxidative stress [J]. Aquatic Toxicology, 2015, 161: 73-84
- [67] Gourbeyre, Desbuard, Gremy G, et al. Exposure to agalactooligosaccharides/inulin prebiotic mix at different developmental time points differentially modulates immune responses in mice [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60(48): 11942-11951
- [68] Sun W J, Meng K, Qi C H, et al. Immune-enhancing activity of polysaccharides isolated from *Atractylodes macrocephala* Koidz [J]. Carbohydrate Polymers, 2015, 126: 91-96
- [69] 姚超.菊米总黄酮的提取纯化及其降血压降血脂作用[D].杭

- 州:浙江大学,2011
- YAO Chao. Extraction and purification of total flavonoids from chrysanthemum and its antihypertensive and hypolipidemic effect [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2011
- [70] 王淑静,李源馨.野菊花总黄酮降血脂作用的实验研究[J].现代食品,2017,3:123-125
- WANG Shujing, LI Yuanxin. Experimental study on hypolipidemic effect of total flavonoids from wild chrysanthemum [J]. Modern Food, 2017, 3: 123-125
- [71] 李振,刘伟德,牛文杰,等.不同产地杭白菊多糖的含量测定[J].中国食物与营养,2020,26(6):36-38
- LI Zhen, LIU Weide, NIU Wenjie, et al. Determination of polysaccharides in *Chrysanthemum morifolium* from different habitats [J]. Food and Nutrition in China, 2020, 26(6): 36-38
- [72] 董克江,刘均涛,陈岩,等.滁菊水提物对肥胖症及血脂异常的预防作用[J].食品研究与开发,2014,35(4):101-104
- DONG Kejiang, LIU Juntao, CHEN Yan, et al. The preventive effect of Chuju water extract on obesity and dyslipidemia [J]. Food Research and Development, 2014, 35(4): 101-104
- [73] Wu X L, Tang B Q, Liao X, et al. Suppressive effects of supercritical-carbondioxide fluid extract of *Chrysanthemum indicum* on chronic unpredictable mild stress-induced depressive-like behaviors in mice [J]. Food Funct, 2019, 10(2): 1212-1224
- [74] LI Yanfang, YANG Puyu, LUO Yinghua, et al. Chemical compositions of chrysanthemum teas and their anti-inflammatory and antioxidant properties [J]. Food Chemistry, 2019, 286: 8-16
- [75] Pino P Alvarez-Castellanos, Chris D Bishop, Maria J Pascual-Villalobos. Antifungal activity of the essential oil of flower heads of garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) against agricultural pathogens [J]. Phytochemistry, 2001, 57(1): 99-102
- [76] 马纳,李亚静,范吉平.菊花明目作用的研究进展[J].中医药导报,2018,24(19):111-113
- MA Na, LI Yajing, FAN Jiping. Research progress on Juhua (*Chrysanthemum*) for improving vision acuity [J]. Herald of Chinese Medicine, 2018, 24(19): 111-113
- [77] Anne Hanneken, Lin Fenfen, Johnson Jennifer, et al. Flavonoids protect human retinal pigment epithelial cells from oxidative-stress-induced death [J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2006, 47(7): 3164-3177
- [78] Chen Rui, Hollborn Margrit, Grosche Antje, et al. Effects of thevegetable polyphenols epigallocatechin-3-gallate, luteolin, apigenin, myricetin, quercetin, and cyanidin inprimary cultures of human retinal pigment epithelial cells [J]. Molecular Vision, 2014, 3(20): 242-258
- [79] CAO Xiaoguang, LIU Melissa, TUO Jingsheng, et al. The effects of quercetin in cultured human RPE cells under oxidative stress and in Ccl2/Cx3cr1double deficient mice [J]. Experimental Eye Research, 2010, 91(1): 15-25
- [80] Chao Hsiaoming, Chuang Minjay, Liu Jomhon, et al. Baicalein protects against retinal ischemia by antioxidation, antiapoptosis, downregulation of HIF-1 $\alpha$ , VEGF, and MMP-9 and upregulation of HO-1 [J]. Journal of Ocular Pharmacology & Therapeutics the Official Journal of the Association for Ocular Pharmacology & Therapeutics, 2013, 29(6): 539-549
- [81] 郝亚成,陈云,李文治,等.菊花多糖的抗氧化及抗肿瘤活性研究[J].粮食与油脂,2017,30(5):75-80
- HAO Yacheng, CHEN Yun, LI Wenzhi, et al. Study on antioxidant and antineoplastic activity of polysaccharids from chrysanthemum [J]. Grain and Fats and Oils, 2017, 30(5): 75-80
- [82] 王春花,曲雪嘉,孔令钰,等.基于系统药理学菊花清热解毒功效的分子机制研究[J].湖北农业科学,2021,60(10):37-142
- WANG Chunhua, QU Xuejia, KONG Lingyu, et al. Study on mechanism of heat-clearing and detoxifying efficacy of Flos chrysanthemum based on systems pharmacology [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2021, 60(10): 137-142
- [83] HE Juan, CHEN Lida, CHU Bingquan, et al. Determination of total polysaccharides and total flavonoids in *Chrysanthemum morifolium* using near-infrared hyperspectral imaging and multivariate analysis [J]. Molecules, 2018, 23(9): 2395
- [84] 张玉,朱玲敏,徐颂文,等.菊花的营养成分、加工制品及香气成分研究进展[J].食品工业,2020,41(4):247-251
- ZHANG Yu, ZHU Lingmin, XU Songwen, et al. Advances in studies on the nutritional components, processed products and aroma components of chrysanthemum [J]. Food Industry, 2020, 41(4): 247-251
- [85] 张倩倩,韩宝来,赵素会,等.6种菊花花瓣的营养成分分析与评价[J].食品工业科技,2017,38(8):346-349,368
- ZHANG Qianqian, HAN Baolai, ZHAO Suhui, et al. Analysis and evaluation of nutritional components of six kinds of chrysanthemum petals [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(8): 346-349, 368
- [86] 陈志星,杨敏,赵娅红,等.SPME-GC/MS 联合分析法测定食用菊花花朵挥发性成分研究[J].食品研究与开发,2020,41(17):161-165
- CHEN Zhixing, YANG Min, ZHAO Yahong, et al. SPME-GC/MS analysis of chemical components of volatile

- components from chrysanthemum in flowers [J]. Food Research and Development, 2020, 41(17): 161-165
- [87] Pan C, University B F, Architecture C O L, et al. Advances and prospects in molecular breeding of day-neutral chrysanthemum [J]. Molecular Plant Breeding, 2010, 8(2): 350-358
- [88] DING Xia, ZHU Fang, GAO Sihuo. Purification, antitumour and immunomodulatory activity of water-extractable and alkaliextractable polysaccharides from *Solanum nigrum* L [J]. Food Chemistry, 2012, 131(2): 677-684
- [89] 李冬梅, 夏日耀, 杜莲朵, 等. 金银花不同部位营养成分分析[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(18): 190-194
- LI Dongmei, XIA Riyao, DU Lianduo, et al. Analysis of nutritional components in different parts of *Flos lonicerae* [J]. Food Research and Development, 2018, 39(18): 190-194
- [90] Liu H, Zhang D Q, Liu S, et al. Study on the antioxidant activity of different extracts of the flower buds of *Lonicera japonica* [J]. Food Research And Development, 2016, 37(1): 48-52
- [91] 张敏敏, 赵志国, 刘倩, 等. 基于离线 2D-HPLC-DPPH-ESI-Q-TOF/MS 联用技术的金银花抗氧化成分系统筛选研究[J]. 中草药, 2021, 52(11): 3193-3200
- ZHANG Minmin, ZHAO Zhiguo, LIU Qian, et al. Honeysuckle based on off-line 2D-HPLC-DPPH-ESI-Q-TOF/MS combined technology study on the systematic screening of oxidative components [J]. Chinese Herbal Medicine, 2021, 52(11): 3193-3200
- [92] Yu Y, Song W X, Zhu C G, et al. Homosecoiridoids from the flower buds of *Lonicera japonica* [J]. J Nat Prod, 2011, 74(10): 2151-2160
- [93] 王桂林, 徐未芳, 刘乐, 等. 金银花不同溶剂提取物多酚含量及抗氧化活性[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(5): 104-107
- WANG Guilin, XU Weifang, LIU Le, et al. The polyphenol content and resistance of different solvent extracts of honeysuckle oxidation activity [J]. Food Research and Development, 2020, 41(5): 104-107
- [94] Yu Y, Jiang Zb, Song W X, et al. Glucosylated caffeoylquinic acid derivatives from the flower buds of *Lonicera japonica* [J]. Acta Pharmaceutica Sinica B, 2015, 5(3): 210-214
- [95] 罗磊, 张冰洁, 关宁宇, 等. 金银花叶黄酮对衰老模型小鼠的体内抗氧化作用[J]. 食品科学, 2017, 38(19): 171-176
- LUO Lei, ZHANG Bingjie, GUAN Ningning, et al. Antioxidant effects of honeysuckle leaf flavonoids on aging model mice [J]. Food Science, 2017, 38(19): 171-176
- [96] CHEN XU, LIN Heizhao, JIANG Shigui, et al. Dietary supplementation of honeysuckle improves the growth, survival and immunity of *Penaues monodon* [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2013, 35(1): 161-169
- [97] Honda-Okubo Y, Saa De F, Petrovsky N. Advax, a polysaccharide adjuvant derived from delta inulin, provides improved influenza vaccine protection through broad-based enhancement of adaptive immune responses [J]. Vaccine, 2012, 30(36): 5373-5381
- [98] 何云. 黔产金银花和山银花抗炎、免疫和保肝作用药效学对比研究[D]. 贵州: 贵州大学, 2019
- HE Yun. Comparative study on anti-inflammatory, immune and hepatoprotective effects of *Lonicera japonica* and *Lonicera japonica* produced in Guizhou [D]. Guizhou: Guizhou University, 2019
- [99] Nording H, Langer H F. Complement links platelets to innate immunity [J]. Semin Immunol, 2018, 37: 43-52
- [100] 李世传, 杜华英, 熊建华, 等. 金银花叶抑菌成分的提取及效果研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(6): 6-10
- LI Shichuan, DU Huaying, XIONG Jianhua, et al. Study on extraction and activity of effective antibacterial ingredients from *Lonicera japonica* leaves [J]. Food Research and Development, 2015, 36(6): 6-10
- [101] Durgawaep P, Phatak R S, Hendre A S. Biosynthesis of silver nanoparticles using latex of *Syandenum grantii* Hook f and its assessment of antibacterial activities [J]. Digest Journal of Nanomaterial and Biostructures, 2015, 10(3): 847-853
- [102] SHANG Xiaofei, PAN Hu, LI Maoxing, et al. *Lonicera japonica* Thunb: Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of an important traditional Chinese medicine [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2011, 1: 1-21
- [103] Yang N, Li F Y, Jian T C, et al. Biogenic synthesis of silver nanoparticles using ginger (zingiberor of ficinale) extract and their antibacterial properties against aquatic pathogens [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2017, 36(12): 95-100
- [104] 李先民, 李春牛, 卢家仕, 等. 6 种金花茶组植物的花朵活性成分分析与评价[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(21): 33-37
- LI Xianmin, LI Chunniu, LU Jiashi, et al. Analysis and evaluation of flower active components of 6 species of Camellia group [J]. Food Research and Development, 2020, 41(21): 33-37
- [105] 雷玲, 李兴平, 白筱璐, 等. 金银花抗内毒素、解热、抗炎作用研究[J]. 中药药理与临床, 2012, 28(1): 115-117
- LEI Ling, LI Xingping, BAI Xiaolu, et al. Research on anti-endotoxin, antipyretic and anti-inflammatory effects of honeysuckle [J]. Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica, 2012, 28(1): 115-117