

金银花成分及加工

Research progress on composition and processing of *Flos Lonicerae*

罗 莲¹ 叶 萌² 林 静¹ 陈安均¹

LUO Lian¹ YE Meng² LIN Jing¹ CHEN An-jun¹

莫汉儒³ 余建兵⁴ 刘兴艳¹

MO Han-ru³ YU Jian-bing⁴ LIU Xing-yan¹

(1. 四川农业大学食品学院, 四川 雅安 625000; 2. 四川农业大学林学院, 四川 成都 610000;

3. 四川省乐山市沐川县沐溪镇农业综合服务中心, 四川 乐山 614000;

4. 四川蜀源腾农业科技有限公司, 四川 乐山 614000)

(1. College of Food Science and Technology, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625000, China; 2. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 610000, China; 3. Agricultural Integrated Service Center, Muxi Town, Muchuan County, Leshan, Sichuan 614000, China; 4. Sichuan Shuyuanteng Agricultural Technology Corporation, Leshan, Sichuan 614000, China)

摘要: 研究对近年来国内外金银花的活性成分、干制加工方法、功能成分提取和加工产品的相关研究进行了概括和讨论, 并对其未来发展方向进行了展望。

关键词: 金银花; 活性成分; 干燥; 提取; 产品

Abstract: In this paper, the research on the active components, dry processing methods, extraction of functional components and processed products of *Flos Lonicerae* at home and abroad in recent years were summarized and discussed, and the development direction of *Flos Lonicerae* in the future was prospected.

Keywords: *Flos Lonicerae*; active ingredient; drying; extraction; product

金银花为忍冬科植物忍冬的干燥花蕾或带初开的花, 属于多年生半常绿缠绕及匍匐茎的灌木^[1], 其基原只有忍冬一种, 区别于金银忍冬、蓝靛果忍冬和山银花等忍冬科植物^[2]。金银花一年花开 3~4 次, 4~6 月为第一茬花, 占全年产量 70% 左右^[3]。其花蕾外形上粗下细, 略弯曲, 长 2~3 cm, 花初开为白色, 1~2 d 后因类胡萝卜素含量急剧增加而转变为黄色^[4], 根据其颜色和外形, 通常被

分为青蕾期、二白期、银花期和金花期 4 个主要时期。其果熟期较晚, 在 10—11 月, 果实形状为圆形或椭圆形, 长约 3 mm, 成熟时为蓝黑色^[5]。金银花对于生长环境的耐受性较高, 主要归因于其富含酚类物质^[6], 最高生长海拔可达 1 500 m, 山东和河南为金银花的主要产区。金银花富含多种生物活性物质, 具有调节血糖^[7]、抗氧化、抗肿瘤和抗病毒^[8]等功效, 其功能性成分的积累受产地^[9]、海拔、品种^[10]及加工方式等影响。文章拟对近些年金银花所含的活性成分、干制加工、功能性成分的提取和加工产品现状进行概述, 以为金银花的进一步研究提供依据。

1 金银花活性成分及功能

1.1 黄酮类化合物

金银花中黄酮类化合物主要包括芦丁、木犀草苷和金丝桃苷等^[11], 具有抗氧化^[12]、免疫调节^[13]和抗病毒等功能。据研究^[14], 金银花提取物中总黄酮的抗氧化能力优于核桃叶、何首乌和红景天, 且与清除 DPPH 自由基和 ABTS 自由基能力呈显著相关性。黄酮类化合物抗氧化作用机制主要是将氢转移给脂类物质自由基后自身形成稳定的酚基自由基^[15]。王萌玉等^[16-17]发现金丝桃苷结构含有 3 位羟基和邻二羟基结构, 而木犀草苷只有 B 环邻二羟基, 所以金丝桃苷表现出更强的抗氧化活性。付元真等^[18]发现, 金银花中总黄酮、木犀草苷、金丝桃苷、槲皮素含量与超氧阴离子自由基($O_2^- \cdot$)清除率呈极显著相关性。

基金项目: 四川省科普专项(编号: 2060799-1)

作者简介: 罗莲, 女, 四川农业大学在读硕士研究生。

通信作者: 刘兴艳(1979—), 女, 四川农业大学副教授, 博士。

E-mail: lxy05@126.com

收稿日期: 2021-09-15

1.2 酚类化合物

金银花中酚类化合物含量占比较高,主要以游离态、酯化态和不溶性结合态形式存在。Chen 等^[19]发现金银花中总酚含量高达 66.99 mg GAE/g DW,高于桃仁和柠檬等花卉。金银花酚酸类物质中,绿原酸含量最高,是评价金银花质量和品质的标志性物质,其在叶的各个时期变化不大,而在花的三期期可达最高值 33.37 mg/g^[20]。邻二羟基是绿原酸特有结构,其可形成分子内氢键,降低体系能量,使自由基更稳定,从而极大地增强了其抗氧化能力。苏萌萌等^[21]研究发现,绿原酸对荧光假单胞菌和腐生葡萄球菌最小杀菌质量浓度为 5 mg/mL,其通过破坏菌体细胞膜,改变膜电位,进而使内源物质发生泄漏和溶解实现抑菌。Wu 等^[22]通过代谢组学分析发现,绿原酸(CGA)胁迫是通过诱导三羧酸(TCA)循环和糖酵解使细胞内代谢失衡来抑制枯草芽孢杆菌。

1.3 挥发油类

金银花中挥发油主要包括芳樟醇、棕榈酸酯、亚油酸等^[23],其精油具有自然清新的花香,较为明显的清甜香,并伴有较弱的青滋感和酸香^[24]。张文文等^[25]发现金银花与叶均能显著促进小鼠淋巴细胞的转化,以增强小鼠的免疫能力。Rahman 等^[26]发现金银花精油和金银花叶乙醇提取物对革兰氏阳性菌的抑菌效果优于革兰氏阴性菌,主要是因为革兰氏阴性菌细胞壁中脂多糖可阻止疏水性油的渗透并避免精油在靶细胞膜中的积累。

1.4 环烯醚萜苷类

环烯醚萜苷类是金银花中主要的水溶性成分,是由环戊烷并吡喃环基本骨架的单萜类化合物与糖结合成苷的一类化合物^[27],主要包括马钱苷、当药苷/獐牙菜苷和马钱苷酸等。环烯醚萜苷类化合物的结构有闭环环烯醚萜苷类、裂环式环烯醚萜苷类和聚合环烯醚萜苷类 3 种,其特征性断裂途径有 RDA 裂解和一氧化碳、甲醇的损失以及与氮位的连接^[28]。杨少青^[29]发现龙胆苦苷与栀子苷两种环烯醚萜苷可以通过抑制糖异生关键酶 PEPCK 和 G6Pase 的转录与表达来实现对糖生成的抑制,从而对血糖起到调节作用。Zhang 等^[30]对金银花中抗流感物质进行了筛选,共鉴定出 126 种物质,包括 70 种环烯醚萜苷,其中 10 种含氮环烯醚萜苷类化合物被认为是抗流感病毒的潜在新化合物。

2 金银花的主要加工工艺

2.1 干燥工艺

新鲜金银花因含水量较高,极易发生不同花期的转变和氧化褐变,不易运输和贮藏。干燥过程中,受热不均或干燥时间过长都会造成金银花颜色不一和活性物质损失,甚至影响金银花药性。干燥速率、产品最终外观性状和成分的保留量是对干燥方式优劣的直接判断。

传统的干燥方式有阴干、晒干和热风干燥等^[31],相比

于阴干和晒干受场地和自然因素的限制,以及耗时长的问题,烘干更适用于金银花的干燥^[32]。现代干燥技术有真空冷冻干燥、变温干燥、气调干燥、远红外干燥和微波干燥等。以多糖含量为指标,杀青干燥较冷冻干燥、硅胶阴干、晒干和烘干更适合于金银花干燥^[33]。联用干燥技术有热泵远红外干燥技术、真空冷冻干燥技术和气调热泵干燥技术^[34-35]等。联用干燥技术可以更好地保留金银花成分,如现代干燥技术结合杀青技术可以更好地保存金银花中芦丁、绿原酸、木犀草素和异绿原酸 C 等成分,并且性状外观更符合金银花原本特征,主要是由于杀青可以瞬时高温灭活各类酶的活性^[36]。朱玉丽等^[37]发现,与单独微波干燥相比,热风与微波结合使得金银花的外观品质、活性成分含量和效率都更高。目前,通过成分保留量来比较各种烘干方式的效果见表 1。

2.2 提取工艺

提取是金银花用于生产茶类饮料的重要加工单元,功能性成分的提取率直接影响最终产品的保健价值^[19]。绿原酸因在金银花中占比高达 3%~5%,且兼具多种生物活性,常被作为金银花提取率的考察标准。CGA 是热敏性化合物,对光热敏感,易氧化损失,选择合适的提取方法,对其保留至关重要。

CGA 的传统提取方法有溶剂提取法^[40]、回流法和索氏提取法等,回流法的提取率普遍比水提法高。物理提取法有微波提取法、超声提取法和高压提取法等。石艳宾等^[41]得出绿原酸的最佳超声提取工艺为乙醇体积分数 69%、料液比 1:23 (g/mL)、超声温度 44 °C、超声时间 20 min,此时绿原酸提取率为 6.20%。李华生等^[42]优化了加压提取工艺,在优化后的工艺条件下,绿原酸提取率可达 39.7 mg/g。王鑫等^[43]研究表明,回流法具有提取时间短、提取效率相对较高且绿原酸不易被破坏等优点,优化后的绿原酸提取率高达 6.23%。生物酶法提取 CGA 具有绿色和专一性高的特点,并且可防止脂溶性色素的溶出^[44],更有利于 CGA 的后续分离纯化。将多种提取方式相结合,可以极大提高 CGA 的提取效率,朱国健等^[45]发现超声回流法在提取金银花中 CGA 时,得率较回流法和超声波法分别提高了 7%和 5%。

3 金银花的加工制品

3.1 金银花茶类

目前,金银花茶类产品主要是凉茶类饮料和花茶。金银花凉茶类饮料属于植物草本饮料,即以国家允许使用的植物(包括可食用的根、茎、叶、花、果实)或其提取物的一种或几种为原料,添加或不添加其他食品原辅料和(或)食品添加剂,经加工制成的饮料^[46],按其类别可分为原汁饮料和复合饮料。花茶又称香片、熏花茶和窖花茶,是中国特有的再加工茶类,是采用茶用香花与茶坯窨制而成的一类再加工茶。

表 1 金银花干燥方式的比较

Table 1 Comparison of drying methods of *Flos Lonicerae*

干燥方式	最优干燥方式	试验结果	参考文献
烘干、晒干、阴干	烘干(自制烘干机)	总酚酸含量 6.23 mg/g, 总黄酮含量 6.90 mg/g	[32]
硅胶阴干法、烘房烘干法、杀青干燥法、自然晒干法和冷冻干燥方法	杀青干燥法(蒸汽杀青 3~5 min, 70 ℃ 烘干)	多糖含量 14.57%	[33]
蒸干法、微波干燥法、阴干法、烘干法、晒干法	蒸干法[蒸 5 min, (55±1) ℃ 烘干]	总黄酮含量 6.58%	[34]
红外控温干燥、热风控温干燥、微波真空干燥、高压电场干燥、热风变温干燥、蒸汽杀青或微波杀青与其他干燥方式结合	蒸汽杀青 60 s、热风控温 60 ℃ 烘干	绿原酸含量 24.503 4 mg/g, 芦丁含量 1.306 2 mg/g, 木犀草苷含量 4.485 3 mg/g, 异绿原酸 C 含量 16.846 7 mg/g	[38]
蒸后热风干燥、微波干燥、蒸后热风微波干燥	蒸后热风微波干燥[装载量 25 kg/m ² 、蒸制时间 2 min、55 ℃ 干燥; 含水率为 1.582 kg/kg 时, 微波(脉冲比为 2)联合干燥至终点]	绿原酸保留率 1.33%, 硒保留率 0.188 μg/g	[37]

金银花凉茶类饮料富含多种生物活性物质,兼具清热解毒、抗流感和抗氧化等功能,但在加工过程中会遇到杂质沉淀、变色和口感不佳等问题,从而影响产品品质。刘程^[47]研究发现,金银花饮料的沉淀问题是多种因素综合作用的结果,当体系中蛋白质含量较低,而酚类物质含量较高时,蛋白质表面会形成疏水层,从而出现蛋白质析出沉淀现象。pH 值、金属离子和绿原酸类化合物氧化会导致金银花水提液变深变绿,碱性条件下,绿原酸呈解离态,木犀草素因含有多个酚羟基,在水中呈微弱酸性,能够与钙、铁、镁等金属离子形成有色络合物。兰雪萍等^[48]通过添加 D-异抗坏血酸钠,有效减缓了金银花提取液颜色的变化。畅丽萍等^[49]研究表明,金银花烘青绿茶复合饮料的最佳工艺参数为金银花和烘青绿茶提取液的混合体积比为 1:1、白砂糖添加量为 10.5 g/100 mL、柠檬酸添加量为 0.13 g/100 mL、L-抗坏血酸添加量为 0.10 g/100 mL,海藻酸钠添加量为 0.16%,此条件下的产品汤色黄绿且澄清透明,具有烘青绿茶和金银花特有的香气,并且滋味鲜爽可口,稳定性良好。

花茶具有良好的发展前景,开放后的金银花香气清雅纯正、芳香扑鼻,非常适合窰制花茶,其核心工艺为“窰花”。练学燕^[50]比较了三窰一提与四连窰两种工艺对金银花窰制绿茶和红茶的品质影响,得出三窰一提工艺所制金银花茶香气、汤色品质更优,金银花与绿茶适配性更佳,同时冷藏相比于常温更有利于防止香气的损失。后续可对其窰制工艺中茶培的吸香过程和金银花释香生理过程进行研究。

3.2 金银花酒类

酒具有改善血液循环和温热机体的作用,将金银花

及其浆果的活性成分融入酒中,可赋予酒更丰富的功能和口感。但其会面临酒体酸度不协调、不稳定和活性成分不能较好地保留等问题。马宇等^[51]采用固态发酵工艺酿造金银花酒,使原料中的香气、活性成分更易于保留和转移到酒体中,增加酒体风味及活性功能,并且杜绝了甲醇的产生。陈丽玲等^[52]将黄酒成品直接浸泡萃取金银花获得金银花黄酒,由于黄酒中存在的氨基酸多肽等成分可能会对绿原酸有一定的保护作用,从而富含更高的绿原酸和总酚。Skorodpelova 等^[53]发现苹果汁+金银花汁和梨汁+金银花汁发酵比梨汁和苹果汁单独发酵具有更多的风味、多酚类物质和维生素,并且酒体酸度得到了很好调节。于军香等^[54]得到蓝莓金银花发酵酒的最佳工艺参数为加糖量 16.7%,柠檬酸添加量 0.15%,酵母添加量 0.15%,制得的酒液香味协调,酒度适宜,酸味不重,酒体丰满柔和。

3.3 金银花其他产品

为解决金银花的食用研发品种单一问题,金银花醋、金银花酸奶和金银花糕等研发相继出现。闫占鹏^[55]比较了金银花提取液和金银花粉两种添加方式对食醋发酵的影响,最终确定以提取液的方式添加更优,与未添加金银花提取液的发酵醋相比,其自由基清除率显著提高。肖元园等^[56]以金银花汁与全脂乳粉为主要原料制作凝固型酸奶,随着金银花含量的增加,酸奶的硬度和黏度降低,可能是由于其会使酸奶的凝胶网络结构变得疏松。曹冠华等^[57]确定了金银花酸角糕的最佳工艺为酸角汁与金银花汁质量比为 3:1,蔗糖添加量为 18%,麦芽糖添加量为 1.00%,柠檬酸添加量为 0.30%,琼脂添加量为 0.90%,卡拉胶添加量为 0.10%,果胶添加量为 0.10%。

4 结论

金银花因富含黄酮类、酚酸类、挥发油和环烯醚萜苷类等多种生物活性物质,具有抗氧化、清热解毒和降血糖等保健功能,后续需加强对其他功能性成分的探索,如萜类化合物。金银花最优干燥方法的选择还不够标准化,在各种方法最优条件下进行比较的研究较少,同时,新的提取技术需要不断挖掘,应向绿色高效的方向发展。金银花采摘后会进行修枝,产生大量金银花叶,后续可研究其越冬机理以及加强其叶的开发利用。目前,金银花主要是以原辅料形式加入产品制成茶类或酒类,且已有加多宝、和其正和金银花露等市售保健茶饮料,但产品形式还相对单一,因此需加大其研发力度,拓宽这一药食两用资源的加工利用,促进金银花产业的良性健康发展。

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, 2020: 32-33.
National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: Part one[M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020: 32-33.
- [2] 杨倩茹, 赵媛媛, 郝江波, 等. 金银花与山银花化学成分及其差异的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(7): 1 204-1 211.
YANG Qian-ru, ZHAO Yuan-yuan, HAO Jiang-bo, et al. Research progress on chemical constituents and differences of *Lonicera japonica* Thunb. and *Flos Lonicerae*[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2016, 41(7): 1 204-1 211.
- [3] 周燕明. 金银花叶多酚分离纯化及其抗氧化活性研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2012: 1-3.
ZHOU Yan-ming. Isolation, purification and antioxidant activity of polyphenols from *Lonicera japonica* Thunb leaves[D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2012: 1-3.
- [4] PU Xiao-dong, LI Zhen, TIAN Ya, et al. The honeysuckle genome provides insight into the molecular mechanism of carotenoid metabolism underlying dynamic flower coloration[J]. New Phytologist, 2020, 227(3): 930-943.
- [5] 韩燕雨, 李静. 3种忍冬果实研究进展[J]. 中国中医药信息杂志, 2021, 28(2): 137-140.
HAN Yan-yu, LI Jin. Research progress of three kinds of honeysuckle fruits[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine Information, 2021, 28(2): 137-140.
- [6] BIENIASZ M, DZIEDZIC E, SŁOWIK G. Biological features of flowers influence the fertility of *Lonicera* spp. cultivars[J]. Horticulture Environment & Biotechnology, 2019, 60(2): 155-166.
- [7] JURGONSKI A, JUSKIEWICZ J, ZDUNCZYK Z. An anthocyanin-rich extract from Kamchatka honeysuckle increases enzymatic activity within the gut and ameliorates abnormal lipid and glucose metabolism in rats[J]. Nutrition, 2013, 29(6): 898-902.
- [8] LI Meng-wei, WANG Yu-xu, JIN Jing, et al. Inhibitory activity of honeysuckle extracts against influenza a virus in vitro and in vivo[J]. Virologica Sinica, 2021, 36(3): 490-500.
- [9] BECKER R, DASHBALDAN S, PACZKOWSKI C, et al. Comparison of steroids and triterpenoids in leaf cuticular waxes of selected Polish and Russian cultivars and genotypes of edible honeysuckle[J]. Phytochemistry Letters, 2019, 30: 238-244.
- [10] 朱丹, 李琼, 张春花, 等. 不同产地金银花中绿原酸、木犀草苷和总黄酮含量的比较研究[J]. 广西医科大学学报, 2016, 33(1): 15-19.
ZHU Dan, LI Qiong, ZHANG Chun-hua, et al. Comparative study on contents of chlorogenic acid, luteolin and total flavonoids in *Flos Lonicerae* from different producing areas [J]. Journal of Guangxi Medical University, 2016, 33(1): 15-19.
- [11] 张冰洁. 金银花叶中黄酮类化合物的提取、纯化及抗氧化研究[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2017: 3.
ZHANG Bing-jie. Extraction, purification and antioxidant study of flavonoids from honeysuckle leaves [D]. Luoyang: Henan University of Science and Technology, 2017: 3.
- [12] 石艳金. 金银花、银杏叶总黄酮协同清除 DPPH 自由基作用研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(5): 43-46.
SHI Yan-bin. Effects of total flavonoids from honeysuckle and Ginkgo biloba leaves on scavenging DPPH free radicals[J]. Food Research and Development, 2017, 38(5): 43-46.
- [13] 皮建辉, 谭娟, 胡朝曦, 等. 金银花黄酮对小鼠免疫调节作用的研究[J]. 中国应用生理学杂志, 2015, 31(1): 89-92.
PI Jian-hui, TAN Juan, HU Chao-tun, et al. Effects of flavones from honeysuckle on immune regulation in mice [J]. Chinese Journal of Applied Physiology, 2015, 31(1): 89-92.
- [14] 付晶晶, 肖海芳, 宋元达. 金银花等 6 种植物提取物总黄酮含量与抗氧化性相关性研究[J]. 食品与机械, 2017, 33(6): 159-163.
FU Jing-jing, XIAO Hai-fang, SONG Yuan-da. Study on the correlation between total flavonoids content and antioxidant activity of extracts from six plants such as *Lonicera japonica* [J]. Food & Machinery, 2017, 33(6): 159-163.
- [15] FENG Rui-zhang, WANG Qin, TONG Wen-zhi, et al. Extraction and antioxidant activity of flavonoids of *Morus nigra*[J]. International Journal of Clinical & Experimental Medicine, 2015, 8(12): 22328.
- [16] 王萌玉. 木犀草苷、金丝桃苷标准物质研制及抗氧化活性研究[D]. 天津: 天津理工大学, 2020: 70.
WANG Meng-yu. Preparation and antioxidant activity of standard substances of luteolin and hyperin[D]. Tianjin: Tianjin University of Technology, 2020: 70.
- [17] 张永欣, 张启伟, 李春, 等. 忍冬叶中抗氧化化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(12): 2 372-2 377.
ZHANG Yong-xin, ZHANG Qi-wei, LI Chun, et al. Study on antioxidant constituents of *Lonicera japonica* leaves[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2015, 40(12): 2 372-2 377.
- [18] 付元真, 王新新, 王晓, 等. 高速剪切提取金银花 11 种活性成分及其抗氧化活性[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(5): 239-245.
FU Yuan-zhen, WANG Xin-xin, WANG Xiao, et al. High speed

- shear extraction of 11 active components from *Flos Lonicerae* and their antioxidant activities[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2016, 42(5): 239-245.
- [19] CHEN Guan-lin, CHEN Song-gen, XIAO Yi, et al. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 30 flowers[J]. *Industrial Crops and Products*, 2018, 111: 430-445.
- [20] 朱文卿, 任汉书, 郑媛媛, 等. 金银花的功能性成分及其生物活性研究进展[J]. *食品工业科技*, 2021, 42(13): 412-426.
- ZHU Wen-qing, REN Han-shu, ZHENG Yuan-yuan, et al. Research progress of functional components and biological activities of *Lonicerae japonica*[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2021, 42(13): 412-426.
- [21] 苏萌萌, 孙芝兰, 刘芳, 等. 绿原酸对鸡肉腐败菌的抑菌机理[J]. *江苏农业学报*, 2018, 34(6): 1 386-1 391.
- SU Meng-meng, SUN Zhi-lan, LIU Fang, et al. Inhibition mechanism of chlorogenic acid on spoilage bacteria of chicken [J]. *Journal of Jiangsu Agricultural Sciences*, 2018, 34(6): 1 386-1 391.
- [22] WU Yan, LIANG Shan, ZHANG Min, et al. The effect of chlorogenic acid on *Bacillus subtilis* based on metabolomics [J]. *Molecules*, 2020, 25(18): 4 038.
- [23] 李娜, 阮文辉, 杨莹莹, 等. 金银花成分分析研究进展[J]. *科技情报开发与经济*, 2011, 21(18): 178-181.
- LI Na, RUAN Wen-hui, YANG Ying-ying, et al. Research progress of composition analysis of *Flos Lonicerae*[J]. *Science and Technology Information Development and Economy*, 2011, 21(18): 178-181.
- [24] 林德洪. 金银花挥发油特征香气组分研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2020: 4.
- LIN De-hong. Study on characteristic aroma components of volatile oil from *Lonicerae japonica*[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2020: 4.
- [25] 张文文, 任英, 张荣超, 等. 金银花与忍冬叶挥发油成分对小鼠淋巴细胞增殖效果研究[J]. *药学研究*, 2020, 39(4): 198-201, 224.
- ZHANG Wen-wen, REN Ying, ZHANG Rong-chao, et al. Effects of volatile oil from leaves of *Lonicera japonica* and *Lonicera japonica* on lymphocyte proliferation in mice[J]. *Pharmaceutical Research*, 2020, 39(4): 198-201, 224.
- [26] RAHMAN A, KANG S C. In vitro control of food-borne and food spoilage bacteria by essential oil and ethanol extracts of *Lonicera japonica* Thunb[J]. *Food Chemistry*, 2009, 116(3): 670-675.
- [27] 杜芳黎, 姚彩云, 宋志军, 等. 忍冬属植物中环烯醚萜苷类化合物的研究进展[J]. *天然产物研究与开发*, 2015, 27(7): 1 296-1 307.
- DU Fang-li, YAO Cai-yun, SONG Zhi-jun, et al. Research progress of iridoid glycosides in *Lonicera japonica*[J]. *Natural Products Research and Development*, 2015, 27(7): 1 296-1 307.
- [28] 杨然, 陆远, 郝昊, 等. 金银花环烯醚萜苷类化学成分和药理活性研究进展[J]. *中国中药杂志*, 2021, 46(11): 2 746-2 752.
- YANG Ran, LU Yuan, HAO Hao, et al. Advances in chemical constituents and pharmacological activities of iridoid glycosides from gold and silver garland[J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2021, 46(11): 2 746-2 752.
- [29] 杨少青. 以胰岛素抵抗肝细胞模型筛选糖尿病药物及环烯醚萜苷类化合物降糖机制的研究[D]. 西安: 西北大学, 2016: 65-67.
- YANG Shao-qing. Study on the hypoglycemic mechanism of drugs and iridoid glycosides in diabetes mellitus using insulin-resistant hepatocyte model[D]. Xi'an: Northwestern University, 2016: 65-67.
- [30] ZHANG Feng-xiang, LI Zi-ting, LI Min, et al. Dissection of the potential anti-influenza materials and mechanism of *Lonicerae japonicae* flos based on in vivo substances profiling and network pharmacology[J]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2021, 193: 113721.
- [31] 姜正, 刘清, 徐恒, 等. 金银花热风干燥品质变化及工艺优化[J]. *山西农业大学学报(自然科学版)*, 2018, 38(1): 61-68.
- LOU Zheng, LIU Qing, XU Heng, et al. Quality change and process optimization of hot air drying of honeysuckle[J]. *Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2018, 38(1): 61-68.
- [32] 宋梦璐, 蓝孝浩, 陈潇潇. 三种不同干燥方式对金银花活性成分与抗氧化性的影响[J]. *山东化工*, 2017, 46(20): 89-91.
- SONG Meng-lu, LAN Xiao-hao, CHEN Xiao-xiao. Effects of three different drying methods on active components and antioxidant activity of honeysuckle[J]. *Shandong Chemical Industry*, 2017, 46(20): 89-91.
- [33] 陈燕文, 王玲娜, 梁从莲, 等. 干燥方法对金银花多糖含量的影响[J]. *中国现代中药*, 2017, 19(1): 88-91.
- CHEN Yan-wen, WANG Ling-na, LIANG Cong-lian, et al. Effects of drying methods on polysaccharide content of honeysuckle[J]. *China Modern Chinese Materia Medica*, 2017, 19(1): 88-91.
- [34] 胡甜甜, 王桂知, 黄麟杰. 不同干燥方法对“武当二号金银花”总黄酮含量的影响[J]. *湖北医药学院学报*, 2018, 37(3): 229-231.
- HU Tian-tian, WANG Gui-zhi, HUANG Lin-jie. Effects of different drying methods on total flavonoids content of *Flos Lonicerae* "Wudang No.2"[J]. *Journal of Hubei University of Medicine*, 2018, 37(3): 229-231.
- [35] LUO Lei, YANG Bin, REN Guang-yue, et al. Degradation kinetics of functional components of honeysuckle flowers during controlled-atmosphere heat pump drying[J]. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 2016, 9(4): 159-168.
- [36] 李哲, 赵振华, 玄静, 等. 金银花干燥加工研究进展[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2019, 21(8): 156-159.
- LI Zhe, ZHAO Zhen-hua, XUAN Jing, et al. Research progress of honeysuckle drying processing[J]. *Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine*, 2019, 21(8): 156-159.
- [37] 朱玉丽, 左亚文, 赵文婷, 等. 富硒金银花蒸后热风与微波及其联合干燥试验[J]. *中国食品学报*, 2018, 18(2): 166-173.
- ZHU Yu-li, ZUO Ya-wen, ZHAO Wen-ting, et al. Experimental study on hot air and microwave drying of selenium-rich honeysuckle after steaming[J]. *Chinese Journal of Food Science*, 2018, 18(2): 166-173.

- [38] 时玉昌, 沈申, 陈亚运, 等. 不同干燥方法对金银花多元功效成分和感官品质的影响[J]. 生物加工过程, 2021, 19(1): 66-73.
- SHI Yu-chang, SHEN Shen, CHEN Ya-yun, et al. Effects of different drying methods on multi-functional components and sensory quality of *Lonicerae japonica*[J]. Bioprocessing, 2021, 19(1): 66-73.
- [39] 李杰, 陈道鸽, 王兵兵, 等. 水热法提取金银花中绿原酸的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(2): 62-67.
- LI Jie, CHEN Dao-ge, WANG Bing-bing, et al. Extraction of chlorogenic acid from honeysuckle by hydrothermal method[J]. Food Research and Development, 2018, 39(2): 62-67.
- [40] CHONG K Y, STEFANOVA R, ZHANG J, et al. Extraction of bioactive compounds from haskap leaves (*Lonicera caerulea*) using salt/ethanol aqueous two-phase flotation[J]. Food and Bioprocess Technology, 2020, 13(12): 2 131-2 144.
- [41] 石艳宾, 李文静. 响应面优化金银花绿原酸提取工艺及抗氧化作用研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(21): 152-158.
- SHI Yan-bin, LI Wen-jing. Extraction technology and antioxidant activity of chlorogenic acid from honeysuckle by response surface optimization[J]. Food Research and Development, 2019, 40(21): 152-158.
- [42] 李华生, 周振华, 龙鸣. 响应面法优化金银花中绿原酸与总黄酮加压提取工艺[J]. 食品科技, 2020, 45(5): 215-220.
- LI Hua-sheng, ZHOU Zhen-hua, LONG Ming. Optimization of extraction process of chlorogenic acid and total flavonoids from *flos lonicerae* by response surface methodology[J]. Food Science and Technology, 2020, 45(5): 215-220.
- [43] 王鑫, 李楠, 齐佳慧, 等. 金银花中绿原酸的提取工艺研究[J]. 黑龙江大学工程学报, 2020, 11(3): 36-39.
- WANG Xin, LI Nan, QI Jia-hui, et al. Study on extraction technology of chlorogenic acid from *Flos lonicerae* [J]. Engineering Journal of Heilongjiang University, 2020, 11(3): 36-39.
- [44] XIAO Peng, DUAN Ming-hui, YAO Xiao-hui, et al. Green extraction of five target phenolic acids from *Lonicerae japonicae* Flos with deep eutectic solvent[J]. Separation and Purification Technology, 2016, 157: 250.
- [45] 朱国健, 田帅承, 何宁. 超声回流法提取金银花中绿原酸最佳工艺条件探究[J]. 南方农业, 2020, 14(6): 126-127.
- ZHU Guo-jian, TIAN Shuai-cheng, HE Ning. Extraction of chlorogenic acid from *Flos lonicerae* by ultrasonic reflux[J]. Southern Agriculture, 2020, 14(6): 126-127.
- [46] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫局, 中国国家标准化管理委员会. 植物饮料: GB/T 31326—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- State Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of China. Vegetable beverage: GB/T 31326—2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [47] 刘程. 金银花类饮料生产过程中的浸提条件优化及产品沉淀控制[D]. 武汉: 华中农业大学, 2014: 37, 47, 53.
- LIU Cheng. Optimization of extraction conditions and precipitation control of honeysuckle beverage production process[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2014: 37, 47, 53.
- [48] 兰雪萍, 郭思杍, 李文军, 等. 金银花水提液的颜色稳定性[J]. 食品科技, 2015, 40(9): 216-221.
- LAN Xue-ping, GUO Si-yi, LI Wen-jun, et al. Color stability of honeysuckle water extract[J]. Food Science and Technology, 2015, 40(9): 216-221.
- [49] 畅丽萍, 魏琦超. 响应面法优化金银花烘青绿茶复合饮料工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(22): 138-145.
- CHANG Li-ping, WEI Qi-chao. Optimization of honeysuckle baked green tea composite beverage process by response surface methodology[J]. Food Research and Development, 2020, 41(22): 138-145.
- [50] 练学燕. 金银花窰制红茶/绿茶加工品质特征分析[D]. 重庆: 西南大学, 2020: 20-23.
- LIAN Xue-yan. Analysis of processing quality characteristics of honeysuckle for black tea and green tea scenting[D]. Congqing: Southwest University, 2020: 20-23.
- [51] 马宇, 黄永光, 唐东亚, 等. 金银花纯花固态发酵酒风味特征及活性功能成分分析[J]. 食品科学, 2018, 39(24): 249-255.
- MA Yu, HUANG Yong-guang, TANG Dong-ya, et al. Flavor characteristics and active functional components analysis of solid-state fermented wine of honeysuckle[J]. Food Science, 2018, 39(24): 249-255.
- [52] 陈丽玲, 陈勃, 何冬萍, 等. 金银花黄酒制备工艺及产品稳定性和抗氧化活性研究[J]. 酿酒科技, 2016(12): 47-51.
- CHEN Li-ling, CHEN Qing, HE Dong-ping, et al. Preparation technology, stability and antioxidant activity of honeysuckle rice wine[J]. Wine Science and Technology, 2016(12): 47-51.
- [53] SKOROSPELOVA E, MOTOVILOV O, NITSIEVSKAYA K, et al. Comparative characteristics of varietal and blended flavored wines[J]. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 2019: 403: 012022.
- [54] 于军香, 郑亚琴. 蓝莓金银花发酵酒加工工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(8): 112-115.
- YU Jun-xiang, ZHENG Ya-qin. Research on processing technology of fermented blueberry honeysuckle wine[J]. Food Research and Development, 2016, 37(8): 112-115.
- [55] 闫占鹏. 金银花中绿原酸提取及金银花醋发酵工艺优化研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2018: 36.
- YAN Zhan-peng. Extraction of chlorogenic acid from honeysuckle and optimization of fermentation process of honeysuckle vinegar[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2018: 36.
- [56] 肖元园, 王大平. 金银花凝固型酸奶制作工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(7): 52-55.
- XIAO Yuan-yuan, WANG Da-ping. Research on the preparation technology of honeysuckle Yogurt[J]. Food Research and Development, 2015, 36(7): 52-55.
- [57] 曹冠华, 李泽东, 王藩桦, 等. 金银花酸角糕的研制[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(5): 90-95.
- CAO Guan-hua, LI Ze-dong, WANG Fan-hua, et al. Preparation of honeysuckle sour horn cake[J]. Food Research and Development, 2017, 38(5): 90-95.