

# 蝉花多糖的提取和生物活性及产品研发进展

## Research progress on extraction, biological activities and product development of polysaccharides from cicada flower

贾国军<sup>1</sup> 王小英<sup>1</sup> 俞建民<sup>2</sup> 董建飞<sup>3</sup>

JIA Guo-jun<sup>1</sup> WANG Xiao-ying<sup>1</sup> YUN Jian-min<sup>2</sup> DONG Jian-fei<sup>3</sup>

(1. 兰州职业技术学院生物工程系, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃 兰州 730070; 3. 浙江泛亚生物医药股份有限公司, 浙江 平湖 314200)

(1. Department of Bioengineering, Lanzhou Vocational Technical College, Lanzhou, Gansu 730070, China;  
2. College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;  
3. Zhejiang BioAsia Pharmaceutical Co., Ltd., Pinghu, Zhejiang 314200, China)

**摘要:**蝉花是一种珍贵的药食两用真菌,具有很高的食用和药用价值,而蝉花多糖是其重要的生物活性成分。文章综述了近年来蝉花多糖提取、分离纯化的技术,对蝉花多糖的抗氧化、抗肿瘤、免疫调节、抑菌作用、降血脂、降血糖、抗病毒和镇痛等生物活性进行了阐述,总结了蝉花产品开发与应用的现状,指出了当前蝉花相关研究中存在的问题和未来研究方向。

**关键词:**蝉花多糖;提取方法;生物活性;分离纯化;功能食品

**Abstract:** Cicada flower is a valuable edible and medicinal mushroom. Polysaccharides are the most important active ingredients of cicada flower. This paper reviewed the extraction, separation and purification technologies of cicada flower polysaccharides in recent years. Also, it analyzed the biological activities of cicada flower polysaccharides, such as antioxidant, anti-tumor, immune regulation, bacteriostasis, hypolipidemic, hypoglycemic, anti-virus and ease pain. Moreover, the development and application of products were summarized and the existing problems and future research directions were also discussed.

**Keywords:** cicada flower polysaccharides; extraction method; biological activity; separation and purification; functional foods

**基金项目:**国家级大学生创新创业训练计划项目(编号:202212833002X);兰州市青年科技人才创新项目(编号:2022-RC-65);兰州职业技术学院科研项目(编号:2021XY-1)

**作者简介:**贾国军(1986—),男,兰州职业技术学院讲师,硕士。  
E-mail: jiaguojun@lvu.edu.cn

**收稿日期:**2023-02-09 **改回日期:**2023-05-16

蝉花(*Cordyceps chanhua*)又称金蝉花,是一种珍贵的食药两用真菌,因长在蝉蛹体上后形成的菌虫体,外形似蝉,蛹体上长出了白色的花,故名“蝉花”<sup>[1-2]</sup>。蝉花的活性成分与冬虫夏草相似<sup>[3]</sup>,是研制功能食品的重要原料,具有特殊的生理功效和药用价值<sup>[4-5]</sup>。现代医学研究表明,蝉花富含虫草多糖、虫草酸、虫草素和水溶性核苷类成分等多种生物活性物质<sup>[6-8]</sup>,能有效调节大脑外周神经系统功能,有明显增强神经镇静系统与神经催眠、解热作用、消炎镇痛、抗疲劳和改善肾功能受损损伤状态等功效<sup>[9-10]</sup>。此外,根据近几年国内外一些相关基础科研和文献资料<sup>[11-18]</sup>报道,蝉花多糖具有抗氧化、抗肿瘤、免疫调节、抑菌作用、降血脂、降血糖、抗病毒和镇痛等生物学功能,可以提高机体的免疫功能,促进机体新陈代谢。文章拟对蝉花多糖提取、分离纯化,生物活性和产品开发的研究现状进行综述,并指出当前蝉花相关研究中存在的问题和未来研究方向,以期为其深度开发与利用提供理论依据和实践参考。

## 1 蝉花多糖的提取制备和分离纯化

### 1.1 蝉花多糖的提取

蝉花多糖主要从子实体、菌丝体、发酵液和孢子粉中提取,目前食药两用多糖的提取方法主要有水浸提法、超声波辅助提取法、微波辅助提取法和酶提取法等<sup>[19]</sup>。表1总结列举了近年来蝉花多糖的提取方法和工艺。

通过表1可以看出,提取方法不同蝉花多糖得率存有差异。传统水浸提法主要是利用多糖溶于热水而不溶于醇、醚、丙酮等有机溶剂的特点来直接浸提,操作工艺简便,仪器设备要求不高,成本较低,但多糖得率不高。与之相比,超声波辅助提取法、微波辅助提取法和酶提取法3种提取方法,提取工艺相对复杂,但多糖得率较高,

表 1 蝉花多糖的提取工艺

Table 1 Extraction technology of polysaccharides from cicada flower

提取方法	提取工艺	参考文献
水浸提法	① 采用水浸提法提取蝉花多糖,最优提取工艺为:提取温度 90 ℃,料液比 1 : 40 (g/mL),时间 4 h,连续提取 4 次,提取率为 11.82%	[20]
	② 采用热水浸提法提取人工蝉花孢梗束粗多糖,最优提取工艺为:提取温度 90 ℃,料液比 1 : 20 (g/mL),时间 2 h,连续提取 2 次,70%乙醇,醇提时间 24 h,粗多糖得率达 8.65%	[21]
	③ 采用水浸提法提取蝉花多糖,最优提取工艺为:提取温度 90 ℃,料液比 1 : 40 (g/mL),连续提取 3 次,每次时间 1 h,提取率达 7.23%	[22]
超声波辅助提取法	① 采用超声波辅助提取蝉花多糖,最优提取条件为:料液比 1 : 50 (g/mL),超声波功率 105 W,提取温度 80 ℃,提取时间 25 min,多糖的提取量可达约 21 mg/g	[23]
	② 采用超声波辅助水浸提法提取蝉花多糖,在 60 ℃提取温度的作用下,最优提取工艺条件确定为:超声时间 45 min,料液比 1 : 20 (g/mL),预浸泡时间 6.5 h,提取率达 27.0%	[24]
	③ 采用超声波辅助双水相提取蝉花粗多糖,提取最佳参数为:温度 60 ℃,料液比 1 : 40 (g/mL),提取时间 30 min,105 W 超声波处理 15 min,多糖提取率为 5.50%	[25]
微波辅助提取法	采用正交试验优化确定了微波辅助萃取金蝉花多糖的最佳工艺:在料液比 1 : 30 (g/mL),提取时间 30 min,微波占空比 66%的条件下,多糖得率为 2.964 4%,较热水提取法高约 1.5 倍	[26]
酶提取法	① 在蝉拟青霉的水浸出液中加入 1%木瓜蛋白酶,在提取温度 50 ℃,浸出液 pH 7,提取时间 2.5 h 的最优条件下,多糖提取率达 7.06%	[27]
	② 在蝉拟青霉提取液中加入 1%木瓜蛋白酶,在提取温度 50 ℃,浸出液 pH 6,提取时间 2 h 的最优条件下,多糖提取率较传统热水提取法高约 3.1 倍	[28]

尤其以超声波辅助法提取蝉花多糖得率最高,达 27.0%。另外,与传统水浸提法和酶提取法相比,采用辅助提取工艺(超声波辅助提取法和微波辅助提取法)可以有效地缩短提取时间,提高多糖提取率,降低生产成本。因此,超声波辅助提取法是目前提取蝉花多糖的一种高效方法。

此外,为获得更高多糖的提取率,新的提取工艺不断被开发和优化,可以对各种提取方法的提取温度、提取时间、超声时间、料液比等关键因素进行响应面法优化,来获得最佳的提取工艺。表 2 总结列举了蝉花多糖不同提取工艺的响应面法优化结果。

根据目前的研究报道,响应面法优化蝉花多糖的提取方法主要有超声波辅助水浸提法和酶提取法。从表 2 可以看出,响应面法优化蝉花多糖超声波辅助提取工艺研究较多,效果也最佳,多糖最高提取率和提取量分别为 16.53% 和 26.14 mg/g。

1.2 蝉花多糖的分离和纯化

通过一般提取法获得的粗多糖常含有蛋白质、核酸、色素和水溶性小分子物质等杂质,需进一步采用多种分离纯化方法才能获得较纯的多糖。去除蛋白质常用 Sevag 法、三氯乙酸法(TCA)和酶法等,纯化的方法有分

表 2 响应面法优化蝉花多糖的提取工艺

Table 2 Optimization of extraction process of polysaccharides from cicada flower by response surface

提取方法	响应面法优化提取工艺	参考文献
超声波辅助水浸提法	① 采用单因素试验、正交试验和响应面设计优化确定蝉花粗多糖提取的最佳工艺参数为:料液比 1 : 22 (g/mL),预浸泡 6 h,超声时间 43 min,水提时间 2.2 h,粗多糖的提取率达到 8.617%	[29]
	② 采用单因素试验和响应面设计优化确定金蝉花多糖提取的最佳工艺参数为:浸提时间 130 min,浸提温度 80 ℃,料液比 1 : 50 (g/mL),多糖提取量达到 26.14 mg/g	[30]
	③ 采用响应面法确定超声波辅助提取蝉花多糖的最佳工艺参数为:超声波预处理时间 30 min,料液比 1 : 45 (g/mL),提取温度 90 ℃,提取时间 87 min,粗多糖的提取率达到 16.53%	[31]
酶提取法	采用单因素试验和响应面法优化确定酶辅助提取蝉花孢子粉多糖的最佳工艺参数为:0.64%纤维素酶,料液比 1 : 35 (g/mL),酶解温度 50 ℃,酶解时间 80 min,酶解 pH 6.0,多糖提取率为 7.46%	[32]

级沉淀法、色谱柱法、膜分离法、高速逆流色谱(HSCCC)和非对称流场流分离(AF4)等<sup>[33]</sup>。常见的脱色方法有氧化脱色法、离子交换法和活性炭法等<sup>[34-36]</sup>。水溶性小分子常用透析法和超滤法除去<sup>[37-38]</sup>。

目前,有关研究蝉花多糖的分离和纯化方法中,大部分采用 Sevag 法来去除蝉花多糖中的蛋白质,采用透析法和活性炭脱色去除蝉花多糖中的小分子杂质和色素,采用乙醇分级沉淀法和层析柱法纯化蝉花多糖。史世晨<sup>[29]</sup>用 Sevag 法、活性炭脱色除去粗蝉花多糖中的蛋白质等杂质,经过紫外全波长扫描后可见纯化后的蝉花多糖溶液在 190 nm 处有多糖的特征吸收峰。周俐斐等<sup>[39]</sup>采用 Sevag 法、透析和活性炭脱色去除蝉花粗多糖中的蛋白质、核酸、色素等杂质成分,使水提醇沉法提取的蝉花水溶性粗多糖含量由 10% 提升至 50% 以上。徐娇<sup>[40]</sup>采用超声波辅助水提法提取蚕蛹蝉花和野生蝉花多糖,用活性炭脱色、Sevag 法、透析以及二乙基氨基乙基纤维素(DEAE)柱层析对多糖进行纯化,分别得到柞蚕蛹蝉花多糖、家蚕蛹蝉花多糖和野生蝉花多糖。

## 2 蝉花多糖的生物活性

### 2.1 抗氧化

凡军民等<sup>[25]</sup>研究了不同方法提取蝉花粗多糖清除 DPPH 自由基的能力,试验结果表明,采用超声波辅助双水相体系工艺多糖提取率高且抗氧化活性最强。宋佳敏等<sup>[30]</sup>通过响应面优化方法获得较高含量的金蝉花多糖,也具有清除 DPPH 自由基、羟自由基和超氧阴离子自由基的能力。封燕等<sup>[41]</sup>采用水提醇沉法分别获得 50% 和 80% 醇沉金蝉花多糖,经体外抗氧化活性检测结果显示,两者均具有清除 DPPH 自由基和羟自由基的能力,且具有较强的还原能力和总抗氧化能力。邵颖等<sup>[42]</sup>在浸提液中加入不同浓度的乙醇,提取获得人工培育蝉花孢梗束各分级多糖,经抗氧化活性试验结果表明,40%, 60%, 80% 醇沉人工培育蝉花孢梗束多糖清除 DPPH 自由基活性较强。综上,蝉花多糖具有较强的抗氧化作用。

### 2.2 抗肿瘤

徐娇<sup>[40]</sup>的研究结果显示,蚕蛹蝉花多糖和野生蝉花多糖均具有体外抗肿瘤活性,并可通过多途径诱导人宫颈癌 Hela 细胞凋亡。芦柏震等<sup>[43]</sup>研究表明,蝉花粗提物能显著抑制肺癌细胞生长,且存在剂量关系,抑瘤作用与细胞周期有一定的相关性。胡云良等<sup>[44]</sup>研究发现,蝉拟青霉总多糖对白血病细胞系和白血病细胞的增殖具有抑制作用。蔡菊芬等<sup>[45]</sup>研究表明,蝉拟青霉总多糖对人肺腺癌细胞的生长具有抑制作用,具有一定的体外抗肿瘤作用。卓佳等<sup>[46]</sup>研究表明,一定浓度的蝉拟青霉多糖在体外能有效抑制肝源性肿瘤细胞株(HepG<sub>2.2.15</sub>)的分泌,具有显著抑制乙肝病毒(HBV)的复制作用。谢飞等<sup>[47]</sup>

研究表明,野生蝉花多糖在体外和体内试验中均表现出良好的抗肿瘤生理活性。杨全伟等<sup>[48]</sup>研究结果表明,DEAE 纯化后的金蝉花多糖具有较强的免疫抑制作用和较高的肿瘤抑制活性。综上,蝉花多糖对肺癌细胞、白血病细胞、乙肝病毒和人宫颈癌 Hela 细胞等均有良好的缓解和抑制作用。

### 2.3 免疫调节

何晓波等<sup>[49]</sup>研究表明,蝉花总多糖能够诱导刺激小鼠脾细胞、淋巴细胞的增殖和免疫球蛋白(IgG)抗体的生成,在体内和体外均对细胞免疫和体液免疫反应有促进作用。封燕<sup>[50]</sup>经 DEAE-52 纤维素离子交换柱和 Sphadex G-100 葡聚糖凝胶柱分离纯化得到金蝉花多糖 CPA-1 和 CPB-1 两个多糖组分,试验结果表明,金蝉花多糖 CPA-1 和 CPB-1 能够促进树突状细胞成熟,从而增强免疫调节功能。宋佳敏等<sup>[51]</sup>研究表明,中剂量(50 mg/kg)和高剂量(100 mg/kg)的金蝉花多糖能显著提高小鼠脾脏指数、胸腺指数和血清溶血素水平。李瑞萍等<sup>[52]</sup>研究表明,蝉花多糖可以有效提高雁荡麻鸡血清 IgA、IgG、补体(C3 和 C4)和白细胞介素(IL-4)等细胞因子的含量,从而提高鸡的免疫能力。孙寒雪等<sup>[53]</sup>研究发现,在亲鸽基础饲料中添加 110.0 mg/kg 蝉花多糖时,乳鸽血清 IgA 含量显著提高,以此来提高乳鸽的免疫能力。刘素贞等<sup>[54]</sup>研究表明,在三黄鸡日粮中添加蝉花多糖,可以显著提高鸡血清肿瘤坏死因子(TNF- $\alpha$ )、IL-4 等细胞因子的含量,从而提高鸡的免疫功能水平。综上,蝉花多糖对提高机体免疫功能有显著的作用。

### 2.4 抑菌作用

相关学者<sup>[55-56]</sup>对蝉花多糖抑菌试验的结果表明,蝉花多糖对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌和沙门氏菌等病原细菌有一定的抑制作用。但蝉花多糖在抗真菌方面的研究报道较少,其抑制效果有待进一步的验证。

### 2.5 降血脂血糖

杨介钻等<sup>[57]</sup>研究证明,蝉拟青霉多糖能够有效降低老龄大鼠外周血中的胆固醇和甘油三酯水平,可以降低外周血中脂质的含量。宋捷民等<sup>[58]</sup>研究表明,蝉花对正常小鼠和糖尿病小鼠均有显著的降血糖作用。

### 2.6 其他作用

艾仁丽等<sup>[59]</sup>研究发现,两种蝉拟青霉菌丝提取物能不同程度地抑制冰醋酸引起的小鼠疼痛反应,其中一种可以显著减少小鼠的扭体反应,其镇痛效果与罗通定相近。赵节昌等<sup>[60]</sup>试验结果证实,蝉花孢梗束与孢子粉粗多糖均对果蝇有延寿的效果。孙长胜等<sup>[61]</sup>的研究也进一步证实,一定剂量的蝉花孢子粉和子实体粉具有延长果蝇寿命的作用。

### 3 蝉花产品开发

蝉花具有很高的食用和药用价值。2021 年之前,由于蝉花不属于新食品原料,不能用于食品和保健食品,因此,国内外有关蝉花应用食品的相关报道十分罕见,蝉花市场需用量和产品开发受到限制,开发利用也较为滞后。2020 年 12 月,国家卫生健康委发布 2020 年第 9 号公告,批准蝉花子实体(人工培植)正式成为新食品原料,是继广东虫草、蛹虫草之后的第三个虫草类新食品原料。目前,国内蝉花虫草已逐步实现工厂化培育,已陆续开发多款蝉花虫草健康产品和饮品。周文川等<sup>[62]</sup>以金蝉花多糖为主料,添加仙人掌多糖、金银花多糖和虫草素活性成分,研制出了一种营养丰富,延缓衰老、抗疲劳、抗肿瘤、增强免疫力、降糖、降脂并且对人体无任何毒副作用的金蝉花多糖养生饮料。孙晓辉<sup>[63]</sup>以金蝉花、山楂、石斛为原料,经混合粉碎、高压灭菌、发酵、低温破壁和研磨,制成一种对尿酸趋高及痛风患者具有预防、康复及辅助治疗作用的抗尿酸功能性食品。李成等<sup>[64]</sup>以蝉花固体培养残基为原料,分别提取醇溶性和水溶性功能因子,再与麦芽混合,经过糖化、煮酒花、发酵等工序后制成具有蝉花功能因子的功能型啤酒。唐国笔等<sup>[65]</sup>以蝉花虫草子实体为主要原料,添加药食同源的山楂、马齿苋、芦荟、银杏叶、五味子、山药、百合、决明子、梨、枇杷、黑木耳和枸杞等营养原料,研制出一种提高人体免疫力、营养保健性能的蝉花虫草饮料。蝉花虫草资源已得到了较广泛的开发利用。

### 4 结论与展望

蝉花是一种珍贵的药食两用真菌,是中国大健康产业中的一项重要资源。目前蝉花的有关研究主要集中在国内,国外研究报道较少。近年来,尽管有关蝉花多糖提取、分离纯化和生物活性的研究报道逐渐增多,并取得很多新的进展,但同时也存在一些亟待解决的问题:① 不同蝉花的来源和不同的提取、分离纯化方法所获多糖的含量存在较大差异。② 蝉花多糖分离纯化的方法不够完善,尚未体系化、标准化。③ 蝉花多糖的组成和结构特点研究有待深入。④ 蝉花多糖结构与生物活性的构效关系、生物活性分子作用机制尚需更加明确。因此,今后需对蝉花多糖提取、分离和纯化的条件、工艺不断地进行优化使其更细致、更优化、更快捷、更精准,并研究开发新型、先进和高效的提取、分离和纯化技术。同时,对蝉花多糖成分、化学结构分析和构效关系的深入研究,仍是后续研究工作的重点和难点。此外,现代临床研究应用表明,蝉花的确具有广泛的医疗和营养保健功效,同时其安全性也备受人们关注。根据相关文献<sup>[66]</sup>报道,目前蝉花的毒理试验研究是以小动物试验为主,尽管已有少量研究发现蝉花安全、无毒,但其对人体的安全性需要做进一

步的研究。

当前,人工培植蝉花虫草已初步实现标准化、规模化和产业化,开发利用空间大,前景广阔。因此,今后要加强蝉花虫草在精深加工领域的研究,延长产业链,特别是蝉花虫草有了新食品原料的身份后,其市场需求量将会不断增加,开发出更多的具有自主知识产权的食品、新药及营养保健产品,以满足人们健康的需求<sup>[67]</sup>。相信未来蝉花虫草将会为人类的健康做出更大的贡献。

#### 参考文献

- [1] 李增智, HYWEL-JONES N L, 栾丰刚, 等. 与蝉花有关的虫草菌生物多样性的研究 I: 文献考证[J]. 菌物学报, 2020, 39(12): 2 191-2 201.  
LI Z Z, HYWEL-JONES N L, LUAN F G, et al. Biodiversity of cordycipitoid fungi associated with *Isaria cicadae* I: Literature study [J]. *Mycosystema*, 2020, 39(12): 2 191-2 201.
- [2] 李增智, 栾丰刚, HYWEL-JONES N L, 等. 与蝉花有关的虫草菌生物多样性的研究 II: 重要药用真菌蝉花有性型的发现及命名[J]. 菌物学报, 2021, 40(1): 95-107.  
LI Z Z, LUAN F G, HYWEL-JONES N L, et al. Biodiversity of cordycipitoid fungi associated with *Isaria cicadae* Miquel II: Teleomorph discovery and nomenclature of *chanhua*, an important medicinal fungus in China[J]. *Mycosystema*, 2021, 40(1): 95-107.
- [3] 温鲁, 唐玉玲, 张平. 蝉花与有关虫草活性成分检测比较[J]. 江苏中医药, 2006(1): 45-46.  
WEN L, TANG Y L, ZHANG P. Comparison of detection of active components between *Cordyceps sobolifera* and related *Cordyceps* [J]. *Jiangsu Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2006(1): 45-46.
- [4] 许胜杰, 叶淑幸, 陈劲初. 新资源食品蝉花菌丝体的开发[J]. 食药菌, 2011, 19(6): 34-37.  
XU S J, YE S X, CHEN J C. Development of new resource food of mycelium from cicada flower[J]. *Edible and Medicinal Mushrooms*, 2011, 19(6): 34-37.
- [5] 张胜利, 蒲顺昌, 栾丰刚, 等. 一株蝉花虫草菌重寄生真菌的分离鉴定[J]. 菌物研究, 2021, 19(1): 29-35.  
ZHANG S L, PU S C, LUAN F G, et al. Identification of a mycoparasite Isolated from *Cordyceps chanhua* [J]. *Journal of Fungal Research*, 2021, 19(1): 29-35.
- [6] 李挺, 宋斌, 林群英. 蝉花的研究进展[J]. 中药材, 2008(9): 1 443-1 448.  
LI T, SONG B, LIN Q Y. Research progress of cicada flower[J]. *Journal of Chinese Medicinal Materials*, 2008(9): 1 443-1 448.
- [7] ZHAO J, XIE J, WANG L Y, et al. Advanced development in chemical analysis of *Cordyceps*[J]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2014, 87: 271-289.
- [8] MENG C, HAN Q, WANG X, et al. Determination and quantitative comparison of nucleosides in two *Cordyceps* by HPLC-ESI-MS-MS [J]. *Journal of Chromatographic Science*, 2019, 57(5): 426-433.

- [9] 屈可伸. 蝉花的中药药理研究进展[J]. 健康之路, 2016, 15(9): 25.
- QU K S. Progress in pharmacological research of cicada flower[J]. Health Way, 2016, 15(9): 25.
- [10] 陈惠. 食用菌与健康[M]. 上海: 上海科学普及出版社, 2021: 254-260.
- CHEN H. Edible mushrooms and health[M]. Shanghai: Shanghai Science Popularization Press, 2021: 254-260.
- [11] 葛飞, 夏成润, 李春如, 等. 蝉拟青霉菌丝体与天然蝉花中化学成分的比较分析[J]. 菌物学报, 2007(1): 68-75.
- GE F, XIA C R, LI C R, et al. Analysis of the chemical compositions of *Paecilomyces cicadae* fermented mycelia and *Cordyceps cicadae* fruit body[J]. Mycosystema, 2007(1): 68-75.
- [12] KIM H S, KIM J Y, RYU H S, et al. Phenotypic and functional maturation of dendritic cells induced by polysaccharide isolated from *Paecilomyces cicadae* [J]. Journal of Medicinal Food, 2011, 14: 847-856.
- [13] ZHANG Y, WU Y T, ZHENG W, et al. The antibacterial activity and antibacterial mechanism of a polysaccharide from *Cordyceps cicadae* [J]. Journal of Functional Foods, 2017, 38: 273-279.
- [14] 蒋宁, 高大伟, 林金盛, 等. 蝉花的研究进展[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(8): 11-14.
- JIANG N, GAO D W, LIN J S, et al. Research progress of cicada flower[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017, 45(8): 11-14.
- [15] 郭文场, 胡振东, 刘佳贺. 药食兼用虫草菌——蝉花[J]. 特种经济动植物, 2017, 20(11): 39-45.
- GUO W C, HU Z D, LIU J H. Edible and medicinal cicada flower [J]. Special Economic Animals and Plants, 2017, 20(11): 39-45.
- [16] 秦文平, 慕程, 殷世鹏. 中药蝉花的化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国中医药图书情报杂志, 2019, 43(4): 73-76.
- QIN W P, MU C, YIN S P. Research progress of chemical components and pharmacological effects of *Isaria cicadae* miquel [J]. Chinese Journal of Library and information Science for Traditional Chinese Medicine, 2019, 43(4): 73-76.
- [17] 李建平, 张铁, 曾文波. 蝉花虫草分类地位及其遗传多样性研究进展[J]. 中国食用菌, 2019, 38(11): 1-5, 16.
- LI J P, ZHANG T, ZENG W B. Research progresses on taxonomic status and genetic diversity of *Isaria cicadae* [J]. Edible Fungi of China, 2019, 38(11): 1-5, 16.
- [18] 李龙宇, 葛言琪, 伍一炜, 等. 蝉花多糖的研究进展[J]. 现代中药研究与实践, 2019, 33(4): 83-86.
- LI L Y, GE Y Q, WU Y W, et al. Research progress on polysaccharides from *Cordyceps cicadae* [J]. Research and Practice on Chinese Medicines, 2019, 33(4): 83-86.
- [19] 耿晓进, 李海清, 刘紫征. 食药菌多糖提取工艺研究进展[J]. 食用菌, 2019, 41(6): 1-5.
- GENG X J, LI H Q, LIU Z Z. Research progress in extraction technology of polysaccharides from edible and medicinal mushrooms[J]. Edible Fungi, 2019, 41(6): 1-5.
- [20] 鲁吉珂, 古国峰, 汪瑞, 等. 蝉花多糖提取工艺优化研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(22): 196-199.
- LU J K, JI G F, WANG R, et al. Optimization of extraction of polysaccharide from *Cordyceps sobolifera* [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(22): 196-199.
- [21] 于士军, 包佳源, 樊美珍. 人工蝉花孢梗束粗多糖的提取工艺和活性[J]. 菌物研究, 2014, 12(2): 100-106.
- YU S J, BAO J Y, FAN M Z. Extraction technology and biological activities of crude polysaccharide from synnemata of *Cordyceps cicadae* culture [J]. Journal of Fungal Research, 2014, 12(2): 100-106.
- [22] 岑绮雯, 宋宇婧, 陈涛, 等. 蝉花多糖提取工艺优化及抗菌活性初步研究[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版), 2018, 17(3): 269-274.
- CEN Q W, SONG Y J, CHEN T, et al. Optimization of extraction technology for polysaccharide from *Cordyceps cicadae* and the preliminary investigation of its antibacterial activity [J]. Journal of Hangzhou Normal University (Natural Science Edition), 2018, 17(3): 269-274.
- [23] 彭瑛, 郭丹钊, 刘任糠, 等. 超声波辅助蝉花多糖提取工艺优化研究[J]. 轻工科技, 2017, 33(6): 16-17, 114.
- PENG Y, GUO D Z, LIU R K, et al. Optimization of ultrasonic-assisted extraction process of polysaccharide from cicada flower [J]. Light Industry Science and Technology, 2017, 33(6): 16-17, 114.
- [24] 黄小忠, 高大响, 张雪松, 等. 蝉花多糖提取工艺的优化[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(8): 1 385-1 387.
- HUANG X Z, GAO D X, ZHANG X S, et al. Optimization of extraction process of polysaccharide from cicada flower [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2019, 60(8): 1 385-1 387.
- [25] 凡军民, 谢正林, 谢春芹, 等. 超声波辅助双水相体系提取蝉花多糖及抗氧化研究[J]. 食品科技, 2020, 45(5): 196-201.
- FAN J M, XIE Z L, XIE C Q, et al. Optimization of ultrasonic-assisted aqueous two-phase extraction and antioxidant activity of polysaccharide from *Cordyceps cicadae* [J]. Food Science and Technology, 2020, 45(5): 196-201.
- [26] 姚婷, 罗靖, 宋捷民. 金蝉花多糖的微波辅助提取工艺研究[J]. 江西中医学院学报, 2012, 24(5): 73-76.
- YAO T, LUO J, SONG J M. Study on microwave-assisted extraction of polysaccharides in *Cordyceps cicadae* [J]. Journal of Jiangxi University of Chinese Medicine, 2012, 24(5): 73-76.
- [27] 熊中奎, 金丽琴, 吕建新. 利用正交试验优化蝉拟青霉多糖的提取工艺[J]. 温州医学院学报, 2006(5): 422-423.
- XIONG Z K, JIN L Q, LU J X. Optimization of processing technique of polysaccharide from *Paecilomyces cicadae* [J]. Journal of Wenzhou Medical College, 2006(5): 422-423.
- [28] 刘芸, 谭艾娟, 吕世明. 酶法提取蝉拟青霉多糖的研究[J]. 天津农业科学, 2010, 16(2): 36-38.
- LIU Y, TAN A J, LU S M. Study on the enzyme-extraction method of polysaccharide from *Paecilomyces cicadae* [J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2010, 16(2): 36-38.
- [29] 史世晨. 蝉花多糖提取工艺优化及活性研究[D]. 合肥: 安徽农

- 业大学, 2015: 49.
- SHI S C. Study on the optimal extraction process and the activity of *Cordyceps cicadae* polysaccharide [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2015: 49.
- [30] 宋佳敏, 王鸿飞, 孙滕, 等. 响应面法优化金蝉花多糖提取工艺及抗氧化活性分析[J]. 食品科学, 2018, 39(4): 275-281.
- SONG J M, WANG H F, SUN M, et al. Optimization of extraction and antioxidant activity of polysaccharides from *Cordyceps cicadae* by response surface methodology[J]. Food Science, 2018, 39(4): 275-281.
- [31] 梁康怡, 张华林. 响应面法优化蝉花多糖超声波辅助提取工艺[J]. 广东化工, 2020, 47(21): 38-40.
- LIANG K Y, ZHANG H L. Optimization of ultrasonic-assisted extraction process of polysaccharide from *Cordyceps cicadae* by response surface[J]. Guangdong Chemical Industry, 2020, 47(21): 38-40.
- [32] 南婷婷, 许东霞, 王余宸铭, 等. 蝉花孢子粉多糖的酶辅助提取及其对酒精性肝损伤小鼠的保护作用[J]. 食品工业科技, 2021, 42(2): 295-301, 309.
- NAN T T, XU D X, WANG Y C M, et al. Enzyme-assisted extraction of polysaccharides from *Cordyceps cicadae* spores and its hepatoprotective effect against alcohol-induced liver injury in mice[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(2): 295-301, 309.
- [33] 邵双宇, 司夏利, 张岩松, 等. 食用菌多糖分析方法研究进展[J]. 食品科学, 2020, 41(19): 272-280.
- SHAO S Y, SI X L, ZHANG Y S, et al. Recent advances in analytical methods for polysaccharides from edible mushroom[J]. Food Science, 2020, 41(19): 272-280.
- [34] 孙小梅. 灵芝子实体多糖色谱指纹分析方法的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014: 4-5.
- SUN X M. Study on chromatographic fingerprint analysis methods of polysaccharides from *Ganoderma lucidum* fruiting bodies[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2014: 4-5.
- [35] 吴小燕. 黑木耳多糖提取、分离纯化及体外抗凝血活性[D]. 芜湖: 安徽工程大学, 2016: 3-5.
- WU X Y. Study on isolation, purification and anticoagulant activity of *Auricularia auricula* polysaccharides[D]. Wuhu: Anhui Polytechnic University, 2016: 3-5.
- [36] 冉靛, 周婵媛, 张桂玲, 等. 黑虎掌菌多糖脱色工艺及其抗氧化活性[J]. 食品工业, 2020, 41(5): 170-174.
- RAN L, ZHOU C Y, ZHANG G L, et al. Decolorization process and antioxidant activity of polysaccharide from *Sarcodon aspratrum*[J]. The Food Industry, 2020, 41(5): 170-174.
- [37] WU D T, XIE J, WANG L Y, et al. Characterization of bioactive polysaccharides from *Cordyceps militaris* produced in China using saccharide mapping [J]. Journal of Functional Foods, 2014, 9: 315-323.
- [38] RUTHES A C, SMIDERLE F R, IACOMMINI M. D-glucans from edible mushrooms: A review on the extraction, purification and chemical characterization approaches[J]. Carbohydrate Polymers, 2015, 117: 753-761.
- [39] 周俐斐, 芦柏震, 蔡菊芬. 蝉花总多糖的提取纯化及含量测定[J]. 江西中医药, 2009, 40(1): 56-57.
- ZHOU L F, LU B Z, CAI J F. Extraction, purification and content determination of total polysaccharide from cicada flower [J]. Jiangxi Journal of Traditional Chinese Medicine, 2009, 40(1): 56-57.
- [40] 徐娇. 蚕蛹蝉花多糖的理化特性及抗氧化、抗肿瘤功能研究[D]. 镇江: 江苏科技大学, 2021: 47.
- XU J. Physicochemical properties, antioxidant, antitumor effects of polysaccharide from silkworm chrysalis *Cordyceps cicadae* [D]. Zhenjiang: Jiangsu University of Science and Technology, 2021: 47.
- [41] 封燕, 贡小辉, 韦德群, 等. 金蝉花多糖的抗氧化活性及结构分析[J]. 食品科学, 2016, 37(13): 19-24.
- FENG Y, GONG X H, WEI D Q, et al. Antioxidant activity and preliminary structure analysis of polysaccharides from *Cordyceps cicadas*[J]. Food Science, 2016, 37(13): 19-24.
- [42] 邵颖, 陈安徽, 赵节昌, 等. 人工培育蝉花孢梗束分级多糖的抗氧化活性及对果蝇寿命的影响[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(14): 187-192.
- SHAO Y, CHEN A H, ZHAO J C, et al. Effect of rating polysaccharides from artificial fruiting body of *Cordyceps cicadae* on lifespan of *Drosophila melanogaster* and the antioxidant activity[J]. Food Research and Development, 2018, 39(14): 187-192.
- [43] 芦柏震, 姜志明, 牟翰舟, 等. 蝉花粗提物对肺癌细胞作用的实验研究[J]. 中国中医药科技, 2006(5): 328-329.
- LU B Z, JIANG Z M, MOU H Z, et al. Experimental study on the effect of Cicada Flower extract on lung cancer cells[J]. Chinese Journal of Traditional Medical Science and Technology, 2006(5): 328-329.
- [44] 胡云良, 杨介钻, 金丽琴, 等. 蝉拟青霉总多糖激活淋巴细胞作用及对白血病细胞的增殖抑制作用[J]. 中华血液学杂志, 2007, 28(6): 413-415.
- HU Y L, YANG J Z, JIN L Q, et al. Activation of lymphocytes and inhibition of proliferation of leukemic cells by total polysaccharide from *Paecilomyces cicadae* [J]. Chinese Journal of Hematology, 2007, 28(6): 413-415.
- [45] 蔡菊芬, 姜志明, 卢红阳, 等. 蝉拟青霉不同纯化组分对体外抗肿瘤作用的基础研究[J]. 中华中医药学刊, 2010, 28(4): 760-764.
- CAI J F, JIANG Z M, LU H Y, et al. Research of anti-tumor effects of different purified components of *Cordyceps cicadae* in vitro[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2010, 28(4): 760-764.
- [46] 卓佳, 杨介钻, 金丽琴, 等. 蝉拟青霉多糖体外对乙型肝炎病毒复制的抑制作用[J]. 中国病理生理杂志, 2010, 26(2): 327-332.

- ZHUO J, YANG J Z, JIN L Q, et al. Effect of *Paecilomyces cicadae* polysaccharide on duplication of hepatitis B virus in HepG<sub>2.2.15</sub> cell strain[J]. Chinese Journal of Pathophysiology, 2010, 26(2): 327-332.
- [47] 谢飞, 李伟, 陈美珍, 等. 野生蝉花多糖抗肿瘤活性及其作用机制[J]. 食品科学, 2016, 37(13): 209-213.
- XIE F, LI W, CHEN M Z, et al. Antitumor activity and mechanism of action of wild *Cordyceps sobolifera* polysaccharide[J]. Food Science, 2016, 37(13): 209-213.
- [48] 杨全伟, 肖柳, 黄雄超, 等. 金蝉花多糖的含量组成分析及其对 LPS 诱导的 THP-1 细胞 NF- $\kappa$ B 活性的研究[J]. 中国现代中药, 2016, 18(9): 1 129-1 134.
- YANG Q W, XIAO L, HUANG X C, et al. Polysaccharide content and composition analysis of golden cicada flowers and effect on NF- $\kappa$ B activity of LPS induced THP-1 cells[J]. Modern Chinese Medicine, 2016, 18(9): 1 129-1 134.
- [49] 何晓波, 芦柏震, 周俐斐, 等. 蝉花总多糖对细胞免疫和体液免疫反应的促进作用[J]. 中华中医药学刊, 2010, 28(7): 1 465-1 468.
- HE X B, LU B Z, ZHOU L F, et al. The promotion effects of total polysaccharide from *Cordyceps cicadae* on cellular and humoral immune responses[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2010, 28(7): 1 465-1 468.
- [50] 封燕. 金蝉花多糖的结构特征及免疫活性初步研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2016: 53-55.
- FENG Y. Structural characterization and immunomodulatory effects of a polysaccharide isolated from *Cordyceps cicadae*[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2016: 53-55.
- [51] 宋佳敏, 王鸿飞, 罗洁, 等. 金蝉花多糖对小鼠免疫功能的影响[J]. 核农学报, 2018, 32(10): 1 977-1 983.
- SONG J M, WANG H F, LUO J, et al. Effect of *Cordyceps cicadae* polysaccharides on immunologic function of mice[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2018, 32(10): 1 977-1 983.
- [52] 李瑞萍, 刘长国, 董丽艳, 等. 蝉花多糖和植物提取物对雁荡麻鸡生长性能和免疫功能的影响[J]. 动物营养学报, 2020, 32(11): 5 433-5 440.
- LI R P, LIU Z G, DONG L Y, et al. Effects of *Cordyceps cicadae* polysaccharide and plant extract on growth performance and immune function of Yandang Ma-chicken[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2020, 32(11): 5 433-5 440.
- [53] 孙寒雪, 刘雅丽, 曾涛, 等. 包被丁酸钠或蝉花多糖对乳鸽生长性能、屠宰性能及血清抗氧化和免疫指标的影响[J]. 动物营养学报, 2021, 33(10): 5 645-5 652.
- SUN H X, LIU Y L, ZENG T, et al. Effects of coated sodium butyrate or *Cordyceps cicadae* polysaccharide on growth performance, slaughter performance and serum antioxidant and immune indexes of squabs[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2021, 33(10): 5 645-5 652.
- [54] 刘素贞, 李瑞萍, 刘长国, 等. 人工蝉花多糖对三黄鸡免疫功能及部分相关因子基因表达的影响[J]. 畜牧与兽医, 2021, 53(5): 83-87.
- LIU S Z, LI R P, LIU Z G, et al. Effect of polysaccharides from *Cordyceps cicadae* on immune function and molecular expression in Sanhuang chicken [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2021, 53(5): 83-87.
- [55] 翁梁. 野生蝉花与人工蝉花多糖的提取及抑菌试验[J]. 农业科技与装备, 2010(11): 22-24, 29.
- WENG L. Study on the extraction of polysaccharide from wild and artificial *Cordyceps sobolifera* and bacteriostasis effect [J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2010(11): 22-24, 29.
- [56] 陈成, 许佳伟, 孙细涓, 等. 茅山地区蝉花菌株的分离及其多糖生物活性的研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(4): 347-352.
- CHEN C, XU J W, SUN X J, et al. Isolation of *Ophiocordyceps sobolifera* strain from Maoshan area and study on its polysaccharide biological activity [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2015, 43(4): 347-352.
- [57] 杨介钻, 金丽琴, 吕建新, 等. 蝉拟青霉多糖抗衰老作用的实验研究[J]. 中国老年学杂志, 2004(4): 343-344.
- YANG J Z, JIN L Q, LU J X, et al. The experimental study of *Paecilomyces cicadae* polysaccharides on anti-aging[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2004(4): 343-344.
- [58] 宋捷民, 忻家础, 朱英. 蝉花对小鼠血糖及造血功能影响[J]. 中华中医药学刊, 2007(6): 1 144-1 145.
- SONG J M, XIN J C, ZHU Y. Effect of *Cordyceps cicadae* on blood sugar of mice and its hematopoietic function[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2007(6): 1 144-1 145.
- [59] 艾仁丽, 陈波利, 谭艾娟, 等. 蝉拟青霉菌丝提取物镇痛作用研究[J]. 现代农业科技, 2018(24): 227, 236.
- AI R L, CHEN B L, TAN A J, et al. Study on analgesic effect of extract of *Paecilomyces cicadae* mycelium[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2018(24): 227, 236.
- [60] 赵节昌, 邵颖, 任格, 等. 蝉花孢子粉与孢梗束的化学成分及其多糖对果蝇寿命的影响[J]. 食品科技, 2019, 44(4): 205-210, 219.
- ZHANG J C, SHAO Y, REN G, et al. The chemical components of spore powder and synnemata of *Isaria Cicadae* and effect of the polysaccharides on lifespan of *Drosophila melanogaster* [J]. Food Science and Technology, 2019, 44(4): 205-210, 219.
- [61] 孙长胜, 徐振栋, 沈佳奇. 蝉花延寿及抗氧化作用[J]. 食品工业, 2022, 43(10): 156-159.
- SUN C S, XU Z D, SHEN J Q. Lifeprolonging and antioxidant effects of *Cordyceps chanhua*[J]. The Food Industry, 2022, 43(10): 156-159.
- [62] 周文川, 唐自钟, 周铭, 等. 一种金蝉花多糖养生饮料及其制备方法: 112741327A[P]. 2021-05-04.
- ZHOU W C, TANG Z Z, ZHOU M. A golden cicada flower polysaccharide health drink and its preparation method: 112741327A[P]. 2021-05-04.

(下转第 240 页)

- 57(3): 1 773-1 781.
- [71] MURATA M. Inflammation and cancer[J]. *Environ Health Prev*, 2018, 23(1): 1-8.
- [72] MÜLLER A K, SCHMÖLZ L, WALLERT M, et al. In vitro digested nut oils attenuate the lipopolysaccharide: Induced inflammatory response in macrophages [J]. *Nutrients*, 2019, 11(3): 503.
- [73] BISIGNANO C, FILOCAMO A, LA CAMERA E, et al. Antibacterial activities of almond skins on cagA-positive and-negative clinical isolates of *Helicobacter pylori* [J]. *BMC Microbiol*, 2013, 13(1): 1-6.
- [74] ZORRILLA P, RODRIGUEZ-NOGALES A, ALGIERI F, et al. Intestinal anti-inflammatory activity of the polyphenolic-enriched extract Amanda in the trinitrobenzenesulphonic acid model of rat colitis[J]. *J Funct Foods*, 2014, 11: 449-459.
- [75] XI Y, XU P. Global colorectal cancer burden in 2020 and projections to 2040[J]. *Transl Oncol*, 2021, 14(10): 101174.
- [76] MERICLI F, BECER E, KABADAYI H, et al. Fatty acid composition and anticancer activity in colon carcinoma cell lines of *Prunus dulcis* seed oil[J]. *Pharm Biol*, 2017, 55(1): 1 239-1 248.
- [77] SORIANO-HERNANDEZ A D, MADRIGAL-PEREZ D G, GALVAN-SALAZAR H R, et al. The protective effect of peanut, walnut, and almond consumption on the development of breast cancer[J]. *Gynecol Obstet Inves*, 2015, 80(2): 89-92.
- [78] LEE J, SHIN A, OH J H, et al. The relationship between nut intake and risk of colorectal cancer: A case control study[J]. *Nutr J*, 2018, 17(1): 1-10.
- [79] TRAN D T, LEKHAK N, GUTIERREZ K, et al. Risk factors associated with cardiovascular disease among adult Nevadans[J]. *PLoS One*, 2021, 16(2): e247105.
- [80] SINGH H, AGRAWAL D K. Recent advances in the development of active hybrid molecules in the treatment of cardiovascular diseases[J]. *Bioorgan Med Chem*, 2022, 62: 116706.
- [81] ATEF A A. Therapeutic impacts of almond oil and olive oil on cholesterol dynamics and oxidative status in rats fed on atherogenic diet: Mechanism of action[J]. *J Biochem Mol Biol*, 2014, 32(1): 1-18.
- [82] DAMASCENO N R T, PÉREZ-HERAS A, SERRA M, et al. Crossover study of diets enriched with virgin olive oil, walnuts or almonds: Effects on lipids and other cardiovascular risk markers [J]. *Nutr Metab Cardiovas*, 2011, 21: S14-S20.
- [83] ZIBAEENEZHAD M J, OSTOVAN P, MOSAVAT S H, et al. Almond oil for patients with hyperlipidemia: A randomized open-label controlled clinical trial[J]. *Complement Ther Med*, 2019, 42: 33-36.
- [84] CARUGHI A, FEENEY M J, KRIS-ETHERTON P, et al. Pairing nuts and dried fruit for cardiometabolic health[J]. *Nutr J*, 2015, 15(1): 1-13.

(上接第 210 页)

- [62] ZAINUDIN B H, ISKANDAR M I, SHARIF S, et al. Validation of quick and highly specific quantitation method of mycotoxin in cocoa beans by high resolution multiple reaction monitoring technique for reference materials analysis [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2022, 106(3): 1 575-1 583.
- [63] 胡巧茹, 曹鹏, 丛中笑, 等. 超高效液相色谱—四极杆/静电场轨道阱高分辨质谱对粮谷产品中 20 种真菌毒素的快速筛查和确证[J]. *色谱*, 2019, 37(11): 1 241-1 248.
- HU Q R, QING P, CONG Z X, et al. Rapid screening and confirmation of 20 mycotoxins in grain products by ultrahigh performance liquid chromatography-quadrupole/electrostatic field orbitrap high-resolution mass spectrometry[J]. *Chinese Journal of Chromatography*, 2019, 37(11): 1 241-1 248.
- [64] ARROYO-MANZANARES N, CAMPILLO N, LÓPEZ-GARCÍA L, et al. High-resolution mass spectrometry for the determination of mycotoxins in biological samples: A review[J]. *Microchemical Journal*, 2021, 166(2): 265-277.
- [65] GARCÍA-NICOLÁS M, ARROYO-MANZANARES N, CAMPILLO N, et al. Cellulose-ferrite nanocomposite for monitoring enniatins and beauvericins in paprika by liquid chromatography and high-resolution mass spectrometry[J]. *Talanta*, 2021, 226(4): 344-355.

(上接第 223 页)

- [63] 孙晓辉. 一种抗尿酸功能性食品及其制备工艺: 113812613A [P]. 2021-12-21.
- SUN X H. An anti uric acid functional food and its preparation process: 113812613A[P]. 2021-12-21.
- [64] 李成, 彭国杰, 吴凯强, 等. 一种蝉花菌质啤酒的制备方法: 108117943B[P]. 2021-12-24.
- LI C, PENG G J, WU K Q, et al. A preparation method of cicada flower mycoplasma beer: 108117943B[P]. 2021-12-24.
- [65] 唐国笔, 唐得俊. 一种蝉花虫草组合物及其制备的蝉花虫草饮料: 116076698A[P]. 2023-05-09.
- TANG G B, TANG D J. A cicada flower Cordyceps beverage prepared from cicada flower Cordyceps Composition: 116076698A [P]. 2023-05-09.
- [66] CHEN Y L, SHU-HSING Y, LIN T W, et al. A 90-day subchronic toxicity study of submerged mycelial culture of *Cordyceps cicadae* (Ascomycetes) in rats [J]. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2015, 17(8): 771-781.
- [67] 解思友, 尹彬, 龙文君, 等. 蝉花及其成分增强免疫、抗肿瘤药理作用研究进展[J]. *药物评价研究*, 2020, 43(4): 624-629.
- XIE S Y, YIN B, LONG W J, et al. Research progress of cicada flower and its components in enhancing immunity and anti-tumor pharmacology[J]. *Drug Evaluation Research*, 2020, 43(4): 624-629.