

我国灵芝精深加工研究进展

陈祖琴¹, 黄文丽¹, 金鑫¹, 刘宗敏², 黄羽佳³, 李萍¹, 郑林用^{2*}

(1. 四川省农业科学院生物技术核技术研究所, 成都 610061; 2. 四川省农业科学院, 成都 610066;
3. 四川省技术创新促进会, 成都 610017)

摘要: 灵芝是我国传统中医中药的瑰宝, 具有极高的药用价值, 有抗肿瘤、增强免疫功能、降血糖、保肝、抗衰老、抗炎、抗凝血等作用。灵芝产业发展迅速, 产品形式多样, 有药品、保健食品、化妆品和其他生物敷料等, 全球范围内灵芝产品年产值已超过 25 亿美元。灵芝从中国古代神话进入普通人的生活, 从中华大地走向世界, 在保护人类健康, 造福人类的同时, 也创造了巨大财富。本文就灵芝精深加工现状、存在问题及发展趋势进行综述, 为灵芝产业持续稳定快速发展提供基础。

关键词: 灵芝; 精深加工; 保健食品

Research progress on *Ganoderma lucidum* intensive processing in China

CHEN Zu-Qin¹, HUANG Wen-Li¹, JIN Xin¹, LIU Zong-Min², HUANG Yu-Jia³,
LI Ping¹, Zheng Lin-Yong^{2*}

(1. Sichuan Biotechnology Institute of Nuclear Technology of Agricultural Sciences, Chengdu 610061, China;
2. Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China; 3. Association of Sichuan Technological Innovation, Chengdu 610017, China)

ABSTRACT: *Ganoderma lucidum* is such a treasure of traditional Chinese medicine with high medicinal values in anti-tumor, enhancing immune function, lowering blood glucose, liver protection, anti-aging, anti-inflammatory, anti-clotting and so on. *Ganoderma lucidum* industry has developed rapidly with large diversity on its product forms like drugs, functional foods, cosmetics and other biological dressings. The annual production value of *Ganoderma lucidum* products has reached more than 2.5 billion dollars worldwide. Evolving from ancient Chinese mythology lives, *Ganoderma lucidum* has now entered the daily life of normal people and also extended from the land of China to the whole world. *Ganoderma lucidum* also created tremendous wealth while protecting human health and benefiting of mankind. This paper briefly reviewed the status, problems and future trends of *Ganoderma lucidum* intensive processing, in order to provide the basis for sustained and stable development of *Ganoderma lucidum* industry.

KEY WORDS: *Ganoderma lucidum*; intensive processing; functional food

1 引言

灵芝是传统中药中的瑰宝, 具有丰富的营养和药用

价值, 有“仙草”、“瑞草”之称。灵芝甘、平。归心、肺、肝、肾经。其功能主治: 补气安神、止咳平喘。用于心神不宁、肺虚咳嗽、虚劳短气、不思饮食。现代医学研

基金项目: 四川省科技支撑计划项目(2014JQ0054、2013ZR0140、2013ZR0140、成财教[2013]265号)

Fund: Supported by Science and Technology Support Program of Sichuan Province (2014JQ0054, 2013ZR0140, 2013ZR0140, [2013]265)

*通讯作者: 郑林用, 研究员, 博士生导师, 主要研究方向为微生物。E-mail: Zly6559@126.com

*Corresponding author: ZHENG Lin-Yong, Researcher, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China. E-mail: Zly6559@126.com

究认为,灵芝及其提取物具有多种药理作用,如:抗肿瘤、增强免疫功能、降血糖、保肝、抗衰老、抗炎、抗凝血等^[1-4]。近年来,随着科学技术的突飞猛进,世界上掀起一股以灵芝为中心的菌类药物研究热潮,灵芝逐渐被人们认识和了解,除了入药外,灵芝还是很好的制作保健品原料,不少医书典籍和民间都流传了灵芝养生保健的功效,现代人们更是运用现代科技将灵芝加工成各式各样的产品,本文综述我国灵芝精深加工现状、存在问题和发展趋势。

2 灵芝精深加工现状

近年来,灵芝的大规模种植,政府和科研单位的参与引爆了灵芝研究的热潮,更促进其精深加工产业的发展。据不完全统计,国内目前有100多家科研机构从事灵芝及其相关产品的研究,灵芝药品的经营企业有82家,有近200余家公司从事灵芝药品和保健品生产,有上百种不同类型的灵芝产品,在全球范围内灵芝产品年产值已超过25亿美元^[5-7]。灵芝从中国古代神话进入普通人的生活,从中华大地走向世界,在保护人类健康,造福人类的同时,也创造了巨大财富。

目前市场上流行的灵芝产品有以子实体、菌丝体、发酵液、孢子粉等为主要原料的产品,子实体切片水煮即可饮用,菌丝体干燥、磨粉做成各种类型灵芝产品,发酵液可调制饮品,孢子粉可直接破壁装胶囊或提炼孢子油^[8]。除了原料的广泛利用外,灵芝产品的形式也很多样化,有药品、保健食品、化妆品、生物敷料等^[9,10],根据我国相关法律规定不能作为一般食品进行销售。

2.1 灵芝药品

灵芝入药已有两千多年的历史,根据《中华人民共和国药典》记载灵芝的功能主治有补气安神、止咳平喘,用于心神不宁、失眠心悸、肺虚咳喘、虚劳短气、不思饮食。通过大量实验研究清楚了灵芝药效成分对心血管系统、神经系统、免疫系统的具体作用和疗效机制并进一步探索了灵芝的抗肿瘤作用和疗效机制,灵芝多糖和三萜类化合物是灵芝的主要药效成分^[11-13]。

据国家食品药品监督管理局(SFDA)网站(<http://app1.sfda.gov.cn/datasearch/face3/dir.html>),以灵芝为关键词的中药有177种,包括片剂39种、胶囊84种、颗粒22种、口服液7种、糖浆12种、酒剂8种、滴丸1种、袋泡茶1种。将灵芝与其他中药材配伍,用于慢性支气管炎、失眠、冠心病、神经衰弱、肝炎、慢性乙型肝炎、胃溃疡、高脂血症等(复方灵芝片、灵芝菌合剂)。

2.2 灵芝保健食品

除了用作药品外,灵芝在保健品市场具有重要地位。以灵芝为关键字搜索的国产灵芝保健食品有552种,进口

灵芝食品有13种,剂型有胶囊、片剂、袋泡茶、冲剂、口服液、膏剂、酒剂等。虽然剂型多样但其主要成分及其制作流程大同小异,其标志性成分都以灵芝多糖和三萜类化合物居多,制作流程主要是将灵芝子实体粉碎后,水提或醇提、浓缩,干燥后根据需要制成各种形式的灵芝保健品^[14,15]。

笔者统计了2005年至2015年间的灵芝保健食品共343种,其中胶囊是最常见,也是最简单的制剂,70%的灵芝保健品制作成了胶囊,其次是冲剂、片剂和颗粒。在制作灵芝保健品的原料中,常见的有孢子粉、孢子油、子实体、子实体提取物、菌丝体,有单方也有复方。88%的灵芝保健品是单方,其中以孢子粉为原料的灵芝保健占单方的40%,其次是子实体提取物、子实体和孢子油,分别占26%、17%、13%。复方的灵芝保健品有多种,有灵芝不同原料间和混合,也有与其他中药材等的配方,在灵芝原料复方中,以灵芝提取物和孢子粉的混合最为常见。在灵芝保健功能方面,灵芝保健品申请的功能有11种,有单一功能也有双功能,其中85%的灵芝保健品申请了增强免疫的功能,其余的还有辅助保护化学性肝损伤、缓解体力疲劳、改善睡眠等(见图1、2、3)。

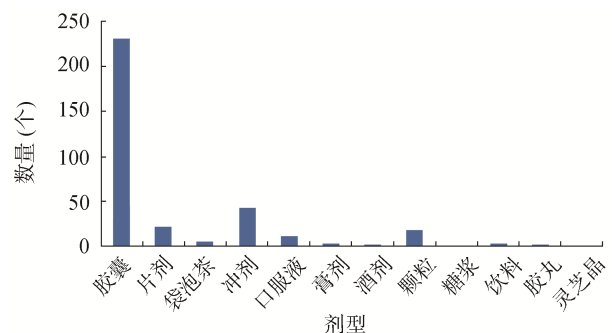


图1 我国灵芝保健食品剂型现状
Fig. 1 Status of form of *Ganoderma nutraceutical* used in nutraceutical in China

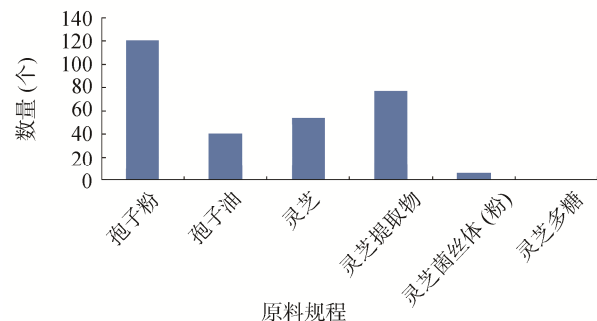


图2 我国灵芝保健食品原料使用现状
Fig. 2 Status of *Ganoderma* materials used in nutraceutical in China

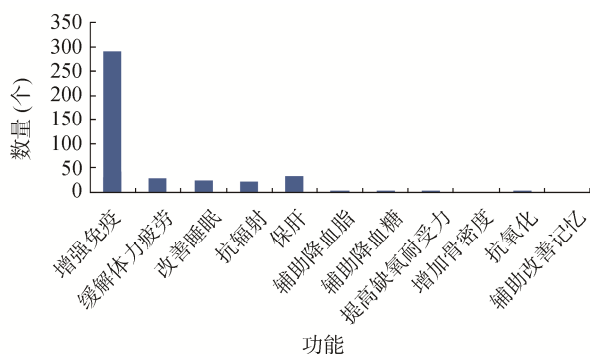


图 3 我国灵芝保健食品保健功效申报现状

Fig. 3 Reporting status of Ganoderma nutraceutical in China

2.3 灵芝化妆品

灵芝的美容作用, 主要来源于灵芝子实体内的有机锗, 这是一种倍半氧化物排成的网状结构物质^[16,17]。进入人体后能迅速与体内残留的重金属离子等有毒物质相结合成锗化合物, 经过 20~24 h 就随大小便排出体外, 达到净化血液、促进细胞新陈代谢、防止老化的作用^[18]。据统计, 目前市场上已有灵芝祛斑霜、防晒霜、修护霜、面膜、精华乳、粉底液等化妆品 25 种, 国内 7 种, 国外 18 种, 经注册备案的生产企业有 8 家, 国内 2 家, 国外 6 家。

2.4 灵芝其他产品

灵芝萃取后留下大量残渣, 给灵芝加工业带来巨大困扰。台北医学大学苏庆华教授利用灵芝萃取后残渣制成生物材料, 该生物材料有助于伤口愈合, 用于治疗眼角膜创伤治疗和细菌引起的青春痘^[19-21]。人们利用灵芝边角料添加到猪饲料中, 提高生猪免疫力、抗病力和生产性能, 提供风味独特、肉质滑嫩、口感细腻的灵芝猪肉^[22]。

3 灵芝精深加工存在的问题

在良好的形式和国际环境下, 灵芝产业蓬勃的发展, 但在发展过程中仍然存在各种各样的问题, 其主要表现在如下几个方面:

3.1 灵芝入药虽久, 但成分复杂, 安全性遭受质疑

《神农本草经》上记载“赤芝苦平无毒, 主治胸中结, 益心气, 补中, 增智慧, 不忘, 久食轻身不老, 延年神仙。”已经明白叙述赤芝在古代使用时是无毒性的。但随着环境污染加重、食品安全问题层出不穷, 人们对灵芝的安全性产生表示怀疑, 有地方报道野生灵芝重金属含量超标, 可导致人体器官衰竭^[23]。为此, 北京医学院对不同栽培、萃取方法所得的各种制剂进行了急性毒性和慢性毒性进行测试, 结果表明一般栽培生产的灵芝及其制剂的毒性很低, 但对于野外采集的天然灵芝和其他广义“灵芝”(长得像的

非灵芝属真菌), 其毒性和安全性尚不清楚^[23-27]。

3.2 灵芝药理作用多样, 有效活性成分种类多、总量少, 单体制备困难

灵芝药理作用多样, 其含有的化学成分有灵芝多糖、糖肽类化合物 50 余种, 三萜类化合物 200 余种, 甾醇类化合物 20 余种, 核苷类化合物 5 种, 生物碱类 9 种, 呋喃衍生物 6 种, 还有大量的脑苷类、氢醌类、有机酸、长链烷烃类化合物等^[28-31]。在灵芝的有效成分研究中, 单纯的化学成分研究多有效成分的研究, 以三萜类化合物最为突出, 在已确定的 200 多种三萜类化合物中仅有少数做了活性研究^[32,33], 而且多为简单的体外活性实验, 几乎很少进行动物药理实验研究^[34-38]。灵芝化学成分有多种, 药理作用多样, 但由于其活性成分含量低, 提取和纯化工艺复杂, 目前高纯度的灵芝三萜类化合物制备量小, 仅处于实验室研究规模^[28], 因此开发先进的分离提取技术对促进灵芝精深加工有重大意义。

3.3 灵芝及其产品多样, 质量标准不一, 市场不规范

随着灵芝产业的蓬勃发展, 灵芝三萜和多糖的测定方法已跟不上灵芝产业发展的速度, 当前的灵芝三萜和多糖的检测方法相对落后, 灵芝产品没有统一的质量控制标准, 造成产品质量参差不齐。灵芝及其深加工产品由于功效显著, 具有良好经济效益, 也吸引了越来越多并不具备相应生产能力的小公司加入到该产业中, 这些小公司为了牟取暴利, 仿冒其他品牌产品, 以次充好, 以极其低廉的价格, 销售假冒伪劣的灵芝类产品。虚假宣传, 违法广告严重损害了灵芝产品的信誉, 中伤了整个灵芝产业, 制约了整个行业的发展^[39]。

4 灵芝产业发展趋势

4.1 回归灵芝本质, 子实体、菌丝体将成为主导

灵芝孢子粉、破壁孢子粉、破壁技术孢子油似乎是国内多数业者最关注的问题, 国人对孢子粉的接受度高, 但灵芝的功效研究多集中在提取物和发酵液^[40]。以子实体为主导, 深度开发分离纯化技术, 开发灵芝单体或几种纯化化合物复合药品将是灵芝产业未来发展的目标之一。灵芝其本质是重要的药用真菌, 已有广泛的分子生物学基础, 在以生产人类医药保健品为目的的第三代基因转植技术中占重要地位, 将调控某一种或几种活性成分合成的基因进行定量表达, 生产出人们需要的产品^[41]。

4.2 深化灵芝药理作用机制, 开发灵芝单体药品

灵芝增强免疫, 改善睡眠等功效已被人们接受, 其主要活性物质灵芝多糖和三萜类化合物已被人们揭晓, 单就三萜类化合物而言就有两三百种, 具有抗良性前列腺增生、抗骨质疏松症、抗糖尿病及其并发症、抗高血压、抗

流感、抗癌等药理作用,其多样的药理作用归根结底就是其含有多种三萜类化合物^[42-45]。灵芝产品从子实体、超细粉、不破壁孢子粉、破壁孢子粉、孢子油、多糖三萜提取物一路走来,多糖、有效三萜化合物的提取,单体的纯化制备,开发以单体形式的灵芝药品才是灵芝精深加工的发展目标。想要开发高端灵芝产品,走出传统中药,被国际市场认可,灵芝现代化药理研究必不可少。

4.3 建立统一的质量控制标准,引导市场健康稳定发展

2014年,美国第38版药典已对灵芝质量制定标准^[46],以灵芝酸A等10种三萜酸为标准品,用薄层色谱法检测三萜总含量,或用HPLC法测量这10种灵芝三萜酸含量,并以HPLC法测量5种葡萄糖以外的单糖含量^[37]。中国医学科学院陈若云研究员和她的团队建立了“灵芝HPLC指纹图谱”,建议可作为赤芝材料或产品的质控标准^[31,47,48]。为了规范市场,以先进的科学技术为依托,相关企业已制定灵芝产品质量标准,有效成分测定相关标准,规范原料辅料添加与应用相关文件也在积极准备制定当中^[49,50]。企业、科研工作者、地方政府都在集合各方力量,通力合作,寻求灵芝产业持续稳定快速发展通路,灵芝产业必将迎来其辉煌的明天。

参考文献

- [1] 吕超田,姚向阳,孙程.灵芝主要活性物质及其药理作用研究进展[J].安徽农学通报,2011,(1):50-51.
Lv CT, Yao XY, Sun C. Pharmacological effects of the main active substance of *Ganoderma lucidum* and Progress [J]. Anhui Agric Sci Bull, 2011, (1): 50-51.
- [2] Ma HT, Hsieh JF, Chen ST. Anti-diabetic effects of *Ganoderma lucidum* [J]. Phytochemistry, 2015,114:109-113.
- [3] Collado Mateo D, Pazzi F, Dominguez Munoz FJ, et al. *Ganoderma lucidum* improves physical fitness in women with fibromyalgia [J]. Nutr Hosp, 2015, 32(5): 2126-2135.
- [4] Chang CJ, Lin CS, Lu CC, et al. *Ganoderma lucidum* reduces obesity in mice by modulating the composition of the gut microbiota [J]. Nat Commun, 2015, 6: 7489.
- [5] 方向情,李玉明,刘随喜.灵芝产业化研究概述[C].2011国际灵芝研究学术会议,北京:2011.
Fang XQ, Li YM, Liu SX. *Ganoderma* industrialization overview [C]. 2011 International Research Conference *lucidum*, Beijing: 2011.
- [6] 李美媛,林火松.龙泉市灵芝产业发展的现状及前景[J].食药菌,2014,(4):211-213.
Li MY, Lin HS. Current situation and prospects of Longquan *Ganoderma* industrial development [J]. Edible Med Fung, 2014, (4): 211-213.
- [7] Li J, Zhang J, Chen H, et al. Complete mitochondrial genome of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* [J]. PloS One, 2013, 8(8): 72038.
- [8] 肖智杰,王进军,连宾.灵芝产品的研究与开发现状[J].食品科学,2006,(12):837-842.
Xiao ZJ, Wang JJ, Lian B. Research and development on *Ganoderma* products [J]. Food Sci, 2006, (12): 837-842.
- [9] 苏庆华.真菌作为生物医学材料的应用——以灵芝子实体SACCCHACHITIN为例的研发过程[J].食药菌,2014,(1):9-13.
Su QH. Fungus as biomedical materials R&D process with *Ganoderma lucidum* SACCCHACHITIN Case [J]. Edible Med fung, 2014, (1): 9-13.
- [10] Gupta A, Kirar V, Keshri GK, et al. Wound healing activity of an aqueous extract of the Lingzhi or Reishi medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* (higher Basidiomycetes) [J]. Int J Med Mushrooms, 2014, 16(4): 345-354.
- [11] 林志彬.我国灵芝药理研究现状[J].药学学报,1979,(3):183-192.
Lin ZB. Pharmacological study of *Ganoderma* Situation [J]. J Pharm, 1979, (3): 183-192.
- [12] Jang SH, Cho SW, Yoon HM, et al. Hepatoprotective evaluation of *Ganoderma lucidum* pharmacopuncture: *In vivo* studies of ethanol-induced acute liver injury [J]. J Pharm, 2014, 17(3): 16-24.
- [13] Klupp NL, Chang D, Hawke F, et al. *Ganoderma lucidum* mushroom for the treatment of cardiovascular risk factors [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, 2: 7259.
- [14] 韩贵英,泽香,江丽.灵芝精粉的加工技术[J].农村百事通,2001,(1):39.
Han GY, Ze X, Jiang L. *Ganoderma* powder processing techniques [J]. Country Know, 2001, (1): 39.
- [15] 孙树英,王洪存,张云,等.灵芝多糖及产品加工[J].食药菌,1997,(1):41-42.
Sun SY, Wang HC, Zhang Y, et al. *Ganoderma lucidum* polysaccharides and product processing [J]. Edible Fung, 1997, (1): 41-42.
- [16] 黄守耀,焦春伟,梁慧嘉,等.灵芝水提物活性成分抗皮肤衰老功效研究[J].安徽农业科学,2015,(6):27-29.
Huang SY, Jiao CW, Liang HJ, et al. Study on the Anti-aging Skin efficacy of the ingredient of *Ganoderma lucidum* water extract [J]. J Anhui Agric Sci, 2015, (6): 27-29.
- [17] 冯胜平,伍明,许晓燕,等.不同灵芝提取物的美白及抗衰作用研究[J].时珍国医国药,2015,(5):1111-1114.
Feng SP, Wu M, Xu XY, et al. and other whitening effect and anti ganoderma extract different studies [J] Lishizhen Med Mater Med Res, 2015, (5): 1111-1114.
- [18] 白凤岐,牟建楼,陈志周,等.水提法提取灵芝多糖及其体外抗氧化研究[J].食品工业,2015,(3):143-146.
Bai FQ, Mou JL, Chen ZZ, et al. water extraction extract of *Ganoderma lucidum* polysaccharides and antioxidant study *in vitro* [J]. Food Ind, 2015, (3): 143-146.
- [19] Su CH, Liu SH, Yu SY, et al. Development of fungal mycelia as a skin substitute: characterization of keratinocyte proliferation and matrix metalloproteinase expression during improvement in the wound-healing process [J]. J Biomed Mater Res A, 2005, 72(2): 220-227.
- [20] Su CH, Sun CS, Juan SW, et al. Development of fungal mycelia as skin substitutes: effects on wound healing and fibroblast [J]. Biomaterials, 1999, 20(1): 61-68.
- [21] Su CH, Sun CS, Juan SW, et al. Fungal mycelia as the source of chitin and polysaccharides and their applications as skin substitutes [J]. Biomaterials, 1997, 18(17): 1169-1174.
- [22] 曹启民,张永北,宋绍红,等.灵芝菌糠发酵饲料对育肥猪生产性能的影响[J].中国饲料,2013,(9):39-41.
Cao QM, Zhang YB, Song SH, et al. Effect of *Ganoderma* WMLE

- fermented feed on production performance of fattening pigs [J]. China feed, 2013, (9): 39–41.
- [23] 董国用. 灵芝、灵芝孢子粉重提安全问题[J]. 江苏食品与发酵, 2004, (2): 28–30.
Dong GY. Ganoderma lucidum, *Ganoderma lucidum* spore powder bring security problems [J]. Jiangsu Food Ferment, 2004, (2): 28–30.
- [24] Smina TP, Mathew J, Janardhanan KK, et al. Antioxidant activity and toxicity profile of total triterpenes isolated from *Ganoderma lucidum* (Fr.) P. Karst occurring in South India [J]. Environ Toxicol Pharmacol, 2011, 32(3): 438–446.
- [25] 陈明中, 吴心勤, 蔺红光, 等. 一种灵芝红景天胶囊制品的亚急性毒性试验研究[J]. 海峡预防医学杂志, 2010, (5):52–53.
Chen MZ, Wu XQ, Lin XQ, et al. Subacute toxicity test of *Ganoderma lucidum* capsule products [J]. Strait J Pre Med, 2010, (5): 52–53.
- [26] 周雯, 范轶欧, 唐慧, 等. 桑黄灵芝菌丝体胶囊的毒性研究[J]. 中国预防医学杂志, 2009, (7):584–587.
Zhou W, Fan YO, Tang H, et al. Study on toxicity of *Phellinus linteus* mycelia of *Phellinus igniarius* capsule [J]. Chin J Pre Med, 2009, (7): 584–587.
- [27] 陈秀锦, 黄佳宁, 陈冠敏, 等. 灵芝虫草合剂的亚急性毒性研究[J]. 预防医学论坛, 2009, (8): 684–686.
Chen JX, Huang JY, Chen GM, et al. Study on subacute toxicity of *Ganoderma lucidum* Cordyceps mixture [J]. Prev Med Trib, 2009, (8): 684–686.
- [28] 李晔, 朱志敏, 姚渭溪, 等. 灵芝三萜类化合物的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2012, (2):165–171.
Ye L, Zhu ZM, Yao WX, et al. Progress of *Ganoderma* triterpenoids [J]. Chin J Chin Mater Med, 2012, (2): 165–171.
- [29] 刘莉莹, 陈若芸. 茶病灵芝的化学成分研究[C]. 2013 年灵芝产品研究与开发学术研讨会, 南京, 2013.
Liu LY, Chen RY. Study on the chemical constituents of *Ganoderma lucidum*[C]. 2013 Research and Development of *Ganoderma lucidum*, Nanjing, 2013.
- [30] 刘超, 李保明, 康洁, 等. 赤芝中一个新萜类化合物[J]. 药学报, 2013, (9): 1450–1452.
Liu C, Li MB, Kang J, et al. A new triterpenoid compound of *Ganoderma lucidum* [J]. Acta Pharm Sin, 2013, (9): 1450–1452.
- [31] 李保明, 古海锋, 李晔, 等. HPLC 测定不同产地灵芝中 9 种三萜酸[J]. 中国中药杂志, 2012, (23): 3599–3603.
Li MB, Gu HF, Li Y, et al. Determination of three kinds of 9 kinds of kinds of the species of *Ganoderma lucidum* in different habitats [J]. Chin J Chin Mater Med, 2012, (23): 3599–3603.
- [32] Liu DZ, Zhu YQ, Li XF, et al. New triterpenoids from the fruiting bodies of *Ganoderma lucidum* and their bioactivities [J]. Chem Bio, 2014, 11(6): 982–986.
- [33] Wang XF, Yan YM, Wang XL, et al. Two new compounds from *Ganoderma lucidum* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2015, 17(4): 329–332.
- [34] Zhu Q, Bang TH, Ohnuki K, et al. Inhibition of neuraminidase by *Ganoderma* triterpenoids and implications for neuraminidase inhibitor design [J]. Sci Rep, 2015, 5: 13194.
- [35] Tran HB, Yamamoto A, Matsumoto S, et al. Hypotensive effects and angiotensin-converting enzyme inhibitory peptides of reishi (*Ganoderma lingzhi*) auto-digested extract [J]. Molecules. 2014, 19(9): 13473–13485.
- [36] Fatmawati S, Kondo R, Shimizu K. Structure-activity relationships of lanostane-type triterpenoids from *Ganoderma lingzhi* as alpha-glucosidase inhibitors [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2013, 23(21): 5900–5903.
- [37] Fatmawati S, Shimizu K, Kondo R. Ganoderol B: a potent alpha-glucosidase inhibitor isolated from the fruiting body of *Ganoderma lucidum* [J]. Phytomedicine, 2011, 18(12): 1053–1055.
- [38] Liu J, Shiono J, Shimizu K, et al. Ganoderic acids from *Ganoderma lucidum*: inhibitory activity of osteoclastic differentiation and structural criteria [J]. Planta Med, 2010, 76(2): 137–139.
- [39] 周莲娟. 上海市在售灵芝产品卫生状况调查分析[J]. 上海食品药品监管情报研究, 2011, (3): 31–35.
Zhou LJ. Investigation of the health of *Ganoderma* products in Shanghai [J]. Shanghai Food Drug Inf Res, 2011, (3): 31–35.
- [40] Li JJ, Hu XQ, Zhang XF, et al. Study on variation of main ingredients from spores and fruiting bodies of *Ganoderma lucidum* [J]. Chin Mat Med, 2014, 39(21): 4246–4251.
- [41] 许瑞祥. 灵芝在生技领域研发的新趋势[J]. 农业生技产业季刊, 2005, 3: 37–44.
Xu RX. New trends in the development of biotechnology in the field of *Ganoderma lucidum* [J]. Agric Bio Ind Quar, 2005, 3: 37–44.
- [42] Liu J, Kurashiki K, Shimizu K, et al. Structure-activity relationship for inhibition of 5alpha-reductase by triterpenoids isolated from *Ganoderma lucidum* [J]. Bioorg Med Chem, 2006, 14(24): 8654–8660.
- [43] Liu J, Shimizu K, Konishi F, et al. The anti-androgen effect of ganoderol B isolated from the fruiting body of *Ganoderma lucidum* [J]. Bioorg Med Chem, 2007, 15(14): 4966–4972.
- [44] Liu J, Shiono J, Shimizu K, et al. Ganoderic acid DM: anti-androgenic osteoclastogenesis inhibitor [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2009, 19(8): 2154–2157.
- [45] Liu J, Tamura S, Kurashiki K, et al. Anti-androgen effects of extracts and compounds from *Ganoderma lucidum* [J]. Chem Biodivers, 2009, 6(2): 231–243.
- [46] TUSP C. *Ganoderma Lucidum* Fruiting Body [Z]. Interim Revision Announcement Official, the United States Pharmacopeia, March 1, 2015.
- [47] 李保明, 刘超, 王洪庆, 等. 灵芝总三萜酸含量测定方法的研究[J]. 中国中药杂志, 2007, (12): 1234–1236.
Li MB, Liu C, Wang HQ, et al. Study on determination method of total three content of *Ganoderma lucidum* [J]. Chin J Chin Mater Med, 2007, (12): 1234–1236.
- [48] 李保明, 刘超, 王洪庆, 等. 赤芝中三萜酸 HPLC 特征图谱的研究[J]. 药物分析杂志, 2009, (9): 1514–1517.
Li MB, Liu C, Wang HQ, et al. Study on the map of three HPLC features of triterpene acids of *Ganoderma lucidum* [J]. Chin J Pharm Anal, 2009, (9): 1514–1517.
- [49] 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:
Sun XM. *Ganoderma lucidum* polysaccharides chromatographic fingerprint analysis method [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2014.
- [50] 刘宁. 灵芝药材的质量标准及指纹图谱研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2009
Liu N. *Ganoderma* herbs quality standards and fingerprints of [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2009.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介



陈祖琴, 硕士研究生, 主要研究方向为食药用菌天然产物开发和保健食品研发。
E-mail: 814647081@qq.com



郑林用, 研究员, 博士生导师, 主要研究方向为微生物。
E-mail: Zly6559@126.com

“食药用菌”专题征稿函

我国发现和利用食用菌已有数千年的历史, 其中大型真菌作为药物使用也至少有 2500 年的历史。食用菌营养丰富, 优质蛋白质含量较高, 含有人体所需的 8 种必需氨基酸, 其中赖氨酸和亮氨酸的含量尤为丰富。另外, 食用菌还含有多种活性多糖、微量元素等功能性物质, 具有特殊的保健功能。药用菌也具有良好的药理活性, 具有调节免疫力, 增强记忆力, 延缓衰老, 减少心脑血管疾病发生等功效, 应用十分广泛。随着人们对食药用菌营养价值的认可, 对食药用菌产品的消费需求也不断增加, 因此食药用菌食品具有很高的开发价值。

我国食药用菌年产量占世界总产量的 75% 以上, 其总产值在我国种植业中排名第六位, 主要栽培种类有 70~80 种, 形成商品的有 50 种, 具有一定生产规模的有 20 种以上。总产量年均复合增长率约为 12.40%, 总产值年复合增长率约为 17.01%。鉴于此, 本刊特别策划了“食药用菌”专题, 由中国工程院院士、中国吉林农业大学食药用菌专家李玉教授担任专题主编, 李教授为原中国菌物学会理事长, 中国食用菌协会副会长, 国际药用菌学会理事长, 食药用菌教育部工程研究中心首席科学家, 国家食用菌产业技术体系岗位科学家兼资源收集与繁殖利用功能实验室主任。围绕“食药用菌的化学组成、理化性质、保鲜贮藏、食药用菌中有害物质检测、食药用菌的深加工、食药用菌营养特性的研究、食药用菌功能特性的研究、食药用菌标准与体系等或您认为本领域有意义的问题展开讨论, 计划在 2016 年 5 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊编辑部及李玉教授特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoods@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部