

猴头菇的研究进展

张宝翠¹, 刘晓鹏^{1,2}, 朱玉昌^{1,2}, 王应玲³, 姜宁^{1,2*}

(1. 湖北民族大学生物科学与技术学院, 恩施 445000; 2. 生物资源保护与利用湖北省重点实验室, 恩施 445000;
3. 湖北省地质局第二地质大队, 恩施 445000)

摘 要: 猴头菇在中国及国外均有悠久的食用历史, 是一种营养价值非常高的药食兼用型真菌, 一直备受人们的青睐。不仅营养价值高, 而且菌丝体和子实体中含有诸多活性成分, 具有抗氧化、抗肿瘤、抗衰老、提高免疫力、保护胃黏膜、神经保护等生理功效。因此, 猴头菇是开发药物及功能性食品的重要资源, 具有广阔的市场前景, 已广泛涉及到医药和食品领域。本文从猴头菇的培育、活性成分、药理作用以及猴头菇产品的研发 4 个方面综述了猴头菇的研究现状, 为猴头菇进一步开发与利用提供新思路, 也为其他食用菌的研究开发提供了有益的借鉴。

关键词: 猴头菇; 活性成分; 药用价值; 猴头菇产品

Research progress on *Hericium erinaceus*

ZHANG Bao-Cui¹, LIU Xiao-Peng^{1,2}, ZHU Yu-Chang^{1,2}, WANG Ying-Ling³, JIANG Ning^{1,2*}

(1. School of Biological Science and Technology, Hubei Minzu University, Enshi 445000, China; 2. Hubei Key Laboratory of Biological Resources Protection and Utilization, Enshi 445000, China; 3. No.2 Geological Brigade of Geological Department of Hubei Province, Enshi 445000, China)

ABSTRACT: *Hericium erinaceus* has a long history of edible in China and abroad, which is a kind of medicinal and edible fungus with high nutritional value, and has always been favored by people. Not only the nutritional value is high, but also the mycelium and fruit body contain many active ingredients, and have physiological effects such as anti-oxidation, anti-cancer, anti-aging, improving immunity, protecting gastric mucosa and nerve protection. Therefore, *Hericium erinaceus* has broad market prospects and has been widely involved in the field of medicine and food, which is an important resource for the development of medicines and functional foods. In this paper, the research status of *Hericium erinaceus* was summarized from 4 aspects: cultivation, active ingredients, pharmacological action, as well as research and development of *Hericium erinaceus* products, which provided new ideas for further development and utilization of *Hericium erinaceus*, and also provided useful reference for the research and development of other edible fungi.

KEY WORDS: *Hericium erinaceus*; active ingredient; medicinal value; *Hericium erinaceus* products

基金项目: 国家自然科学基金项目(81460573)、湖北省技术创新专项项目(2016AKB058, 2017ABA139, 2017AKB077)、2014 年度湖北省本科高校“专业综合改革”试点项目(2014029)、2017 湖北民族学院研究生院研究生创新计划项目(201709)

Fund: Supported by the National Natural Science Foundation of China (81460573), Special Fund for Technological Innovation of Hubei Province (2016AKB058, 2017ABA139, 2017AKB077), Pilot Project of "Comprehensive Professional Reform" in Undergraduate Colleges and Universities of Hubei Province in 2014 (2014029) and Fund for Graduate Innovation of School of Biological Science and Technology in Hubei Minzu University (201709)

***通讯作者:** 姜宁, 博士, 副教授, 主要研究方向为天然产物。E-mail: jiangn888@163.com

***Corresponding author:** JIANG Ning, Ph.D, Associate Professor, School of Biological Science and Technology, Hubei Minzu University, No.39, Xueyuan Road, Enshi 445000, China. E-mail: jiangn888@163.com

1 引言

猴头菇(*Hericium erinaceus*)属担子菌门、伞菌纲、红菇目、猴头菌科^[1],是名贵的药食两用菌,在中国有悠久的食用和药用历史。猴头菇俗称山伏茸、僧帽菇、鸳鸯对头菇等,这些名字来源于它独特的子实体形状。猴头菇不仅营养丰富,且具有良好的药用价值,如抗溃疡、抗炎^[2,3],增强免疫力、抗肿瘤、降血糖^[4]、胃保护和肠道健康促进^[5]等,所以猴头菇是开发药物和功能性食品的重要资源。本文从猴头菇的培育、活性成分、药理作用以及猴头菇制品的研发等方面综述了猴头菇的研究现状,为猴头菇进一步的研究与利用提供参考和新思路。

2 猴头菇的培育

猴头菇的人工驯化栽培在中国最早始于 1959 年^[6]。研究人员采集野生猴头菇分离纯化后成功进行木屑瓶装繁殖,由于猴头菇的培育在很大程度上会受到各种因素影响,比如,季节、温度、地理环境等,而且当时条件也有限,栽培技术未得到大面积推广。因此,在对猴头菇进行栽培驯化的培养过程中,需要克服各种因素的影响,不断提高栽培技术,力求实现大规模的生产猴头菇。

2.1 固体基质人工栽培

随着人们对猴头菇营养价值和生物活性越来越熟知,获得高产优质的猴头菇子实体成为固体基质人工栽培的工作重点,其中栽培关键技术和培养基成分的研究是重中之重,这将是以后培育猴头菇的发展趋势。刘洋^[7]对北京延庆地区猴头菇吊袋栽培的培养关键技术进行总结,发现采用现代化规模化生产技术能使前三潮菇产量最高、品质最好,占总产量的 85%,猴头菇生物转化率可达 95%以上。

黄雪星等^[8]研究黄精浸渣栽培猴头菇。以栽培猴头菇生物转化率和利润率为衡量指标,最优配方下栽培的猴头菇的平均生物学转化率高,平均利润率也非常高。曹丽等^[9]采用瓶栽的方法培育猴头菇。该方式新颖、出菇快,研究了不同的栽培瓶,开盖时间以及不同的培养基配方对培育猴头菇的影响,总结出最佳方法。耿铮等^[10]采用棚室床架式立体的方式培育猴头菇。针对亚布力猴头菇品种,选育高效栽培技术,可在东北大规模生产猴头菇。固体基质人工栽培技术的发展使猴头菇这一稀缺、珍贵食用菌进入寻常百姓家,并为它的进一步开发利用提供了物质基础。

2.2 深层液体发酵培养

深层液体发酵培养食用菌的菌丝体较传统的固体基质人工栽培子实体技术,具有占地小、生产率高、成本低、工业化程度高等优点,逐渐受到人们的关注。Humfeld^[11]

在 20 世纪 40 年代率先进行食用菌发酵研究,之后液体发酵培养菌丝体技术得到迅猛发展。从最初的栽培条件的摸索,到高产高质量的跨度,猴头菇的发酵培养越来越规模化。高颖等^[12]进行了液体发酵培养猴头菇菌丝体。用不同的培养基进行猴头菇菌丝体的发酵,比较菌丝体物理参数及成分含量的不同,结果表明黄豆芽汁作为氮源,猴头菇菌丝体产量和多糖含量最高,很多学者在液体培养食用菌菌丝体时,筛选依据多是基于生物量的多少^[13]。刘晓鹏等^[14]得到液体培养猴头菌的最佳培养基配方及优化的猴头菌液体培养的发酵工艺,为猴头菇的大规模发酵生产提供了有力支撑。

食用菌深层发酵技术的不断推进,使得猴头菇的菌丝体培养,发酵设备的更新,活性物质的提取逐渐系统化,研究也越来越深入,未来前景广阔。

3 猴头菇的活性成分

3.1 猴头菇多糖

多糖在自然界中含量丰富,对维持生物的生命活动至关重要^[15]。猴头菇的菌丝、发酵液与子实体中都含有多糖,是目前研究最多的猴头菇的活性成分之一,提取猴头菇活性多糖对其分离纯化,进行结构分析,这将为研究其活性试验奠定基础。贾联盟等^[16]研究猴头菇子实体多糖成分。通过水提取和碱提取 2 种方法结合得到 5 种猴头菇多糖(*Hericium erinaceus* polysaccharide, HEP),其中首次得到 HEP-1、HEP-2 2 种新类型真菌多糖。易晓敏^[17]对猴头菇多糖进行了分离纯化和结构分析。得到成分均一的 HEP-I 和 HEP-II 猴头菇多糖。周春晖等^[18]采用高效凝胶色谱法测定猴头菇多糖分子量及含量,得出猴头菇子实体多糖数均分子量与重均分子量的数值,发现猴头菇子实体多糖含量较少。Zhu 等^[19]提取产地为浙江省的猴头菇多糖,进行分离纯化,发现由葡萄糖,甘露糖,木糖以及半乳糖组成。崔芳源^[20]研究猴头菇胞外多糖(extracellular polysaccharides, EPS)及胞内多糖(intracellular polysaccharides, IPS)的结构。对分离纯化后得到的产物进行分析,发现猴头菇的 EPS 和 IPS 单糖组成有所不同,甘露糖、半乳糖和葡萄糖在 EPS 和 IPS 中都存在,其中 EPS 特有的是阿拉伯糖,而 IPS 特有鼠李糖、木糖。李望^[21]对猴头菌丝体多糖(HEP)进行分离纯化。得到 HEP10,定性检测其由半乳糖、鼠李糖、氨基葡萄糖、氨基半乳糖、甘露糖、木糖、葡萄糖、岩藻糖 8 种单糖组成。Wu 等^[22]从猴头菇子实体中提取并分离出一种新的多糖级分(HEP-S)。单糖组成为岩藻糖、甘露糖、鼠李糖、葡萄糖和半乳糖,经结构分析其平均分子量为 1.83×10^4 Da。猴头菇由于生长环境的差异,菌株的种类,以及提取方式方法等的不同,得到的多糖会有所不同。

3.2 猴头菇蛋白、多肽

猴头菇的活性肽与活性蛋白质均有抗氧化能力、免疫调节作用。猴头菇中成分含量最丰富的就是蛋白质^[23]。100 g 猴头菌干品中含有蛋白质约 27 g, 富含 17 种氨基酸, 其中含 8 种人体必需氨基酸。陆武祥等^[24]探究了猴头菇菌丝蛋白含量及抗氧化活性。猴头菇菌丝蛋白有极强的抗氧化活性, 而且抗氧化活性要比香菇等常见菌类高, 且猴头菇菌丝蛋白相比多糖有更强的抗氧化活性。徐艳等^[25]研究猴头菌液中的菌丝蛋白。结果表明, 酶解后的抗氧化肽对羟基自由基、超氧阴离子自由基有很好的清除效果, 可作为纯天然的抗氧化剂开发利用。Zeng 等^[26]研究猴头菇子实体和菌丝体提取物。运用蛋白质组学方法研究参与调节生物活性代谢的蛋白质, 运用基因组鉴定猴头菇中有 2543 种独特蛋白, 经过数据库的分析对比, 其中子实体中 722 种蛋白存在差异性表达, 专家推定这些差异表达的蛋白质参与分子信号传导、次级代谢和能量代谢。这说明猴头菇生物合成基因的差异调控, 使之产生了不同药理作用的活性代谢物质。

3.3 其他活性成分

除了多糖、蛋白和肽等活性物质, 猴头菇中还含有多其他活性成分。李洁莉^[27]对比各种提取方法对猴头菇提取物的影响, 发现提取物中含有麦角甾-8(14)-烯-3 β -醇、 β -谷甾醇和 C₂₈ 甾醇等化合物, 较水提浸膏, 醇提浸膏中甾醇含量较多。喻凯等^[28]从猴头菌固体培养物中首次发现了大黄素甲醚、大黄素、芦荟大黄素、大黄酚、大黄酸等化合物。Kawagishi 等^[29]从猴头菌中分离出很多二萜类化合物。经研究发现其骨架类型多数以木糖苷的形式存在。钱伏刚等^[30]从猴头菌培养物中得到 2 种新化合物, 鉴定结构并分别命名为猴头菌素 III 和 IV。Heleno 等^[31]从 2 种野生猴头菇提取了酚类物质, 通过胃消化实验研究, 说明具有生物活性。颜星星等^[32]利用高效液相色谱法测定猴头菇核苷类成分含量, 发现不同产地猴头菇有相同的核苷类成分, 如胞嘧啶、肌苷、腺苷等核苷类成分, 且肌苷和腺苷含量较高。

4 猴头菇药理作用

随着医疗技术的神速发展, 猴头菇的药理作用已经被研究人员高度重视, 猴头菇活性物质的作用机制研究是在体内和体外实验的基础上引入的, 目前为止, 研究最多的还是猴头菇多糖类物质, 由于对多糖化合物的分离纯化和结构分析报道很多, 这将为研究它们的药用机理, 分析生物活性带来直接证据。

4.1 增强免疫力、抗肿瘤作用

猴头菇的子实体、培养液、发酵产物中可提取活性成分, 很多研究指出, 这些活性物质, 可增强免疫力, 并可

直接或间接发挥较好的抗肿瘤活性^[33]。郭焱等^[34]研究了猴头菇多糖对转化因子- β_1 (transforming growth factor β_1 , TGF- β_1)抑制的 T 淋巴细胞增殖的影响。试验表明, 在细胞水平, 从外周血中分离得到 T 淋巴细胞, 猴头菇多糖提升了 TGF- β_1 抑制的 T 淋巴细胞的增殖率, 说明猴头菇多糖能增强人体免疫力。Wang^[35]研究发现猴头菇多糖能够使人造肺转移性肿瘤得到抑制, 还能提升细胞和巨噬细胞数量, 起到免疫调节的作用。其原理是作用于肿瘤的细胞膜, 提高了宿主细胞的抗自由基能力, 肿瘤细胞的生成得到抑制, 进而使肿瘤细胞分化和凋亡。张勇等^[36]观察三联疗法联合猴头菌提取物颗粒治疗儿童幽门螺杆菌疗效。猴头菌提取物颗粒是猴头菌发酵后的提取物, 它可使患者的非特异免疫及特异免疫功能有效地提高, 将幽门螺杆菌杀灭, 说明猴头菌提取物作为一个反应佐剂, 增强了免疫力, 间接起到杀菌的作用。聂继盛等^[37]研究发现抗肿瘤活性及免疫功能的变化, 发现猴头菇多糖对小鼠 S₁₈₀ 肉瘤有明显的抑制效果, 其作为生物体的反应调节剂对免疫调节产生影响, 通过免疫疗法达到抗肿瘤效果。还有学者^[38]研究发现猴头菌中的可溶性成分可使小鼠脾细胞产生白介素, 进而激活自然杀伤细胞(natural killer cell, NK), 主要机制也是通过调节机体的免疫功能进而间接的发挥抗肿瘤的作用。Lee 等^[39]研究猴头菇子实体多糖, 发现多糖可介导肿瘤坏死因子- β (tumor necrosis factor β , TNF- β)的表达及一氧化氮的产生, 这说明猴头菇多糖可以活化巨噬细胞, 进而发挥免疫调节作用。

4.2 抗氧化

猴头菇多糖是由多种单糖组合而成, 猴头菇的单糖都可作为还原剂, 可停止自由基反应过程, 使之形成了稳定性高的化合物。因此, 猴头菇中的多糖具有较好的抗氧化作用。崔芳源^[20]研究猴头菇胞外多糖(extracellular polysaccharides, EPS)及胞内多糖(intracellular polysaccharides, IPS)的抗氧化活性。分析发现二者对 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-trinitrophenylhydrazine, DPPH)、羟基自由基有极强的清除效果, 和浓度关系呈正相关, 且胞外多糖的自由基清除率比胞内多糖高。结果说明, 胞外多糖相比胞内多糖有更强的还原力。另外, 猴头菇胞内多糖及胞外多糖由于单糖组成不同, 多糖会有不同侧链分支结构, 因此, 呈现出不同的抗氧化活性。杜志强等^[40]研究猴头菇多糖对小鼠血清抗氧化能力。猴头菇多糖对小鼠灌胃后血清中超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)与过氧化氢酶(catalase, CAT)的含量明显提升, 表明猴头菇多糖具有很好的抗氧化能力, 经猴头菇多糖灌胃的小鼠血清中丙二醛(malondialdehyde, MDA)的含量相对于对照组有所降低, 表明猴头菇多糖具有抗脂质过氧化的能力。徐兵等^[41]研究发现猴头菇多糖经乙酰化修饰, 其抗氧化活性得到有

效提高。张志超等^[42]研究食用菌复合多糖体外协同抗氧化活性。发现提取的猴头菇、杏鲍菇、香菇、平菇多糖都有清除 DPPH 自由基的能力和一定的还原能力,然而猴头菇菌丝多糖的抗氧化活性强于其他 3 种,复合多糖方案的抗氧化活性比食用菌单一多糖要高。

4.3 抗疲劳

疲劳是日常工作生活中的常见现象,作用机制呈多样化。疲劳产生机理有“衰竭”学说、“内环境稳态失调”学说、“自由基”学说等等。鉴定猴头菇多糖抗疲劳作用可为加工猴头菇功能性食品提供理论依据,有利于更好地对猴头菇多糖精制品深入开发与研究。

杨雪等^[43]研究猴头菇的粗多糖、酸性多糖以及中性多糖的抗疲劳作用。分析了小鼠负重进行游泳的时间、肝糖原的储藏量、血乳酸和血清尿素氮的含量,结果显示猴头菇多糖不仅增加了小鼠的运动耐力,加长了运动的时间;而且减少了乳酸的积累,缓解了疲劳感,并发现酸性多糖抗疲劳作用最显著。张鑫^[44]研究发现东北猴头菇的多糖可以提高机体运动耐受力,进而延缓体力疲劳,与杨雪等的研究结论相似。

4.4 胃保护作用

胃的相关疾病包括胃炎、胃溃疡、胃癌等。研究者发现猴头菇菌丝体、猴头菇多糖,以及猴头菇提取物,对胃炎、胃黏膜损伤均具良好抑制效果,显示出开发新的功能性食品和药物的潜力。

幽门螺杆菌感染是引起胃病的重要因素,很多研究者以猴头菇为材料进行研究,探讨其胃保护作用机制。Wang 等^[45]将幽门螺杆菌接种到动物体内,以猴头菇提取物对小鼠进行治疗。与空白对照组比较,幽门螺杆菌个数明显降低,说明猴头菇提取物对胃的幽门螺杆菌感染有明显的抑制效果。邵梦茹^[46]研究猴头菇多糖对胃肠黏膜的保护作用,发现猴头菇多糖能增加胃膜黏膜血流量,从而治疗应激性胃黏膜损伤。并且对胃黏膜组织中的多种因子产生了催化加强作用,进而增强防御能力,起到保护胃黏膜、抗溃疡的目的。Wang 等^[47]研究提取猴头菇菌丝体的多糖对溃疡性结肠炎作用。结果发现,通过抵抗氧化应激和改善线粒体功能来减轻溃疡性结肠炎,猴头菇菌丝体多糖可以增加超氧化物歧化酶的活性,并在体内和体外降低活性氧族(reactive oxygen species, ROS)含量和氧化损伤,这说明线粒体功能将发生明显的改变,并伴随着能量的变化。同时用猴头菇菌丝体多糖对 Caco-2 细胞(结肠腺癌细胞)进行干预,溃疡性结肠炎也相应减轻。这说明,猴头菇菌丝体多糖通过抵抗氧化应激和改善线粒体功能使溃疡性结肠炎得到减轻。倪悦梅等^[48]研究发现猴头菇菌丝体对碘乙酰胺引起的大鼠慢性胃损伤有保护作用,并对其作用机制进行探讨。具体为猴头菇菌丝体在体内可调节超氧化物歧化

酶的活性,抗氧化作用明显,可调节胃分泌物来缓解炎症反应,起到保护胃黏膜作用。

4.5 其他作用

很多研究指出猴头菇具有潜在神经保护作用,因此在运动功能障碍、阿尔茨海默病和其他形式的痴呆症的治疗中存在潜在用途,研究发现,口服补充猴头菇可使小鼠对新物体识别有作用,然而用猴头菇喂养野生型小鼠 2 个月,并且通过迷宫和目标对象定位任务分析对小鼠空间记忆的影响,结果显示,只增加了小鼠一般的运动活动,对空间记忆没有影响。这说明口服补充猴头菇在识别记忆中产生特定和选择性改善,而不改变空间工作记忆,这支持了识别记忆可以被建模为双重过程的假设^[49]。Liu 等^[50]发现猴头菇可调节嘌呤受体-耦合钙信号,也可使小鼠减少对自身的伤害性行为。通过测量细胞系中三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP)诱导的 Ca^{2+} 信号传导和观察小鼠的疼痛行为来研究猴头菇的镇痛潜力,结果显示,猴头菇降低了小鼠热引起的疼痛,原因可能是神经元细胞中 ATP 诱导的钙离子信号传导的能力受到抑制。崔芳源^[20]研究发现猴头菇多糖的护肝作用明显,猴头菇多糖可以降低体内致使肝损伤的酶,进而减少身体内的过氧化物的积累,使肝脏的循环得到调节。李洁莉^[27]研究发现猴头菇菌丝体中存在腺苷,较高的腺苷含量,可以降低血压和心率,舒张血管,增加 cAMP,刺激肾上腺进而生成甾体激素,使血小板凝集得到抑制。据 Liang 等^[51]报道,猴头菇多糖可降血糖。其可能机制是多糖特异结合细胞膜上的受体,经第二信使 cAMP 使信息送至线粒体,在糖代谢过程中酶系活性发生改变,氧化分解催化加速,降低了血糖的浓度。Zhang 等^[52]研究猴头菇细胞内多糖(HIPS)纯化组分(HIPS1 和 HIPS2)对链脉佐菌素(STZ)诱导病理模型小鼠的胰腺、肝脏和肾脏的作用效果。糖尿病小鼠补充 HIPS1 和 HIPS2 可显著降低血糖水平,抑制血清中异常升高的酶的水平,改善了抗氧化剂酶,谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)和 CAT 的活性,减轻对胰腺、肝脏和肾脏的病理损害,可用于预防糖尿病及其并发症的药物研究。

5 猴头菇加工制品

5.1 猴头菇药品

猴头菇的活性成分的药用价值极其丰富,对猴头菇药品的研发是广大研究者的兴趣所在。猴头菇药品的加工是以猴头菇或发酵产物为原材料制成的中成药,现在市面有“猴头菌片”、“健胃灵”、“谓葆”等,可促进消化道溃疡愈合和抗肿瘤,临床上用于治疗胃癌、食管癌及胃溃疡、十二指肠溃疡、慢性胃炎等。虽然现在市售药品还不是很丰富,但是由于其多样的药理活性,必将会涉及更多药制品的研发,像抗糖尿病药、抗疲劳药、肾保护药和神经保护药,改善焦虑和抑郁症等等^[53]。

猴头菌片发挥作用的主要成分为猴头菇多糖,它是一种由蛋白、糖和硫酸基构成的硫酸酯多糖。徐项益等^[54]进行了复方猴头菌片对慢性萎缩性胃炎的治疗研究。结果表明在慢性萎缩性胃炎治疗中选择常规药物联合复方猴头菌片、奥美拉唑等进行治疗可进一步提高疗效,腺体萎缩得到恢复,不良反应不会增加,用药安全性较高。王茜等^[55]研究猴头菌片对大鼠急性酒精性胃黏膜损伤的保护作用及机制,解剖胃组织发现,给药小鼠的胃黏膜出血、水肿程度明显减轻,这说明猴头菌片对胃黏膜的损伤有明显的保护作用,刮取给药预防小鼠的胃黏膜进行检测氨基己糖含量,发现含量显著提高。这说明猴头菌片可作为一种胃黏膜保护剂,且有良好的预防作用。

李洁莉等^[56]研究发现猴头菇药物制品胃乐宁片剂中含有腺苷且含量稳定,认为猴头菌药效与腺苷之间可能有关联。黄茜等^[57]发现猴头健胃灵和莫沙必利一起使用对老年人的消化功能有一定的改善,对于腹部的多种症状都具有明显的改善作用,比如腹痛、上腹烧灼感、腹胀等。郑绍军^[58]发现思连康与谓葆结合使用,对孩童的肠系膜淋巴结炎有明显的治疗效果,毒性小,副作用少。

5.2 猴头菇食品

猴头菇的营养丰富,对猴头菇食品进行精加工,可增加其产品的附加值,提高经济效益,满足消费者的需求。目前猴头菇加工食品一般以猴头菇为辅料,使产品赋予猴头菇的口感和营养功效。

猴头菇可生产加工成饼干、酱油、面条等食品。胡晖宇^[59]研究猴头菇饼干制作的相关工艺。把猴头菇粉末添加到饼干的加工过程中,对饼干配方进行优化,制得的饼干口感温和,丰富了饼干中蛋白质、膳食纤维、脂肪等物质成分,符合大众口味。在猴头菇饼干贮藏条件的研究中,发现在湿度小温度低的条件下,猴头菇饼干可长久保存,且口感酥脆。沈子林^[60]把猴头菇加入酱油中,研发出的猴头菇麦饭石母子酱油,丰富了传统母子酱油的原味,也新添了很多人体所需的微量元素,味道更加独特。杨洋等^[61]通过对即食猴头菇猪排骨罐头配方及杀菌工艺的筛选,得出猴头菇罐头的最优制作方案,利用二段温和式灭菌方法灭菌 20 min。该罐头不但有猴头菇的口感又有排骨的风味,且兼具营养价值。段丹等^[62]研究发现在吊挂晾干条件下,猴头菇粉在挂面中的最佳添加量为 6%,采用的天然豆粉相当于增稠剂,菌类原浆相当于防腐剂,这种研发工艺提升了面条的口感,且纯天然绿色健康,可延长产品贮藏期。

5.3 猴头菇保健品

随着社会的发展,人们养生的观念越来越普遍。猴头菇属药食两用真菌,其活性成分丰富,是研发保健品的宝贵资源。因此以猴头菇为原材料加工制成保健品将有很大

的市场前景。基于目前对猴头菇活性成分的营养价值和药理作用的研究,研发制品主要有猴头菌口服液、猴头菇保健醋、猴头菇养胃颗粒等。

王利丽等^[63]研究了鲜猴头菌口服液益智保健功效。鲜猴头菌口服液可以使小鼠的细胞免疫应答能力、记忆能力得到加强,改善糖尿病的一些症状。陈善玲^[64]研究了猴头菇胃肠保健口服液疗效。在服用高效联合抗反转录病毒药物后,人们会产生恶心想吐与降低食欲的副作用,若服用猴头菇胃肠保健口服液可改善其效果。王广耀等^[65]研究了猴头菇保健醋。猴头菌液体发酵后制成发酵醪,猴头菇的发酵醪存在很高的生理活性,发酵醪经过酒精发酵和醋酸发酵两个工艺过程进行发酵,制成猴头菇的保健醋。属新型、具有特殊营养的保健醋,风味特别。朱维红等^[66]研究了猴头菇酸奶发酵。在猴头菌丝发酵液与酸奶混合调配,确定白砂糖、猴头菇发酵液、乳粉、乳酸菌的最佳配比,可研发出既有猴头菇香味、又有营养保健作用的复合型酸奶。李志满等^[67]研究了猴头养胃颗粒对急性胃粘膜损伤的保护。探讨猴头养胃颗粒对胃粘膜的保护作用为开发胃粘膜保护功能食品提供理论依据。以无水乙醇对大鼠进行胃粘膜损伤造模,研究胃粘膜出血情况,并测定其损伤指数,通过苏木精-伊红染色法染色进行胃粘膜组织的病理分析。结果发现,猴头养胃颗粒对胃部的肿胀及出血起到了保护作用,降低了大鼠胃粘膜损伤指数。一系列研究数据分析,猴头养胃颗粒对乙醇造成的胃粘膜损伤有良好的抑制作用。

6 总结与展望

猴头菇是名贵的药食两用真菌,味道鲜美,具有极高的营养价值和药理活性,市场需求日益旺盛。随着固体基质栽培和深层液体发酵技术的发展,以及活性成分的解析和药理研究的深入,猴头菇的初加工和深加工产品也得到快速发展,满足了市场不同层次的需要。但人们对猴头菇药理作用和机制的认知及其物质基础的解析还远远不能与猴头菇的地位相符,也极大限制了猴头菇产品的深层开发和质量标准的制定。因此进一步发展现代深层发酵技术,提高猴头菇工业化生产程度,深度挖掘猴头菇的药理作用,阐明药理机制和解析物质基础,将猴头菇进一步开发成化妆品、功能性食品和药品具有极大的市场潜力。

参考文献

- [1] 王俊,图力古尔,高兴喜.中国猴头菌属真菌分子系统学研究[J].中国食用菌,2011,30(4): 51-53, 60.
Wang J, Bau T, Gao XX. The molecular systematics research of *Hericium* in China [J]. Edible Fungi China, 2011, 30(4): 51-53, 60.
- [2] 李胜奇. 商洛野生猴头菌资源分布特点的调查[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(2): 119-122.
Li SQ. An investigation on the distribution characteristics of the resources of wild hedgehogt fungus in Shangluo [J]. J Northwest Forest Univ, 2007,

- 22(2): 119–122.
- [3] Rossi P, Cesaroni V, Brandalise F, *et al.* Dietary supplementation of lion's mane medicinal mushroom, *Hericium erinaceus* (Agaricomycetes), and spatial memory in wild-type mice [J]. *Int J Med Mushrooms*, 2018, 20(5): 485–494.
- [4] 刘国强, 郭梁, 徐伟良, 等. 猴头菇活性成分的研究进展[J]. *陕西农业科学*, 2018, 64(9): 89–92.
- Liu GQ, Guo L, Xu WL, *et al.* Research progress on active ingredient of *Hericium erinaceus* [J]. *Shaanxi J Agric Sci*, 2018, 64(9): 89–92.
- [5] Wang XY, Zhang DD, Yin JY, *et al.* Recent developments in *Hericium erinaceus* polysaccharides: Extraction, purification, structural characteristics and biological activities [J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2018, (13): 1–20.
- [6] 黄良水. 猴头菇的历史文化[J]. *食药菌*, 2018, 26(1): 54–56, 60.
- Huang LS. The history and culture of *Hericium* [J]. *Edible Med Mushrooms*, 2018, 26(1): 54–56, 60.
- [7] 刘洋. 北京延庆地区猴头菇吊袋栽培技术要点[J]. *食用菌*, 2018, 40(5): 54–55.
- Liu Y. Key points for cultivation of *Hericium erinaceus* bags in Yanqing, Beijing [J]. *Edible Fungi*, 2018, 40(5): 54–55.
- [8] 黄雪星, 罗先群. 黄精浸渣栽培食用菌试验[J]. *广西科学院学报*. 2018, 34(4): 1–4.
- Huang XX, Luo XQ. Experiment on cultivation of edible fungi by the dregs from rhizoma *Polygonatum* [J]. *J Guangxi Acad Sci*, 2018, 34(4): 1–4.
- [9] 曹丽, 栗雪韞, 丁悦, 等. 猴头菇瓶栽试验[J]. *湖北农业科学*, 2018, 57(22): 74–76.
- Cao L, Li XY, Ding Y, *et al.* Experiments of cultivation for *Hericium erinaceus* in bottles [J]. *Hubei Agric Sci*, 2018, 57(22): 74–76.
- [10] 耿铮, 李玉, 石钰琨, 等. 猴头菇棚架式床架式立体高效栽培技术[J]. *中国林副特产*, 2016, 4(19): 52–53.
- Geng Z, Li Y, Shi YH. *et al.* Three-dimensional high-efficiency cultivation technique of *Hericium erinaceus* shed bed frame [J]. *Forest By-Product Spec China*, 2016, (4): 52–53.
- [11] Humfeld H. The production of mushroom mycelium (*Agaricus arvensis*) in submerged culture [J]. *Science*, 1948, (107): 373.
- [12] 高颖, 李田春, 徐晓宇. 不同培养基对猴头菇菌丝体生长量及多糖含量的影响[J]. *辽宁科技学院学报*, 2016, 18(4): 22–23, 26.
- Gao Y, Li TC, Xu XY. Effect of different culture-medium on the mycelium growth and polysaccharide content of *Hericium erinaceus* [J]. *J Liaoning Ins Sci Technol*, 2016, 18(4): 22–23, 26.
- [13] 郑丽雪, 李尧尧, 郑雪平, 等. 基于生物量的杏鲍菇菌株筛选及液态摇瓶发酵培养条件的优化[J]. *食品安全质量检测学报*, 2014, 5(12): 4040–4049.
- Zheng LX, Li YY, Zheng XP, *et al.* Screening of strains and optimization of culture conditions with shaking flask fermentation of *Pleurotus eryngii* based on the biomass [J]. *J Food Saf Qual*, 2014, 5(12): 4040–4049.
- [14] 刘晓鹏, 姜宁, 夏冬冬, 等. 猴头菌液体发酵培养基及工艺优化的研究[J]. *广东农业科学*, 2014, 41(18): 79–82, 86.
- Liu XP, Jiang N, Xia DD, *et al.* Liquid fermentation culture medium and process optimization for *Hericium erinaceus* [J]. *Guangdong Agric Sci*, 2014, 41(18): 79–82, 86.
- [15] 谢明勇, 聂少平. 天然产物活性多糖结构与功能研究进展[J]. *中国食品学报*, 2010, 10(2): 1–11.
- Xie MY, Nie SP. A review about the research of structure and function of polysaccharides from natural products [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2010, 10(2): 1–11.
- [16] 贾联盟, 刘柳, 董群, 等. 猴头菇子实体中的主要多糖成分[J]. *中草药*, 2005, 36(1): 10–12.
- Jia LM, Liu L, Dong Q, *et al.* Main polysaccharide fractions isolated from fruiting bodies of *Hericium erinaceus* [J]. *Chin Tradit Herb Drug*, 2005, 36(1): 10–12.
- [17] 易晓敏. 猴头菇多糖的分离纯化、表征及其功能活性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2017.
- Yi XM. Isolation, purification, structural characterization and functional activity of *Hericium erinaceus* polysaccharide [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2017.
- [18] 周春晖, 周丹丹, 刘婷婷, 等. 高效凝胶色谱法测定猴头菇多糖分子量及含量[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(21): 123–127.
- Zhou CH, Zhou DD, Liu TT, *et al.* Determination of molecular weight and content of *Hericium erinaceus* polysaccharide by high performance gel chromatography [J]. *Food Res Dev*, 2016, 37(21): 123–127.
- [19] Zhu Y, Li Q, Mao G, *et al.* Optimization of enzyme-assisted extraction and characterization of polysaccharides from *Hericium erinaceus* [J]. *Carbohydr Polym*, 2014, (101): 606–613.
- [20] 崔芳源. 猴头菇胞内胞外多糖的结构、抗氧化活性和保肝护肝能力分析[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
- Cui FY. Composition, antioxidant and hepatoprotective activities of extra-and intra-cellular polysaccharides of *Hericium erinaceus* [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2016.
- [21] 李望. 猴头菌丝体多糖对小鼠溃疡性结肠炎的影响及其抗炎机制研究[D]. 无锡: 江南大学, 2017.
- Li W. Anti-inflammatory mechanism and effect on ulcerative colitis of polysaccharides from *Hericium erinaceus* mycelium [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2017.
- [22] Wu F, Zhou C, Zhou D, *et al.* Structure characterization of a novel polysaccharide from *Hericium erinaceus* fruiting bodies and its immunomodulatory activities [J]. *Food Funct*, 2018, 9(1): 294–306.
- [23] 刘仙金. 猴头菇中微量元素含量的测定[J]. *食药菌*, 2018, 26(4): 253–255.
- Liu XJ. Detection of trace elements in *Hericium erinaceus* [J]. *Edible Med Mushrooms*, 2018, 26(4): 253–255.
- [24] 陆武祥, 王东华, 王秀英, 等. 5 种食用菌液体发酵菌丝抗氧化活性分析比较[J]. *食品与发酵工业*, 2013, 39(7): 124–127.
- Lu WX, Wang DH, Wang XY, *et al.* Comparison of antioxidant activity of five kinds of edible fungi liquid fermentation hyphae [J]. *Food Ferment Ind*, 2013, 39(7): 124–127.
- [25] 徐艳, 丁静, 孙桂红, 等. 猴头菌丝多肽的制备及抗氧化活性研究[J]. *中国酿造*, 2014, 33(6): 91–95.
- Xu Y, Ding J, Sun GH, *et al.* Preparation and antioxidant activity of polypeptide from *Hericium erinaceus* mycelium [J]. *China Brew*, 2014, 33(6): 91–95.
- [26] Zeng X, Ling H, Yang J, *et al.* Proteome analysis provides insight into the regulation of bioactive metabolites in *Hericium erinaceus* [J]. *Gene*, 2018, (666): 108–115.
- [27] 李洁莉. 猴头菌药效成分研究和猴头菌属的分子生物学鉴定[D]. 南京:

- 南京师范大学, 2002.
- Li JL. Studies on biological active compounds from *Hericium erinaceus* and molecular detection of *Hericium* species [D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2002.
- [28] 喻凯, 李光, 李福双, 等. 猴头菌培养物化学成分研究[J]. 菌物研究, 2014, 12(2): 111–114, 118.
- Yu K, Li G, Li FS, *et al.* Study on chemical constituents of *Hericium erinaceus* culture [J]. J Fungal Res, 2014, 12(2): 111–114, 118.
- [29] Kawagishi H, Shimada A, Mori H, *et al.* Erinacine D, a stimulator of NGF-synthesis, from the mycelia of *Hericium erinaceum* [J]. Heterocycl Commun, 1996, 2(1): 51–54.
- [30] 钱伏刚, 徐光满, 李敏华, 等. 猴头菌培养物中二个新吡喃酮化合物的分离与鉴定[J]. 药学报, 1990, 25(7): 522–525.
- Qian FG, Xu GY, Li MH, *et al.* Isolation and identification of two new pyrone compounds from the culture of *Hericium erinaceus* [J]. Acta Pharmaceut Sin, 1990, 25(7): 522–525.
- [31] Heleno SA, Barros L, Martins A, *et al.* Chemical composition, antioxidant activity and bioaccessibility studies in phenolic extracts of two *Hericium* wild edible species [J]. LWT-Food Sci Technol, 2015, 63(1): 475–481.
- [32] 颜星星, 张浩, 张方坤, 等. 高效液相色谱法测定不同产地猴头菇 5 种核苷类成分含量[J]. 中国中医药科技, 2018, 25(4): 520–522.
- Yan XX, Zhang H, Zhang FK, *et al.* Determination of five nucleosides in *Hericium erinaceus* from different habitats by high performance liquid chromatography [J]. Chin J Tradit Med Sci Technol, 2018, 25(4): 520–522.
- [33] Li G, Yu K, Li F, *et al.* Anticancer potential of *Hericium erinaceus* extracts against human gastrointestinal cancers [J]. J Ethnopharmacol, 2014, 153(2): 521–530.
- [34] 郭焱, 崔健丽, 朱娜. 猴头菇多糖对 TGF- β_1 抑制的 T 淋巴细胞增殖的影响[J]. 中国实验诊断学, 2012, 16(1): 48–49.
- Guo Y, Cui JL, Zhu N. *Hericium erinaceus* polysaccharides to TGF- β_1 inhibited proliferation of T lymphocytes [J]. Chin J Lab Diagn, 2012, 16(1): 48–49.
- [35] Wang JC. Antitumor and immunoenhancing activities of polysaccharide from culture broth of *Hericium spp* [J]. Med Sci, 2001, 17(9): 4612–4671.
- [36] 张勇, 廖华, 郭荣斌. 三联疗法联合猴头菌提取物颗粒治疗儿童幽门螺杆菌感染 55 例临床观察[J]. 中国民族民间医药, 2015, 24(16): 102, 104.
- Zhang Y, Liao H, Guo RB. Treatment of helicobacter pylori infection in children with OAC combined with *Hericium erinaceus* extract particles: Clinical observation of 55 cases [J]. Chin J Ethnomed Ethnopharm, 2015, 24(16): 102, 104.
- [37] 聂继盛, 祝寿芬. 猴头多糖抗肿瘤及对免疫功能的影响[J]. 山西医药杂志, 2003, 32(2): 107–109.
- Nie JS, Zhu SF. *Hericium erinaceus* polysaccharide and its antineoplastic activity and influence on immunity on mice [J]. Shanxi Med J, 2003, 32(2): 107–109.
- [38] Yim MH, Shin JW, Son JY, *et al.* Soluble components of *Hericium erinaceum* induce NK cell activation via-production of interleukin-12 in mice splenocytes [J]. Acta Pharmacol Sin, 2007, 28(6): 901–907.
- [39] Lee JS, Min KM, Cho JY, *et al.* Study of macrophage activation and structural characteristics of purified polysaccharides from the fruiting body of *Hericium erinaceus* [J]. J Microbiol Biotechnol, 2009, 19(9): 951–959.
- [40] 杜志强, 杨晨晨, 王建英. 猴头菇多糖对小鼠血清抗氧化能力的影响[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(9): 56–58.
- Du ZQ, Yang CC, Wang JY. The influence of *Hericium erinaceus* polysaccharide to the antioxiatation capacity of mice serum [J]. Food Res Dev, 2011, 32(9): 56–58.
- [41] 徐兵, 王华丽, 林晓颖, 等. 猴头菇多糖的乙酰化修饰及其抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2018, 39(8): 50–55.
- Xu B, Wang HL, Lin XY, *et al.* Acetylation modification of polysaccharides from *Hericium erinaceus* and its antioxidant activity [J]. Sci Technol Food Ind, 2018, 39(8): 50–55.
- [42] 张志超, 吴迷, 田笑, 等. 四种食用菌复合多糖体外协同抗氧化活性研究[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(3): 78–80.
- Zhang ZC, Wu M, Tian X, *et al.* Study on synergistic antioxidant activity of 4 kinds of edible fungi compound polysaccharide *in vitro* [J]. Hubei Agric Sci, 2018, 57(3): 78–80.
- [43] 杨雪, 张海悦, 张鑫, 等. 猴头菇多糖对小鼠抗疲劳作用研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(13): 368–370, 375.
- Yang X, Zhang HY, Zhang X, *et al.* Anti-fatigue effects of polysaccharides from *Hericium erinaceus* in mice [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 36(13): 368–370, 375.
- [44] 张鑫. 东北猴头菇多糖的提取及其缓解体力疲劳功能的研究[D]. 长春: 长春工业大学, 2015.
- Zhang X. Study of the extraction of northeast polysaccharide and its function in relieving physical fatigue [D]. Changchun: Changchun University of Technology, 2015.
- [45] Wang G, Zhang X, Maier SE, *et al.* *In vitro* and *in vivo* inhibition of helicobacter pylori by ethanolic extracts of lion's mane medicinal mushroom, *Hericium erinaceus* [J]. Int J Med Mushrooms, 2019, 21(1): 1–11.
- [46] 邵梦茹. 猴头菇多糖对胃肠黏膜保护作用的实验研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2014.
- Shao MR. Protective role of *Hericium erinaceus* polysaccharide on gastrointestinal mucosal barrier function [D]. Guangzhou: Guangzhou University of Chinese Medicine, 2014.
- [47] Wang D, Zhang Y, Yang S, *et al.* A polysaccharide from cultured mycelium of *Hericium erinaceus* relieves ulcerative colitis by counteracting oxidative stress and improving mitochondrial function [J]. Int J Biol Macromol, 2019, (125): 572–579.
- [48] 倪梦梅, 潘香香, 陈锦瑶, 等. 猴头菌丝体对大鼠慢性胃损伤的保护作用及机制研究[J]. 现代预防医学, 2018, 45(23): 4352–4355, 4360.
- Ni MM, Pan XX, Chen JY, *et al.* Protective effects and mechanism of hericium mycelium on chronic gastric injury in rats [J]. Mod Prev Med, 2018, 45(23): 4352–4355, 4360.
- [49] Rossi P, Cesaroni V, Brandalise F, *et al.* Dietary supplementation of lion's mane medicinal mushroom, *Hericium erinaceus* (Agaricomycetes), and spatial memory in wild-type mice [J]. Int J Med Mushrooms, 2018, 20(5): 485–494.
- [50] Liu PS, Chueh SH, Chen CC, *et al.* Lion's mane medicinal mushroom, *Hericium erinaceus* (Agaricomycetes), modulates purinoceptor-coupled calcium signaling and murine nociceptive behavior [J]. Int J Med Mushrooms, 2017, 19(6): 499–507.
- [51] Liang B, Guo Z, Xie F, *et al.* Antihyperglycemic and antihyperlipidemic

- activities of aqueous extract of *Hericum erinaceus* in experimental diabetic rats [J]. BMC Complement Altern Med, 2013, 13(253): 253.
- [52] Zhang C, Li J, Hu C, *et al.* Antihyperglycaemic and organic protective effects on pancreas, liver and kidney by polysaccharides from *Hericum erinaceus* SG-02 in streptozotocin-induced diabetic mice [J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 10847.
- [53] Friedman M. Chemistry, nutrition, and health-promoting properties of *Hericum erinaceus* (Lion's mane) mushroom fruiting bodies and mycelia and their bioactive compounds [J]. J Agric Food Chem, 2015, 63(32): 7108–7123.
- [54] 徐项益, 楼程勤. 慢性萎缩性胃炎的临床治疗体会[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(4): 72, 77.
- Xu XY, Lou CQ. Clinical treatment experience of chronic atrophic gastritis [J]. World Latest Med Inform, 2018, 18(4): 72, 77.
- [55] 王茜, 谢家骏, 张英华, 等. 猴头菌片对大鼠急性酒精性胃黏膜损伤的保护作用及其机制[J]. 中成药, 2017, 39(12): 2454–2461.
- Wang Q, Xie JJ, Zhang YH, *et al.* The protective effects of *Hericum* tablets on acute alcoholic gastric mucosal injury in rats and its mechanism [J]. Chin Tradit Patent Med, 2017, 39(12): 2454–2461.
- [56] 李洁莉, 陆玲, 陈坤, 等. 猴头菌及其药物制品腺苷等药效成分分析[J]. 中国食用菌, 2002, (3): 32–34.
- Li JL, Lu L, Chen K, *et al.* Studies on adenosine etc. composition with medicinal effects of *Hericum erinaceus* and its pharmaceutical products [J]. Edible Fungi China, 2002, (3): 32–34.
- [57] 黄茜, 杨湛南, 李雅然, 等. 猴头健胃灵联合莫沙必利治疗老年人功能性消化不良的临床观察[J]. 现代消化及介入诊疗, 2014, 19(2): 117–119.
- Huang Q, Yang ZN, Li YR, *et al.* Clinical observation on treatment of functional dyspepsia in the elderly with houtou jianweiling combined with mosapride [J]. Mod Digestion Interv, 2014, 19(2): 117–119.
- [58] 郑绍军. 思连康联合谓藻在治疗小儿肠系膜淋巴结炎的临床应用[J]. 中国医药科学, 2013, 3(13): 63–64.
- Zheng SJ. Clinical application of silian kang joint Weibao in the treatment of pediatric mesenteric lymphadenitis [J]. Chin Med Pharm, 2013, 3(13): 63–64.
- [59] 胡晖宇. 猴头菇饼干制作工艺优化及其贮藏时间对质构的影响[D]. 南昌: 南昌大学, 2015.
- Hu HY. The production process optimization of *Hericum erinaceus* biscuit and influence of storage time on its texture [D]. Nanchang: Nanchang University, 2015.
- [60] 沈子林. 猴头菇麦饭石母子酱油的营养和功能性探讨[J]. 江苏调味副食品, 2004, (2): 9–11.
- Shen ZL. Discussion on the hedgehog fungus and maifanshi's nutrition and function in the material soy [J]. Jiangsu Condiment Subsidiary Food, 2004, (2): 9–11.
- [61] 杨洋, 姜雪, 庞惟俏, 等. 即食猴头菇猪排骨罐头的研制[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(1): 99–106.
- Yang Y, Jiang X, Pang WQ, *et al.* Development of instant canned *Hericum* and pork ribs [J]. Storage Process, 2018, 18(1): 99–106.
- [62] 段丹, 陈绍军, 张宇, 等. 猴头菇添加量对挂面品质的影响[J]. 农产品加工, 2018, 4(7): 40–43.
- Duan D, Chen SJ, Zhang Y, *et al.* Effect of *Hericum erinaceus* powder adding quantity on the quality of noodles [J]. Farm Prod Process, 2018, 4(7): 40–43.
- [63] 王利丽, 郭红光, 王青龙, 等. 鲜猴头菌口服液益智保健功效初步研究[J]. 菌物学报, 2011, 30(1): 85–91.
- Wang LL, Guo HG, Wang QL, *et al.* A preliminary study of fresh *Hericum erinaceus* oral liquid on health-care function and promotion of learning and memory [J]. Mycosystema, 2011, 30(1): 85–91.
- [64] 陈善玲. 猴头菇胃肠保健口服液对HAART药物所致胃肠道反应50例疗效观察[J]. 中医临床研究, 2016, 8(31): 125–127.
- Chen SL. Clinical observation on treating 50 cases of gastrointestinal reaction from HAART medicine with the houtougu weichang baojian liquid [J]. Clin J Chin Med, 2016, 8(31): 125–127.
- [65] 王广耀, 慈钊. 猴头菇保健醋的生产工艺[J]. 中国调味品, 2009, 34(6): 76, 79.
- Wang GY, Ci Z. *Hericum erinaceus* vinegar production process [J]. China Condiment, 2009, 34(6): 76, 79.
- [66] 朱维红, 苗晓燕, 张筱梅. 猴头保健酸奶研制及其相关因子研究[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(4): 93–95, 99.
- Zhu WH, Miao XY, Zhang XM. Development of *Hericum erinaeus* health yoghurt and study of correlation factors [J]. Food Res Dev, 2012, 33(4): 93–95, 99.
- [67] 李志满, 李珊珊, 陈丽雪, 等. 猴头养胃颗粒对急性胃粘膜损伤的保护作用[J]. 特产研究, 2018, 40(4): 31–34, 42.
- Li ZM, Li SS, Chen LX, *et al.* Study of protective effect of houtou yangwei granules on acute gastric mucosal injury [J]. Spec Wild Econ Animal Plant Res, 2018, 40(4): 31–34, 42.

(责任编辑: 苏笑芳)

作者简介



张宝翠, 硕士, 主要研究方向为天然产物。

E-mail: 1422089747@qq.com



姜宁, 博士, 副教授, 主要研究方向为天然产物。

E-mail: jiangn888@163.com