

桑黄药理作用及其化学成分的研究进展

俞栋梁^{1,2}, 陈玉娟^{1,2*}, 王作斌²

¹ 长春理工大学生命科学技术学院 吉林长春

² 长春理工大学国家纳米操纵与制造国际联合研究中心 吉林长春

【摘要】“桑黄”作为一种珍贵的食药大型真菌，有着很高的价值。其具有抗肿瘤、抗氧化、降血糖等作用，而这些作用又与桑黄中的多糖、黄酮、萜类等活性物质相关联。因此，本文对近些年来桑黄中主要活性物质鉴定及其药理作用的发现进行了研究阐述，并对目前桑黄研究中存在的问题以及未来的研究方向进行了探讨。

【关键词】桑黄；食药菌；活性物质；药理作用；研究进展

【基金项目】吉林省科技厅项目（20210101038JC）

Phellinus Ignarius Pharmacological Effects and Research Progress of its Chemical Constituents

Dongliang Yu^{1,2}, Yujuan Chen^{1,2*}, Zuobin Wang²

¹ School of Life Sciences, Changchun University of Science and Technology, Changchun, China

² International Research Centre for Nano Handling and Manufacturing of China, Changchun University of Science and Technology, Changchun, China

【Abstract】 As a kind of precious edible and medicinal large fungus, "Sanghuang" has a high value. It has anti-tumor, anti-oxidation, and hypoglycemic effects, and these effects are related to active substances such as polysaccharides, flavonoids, and terpenes in *Phellinus igniarius*. In this paper, the identification of the main active substances in *Phellinus igniarius* and the discovery of their pharmacological effects in recent years are described, and the problems existing in the research of *Phellinus igniarius* and future research directions are discussed.

【Keywords】 Sanghuang; Edible and medicinal fungi; Active substance; Pharmacological action; Research progress

自然界中，食药菌的物种资源十分丰富，多达千种。据统计，中国食用菌有966种（2010年），药用真菌473种（2008年），大型菌物1819种（2015年），数目还在不断的增加^[1]。而桑黄，作为一种食药大型真菌，具有丰富的营养价值和药理活性。

目前，所说的桑黄是一类大型多孔菌的统称，是常寄生于桑属、杨属、忍冬属等以及其他阔叶树上的真菌的统称。桑黄主要分布于中国、日本、韩国等东亚地区以及非洲、中美洲等地区；中国主要分布于东北、华北、西南等地^[2]。桑黄是属于担子菌门(*Basidiomycota*)蘑菇纲(*Agaricomycetes*)锈革菌

目(*Hymenochaetales*)锈革菌科(*Hymenochaetaceae*)一类的大型多孔菌^[3]。但是对其属种的划分认知却不尽相同。主要是针层孔菌属^[3](*Phellinus*)，包括鲍氏针层孔菌(*P.baumii*)、火木针层孔菌(*P.igniarius*)和裂蹄针层孔菌(*P.linteus*)等；纤孔菌属(*Inonotus*)^[4]，包括桑黄纤孔菌(*Inonotus sanghuang*)、小孔忍冬纤孔菌(*Inonotus lonicericola*)等；桑黄孔菌属(*Sanghuangporus*)^[5]，包括桑树桑黄(*Sanghuangporus sanghuang*)、栎树桑黄(*Sanghuangporus quercicola*)等三类属种。本文将这类真菌统称为桑黄。

桑黄，在古代的医疗典籍中也有记载。汉代的《神农本草经》、唐代的《药性论》、明代的《本

第一作者简介：俞栋梁（1997-）男，汉，硕士，研究方向：中药成分分离提取。

*通讯作者：陈玉娟（1979-），博士，副教授，硕士生导师。

草纲目》等等, 其描述的桑耳、桑臣等就是指桑黄, 记载中可用于止痛活血、补虚、清热解毒、崩漏带下、脾虚泄泻、症瘕积聚、内脏下垂、气虚血虚等^[6]。

现代以来, 人们发现桑黄还具有抗肿瘤、抗氧化、降血糖等多种药理作用; 通过现代生物技术手段发现, 桑黄含有多糖、黄酮、萜类、酚类等多种功能活性成分。本文对近些年来, 国内外学者对于桑黄的药理活性以及主要活性成分的分析研究进展进行叙述, 以期能够对桑黄的深度开发研究提供参考。

1 桑黄主要的活性成分

桑黄中含有多种化学成分, 有黄酮类、多糖、萜类、酚类、香豆素、脂肪酸、吡喃酮、甾体、脂肪酸、氨基酸等等。但起主要作用的为多糖、黄酮、萜类、多酚类等化合物。

1.1 多糖类化合物

多糖是一类由多个酮糖或醛糖经过糖苷键连接而成的多分子聚合物, 其是桑黄发挥药理作用的最主要的成分之一。石光^[7]等人, 利用水提醇沉等方法得到桑黄酸性多糖(PIP-A), 测定后发现, 其主要是由葡萄糖和甘露糖组成, 其糖含量为 64.64%, 糖醛酸的含量为 30.3%。从桑黄的不同部位中, 也能提取鉴定出多糖类成分。从桑黄子实体中得到一种水溶性多糖 PBF6, 发现其只含有葡萄糖, 并以 1,6 和 1,3 连接的 2 种形式存在, 摩尔比为 1:2, 主链结构为 $\rightarrow 3)-\beta-D-Glcp-(1\rightarrow 3)-\beta-D-Glcp-(1\rightarrow 6)-\beta-D-Glcp-(1\rightarrow$ ^[8]; 从桑黄菌丝体中得到水溶性胞内多糖 IPS, 通过纯化得到 IPSW-1、IPSW-2、IPSW-3 与 IPSW-4, 分析发现前三种均仅含有葡萄糖, 而 IPSW-4 是由鼠李糖、木糖、甘露糖、葡萄糖和半乳糖以 1.29:1.21:1:43.86:1.86 的摩尔比组成^[9]; 而从桑黄的孢菌培养液中得到新型多糖 SSEPS1 与 SSEPS2, 发现前者主要由 D-葡萄糖组成, 结构分析表明其糖苷键是 1,4 连接的 $\alpha-D-Glcp$ 组成; 后者是由 1,3 与 1,2 连接的 $\alpha-D-Manp$ 组成^[10,11]。另外, 在火木针层孔菌(*P.igniarius*)与裂蹄针层孔菌(*P.linteus*)中的多糖则主要是由葡萄糖及少量甘露糖、半乳糖、木糖、阿拉伯糖和鼠李糖组成^[12]。

1.2 黄酮类化合物

由两个具有酚羟基的苯环(A-与 B-环)通过中央

三碳原子相互连结而成的一系列化合物, 其基本母核为 2-苯基色原酮的化合物, 可以称之为黄酮类化合物^[13]。在桑黄子实体中, 已经发现柚皮素(4', 5, 7-三羟基二氢黄酮)、樱花亭(4', 5-二羟基-7-甲氧基二氢黄酮)、北美圣草素(3', 4', 5, 7-四羟基二氢黄酮)、7-甲氧基二氢茨非素(4', 5-二羟基-7-甲氧基二氢黄酮)和二氢茨非素(4', 5, 7-三羟基二氢黄酮醇)等黄酮类物质^[14]。此外, 吴长生^[15]又从桑黄子实体中分离鉴定出 15 个黄酮类化合物。包括二氧山柰酚、圣草素、7-甲基柚皮素、7-甲氧基二氧茨非素、二氢鼠李素、鼠李素、荜花素、甲基桑黄黄酮 A 等等。咎立峰^[16]等则运用 UPLC-QTOF-MS 技术从野生和栽培的杨树桑黄中分离鉴定二氢茨非素、橙皮素、Phelligrin D、MethylphelligrinA 或 B 等 9 个黄酮类化合物。

1.3 萜类化合物

桑黄中的萜类成分包括倍半萜、二萜和三萜类等成分。其中三萜类是其中较为常见的一种, 主要有软木三烯酮、 β -乳香酸、熊果酸、蒲公英赛醇等^[15]。Wu 等^[17]从桑黄的子实体中分离鉴定出 9 种倍半萜, 发现其中三种[(-)-(2S,3S,6S,7S,9R)-tremul-1(10)-ene-11,12,14-triol、(-)-(2S,3S,6S,7S,9S)-tremul-1(10)-ene-11,12,15-triol、(+)-(1R,6S,7S)-tremul-2-ene-12(11)-lactone)]对肾上腺素诱导的血管收缩具有良好的血管松弛活性; 在桑黄子实体中还发现了可以抑制脂多糖激活的巨噬细胞的一氧化氮合成的四种羊毛甾类三萜 igniarens A-D^[18]。此外, 桑黄中新发现的四种倍半萜 phellignins A-D 中, A、B 与 D 对一些人类癌细胞系表现出一定的毒性^[19]。Feng T ao^[20]等则分离鉴定出 10 种羊毛甾类三萜, 其中包括 3 种新发现的三萜类物质(Phellibarins A-C)。

1.4 多酚类化合物

多酚类化合物是指一类芳香族衍生物化合物的总称, 也是桑黄子实体中主要的色素类成分。Hwang 等^[21]从桑黄中提取鉴定出五种多酚类化合物, 分别为 hispidin、hypholomine B、inoscavin A、davalialactone 和 phelligridin D。吡喃酮类化合物也是桑黄真菌的一类特征化合物, 其属于多酚类色素。从桑黄中就分离鉴定出一种新的苯乙烯吡喃酮类化合物 baumin, 此外还有已知的 hispidin、hypholomine B、phelligridin D 等六种^[22]。而从桑树桑黄中鉴定

出的 19 种多酚类物质, 大多数为 hispidin 的衍生物, 杨树桑黄中除了这 19 种以外, 还发现了 meshimakobonl B、phelligridin H 和 phelligridin L^[23]。从桑黄的甲醇提取物中新分离鉴定出 Inonotusin A 与 Inonotusin B 两种多酚化合物, 此外, 在野生与栽培的杨树桑黄中提取鉴定出 40 种化合物, 其中有 20 个为吡喃酮类化合物, 包括 Phellibaumin B、Phellibaumin D、Interfungin B^{[24][16]}等等。

2 桑黄的药理作用

关于桑黄药理作用的现代研究, 主要起于 1968 年, 日本学者首次发现桑黄具有抗肿瘤作用^[25], 之后国内外对于桑黄的研究逐渐增多。尤其是近些年, 由于生物技术的不断进步, 对于桑黄抗肿瘤以及其他药理作用的研究得到了快速发展。桑黄的药理作用主要有抗肿瘤、抗氧化、降血糖、降血脂、抗炎等等。

2.1 抗肿瘤

肿瘤的治疗方法有多种, 其中就包括中药治疗。而桑黄作为一种珍贵中药, 其子实体多糖对人肝癌细胞、人肺癌细胞和人宫颈癌细胞的抑制作用, 抑制率 IC₅₀ 值分别为 0.34、0.65 和 0.95mg/mL, 表现出桑黄具有很强的抗肿瘤活性^[26]。而通过比较桑黄三种提取物(菌丝体多糖提取物、子实体多糖提取物与发酵液多糖提取物)的抑瘤率, 发现了三种不同提取物对于抑瘤效果呈浓度依赖性, 并且子实体多糖的抑瘤效果最明显^[27]。Pei JuanJuan^[28]等则从桑黄的碱性提取物中, 分离出一种新的高分子量多糖(PL-N1), 并且发现其可呈剂量依赖性的方式在一定程度上抑制 HepG2 细胞的生长。此外, 在桑黄提取物作用于不同的癌细胞中, 发现其对于 SGC-7901 的细胞毒性最高^[29]。

2.2 抗氧化

不同品种的桑黄, 也都具有良好的体外抗氧化能力。在桑树桑黄、杨树桑黄与鲍姆桑黄三种桑黄的抗氧化能力对比测试中发现, 三者均具有强的抗氧化活性, 其中杨树桑黄的效果最好^[30]。此外, 在桑黄的水、乙醇、乙酸乙酯、石油醚等不同的提取物中, 均表现出良好的体外抗氧化活性, 其中石油醚组分提取物表现出强的羟自由基(·OH)清除活性, 在 DPPH 自由基清除试验和 FRAP 试验中, 乙酸乙酯和正丁醇组分表现出比石油醚和水组分更高

的活性。并且探究发现, 这些抗氧化活性与提取物中总酚类和类黄酮类物质具有较好的相关性^[31-33]。

2.3 降血糖

桑黄的降血糖作用体现在不同的生物活性物质中。在其菌丝体多糖的降血糖研究中发现, 其能降低链脲佐霉素所导致的糖尿病小鼠的血糖浓度。高、中、低剂量组的桑黄菌丝体多糖的降糖率分别是 0.92%、0.90%和 1.99%。这表明桑黄具有良好的降血糖作用^[34]。Cheng Junwen^[10]等从桑黄中得到的多糖 SSEPS1, 也发现其具有降血糖作用。而在桑黄菌丝体中, 也有实验表明具有降血糖活性的化合物也包括原儿茶醛与黄芩素^[35]。除此之外。在桑黄的多酚的提取物(PI-PRE)对于 2 型糖尿病的抗糖尿病作用实验中。在体内以 KK-Ay 小鼠, 体外以 L6 细胞为研究对象, 通过测定给药后小鼠血糖浓度与细胞中 GLUT4 的表达情况, 结果表明桑黄多酚提取物在体内外均有良好的抗糖尿病作用^[36]。

2.4 降血脂

桑黄的降血脂活性在其水提物与醇提物中均有体现。Song W Y 等^[37]以桑黄水提物为材料, 将不同浓度的提取物加入到高脂高胆固醇的饮食中, 设置空白组与对照组(纯高脂高胆固醇组), 建立小鼠模型。结果发现, 与纯饮食组相比, 加入桑黄水提物(高低两个浓度)的饮食组的血清中 TG 与胆固醇含量降低, 高密度脂蛋白升高; 在桑黄乙醇提取物的动物实验中, 也表现出抑制小鼠体重增加、脂质浓度和脂肪细胞中脂肪积累的情况^[38]。而 Lee Jong-Kug 等^[39]也发现, 桑黄子实体在 40℃, 80%甲醇提取下, 能表现出最大的脂肪酶抑制活性, 达到 72.8%。除此之外, 何策^[40]等人对桑黄乙醇提物中的总三萜的提取工艺进行优化的基础上, 发现质量浓度为 80 mg/mL 的总三萜在体外结合甘氨酸钠、牛磺胆酸钠、胆酸钠的能力为阳性对照(同剂量考来烯胺)的 50.93%、52.14%和 43.06%。这些都说明桑黄提取物具有良好的降血脂活性。

2.5 抗炎

桑黄中含有多糖、酚类等可抗炎的活性物质。桑黄多糖作为一种主要的活性成分, 对于抗炎有着显著的作用。胡涛^[41]以桑黄多糖为研究对象, 以脂多糖(LPS)诱导的巨噬细胞 RAW264.7 建立体外炎症模型, 来探究桑黄多糖的抗炎功效。结果表明,

桑黄多糖作用后, 显著降低了相关细胞炎症因子的表达并抑制了丝裂原活化蛋白激酶 (MAPK) 途径, 以及 NF- κ B 和 AP-1 的移位。同时多糖作用后, 其调节了 PPAR α 和 PPAR β 的磷酸化, 进而阻断 MAPK 的活化。因此, 桑黄多糖具有良好抗炎作用, 而其分子机制可能是抑制 MAPK 和 PPAR 信号通路, 从而降低炎症因子的表达。此外, Kim Ee-Hwa^[42] 等也测定出桑黄水提物能有效抑制 NO 与 PEG2 的合成, 降低相关炎症因子的表达。而对于桑黄醇提物的抗炎作用中, 张梦迪^[43] 探究了桑黄多酚提取物对于脂肪组织巨噬细胞的抗炎作用, 结果发现其可剂量依赖性的抑制 NO、TNF- α 、IL-6 与 MCP-1 等炎症因子的分泌, 从而减轻脂肪细胞的慢性炎症。

3 讨论与展望

桑黄, 作为我国的一味传统名贵中药, 国内分布也较为广泛。除了上述的作用以外, 还具有抑菌、抗病毒、抗疲劳、抗痛风、扩血管等作用。桑黄对于人们来说, 就像一座宝库, 等着人们去不断的挖掘。在近十年来, 知网上查询的关于桑黄的研究中发现, 桑黄研究的热点主要是桑黄活性成分分析、分离提取与功能作用等方面, 其中桑黄多糖涉及文献 291 篇, 占桑黄研究发表总文献的 58.7%^[13]。桑黄的研究热并不会消退, 随着生物技术的不断发展, 桑黄的研究会越来越来。但是, 目前, 对于桑黄副产品的开发、活性成分的构效关系、起具体作用的单一组分, 是否存在配伍问题等等, 这些方面还都需要研究人员去探索。

我国对于桑黄的研究起步较晚, 日本、韩国等地在上个世纪就将桑黄列为抗肿瘤辅助药品^[3]。虽然我国也是产桑黄大国, 但是由于之前的技术落后, 对于桑黄的研究就落后一步。近些年来, 我国生物技术得到飞速发展, 对于桑黄的研究也不断加大。这也让我们面临一个新的问题, 桑黄的野生资源在不断减少。因此, 需要我们去开发桑黄菌的新培育技术, 实现桑黄人工养殖的量产。同时, 由于桑黄的研究目前还是集中于细胞、动物身上, 这对于桑黄保健产品以及医疗药品的开发来说, 还是不够的。未来对于桑黄的研究, 可以偏向于临床试验, 让桑黄的研究利用能够最大程度的造福于人类。

参考文献

- [1] 董彩虹,刘奇正,张娇娇.近十年中国重要食药菌研究进展[J].微生物学杂志,2017,37(04):1-9.
- [2] 曹红妹,胡桂萍,石旭平,等.药用真菌桑黄的研究进展[J].蚕业科学,2019,45(02):285-292.
- [3] 吴声华,戴玉成.药用真菌桑黄的种类解析[J].菌物学报,2020,39(05):781-794.
- [4] Wu Shenghua, Dai Yucheng, Tsutomu Hattori, et al. Species clarification for the medicinally valuable 'sanghuang g'mushroom'[J]. Botanical Studies, 2012, 53(1).
- [5] Zhou Liwei, Josef Vlasák, Cony Decock, et al. Global diversity and taxonomy of the *Inonotus linteus* complex (Hymenochaetales, Basidiomycota): *Sanghuangporus* gen. nov., *Tropicoporus excentrodendri* and *T. guanacastensis* gen. et spp. nov., and 17 new combinations[J]. Fungal Diversity, 2016, 77(1):335-347.
- [6] 黄孝闻,俞忠明,董宇,等.桑黄在古代中医典籍中的应用记载及其现代药用研究进展[J].中华中医药学刊,2014,32(09):2249-2252.
- [7] 石光,谷明柳,王璐瑶,等.桑黄酸性多糖对 D-半乳糖诱导小鼠的免疫调节作用的研究~(①)[J/OL].中国免疫学杂志:1-15[2021-10-06].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1126.R.20210120.1653.004.html>.
- [8] 葛青,毛建卫,张安强,等.桑黄子实体多糖的分离纯化及结构鉴定[J].食品科技,2013,38(03):168-171+175.
- [9] Li Shi-Chao, Yang Xiao-Ming, Ma Hai-Le, et al. Purification, characterization and antitumor activity of polysaccharides extracted from *Phellinus igniarius* mycelia.[J]. Carbohydrate polymers, 2015, 133.
- [10] Cheng Junwen, Song Jiling, Wei Hailong, et al. Structural characterization and hypoglycemic activity of an intracellular polysaccharide from *Sanghuangporus sanghuang* mycelia[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020, 164.
- [11] Cheng Junwen, Song Jiling, Liu Yu, et al. Conformational properties and biological activities of α -D-mannan from *Sanghuangporus sanghuang* in liquid culture[J]. International journal of biological macromolecules, 2020, 164:

- 3568-3579.
- [12] Suabjakyong P, Nishimura K, Toida T, et al. Structural characterization and immunomodulatory effects of poly saccharides from *Phellinus linteus* and *Phellinus ignarius* on the IL-6/IL-10 cytokine balance of the mouse macrophage cell lines (RAW 264.7)[J]. *Food & function*, 2015, 6(8):2834-2844.
- [13] 陈淑慧. 基于文献计量的桑黄研究趋势分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2021, 12(07):2807-2813.
- [14] 莫顺燕, 杨永春, 石建功. 桑黄化学成分研究[J]. *中国中药杂志*, 2003, 28(4):339-341.
- [15] 吴长生. 药用真菌桑黄化学成分的研究[D]. 济南: 山东大学, 2011.
- [16] 咎立峰, 范宇光, 包海鹰, 等. 基于 UPLC-QTOF-MS 技术分析野生与栽培杨树桑黄的化学成分[J/OL]. *天然产物研究与开发*:1-16[2021-10-06]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1335.Q.20210910.1443.006.html>.
- [17] Wu Xiuli, Lin Sheng, Zhu Chenggen, et al. Homo- and heptanor-sterols and tremulane sesquiterpenes from cultures of *Phellinus ignarius*. [J]. *Journal of natural products*, 2010, 73(7).
- [18] Wang Guei-Jane, Tsai Tung-Hu, Chang Tun-Tschu, et al. Lanostanes from *Phellinus ignarius* and Their iNOS Inhibitory Activities[J]. *Planta Med*, 2009, 75(15).
- [19] Wu Panfeng, Ding Ru, Tan Rong, et al. Sesquiterpenes from cultures of the fungus *Phellinus ignarius* and their Cytotoxicities[J]. *Fitoterapia*, 2020, 140.
- [20] Feng Tao, Cai Jinlong, Li Xuemei, et al. Chemical Constituents and Their Bioactivities of Mushroom *Phellinus habarbarinus*[J]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2016, 64(9).
- [21] Hwang Byung Soon, Lee In-Kyoung, Choi Hwa Jung, et al. Anti-influenza activities of polyphenols from the medicinal mushroom *Phellinus baumii*. [J]. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 2015, 25(16).
- [22] In-Kyoung Lee, Myung-Suk Han, Myeong-Seok Lee, et al. Styrylpyrones from the medicinal fungus *Phellinus baumii* and their antioxidant properties[J]. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2010, 20(18).
- [23] 吕国英, 宋婷婷, 蔡为明, 等. 野生桑树桑黄和杨树桑黄化学成分及抗氧化活性比较[J]. *菌物学报*, 2021, 40(07):1833-1843.
- [24] 咎立峰. 粗毛纤孔菌与椭圆嗜蓝孢孔菌子实体的化学成分及其药理活性研究[D]. 长春, 吉林农业大学, 2012.
- [25] Tetsuro IKEKAWA; Miyako NAKANISHI; Nobuaki UEHARA, et al. Antitumor action of some Basidiomycetes, especially *Phellinus linteus*. [J]. *Gan*, 1968, 59(2).
- [26] 应瑞峰, 吴彩娥, 黄梅桂, 等. 桑黄子实体与菌丝多糖抗肿瘤活性研究[J]. *中国食品添加剂*, 2017(12):57-61.
- [27] 于彩云, 赵晨, 黄芳, 等. 桑黄提取物体内抗肿瘤作用的实验研究[J]. *青岛大学学报(医学版)*, 2019, 55(02):240-243.
- [28] Pei Juanjuan, Wang Zhenbin, Ma Haile, et al. Structural features and antitumor activity of a novel polysaccharide from alkaline extract of *Phellinus linteus* mycelia [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2015, 115.
- [29] Wang Feifei, Shi Chao, Yang Yue, et al. Medicinal mushroom *Phellinus ignarius* induced cell apoptosis in gastric cancer SGC-7901 through a mitochondria-dependent pathway[J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2018, 102.
- [30] 宋吉玲, 王伟科, 闫静, 等. 药用真菌桑黄抗氧化物质及其活性研究[J/OL]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2022(03):2-12[2021-10-06]. <https://doi.org/10.13207/j.cnki.jnwafu.2022.03.018>.
- [31] 杨丽维, 杨红澎, 确生, 等. 桑黄不同组分抗氧化活性的比较分析[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(15):208-210.
- [32] Phadungkit M, Laovachirasuwan P, Naksuwankul K, et al. Antioxidant and cytotoxic activity of *Phellinus* mushrooms from northeast Thailand[J]. *Research Journal of Pharmacognosy*, 2021, 8(1): 91-99.
- [33] Liu Fan, Liao Sentai, Zou Yuxiao, et al. Antioxidant activity of *Phellinus ignarius* extracts (830.32). *The FASEB Journal* 28 (2014): 830-32.
- [34] 张暴. 桑黄菌丝体多糖降血糖、保护肝功能生物活性研究[D]. 长春, 东北师范大学, 2007.
- [35] 张超, 汪雯翰, 杨焱, 等. 鲍姆桑黄孔菌化合物对 HepG2 细胞葡萄糖消耗的影响及其作用机制的研究[J]. *菌物学报*,

- 2016,35(07):857-864.
- [36] Zheng Sijian,Deng Shihao,Huang Yun,et al.Anti-diabetic activity of a polyphenol-rich extract from *Phellinus igniarius* in KK-Ay mice with spontaneous type 2 diabetes mellitus.[J].Food & function,2018,9(1).
- [37] Song W Y, Sung B H, Kang S K, et al.Effect of water extracts from *Phellinus linteus* on lipid composition and antioxidative system in rats fed high fat high cholesterol diet[J].Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition,2010,39(1):71-77.
- [38] Noh Jung-Ran, Lee In-Kyoung, Ly Sun-Yung, et al. A *Phellinus baumii* extract reduces obesity in high-fat diet-fed mice and absorption of triglyceride in lipid-loaded mice.[J].Journal of medicinal food,2011,14(3).
- [39] Lee J K, Jang J H, Lee J T, et al.Extraction and characteristics of anti-obesity lipase inhibitor from *Phellinus linteus*[J].Mycobiology,2010,38(1): 52-57.
- [40] 何策,王超,陈纯,等.桑树桑黄总三萜提取工艺优化及其降血脂、抗氧化活性研究[J].食品工业科技,2021,42(07): 208-215.
- [41] 胡涛.桑黄多糖抗炎与降脂功能的评估及其分子机理研究[D].长沙,中南林业科技大学,2019.
- [42] Kim Ee-Hwa, Choi Youn-Seon, Kim Yong-Min. Antioxidative and anti-inflammatory effect of *Phellinus igniarius* on RAW 264.7 macrophage cells.[J].Journal of exercise rehabilitation,2019,15(1).
- [43] 张梦迪.桑黄多酚对巨噬细胞和脂肪细胞间交互作用的影响[D].开封,河南大学,2019.

收稿日期: 2022年7月16日

出刊日期: 2022年8月22日

引用本文: 俞栋梁, 陈玉娟, 王作斌, 桑黄药理作用及其化学成分的研究进展[J]. 国际中医药研究, 2022, 2(2): 1-6.

DOI: 10.12208/j.ircm.20220015

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS