

# 桑黄类真菌有效成分及功效研究进展

史帧婷, 包海鹰\*

(吉林农业大学 中药材学院, 长春 130118)

**[摘要]** 桑黄类真菌是国际公认具有抗肿瘤活性的大型药用真菌类群,研究表明其有效成分有多糖类、甾类、三萜类、黄酮类、吡喃酮类、多酚类、香豆素类、生物碱、氨基酸等,其功效包括抗肿瘤、保肝、降血糖、增强免疫力、抗血管生成、抗氧化、抗菌、抗炎、抗诱变、抗突变、治疗关节炎等,主要用于预防或治疗癌症、糖尿病、关节炎;胃肠道功能紊乱、腹泻和过敏,在东亚地区尤其是中国、日本和韩国具有广泛的应用。桑黄多糖类成分是其主要生物活性成分之一,存在于子实体、菌丝体和发酵液中,分为子实体多糖、菌丝体胞内多糖和胞外多糖(EPS,发酵液提取物),具有很好的抗肿瘤、提高免疫力、降血糖等功效。桑黄中的黄酮类化合物是其抗氧化作用的重要物质基础之一,药理研究表明桑黄黄酮类化合物具有抗肿瘤、抗氧化、抗肝纤维化、增强免疫的作用。桑黄对多种恶性肿瘤具有非常显著的抑制作用,其抗肿瘤作用主要通过增强机体免疫力、激活巨噬细胞、活化淋巴细胞、提高机体的抗肿瘤作用,影响肿瘤细胞的信号传导、抑制肿瘤细胞的诱导分化、抗癌细胞血管生成和诱导肿瘤细胞凋亡等途径实现。其开发的药品用于预防和治疗肿瘤、脂肪肝、肝纤维化、顽固性高血糖效果十分显著,成为继灵芝后又一大焦点。本文主要介绍近年来关于桑黄有效成分及功效研究的一些相关研究,并对其发展前景进行了展望。

**[关键词]** 桑黄;有效成分;功效;抗癌

**[中图分类号]** R284.1;R285.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2016)22-0197-06

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2016220197

**[网络出版地址]** <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20160906.0906.016.html>

**[网络出版时间]** 2016-09-06 9:06

## Research Progress on Effective Components and Efficacy of *Phellinus igniarius*

SHI Zhen-ting, BAO Hai-ying\*

(College of Chinese Medicinal Materials, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**[Abstract]** *Phellinus igniarius* is one of the large medicinal fungus with best internationally recognized anti-cancer effect. Researches indicate that its effective ingredients include polysaccharides, steroids, triterpenes, flavonoids, pyrones, polyphenols, coumarins, alkaloids, and amino acids, et al, with the antineoplastic, hepatoprotective, hypoglycemic, anti-diabetic, anti-angiogenesis, anti-oxidant, antibacterial, anti-inflammatory, anti-mutagenic, anti-mutation, and anti-arthritis effects. It is mainly used to prevent or treat cancer, diabetes, gastroenteric dysfunction, diarrhea and hemorrhage, with a wide application in East Asia, especially in China, Japan and Korea. *P. igniarius* polysaccharides are one of its major bioactive constituents, present in the fruiting bodies, mycelia and fermentation broth, which could be divided into fruiting body polysaccharide, mycelial polysaccharide and extracellular polysaccharide (EPS, fermentation broth extract), with the effects of anti-tumor, enhancing immunity and reducing blood sugar, etc. Flavonoid compounds in *P. igniarius* are one of the important material bases for its antioxidation effect, and the pharmacological researches show that *P. igniarius* flavonoid compounds have the antitumor, antioxidant, anti-liver fibrosis effects, and can enhance the immune function. *P. igniarius* has a very significant inhibitory effect on many kinds of malignant tumors, and its anti-tumor effect is mainly achieved by enhancing the body immunity, activating macrophages, activating lymphocytes, enhancing the

**[收稿日期]** 20151108(009)

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目(31270088)

**[第一作者]** 史帧婷, 硕士, 从事药用菌学和天然产物化学研究, Tel:13159564501, E-mail:466126710@qq.com

**[通讯作者]** \*包海鹰, 博士, 教授, 博士生导师, 从事药用菌学和天然产物化学研究, E-mail:baohaiying@126.com

anti-tumor effect of the body, affecting the signal transduction of tumor cells, inhibiting the induced differentiation of tumor cells, inhibiting the tumor cells angiogenesis, inducing tumor cells apoptosis and other ways. Its drugs are developed for the prevention and treatment of tumor, fatty liver, liver fibrosis, and stubborn hyperglycemia, becoming a major focus following *Ganoderma lucidum*. This paper would review some of the recent researches on effective components and the efficacy of *P. igniarius*, and also discuss its development prospect.

[Key words] *Phellinus igniarius*; effective components; efficacy; anti-cancer

1968 年,日本学者 Ikekawa<sup>[1]</sup>等最早发现桑黄 *Phellinus linteus* 子实体提取物具有非常好的抗癌效果,对小鼠肉瘤 S180 的抑制率可达 96.7%,对正常细胞无毒害作用<sup>[1]</sup>,直到现在各国学者对桑黄的研究依旧如火如荼,未曾停歇。

目前,桑黄是国际公认具有抗肿瘤活性的大型药用真菌类群,作为中药入药已有 2 000 多年的历史,在古代就有“如果得到附生于白桦树上的黄色疙瘩(桑黄),死人也可复活”的传说<sup>[2]</sup>。桑黄又被称为桑耳、桑臣、胡孙眼,最早记载于《神农本草经》中,明代李时珍的《本草纲目》将其记载为“桑耳”。主治血崩、血淋、脱肛泻血、带下、经闭、脾虚泄泻等<sup>[3-4]</sup>。桑黄虽在我国应用历史悠久,但由于多种原因,名称并未达到统一,在中国桑黄的基源为火木层孔菌,而日本、韩国、朝鲜等认为桑黄的基源为裂蹄木层孔菌<sup>[5-6]</sup>。一些研究<sup>[7-9]</sup>在对中国“桑黄”进行评价时认为,中国的“桑黄”不是指单一的一个物种,在分类上属于真菌界 Fungi,担子菌门 Basidiomycota,绣革孔菌目 Hymenochaetales,绣革孔菌科 Hymenochaetaceae,主要包括来自 *Phellinus*, *Inonotus*, *Fomitopsis* 及 *Fomitiporia* 等属的具有显著抗肿瘤活性的木腐菌子实体,包括裂蹄木层孔菌 *P. linteus*,火木层孔菌 *P. igniarius*,红缘拟层孔菌 *F. pinicola*,瓦尼木层孔菌 *P. vaninii*,椭圆嗜蓝孢孔菌 *F. ellipsoidea*,粗毛纤孔菌 *I. hispidus* 及鲍氏层孔菌 *P. baumii* 等多个种的子实体,同时具有明显的地域特色。现代研究表明桑黄对小鼠肝癌 H22,肉瘤 S180,肺癌 Lewis<sup>[10]</sup>,乳腺癌细胞 MCF-7<sup>[11]</sup>,脑胶质瘤 U251<sup>[12]</sup>,人源性结肠癌细胞 HT-29<sup>[13]</sup> 等均有非常好的抗肿瘤作用,同时可以降低环磷酰胺的毒副作用<sup>[14]</sup>,提高免疫力<sup>[15]</sup>等。用于预防或治疗癌症、糖尿病、关节炎、胃肠道功能紊乱、腹泻和过敏等症状,在中国、韩国、日本和美国具有广泛的应用<sup>[16]</sup>,本文主要对近年来桑黄的有效成分及功效研究进展进行综述。

## 1 桑黄的有效成分

1.1 多糖类 多糖类成分是桑黄的主要生物活性成分之一,存在于子实体、菌丝体和发酵液中,分为

子实体多糖、菌丝体胞内多糖和胞外多糖(EPS,发酵液提取物)<sup>[17-18]</sup>。多糖类成分具有很好的抗肿瘤、提高免疫力、降血糖等功效<sup>[19]</sup>,是国内外研究的热点。*P. igniarius*, *P. linteus* 子实体多糖以杂多糖为主,研究发现主要的单糖有甘露糖、半乳糖、葡萄糖、树胶醛糖、果糖、木糖<sup>[20-21]</sup>。Yang 等<sup>[22]</sup>从桑黄子实体中分离得到一种新型杂多糖 PIP60-1,相对分子质量为 17.1 kDa 是由 *L*-岩藻糖,*D*-葡萄糖,*D*-甘露糖,*D*-半乳糖和 3-甲氧基-*D*-半乳糖以 1:1:1:2:1 组成。Pei 等<sup>[23]</sup>从 *P. linteus* 桑黄菌丝体碱性提取液中分离得到一种新型的高分子多糖(PL-N1),相对分子质量大概在 343 000 kDa。PL-N1 由阿拉伯糖、木糖、葡萄糖和半乳糖组成,摩尔比为 4.0:6.7:1.3:1.0。体外抗肿瘤活性测定 PL-N1 能抑制 HepG2 细胞生长,一定程度呈剂量依赖性。Lee 等<sup>[24]</sup>研究 *P. linteus* 的胞外多糖发现,单糖成分主由甘露糖(3%~12%),半乳糖(2%~10%),葡萄糖(80%~95%)组成。研究还发现桑黄胞外多糖中相对分子质量为 90 400~150 000 kDa 的 4 种组分,其单糖成分主要由甘露糖(3%~12%),半乳糖(2%~10%),葡萄糖(80%~95%)组成,该胞外多糖还存在少量由天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸组成的蛋白质<sup>[5]</sup>。

桑黄虽在我国应用历史悠久,但由于多种原因,名称并未达到统一,在中国桑黄的基源为火木层孔菌,而日本、韩国、朝鲜等认为桑黄的基源为裂蹄木层孔菌<sup>[5-6]</sup>。有研究<sup>[7-9]</sup>在对中国“桑黄”进行评价时认为,中国的“桑黄”不是指单一的一个物种,在分类上属于真菌界 Fungi,担子菌门 Basidiomycota,绣革孔菌目 Hymenochaetales,绣革孔菌科 Hymenochaetaceae,主要包括来自 *Phellinus*, *Inonotus*, *Fomitopsis* 及 *Fomitiporia* 等属的具有显著抗肿瘤活性的木腐菌子实体,包括裂蹄木层孔菌 *P. linteus*,火木层孔菌 *P. igniarius*,红缘拟层孔菌 *F. pinicola*,瓦尼木层孔菌 *P. vaninii*,椭圆嗜蓝孢孔菌 *F. ellipsoidea*,粗毛纤孔菌 *I. hispidus* 及鲍氏层孔菌 *P. baumii* 等多个种的子实体,同时具有明显的地域特色。

**1.2 甾体及三萜类** 孙德立等<sup>[25]</sup>采用羟丙基葡聚糖凝胶 (Sephadex LH-20) 和硅胶柱色谱方法, 从 *P. baumii* 子实体提取物中分离获得 4 个甾体化合物, 研究表明甾醇类化合物具有抗炎及抗肿瘤等活性。刘汉彬等<sup>[9]</sup>从 *F. ellipsoidea* 子实体的石油醚和三氯甲烷提取物中分离得到 9 个麦角甾醇及其衍生物。Wang 等<sup>[26]</sup>从 *P. igniariuson* 子实体中分离到 4 种新的羊毛甾类三萜 igniarens A, igniarens B, igniarens C 和 igniarens D, 其中化合 B 和 D 可以显著抑制由 LPS 诱导的细胞一氧化氮 (NO) 合成。赵兴华<sup>[27]</sup>通过硅胶柱色谱、重结晶等方法从 *F. pinicola* 子实体的三氯甲烷提取物中分离得到了 2 个三萜类化合物: 3-乙酰氧基-8, 24-羊毛甾二烯-21-酸和松苓酸 A, 实验表明两者对人肝癌细胞 (SMMC-7721) 和乳腺癌细胞 (MCF-7) 具有非常好的抑制作用。

**1.3 黄酮类** 桑黄中的黄酮类化合物是其抗氧化作用的重要物质基础之一, 现代药理研究表明桑黄黄酮类化合物具有抗肿瘤、抗氧化、抗肝纤维化、增强免疫的作用<sup>[28-29]</sup>。桑黄体外抗氧化能力与其总黄酮含量之间具有良好的量效关系, 总黄酮含量可以作为评价桑黄抗氧化效用的标准<sup>[30]</sup>。吴长生<sup>[19]</sup>从 *P. baumii* 子实体中分离鉴定出 15 个黄酮类物质, 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, 7-甲基圣草素 (5, 3', 4'-三羟基-7-甲氧基二氧黄酮), 鼠李素 (3, 5, 3', 4'-四羟基-7-甲氧基-黄酮醇), 芫花素 (5, 4'-二羟基-7-甲氧基-黄酮), 甲基桑黄黄酮 A (methylphelligrin A) 和异甲基桑黄黄酮 A (epi-methylphelligrin A), 甲基桑黄黄酮 B (methylphelligrin B) 和异甲基桑黄黄酮 B (epi-methylphelligrin B), 桑黄黄酮 A (phelligrin A) 和异桑黄黄酮 A (epi-phelligrin A), 山柰素 (5, 7, 3, 4'-四羟基-黄酮醇)。

**1.4 吡喃酮类** 王钦博等<sup>[31]</sup>使用硅胶, Sephadex LH-20 和聚酰胺通过乙酸乙酯和正丁醇萃取相分离纯化, 经过柱色谱和重结晶反复纯化后, 首次从 *P. baumii* 子实体的甲醇萃取物中得到 1 种吡喃酮类的化合物 ( $C_{25}H_{18}O_9$ ) 并命名为 inoscavin A。Lee 等<sup>[32]</sup>从桑黄中提取到种新的苯乙炔基吡喃酮, 分子式为  $C_{27}H_{22}O_{11}$ , 为黄色粉末, 具有很好的自由基清除能力, 能抑制由 Fenton 反应引起的 DNA 超螺旋断裂。

**1.5 多酚类** 桑黄 *P. igniariuson* 子实体中主要有 hispidin, hispolon, bis-noryangonin 和 hypholomin B 等多酚类物质<sup>[17]</sup>。程鑫颖等<sup>[33]</sup>采用硅胶和反相  $C_{18}$  柱色谱方法, 首次从桑黄子实体的三氯甲烷和丙酮

提取物中分离得到 2 个多酚化合物 4-(3, 4-二羟苯基)-3-丁烯-2-酮和 hispolon。2 个多酚类化合物清除自由基的能力均强于 3 个黄酮类化合物。5 个化合物清除自由基能力均表现出一定的浓度依赖性。咎立峰等<sup>[29]</sup>对 *F. ellipsoidea* 子实体甲醇提取物中的多酚成分原儿茶酸进行了分离, 分离得几种新化合物 inonotusin A, inonotusin B, phelligrin K 和 phelligrin K, 均具有很强的抗氧化活性, inonotusin B 的活性最高。

**1.6 其他代谢产物** 桑黄 *P. igniariuson* 中还有香豆素类、生物碱、氨基酸等成分<sup>[17]</sup>。莫顺燕等<sup>[34]</sup>从 *P. igniarius* 中分离得到 2 个香豆素类化合物香豆素及茛菪亭。吴秀丽等<sup>[35]</sup>从桑黄发酵液和菌丝体中提取到环 (*L*-亮氨酸-*D*-脯氨酸), 环 (苯丙氨酸-丝氨酸), 环 (6-羟基-脯氨酸-苯丙氨酸) 等 29 个新的化合物。

## 2 桑黄的功效

**2.1 抗肿瘤** 桑黄的抗肿瘤作用主要通过增强机体免疫力、激活巨噬细胞、活化淋巴细胞、提高机体的抗肿瘤作用, 影响肿瘤细胞的信号传导、抑制肿瘤细胞的诱导分化、抗癌细胞血管生成和诱导肿瘤细胞凋亡等途径实现<sup>[36-37]</sup>。有研究对 6 种民间作为“桑黄”入药的桑黄子实体石油醚提取物进行体内抗肿瘤活性研究, 结果表明 6 种提取物抗肿瘤效果非常明显, 均能限制肿瘤细胞的生长, 增加各免疫器官指数, 增加 H22 荷瘤小鼠血清中白介素-2 (IL-2) 的含量, IL-2 能与其他细胞因子共同完成机体免疫技能的平, 从而提高小鼠免疫力<sup>[38-39]</sup>。Pei 等<sup>[23]</sup>从桑黄菌丝体中分离得到的 3 个多糖 PNMP1, PNMP2 和 PNMP3, 体外抗氧化实验表明三者均具有较好的抗氧化活性, 并且能明显增加淋巴细胞, 特别是 PNMP 2, PNMP3 的存在能使脂多糖及伴刀豆球蛋白 A 诱导脾淋巴细胞增殖。钟石等<sup>[40]</sup>研究表明 *P. linteus* 多糖  $P_1$  可能通过提高细胞内  $Ca^{2+}$  浓度以及下调 Ca M, Ca MK II, EGF, EGFR, K-ras 和 c-fos 基因的表达, 诱导肝癌 HepG2 细胞 S 期阻滞, 从而抑制肝癌 HepG2 细胞增殖。谢江宁等<sup>[41]</sup>测定了 *P. igniarius* 总三萜对脑胶质瘤 U251 细胞株增殖的抑制率。结果表明, 桑黄总三萜能抑制脑胶质瘤 U251 细胞株增殖, 诱导肿瘤细胞凋亡, 且作用呈浓度依赖关系。咎立峰<sup>[29]</sup>对醇提取物中的多酚成分原儿茶酸进行分离得到新化合物 inonotusin A, 对人体乳腺癌细胞具有适中的细胞毒活性, 具有开发乳腺癌药物先导化合物的潜力。赵钊<sup>[42]</sup>研究表明 *P. linteus* 的活性成分 hispolon 可以通过抑制 TPA (12-*O*-

tetradecanoylphorbol-13-acetate) 诱导的胞内活性氧簇 (ROS) 水平的升高, 进而抑制胞外信号激酶 ERK 的磷酸化, 再作用于转录抑制因子 Slug 使其表达下降, Slug 的减少导致其对 E-cadherin 基因转录的抑制作用减少, E-cadherin 蛋白表达增加, 最终表现为细胞间的黏附能力增加, 抑制乳腺癌细胞 MCF-7 的转移。

**2.2 保肝作用** 张万国<sup>[43]</sup> 研究证实 *P. igniarius* 对实验性大鼠肝纤维化具有预防和治疗作用, 其作用机制包括改善血液流变学性能、抗脂质过氧化、调节体内细胞因子水平、抑制 HSC 细胞 (肝星状细胞) 和成纤维细胞的增殖及胶原合成能力, 并有助于肝细胞再生。吴秀丽等<sup>[35]</sup> 从 *P. igniarius* 发酵液和菌丝体中提取到环 (*L*-亮氨酸-*D*-脯氨酸) 有神经细胞保护活性, 环 (苯丙氨酸-丝氨酸), 环 (6-羟基-脯氨酸-苯丙氨酸) 有肝细胞损伤保护活性。Kim 等<sup>[44]</sup> 研究指出, *P. linteus* 萃取物可保护大鼠肝细胞因半乳糖胺或过氧化氢所造成的损伤, 对肝脏具有保护作用并对肝硬化、肝癌有很好的治疗作用。

**2.3 降血糖、治疗糖尿病** 张暴等<sup>[45]</sup> 从 *P. linteus* 菌丝体中分离提取多糖, 经实验发现有降血糖、保护肝脏等生理效应, 并认为桑黄菌丝体多糖可促进小白鼠受损细胞 DNA 和 RNA 的合成, 促进胰腺中残留的  $\beta$ -胰岛细胞代偿增生及胰岛外分泌部分的管上皮形成新的  $\beta$ -胰岛细胞, 增加血浆中的胰岛素水平, 使血糖处于动态的平衡状态, 还能降低肾上腺皮质激素分泌, 促进肝脏中血糖转化为糖元, 使血糖降低, 对治疗糖尿病有一定的效果。周长文等<sup>[46]</sup> 用链脲佐菌素致糖尿病模型证明了 *P. linteus* 菌丝体多糖降糖效果剂量呈正相关。

**2.4 抗血管生成** Lee 等<sup>[37]</sup> 研究发现 *P. linteus* 的甲醇提取物中具有抗血管生成的活性物质, 结果表明在病理情况下使用桑黄抗血管生成的性质, 可以应用在很多方面, 如炎症和肿瘤发展等。Song 等<sup>[47]</sup> 研究发现 *P. linteus* 子实体的 70% 乙醇萃取物具有抗血管新生的活性, 并具有剂量效应。

**2.5 抗氧化、清除自由基** 现代药理研究表明桑黄黄酮类成分及酚类成分具有较好的抗氧化能力, 是一种潜在的抗氧化天然药物<sup>[29-30]</sup>。钱骅等<sup>[48]</sup> 研究表明 *P. linteus* 的酚类、黄酮类为其主要抗氧化活性物质, 抗氧化活性和多酚、黄酮含量呈线性正相关, 而多糖在抗氧化中所起作用小。程鑫颖等<sup>[33]</sup> 从 *P. vaninii* 子实体的三氯甲烷和丙酮提取物中分离的到 2 个多酚化合物 4-(3,4-二羟苯基)-3-丁烯-2-酮和 hispolon, 当浓度达到  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 对  $\cdot\text{DPPH}$  自由

基的清除率分别达到 92% 和 93%, 对  $\cdot\text{OH}$  自由基的清除率分别为 90% 和 95%, 而对  $\cdot\text{O}_2^-$  自由基的清除率分别为 70% 和 77%。

**2.6 抗炎抗菌抗过敏** 邹莉等<sup>[49]</sup> 研究 *P. linteus* 表明裂蹄木层孔菌发酵产物对 7 种病原菌均有抑制作用, 发酵时间为 20 d 的发酵产物对杨树烂皮病的抑制率最高, 主要抑菌活性物质存在于发酵上清液醇沉级别为 30% (质量浓度为  $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 醇提取物中的多糖, 对杨树烂皮病菌丝生长的抑制率为 57.45%, 最小抑菌浓度为  $80 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , 儿茶素对杨树烂皮病菌丝生长的最小抑菌浓度为  $75 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。说明桑黄含有抑制病原菌的有效成分, 具备成为新型生物农药的潜力。孟庆龙等<sup>[50-51]</sup> 发现 *P. igniarius* 胞内、外多糖 PIP 和 PIE 能显著抑制二甲苯所致的小鼠耳肿胀, 角叉菜胶所致小鼠足跖肿胀以及棉球肉芽肿的增生, 表明 *P. igniarius* 有良好的抗炎活性, 并提高了小鼠的脾脏指数和胸腺指数, 增强了小鼠的免疫力。桑黄菌丝体甲醇、正丁醇提取物和发酵液对金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌、肠炎沙门氏菌、鼠伤寒沙门氏菌均有一定的抑制作用, 并且对金黄色葡萄球菌的抑菌活性表现出较好的热稳定性。

**2.7 治疗关节炎** 李金凤等<sup>[52]</sup> 研究表明桑黄胞外多糖对胶原诱导性关节炎 (CIA) 大鼠有一定的治疗效果, 其作用机制可能是桑黄多糖进入机体后抑制核转录因子- $\kappa\text{B}$  (NF- $\kappa\text{B}$ ) 信号通路, 降低肿瘤坏死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), IL-1 $\beta$  等基因的转录水平, 并通过抑制 TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-17 细胞因子的表达, 降低辅助性 T 细胞 (Th 细胞), 巨噬细胞和成纤维细胞的免疫应答, 起到治疗类风湿关节炎的作用。张曼<sup>[53]</sup> 研究发现小鼠口服 *P. linteus* 的蛋白多糖可防治胶原诱导的关节炎, 该蛋白多糖主要由葡萄糖 (41.6%), 半乳糖 (23.4%), 甘露糖 (23.8%), 阿拉伯糖 (5.8%) 和木糖 (4.2%) 组成。研究表明该蛋白多糖防治小鼠 CIA 的作用可能与减少抗-CII IgG2a 抗体产生 (如 TNF- $\alpha$  和  $\gamma$ -干扰素 (IFN- $\gamma$ ), 增加白细胞介素 10 (IL-10) 和转化生长因子- $\beta$  (TGF- $\beta$ ) 分泌有关。缪成贵等<sup>[54]</sup> 研究表明桑黄多糖 (PPS) 对类风湿性关节炎 (RA) 模型大鼠滑膜中 Wnt 信号具有抑制作用, 对 RA 模型大鼠有一定的治疗作用。

**2.8 桑黄的其他功效** 除此之外研究表明 *P. igniarius* 还有抗诱变、抗突变等作用<sup>[18,55]</sup>。

### 3 讨论

桑黄以其非常显著的抗癌效果, 对多种恶性肿瘤具有非常显著的抑制作用, 并且安全、无毒、廉价

易得,成为继灵芝后又一大焦点,已广泛应用于食品、药品、护肤品和保健产品中。目前市场上充斥着桑黄的各种产品,包括桑黄多糖、桑黄子实体、桑黄子实体超细粉末、桑黄菌丝体微粉末、桑黄破壁超微粉、提取物浸膏、桑黄口服液、桑黄灵芝多糖胶囊、桑黄云芝胶囊、桑黄茶等数 10 种产品,其中开发的桑黄茶、桑黄炖鸡等食品深受人们喜爱,开发的药品用于预防和治疗肿瘤、脂肪肝、肝纤维化、顽固性高血糖效果十分显著。可见桑黄存在众多的研究机遇及广阔的发展空间,目前韩国已成功实现桑黄子实体的人工栽培,而国内对桑黄的研究多着重在了桑黄提取物、多糖一级结构及化学成分的药理活性及菌丝发酵的研究,应更进一步对桑黄的成分进行分离、纯化及结构测定、生物活性、作用机制、多糖高级结构和活性的构效关系及产品研发等方面进一步的研究,而由于多种原因,民间作为桑黄入药的品种也比较混乱,关于哪种桑黄才是真正的桑黄更有待近一步的本草考证。只有系统、全面地研究桑黄,才能为桑黄的开发提供充分的依据。

[参考文献]

[1] Ikekawa T, Nakanishi M, Uehara N, et al. Antitumor action of some basidiomycetes, especially *Phellinus linteus* [J]. *Gann*, 1968, 59(9):155-157.

[2] 安太成,杜利梅,王艳萍,等. 山西中条山东段白桦树桑黄资源及其药用价值研究[J]. *安徽农业科学*, 2014, 42(15):4621-4623.

[3] 张维博,王家国,李正阔. 药用真菌桑黄的研究进展[J]. *中国中药杂志*, 2014, 15(39):2838-2845.

[4] 王超儀,包海鹰. 六种“桑黄”石油醚提取物的体内抗肿瘤活性[J]. *菌物研究*, 2013, 11(3):197-200.

[5] 潘学仁,邹利,户岩岩. 东亚地区“桑黄”物种问题讨论[J]. *中国食用菌*, 2008, 27(1):63-64,67.

[6] 吕英华,王建芳,李玉平,等. 药用真菌桑黄的研究进展[J]. *蚕业科学*, 2009, 35(1):204-209.

[7] 包海鹰,王超儀,图力古尔. “桑黄”的本草考证[J]. *菌物学报*, 2013, 32(增刊):70-78.

[8] Wu S H, Dai Y C, Hattori T, et al. Species clarification for the medicinally valuable ‘sanghuang’ mushroom [J]. *Botanical Studies*, 2012, 53: 135-149.

[9] 刘汉彬,包海鹰,崔宝凯. 椭圆嗜蓝孢孔菌子实体的化学成分[J]. *菌物学报*, 2011, 30(3):459-463.

[10] 周洪英,孙波,吴洪丽,等. 桑黄的类型、功用及开发利用[J]. *北方蚕业*, 2014, 35(4):4-8.

[11] 张林芳,孙婷婷,邹莉. 鲍姆纤孔菌总三萜的提取及其体外抗乳腺癌细胞 MCF-7 活性[J]. *药物评价研究*, 2015, 38(5):497-502.

[12] 谢江宁,宋素芬,李香,等. 桑黄总三萜的提取及其体

外抗脑胶质瘤 U251 活性[C]. 成都:中华医学会急诊医学分会第十六次全国急诊医学学术年会,2013.

[13] 钟石,计东风,李有贵,等. 桑黄多糖激活 P27kip1-cyclin D1/E-CDK2 途径诱导 HT-29 细胞 S 期阻滞 [C]. 贵阳:中国菌物学会第六届会员代表大会暨贵州省食用菌产业发展高峰论坛,2014.

[14] 吕方冰,张娜,俞淑文. 桑黄多糖抗肿瘤机制研究进展[J]. *上海中医药杂志*, 2015, 49(9):87-89.

[15] 傅海庆,林希,傅华英,等. 复方桑黄口服液粗多糖对小鼠免疫功能的影响[J]. *农业科学与技术*, 2015, 16(6):1290-1294.

[16] Hsieh P W, Wu J B, Wu Y C. Chemistry and biology of *Phellinus linteus* [J]. *Bio Medicine*, 2013, 3(3):106-113.

[17] 闫国卿. 桑黄和鼠妇化学成分研究[D]. 安徽:安徽大学,2014.

[18] 王清,沈业寿,赵浩如. 桑黄子实体水提物抗肿瘤和抗环磷酰胺致突变作用研究[J]. *食用菌*, 2006, 28(5):57-59.

[19] 吴长生. 药用真菌桑黄化学成分的研究[D]. 济南:山东大学,2011.

[20] 葛青. 桑黄子实体多糖的分离纯化、结构鉴定及结构修饰研究[D]. 杭州:浙江工业大学,2009.

[21] Kim G Y, Park H S, Nam B H, et al. Purification and characterization of acidic proteo-heteroglycan from the fruiting body of *Phellinus linteus* (Berk. & M. A. Curtis) Teng [J]. *Bioresour Technol*, 2003, 89(1):81-87.

[22] Yang Y, Zhang J S, Liu Y F, et al. Structural elucidation of a 3-O-methyl-d-galactose-containing neutral polysaccharide from the fruiting bodies of *Phellinus igniarius* [J]. *Carbohydrate Research*, 2007, 342(8):1063-1070.

[23] Pei J J, Wang Z B, Ma H, et al. Structural features and antitumor activity of a novel polysaccharide from alkaline extract of *Phellinus linteus* mycelia [J]. *Carbohydr Pol*, 2015(115):472-477.

[24] Lee H J, Lim E S. Cambodian *Phellinus linteus* inhibits experimental metastasis of melanoma cells in mice via regulation of urokinase type plasminogen activator [J]. *Biol Pharm Bull*, 2005, 28(1):27-31.

[25] 孙德立,包海鹰,图力古尔,等. 鲍氏层孔菌子实体的化学成分研究[J]. *菌物学报*, 2011, 30(2):361-365.

[26] Wang G J, Tsai T H, Chang T T, et al. Lanostanes from *Phellinus igniarius* and their iNOS inhibitory activities [J]. *Planta Med*, 2009, 75(15):1602.

[27] 赵兴华. 红缘拟层孔菌子实体的抗肿瘤及抑菌活性的研究[D]. 长春:吉林农业大学,2010.

[28] 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(9): 2249-2252.
- [29] 管立峰. 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.
- [30] 刘凡, 庞道睿, 邹宇晓, 等. 桑黄总黄酮含量及其体外抗氧化活性研究[J]. 中国食用菌, 2014, 33(2): 47-49.
- [31] 王钦博, 杨焱, 冯娜, 等. 桑黄抗氧化活性化合物的分离纯化及结构解析[J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(1): 17-21.
- [32] Lee I K, Han M S, Lee M S, et al. Styrylpyrones from the medicinal fungus *Phellinus baumii* and their antioxidant properties [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2010, 20(18): 54-59.
- [33] 程鑫颖, 包海鹰, 丁燕, 等. 瓦宁木层孔菌中 5 个化合物的抗肿瘤活性筛选[J]. 菌物研究, 2011, 9(3): 176-179.
- [34] 莫顺燕, 石建功. 药用真菌桑黄化学成分研究[D]. 北京: 中国协和医科大学, 2003.
- [35] 吴秀丽, 林生, 朱承根, 等. 火木层孔菌液体培养物的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(7): 874-880.
- [36] 高雯雯, 张娜, 俞淑文. 桑黄抗肿瘤及其作用机制的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(21): 4165-4168.
- [37] Lee Y S, Kim Y H. Anti-angiogenic activity of methanolextract of *Phellinus linteus* and its fractions[J]. J Ethnopharm, 2010, 131(1): 56-62.
- [38] 王超儀, 包海鹰. 六种“桑黄”石油醚提取物的体内抗肿瘤活性[J]. 菌物研究, 2013, 11(3): 196-201.
- [39] 郑建华. 白介素-2 研究进展[J]. 海峡药学, 2006, 18(3): 1-3.
- [40] 钟石, 李有贵, 林天宝, 等. 桑黄多糖 P1 对肝癌 HepG2 细胞周期和钙调蛋白信号通路的影响[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2015, 29(3): 417-423.
- [41] 谢江宁, 宋素芬. 桑黄总三萜的提取及其体外抗脑胶质瘤 U251 活性[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(5): 24-26.
- [42] 赵钊. 裂蹄层孔菌活性分析及其抑制肿瘤转移分子机制[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [43] 张万国. 桑黄抗肝纤维化及其作用机制的研究[D]. 上海: 第二军医大学, 2002.
- [44] Kim S W, Hwang H J, Park J P, et al. Mycelial growth and exobiotopolymer production by submerged culture of various edible mushrooms under different media[J]. Lett Appl Microbiol, 2002, 34(1): 56-61.
- [45] 张暴, 王红梅. 桑黄菌丝体多糖的生物活性[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(7): 90-91.
- [46] 周长文, 王芳, 陶淑玲. 药用植物桑黄抑制高血糖症的研究[J]. 菏泽医学专科学校学报, 2010, 22(1): 1-2.
- [47] Song Y S, Kim S H. Anti-angiogenic, antioxidant and xanthine oxidase inhibition activities of the mushroom *Phellinus linteus* [J]. J Ethnopharm, 2003, 88(1): 113-116.
- [48] 钱骅, 赵伯涛, 陈斌, 等. 桑黄子实体多糖、黄酮和多酚含量与抗氧化活性相关性[J]. 食品工业科技, 2015(12): 104-108.
- [49] 邹莉, 谭响, 杨民宝. 裂蹄木层孔菌发酵产物抑菌活性的研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(21): 78-82.
- [50] 孟庆龙, 潘景芝, 陈丽, 等. 桑黄发酵产物的抑菌作用[J]. 食品科学, 2011, 32(3): 56-59.
- [51] 孟庆龙, 陈丽, 潘景芝, 等. 桑黄胞内及胞外多糖抗炎作用的研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(5): 1130-1132.
- [52] 李金凤, 蔡国云, 张艳. 桑黄胞外多糖对胶原诱导性关节炎大鼠的免疫调节作用[J]. 上海中医药杂志, 2014, 9(48): 84-87.
- [53] 张曼. 小鼠口服裂蹄木层孔菌中的蛋白多糖可防治胶原诱导的关节炎[J]. 现代药物与临床, 2004, 19(3): 123-123.
- [54] 缪成贵, 周国梁, 秦梅颂. 桑黄多糖对类风湿性关节炎模型大鼠关节滑膜经典 Wnt 信号的影响[J]. 四川大学学报: 医学版, 2015, 46(3): 376-379.
- [55] 李宜明, 沈业寿, 季俊虬, 等. 桑黄菌质多糖体外抑瘤及抗环磷酰胺致突变的作用[J]. 中国科学技术大学学报, 2006, 36(7): 700-703.

[责任编辑 邹晓翠]