

紫色马勃的应用历史、研究概述与展望

陈军^{1,2}, 叶亮¹, 贺唐唐^{1,2}, 杨晨茜^{1,3}, 赵玉荣^{1,2}, 闵文^{1,4}, 董洁^{1,2}, 王裔惟^{1,2}

(1. 南京中医药大学江苏省中医外用用药开发与应用工程研究中心, 江苏 南京 210023; 2. 南京中医药大学药学院, 江苏 南京 210023; 3. 南京中医药大学医学院·整合医学学院, 江苏 南京 210023; 4. 南京中医药大学第一临床医学院, 江苏 南京 210023)

摘要: 马勃是我国传统真菌类中药, 已有两千多年的应用历史。《中国药典》记载马勃包括脱皮马勃、大马勃或紫色马勃的干燥子实体, 但中医古籍记载的马勃品种主要为紫色马勃。笔者系统介绍了紫色马勃的应用历史、生长情况、成分研究及药效学研究进展, 总结出历史上紫色马勃主要取孢子粉应用于创面促愈。紫色马勃主要含有甾酮类成分、无机元素、挥发性成分和多糖类成分, 具有创面促愈、抗肿瘤、预防应激性胃溃疡和酒精性肝损伤的药效。该文为紫色马勃的深入研究及开发利用提供了参考, 并展望了其在中医药理论指导下用于创面促愈的研究前景。

关键词: 紫色马勃; 创面促愈; 应用历史; 活性成分; 药效学

中图分类号: R285.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-0482(2023)05-0495-06

DOI: 10.14148/j.issn.1672-0482.2023.0495

引文格式: 陈军, 叶亮, 贺唐唐, 等. 紫色马勃的应用历史、研究概述与展望[J]. 南京中医药大学学报, 2023, 39(5): 495-500.

Historical Origin, Research Progress and Prospect of *Calvatia Lilacina*

CHEN Jun^{1,2}, YE Liang¹, HE Tang-tang^{1,2}, YANG Chen-xi^{1,3}, ZHAO Yu-rong^{1,2}, MIN Wen^{1,4}, DONG Jie^{1,2}, WANG Yi-wei^{1,2}

(1. Jiangsu Provincial Engineering Research Center of TCM External Medication Development and Application, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China; 2. School of Pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China; 3. School of Medicine & Holistic Integrative Medicine, Nanjing 210023, China; 4. The First Clinical Medical College, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China)

ABSTRACT: *Lasiosphaera seu Calvatia* is a traditional Chinese medicine, which has been used in clinical practice for over two thousand years. In "Chinese Pharmacopoeia", it records that the dried fruit of *Lasiosphaera seu Calvatia*, including *Lasiosphaera fenlzii* Reich, *Calvatia gigantea* and *Calvatia Lilacina*. However, in various ancient books of Chinese medicine, only *Calvatia Lilacina* can be utilized as medicine. In this review paper, the application history, growth condition, chemical composition and pharmaceutical functions of *Calvatia Lilacina* were systematically reviewed and discussed. It was concluded that *Calvatia Lilacina* mainly used sporangium powder to promote wound healing. The major components of *Calvatia Lilacina* contain sterones, inorganic elements, volatile components and polysaccharides. Many studies reported that it can promote wound healing, prevent stress gastric ulcer and alcoholic liver injury together with antitumor ability. This paper provides a comprehensive review for further research, development and utilization of *Calvatia Lilacina*, leading to the research prospect of its application in wound healing under the guidance of TCM theory.

KEYWORDS: *Calvatia Lilacina*; wound healing; histological record; active components; pharmaceutical capability

马勃是传统菌类中药, 2020 版《中国药典(一部)》规定马勃为灰包科真菌脱皮马勃 *Lasiosphaera fenlzii* Reich、大马勃 *Calvatia gigantea* (Batsch ex Pres.) Lloyd 或紫色马勃 *Calvatia Lilacina* (Mont. Et Berk.) Lloyd 的干燥子实体。但从应用历史看, 我国古代马勃药用品种长期采用紫色马勃

(又称为紫色秃马勃)(图 1)作为主要的药用基原, 自宋代以后才逐渐扩大到脱皮马勃和大马勃, 并且药用部位、适应症也有明显差异^[1]。为了更合理地开发紫色马勃的药用资源, 本文对其应用历史、生长情况、活性成分以及药效学研究进展进行了系统综述, 并展望了其研究开发前景。

收稿日期: 2022-03-11

基金项目: 江苏省高校自然科学基金重大项目(22KJA360002); 江苏省中医药科技发展计划面上项目(MS2022006)

通信作者: 陈军, 男, 教授, 博士生导师, 主要从事中药外用制剂的研究, E-mail: chenjun75@njucm.edu.cn;

王裔惟, 女, 教授, 博士生导师, 主要从事药物制剂与组织工程研究, E-mail: yiweiwang@njucm.edu.cn

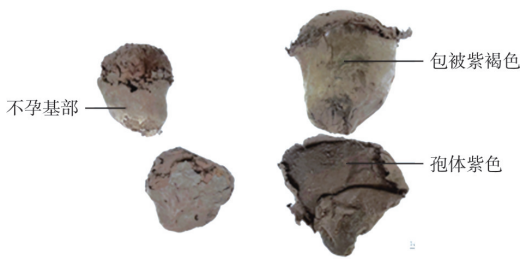


图 1 紫色马勃照片

Fig. 1 Photos of *Calvatia Lilacina*

1 应用历史

马勃始载于汉末《名医别录》^[2], 已有两千多年的应用历史。南北朝梁代陶弘景所著《本草经集注》^[3]对马勃进行了详细记载“味辛, 平, 无毒。主治恶疮马疥。一名马疔。生园中久腐处。世人呼为马屁勃, 紫色虚软, 状如狗肺, 弹之粉出, 敷诸疮用之, 甚良也。”从紫色虚软的描述可知, 当时主要采用紫色马勃入药, 并且取粉(即孢子粉)用于治疗, 陶弘景“敷诸疮甚良”的记载被历代医家所采用。

五代十国后蜀的《蜀本草》^[4]记载“此马疔菌也。虚软如紫絮, 弹之紫尘出。生湿地及腐木上, 夏秋采之。”可见, 仍然是采用紫色马勃孢子粉入药。

宋代《本草衍义》^[5]记载“此唐韩退之所谓‘牛溲马勃俱收并蓄’者也。有大如斗者, 小亦如升杓。去膜, 以蜜揉拌, 少以水调, 呷, 治喉闭咽痛。”从大如斗者的描述可见大马勃和脱皮马勃已经开始药用, 并且用途从“敷诸疮”扩展到“治喉闭咽痛”。

明代《本草品汇精要》《本草纲目》等沿用了《名医别录》《本草衍义》等的记载, 仍然以紫色马勃为主, 并且对用法进一步加以细化。例如《本草纲目》^[6]记载“时珍曰: 凡用以生布张开, 将马勃于上摩擦, 下以盘承, 取末用。”“疔疮不敛: 葱盐汤洗净拭干, 以马屁勃末敷之, 即愈。(仇远《稗史》)”

清代《本草备要》^[7]记载“(马勃)轻, 解热, 外用敷疮。辛平轻虚。清肺解热(东垣普济消毒饮中用之), 散血止嗽。治喉痹咽痛(吹喉中良, 或加白矾, 或硝扫喉, 取吐痰愈), 鼻衄失音, 外用敷诸疮良。生湿地朽木上。状如肺肝, 紫色虚软, 弹之粉出, 取粉用。”

清代《本草从新》^[8]记载“外用敷诸疮良(每见用寒凉药敷疮者, 虽愈而热毒内攻, 变生他病, 为害不小, 此药辛平而散, 甚为稳妥)。生湿地朽木上, 状如肺肝, 紫色虚软, 弹之粉出, 取粉。”特别强调了马勃辛平而散并且外用敷疮不会像寒凉药那样导致机体阴阳失衡。

现代《中华本草》^[9]记载“紫色秃马勃产于河北、江苏、安徽、福建、湖北、广西、广东、新疆、四川等地”, “体轻泡, 有弹性, 用手捻后有大量孢子飞扬”, 可“用于诸疮溃瘍难愈”。

可见, 从历史溯源来看, 汉末以来, 药用马勃以紫色马勃为主, 最早用于诸疮, 自宋代开始其品种逐渐扩展到大马勃等其他马勃品种, 但仍以紫色马勃为主, 治疗范围扩大到喉闭咽痛。马勃辛平而散, 无毒, 主要是“弹之粉出, 取粉用”, 即主要是采用孢子粉外用敷疮, 这与当前马勃孢子粉外用治疗慢性创面临床疗效显著的报道^[10]是相符的。

有报道^[11]指出, 自古以来, 马勃即以马勃粉(实际上是马勃孢子粉)入药, 并且紫色马勃成熟后, 孢体即成粉末状, 根本无法剪块, 因此药典记载的将紫色马勃子实体剪块入药的方式是不合理的, 建议予以修订。

2 生长情况

紫色马勃 *Calvatia lilacina* (Mont. & Berk.) Lloyd., 又名紫色秃马勃, 为担子菌门 Basidiomycota 蘑菇纲 Agaricomycetes 蘑菇目 Agaricales 蘑菇科 Agaricaceae 秃马勃属 *Calvatia* 真菌。紫色马勃均为野生, 未见人工栽培的报道。

清代《本草述钩元》记载^[12]“五六月中, 湿地及腐木上卒然而发, 紫褐虚浮, 弹之尘出, 大如斗者, 重不过钱许, 夏秋采之。”说明紫色马勃野生于湿地和朽木, 并且生长迅速, 密度很小, 夏秋采收。明代《本草品汇精要》认为紫色马勃以“色紫”“大而虚软者为佳”。

紫色马勃分布很广, 例如吉林省对马勃的资源普查发现了 9 种马勃, 其中就包括紫色马勃(采于长春市双阳区草坪)^[13]。当前紫色马勃的主要产地分布于两广地区^[1]。

由于紫色马勃的野生资源比较稀少, 因此有研究考察了其菌丝的体外最佳培养条件, 结果表明最佳碳源为葡萄糖、最佳氮源为酵母粉、最佳微量元素为 $MgSO_4$, 最适合紫色秃马勃菌丝生长的培养基配方为葡萄糖浓度 2%、酵母粉浓度 1%、 $MgSO_4$ 浓度 0.1%, 最适初始 pH 值 6.5, 最适培养温度 30 °C, 从而为紫色马勃的进一步开发提供了培养条件^[14]。

3 成分研究

马勃普遍含有甾体化合物, 对吉林省 16 种不同类型的马勃类真菌进行含量测定, 结果发现均含有麦角甾醇和麦角甾酮, 除大秃马勃外, 包括紫色马勃

在内的其他马勃中含有的麦角甾醇含量均高于麦角甾酮含量,紫色马勃中所含麦角甾酮和甾醇含量分别为 65.29 、 $171.58 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$,总结发现:麦角甾醇在马勃类药材菌丝和由菌丝体扭结而成的外皮中含量较高,麦角甾酮在成熟的孢子和孢丝中含量较高^[15]。Kawahara 等从紫色马勃二氯甲烷提取物中分离了 2 种新的甾酮^[16]: ① cyathiserone, 即 (22*E*, 24*R*)-ergosta-7, 22-diene-3, 6-dione, 麦角甾-7, 22-二烯-3, 6-二酮; ② cyathiserol, 即 8 β -hydroxyergosta-4, 6, 22-trien-3-one, 8 β -羟基麦角甾-4, 6, 22-三烯-3-酮, 以上 2 种甾酮结构参见图 2。

紫色马勃甾酮成分还具有抗肿瘤活性。将紫色马勃采用 95% 乙醇提取后再用不同溶剂(石油醚、乙酸乙酯、水)萃取,得到不同提取部位,对 MDA-MB-231、A549 等肿瘤细胞都有抗肿瘤活性,并以石油醚部位作用最强。将石油醚部位再采用薄层色谱分为 7 个亚部位,发现其中活性最强的亚部位主要含有甾酮成分,即 ergosta-7, 22-diene-3-one, 麦角甾-7, 22-二烯-3-酮(图 2)^[17]。此外,紫色马勃的蛋白质类成分也被发现具有抗肿瘤活性^[18]。

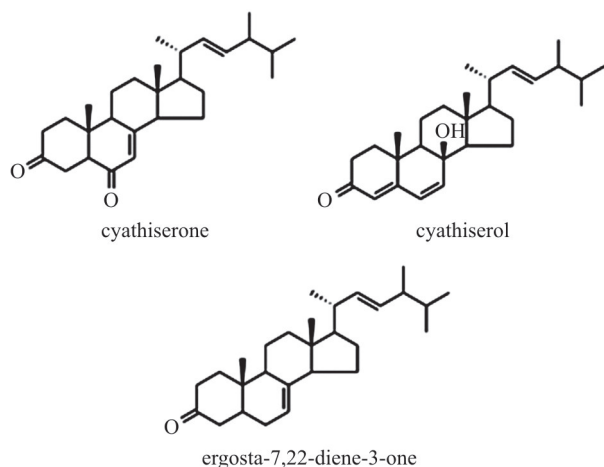


图 2 紫色马勃中含有的 3 种麦角甾酮类成分化学结构

Fig. 2 Chemical structure of three ergosterone compounds contained in *Calvatia Lilacina*

马勃中含有无机元素,并且与品种相关。采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定不同品种马勃中无机元素的含量,结果发现不同品种马勃 14 种无机元素中 K、P、Fe 含量较为丰富,脱皮马勃中 K、Ca、Zn 平均含量较高,大马勃中 Mg、Mn、Fe 平均含量较高,紫色马勃中 P、Cr、Se 平均含量较高^[19]。

紫色马勃含有挥发性成分,采用有机溶剂(乙酸乙酯或乙醚)超声提取后 GC-MS 分析,结果发现乙酸乙酯超声提取紫色马勃挥发性成分,共分离出

9 个峰,鉴定出 5 个化学成分,占挥发油总量的 85.237%,其中主要成分为 3, 4-二甲基苯胺(24.05%)、Racemosol(25.45%);乙醚超声提取紫色马勃挥发性成分,紫色马勃共分离出 5 个峰,鉴定出 3 个化学成分,占挥发油总量 96.013%,主要成分为 4-苯乙炔基苯乙酮(45.05%), 2, 2'-亚甲基双-(4-甲基-6-叔丁基苯酚)(49.11%)^[20]。

紫色马勃含有多糖类成分。将 10 g 紫色马勃用水在 90 °C 浸提,最终浓缩到 50 mL,采用苯酚-硫酸法测定总多糖含量为 $8.84 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,即相当于紫色马勃总多糖含量为 4.42%^[21]。

4 药效学研究

4.1 创面促愈

创面难愈是老龄化背景下的难点问题,而马勃(主要是紫色马勃)有悠久的创面促愈应用历史。陶弘景认为紫色马勃孢子粉效果最佳,即“紫色虚软,状如狗肺,弹之粉出,敷诸疮用之,甚良也。”^[3]

清代《张山雷医集》进一步指出“盖既能散毒,又能燥湿,以疗湿疮,固得其宜,故弘景亦谓敷诸疮甚良”,“濒湖(即李时珍,晚年自号濒湖山人)谓清肺,散血热,解毒。内服外敷,均有捷验,诚不可以微贱之品而忽之。”^[22]《中华本草》则记载^[9],马勃可用于诸疮溃疡难愈,外敷冻疮、褥疮、疔疮不敛等均可单用本品。

与创面促愈相关的机制研究有:①促增殖作用:马勃具有促进大鼠成纤维细胞增殖及胶原生成的作用,并且主要活性部位是 80% 乙醇的提取部位^[23]。还有研究发现,马勃醇提物具有促进小鼠皮肤成纤维细胞增殖、迁移、分泌 I 型和 III 型胶原蛋白的作用,且孢子粉功效显著优于子实体^[24]。②抗氧化作用:紫色马勃总多糖具有清除氧自由基抗氧化的作用^[21]。③抗菌作用:各类马勃水煎液(相当于生药 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$)均有一定的抗菌作用,其中紫色马勃水煎液能够抑制金黄色葡萄球菌,最低抑菌浓度为 $1:20$ ^[25]。④抗炎作用:马勃油膏可通过干预 NL-RP3/Caspase-1 炎症通路降低兔大肠杆菌感染性创面的炎症因子表达,加速创面愈合,其疗用与紫草生肌搽剂相当^[26];⑤促血管生成作用:将马勃孢子粉用于糖尿病大鼠溃疡创面,结果发现能够激活 Akt/Nrf2 通路促进抗氧化基因下调,同时显著促进血管新生和胶原生成^[27]。

4.2 抗肿瘤

将紫色马勃采用 95% 乙醇提取干燥后制成醇

提物,再采用石油醚、乙酸乙酯和水提取制成不同部位,结果发现石油醚部位对人乳腺癌细胞 MDA-MB-231 具有显著的抑制作用,其机制为能够增加活性氧(Reactive oxygen species, ROS)的生成,从而导致线粒体功能失调,继而增加了细胞色素 C 在胞浆中的释放,细胞色素 C 与 Apaf-1 蛋白结合从而导致细胞凋亡^[17]。

紫色马勃蛋白提取物能够通过谷胱甘肽耗竭而不是调控 ROS 诱导人结肠癌细胞 RS480 凋亡^[18],提示紫色马勃的不同成分可能通过不同机制发挥协同抗肿瘤作用。

马勃素(Calvacin)是马勃中含有的一种蛋白,研究发现马勃素能够抑制人胃癌细胞 SGC-7901 增殖,2 种方法(MTT 和 SRB)测定的 IC₅₀ 值分别为 29.74 和 27.77 μg · mL⁻¹,其主要作用机制是抑制拓扑异构酶 I 的活性^[28]。

4.3 其他作用

紫色马勃发酵产物具有预防应激性胃溃疡和酒精性肝损伤的作用^[29]。采用束缚水浸致小鼠应激性胃溃疡实验结果表明,口服紫色马勃发酵产物能够降低胃组织中 MDA 水平和胃蛋白酶活性,升高胃组织 SOD 和 NO 水平,降低血清中 TNF-α 和 IL-6 水平,并下调 NLRP3、Capase-1、ASC 和 IL-1β 蛋白的水平。在预防酒精致小鼠急性肝损伤实验中发现,紫色马勃发酵产物降低了血清中 AST 和 ALT 水平,降低了肝脏组织中 MDA、TB 水平和炎症因子 IL-18、IL-1β、TNF-α 水平,降低了肝脏组织中 SOD 水平。

进一步的研究表明麦角甾酮具有预防酒精致小鼠急性肝损伤活性,研究表明,口服麦角甾酮(30、60 mg · kg⁻¹)可显著减低小鼠血清中 AST、γ-GT 和肝组织中 ALT、MDA 的水平,显著升高肝组织中 PA 和 SOD 的水平,并可调节酒精引起的肠道菌群中门水平和属水平菌群丰富度的变化,从而发挥预防酒精诱导的急性肝损伤作用^[30]。

5 展望

紫色马勃具有悠久的历史,现代研究也有积极进展,但还存在以下问题亟需引起重视:①缺少不同品种之间马勃的作用比较研究。2020 版《中国药典(一部)》收录了 3 种马勃,但从历史溯源看,紫色马勃与其他 2 种马勃(大马勃、脱皮马勃)的适应症和应用方法有明显不同,其用于创面促愈可能更具备开发价值,但当前的马勃促愈研究往往忽视品

种的影响,部分研究^[23,26-27]虽然报道有效但对于所用马勃属于何种类型语焉不详,这应该引起足够重视,以规范临床用药。②缺少效应物质研究。马勃虽然有效,但效应物质研究却很不充分,以创面促愈研究为例^[31],虽然证实了抑菌、促增殖、抗炎、抗氧化、促血管生成等机制,但缺乏相对应的效应物质研究,导致难以控制紫色马勃的质量。紫色马勃当前以野生为主,主要靠人工采摘,效应物质不明确直接导致质量控制困难,继而影响了临床疗效的可控性。③缺少紫色马勃孢子粉创面促愈研究。从历史溯源看,历代典籍都记载“弹之粉出”“取粉用”,即紫色马勃主要采用孢子粉应用于创面,而 2020 版《中国药典(一部)》规定马勃(包括紫色马勃)采用子实体给药,主要用于“清肺利咽,止血。用于风热郁肺咽痛,音哑,咳嗽;外治鼻衄,创伤出血”,与紫色马勃孢子粉“敷诸疮甚良”的用法有明显出入。考虑到老龄化社会背景下,慢性创面(如褥疮、糖尿病足等)缺乏有效治疗药物,紫色马勃孢子粉创面促愈值得深入研究,并根据研究结果对药典进行适当修订。

紫色马勃的研究不仅要尊重历代典籍记载的制备方法,还需要在中医理论指导下开展以指导临床应用与研究开发。例如李时珍指出其“散血热,解毒”^[22],提示紫色马勃可能更适合应用于证属湿热毒盛的糖尿病足,这也符合其“既能散毒,又能燥湿,以疗湿疮,固得其宜”^[22]作用的记载。因此,开展紫色马勃创面促愈的现代研究,还要在中医理论指导下结合辨证分型。

参考文献:

- [1] 毕雅琼,王爱祥,包海鹰,等. 经典名方中马勃的本草考证[J]. 中国实验方剂学杂志,29(11):23-33.
BI YQ, WANG AX, BAO HY, et al. Herbal textual research on *Liosphaera Calvatia* in famous classical formulas[J]. Chin J Experim Tradit Med Formul, 29(11): 23-33.
- [2] 陶弘景. 名医别录: 辑校本[M]. 尚志钧, 辑校. 北京: 中国中医药出版社, 2013: 219.
TAO HJ. Miscellaneous Records of Famous Physicians [M]. SHANG ZJ, proofread. Beijing: Chinese medicine press, 2013: 219.
- [3] 陶弘景. 本草经集注: 辑校本[M]. 尚志钧, 尚元胜, 辑校. 北京: 人民卫生出版社, 1994: 383.
TAO HJ. Collected Commentaries on *Shen Nong's Classic of the Materia Medica* [M]. SHANG ZJ, SHANG YS, proofread. Beijing: People's Medical Publishing House, 1994: 383.
- [4] 韩保昇. 日华子本草: 辑释本[M]. 尚志钧, 辑复. 合肥: 安徽

- 科学技术出版社, 2005: 411.
- HAN BS. Nihuazi Materia medica; Annotated version[M]. SHANG ZJ, proofread. Hefei: Anhui science & technology publishing house, 2005: 411.
- [5] 寇宗奭. 本草衍义[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2018: 102.
- KOU ZS. Extension of the Materia Medica[M]. Beijing: China medical science and technology press, 2018: 102.
- [6] 李时珍. 本草纲目[M]. 陈贵廷, 点校. 北京: 中医古籍出版社, 1994: 604.
- LI SZ. The Grand Compendium of Materia Medica[M]. CHEN GT, proofread. Beijing: Traditional Chinese medicine ancient books publishing house, 1994: 604.
- [7] 汪昂. 本草备要[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2019: 73.
- WANG A. Essentials of Materia Medica[M]. Beijing: China medical science and technology press, 2019: 73.
- [8] 吴仪洛. 本草从新[M]. 阎忠涵, 校注. 北京: 中国医药科技出版社, 2016.
- WU YL. Thoroughly Revised Materia Medica[M]. YAN ZH, proofread. Beijing: China medical science and technology press, 2016.
- [9] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998: 609-611.
- Editorial Board of Chinese Materia Medica, State Administration of Traditional Chinese Medicine. Chinese Materia Medica[M]. Shanghai: Shanghai science and technology press, 1998: 609-611.
- [10] 孙浩. “脓脓长肉”法指导马勃孢子粉换药治疗慢性难愈性创面的临床观察[D]. 南京: 南京中医药大学, 2021.
- SUN H. Clinical observation on the treatment of chronic refractory wounds with the guidance of “simmering pus and growing meat” method[D]. Nanjing: Nanjing University of Chinese Medicine, 2021.
- [11] 丁永辉. 中药马勃的本草考证[J]. 中药材, 1995, 18(9): 476-478.
- DING Y. Herbological study of Mabo[J]. J Chin Med Mater, 1995, 18(9): 476-478.
- [12] 黄雄, 崔晓艳. 《本草述钩元》释义[M]. 太原: 山西科学教育出版社, 2009: 486.
- HUANG X, CUI XY. Annotation of *Delving into the Description of the Materia Medica* [M]. Taiyuan: Shanxi science education press, 2009: 486.
- [13] 宫诗林, 曹玉峰, 王淑敏. 吉林省食药真菌马勃的资源及鉴别研究[J]. 亚太传统医药, 2013, 9(12): 49-52
- GONG SL, CAO YF, WANG SM. Study on the variety resources and Identification of Edible and Medicinal Fungi Puffballs from Jilin Province[J]. Asia Pac Tradit Med, 2013, 9(12): 49-52.
- [14] 穆双双, 步洪石, 胡德, 等. 紫色秃马勃的生物学特性[J]. 菌物研究, 2020, 18(1): 31-36, 42.
- MU SS, BU HS, HU D, et al. Biological characteristics of *Calvatia lilacina*[J]. J Fungal Res, 2020, 18(1): 31-36, 42.
- [15] 李昂. 吉林省马勃资源及药效物质基础研究[D]. 长春: 长春中医药大学, 2018.
- LI A. Study on the resources and pharmacodynamic material basis of puffball in Jilin Province[D]. Changchun: Changchun University of Chinese Medicine, 2018.
- [16] KAWAHARA N, SEKITA S, SATAKE M. Steroids from *Calvatia cyathiformis*[J]. Phytochemistry, 1994, 37(1): 213-215.
- [17] ZENG QH, SINGH R, YE Y, et al. *Calvatia lilacina* extracts exert anti-breast-cancer bioactivity through the apoptosis induction dependent on mitochondrial reactive oxygen species and caspase activation[J]. Nutr Cancer, 2022, 74(3): 1058-1070.
- [18] TSAY JG, CHUNG KT, YEH CH, et al. *Calvatia lilacina* protein-extract induces apoptosis through glutathione depletion in human colorectal carcinoma cells[J]. J Agric Food Chem, 2009, 57(4): 1579-1588.
- [19] 岳丽丹, 杜莉杰, 杨佳宁, 等. ICP-MS法测定及PCA分析不同品种马勃无机元素含量研究[J]. 亚太传统医药, 2021, 17(4): 41-46.
- YUE LD, DU LJ, YANG JN, et al. Determination and analysis of inorganic elements contents in different varieties of lasiosphaera seu *Calvatia* by ICP-MS and PCA[J]. Asia Pac Tradit Med, 2021, 17(4): 41-46.
- [20] 相聪坤, 关胜江, 王巧, 等. 不同提取方法马勃中药材挥发性成分的GC-MS分析[J]. 河北医药, 2016, 38(23): 3545-3547.
- XIANG CK, GUAN SJ, WANG Q, et al. GC-MS analysis for the volatile constituents of *Lasiosphaera calvatia* extracted by different extraction methods[J]. Hebei Med J, 2016, 38(23): 3545-3547.
- [21] 朱月, 袁树先, 李冰. 紫色秃马勃水溶性多糖对氧自由基的清除作用[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(8): 4053-4055
- ZHU Y, YUAN SX, LI B. Scavenging effect of water-soluble polysaccharide in purple bald Mabo on oxygen free radical[J]. J Anhui Agric Sci, 2010, 38(8): 4053-4055.
- [22] 浙江省中医管理局《张山雷医集》编委会. 张山雷医集: 上[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1995: 329.
- Editorial Committee of *Zhang Shanlei Medical Collection* of Zhejiang TCM Administration. *Zhang Shanlei's Medical Collection: Part 1* [M]. Beijing: People's health publishing house, 1995: 329.
- [23] 马迪. 中药马勃促大鼠皮肤成纤维细胞增殖及胶原合成的作用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2013.
- MA D. Study on the effect of puffball on promoting the proliferation and collagen synthesis of rat skin fibroblasts[D]. Changchun: Jilin University, 2013.
- [24] 丁晓桐, 王裔惟, 闵文, 等. 马勃孢子粉醇提物对小鼠全层皮肤缺损性创面的治疗作用考察[J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(8): 149-158.
- DING XT, WANG YW, MIN W, et al. Effect of alcohol extract of spore powder of *lasiosphaera Calvatia* on wound healing of full-thickness skin defect in mice[J]. Chin J Exp Tradit Med Formulae, 2022, 28(8): 149-158.

- [25] 孙菊英,郭朝晖. 十种马勃体外抑菌作用的实验研究[J]. 中药材,1994,17(4):37-38.
SUN JY, GUO CH. Experimental study on the in vitro antibacterial effect of ten types of lasiosphaera seu calvatia[J]. Chin Med Mat, 1994,17(4):37-38.
- [26] 杨爱龙,韩雪,于波,等. 马勃油膏对兔大肠杆菌感染性创面 NLRP3/Caspase-1 炎症通路及炎症因子表达的影响[J]. 中医药导报,2023,29(1):24-30.
YANG AL, HAN X, YU B, et al. Effect of Mabo ointment(马勃油膏) on NLRP3/caspase-1 inflammatory pathway and expression of inflammatory factors in rabbits with escherichia coli infectious wound[J]. Guid J Tradit Chin Med Pharm, 2023, 29(1):24-30.
- [27] HE TT, SUN PF, LIU B, et al. Puffball spores improve wound healing in a diabetic rat model[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 942549.
- [28] 侯喆. 马勃素对 SGC-7901 细胞增殖抑制作用的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学,2014.
HOU Z. Study on the inhibitory effect of calophyllotoxin on SGC-7901 cell proliferation[D]. Harbin: Harbin University of Commerce,2014.
- [29] 穆双双. 紫色马勃的发酵工艺、化学成分及药效学研究[D]. 长春: 长春中医药大学,2020.
MU SS. Study on fermentation technology, chemical constituents and pharmacodynamics of purple puffball [D]. Changchun: Changchun University of Chinese Medicine,2020.
- [30] 张岳,赵天倚,王欢,等. 麦角甾酮对小鼠急性酒精性肝损伤及肠道菌群群落组成的影响[J]. 中国现代应用药学,2020,37(21):2561-2569.
ZHANG Y, ZHAO TY, WANG H, et al. Effects of ergosterone on acute alcoholic liver injury and gut microbiota community composition in mice[J]. Chin J Mod Appl Pharm, 2020, 37(21):2561-2569.
- [31] 丁晓桐,汤清涵,王裔惟,等. 马勃的化学成分研究进展及其在创面修复中的应用[J]. 南京中医药大学学报,2021,37(4):609-618
DING XT, TANG QH, WANG YW, et al. The chemical constituents and application prospects on wound healing of lasiosphaera seu Calvatia[J]. J Nanjing Univ Tradit Chin Med, 2021, 37(4):609-618.

(编辑:董宇)