

山慈菇在中晚期肺癌的药理作用及作用机制研究进展

程 帅¹, 刘松江^{2*}

¹黑龙江中医药大学研究生院, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江中医药大学附属第一医院肿瘤科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2025年5月9日; 录用日期: 2025年6月2日; 发布日期: 2025年6月9日

摘 要

山慈菇(*Tricholoma lobayense*)作为一种传统中药材, 近年来在肺癌(lung cancer)治疗中的药理作用备受关注。研究表明, 山慈菇中富含多种生物活性成分, 如三萜类、酚酸类及多糖等, 其对肿瘤细胞的抑制效应与其化学成分的复杂相互作用密切相关。山慈菇通过多种机制发挥抗肿瘤活性, 主要包括抑制肺癌细胞的增殖、诱导凋亡、抑制肿瘤细胞的转移与侵袭能力。山慈菇还可以通过调节肿瘤微环境和增强宿主免疫反应, 促进局部免疫细胞的活化, 从而达到增强抗肿瘤免疫作用的效果。这一系列作用可能通过约束血管生成、调节细胞代谢及改善肿瘤微环境的功能实现。尽管山慈菇的潜在不良反应尚需进一步研究与确证, 但其中晚期肺癌治疗中展现出的多重药理效应为今后药物开发和临床应用提供了新的方向。本综述对山慈菇的药理作用及其在抗肺癌方面的作用机制进行了系统归纳, 以期为后续研究提供理论基础与实践指导。

关键词

山慈菇, 中晚期肺癌, 药理作用

Research Progress on the Pharmacological Effects and Mechanisms of *Tricholoma lobayense* in Mid-to-Late Stage Lung Cancer

Shuai Cheng¹, Songjiang Liu^{2*}

¹School of Graduate, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

²Department of Oncology, The First Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

*通讯作者。

文章引用: 程帅, 刘松江. 山慈菇在中晚期肺癌的药理作用及作用机制研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(6): 491-497. DOI: 10.12677/acm.2025.1561751

Abstract

Tricholoma lobayense, a traditional Chinese medicinal herb, has garnered significant attention in recent years for its pharmacological effects in the treatment of lung cancer. Studies indicate that *Tricholoma lobayense* is rich in bioactive compounds, including triterpenoids, phenolic acids, and polysaccharides, and its antitumor effects are closely linked to the complex interactions among these chemical components. *Tricholoma lobayense* exerts its anticancer activity through multiple mechanisms, primarily involving the inhibition of lung cancer cell proliferation, induction of apoptosis, and suppression of tumor metastasis and invasiveness. Additionally, *Tricholoma lobayense* enhances antitumor immunity by modulating the tumor microenvironment and boosting host immune responses, thereby promoting the activation of local immune cells. These effects may be achieved through mechanisms such as inhibiting angiogenesis, regulating cellular metabolism, and improving tumor microenvironment functionality. Although further research is required to validate its potential adverse effects, the multifaceted pharmacological properties of *Tricholoma lobayense* in treating mid-to-late stage lung cancer offer promising directions for future drug development and clinical applications. This review systematically summarizes the pharmacological roles and mechanisms of *Tricholoma lobayense* in combating lung cancer, aiming to provide theoretical foundations and practical guidance for subsequent research.

Keywords

Tricholoma lobayense, Mid-to-Late Stage Lung Cancer, Pharmacological Effects

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在当今社会, 肺癌以其高发病率和致死率而成为全球公共卫生领域的重要问题, 尤其在中晚期肺癌的患者群体中, 其复杂的病理机制及预后情况常常导致治疗效果不佳。根据近期的流行病学研究, 全球每年新增肺癌病例的数量已超过 200 万例, 且中晚期肺癌患者的生存期显著低于早期发现者, 临床预后相对较差(World Health Organization, 2021) [1]。这一现象强调了在现有治疗方案的多样性中, 尚需探索更为有效的治疗手段以改善患者生存状况。

当前, 在中晚期肺癌的治疗中, 尽管化疗、放疗以及免疫疗法等多种疗法的应用使得患者的生存期得以延长, 但其相关的副作用和耐药性问题依然成为医学界亟待解决的难题。尤其是在大多数标准治疗方法无法显著改善患者的生活质量时, 寻求来自传统医学的辅助疗法变得愈发重要。山慈菇作为一种在传统中医学中被广泛应用的药物, 以其镇痛、抗炎、抗肿瘤等多重药理作用受到广泛关注, 同时其对肺癌的治疗潜力也逐渐为现代临床研究所重视[2]。

对山慈菇的药理作用的探讨首先应从其主要化学成分入手。研究显示, 山慈菇提取物中发现了近 190 个化合物, 包括菲类、联苯类、酮类、糖苷类、萜类等[3]。这些成分通过多种途径, 如抑制细胞增殖、诱导凋亡、调节细胞周期等, 展现出抗癌活性。研究表明在恶性肿瘤治疗中常用药物约 453 种, 其中山慈菇的使用频率最高, 占 2/3 [4]。

2. 山慈菇治肺癌的中医理论基础

中医药理论为山慈菇在肺癌治疗中的应用提供了重要的理论支持。在中医学中, 肺癌的发生被视为“痰湿内阻”“气滞血瘀”及“阴虚火旺”等病理状态的综合体现, 因此, 在治疗上必须采取辩证施治的原则, 强调整体与局部的调和。从中医理论的角度来看, 山慈菇具有“清热解毒”“化痰散结”的特殊功效。在山慈菇的化学成分中, 具有显著抗肿瘤作用的化合物如多酚类物质、甾醇类成分等被认为是其药效的主要来源。研究表明, 这些成分能够通过调节机体免疫功能, 抑制癌细胞的生长与扩散, 从而在一定程度上改善患者的整体生理状态。芦艺凡[5]等通过山慈菇提取物成功显著降低了肺癌小鼠肿瘤的体积, 提示其在抗肿瘤方面的潜力。这种结果不仅为山慈菇在肺癌治疗中的应用提供了实验依据, 也与中医上关于“清热解毒”的理论密切相关。

山慈菇在癌症的辅助治疗中, 通过其“调和脏腑”“畅通经络”的作用, 可以有效缓解肺癌患者因病情带来的身体虚弱及心理压力。根据《内经》和《伤寒论》的理论, 气血失调常导致疾病加重, 而山慈菇通过其对血液循环的促进作用, 有助于纠正这一不平衡状态。

3. 山慈菇的化学成分

中药山慈菇为兰科植物杜鹃兰、独蒜兰和云南独蒜兰的干燥假鳞茎, 现代药理学证明山慈菇具有多种生物碱, 有较强的抗癌活性[6]。截至 2024 年 8 月, 研究学者已从杜鹃兰中分离得到接近 200 个化合物; 从独蒜兰中分离得到 100 多个化合物; 从云南独蒜兰中分离得到 80 多个化合物[7]。

山慈菇的主要活性成分包括菲类、甾体类、联苯类、有机酸类、酮类、糖苷类、萜类、苄基衍生物等。菲类化合物是由二苯乙烯的前体芳香环氧偶联形成的一种芳香代谢物, 山慈菇中含有的菲类化合物主要为二氢菲类, 在山慈菇细胞毒作用中扮演着重要角色[8]。有报道从杜鹃兰中分离出 β -谷甾醇、腺苷、胡萝卜苷等植物常见代谢产物, 其属于甾体类化合物, 具有显著的抗 VEGF 药理活性。在山慈菇中已发现黄酮类化合物 18 个。有机酸类化合物具有挥发性, 药理作用广泛, 包括抗炎、抗血栓、抗氧化等[9]。山慈菇多糖的活性研究较少, 可通过使 Bcl-2 表达减少进而抑制荷 H22 肝癌小鼠的肿瘤生长[10]。从上述结果来看, 山慈菇的抗肿瘤活性不仅依赖于其化学成分的直接细胞毒性, 还可能涉及复杂的分子机制, 包括诱导细胞凋亡、抑制细胞周期的调节等方面。

4. 山慈菇抗肺癌的核心药理作用及作用机制

4.1. 抑制肿瘤细胞增殖与诱导凋亡

山慈菇在抗肺癌领域的应用引起了广泛关注, 尤其是在抑制肿瘤细胞增殖与诱导细胞凋亡的机制方面。研究表明, 山慈菇提取物槲皮素能通过抑制 Snail 介导的上皮-间充质转化来抑制原位 A549 异种移植模型中非小细胞肺癌(NSCLC)细胞系的增殖, 进而导致细胞的停滞与死亡以延长存活时间[11]。

具体而言, 流式细胞术分析显示山慈菇处理后, 肿瘤细胞的 G0/G1 期比例增加, S 期比例下降, 这一现象表明山慈菇通过诱导细胞周期停滞, 抑制了细胞增殖的能力。进一步的机制研究揭示, 山慈菇诱导的细胞周期停滞与上调 p21 (Cyclin-dependent kinase inhibitor 1, CDK1)及下调 Cyclin D1 (细胞周期调控蛋白 D1)密切相关, 这表明其在调控细胞周期相关基因表达方面发挥了重要作用[12]。

山慈菇还显著促进了肿瘤细胞的凋亡。细胞凋亡是基因介导的主动发生的程序性死亡, 在正常情况下细胞凋亡与增殖维持动态平衡, 随着对肿瘤细胞的凋亡和调控机制认识的不断深入, 选择性地抑制细胞增殖与诱导细胞凋亡是治疗恶性肿瘤的一个方向[13]。于林楠等[14]通过研究发现山慈菇可以上调 Bax (Bcl-2 associated X protein)表达, 增强线粒体外释放细胞色素 c (Cytochrome c), 同时下调抗凋亡基因 Bcl-2 (B-cell lymphoma 2), 引发了肿瘤细胞的程序性死亡。这种细胞内凋亡信号通路的激活, 进一步确立了

山慈菇在抗癌研究中的药理学地位。

4.2. 抑制肿瘤转移与侵袭

肿瘤细胞的转移与侵袭是肺癌致死的重要原因之一,恶性肿瘤细胞穿透基底膜,通过细胞迁移进入血液或淋巴系统,进而到达远端并恶性增殖[15]。而山慈菇通过多种机制在细胞层面上发挥其抗肿瘤作用,尤其是在抑制肿瘤细胞迁移和侵袭能力的研究中表现出色,能有效降低肿瘤中的转移基因、限制其对细胞基底膜及细胞外基质的降解程度,以此降低肿瘤细胞侵袭能力[16]。

山慈菇对肿瘤转移的抑制作用与其对特定酶类的抑制机制密切相关。已有研究表明,山慈菇能够显著降低金属基质蛋白酶(MMPs)的表达水平。MMPs作为细胞外基质(ECM)降解的主要酶,其过度表达往往导致肿瘤细胞的侵袭性提高。山慈菇通过下调MMP-2和MMP-9的活性,抑制肿瘤细胞通过基质的迁移能力,从而减弱了肿瘤的侵袭性[17]。程清波等[18]发现山慈菇能影响上皮间质转化,进而影响肿瘤细胞的侵袭和转移。高异黄酮为山慈菇提取物之一,能够抑制毛细血管生成,显著降低肿瘤活性,有效控制肿瘤转移及生长,并存在一定的肿瘤消退能力[16]。

肿瘤微环境的改变也是山慈菇抗肿瘤效果的重要方面。山慈菇能够通过调节细胞因子的分泌来影响肿瘤微环境,进而抑制肿瘤转移。研究发现,山慈菇能够上调肿瘤抑制因子(如IL-10),并下调促炎因子(如IL-6、TNF- α)的产生,这在一定程度上减弱了癌细胞的生存优势和转移能力[19]。具体来说,抑制因子的增加能够减弱促炎微环境对肿瘤细胞迁移和侵袭的促进作用,从而限制了肿瘤细胞的转移。

4.3. 免疫调节与微环境调控

TNF- α 、IL-6是常见的炎症因子,TNF- α 生理状态下有助于增强免疫力和抑制肿瘤生长,但当超过一定量时可增大和加重炎症反应,引起多种病理损伤,促进肿瘤增殖;IL-6能促进肿瘤细胞增殖,通过降低免疫功能来减弱抗肿瘤作用[20]。近年来,山慈菇在抗肺癌药理研究中展现出显著的免疫调节作用,尤其是在增强机体对肺癌细胞的免疫反应方面。研究表明,山慈菇提取物能够有效激活巨噬细胞(macrophage)及T细胞(T cell)等免疫细胞,从而增强肿瘤微环境中的免疫反应。这一现象可以归因于山慈菇中的生物活性成分,如小檗碱(berberine)和番茄红素(lycopene),它们能够通过调节细胞因子(cytokines)的分泌,促使免疫细胞积聚于肿瘤微环境中[21]。

具体而言,山慈菇提取物的应用会导致白细胞介素-2(IL-2)和干扰素 γ (IFN- γ)的显著上调。这些细胞因子不仅具有促进细胞增殖的作用,还有助于增强免疫细胞对肿瘤抗原(tumor antigen)的识别能力。山慈菇还通过下调肿瘤细胞中程序性死亡配体-1(PD-L1)的表达,进一步减轻了肿瘤对免疫系统的抑制效应,这为肿瘤免疫疗法的优化提供了可能的方案[22]。

肿瘤微环境主要是由肿瘤细胞、免疫细胞、细胞因子、炎症因子等相互作用而形成的,受多阶段、多因素调控[23]。IL-1家族中,IL-1 β 与肿瘤发生发展关系最为密切,IL-1 β 在肝癌、胃癌、结肠癌、乳腺癌、肺癌等多种恶性肿瘤中高水平表达[24]。唐春明[19]等研究发现山慈菇提取物可下调细胞中TNF- α 、IL-1 β 、IL-6的表达与分泌,调节肿瘤微环境,从而起到抑制肿瘤细胞增殖的作用。王宏伟[25]等研究显示,山慈菇通过改变肿瘤微环境中的细胞成分和细胞外基质(extracellular matrix, ECM)构成,能够降低肿瘤细胞增殖和转移的能力。特别是,山慈菇可促使肿瘤相关成纤维细胞(cancer-associated fibroblast, CAF)转换为更具抑制性的表型,进而减少肿瘤细胞的生长因子(growth factor)释放。这一机制在某种程度上揭示了山慈菇通过影响肿瘤微环境中的细胞间相互作用,从而实现对肺癌细胞的间接抑制效果。

4.4. 抗血管生成与细胞毒性

山慈菇作为一种中药材,其核心药理作用之一便是通过抑制血管生成(Angiogenesis)及干预肿瘤代谢

(Tumor Metabolism)来发挥抗肿瘤效果[26]。血管生成是肿瘤生长和转移的必经之路, 因此, 针对这一生物过程的干预成为了癌症治疗的重要策略[27]。

李余先[28]等采用鸡胚尿囊膜血管生成模型(chick embryo choriallantoic membrane, CAM)对山慈菇提取物的血管生成抑制作用进行了评估。实验结果表明, 山慈菇提取物能够抑制 HUVEC 细胞的增殖, 以及体内血管的新生成, 其抗肿瘤作用机制可能与此相关。Zhang 等[29]研究发现山慈菇的提取成分 β -谷甾醇是通过抑制血管内皮生长因子(VEGF)的生成来控制肺癌、乳腺癌等。且在一系列剂量依赖性实验中, 随着 β -谷甾醇浓度的增加, 血管生成相关因子如 VEGF 和基质金属蛋白酶(MMPs)的表达水平明显下降[30]。这表明山慈菇通过调控微环境中的关键因子, 有效抑制肿瘤的新生血管生成。

细胞毒类抗肿瘤药物是指可直接杀伤或抑制肿瘤细胞增殖和生长的药物。LIU L [31]等通过体外实验将山慈菇提取物作用于肺癌细胞、结肠癌细胞及宫颈癌细胞发现其具有一定细胞毒作用, 可减缓肿瘤细胞生长。另有研究表明, 山慈菇块茎乙醇提取物 cirrhopetalanthrin (I)对人类肺癌、胃癌、乳腺癌、卵巢癌等多种肿瘤细胞有中等强度的细胞毒作用[32]。

5. 山慈菇的不良反应及其应对措施

在山慈菇的应用过程中, 尽管其药理作用对中晚期肺癌的治疗展现出积极的前景, 但其潜在的不良反应同样不容忽视。根据近年来的临床研究数据, 山慈菇的使用可能伴随几种不良反应的出现, 包括但不限于胃肠道不适、过敏反应及神经系统的不良影响。这些反应的发生机制复杂, 主要与其活性成分对生物体内信号通路的调节作用有关。

具体而言, 山慈菇中的主要药效成分如多糖和黄酮类在调节免疫反应中发挥重要作用。然而, 这些成分的免疫调节作用在堵塞肿瘤生长的同时, 也可能引发机体的超敏反应。为了降低这些不良反应的发生率, 合理的剂量调整是不可或缺的[2]。研究表明, 制定个体化的用药方案, 结合患者的具体生理和病理状态, 可以有效减少不良反应的发生。

6. 结语与展望

山慈菇作为一种传统中药材, 其在中晚期肺癌治疗中的潜力展现了中医药与现代医学结合的广阔前景。在改善患者生活质量、缓解治疗副作用方面的作用也逐渐得到了临床研究的支持, 其免疫调节作用和对肿瘤微环境的影响为未来的治疗策略提供了重要的依据。在抗肺癌领域, 山慈菇的活性成分如生物碱、多糖类、甾醇类和黄酮类化合物等, 通过多条途径发挥药理效应, 均显示出显著的抗肿瘤作用。这些成分不仅能够抑制肿瘤细胞的增殖和诱导凋亡, 还可能通过调节细胞因子、抑制血管生成和改变肿瘤微环境来增强免疫反应, 降低肿瘤的转移潜力, 在抗肺癌治疗中具有重要的临床意义。

然而, 山慈菇在应用过程中的潜在不良反应也需要引起重视。通过个体化用药方案和定期监测患者的身体反应, 有助于降低副作用的发生率, 提高治疗的安全性和效果。同时, 基于对山慈菇的深入研究, 可以为患者提供更为有效的治疗方案, 改善其生存状况和生活质量, 展现出中药在现代医疗体系中的重要价值。

参考文献

- [1] 樊代明, 陆舜, 王俊, 等. 中国肿瘤整合诊治指南肺癌 2022 [M]. 天津: 天津出版传媒集团, 天津科学技术出版社, 2022.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [3] Wu, X., Li, W., Chen, J., Zhai, J., Xu, H., Ni, L., et al. (2019) Chemical Constituents and Biological Activity Profiles on *Pleione* (Orchidaceae). *Molecules*, **24**, Article 3195. <https://doi.org/10.3390/molecules24173195>

- [4] Zhang, L., Yang, K., Wang, M., Zeng, L., Sun, E., Zhang, F., *et al.* (2021) Exploring the Mechanism of *Cremastra appendiculata* (SUANPANQI) against Breast Cancer by Network Pharmacology and Molecular Docking. *Computational Biology and Chemistry*, **94**, Article ID: 107396. <https://doi.org/10.1016/j.compbolchem.2020.107396>
- [5] 芦艺凡, 王宇, 姜婷月, 等. 山慈菇水提物抗肝癌有效部位筛选及其对肝癌小鼠肿瘤血管生成的影响[J]. 中草药, 2025, 56(5): 1607-1616.
- [6] 肖培根. 新编中药志[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 100-104.
- [7] 张超, 高一军, 孙启慧, 等. 山慈菇化学成分信息库的构建[J]. 中药材, 2024, 47(12): 3165-3176.
- [8] Kovács, A., Vasas, A. and Hohmann, J. (2008) Natural Phenanthrenes and Their Biological Activity. *Phytochemistry*, **69**, 1084-1110. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.12.005>
- [9] 汤喜兰, 刘建勋, 李磊. 中药有机酸类成分的药理作用及在心血管疾病的应用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(5): 243-246.
- [10] 徐小娟, 蔡懿鑫, 毛宇, 等. 山慈菇多糖对荷 H22 肝癌小鼠的抗肿瘤机制研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(7): 23-25.
- [11] Chang, J., Lai, S., Chen, W., Hung, W., Chow, J., Hsiao, M., *et al.* (2017) Quercetin Suppresses the Metastatic Ability of Lung Cancer through Inhibiting Snail-Dependent Akt Activation and Snail-Independent ADAM9 Expression Pathways. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)—Molecular Cell Research*, **1864**, 1746-1758. <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2017.06.017>
- [12] 方健, 王辰男, 孟庆刚. 山慈菇提取物对肝癌细胞 Huh7 增殖、凋亡的影响及其机制[J]. 山东医药, 2020, 60(11): 11-15.
- [13] Green, D.R., Galluzzi, L. and Kroemer, G. (2014) Metabolic Control of Cell Death. *Science*, **345**, Article ID: 1250256. <https://doi.org/10.1126/science.1250256>
- [14] 于林楠, 翟宏颖. 山慈菇提取物对结肠癌 HT29 细胞凋亡的影响[J]. 中国民族民间医药, 2016, 25(16): 17-19.
- [15] Mierke, C.T. (2019) The Matrix Environmental and Cell Mechanical Properties Regulate Cell Migration and Contribute to the Invasive Phenotype of Cancer Cells. *Reports on Progress in Physics*, **82**, Article ID: 064602. <https://doi.org/10.1088/1361-6633/ab1628>
- [16] 肖开. 中药山慈菇辅助治疗晚期非小细胞肺癌的临床效果[J]. 慢性病学杂志, 2021, 22(1): 142-143, 146.
- [17] 赵凌云. 血清 MMP-9 和 LCN-2 水平在乳腺癌患者中表达意义及相关性分析[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2020, 12(6): 756-759.
- [18] 程清波, 杨艳萍, 王滢, 等. 山慈菇对肝癌细胞凋亡和上皮间质转化的影响[J]. 中医学报, 2021, 36(10): 2202-2207.
- [19] 唐纯明, 何自力, 李军. 山慈菇提取物对肝癌细胞增殖及 TNF- α 、IL-1 β 、IL-6 表达的影响[J]. 山东医药, 2020, 60(8): 11-14.
- [20] 汪利凤, 周利鹏, 肖萍, 等. 超声引导下胸部神经阻滞对乳腺癌根治术患者应激反应及炎症细胞因子的影响[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(3): 678-683.
- [21] 刘颖, 马丽杰, 董欣敏, 等. 山慈菇正丁醇提取物对 NR8383 细胞分泌的 IL-1 β 和 TNF- α 水平的影响[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(24): 93-97.
- [22] 张子英. PD-L1 调节蒙、中、藏常用抗癌药山慈菇酯提物抗 4T1 乳腺癌的分子免疫药理学机制[Z]. 呼和浩特: 内蒙古医科大学, 2023-07-18.
- [23] 剧雪华. IL-1 β 和 IL-6 在结直肠癌患者中的表达及意义[J]. 河北医药, 2015, 37(18): 2807-2810.
- [24] Su, B., Luo, T., Zhu, J., Fu, J., Zhao, X., Chen, L., *et al.* (2015) Interleukin-1 β /Interleukin-1 Receptor-Associated Kinase 1 Inflammatory Signaling Contributes to Persistent Gankyrin Activation during Hepatocarcinogenesis. *Hepatology*, **61**, 585-597. <https://doi.org/10.1002/hep.27551>
- [25] 王宏伟, 田欣圆, 于蕾. 山慈菇的化学成分及其抗肿瘤作用机制研究进展[J]. 内蒙古医科大学学报, 2022, 44(3): 305-309.
- [26] 王骁, 范焕芳, 李德辉, 等. 山慈菇抗肿瘤作用研究进展[J]. 江苏中医药, 2023, 55(2): 74-76.
- [27] 陈俊良, 王风华. 2021 版 CSCO 胃癌诊疗指南转移性胃癌更新解读[J]. 中国肿瘤临床, 2022, 49(7): 325-330.
- [28] 李余先, 杜刚, 官丽丽, 等. 山慈菇提取物抑制血管形成的药效学研究[J]. 吉林农业, 2015(21): 76-77.
- [29] Zhang, X., Bi, C., Shi, H. and Li, X. (2021) Structural Studies of a Mannoglucan from *Cremastra appendiculata* (Orchidaceae) by Chemical and Enzymatic Methods. *Carbohydrate Polymers*, **272**, Article ID: 118524. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118524>

-
- [30] 林明珠, 赵岩, 蔡恩博, 等. β -谷甾醇对 H22 荷瘤小鼠体内抗肿瘤作用[J]. 中国公共卫生, 2017, 33(12): 1797-1800.
- [31] Liu, L., Li, J., Zeng, K., Jiang, Y. and Tu, P. (2016) Five New Biphenanthrenes from *Cremastra appendiculata*. *Molecules*, **21**, Article 1089. <https://doi.org/10.3390/molecules21081089>
- [32] 夏文斌, 薛震, 李帅, 等. 杜鹃兰化学成分及肿瘤细胞毒活性研究[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(23): 1827-1830.