

# Research Progress on Protective Effects of Polysaccharide on Alcoholic Liver Injury in Mice

Wenling Tang<sup>1</sup>, Baofu Jia<sup>2</sup>, Xiaofang Wang<sup>1</sup>, Yunyu Xu<sup>1</sup>, Yingzheng Wu<sup>1</sup>, Xi Xu<sup>3</sup>, Li Bao<sup>1</sup>, Hong Lin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wenzhou Medical University, Wenzhou Zhejiang

<sup>2</sup>Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

<sup>3</sup>Renji College, Wenzhou Medical University, Wenzhou Zhejiang

Email: 604379355@qq.com

Received: Jan. 14<sup>th</sup>, 2016; accepted: Feb. 2<sup>nd</sup>, 2016; published: Feb. 5<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## Abstract

Alcoholic liver disease (ALD) is a kind of liver lesions caused by a long-term, a large number of drinking Alcoholic beverages, active oxygen and free radicals play an important role in the process of Alcoholic liver injury. Polysaccharides widely exist in animals, plants and microorganisms, some polysaccharide of natural products provide with antioxidation markedly, antioxidants are able to reduce the formation of reactive oxygen species through a series of chemical reactions or enhance the levels of body's antioxidant, protecting the body from oxidative stress and scavenging the free oxygen radicals effectively. This review will make a brief introduction on protective effects of polysaccharide on alcoholic liver injury in mice.

## Keywords

Alcoholic Liver Disease, Oxidative Stress, Polysaccharide

# 多糖对酒精诱导小鼠肝损伤保护作用的研究进展

汤文玲<sup>1</sup>, 贾宝福<sup>2</sup>, 王小芳<sup>1</sup>, 许韵宇<sup>1</sup>, 吴应铮<sup>1</sup>, 徐 熙<sup>3</sup>, 鲍 莉<sup>1</sup>, 林 虹<sup>1</sup>

文章引用: 汤文玲, 贾宝福, 王小芳, 许韵宇, 吴应铮, 徐熙, 鲍莉, 林虹. 多糖对酒精诱导小鼠肝损伤保护作用的研究进展[J]. 自然科学, 2016, 4(1): 1-7. <http://dx.doi.org/10.12677/ojns.2016.41001>

<sup>1</sup>温州医科大学, 浙江 温州

<sup>2</sup>内蒙古医科大学, 内蒙古 呼和浩特

<sup>3</sup>温州医科大学仁济学院, 浙江 温州

Email: 604379355@qq.com

收稿日期: 2016年1月14日; 录用日期: 2016年2月2日; 发布日期: 2016年2月5日

## 摘要

酒精性肝病(Alcoholic liver disease, ALD)是因长期、大量饮用各种含酒精的饮料所致的肝脏损害性病变, 活性氧和自由基在酒精性肝损伤的发病过程中发挥了重要的作用。多糖广泛存在于动物、植物和微生物体内, 某些天然产物中的多糖具有显著的抗氧化性, 抗氧化剂能通过一系列化学反应减少活性氧的形成或者增强机体的抗氧化防御水平, 从而保护机体免受氧化应激损伤, 对活性氧自由基具有较好的清除作用。本文就有关多糖对小鼠酒精性肝损伤保护作用研究进展进行简要概述。

## 关键词

酒精性肝病, 氧化应激, 多糖

## 1. 引言

酒精性肝病是指由于酒精摄入过多而导致肝细胞内异常物质产生或正常物质异常增多而引起的一系列损害性病变, 按疾病发展程度可分为酒精性脂肪肝、酒精性肝炎、酒精性肝硬化, 其最终可发展为酒精性肝癌导致患者死亡[1]。在西方国家, 酒精性肝病是导致肝硬化的最主要原因, 也是常见的十大死因之一[2]。近年来, 我国因酒精所引起的肝损伤发病率亦逐渐上升, 酒精性肝病已成为继病毒性肝炎之后的主要肝脏疾病, 因此对酒精性肝病的研究日益引起广泛关注。

酒精性肝病致病因素单一, 但发病机制较为复杂, 研究认为酒精及其代谢产物通过氧化应激、免疫介导及促进细胞凋亡等途径, 抑制肝脏蛋白合成, 促使氧自由基生成增多, 引起肝细胞变性、坏死, 从而导致肝损伤发生[3]。其中, 酒精介导的氧化应激和氧自由基增多是导致肝脏损害的主要原因[4]。因此, 通过抗氧化途径减轻酒精引起的氧化应激性损伤是治疗酒精性肝病的关键[5] [6]。

多糖广泛存在于动物、植物和微生物体内, 是生命的物质基础, 具有可与核酸或蛋白质相比拟的信息功能, 参与细胞间的识别、机体免疫功能的调节、细胞间物质的运输及细胞的转化、凋亡等过程, 且大多数无毒[7]。20世纪40年代人类发现真菌多糖具有抗癌作用, 大量的药理和临床研究表明, 多糖可以调节免疫, 促进细胞因子生成[8], 同时还具有抗肿瘤、抗氧化及抗疲劳等功能[9]-[11]。对多糖活性及其作用机理的研究已从一般药理研究发展到细胞、分子水平, 并逐步向保健和治疗方向转化, 其保护酒精性肝损伤的作用也逐渐引起人们关注。

## 2. 玉郎伞多糖

玉郎伞(又名龙眼参)是广西壮族习用药材, 民间常用于治疗营养不良、产后虚弱等。玉郎伞多糖具有较强的抗羟自由基和氧自由基、抗肿瘤与抗肝纤维化的作用[12]-[14]。付书婕[15]等在研究玉郎伞多糖对小鼠急性酒精性肝损伤保护作用时, 以10 ml/kg 50%酒精建立急性酒精性肝损伤模型, 测定血清转氨酶、肝组织超氧化物歧化酶活性及甘油三酯含量, 并进行病理组织学观察。结果显示, 玉郎伞多糖组小鼠血

清谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)及三酰甘油(TG)水平明显低于急性酒精性肝损伤模型组,表明玉郎伞多糖对急性酒精性肝损伤具有明显保护作用,其机制可能是通过不同程度升高肝脏内超氧化物歧化酶(SOD)活性水平,提高抗氧化酶活性,清除自由基,防止脂质过氧化,从而保护肝脏。

### 3. 大蒜多糖

大蒜为百合科葱属植物,富含多种氨基酸、维生素及微量元素,其有效成分之一大蒜素制剂在临床上作为抗菌抗炎药广为应用,此外,相关研究结果表明,多糖作为另一主要活性成分具有抗衰老、抗肿瘤、抗凝血、抗氧化及护肝作用[16]-[19]。

刘魁[20]等采用酶法提取大蒜多糖,通过体外抗氧化能力的研究认为大蒜多糖具有较强的抗氧化特性。刘超群等[21]用 70 只昆明小鼠随机分为对照组、模型组以及实验组,实验组按照低剂量组( $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )、中剂量组( $150 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )、高剂量组( $200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )给予大蒜多糖保护,采取剂量递增法,用酒精建立小鼠慢性酒精中毒模型,同时用大蒜多糖进行干预。实验 8 周后,比较造模组与保护组的各项指数,比较分析小鼠的体重、肝质量指数、血清 ALT 和 AST 活性、 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATP}$  酶活性、还原型谷胱甘肽(GSH)水平、GSH-Px(谷胱甘肽过氧化物酶)、SOD 活性和肝脏丙二醛(MDA)水平等,结果发现,大蒜多糖对慢性酒精中毒小鼠肝损伤有保护作用且其机理与提高机体抗氧化能力、降低氧化应激损伤程度有关。肝细胞形态学检查结果进一步证实大蒜多糖对小鼠酒精性肝损伤早期出现的脂肪变性和炎症病理学改变具有抑制作用。

### 4. 香菇多糖

香菇多糖是香菇中的主要活性成分,具有调节免疫、抗肿瘤、抗病毒、抗氧化、抗感染及延缓衰老作用[22] [23],是一种兼有抑制肿瘤和提高免疫功能的多糖类生物反应调节剂,临床主要用于治疗胃癌、肝癌、肺癌及血液系统肿瘤相关性疾病[24]-[26]。

香菇多糖对小鼠酒精性肝损伤预防性保护作用的研究中,通过酒精灌胃,造成急性酒精性肝损伤模型;实验组分别按低剂量组( $50 \text{ mg/kg}$ )、中剂量组( $100 \text{ mg/kg}$ )和高剂量组( $200 \text{ mg/kg}$ )给予香菇多糖保护,3 小时后分别给予酒精灌胃。后将各组小鼠血清相关生化指标及肝脏组织切片对比观察,结果提示:多糖保护组小鼠血清 AST、ALT 及肝细胞损伤程度明显低于模型组。机制研究表明其主要通过提高 SOD 和 GSH 活性,降低 MDA 的含量,增强细胞膜及线粒体膜结构的稳定性和清除自由基,从而达到保护肝脏的作用[27]。

### 5. 贻贝多糖

贻贝是海产双壳贝类,俗称青口、海红,其干制品统称淡菜。据《本草纲目》记载,贻贝主治虚劳伤惫、精血衰少、能补五脏等,具有很高的营养价值和食疗、药用功效。从贻贝中提取到的多种活性成分,具有抗菌、抗病毒、抗炎、抗氧化、抗肿瘤等作用[28],据报道贻贝多糖能有效增强小鼠免疫力,能够显著增加小鼠的细胞免疫功能、体液免疫功能[29]。对临床肿瘤放、化疗患者及各种原因造成的免疫功能低下患者可以起到有效的辅助治疗作用,能有效保护细胞免受  $\text{H}_2\text{O}_2$  引起的氧化损伤[30]。

李江滨[31]等进行的贻贝多糖对小鼠酒精性肝损伤的影响研究中,是以酒精灌胃法制作小鼠酒精性肝损伤模型,观察血清 ALT、AST、TG 和肝匀浆中 GSH、MDA 等指标的变化。每天除正常对照组外其余各组均给予酒精  $15 \text{ mL/kg}$ ,实验组分别按低剂量组( $50 \text{ mg/kg}$ )、中剂量组( $100 \text{ mg/kg}$ )、高剂量组( $200 \text{ mg/kg}$ )给予贻贝多糖保护。结果显示贻贝多糖明显降低酒精性肝损伤小鼠血清 AST、ALT、TG、MDA 水平,还明显升高酒精性肝损伤小鼠血清中 GSH,可进一步减轻脂质过氧化反应,证实贻贝多糖对小鼠酒精性肝损伤有明显保护作用且贻贝多糖能够增强细胞膜的稳定性、降低血脂及减轻脂质过氧化反应。

## 6. 桦褐孔菌多糖

桦褐孔菌属于真菌门、担子菌亚门、层菌纲、非褐菌目、多孔菌科、褐卧孔菌属[32]。桦褐孔菌具有抗炎、抗氧化、调血脂、调节免疫等多种药理效应[33]。相关文献报道桦褐孔菌多糖对 CCl<sub>4</sub> 引起的急性肝损伤、二乙基亚硝胺引起的亚急性肝损伤及急性酒精性肝损伤均有保护作用[34]。

在桦褐孔菌多糖对急性酒精性肝损伤模型鼠的保护作用实验中, 分别建立空白对照组、急性酒精性肝损伤模型组以及实验组, 实验组按低剂量组(200 mg/kg)、中剂量组(400 mg/kg)、高剂量组(600 mg/kg)给予桦褐孔菌多糖保护。结果显示, 从外周血 AST、ALT 检测水平及肝脏组织切片观察相比较, 模型组肝功能下降程度及肝细胞受损程度明显高于空白对照组, 而桦褐孔菌多糖保护组相关指标则明显低于模型组, 研究表明桦褐孔菌多糖对酒精性肝损伤具有良好的保护作用, 但具体机制不详, 可能与其抗氧化作用有关[35]。

## 7. 白首乌粗多糖

白首乌为我国传统中药, 具有养血益肝、固肾益精、乌须黑发和延年益寿的功效。现代研究发现白首乌中含有多种有效成分, 具有抗肿瘤、抗衰老和保肝等多方面的药理活性[36]-[38]。

白首乌粗多糖对酒精性肝损伤的保护作用研究实验中, 将健康小鼠随机分为空白对照组、模型组、阳性对照组、三种不同剂量多糖实验保护组。模型组给予酒精灌胃形成急性酒精性肝损伤模型, 实验组按低剂量组(100 mg/kg<sup>-1</sup>)、中剂量组(250 mg/kg<sup>-1</sup>)、高剂量组(500 mg/kg<sup>-1</sup>)给予多糖保护, 阳性对照组、空白对照给予相同剂量生理盐水灌胃处理, 连续 8 天, 每天 1 次。取小鼠外周血, 检测转氨酶变化水平并进行比较。结果显示多糖保护组血清 AST 及 ALT 明显低于模型组, 证实白首乌糖对酒精性肝损伤具有显著的保护作用[39]。

## 8. 姬菇多糖

姬菇, 又名真姬菇, 属侧耳科侧耳属。姬菇提取物具有抑制肿瘤生长、降血糖、抗病毒、调节机体免疫功能及清除自由基的作用[40]-[43]。

据报道, 姬菇多糖能明显改善酒精性肝损伤小鼠肝细胞的病理改变, 对其具有较好的保护作用。作用机制可能是增强机体抗氧化能力和免疫力, 拮抗酒精及其代谢产物引起的氧化应激, 减少自由基的产生, 抑制自由基介导的脂质过氧化反应, 促进肝细胞的修复和再生, 从而达到保护肝脏的作用。实验方法是将对小鼠分为空白对照组、模型组、阳性对照组和实验组, 实验组按低剂量(100 mg/(kg·d))、中剂量(200 mg/(kg·d))、高剂量(400 mg/(kg·d))给予多糖保护, 连续灌胃 30 d 后, 除空白对照组外, 给予 50% 体积分数的乙醇溶液建立小鼠急性肝损伤模型。12 h 后, 取血液和肝脏测定各项抗氧化指标, 并观察肝组织病理学变化。结果显示, 与模型组相比, 多糖各剂量组能降低血清 AST、ALT 活性和肝脏 MDA 含量, 提高肝脏 SOD、过氧化氢酶(CAT)活性、GSH 含量, 从而表明姬菇多糖对酒精性肝损伤小鼠的肝细胞具有保护作用, 并且姬菇多糖能明显改善肝组织病理损伤程度, 对酒精所致小鼠急性肝损伤具有明显保护作用[44]。

## 9. 花生多糖

花生, 又名金果、长寿果、长果、番豆、金果花生, 是亚洲、非洲大部分地区的重要作物之一。目前国内外对花生生物活性成分的研究主要集中在蛋白质和油脂方面, 对其多糖的性质结构尤其是保健功能的研究鲜有报道[45]。花生中含有较高量的多糖, 刘辉[46]等以花生粕为原料, 采用酶法提取花生多糖, 并对其氧化活性进行研究, 结果显示, 花生多糖对·OH 和·O<sup>2-</sup>自由基表现出较强的清除能力。

花生多糖对酒精所致小鼠急性肝损伤有保护作用[45], 其方法是各组小鼠分别采用酒精诱导小鼠急性肝损伤, 取血液测定血清中 ALT、AST 活性, 取肝脏计算肝指数并制备肝匀浆测定其中 SOD 活力、MDA

含量,对数据作统计分析,并对小鼠肝脏进行组织切片观察。结果显示 50 mg/kg 的花生多糖能显著降低酒精性急性肝损伤所引起的 MDA 含量、肝脏指数、ALT 和 AST 活性的升高,拮抗肝脏中 SOD 活性的降低,明显改善肝组织损伤程度。从而表明花生多糖对酒精诱导的小鼠急性肝损伤有明显的保护作用。

## 10. 结语

长期大量饮酒会导致酒精及其代谢产物在肝脏内堆积,进而导致肝脏的一系列病变,对人类的健康有严重危害。多项研究结果表明多糖具有抗氧化作用,能够有效清除酒精代谢产生的自由基,改善酒精诱导的外周血血清学指标的改变,减轻肝细胞损伤,对酒精性肝损伤有显著的保护作用,其中,香菇多糖等已经应用于临床。

## 11. 前景展望

随着酒精性肝病的发病率不断上升,迫切需要更多对酒精性肝病有预防及治疗效果的药物,多糖对小鼠酒精性肝损伤保护作用正成为研究的热点。我国有着丰富的动植物资源,这为多糖的研究提供了物质保证,我们应该加深对多糖对酒精诱导小鼠肝损伤保护作用研究的水平和层次,为酒精性肝病的治疗及预防药物来源提供一种可能。

## 基金项目

温州医科大学学生科研立项资助课题(wyx2015101052, wyx2015101061, wyx201401033),浙江省新苗人才计划项目(2015R413048, 2015R413028),温州医科大学仁济学院学生科研立项资助课题(wyrj20150103),温州市公益性科技计划项目(Y20140739, Y20150094),温州医科大学人才启动项目(QTJ15001)。

## 参考文献 (References)

- [1] 韩婷,井源,吴静,董砚虎. 酒精性脂肪肝的肝损伤机制研究近况[J]. 实用肝脏病杂志, 2007, 10(4): 279-282.
- [2] 杨德利. 酒精性肝病[J]. 社区医学杂志, 2007, 5(7): 13-14.
- [3] 王育群,曹承楼,季光,张玮. 酒精性肝病的发病机制及其治疗[J]. 中西医结合肝病杂志, 1999, 9(3): 60-62.
- [4] Meagher, E.A., Barry, O.P., Burke, A., et al. (1999) Alcohol-Induced Generation of Lipid Peroxidation Products in Humans. *Journal of Clinical Investigation*, **104**, 805-813. <http://dx.doi.org/10.1172/JCI5584>
- [5] Wu, D. and Cederbaum, A.I. (2003) Alcohol, Oxidative Stress, and Free Radical Damage. *Alcohol Research & Health the Journal of the National Institute on Alcohol Abuse & Alcoholism*, **27**, 277-284.
- [6] Hopps, E. and Dcaimi, N. (2010) A Novel Component of the Metabolic Syndrome: The Oxidative Stress. *Nutrition Metabolism & Cardiovascular Diseases*, **20**, 72-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2009.06.002>
- [7] 史霖,宫长荣,毋丽丽. 植物多糖的提取分离及应用研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(9): 192-195.
- [8] 石磊,谭岩,刘志强,刘淑莹. 虎眼万年青多糖对小鼠免疫功能的调节作用[J]. 中国免疫学杂志, 2002, 18(11): 799-800.
- [9] 张峰,高群,孔令雷,等. 黄精多糖抗肿瘤作用的实验研究[J]. 中国实用医药, 2007, 2(21): 95-96.
- [10] Yue, X., Jiang, S., Su, D., et al. (2010) Composition Analysis and Anti-Hypoxia Activity of Polysaccharide from *Brassica rapa* L. *International Journal of Biological Macromolecules*, **47**, 528-533. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2010.07.008>
- [11] Li, S.P., Zhao, K.J., Ji, Z.N., et al. (2003) A Polysaccharide Isolated from *Cordyceps sinensis*, a Traditional Chinese Medicine, Protects PC12 Cells against Hydrogen Peroxide-Induced Injury. *Life Science*, **73**, 2503-2513. [http://dx.doi.org/10.1016/S0024-3205\(03\)00652-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0024-3205(03)00652-0)
- [12] 焦杨,段小群,黄仁彬,等. 玉郎伞提取物对超氧阴离子自由基的抑制和清除作用[J]. 广西医科大学学报, 2004, 21(1): 22-23.
- [13] 蔡文娥. 玉郎伞多糖抗肿瘤作用及其机制的研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西医科大学, 2008.
- [14] 段小群. 玉郎伞多糖(YLS)抗肝纤维化作用及机制的研究[D]: [博士学位论文]. 南宁: 广西医科大学, 2006.

- [15] 付书婕, 黄建春, 王乃平, 等. 玉郎伞多糖对小鼠急性酒精性肝损伤保护作用的研究[J]. 中国药房, 2009, 20(6): 406-408.
- [16] 郑敏, 丁虹, 汪晖, 等. 大蒜素对小鼠实验性肝损伤的保护作用[J]. 中草药, 2001, 32(5): 440-442.
- [17] 王文玲, 黄雪松, 曾莉莎. 大蒜多糖的研究综述[J]. 广州食品工业科技, 2001, 20(4): 144-146.
- [18] 吴基良, 余薇, 汪晖, 等. 大蒜多糖对阿霉素所致小鼠心脏毒性的拮抗作用[J]. 中国药理学通报, 2005, 21(1): 96-99.
- [19] 曾哲灵, 梁丽军, 季闯, 等. 大蒜多糖提取工艺优化及体外抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2009(4): 200-202.
- [20] 刘魁, 李朝阳, 等. 大蒜多糖的酶法提取及其抗氧化性研究[J]. 食品科学, 2008, 29(1): 117-120.
- [21] 刘超群, 陈静, 黄雪松, 陈翠桃, 吴伟青. 大蒜多糖对慢性酒精中毒小鼠肝损伤的保护作用[A]. 1671-587X(2012)01-0023-05.
- [22] Wasser, S.P. (2002) Medicinal Mushrooms as a Source of Antitumor and Immunomodulating Polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **60**, 258-274. <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-002-1076-7>
- [23] Khloodm, E.B., Yoshiharu, H., Kaampwe, M., et al. (2009) Protective Effect of *Pleurotus cornucopiae* Mushroom Extract on Carbon Tetrachloride-Induced Hepatotoxicity. *Japanese Journal of Veterinary Research*, **57**, 109-118.
- [24] 王慧铭, 黄素霞, 孙炜. 香菇多糖对小鼠降血糖作用及其机理的研究[J]. 中国自然医学杂志, 2005, 7(3): 181-184.
- [25] 钟耀广, 林楠, 王淑琴, 等. 香菇多糖的抗氧化性能与抑菌作用研究[J]. 食品科技, 2007(7): 141-144.
- [26] Yoshida, O., Nakashima, H., Yoshida, T., et al. (1988) Sulfation of the Immunomodulating Polysaccharide Lentinan: A Novel Strategy for Antivirals to Human Immunodeficiency Virus (HIV). *Biochemical Pharmacology*, **37**, 2887-2891. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-2952\(88\)90272-9](http://dx.doi.org/10.1016/0006-2952(88)90272-9)
- [27] 钟萍, 孙设宗. 香菇多糖对酒精性肝损伤小鼠预防性肝保护作用的研究[J]. 中国现代医学杂志, 2012(14), 34-37.
- [28] 李江滨, 黄迪南. 贻贝的药用价值研究进展[J]. 水产科学, 2004, 23(11): 43-44.
- [29] 姚滢, 魏江洲, 王俊, 等. 厚壳贻贝多糖的提取和免疫学活性研究[J]. 第二军医大学学报, 2005, 26(8): 896-899.
- [30] Xu, H.L., Guo, T.T., Guo, Y.-F., et al. (2008) Characterization and Protection on Acute Liver Injury of a Polysaccharide MP-I from *Mytilus coruscus*. *Glycobiology*, **18**, 97-103. <http://dx.doi.org/10.1093/glycob/cwm116>
- [31] 李江滨, 袁希福, 侯敢. 贻贝多糖对小鼠酒精性肝损伤的影响[A]. 食品科技, 1005-9989(2009)04-0188-02.
- [32] 黄年来. 俄罗斯神秘民间药用真菌: 桦褐孔菌[J]. 中国食用菌, 2002, 21(4): 7-8.
- [33] 钟秀宏, 杨淑艳, 孙东植. 桦褐孔菌药理作用的研究进展[J]. 中国药房, 2007, 18(25): 1983-1984.
- [34] 王晓刚, 韩春姬, 俞星. 桦褐孔菌多糖对二乙基亚硝铵致肝损伤的保护作用[J]. 环境与职业医学, 2010, 27(7): 407-410.
- [35] 吴艳玲, 南极星, 朴慧善. 桦褐孔菌乙醇提取物对急性肝损伤小鼠肝脏的保护作用[J]. 延边大学医学学报, 2008, 31(1): 25-27.
- [36] 赵冰清, 张为, 周源, 等. 瑶药白首乌的研究进程[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(3): 6882.
- [37] 张士侠, 李心, 尹家乐, 等. 江苏地产白首乌 C<sub>21</sub>甙拮抗衰老作用研究[J]. 实用老年医学, 2007(2): 104-107.
- [38] 尹家乐, 李心, 张士侠, 等. 白首乌 C<sub>21</sub>甙体酯苷对小鼠急性四氯化碳肝损伤的保护作用[J]. 安徽医药, 2007, 11(3): 198-200.
- [39] 赵冰清, 袁江, 刘勇, 等. 白首乌粗多糖对酒精性肝损伤的保护作用研究[C]//中华中医药学会. 中华中医药学会第九届中药鉴定学术会议论文集——祝贺中华中医药学会中药鉴定分会成立二十周年. 建德: 中华中医药学会, 2008: 2704-2705.
- [40] 周斌, 陶明煊, 程光宇, 郭永月. 姬菇多糖对酒精所致小鼠急性肝损伤的保护作用[J]. 食品科学, 2012(23): 323-326.
- [41] 王峰, 陶明煊, 程光宇, 等. 4种食用菌提取物自由基清除作用及降血糖作用的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(21): 343-347.
- [42] Ikekawa, T. (2001) Beneficial Effects of Edible and Medicinal Mushrooms on Health Care. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **3**, 291-298.
- [43] Ikekawa, T., Saitoh, H., Feng, W., et al. (1992) Antitumor Activity of *Hypsizigus marmoreus* I. Antitumor Activity of Extracts and Polysaccharides. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, **40**, 1954-1957. <http://dx.doi.org/10.1248/cpb.40.1954>

- [44] 陶明焯, 周斌, 郭永月, 等. 姬菇多糖对急性酒精性肝损伤小鼠的肝组织超微结构的影响[J]. 南京师大学报: 自然科学版, 2013(1): 85-89.
- [45] 姚秀芬, 程栋, 王承明. 花生粗多糖对四氯化碳及酒精所致小鼠急性肝损伤的保护作用[J]. 食品科学, 2011(9): 261-266.
- [46] 刘辉, 苗敬芝, 董玉玮. 酶法提取花生多糖及其抗氧化活性研究[J]. 农业机械, 2012(36): 54-56.