

# 益生菌发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠的解酒作用及酒精性肝损伤的保护作用

杨少波<sup>1\*</sup>, 王 坤<sup>1</sup>, 李国强<sup>2</sup>, 张付芸<sup>1</sup>

<sup>1</sup>山东华瀚食品有限公司, 山东 日照

<sup>2</sup>山东金瀚食品有限公司, 山东 日照

收稿日期: 2022年4月2日; 录用日期: 2022年5月5日; 发布日期: 2022年5月17日

## 摘 要

以急性酒精中毒小鼠为研究对象, 通过测定翻正反射消失及恢复时间、脑组织中 $\beta$ -内啡肽( $\beta$ -endomorphin,  $\beta$ -EP)水平、血清谷丙转氨酶(Alanine aminotransferase, ALT)和谷草转氨酶(Aspartate aminotransferase, AST)活性、肝脏抗氧化指标, 研究益生菌发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠的解酒及肝损伤的保护作用。结果表明, 与模型组相比发酵蜂花粉能延长醉酒耐受时间、缩短醒酒时间, 降低脑组织中 $\beta$ -EP水平, 保护肝脏细胞膜的完整性, 提高肝脏乙醇脱氢酶(Alcohol dehydrogenase, ADH)、乙醛脱氢酶(Aldehyde dehydrogenase, ADLH)、超氧化物歧化酶(Superoxide dismutase, SOD)活性, 提高还原型谷胱甘肽(Glutathione, GSH)水平、降低丙二醛(Malonyldialdehyde, MDA)水平。益生菌发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠具有解酒作用, 对酒精性肝损伤具有保护作用。

## 关键词

蜂花粉, 益生菌, 酒精中毒, 肝损伤

# The Anti-Inebriation of Probiotic Fermented Pollen on Acute Alcoholism Rats and Protection on Alcoholic Liver Injury

Shaobo Yang<sup>1\*</sup>, Kun Wang<sup>1</sup>, Guoqiang Li<sup>2</sup>, Fuyun Zhang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Shandong Huahan Foods Co., Ltd., Rizhao Shandong

<sup>2</sup>Shandong Jinhan Foods Co., Ltd., Rizhao Shandong

Received: Apr. 2<sup>nd</sup>, 2022; accepted: May 5<sup>th</sup>, 2022; published: May 17<sup>th</sup>, 2022

\*第一作者。

文章引用: 杨少波, 王坤, 李国强, 张付芸. 益生菌发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠的解酒作用及酒精性肝损伤的保护作用[J]. 食品与营养科学, 2022, 11(2): 139-146. DOI: 10.12677/hjfn.2022.112017

## Abstract

With acute alcoholism rats as the research object, the disappearance and recovery time of righting reflex,  $\beta$ -endomorphin ( $\beta$ -EP) in brain tissue, *Alanine aminotransferase* (ALT) and *Aspartate aminotransferase* (AST) levels, liver antioxidant indexes were measured to explore the anti-inebriation on acute alcoholism rats and protection on alcoholic liver injury by probiotic fermented pollen. The results showed that compared with the model group, probiotic fermented pollen could increase tolerance time and decrease sobering up time, reduce the level of  $\beta$ -EP in the brain tissue of rats, protect the integrity of cell membrane in the liver, improve the activity of *Alcohol dehydrogenase* (ADH) and *Aldehyde dehydrogenase* (ALDH), improve the activity of *Superoxide dismutase* (SOD) in the liver, improve the level of Glutathione (GSH), reduce the level of Malonyldialdehyde (MDA). Probiotic fermented pollen had anti-inebriation on acute alcoholism rats and protection on alcoholic liver injury.

## Keywords

Pollen, Probiotics, Alcoholism, Liver Injury

Copyright © 2022 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

酒精及其代谢产物乙醛对人体多种器官和系统都有损伤作用, 过量饮酒或长期酒精依赖会造成酒精中毒, 可造成 60 多种病变或伤害[1]。其中, 包括对肝脏、中枢神经系统、心脑血管系统、消化系统、生殖系统、内分泌系统、肾脏、骨骼、肌肉的病变或伤害, 尤其是对中枢神经系统和肝脏造成的伤害最为严重[2] [3] [4] [5]。酒精是具有亲脂性的小分子, 可透过血脑屏障直接作用于脑部, 导致大脑神经组织产生病变, 因此酒精对对中枢神经系统损伤较为严重。过量饮酒易导致急性酒精中毒, 过量的酒精刺激垂体前叶释放  $\beta$ -内啡肽, 作用于神经系统, 产生行为意识障碍, 表现为言语讷吃、头晕呕吐、视线模糊、嗜睡不醒等症状[6]。长期酒精依赖会造成慢性酒精中毒, 波及大脑皮层、小脑、脑桥和胼胝体等组织, 造成中枢神经组织的不可逆病变。肝脏是酒精代谢的主要器官, 酒精及其代谢中间产物乙醛对肝脏具有极强的毒性。长期过度饮酒会导致严重的肝脏损伤, 引发酒精性肝病(Alcoholic liver disease, ALD), 临床表现为脂肪肝、酒精性肝炎、肝纤维化、肝硬化、肝癌, 严重酗酒可诱发广泛肝细胞坏死, 甚至肝功能衰竭[7]。ALD 的发生与酒精及其代谢产物对肝脏细胞的作用, 引起的氧化应激和炎症免疫制剂有关[8]。

蜂花粉不但营养成分丰富而且含有多种生物活性物质, 包括蛋白质、酶、氨基酸、碳水化合物、脂类(类胡萝卜素、卵磷脂、甾醇、不饱和脂肪酸等)、酚类(黄酮、苷类等)、维生素、微量元素等[9]。研究表明, 蜂花粉具有改善心血管系统功能、增强免疫力、抗癌防辐射、抗氧化、延缓衰老、防治前列腺疾病等生物活性[10] [11]。花粉中酚类物质, 尤其是黄酮具有显著的清除自由基、抗氧化活性, 对多种原因造成的肝损伤具有保护作用[12]。张会芳等[13]研究表明, 油菜花粉中的多酚类物质对小鼠急性肝损伤具有保护作用, 其机理可能是油菜花粉中的多酚类化合物具有抗氧化作用, 可减少活性氧自由基的产生, 减轻氧化应激和炎症反应对肝细胞的损伤。孙丽萍等[14] [15]研究表明, 油菜蜂花粉及其提取物具有防醉

解酒作用,而且可提高血清谷胱甘肽转移酶(Glutathione S-transferase, GST)水平和谷胱甘肽(Glutathione, GSH)水平,降低甘油三酯(Triglyceride, TG)水平,对 ALD 具有保护作用。研究发现,益生菌可以通过调节肠道菌群平衡、增强小肠肠道屏障功能、调节免疫抑制炎症、抗氧化作用等机制缓解 ALD [16]。利用益生菌对蜂花粉进行发酵,不但具有提高活性成分的含量、避免过敏反应、合成新物质提高利用率、改善口感等优点,而且蜂花粉可以促进益生菌的增殖,从而显著提高功效。本研究利用纳豆芽孢杆菌与乳酸菌发酵油菜蜂花粉,研究其解酒作用及其对 ALD 的保护作用,以期为进一步开发解酒护肝食品提供理论依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 材料与试剂

油菜蜂花粉山东华瀚食品有限公司提供;乳酸菌、纳豆芽孢杆菌中国农业科学院蜜蜂研究所提供;56%二锅头北京红星股份有限公司; $\beta$ -内啡肽( $\beta$ -EP)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨(AST)、乙醇脱氢酶(ADH)、乙醛脱氢酶(ADLH)、超氧化物歧化酶(SOD)活性以及还原型谷胱甘肽(GSH)、丙二醛(MDA)试剂盒北京勤邦生物技术有限公司。

实验小鼠(6周龄,25g左右)青岛大任富城畜牧有限公司。

### 2.2. 仪器与设备

MULTISKAN FC 酶标仪美国 Thermo Fisher Scientific; GL-23M 高速冷冻离心机南京昕仪生物科技有限公司; F6-10 组织匀浆机南京昕仪生物科技有限公司; BK-FD10S 真空冷冻干燥机山东博科生物产业有限公司; LRH-250F 生化培养箱上海一恒科学仪器有限公司; NBCT-B 超净工作台苏州净化设备有限公司; YXQ-LS.50S II 立式压力蒸汽灭菌器上海博迅实业有限公司医疗设备厂。

### 2.3. 实验方法

#### 2.3.1. 动物分组与处理

选取 50 只小鼠,适应性饲养一周,随机分为空白对照组、模型组、发酵蜂花粉组、蜂花粉组、益生菌组,每组 10 只。禁食不禁水 12 h 后,发酵蜂花粉组、蜂花粉组、益生菌组分别按 200 mg/(kg $\times$ d)的剂量给予相应的药物灌胃,空白对照组和模型组给予相同体积的生理盐水灌胃。30 min 后,除空白对照组外各组给予 15 mL/kg 的 56%白酒灌胃处理,空白对照组给予相同体积的生理盐水灌胃处理。灌胃处理 1 h 后,采用颈椎脱臼法将各组小鼠一半处死,迅速摘取眼球及解剖组织用于生化指标的测定,剩余的小鼠用于小鼠醉酒耐受时间和醒酒时间的测定。

#### 2.3.2. 油菜蜂花粉发酵工艺

油菜蜂花粉辐照灭菌,用无菌水稀释至含水量 40%,接种 10%的纳豆芽孢杆菌和乳酸菌(1:1)种子液,发酵 8 d 后,冷冻干燥获得蜂花粉发酵产品。

#### 2.3.3. 小鼠醉酒耐受时间和醒酒时间的测定

各组小鼠白酒及生理盐水灌胃处理,每隔 5 min 观察小鼠的翻正反射,记录醉酒耐受时间和醒酒时间。

#### 2.3.4. 小鼠脑组织中 $\beta$ -EP 的测定

取小鼠脑组织,按照 1:9 (W:V)的比例加入生理盐水,用组织匀浆器充分研磨成匀浆,3500 r/min 离

心 10 min, 取上清液, 使用酶联免疫吸附法测定脑组织中  $\beta$ -EP 水平。

### 2.3.5. 小鼠血清 ALT 和 AST 活性的测定

小鼠摘眼球取血置于离心管中, 3500 r/min 离心 10 min, 取上清液, 使用酶联免疫吸附法测定血清中 ALT 和 AST 活性。

### 2.3.6. 小鼠肝脏生化指标的测定

解剖小鼠取肝脏左叶, 用生理盐水洗涤除掉血液, 按照 1:9 (W:V) 的比例加入生理盐水, 用组织匀浆器充分研磨成匀浆, 3500 r/min 离心 10 min, 取上清液, 使用酶联免疫吸附法测定肝脏中 ADH、ADLH、SOD 活性以及 GSH、MDA 含量。

### 2.3.7. 数据分析

试验数据用平均值  $\pm$  标准误表示, 数据统计采用 SPSS 22.0 软件 ANOVA 法进行单因子方差分析, 用 LSD 检验进行组间比较, 以  $P < 0.05$  表示差异统计学意义。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠醉酒耐受时间和醒酒时间的影响

判断小鼠是否醉酒以翻正反射消失为标准, 给小鼠灌胃白酒后将其翻转, 如果小鼠背朝下的姿势能持续保持 30 s 以上, 则认为翻正反射消失, 判定为醉酒。灌酒到翻正反射消失的时间为醉酒耐受时间, 翻正反射消失到翻正反射恢复的时间为醒酒时间[17]。从表 1 可以看出, 与模型组小鼠相比, 蜂花粉组小鼠的醉酒耐受时间显著延长、醒酒时间显著缩短( $P < 0.05$ ), 发酵蜂花粉组小鼠的醉酒耐受时间极显著延长、醒酒时间极显著缩短( $P < 0.01$ )。

**Table 1.** Effect of different experimental groups on tolerance time and sobriety time of acute alcoholism rats

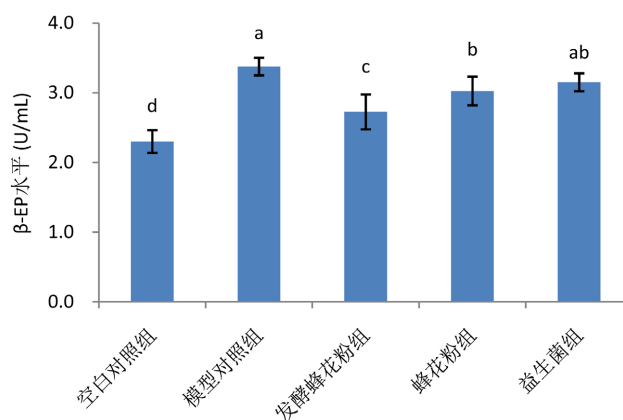
**表 1.** 不同实验组对急性酒精中毒小鼠醉酒耐受时间和醒酒时间的影响

组别	N	药物剂量 mg/(kg*d)	睡眠动物个数	醉酒耐受时间 min	醒酒时间 min
空白对照组	10	200	0	-	-
模型组	10	200	10	20.67 $\pm$ 2.52 <sup>c</sup>	369.30 $\pm$ 11.02 <sup>a</sup>
发酵蜂花粉组	10	200	9	42.16 $\pm$ 3.55 <sup>a</sup>	261.00 $\pm$ 8.89 <sup>c</sup>
蜂花粉组	10	200	10	33.50 $\pm$ 3.97 <sup>b</sup>	315.34 $\pm$ 16.65 <sup>b</sup>
益生菌组	10	200	10	28.33 $\pm$ 4.93 <sup>b</sup>	332.30 $\pm$ 13.05 <sup>b</sup>

注: 同一列中, 相同字母者表示差异未达 0.05 显著水平。

### 3.2. 发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠脑组织中 $\beta$ -EP 含量的影响

过量的酒精刺激垂体前叶释放大量的  $\beta$ -EP, 与细胞膜上的神经递质受体结合, 从而对中枢神经系统产生抑制作用。药物拮抗酒精诱导的脑组织中  $\beta$ -EP 水平升高, 可认为解除急性酒精中毒的神经抑制机制[18]。由图 1 可以看出, 模型对照组小鼠脑组织中  $\beta$ -EP 活性水平显著提高, 与模型组小鼠相比, 蜂花粉组小鼠和发酵蜂花粉组小鼠脑组织中  $\beta$ -EP 活性水平显著降低( $P < 0.05$ ), 说明发酵蜂花粉可以拮抗酒精诱导的脑组织中  $\beta$ -EP 水平升高。



(注：相同字母者表示差异未达 0.05 显著水平)

**Figure 1.** Effect of different experimental groups on  $\beta$ -EP in brain tissue of rats with acute alcoholism  
**图 1.** 不同实验组对急性酒精中毒小鼠脑组织中  $\beta$ -内啡肽的影响

### 3.3. 发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠血清 ALT 和 AST 活性的影响

急性肝损伤的肝脏细胞膜完整性受到破坏，导致肝脏中的 ALT 和 AST 渗透到血液中。因此，血清中的 ALT 和 AST 活性水平是反映肝脏受损的严重程度两个重要指标。由表 2 可见模型对照组血清 ALT 和 AST 活力均显著高于空白对照组 ( $P < 0.05$ )，表明一次过量饮酒可严重损伤肝功能。相比于模型对照组，发酵蜂花粉组、蜂花粉组和益生菌组小鼠血清中 ALT 和 AST 活力均显著降低 ( $P < 0.05$ )，其中，发酵蜂花粉组小鼠血清中 ALT 和 AST 活力降低程度最大，试验结果表明发酵蜂花粉可以有效降低过量饮酒对肝脏造成的伤害。

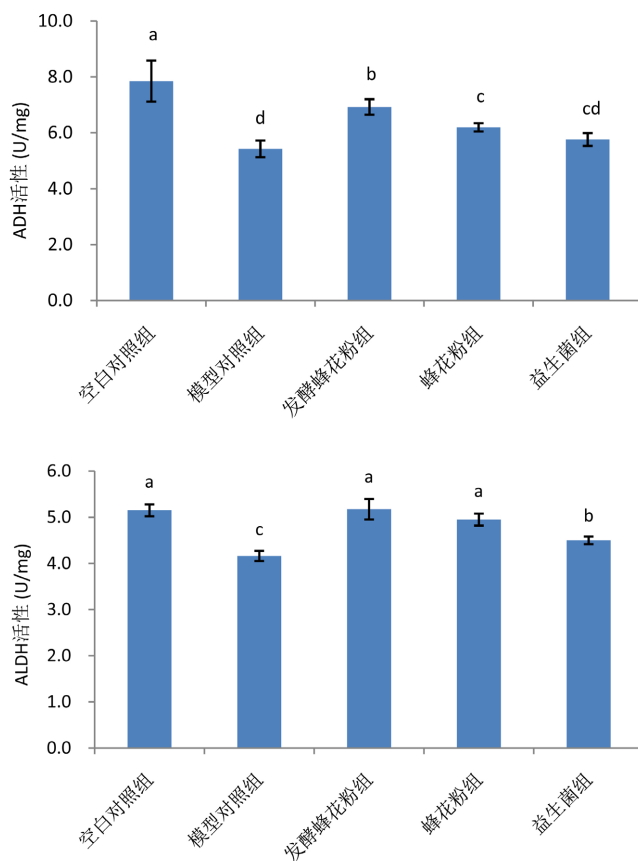
**Table 2.** Effect of different experimental groups on alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) levels in rats serum with acute alcoholism

**表 2.** 不同实验组对急性酒精中毒小鼠血清 ALT 和 AST 活力的影响

组别	N	ALT (U/L)	AST (U/L)
空白对照组	10	13.37 $\pm$ 1.90 <sup>e</sup>	44.12 $\pm$ 3.56 <sup>d</sup>
模型对照组	10	60.15 $\pm$ 4.10 <sup>a</sup>	84.64 $\pm$ 4.73 <sup>a</sup>
发酵蜂花粉组	10	26.82 $\pm$ 5.82 <sup>d</sup>	56.83 $\pm$ 4.69 <sup>c</sup>
蜂花粉组	10	32.53 $\pm$ 3.14 <sup>c</sup>	60.54 $\pm$ 5.28 <sup>bc</sup>
益生菌组	10	39.60 $\pm$ 2.60 <sup>b</sup>	65.16 $\pm$ 2.82 <sup>b</sup>

### 3.4. 发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠肝脏中 ADH 和 ALDH 活性的影响

肝脏中 ADH 和 ALDH 的活性影响酒精及其代谢中间产物乙醛的代谢速度，较高的 ADH 和 ALDH 活性可加快体内酒精及乙醛代谢速度，减轻其对机体的毒害作用。急性酒精中毒的小鼠肝脏中 ADH 和 ALDH 的活性逐渐降低。药物如果可提高小鼠肝脏中 ADH 和 ALDH 的活性，则可加快体内酒精代谢速度，减轻酒精及乙醛对机体的毒害作用。由图 2 可见，相比于空白对照组，模型对照组中小鼠肝脏中 ADH 和 ALDH 的活性显著降低 ( $P < 0.05$ )，与模型对照组相比，发酵蜂花粉组小鼠肝脏中 ADH 和 ALDH 的活性显著提高。



(注：相同字母者表示差异未达 0.05 显著水平)

**Figure 2.** Effect of different experimental groups on ADH and ALDH activity of rats with acute alcoholism  
**图 2.** 不同实验组对急性酒精中毒小鼠肝脏中 ADH 和 ALDH 活性的影响

### 3.5. 发酵蜂花粉对急性酒精中毒小鼠肝脏中抗氧化指标的影响

氧化应激是造成酒精性肝损伤的主要机制之一，急性酒精性中毒导致肝脏内产生大量的活性氧，破坏机体抗氧化防御系统平衡诱发氧化应激机制，导致肝脏中的 SOD 活性降低、GSH 含量减少。MDA 是氧化应激导致脂质过氧化的产物之一，其含量水平可以反映肝脏细胞受脂质过氧化反应损伤的程度。由表 3 可知，与空白对照组相比，模型对照组小鼠肝脏中具有抗氧化功能的 SOD 和 GSH 水平显著降低( $P < 0.05$ )，氧化产物 MDA 含量显著增加( $P < 0.05$ )，表明酒精暴露导致小鼠肝脏抗氧化能力下降，可引起小鼠肝脏氧化损伤。与模型对照组相比，发酵蜂花粉组、蜂花粉组和益生菌组能显著提高 SOD 和 GSH 水平( $P < 0.05$ )，显著降低 MDA 含量( $P < 0.05$ )，其中发酵蜂花粉效果最显著，发酵蜂花粉能把 SOD 水平提高到和空白对照组无显著差异。

**Table 3.** Effect of different experimental groups on SOD activity and GSH, MDA levels in rats liver with acute alcoholism  
**表 3.** 不同实验组对急性酒精中毒小鼠肝脏 SOD 活力和 GSH、MDA 水平的影响

组别	N	SOD (U/mg)	GSH ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ )	MDA (nmol/mg)
空白对照组	10	323.08 $\pm$ 12.72 <sup>e</sup>	35.73 $\pm$ 3.64 <sup>a</sup>	2.28 $\pm$ 0.17 <sup>d</sup>
模型对照组	10	198.35 $\pm$ 17.27 <sup>d</sup>	17.38 $\pm$ 1.07 <sup>d</sup>	7.40 $\pm$ 1.14 <sup>a</sup>

## Continued

发酵蜂花粉组	10	319.01 ± 8.66 <sup>a</sup>	26.73 ± 1.49 <sup>b</sup>	4.03 ± 0.79 <sup>c</sup>
蜂花粉组	10	290.48 ± 8.17 <sup>b</sup>	23.78 ± 2.55 <sup>bc</sup>	5.35 ± 0.44 <sup>b</sup>
益生菌组	10	268.98 ± 7.40 <sup>c</sup>	22.85 ± 1.06 <sup>c</sup>	5.88 ± 0.52 <sup>b</sup>

## 4. 结论

长久以来, 酒文化一直是世界文化的重要组成部分, 对世界文化进程起着重要的作用。随着社会的发展, 人们越来越意识到酒精泛滥会影响人体健康甚至产生一系列的社会问题[19][20]。研究表明, 每年约有 300 多万人因酒精相关原因死亡, 酒精中毒被认为是世界范围内的第一公害[21]。《2018 全球酒精与健康报告》中数据显示, 全球范围内酒的消费量逐渐下降, 但是在西太平洋地区尤其是中国酒的消费量仍呈上升趋势, 而且人均消费量也高于世界平均水平[22]。

人体摄入酒精后, 有少量酒精在胃内被胃粘膜上被氧化成乙醛参与代谢。大部分酒精会被胃和小肠吸收后进入血液循环, 聚集到血液和人体组织中, 被氧化为乙醛参与代谢清除, 其中以肝脏组织代谢最多。另有少部分酒精会通过非氧化代谢途径, 被脂肪酸乙酯合成酶催化生产脂肪酸乙酯参与代谢[23]。酒精的代谢过程涉及到酶、及代谢产物, 这些酶及代谢产物的水平变化会影响酒精的代谢和对组织的损伤。

本实验测定了急性酒精中毒小鼠翻正反射消失、恢复时间以及脑组织中  $\beta$ -EP 水平, 结果显示发酵蜂花粉组小鼠的醉酒耐受时间极显著延长、醒酒时间极显著缩短( $P < 0.01$ ), 益生菌发酵蜂花粉可降低急性酒精中毒小鼠脑组织中  $\beta$ -EP 水平( $P < 0.05$ ), 说明益生菌发酵蜂花粉具有很好的解酒作用。测定了急性酒精中毒小鼠血清 ALT 和 AST 活性, 结果显示急性酒精中毒小鼠血清 ALT 和 AST 活性显著上升( $P < 0.05$ ), 益生菌发酵蜂花粉可显著降低性酒精中毒小鼠血清 ALT 和 AST 活性( $P < 0.05$ ), 说明一次过量饮酒可破坏肝脏细胞膜完整性, 从而损伤肝功能, 益生菌发酵蜂花粉可降低过量饮酒对肝脏造成的伤害。测定了急性酒精中毒小鼠肝脏抗氧化指标, 结果益生菌发酵蜂花粉可提高急性酒精中毒小鼠肝脏 ADH、ADLH、SOD 活性, 提高 GSH 水平、降低 MDA 水平, 说明益生菌发酵蜂花粉具有抗氧化活性, 可通过抑制氧化应激改善急性酒精中毒对肝脏造成的伤害。

## 参考文献

- [1] 许艳秋, 张佐涛. 整合人际互动团体心理治疗对酒依赖患者饮酒模式的影响[J]. 国际精神病学杂志, 2020, 47(5): 952-954.
- [2] 王树深. 葛根提取物对酒精中毒小鼠的保护作用[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2019.
- [3] Vatsalya, V., Maiying, K., Luis, M.M., et al. (2020) Interaction of Heavy Drinking Patterns and Depression Severity Predicts Efficacy of Quetiapine Fumarate XR in Lowering Alcohol Intake in Alcohol Use Disorder Patients. *Substance Abuse: Research and Treatment*, **14**, 11 p. <https://doi.org/10.1177/1178221820955185>
- [4] 申雪慧子, 吴宁, 陈朝军, 等. 饮酒对不育男性精液质量的影响[J]. 贵州医科大学学报, 2020, 45(9): 1067-1071.
- [5] Yu, X.H., Wang, T., Chen, Y.M., et al. (2020) Alcohol Drinking and Amyotrophic Lateral Sclerosis: An Instrumental Variable Causal Inference. *Annals of Neurology*, **88**, 195-198. <https://doi.org/10.1002/ana.25721>
- [6] 王晶华. 酒精中毒的中枢神经表现[J]. 世界最新医学信息文摘, 2017, 17(54): 162+164.
- [7] Song, Y., Wu, X.Q., Yang, D., et al. (2020) Protective Effect of Andrographolide on Alleviating Chronic Alcoholic Liver Disease in Mice by Inhibiting Nuclear Factor Kappa B and Tumor Necrosis Factor Alpha Activation. *Journal of Medicinal Food*, **23**, 409-415. <https://doi.org/10.1089/jmf.2019.4471>
- [8] 任天羿. 乙醛脱氢酶功能与酒精性肝损伤相关性的机制研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [9] Wang, R.D., Su, G.H., Wang, L., et al. (2018) Identification and Mechanism of Effective Components from Rape (*Brassica napus L.*) Bee Pollen on Serum Uric Acid Level and Xanthine Oxidase Activity. *Journal of Functional Foods*, **47**, 241-251. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.05.064>

- [10] 杨开. 蜂花粉成分分析、功能物质提取和体外活性研究[D]: [博士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [11] 张锦锦, 王倩, 张颖, 程妮, 曹炜. 蜂花粉生物活性研究进展[J]. 中国蜂业, 2020, 71(7): 59-62.
- [12] Yang, Y., Liu, M.C., Wang, K., *et al.* (2020) Chemical and Cytological Evaluation of Honeybee Pollen Antioxidant Ability. *Journal of Food Science*, **85**, 824-833. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15047>
- [13] 张会芳, 杨亚琛, 张久亮, 鲁群, 刘睿. 油菜蜂花粉加工副产物多酚对小鼠急性肝损伤的保护作用[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(9): 2033-2040.
- [14] 孙丽萍, 张智武, 侯晓明, 等. 油菜蜂花粉及其组分解酒作用的实验研究[C]//中国养蜂学会蜂疗保健专业委员会. 中国养蜂学会蜂疗保健专业委员会第十一次学术研讨会会刊论文集. 北京, 2007: 4-6.
- [15] 孙丽萍, 王大任, 廖磊, 等. 油菜蜂花粉对大鼠酒精性肝损伤防治的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(10): 543-545.
- [16] 朱诗雅. 具有缓解慢性酒精性肝损伤功能的乳杆菌筛选与功效评价[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2020.
- [17] 陈艳艳, 于波, 潘黛安, 陈静静, 王思明, 白雪媛. 乳杆菌发酵葛根水提液工艺研究及其解酒功效探讨[J]. 中国酿造, 2020, 39(8): 182-186.
- [18] 荆晓明, 董芸, 宋文忠, 等. 急性酒精中毒患者血清  $\beta$ -内啡肽水平及意义[J]. 中华急诊医学杂志, 2001(4): 257-258.
- [19] 郭万军, 许秀峰, 赵旭东, 等. 社会经济文化变迁对酒精消费及其相关健康问题的影响——世界卫生组织及社会经济文化快速变迁地区和国家的研究[J]. 国际精神病学杂志, 2007, 34(3): 168-171.
- [20] Collins, S.E., Taylor, E., Jones, C., *et al.* (2018) Content Analysis of Advantages and Disadvantages of Drinking among Individuals with the Lived Experience of Homelessness and Alcohol Use Disorders. *Substance Use & Misuse*, **53**, 16-25. <https://doi.org/10.1080/10826084.2017.1322406>
- [21] 孙禹, 张茹, 杜娟, 等. 消食解酒颗粒对醉酒动物的实验研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2019, 35(5): 519-521.
- [22] WHO (2018) Global Status Report on Alcohol and Health 2018.
- [23] 李江涛, 张久亮, 何慧, 等. 乙醇非氧化代谢产物脂肪酸乙酯的研究进展[J]. 食品科学, 2013, 34(3): 290-293.