

# 蜂蜜功能活性及药用价值研究进展

王琪琦<sup>1,2</sup>, 杜欣玥<sup>2,3</sup>, 高西贝<sup>1,2</sup>, 林 珣<sup>2</sup>, 张根生<sup>1\*</sup>

(1. 哈尔滨商业大学食品工程学院, 哈尔滨 150000; 2. 中国农业科学院蜜蜂研究所, 北京 100093;  
3. 黑龙江大学现代农业与生态环境学院, 哈尔滨 150006)

**摘 要:** 蜂蜜作为重要的天然甜味物质, 具有多种功能活性及健康益处, 被广泛应用在食品加工及医药产业中。由于蜂蜜具有较高的营养价值和特殊的功能活性而深受广大消费者的青睐。蜂蜜自古就有“调脾胃、润大肠经”的作用, 近代研究表明, 蜂蜜具有抗菌、抗炎和抗氧化等功能活性, 这些功能活性归因于其含有的特殊活性物质。蜂蜜主要由碳水化合物和水组成, 此外还包含少量蛋白质、氨基酸、维生素、矿物质以及植物次级代谢产物, 如多酚类化合物、萜烯类化合物和生物碱等。近年关于蜂蜜与健康及其在临床上的应用活性的相关报道屡见不鲜, 本文对蜂蜜功能活性及药用价值研究进行综述, 旨在为新一代蜂蜜产品开发提供新的参考和思路。

**关键词:** 蜂蜜; 健康; 功能活性; 药用价值

## Research progress on functional activities and medicinal value of honey

WANG Qi-Qi<sup>1,2</sup>, DU Xin-Yue<sup>2,3</sup>, GAO Xi-Bei<sup>1,2</sup>, LIN Xun<sup>2</sup>, ZHANG Gen-Sheng<sup>1\*</sup>

(1. College of Food Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin 150000, China; 2. Institute of Apicultural Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100093, China; 3. College of Modern Agriculture and Ecological Environment, Heilongjiang University, Harbin 150006, China)

**ABSTRACT:** As a crucial natural sweetener, honey has a variety of functional activities and health benefits, and widely applied in food and medicine industry. Honey is favored by consumers because of its high nutritive value and special functional activity. Honey has the function of “regulating the spleen and stomach and moistening the intestines” since ancient times. Modern research shows that honey has antibacterial, anti-inflammatory and antioxidant activities, which are attributed to its special active substances. Honey is mainly composed of carbohydrates and water, and also contains a small amount of protein, amino acids, vitamins, minerals and plant secondary metabolites, such as polyphenols, terpenes and alkaloids, *etc.* In recent years, there are many related reports about honey and health, its clinical application activity. This article reviewed the research on the functional activity and medicinal value of honey, aiming to provide new references and ideas for the development of new generation honey products.

**KEY WORDS:** honey; health; functional activity; medicinal value

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程项目(CAAS-ASTIP-2015 IAR)、国家蜂产业技术体系项目(CARS-44-KXJ19)

Fund: Supported by the Ministry of Finance of People's Republic of China, the Agricultural Science and Technology Innovation Program (CAAS-ASTIP-2015 IAR), and the Modern Agro-industry Technology Research System (CARS-44-KXJ19)

\*通信作者: 张根生, 硕士, 教授, 主要研究方向为畜产品研究与综合利用。E-mail: zhanggsh@163.com

\*Corresponding author: ZHANG Gen-Sheng, Master, Professor, College of Food Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin 150000, China. E-mail: zhanggsh@163.com

## 0 引言

蜂蜜是指蜜蜂采集植物花蜜、植物活体分泌物或在植物活体上吮吸的蜜源昆虫排泄物等生产的天然甜味物质,与其自身分泌的特殊物质结合转化、沉积、脱水、贮藏并留存于蜂巢中直至成熟<sup>[1]</sup>。

蜂蜜作为唯一昆虫来源的天然甜味物质,具有较高的营养价值和药用价值。神农本草经记载蜂蜜具有“益气补中、止痛解毒、除众病、和百药”的功效<sup>[2]</sup>。近年来,国内外多项研究表明,蜂蜜具有调节胃肠道、抗氧化、促进伤口愈合、抗炎等多种功能活性<sup>[3]</sup>。大约在 5500 年前,人类就开始食用蜂蜜。蜂蜜水活度的范围在 0.56~0.62, pH 在 3.2~4.5 之间,不易腐败变质<sup>[4]</sup>,在现代食品工业中,蜂蜜常被用来制作饮料、糖果、冰激凌等各种甜味食品。世界上大约有 320 种单花蜂蜜,不同种类的单花蜂蜜由于植物代谢途径不同,其化学成分、颜色和气味也存在较大差异<sup>[5]</sup>。蜂蜜中主要包含糖和水,其次还含有少量蛋白质、氨基酸、维生素、矿物质以及一些植物化合物,如多酚、萜烯、和生物碱等<sup>[6]</sup>。研究表明,蜂蜜中的多酚类物质主要包括酚酸和黄酮,其中酚酸类化合物主要有:咖啡酸、香豆酸、鞣花酸、阿魏酸、绿原酸等,黄酮类化合物主要有:槲皮素、橙皮素、柯因、松属素、木犀草素、芹菜素和杨梅酮等。蜂蜜中酚酸和黄酮的总含量大约在 56~500 mg/kg<sup>[7]</sup>。蜂蜜中的植物次级代谢产物赋予其多种生物活性功能,如抗菌<sup>[8]</sup>、抗炎、抗氧化等<sup>[9]</sup>。因此,蜂蜜常被用来预防和辅助治疗一些慢性疾病,如肠炎、湿疹、哮喘等。本文主要对近年来关于蜂蜜在生物活性及药用价值方面等研究进行综述,为提高蜂蜜附加值及在食品和医疗保健领域的进一步开发和应用提供理论参考。

## 1 蜂蜜的功能活性

### 1.1 抗氧化活性

抗氧化剂是保护细胞免受自由基损伤的一类物质,它能够阻止细胞由氧化应激所导致的各类疾病。蜂蜜中含有多种抗氧化因子,如酚类化合物和超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)等,这些抗氧化因子可以清除人体代谢过程中所积累的过多自由基<sup>[10]</sup>。此外,蜂蜜还可以有效抑制细胞内部丙二醛(malondialdehyde, MDA)的生成,保护细胞膜,使细胞维持正常功能。JUBRI 等<sup>[11]</sup>研究发现,蜂蜜能够通过降低小鼠体内 MDA 含量,增加小鼠红细胞内谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)的活性,从而避免小鼠遭受氧化损伤。MOHAMED 等<sup>[12]</sup>在睾丸损伤的大鼠的食物中加入适量蜂蜜,发现可以有效降低大鼠睾丸的组织学变化和脂质过氧化水平,且能显著恢复 GSH-Px、SOD 和过氧化氢酶

(catalase from micrococcus lysodeiktic, CAT)的活性。DZUGAN 等<sup>[13]</sup>研究了 90 种波兰蜂蜜的抗氧化活性,发现荞麦蜜的抗氧化活性最高,油菜蜜的抗氧化活性最差,且蜂蜜的抗氧化活性与其颜色深浅及酚类含量有关,颜色较深及酚类含量较高的蜂蜜抗氧化性活性更强。综上所述,蜂蜜是一种潜在的天然抗氧化剂,其中多种酚类化合物起主要作用,因此,蜂蜜中多酚类成分鉴定对进一步开发蜂蜜的功能活性及药用价值具有重要意义。

### 1.2 抑菌活性

蜂蜜具有广谱抑菌性,可以通过直接或间接的作用来抑菌或杀菌,直接作用是通过特定蜂蜜组分来抑制或杀死细菌,间接作用是蜂蜜诱导整个生物体对细菌的抗菌反应<sup>[10]</sup>。蜂蜜的抑菌活性主要归因于其葡萄糖氧化反应所产生的过氧化氢,过氧化氢会对细菌细胞造成氧化损伤,破坏核酸的完整性,抑制微生物生长<sup>[14]</sup>。其次是蜂蜜中特殊的抑菌成分,以及蜂蜜的高渗透、低 pH、低水分活度、高黏度等特性。研究表明,麦卢卡蜂蜜具有较强的抑菌性,这主要归因于其特殊的抑菌物质—甲基乙二醛,能够显著抑制大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和幽门螺杆菌<sup>[15]</sup>。ABDELMONEM 等<sup>[16]</sup>研究表明,对于怀孕期间患有念珠菌病的患者,使用蜂蜜和酸奶混合物外敷要比用药物治疗的效果更好,因此,蜂蜜和酸奶可以用作抗真菌剂的补充和替代。此外,STAGOS 等<sup>[17]</sup>研究 21 种不同类型蜂蜜的抑菌性,发现 21 种蜂蜜对金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌均有抑制作用。综上所述,蜂蜜是一种具有抑菌效果的天然甜味剂,其主要通过过氧化氢调节和非过氧化氢调节来抑制或杀死微生物,并且无论是单独使用还是与其他物质结合使用,都具有良好的抑菌性。国内关于中国蜂蜜的抑菌性的研究较少,未来应进一步研究中国蜂蜜的抑菌性,让中国蜂蜜作为一种天然抑菌剂在医疗保健领域发挥更重要的作用。

### 1.3 促凋亡活性

细胞凋亡是一种程序化的细胞死亡过程,通过上调半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶 3 (cysteinyl aspartate specific proteinases, caspase-3)、caspase-8、caspase-9、兔抗人单克隆抗体(BCL2-associated X, Bax)等促凋亡蛋白和 p53 基因等促凋亡蛋白的表达和下调 B 淋巴细胞瘤-2 基因(B-cell lymphoma-2, Bcl-2)、人 B 细胞淋巴瘤-XL (B-cell lymphoma-xL, Bcl-xL)和聚腺苷二磷酸-核糖聚合酶[poly (ADP-ribose) polymerase, PARP]等抗凋亡蛋白的表达,清除受损细胞<sup>[18]</sup>。癌细胞的特点是细胞凋亡不完全和细胞增殖不受控制。蜂蜜是一种良好的细胞凋亡诱导剂。据报道,蜂蜜中的咖啡酸、阿魏酸、肉桂酸、槲皮素和儿茶素等酚类化合物可诱导多种癌细胞凋亡<sup>[19]</sup>。马来西亚多朗蜂蜜中含有丰富的酚类化合物,FAUZI 等<sup>[20]</sup>使用多朗蜂蜜

直接处理人乳腺癌细胞 MDA-MB-231 (MD anderson-metastatic breast-231, MDA-MB-231) 和 MCF-7 (human breast cancer cell line, MCF-7) 以及宫颈癌细胞(Hela), 结果表明, 蜂蜜能激活癌细胞中 caspase-3、caspase-7 和 caspase-9 的表达, 与未处理的细胞相比, 多朗蜂蜜显著增加了被检测的 3 种癌细胞的凋亡细胞百分比, 且与时间呈正相关性, MDA-MB-231 在 48 h 内达到最大凋亡率 51.2%。MCF-7 和 Hela 在 72 h 时达到最大凋亡率, 分别为 55.6% 和 56.2%。此外, MAHMOOD 等<sup>[21]</sup>研究表明, 马来西亚无刺蜂蜜可以有效抑制口腔鳞状癌细胞。贺琼<sup>[22]</sup>也做了相关的研究, 结果表明枣花蜜可以诱导肝癌细胞凋亡, 使其细胞核发生破裂, 凋亡特征明显, 且凋亡细胞比例与枣花蜜的浓度呈正相关性。然而, 关于蜂蜜能够抑制癌细胞的报道虽多, 但应用于临床的实验较少。蜂蜜可以促进细胞凋亡主要归因于其含有多种酚类化合物, 但王言之等<sup>[23]</sup>研究表明, 黄酮类化合物在促进细胞凋亡的同时, 对正常细胞也会表现出遗传毒性和致癌性。因此, 如何正确利用蜂蜜作为细胞凋亡诱导剂, 还需要进一步的研究和验证。

#### 1.4 抗炎活性

炎症是导致癌症、心血管疾病、糖尿病、神经性疾病和关节炎等慢性疾病的重要因素。蜂蜜具有抗炎活性<sup>[24]</sup>, 可以减轻动物模型、细胞培养和临床试验中的炎症反应。蜂蜜中的酚类成分可提高人体内 SOD、GSH-Px、一氧化氮(nitric oxide, NO)和髓过氧化物酶(myeloperoxidase, MPO)的水平, 降低结肠炎性细胞因子水平, 例如白细胞介素 6 (interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子  $\alpha$  (tumor necrosis factor  $\alpha$ , TNF- $\alpha$ ) 和转化生长因子- $\beta$  (transforming growth factor- $\beta$ , TGF- $\beta$ 1)<sup>[25]</sup>。ALMASAUDI 等<sup>[26]</sup>研究了蜂蜜对乙酸诱导的慢性胃溃疡患者的抗炎作用, 发现蜂蜜能够显著降低患者体内黏膜 MPO 活性及炎症细胞因子浓度。BATTINO 等<sup>[27]</sup>研究表明, 蜂蜜能调节促炎因子、c 反应蛋白及抗炎因子的水平来发挥抗炎的作用。目前, 关于蜂蜜的抗炎作用报道虽多, 但具体发挥作用的活性成分和作用机制尚不明确。

#### 1.5 免疫调节活性

近年来, 大量研究表明蜂蜜具有抗氧化、抗菌、抗炎等有益特性<sup>[28]</sup>, 但关于其免疫调节活性的研究相对较少。CHUA 等<sup>[29]</sup>研究发现, 马来西亚多朗蜂蜜具有免疫调节作用, 它可以通过调节免疫相关基因的表达, 增加外周血单核细胞(peripheral blood mononuclear cell, PBMC)中 1 型细胞因子(interferon- $\gamma$ , IFN- $\gamma$ ) 和 2 型细胞因子(interleukin-10, IL-10)的数量, 这有助于蜂蜜发挥抗菌、抗炎作用。ALMASAUDI 等<sup>[30]</sup>研究表明, 麦卢卡蜂蜜可使胃溃疡模型大鼠胃黏膜中 NO、GSH-Px 和 SOD 的水平显著升高, 血浆中 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$  和 IL-6 细胞因子水平下降, 且对比了

新西兰卡努卡蜜、麦卢卡蜜和三叶草蜜的免疫调节作用, 3 种蜂蜜均能刺激人单核细胞 THP-1 和人组织细胞淋巴瘤 U937 释放 TNF- $\alpha$ <sup>[31]</sup>。此外, 还有研究发现, 肠道微生物可以利用蜂蜜中的黑曲霉寡糖产生短链脂肪酸(short-chain fatty acids, SCFA)来发挥免疫调节作用。综上, 蜂蜜具有双向调节作用, 可以通过多种途径发挥免疫调节功能, 既能增强机体免疫能力, 又能调节平衡免疫水平。尽管人们对蜂蜜免疫调节作用的研究还处在试验阶段, 但随着进一步的研究和临床应用, 蜂蜜的免疫调节活性将会得到进一步的开发和利用。

#### 1.6 其他功能活性

蜂蜜还有其他多种功能活性, 例如调节肠道微生物、调节血糖、调节血脂血压、促进伤口愈合、增强心肌功能、解酒护肝等。龙尚琴等<sup>[32]</sup>研究发现, 蜂蜜可以提高便秘小鼠结肠组织中 P 物质含量、增加粪便含水量、加快小肠推进率, 调节肠道微生态失衡, 对便秘有一定的缓解作用。ALAEBO 等<sup>[33]</sup>研究发现, 蜂蜜对糖尿病大鼠影响显著, 适量摄入蜂蜜可使小鼠的体内葡萄糖、总胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白胆固醇水平显著降低。BAI 等<sup>[34]</sup>研究发现, 蜂蜜作为一种添加剂, 不仅可以提高桑叶茶的溶解度, 在糖尿病模型中还可以提高某些成分的利用率, 这说明, 蜂蜜作为添加剂可以促进桑叶茶的抗糖尿病作用。NORDIN 等<sup>[35]</sup>研究发现, 蜂蜜提取物对真皮成纤维细胞活力和增殖具有良好的促进作用, 可以通过促进皮肤成纤维细胞的增殖来促进伤口愈合。EL-HASKOURY 等<sup>[36]</sup>研究发现角豆蜜对四氯化碳(carbon tetrachloride, CCl<sub>4</sub>)诱导的肾、肝损伤、血糖和乳酸脱氢酶升高、抗氧化系统衰竭具有显著的保护作用。ALUKO 等<sup>[37]</sup>研究表明, 蜂蜜对健康男女的收缩压、舒张压和心率的影响显示其具有降压作用。ZHAO 等<sup>[38]</sup>研究表明, 蜂蜜能够显著抑制血清和肝脏中 TGF- $\beta$ 1 的水平, 对急性酒精性肝损伤可以起到很好的预防作用。综上所述, 蜂蜜可以通过多种形式来发挥其药用价值, 但目前的研究多数集中在表层, 关于蜂蜜活性成分在人体内的吸收、代谢及作用的分子机制仍不清楚。因此, 需要进一步研究蜂蜜功能活性的分子机制, 从而为蜂蜜的药理活性、保健功能提供科学依据。

## 2 蜂蜜的药用价值

### 2.1 蜂蜜与伤口

蜂蜜是人类已知的最古老的伤口愈合剂, 能有效促进伤口清创自溶, 刺激组织生长, 加速愈合, 减少疼痛, 抑制水肿和渗出物的产生<sup>[39]</sup>。蜂蜜能诱导白细胞释放细胞因子, 这是组织修复级联反应的开始<sup>[40]</sup>。此外, 它还能激活微生物感染的免疫反应, 促进 B 淋巴细胞和 T 淋巴细胞的增殖和增强吞噬细胞的活性。JULL 等<sup>[41]</sup>研究表明, 使用

蜂蜜治疗烧伤的愈合时间比使用传统敷料药物要短 4~5 d。同样,术后感染的伤口用蜂蜜比用消毒液愈合的更快,副作用更少。孟建民等<sup>[42]</sup>对 100 例临床压创患者进行研究分析,与传统药膏相比,使用蜂蜜能够显著缩短伤口愈合时间。此外,板栗蜜和蜂王浆的混合物能够促进大鼠眼角膜愈合<sup>[43]</sup>。因此,蜂蜜是一种经济、安全、有效的天然伤口愈合剂,但临床医生在用药前应了解所选蜂蜜的成分和生物学特性,通过对不同种类的蜂蜜进行比较及分析,更好地发挥蜂蜜的作用。

## 2.2 蜂蜜与哮喘

研究表明,蜂蜜可以通过减少气道中与哮喘相关的组织病理学变化,有效缓解哮喘及相关并发症,摄入蜂蜜也可以有效抑制分泌黏液的杯状细胞增生<sup>[44]</sup>。SHAMSHUDDIN 等<sup>[45]</sup>研究表明,40%~80%浓度的澳大利亚格拉姆蜂蜜可以显著降低支气管肺泡灌洗液中炎症细胞侵入和 $\beta$ -己糖苷酶的水平,并且格拉姆蜂蜜可以缓解过敏性哮喘小鼠的组织病理学变化。ABDELRAHMAN 等<sup>[46]</sup>研究表明,蜂蜜与黑种草籽油及芹菜籽等物质结合可以更好地控制哮喘及相关的并发症。综上所述,蜂蜜无论是单独使用还是与其他物质结合使用,都能在一定程度上缓解哮喘及相关并发症。因此,需要进一步的研究去明确蜂蜜减轻哮喘症状的分子机制,同时蜂蜜对哮喘的缓解作用也需要进一步得到临床实验的支持,为蜂蜜产品的开发和哮喘的治疗提供新的思路。

## 2.3 蜂蜜与心血管疾病

心血管疾病是现代医学面临的严峻挑战。氧化应激、凝血增加和血小板过度激活可能增加心血管疾病的发病率。蜂蜜中的酚类成分对心血管疾病的预防和缓解具有一定辅助效果。ELENA 等<sup>[47]</sup>研究表明,野樱莓蜜中的酚类成分可以有效缓解动脉粥样硬化和心脏病模型大鼠的症状。RASAD 等<sup>[48]</sup>研究了蔗糖和蜂蜜对年轻健康受试者血脂的影响,结果表明,食用蜂蜜可以改善血脂,降低人体内总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白,并且增加高密度脂蛋白。MARTINA 等<sup>[49]</sup>基于小鼠出血时间研究阿司匹林和蜂蜜的抗血小板作用,结果表明,用蜂蜜处理的小鼠尾部平均出血时间(304.63 s)与对阳性对照组平均出血时间(369.38 s)接近,因此,蜂蜜对小鼠具有抗血小板的作用,可考虑将蜂蜜作为治疗心脏病和血管疾病的补充药物,但其作用机制还需要进一步科学研究和临床试验。综上所述,蜂蜜对心血管疾病有一定预防和保护作用,可以通过改善冠状血管舒张、降低血液中血小板凝结能力、抑制低密度脂蛋白氧化 3 种机制来降低冠心病的发病率<sup>[50]</sup>,但蜂蜜对于其他类别心血管疾病的潜在机制还需进一步的研究。

## 2.4 蜂蜜与神经性疾病

神经性疾病主要包括焦虑、认知功能障碍、阿尔兹海

默症、癫痫和脊髓损伤等<sup>[51]</sup>。研究表明,蜂蜜中的咖啡因和乙酰基苯乙胺可以促进人体内分泌多巴胺<sup>[52]</sup>,多巴胺是下丘脑和脑垂体中的一种关键神经递质,能直接影响人的情绪。蜂蜜中的酚类成分还可以通过降低体内 ROS 的水平来增强细胞抗氧化防御作用,达到缓解神经炎症的效果<sup>[53]</sup>。OTHMAN 等<sup>[54]</sup>研究表明,给绝经后的妇女每天补充 20 mg 多朗蜂蜜,持续 16 周,可显著改善妇女的即时记忆和降低氧化应激水平,并且与接受雌激素和黄体酮治疗的效果相当<sup>[55]</sup>。AL-RAHBI 等<sup>[56]</sup>研究表明,将无卵巢大鼠连续 18 d 灌胃 200 mg/kg 多朗蜂蜜,大鼠的长期记忆和短期记忆显著提升,此外多朗蜂蜜还能防止神经退化,改善记忆和调节情绪。综上,蜂蜜是一种天然的神经保护剂,其中含有多多种可以缓解神经性疾病的酚类物质,如咖啡因、乙酰基苯乙胺和柯因等,这些物质在改善记忆、调节情绪及保护神经系统等方面表现出较好的效果。因此,蜂蜜在预防和治疗神经性疾病方面具有较大的潜力。

## 2.5 蜂蜜与胃肠道疾病

肠道微生物紊乱是导致胃肠道疾病的重要因素之一。蜂蜜自古就有润肠通便的作用。蜂蜜中含有丰富的低聚糖,如棉子糖、水苏糖、蔗果三糖等,能够发挥益生元的作用。此外,JIANG 等<sup>[57]</sup>研究表明,荞麦蜜中多酚类成分和低聚糖可以发挥协同作用,抑制有害菌,促进有益菌的生长,从而发挥调节肠道菌群的作用。因此,选择多酚类物质和低聚糖丰富的蜂蜜对改善肠道菌群具有重要意义。幽门螺旋杆菌是胃肠道和胃黏膜内一种常见致病菌,严重会导致胃癌。ALLEN 等<sup>[58]</sup>研究表明,新西兰麦卢卡蜂蜜对幽门螺旋杆菌具有抑制作用,这主要归因其特有成分甲基乙二醛。RANNEH 等<sup>[59]</sup>研究发现,给 Sprague Dawley 大鼠模型每日服用 2 g/kg 胰岛素和板栗蜜的混合物后,大鼠胃溃疡炎症明显减轻,且连续 7 d 服用可显著降低大鼠胃溃疡病变的风险。综上所述,蜂蜜可能是一种天然的肠道保健品,它可以通过抑制多种肠道致病菌来保护肠道功能。喝蜂蜜不仅可以起到保护胃肠黏膜的作用,也可以减少食物对胃黏膜的刺激,但建议喝蜂蜜要适量,避免加重胃肠负担。

## 3 结束语

综上,已有充分的证据表明,蜂蜜可以用来预防和辅助治疗一些疾病。但仍需进一步在临床实践中验证蜂蜜的药用价值并挖掘其作用机制。研究表明,蜂蜜的抗菌、抗炎和抗氧化等特性主要归因于蜂蜜中有多种具有药用价值的活性成分,其中报道最多的就是多酚类物质。目前,关于蜂蜜药用价值的研究应当集中在以下两点。一、对于不同产地以及不同种类的蜂蜜中的多酚类物质的组成、结构等数据有待进一步完善,为进一步研究其功能评价奠定可靠基础。针对不同蜜源的蜂蜜,挖掘其特征差异成分,并

对其差异成分进行细胞及动物的药理学实验, 进一步拓展蜂蜜的药用价值。二、蜂蜜中的多酚类物质作为一种绿色可再生资源, 应在现有实验的基础上, 逐步对蜂蜜的功能开展临床实验, 进一步验证蜂蜜药用价值, 充分发挥其有益作用。将蜂蜜功能活性的研究与现代科学手段充分结合, 为充分开发和利用蜂蜜资源提供理论参考。

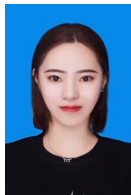
### 参考文献

- [1] 陈黎红, 方兵兵. 国际食品法典《蜂蜜》标准(CAC 2019 年修订)[J]. 中国蜂业, 2021, 72(7): 12–13, 15.  
CHEN LH, FANG BB. Codex standard for *Honey* (CAC 2019 revision) [J]. *Apicul China*, 2021, 72(7): 12–13, 15.
- [2] SHI P, CHEN B, CHEN C, *et al.* Honey reduces blood alcohol concentration but not affects the level of serum MDA and GSH-Px activity in intoxicated male mice models [J]. *BMC Complem Altern*, 2015, 15(1): 1–6.
- [3] BOUSSAID A, CHOUAIBI M, REZIG L, *et al.* Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia [J]. *Arab J Chem*, 2018, 11(2): 265–274.
- [4] BABACAN S, RAND AG. Characterization of honey amylase [J]. *J Food Sci*, 2010, 72(1): C050–C055.
- [5] KHAN SU, ANJUM SI, RAHMAN K, *et al.* Honey: Single food stuff comprises many drugs [J]. *Saud J Biol Sci*, 2018, 25(2): 320–325.
- [6] ZHAO HA, ZHU M, WANG K, *et al.* Identification and quantitation of bioactive components from honeycomb (*Nidus vespae*) [J]. *Food Chem*, 2020, 314: 126052.
- [7] 乔江涛. 四种单花蜜中标志性成分鉴定及真实性评价[D]. 北京: 中国农业科学院, 2019.  
QIAO JT. Characteristic components identification and authenticity evaluation of four monofloral honeys [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2019.
- [8] KOCYIGIT A, GULER EM, KALELI S. Anti-inflammatory and antioxidative properties of honey bee venom on Freund's complete adjuvant-induced arthritis model in rats [J]. *Toxicon*, 2019, 161: 4–11.
- [9] MAJTAN J, BUCEKOVA M, KAFANTARIS I, *et al.* Honey antibacterial activity: A neglected aspect of honey quality assurance as functional food [J]. *Trends Food Sci Technol*, 2021, 118: 870–886.
- [10] 汪思凡, 曹振辉, 潘洪彬, 等. 蜂蜜化学成分及其主要生物学功能研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(1): 176–181.  
WANG SF, CAO ZH, PAN HB, *et al.* Research progress on chemical composition and major biological function of honey [J]. *Food Res Dev*, 2018, 39(1): 176–181.
- [11] JUBRI Z, RAHIM NBA, AAN GJ. Manuka honey protects middle-aged rats from oxidative damage [J]. *Clinics*, 2013, 68: 1446–1454.
- [12] MOHAMED M, SULAIMAN SA, JAAFAR H, *et al.* Antioxidant protective effect of honey in cigarette smoke-induced testicular damage in rats [J]. *Int J Mol Sci*, 2011, 12(9): 147.
- [13] DZUGAN M, TOMCZYK M, SOWA P, *et al.* Antioxidant activity as biomarker of honey variety [J]. *Molecules*, 2018, 23(8): 2069.
- [14] NOLAN VC, HARRISON J, COX JAG. Dissecting the antimicrobial composition of honey [J]. *Antibiotics*, 2019, 8(4): 251.
- [15] KWAKMAN PHS, VELDE AA, BOER LD, *et al.* How honey kills bacteria [J]. *Faseb J*, 2010, 24(7): 2576–2582.
- [16] ABDELMONEM AM, RASHEED SM, MOHAMED AS. Bee-honey and yogurt: A novel mixture for treating patients with vulvovaginal candidiasis during pregnancy [J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2012, 286(1): 109–114.
- [17] STAGOS D, SOULITSIOTIS N, TSADILA C, *et al.* Antibacterial and antioxidant activity of different types of honey derived from *Mount Olympus* in Greece [J]. *Int J Mol Med*, 2018, 42(2): 726–734.
- [18] SAMARGHANDIAN S, FARKHONDEH T, SAMINI F. Honey and health: A review of recent clinical research [J]. *Pharmacogn Res*, 2017, 9(2): 121–127.
- [19] CHEN HH, NIE QX, XIE M, *et al.* Protective effects of  $\beta$ -glucan isolated from highland barley on ethanol-induced gastric damage in rats and its benefits to mice gut conditions [J]. *Food Res Int*, 2019, 122: 157–166.
- [20] FAUZI AN, NORAZMI MN, YAACOB NS. Tualang honey induces apoptosis and disrupts the mitochondrial membrane potential of human breast and cervical cancer cell lines [J]. *Food Chem Toxicol*, 2011, 49(4): 871–878.
- [21] MAHMOOD R, ASIF JA, SHAHIDAN WNS. Stingless-bee (*Trigona itama*) honey adversely impacts the growth of oral squamous cell carcinoma cell lines (HSC-2) [J]. *Eur J Integr Med*, 2020, 37: 101162.
- [22] 贺琼. 荔枝蜜的花源标识物及枣花蜜诱导 HepG2 细胞凋亡研究[D]. 西安: 西北大学, 2017.  
HE Q. The floral markers of litchi honey and the effects of jujube honey on apoptosis of HepG2 cells [D]. Xi'an: Northwest University, 2017.
- [23] 王言之, 张静姝, 顾晨曦, 等. 不破壁松花粉对小鼠免疫功能的调节作用[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(20): 7449–7454.  
WANG YZ, ZHANG JS, GU CX, *et al.* Regulation effect of unbroken pine pollen on immunological functioning in mice [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(20): 7449–7454.
- [24] 张洪礼, 王伦兴, 陈德琴, 等. 蜂蜜化学成分及其生物活性的研究进展[J]. *贵州农业科学*, 2021, 49(9): 100–107.  
ZHANG HL, WANG LX, CHEN DQ, *et al.* Research progress on chemical constituents and biological activities of honey [J]. *Guizhou Agric Sci*, 2021, 49(9): 100–107.
- [25] ZHAO H, CHENG N, ZHOU W, *et al.* Honey polyphenols ameliorate DSS-induced ulcerative colitis via modulating gut microbiota in rats [J]. *Mol Nutr Food Res*, 2019, 63(23): 1900638.
- [26] ALMASAUDI SB, ABBAS AT, AL-HINDI RR, *et al.* Manuka honey exerts antioxidant and anti-inflammatory activities that promote healing of acetic acid-induced gastric ulcer in rats [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2017, 46(9): 5413917.
- [27] BATTINO M, GIAMPIERI F, CIANCIOSI D, *et al.* The roles of strawberry and honey phytochemicals on human health: A possible clue on the molecular mechanisms involved in the prevention of oxidative stress and inflammation [J]. *Phytomedicine*, 2021, 86: 153170.
- [28] LOURENCO AP, MARTINS JR, TORRES FAS, *et al.* Immunosenescence in honey bees (*Apis mellifera* L.) is caused by intrinsic senescence and behavioral physiology [J]. *Exp Gerontol*, 2019, 119: 174–183.
- [29] CHUA CK. Malaysian Tualang honey and its immunomodulatory properties [D]. Nottingham: University of Nottingham, 2017.
- [30] ALMASAUDI SB, EL-SHITANY NA, ABBAS AT, *et al.* Antioxidant, anti-inflammatory, and antiulcer potential of manuka honey against gastric ulcer in rats [J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2016, DOI: 10.1155/2016/3643824
- [31] GANNABATHULA S, SKINNER MA, ROSENDALE D, *et al.* Arabinogalactan proteins contribute to the immunostimulatory properties of New Zealand honeys [J]. *Immunopharm Immunot*, 2012, 34(4): 598–607.
- [32] 龙尚琴, 刘翹楚, 马红, 等. 蜂蜜对洛哌丁胺诱导的便秘小鼠肠道微生

- 态的影响[J]. 中国微生态学杂志, 2019, (3): 273-279.
- LONG SQ, LIU QC, MA H, *et al.* Effect of honey on intestinal microecology in rats with loperamide induced constipation [J]. Chin J Microecol, 2019, (3): 273-279.
- [33] ALAEBO PO, UMEH VA, NJOKU GC, *et al.* Antioxidant and nephroprotective effects of honey in alloxan-induced diabetic rats [J]. J Appl Life Sci Int, 2022, 25(2): 26-32.
- [34] BAI H, JIANG W, WANG X, *et al.* Component changes of mulberry leaf tea processed with honey and its application to *in vitro* and *in vivo* models of diabetes [J]. Food Addit Contam A, 2021, 38(11): 1840-1852.
- [35] NORDIN A, OMAR N, SAINIK NQAV, *et al.* Low dose stingless bee honey increases viability of human dermal fibroblasts that could potentially promote wound healing [J]. Wound Med, 2018, 23: 22-27.
- [36] EL-HASKOURY R, AL-WAILI N, KAMOUN Z, *et al.* Antioxidant activity and protective effect of carob honey in CCl<sub>4</sub>-induced kidney and liver injury [J]. Arch Med Res, 2018, 49(5): 306-313.
- [37] ALUKO EO, OLUBOBOKUN TH, ENOBONG IB, *et al.* Comparative study of effect of honey on blood pressure and heart rate in healthy male and female subjects [J]. Brit J Med Med Res, 2013, 3(4): 2214.
- [38] ZHAO H, CHENG N, HE L, *et al.* Antioxidant and hepatoprotective effects of *A. cerana* honey against acute alcohol-induced liver damage in mice [J]. Food Res Int, 2017, 101: 35-44.
- [39] 韩飞, 幸仁汇, 陈琳琦, 等. 中药抗细菌耐药性的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(5): 813-817.
- HAN F, XING RH, CHEN LQ, *et al.* Research progress of anti-drug resistance intraditional chinese medicine [J]. China J Chin Mater Med, 2016, 41(5): 813-817.
- [40] HIXON KR, KLEIN RC, EBERLIN CT, *et al.* A critical review and perspective of honey in tissue engineering and clinical wound healing [J]. Adv Wound Care, 2019, 8(8): 403-415.
- [41] JULL AB, CULLUM N, DUMVILLE JC, *et al.* Honey as a topical treatment for wounds [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, 3(3): CD005083.
- [42] 孟建民, 王立洲. 湿润烧伤膏联合蜂蜜治疗压疮疗效观察[C]// 第15届全国烧伤创疡学术会议论文汇编, 2018.
- MENG JM, WANG LZ. Efficacy of mebo combined with honey in treating pressure ulcers [C]// Proceedings of the 15th National Conference on Burn Innovation and Selection, 2018.
- [43] ATALAY K, CABUK KS, KIRGIZ A, *et al.* Treatment of corneal alkali burn with chestnut honey, royal jelly, and chestnut honey-royal jelly mixture [J]. Beyoglu Eye J, 2019, 4(3): 196.
- [44] ABBAS AS, GHOZY S, MINH LHN, *et al.* Honey in bronchial asthma: From folk tales to scientific facts [J]. J Med Food, 2019, 22(6): 543-550.
- [45] SHAMSHUDDIN N, ZOHDI RM. Gelam honey attenuates ovalbumin-induced airway inflammation in a mice model of allergic asthma [J]. J Tradit Compl Med, 2018, 8(1): 39-45.
- [46] ABDELRAHMAN JE, MAGZOUB AA, IBRAHIM RE, *et al.* Effect of combination of *Nigella sativa* and bee's honey on lung function, respiratory muscle power, and asthma control in patients with persistent asthma [J]. Int J Res Med Sci, 2016, 5(1): 236-239.
- [47] ELENA D, SLAVI D, YULIA P, *et al.* Antiatherogenic and cardioprotective effects of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) juice in aging rats [J]. Evid Based Complem Alternat Med, 2015, (2015-8-13): 10.
- [48] RASAD H, ENTEZARI MH, GHADIRI E, *et al.* The effect of honey consumption compared with sucrose on lipid profile in young healthy subjects (randomized clinical trial) [J]. Clin Nutr Espen, 2018, 26: 8-12.
- [49] MARTINA SJ, RAMAR LAP, SILABAN MRI, *et al.* Antiplatelet effectivity between aspirin with honey on cardiovascular disease based on bleeding time taken on mice [J]. Open Access Maced J Med Sci, 2019, 7(20): 3416.
- [50] KHALIL ML, SULAIMAN SA. The potential role of honey and its polyphenols in preventing heart disease: A review [J]. Afr J Tradit Complem, 2010, 7(4): 315.
- [51] ALI AM, KUNUGI H. Bee honey protects astrocytes against oxidative stress: A preliminary *in vitro* investigation [J]. Neuropsychopharmacol Rep, 2019, 39(4): 312-314.
- [52] QIAO JT, CHEN LH, KONG LJ, *et al.* Characteristic components and authenticity evaluation of rape, acacia, and linden honey [J]. J Agric Food Chem, 2020, 68(36): 9776-9788.
- [53] EI-SEEDI HR, KHALIFA SAM, EI-WAHED AA, *et al.* Honeybee products: An updated review of neurological actions [J]. Trends Food Sci Technol, 2020, 101: 17-27.
- [54] OTHMAN Z, SHAFIN N, ZAKARIA R, *et al.* Improvement in immediate memory after 16 weeks of tualang honey (Agro Mas) supplement in healthy postmenopausal women [J]. Menopause, 2011, 18(11): 1219-1224.
- [55] SHAFIN N, OTHMAN Z, ZAKARIA R, *et al.* Tualang honey supplementation reduces blood oxidative stress levels/activities in postmenopausal women [J]. Isrn Oxid Med, 2014, 72(34): 4667-4673.
- [56] AL-RAHBI B, ZAKARIA R, OTHMAN Z, *et al.* Tualang honey supplement improves memory performance and hippocampal morphology in stressed ovariectomized rats [J]. Acta Histochem, 2014, 116(1): 79-88.
- [57] JIANG L, XIE MH, CHEN GJ, *et al.* Phenolics and carbohydrates in buckwheat honey regulate the human intestinal microbiota [J]. Evid Based Complem Alternat Med, 2020, 2020: 1-11.
- [58] ALLEN KL, MOLAN PC, REID GM. A survey of the antibacterial activity of some New Zealand honeys [J]. J Pharm Pharmacol, 1991, 43(12): 817-822.
- [59] RANNEH Y, AKIM AM, HAMID HA, *et al.* Honey and its nutritional and anti-inflammatory value [J]. BMC Complem Med, 2021, 21(1): 17-18.

(责任编辑: 张晓寒 郑 丽)

## 作者简介



王琪琦, 硕士研究生, 主要研究方向为功能食品与生物活性物质。  
E-mail: 1195953369@qq.com



张根生, 硕士, 教授, 主要研究方向为畜产品研究与综合利用。  
E-mail: zhanggsh@163.com