

# 荆花蜜质量控制指标与药用价值研究

阮晓雯<sup>1</sup>, 张子豪<sup>1</sup>, 李燕辉<sup>1</sup>, 吴秋媚<sup>1</sup>, 朱皓然<sup>1</sup>, 殷昌平<sup>2</sup>, 王吓长<sup>1</sup>, 李涛<sup>3</sup>, 李璇<sup>1,4</sup>

(1. 南京中医药大学药学院, 江苏 南京 210023; 2. 都安神瑶医药健康管理有限公司, 广西 都安 530799; 3. 济南大学化学化工学院, 山东 济南 250024; 4. 南京中医药大学江苏省中医药健康养生技术工程研究中心, 江苏 南京 210023)



## 李璇

副教授, 美国耶鲁大学访问学者、博士后, 现任南京中医药大学药学院食品质量安全教研室主任, 国际标准化组织食品技术委员会蜂产品分委会(ISO/TC 34/SC 19)委员会经理, ISO 智慧农业协调委员会成员, ISO 蜂胶提取物标准项目负责人, 全国蜂产品标委会 TC601(SAC/TC601)委员, 江苏省食品学会监事, 江苏省药理学协会会员, 中国营养学会会员。主要从事中药(包括蜂产品)与免疫代谢性疾病的关系研究, 主持或主要参与完成国家级、省级相关科研课题 10 余项, 以第一或通讯作者身份发表 SCI 论文 10 余篇。曾获江苏省科技进步三等奖, 省优秀博士论文等。

**摘要:**目的 对荆花蜜质量控制指标和药用价值进行研究。方法 收集近 4 年广西都安地区定地饲养模式生产的荆花蜜样品, 研究其理化特征和对盐酸哌洛丁胺诱导的小鼠传输障碍便秘模型的影响。结果 经蜜蜂充分酿造的荆花蜜中花粉以荆条花花粉粒为主, 水分可稳定达到 20% 以下, 电导率低于  $0.8 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ , pH 3.67~3.93, 游离酸  $27.3 \sim 32.3 \text{ meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、内酯  $15.6 \sim 21.5 \text{ meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、总酸  $35.4 \sim 53.7 \text{ meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、淀粉酶  $17.6 \sim 21.5 \text{ U}$ 、羟甲基糠醛(5-HMF)  $3.3 \sim 11.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、总酚含量  $450 \sim 650 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、总黄酮含量  $16.3 \sim 26.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、DPPH 清除  $\text{EC}_{50}$   $67.5 \sim 90.1 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。薄层色谱研究结果显示, 荆花蜜与其他 10 余种蜂蜜呈现不同的特征图谱, 但不同年份荆花蜜的图谱特征相似; 每日饮用不同浓度的蜂蜜水溶液, 盐酸哌洛丁胺诱导的传输障碍小鼠便秘模型的便秘症状得到明显改善和缓解。结论 为荆花蜜各级各类质量标准制定和其药用价值研究进行了有益探索, 以为后续标准制定和产品开发提供依据。

**关键词:**荆花蜜; 质量研究; 理化性质; 指纹图谱; 润肠通便; 抗氧化

**中图分类号:**R283 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-0482(2023)09-0870-09

**DOI:**10.14148/j.issn.1672-0482.2023.0870

**引文格式:**阮晓雯, 张子豪, 李燕辉, 等. 荆花蜜质量控制指标与药用价值研究[J]. 南京中医药大学学报, 2023, 39(9): 870-878.

## Study on Quality Control Indicators and Medicinal Value of Vitex Honey

RUAN Xiao-wen<sup>1</sup>, ZHANG Zi-hao<sup>1</sup>, LI Yan-hui<sup>1</sup>, WU Qiu-mei<sup>1</sup>, ZHU Hao-ran<sup>1</sup>, YIN Chang-ping<sup>2</sup>, WANG Xia-chang<sup>1</sup>, LI Tao<sup>3</sup>, LI Xuan<sup>1,4</sup>

(1. School of Pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China; 2. Du'an-Shenyao Health Management Co., Ltd, Du'an 530799, China; 3. School of Chemistry and Chemical Engineering, Jinan University, Jinan 250024, China; 4. Jiangsu Provincial Technology Engineering Research Center of TCM Health Preservation, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China)

**ABSTRACT: OBJECTIVE** To evaluate the quality control indicators and medicinal value of Vitex Honey. **METHODS** Vitex honey samples from Du'an area of Guangxi in the past four years were collected, and their physicochemical characteristics and effects on the loperamide hydrochloride-induced transmission disorder constipation mouse models were studied. **RESULTS** The pollen grains of the Vitex Honey were mainly from Vitex flower, with a stable water content of less than 20%, conductivity below  $0.8 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ , pH

收稿日期: 2023-08-11

基金项目: 中国民族医药学会科研项目(2021M2094-180501)

第一作者: 阮晓雯, 女, E-mail: 1170028242@qq.com

通信作者: 李璇, 女, 副研究员, 主要从事中药与免疫代谢性疾病的关系研究, E-mail: xuanli@njucm.edu.cn;

李涛, 男, 实验师, 主要从事蜂产品分析检测技术研究, E-mail: chm\_lit@ujn.edu.cn

between 3.67 and 3.93, free acid 27.3 to 32.3 meq · kg<sup>-1</sup>, lactones 15.6 to 21.5 meq · kg<sup>-1</sup>, total acid 35.4 to 53.7 meq · kg<sup>-1</sup>, amylase 17.6 to 21.5 U, hydroxymethylfurfural (5-HMF) 3.3 to 11.6 mg · kg<sup>-1</sup>, total phenolic content 450 to 650 mg · kg<sup>-1</sup>, and total flavonoid content 16.3 to 26.6 mg · kg<sup>-1</sup>, DPPH clearance EC<sub>50</sub> ranges from 67.5 to 90.1 mg · mL<sup>-1</sup>. The results of thin layer identification research showed that Vitex honey exhibited different characteristic spectra compared to more than ten other types of honey, but Vitex honey exhibited relatively consistent spectral characteristics in different years; daily intaking of different concentrations of honey aqueous solution significantly improved and alleviated the constipation symptoms of loperamide hydrochloride-induced transmission disorder constipation in mice. **CONCLUSION** This study provides a beneficial exploration for the formulation of various quality standards for Vitex honey at all levels and the study of its medicinal value, in order to provide a basis for subsequent standard formulation and product development.

**KEYWORDS:** Vitex honey; quality study; physicochemical properties; fingerprint; relaxing bowel; antioxidant

蜂蜜是蜜蜂采集植物的花蜜、分泌物或蜜露,与自身分泌物结合后,经充分酿造而成的天然甜物质<sup>[1]</sup>,我国药典记载<sup>[2]</sup>其性平,归肺、脾、大肠经;具有补中,润燥,止痛,解毒,外用生肌敛疮的功效。主治脘腹虚痛,肺燥干咳,肠燥便秘,解乌头类药毒;外治疮疡不敛,水火烫伤等。国内外关于蜂蜜开展了很多研究,其中包括蜂蜜的标志性成分分析,药理活性研究<sup>[3]</sup>。蜂蜜作为一种天然药食同源物质,包括蜜源植物、产地、蜂种、存储方法等多种因素对蜂蜜的品质均具有显著影响,其质量标准也一直备受关注。荆条 *Vitex negundo* Linn. Var. *Heterophylla* (Franch.) Rehd. 是我国常见野生落叶小灌木,在南亚多国广泛分布,有药用价值,同时也是优良的蜜源植物。荆花蜜产量丰富,是我国四大名蜜之一,它具有独特的香气和口感,是深受消费者喜爱的蜂蜜品种之一。经由蜜蜂采集荆条花蜜露并在蜂巢中酿造成熟的荆花蜜符合世界粮农组织标准,品质优于经过加热脱水而制得的蜂蜜产品,但其理化和功能特征研究尚不完善,作为特色单花种蜂蜜的质量标准亦尚未建立,这限制了荆花蜜的市场发展。本文对其多项理化指标和薄层图谱特征进行研究,探索食用荆花蜜对慢传输型便秘模型的影响和改善作用,以期凸显荆花成熟蜜的品质特征,为建立更加科学和全面可靠的荆花蜜质量评价体系提供参考。

## 1 材料

### 1.1 动物与试剂

荆花蜜由都安神瑶医药健康管理有限公司提供,产地为广西都安3~4个固定蜂场,年份为2019、2020、2021、2022,共4个年份样本,各年份不同蜂场样本充分混匀后用于实验;采自广西都安地区和广西密云地区蜂场的干燥荆条花、叶、茎、根由都安神瑶医药健康管理有限公司提供;黄芪蜜、金菊蜜、龙须藤蜜、龙眼蜜、苜蓿蜜、女贞蜜、山花蜜、苕子蜜、油菜蜜、中蜂蜜、中蜂蜜-盐肤木蜜、中蜂蜜-杂花蜜均由南京中医药大学校友李晓栋先生收集鉴定并捐

赠;福林酚、羟甲基糠醛、没食子酸(≥99%)、槲皮素(≥99%)、三氯化铝、DPPH,对羟基苯甲酸(≥99%),由上海源叶生物科技有限公司提供;果葡糖浆由广州双桥股份有限公司提供;大孔树脂 Amberlite XAD-16、浓硫酸、醋酸酐、甲酸、盐酸、氢氧化钠、乙酸钠等化学试剂均为分析纯,由国药集团化学试剂有限公司提供。

SPF级 Balb/c 小鼠购自上海斯莱克实验动物有限责任公司,动物许可证号:SCXK(沪)2017-0005。

### 1.2 仪器与设备

显微镜 Model YS100, Nikon 公司;薄层色谱仪 ATS4/ADC2/TLC Visualizer2, Camag 公司;蜂蜜波美度计 LB92T,速为电子科技有限公司;电导率仪,上海越平科学仪器有限公司;pH计 PB-10, Sartorius 公司;紫外分光光度计 TU-1810,北京普析通用仪器有限责任公司;万分之一天平 BSA124S, Sartorius 公司;电子天平 NewClassic, METTLER TOLEDO 公司;超纯水仪 Milli-Q Direct8, Merck Millipore 公司;超声清洗仪 KQ-500DE,昆山市超声仪器有限公司。

## 2 方法

### 2.1 花粉粒鉴定

称取蜂蜜样品 10 g,置 15 mL 离心管中,加入蒸馏水至 12 mL,溶解稀释。以 4 000 r · min<sup>-1</sup> 的速度离心 10 min,弃去约 3/4 的上清液,加入 2 mL 乙酸并用涡旋仪混匀,静置 2 h。将放置后的样品进行离心(4 000 r · min<sup>-1</sup>, 10 min),弃去约 1/2 的上清液,加入新配制的浓硫酸和醋酸酐的混合液(体积比为 9:1)0.5 mL,并用涡旋仪混匀,然后将离心管放入 80 ℃ 水浴锅中水浴加热 7 min。停止加热后,迅速离心(4 000 r · min<sup>-1</sup>, 10 min),弃去 1/2 上清液,加 10 mL 蒸馏水混匀,离心(4 000 r · min<sup>-1</sup>, 10 min),弃去 4/5 上清液。再加入 10 mL 蒸馏水,离心(4 000 r · min<sup>-1</sup>, 10 min),去上清,留下约 3 mL 的样液。取适量样液放在盖玻片上,盖上盖玻片,将边

缘多余液体用滤纸吸干,用血球计数板观察,盖玻片一端靠在载玻片上呈 45°,然后缓缓放下盖玻片,防止出现气泡影响观察<sup>[4]</sup>。

## 2.2 水分含量测定

打开蜂蜜波美度计盖板,取样品数滴,置于检测棱镜上,合上盖板,避免气泡产生,使溶液遍布棱镜表面,通过目镜读出蜂蜜样品水分数值。

## 2.3 电导率的测定

根据国家标准《GB/T 18932.15—2003》规定方法进行测量<sup>[5]</sup>,称取相当于 20 g 蜂蜜样品,置于 100 mL 烧杯中,加入 40 mL 水,用玻璃棒搅拌使之完全溶解,转移至 100 mL 容量瓶中,再用 30 mL 水分数次洗涤烧杯后,转移至容量瓶中,最后用水定容至刻度,摇匀。将样液倒入 100 mL 烧杯中,将电极放入样液中,轻轻摇动,赶出气泡,待测定值稳定后,记录样品的电导率,用  $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$  来表示。

## 2.4 pH 测定

取 10 g 蜂蜜样品,溶于 75 mL 蒸馏水(蒸馏水使用前需煮沸去除  $\text{CO}_2$  并冷却至室温)中,充分搅拌均匀,将 pH 电极插入到溶液中,记录 pH 值。

## 2.5 游离酸、内酯、总酸测定

根据 AOAC 所描述的方法<sup>[6]</sup>进行测定,用氢氧化钠的标准溶液进行滴定。游离酸的测定:取 10 g 蜂蜜样品,溶于 75 mL 蒸馏水(蒸馏水使用前需煮沸去除  $\text{CO}_2$  并冷却至室温)中,充分搅拌均匀,将 pH 电极插入到溶液中,记录 pH 值。以  $5 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$  的速率匀速滴加  $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液至溶液 pH 达到 8.5,记录使用的 NaOH 溶液的体积为  $V_{\text{NaOH}}$ 。游离酸含量  $(V_{\text{NaOH}} - V_{\text{空白}}) \times 50/m_{\text{蜂蜜样品}}$ 。溶液 pH 值达到 8.5 后,立即加入 10 mL  $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的氢氧化钠溶液,然后使用  $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 HCl 溶液反滴至蜂蜜样品溶液 pH 值为 8.30,记录使用 HCl 的体积为  $V_{\text{HCl}}$ 。内酯含量为  $(10 - V_{\text{HCl}}) \times 50/m_{\text{蜂蜜样品}}$ 。样品中的总酸含量为游离酸与内酯酸含量的总和。

## 2.6 淀粉酶活性测定

2.6.1 溶液的配制 碘储备液:称取 2.2 g 碘化钾于 100 mL 容量瓶中,加入 3~4 mL 水溶解,再称取 0.88 g 的碘加入容量瓶中,用水定容至 100 mL;碘溶液:称取 4.0 g 碘化钾,用水溶解,置 100 mL 容量瓶中,再加入 1 mL 碘储备液,加水定容至刻度;乙酸盐缓冲液:称取 8.7 g 乙酸钠于 80 mL 水中,加入 2.1 mL 冰乙酸,用水定容至 100 mL;氯化钠溶液:称

取 1.45 g 氯化钠,用水溶解并定容至 50 mL。按此法重复制备以备测量样品所需;淀粉溶液:溶解 2 g 淀粉于 90 mL 水中,迅速煮沸再微沸 3 min,至室温后,转移至 100 mL 容量瓶中。

2.6.2 淀粉酶溶液的标定 吸取 5.0 mL 淀粉溶液和 10 mL 水并分别置于 40 °C 水浴中 15 min。将淀粉溶液倒入 10.0 mL 水中并充分混合后,取 1.0 mL 加到 10.0 mL 的碘溶液中,混匀,用一定体积的水稀释后,以水为空白对照,用分光光度计于 660 nm 波长处测定吸光度,确定产生  $0.760 \pm 0.02$  吸光度所需稀释水的体积数,并以此体积数作为样品溶液的稀释倍数。当淀粉来源改变时,需重新标定。

2.6.3 样品测定 称取约 5 g 蜂蜜样品,置于 20 mL 烧杯中,加入 15 mL 水和 2.5 mL 乙酸盐缓冲液,移入含有 1.5 mL 氯化钠溶液的 25 mL 容量瓶中并定容。吸取 5.0 mL 淀粉溶液,10.0 mL 样品溶液和 10 mL 碘溶液,分别置于 40 °C 水浴中 15 min,将淀粉溶液倒入样品溶液中,以前后倾斜的方式充分混合后开始计时,5 min 时取 1.0 mL 样品混合溶液,加入到 10.0 mL 的碘溶液中,再用淀粉溶液标定时确定的稀释水的体积数进行稀释并用前后倾斜的方式充分混合后,以水为空白,用分光光度计于 660 nm 处测定吸光度值。如吸光度  $> 0.235$ ,应继续按照上述步骤重复操作,直至吸光度  $< 0.235$  为止。

2.6.4 计算 以吸光度值为纵坐标,检测时间(min)为横坐标作图,连接各点成直线,计算出样品吸光度与 0.235 交叉的点所对应的时间,按照如下公式计算:

$$X = \frac{300}{t}$$

式中  $X$  为样品中的淀粉酶值,单位为  $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ;  $t$  为对应的检测时间,单位为 min。

## 2.7 5-羟甲基糠醛测定

2.7.1 对照品溶液的制备 称取 0.001 04 g 的标准试剂于 10 mL 容量瓶中,精密称定,加入甲醇定容至刻度,配成  $0.104 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  的标准品溶液,对标准品溶液逐级稀释,配成 0.325、0.65、1.3、2.6、5.2、10.4  $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  的标准品溶液。用 0.22  $\mu\text{m}$  的滤膜过滤,注入液相色谱仪进行检测。

2.7.2 样溶液的制备 吸取 1.000 0 g 的样品,精密称定,置于 25 mL 烧杯中,加入 1 mL 甲醇,搅拌均匀,使试样完全溶解,转移至 10 mL 容量瓶中,用水稀释至刻度,充分混匀。用 0.22  $\mu\text{m}$  的滤膜过滤,

注入液相色谱仪进行检测。每个样品重复检测3次。

2.7.3 5-HMF含量测定 以标准曲线法对不同批次蜂蜜样品中5-HMF含量进行测定。

## 2.8 总酚含量测定

2.8.1 溶液的配制 福林酚试剂的配制:取原装的福林酚试剂(浓度为 $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ),加蒸馏水14 mL,充分混合,得 $0.25\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的福林酚试剂;15%碳酸钠溶液的配制:取无水的碳酸钠1.1119 g,溶于20 mL水中,混匀,即得。

2.8.2 标准曲线的测定 没食子酸标准溶液的配制:精确称取没食子酸标准品5.00 mg,用甲醇溶解并定容到25 mL,得 $0.2\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的没食子酸标准液;对照品溶液的制备:精密吸取没食子酸标准液1、1.5、2、2.5、3、4、5 mL,分别置25 mL量瓶中,并用甲醇定容至刻度,制成不同浓度的没食子酸标准溶液。

标准溶液的测定及标准曲线绘制:取 $0.25\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 福林酚试剂1 mL到不同浓度的没食子酸标准溶液中,混合,静置3 min,加入2 mL的15%碳酸钠溶液,摇匀,置水浴锅45℃加热90 min冷却至室温,离心,取上清液。另取甲醇1 mL,同法操作,作为空白对照溶液。

用样品溶液将比色皿润洗3次,分别吸取对照品溶液2 mL注入比色皿中,测定吸光度(A);以对照品浓度(C)为横坐标,吸光度(A)为纵坐标,做标准曲线,计算得到回归方程。

2.8.3 样品溶液的制备及测定 取样品1.0000 g,精密称定,置25 mL量瓶中,用甲醇溶解并定容至刻度。取样品溶液1 mL,加入 $0.25\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 林酚试剂1 mL,混合,静置3 min,加入2 mL 15%的碳酸钠溶液,摇匀,至45℃水浴中加热90 min,冷却至室温,离心,取上清液于波长760 nm测定吸光度(A)。另取甲醇1 mL,同法操作,作为空白对照溶液。按标准曲线,计算出样品的浓度(C,  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )。

## 2.9 总黄酮含量的测定

2.9.1 溶液的配制  $3\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 槲皮素储备液:精密称取槲皮素样品30 mg,甲醇定容至10 mL;25、75、125、175、225  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 槲皮素溶液:取适量储备液加入甲醇定容至10 mL;5%氯化铝溶液:精密称取5 g氯化铝固体,溶解于少量甲醇中,随后用甲醇定容至100 mL,超声30 min。

2.9.2 测定 取不同浓度标准品溶液1 mL,加入15 mL甲醇,随后加入0.5 mL 5%氯化铝溶液,最后继续用甲醇定容至25 mL容量瓶中,暗室静置30 min后,在425 nm处测定其吸光度,并制作标准曲线( $R^2>0.99$ )。

精密称取荆花蜜10 g和果葡糖浆30 g,置于25 mL容量瓶中,加入15 mL左右甲醇混匀后,加入5%氯化铝0.5 mL,再以甲醇定容至25 mL,以上各个样品需做3组平行。暗室中静置30 min后,在425 nm下测定其吸光度。

## 2.10 DPPH清除能力的测定

2.10.1 溶液的配制  $300\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  DPPH溶液:精密称取12 mg DPPH固体,先溶解于少量甲醇中,随后用甲醇定容至100 mL容量瓶中(现配现用);荆花蜜 $240\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 溶液:称取荆花蜜2.4 g,甲醇定容至10 mL;果葡糖浆 $1350\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 溶液:称取果葡糖浆13.5 g,甲醇定容至10 mL。

2.10.2 DPPH清除能力测定 准备7个试管,编号0~6,按表1配制反应溶液。

表1 DPPH清除能力测定加样量表(mL)

Table 1 Sample addition scale for DPPH clearing capacity measurement (mL)

标号	甲醇	样品溶液	DPPH
0	1.0	0	1.0
1	0.8	0.2	1.0
2	0.6	0.4	1.0
3	0.4	0.6	1.0
4	0.2	0.8	1.0
5	0.1	0.9	1.0
6	0	1.0	1.0

0~6号管先加甲醇和样品溶液,再加DPPH时,每管间隔1 min。加完后摇匀,确保混合均匀,30 min后在517 nm处测定其吸光度。

2.10.3  $EC_{50}$ 的计算 DPPH剩余量的计算:

$$K_1(\%) = A_1 \times 100 / A_0$$

其中, $K_1$ : DPPH剩余量%; $A_0$ :0号管的吸光度值; $A_1$ :不同浓度样品试管的吸光度值。

$EC_{50}$ 值的计算:

以样品溶液浓度为横坐标( $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ),DPPH剩余量(%)为纵坐标作直线图,显示公式

$$y = ax + b$$

其中a为直线的斜率,b为直线的截距, $EC_{50} = (50 - b) / a$ 。

## 2.11 薄层色谱鉴别

2.11.1 供试品溶液的制备 取蜂蜜样品 50 g, 置 500 mL 烧杯中, 加入 250 mL 溶液 (pH=2 的盐酸水溶液), 用棉花过滤以除去固体颗粒。然后将滤液加入 Amberlite XAD-16 树脂柱进行分离, 首先用 pH=2 的盐酸水 100 mL 洗脱, 再加入 300 mL 蒸馏水洗脱, 除去糖和其他极性的化合物; 再用 300 mL 甲醇洗脱, 得到中小极性成分, 40 °C 减压干燥, 将残留物溶解在 5 mL 水中, 用乙酸乙酯萃取 (5 mL×3), 合并乙酸乙酯萃取液, 减压干燥, 1 mL 甲醇复溶, 即得<sup>[7-8]</sup>。

取不同产地的荆条的根、茎、叶、花粉末, 称取约 2 g, 加入 25 mL 甲醇, 超声提取 30 min, 过滤, 取上清, 即得。

2.11.2 对照品溶液的制备 取对羟基苯甲酸对照品, 精密称定, 加甲醇制成每 1 mL 含对羟基苯甲酸 0.98 mg 的溶液, 作为对照品溶液。

2.11.3 展开剂的选择 照薄层色谱法 (通则 0502) 试验, 吸取供试品溶液各 10 μL, 分别点于同一硅胶 GF<sub>254</sub> 薄层板上, 以甲苯:乙酸乙酯:甲酸 (5:4:1) 为展开剂, 展开, 取出, 晾干。

## 2.12 对小鼠便秘模型的影响

将 BALB/c 小鼠随机分成空白对照组、模型组、糖浆 5% 组、荆花蜜 1.7%、5%、15% 组, 每组 10 只, 雌雄各半。空白组和模型组饮用灭菌水, 其他组自由饮用相应饮水, 并记录体质量, 连续 4 周。依据文献给予造模药物盐酸洛哌丁胺<sup>[9]</sup>, 实验结束前 2 d, 每日灌胃给予盐酸洛哌丁胺 50 mg·kg<sup>-1</sup> 诱导便秘模型小鼠, 更换新笼盒, 立即收集 5 h 粪便, 称取质量、记录湿粪便质量  $W_1$ , 以比较组间排便量差异; 然后将各组小鼠的粪便放入鼓风机内进行高温烘干、脱水。鼓风机设置为 100 °C, 连续烘干 2 h, 再次进行称质量, 记录干粪便质量  $W_2$ 。造模完成后, 小鼠禁食过夜以排空肠内容物。至第 2 天上午开始进行小鼠肠道推进率检测。具体方法为: 每只小鼠经口灌 0.2 mL 印度墨水, 15 min 后脱颈椎处死。迅速打开小鼠腹腔, 取出自幽门至肛门的全肠道, 无张力拉直后测量肠道全长  $L_1$ ; 然后再测量墨汁在肠道内的行进长度  $L_2$ , 计算小鼠肠道推进率  $D = L_2/L_1 \times 100\%$ 。

## 2.13 数据处理及统计方法

所有数据均以  $\bar{x} \pm s$  表示, 多组之间比较通过单因素方差分析进行,  $P < 0.05$  表示差异具有统计学意

义, 统计学分析均采用 Graphpad Prism 9.5 (Graphpad, LaJolla, CA) 软件。

## 3 结果

### 3.1 花粉粒鉴定

参照文献中荆条花粉特征显微镜下观察<sup>[10]</sup>, 荆条花粉为近球形, 极面观为三裂圆形, 赤道面观为近圆形。花粉大小赤径为微米左右。具三沟。外壁两层, 厚度几乎相等, 表面具不明显的颗粒状雕纹, 如图 1 所示, 2022 年的荆花蜜的花粉特征与上述描述相符, 且占比超过 80%, 2019—2021 年结果与 2022 年一致。

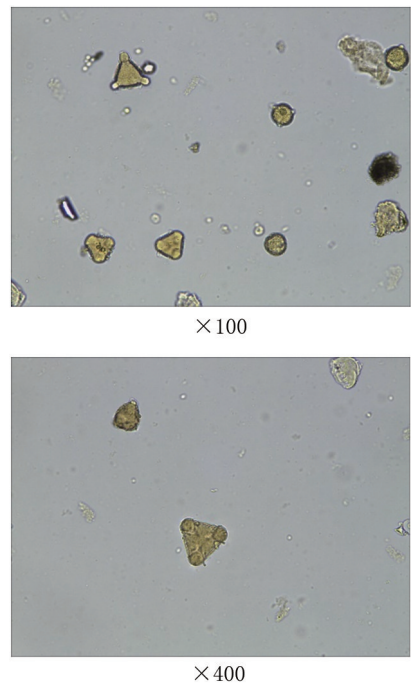


图 1 荆花蜜花粉粒鉴别显微图

Fig. 1 Identification micrographs of Vitex pollen grains

### 3.2 水分、电导率、pH 值

如表 2 所示, 四年份蜂蜜的水分均小于 20%, 符合国际食品法典委员会 (CAC) 以及中国一级蜂蜜标准要求, 通过优化蜂蜜生产过程, 水分可以达到 18% 以下。

蜂蜜的电导率受蜜种及成分、温度、水分、加工状态等影响, 是反映蜂蜜来源的重要指标, 常用的蜂蜜掺假手段是添加果葡糖浆, 这也会引起蜂蜜电导率的变化<sup>[11]</sup>。通过电导率仪对蜂蜜样品的电导率进行测定, 结果如表 2 所示, 果葡糖浆电导率不足 0.1 mS·cm<sup>-1</sup>, 而四年份荆花蜜样品电导率在 0.24~0.28 之间均低于 0.8 mS·cm<sup>-1</sup>, 均符合欧盟及 CAC 相关规定, 荆花蜜的电导率范围仍需更多样

品数据的积累以制定出合理的数值范围。

蜂蜜一般为酸性,且荆条蜜中含有较多的酸性物质,如有机酸、氨基酸等物质;除此之外,蜂蜜的采集和贮存过程也会对蜂蜜的 pH 产生影响。通过 pH 计对蜂蜜样品进行测定,结果如表 2 所示,四年份荆花蜜样品的 pH 在 3.67~3.93 之间。

### 3.3 游离酸、总酸、内酯

蜂蜜中的游离酸主要来源于其成熟过程中糖的氧化产生的葡萄糖醛酸和苹果酸等有机酸,在蜂蜜成熟或贮存的过程中,蜂蜜中的氧化酶和酵母能够分解葡萄糖产生乙醇进一步氧化产生乙酸,造成蜂蜜酸败变质,故各国食品标准均对蜂蜜中的游离酸含量做出了含量限度规定(欧盟规定不得超过  $50 \text{ meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。四年份蜂蜜样品测定结果如表 2 所示,游离酸含量  $27.3 \sim 32.3 \text{ meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,内酯含量为  $15.6 \sim 21.5 \text{ meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,总酸含量  $35.4 \sim 53.7 \text{ meq} \cdot \text{kg}^{-1}$  之间。

### 3.4 淀粉酶活性、5-羟甲基糠醛

蜂蜜中存在多种活性酶,淀粉酶就是其中一种,有相关研究表明<sup>[12-14]</sup>,淀粉酶可以作为衡量蜂蜜样品是否被加工处理、新鲜程度、是否被加热处理、蜂蜜质量优劣的一个指标。目前,欧盟及 CAC 委员会规定的蜂蜜中淀粉酶含量不低于 8。根据蜂蜜标准《GB/T 18932.16—2003》采用紫外分光光度法对

四年份蜂蜜样品进行淀粉酶含量的测定,结果显示(表 2),淀粉酶活性  $17.6 \sim 21.5 \text{ U}$ 。由此说明样品新鲜程度较好,质量合格。

5-羟甲基糠醛(5-HMF)是蜂蜜中的葡萄糖和果糖在酸性条件下经加热脱水形成的一种物质,是衡量蜂蜜新鲜度的一项重要指标,含量越少,说明蜂蜜质量越好,新鲜纯正的蜂蜜甚至不含有 5-HMF。加拿大、美国、欧盟、CAC 标准,都对蜂蜜中羟甲基糠醛做了限量规定,要求蜂蜜中 5-HMF 含量小于  $40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。通过采用 HPLC 的方法对样品进行测定,结果如表 1 所示,四年份蜂蜜样品 5-HMF 含量均小于  $40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,符合相关含量规定。通过测量结果可以发现,5-HMF 含量:2019 年>2020 年>2021 年>2022 年,说明 5-HMF 含量随存放时间的增加而增加,也验证了 5-HMF 是检验蜂蜜新鲜度的指标。

### 3.5 总酚、黄酮含量及 DPPH 清除能力

蜂蜜具有一定抗氧化活性,酚类和黄酮类成分是蜂蜜抗氧化的主要物质基础,蜂蜜中的酚类和黄酮类化合物含量越高,则其抗氧化活性越好。因此酚类和黄酮类化合物也是目前相关研究的重点。结果如表 2 所示,四年份荆花蜜多酚类化合物含量在  $450 \sim 650 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  之间,总黄酮含量在  $16.3 \sim 26.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  之间,EC<sub>50</sub> 为  $67.5 \sim 90.1 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

表 2 2019~2022 四年份荆花蜜理化指标

Table 2 Physicochemical indicators of Vitex honey from 2019 to 2022

样品	水分/%	电导率/ ( $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	pH	游离酸/ ( $\text{meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	内酯/ ( $\text{meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	总酸/ ( $\text{meq} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	淀粉酶/U	5-HMF	总酚/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	总黄酮/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	抗氧化能力 (DPPH)-EC <sub>50</sub> / ( $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ )
F55	21.5±0.5	0.012±0.002	6.33±0.36	13.6±3.6	12.1±0.5	25.7±3.6	/	5.2±1.8	286.4±54.3	0.54±0.01	648.8
ViH19	19.9±0.5	0.25±0.02*	3.80±0.05*	29.4±2.7*	18.7±2.2*	48.1±3.3*	19.2±6.4	11.6±4.0*	651.2±83.1*	26.6±1.1*	67.5
ViH20	18.6±0.44	0.20±0.02*	3.74±0.04*	32.1±2.3*	21.5±1.1*	53.7±2.0*	18.1±4.1	5.2±1.8*	505.6±26.1*	21.4±1.0*	79.5
ViH21	18.3±1.1	0.28±0.08*	3.93±0.28*	27.3±13.6*	15.6±3.0*	35.4±17.7*	17.6±2.2	4.9±1.3*	518.3±106.1*	16.7±1.1*	89.6
ViH22	17.3±0.4	0.24±0.05*	3.67±0.04*	32.3±1.2*	18.7±0.2*	51.0±1.1*	21.5±3.6	3.3±0.6*	453.5±27.3*	16.3±1.2*	90.1

注:F55.果葡糖浆;ViH19.荆花蜜 2019 年样品;ViH20.荆花蜜 2020 年样品;ViH21.荆花蜜 2021 年样品;ViH22.荆花蜜 2022 年样品。与 F55 比较,\* $P < 0.05$ 。

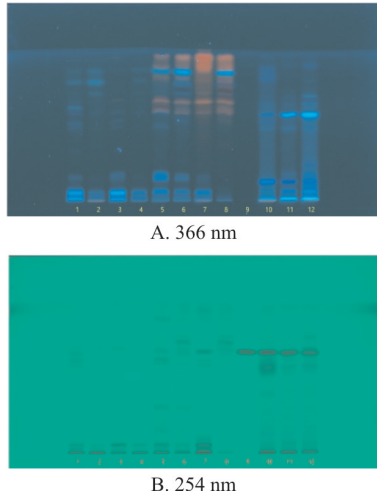
### 3.6 薄层鉴别

薄层色谱作为一个传统的质量控制的方法,具有操作方便、设备简单的特点。相较于 GC-MS、LC-MS/MS 等方法,TLC 容易操作<sup>[15]</sup>。对荆花蜜的薄层色谱进行研究,可为鉴别不同蜂蜜提供参考,实现更好的荆花蜜质量控制。

我国南北都有荆条分布,为了探索荆条蜜成分与蜜源植物之间的关系,本文对来源于具有南北代

表性的广西都安和北京密云地区的荆条的根、茎、叶、花样品进行提取,采用建立的薄层色谱方法进行分析,为项目后期研究蜜源植物区域分布与荆花蜜质量控制的关系的研究提供更多数据支持。结果如图 2 所示,荆花蜜薄层色谱图呈现出相似的条带特征,同时,对产于广西都安和北京密云的荆条植物根、茎、叶、花进行分析,通过与荆花蜜之间的薄层色谱进行对比,可以确定一种共有成分同时存在于荆

条花和荆条叶中,与标准品对比确认该化学成分为对羟基苯甲酸。在 254 nm 检测条件下,荆花蜜在  $R_f$  值为 0.71 时显黑色斑点,可以明显地区别荆花蜜与其他品种的蜂蜜,而在 366 nm 检测条件下,各批荆花蜜主要斑点相似。

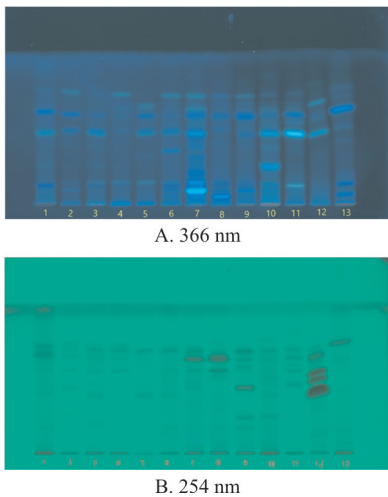


注:1. 根-都安;2. 根-密云;3. 茎-都安;4. 茎-密云;5. 花-都安;  
6. 花-密云;7. 叶-都安;8. 叶-密云;9. 对羟基苯甲酸;  
10. 2019 年荆花蜜;11. 2020 年荆花蜜;12. 2021 年荆花蜜

图 2 荆条植物组织样品与荆条蜜薄层色谱图

Fig. 2 Thin layer chromatograms of Vitex plant tissue samples and Vitex honey

对包括荆花蜜在内的 13 种可溯源蜂蜜样品进行薄层色谱分析,结果如图 3 所示,各样品薄层色谱特征均有所不同,但能否作为不同蜂蜜的鉴别技术手段应用还需更多数据积累比对。



注:1. 苜蓿蜜;2. 苕子蜜;3. 黄芪蜜;4. 油菜蜜;5. 金菊蜜;6. 中蜂蜜;  
7. 女贞蜜;8. 龙眼蜜;9. 中蜂蜜-杂花蜜;10. 山花蜜;  
11. 中蜂蜜-盐肤木;12. 龙须藤蜜;13. 荆花蜜

图 3 多品种蜂蜜薄层色谱图

Fig. 3 Thin layer chromatograms of multiple varieties of honey

### 3.7 荆花蜜改善小鼠便秘模型肠道功能

盐酸洛哌丁胺作用于肠壁阿片受体,组织乙酰胆碱和前列腺素的释放<sup>[6]</sup>,从而抑制肠蠕动,延长肠内容物的滞留时间,可用于制作小鼠便秘模型。小鼠每日自由饮用蜂蜜水 4 周后,给予造模药物,饮用 5%、15% 蜂蜜水的小鼠湿粪质量、干粪质量和小肠推进率都有明显增加,这表明饮用蜂蜜水可以使便秘模型的便秘症状得到改善和缓解。饮用相近浓度的果葡糖浆溶液能促进小肠推进运动,但对于湿粪和干粪质量无明显影响。连续四周饮用果葡糖浆和不同浓度荆花蜜水对体质量无明显影响,如图 4 所示。

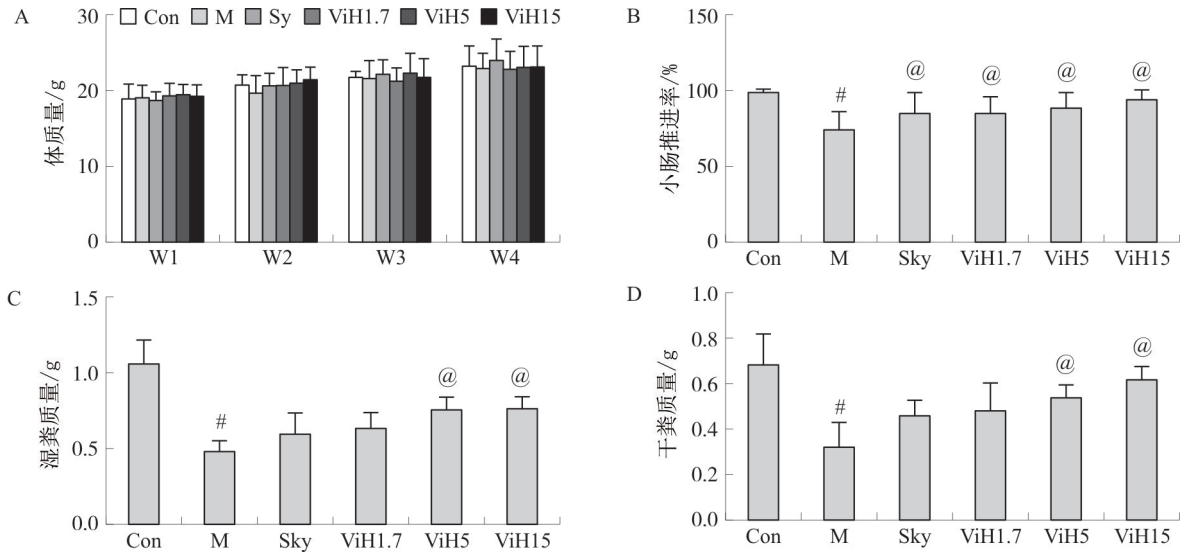
## 4 讨论

蜂蜜是人类最早的甜味物质,数千年来一直深受人类的喜爱,早在《神农本草经》中就有我国人民食用蜂蜜的记载,我国也拥有悠久的养蜂和食用蜂蜜的传统。到了近代,战乱不断,我国的养蜂业逐渐落后于世界先进水平。关于新西兰的麦卢卡蜂蜜的专门研究始自 20 世纪 90 年代,自 2007 年起发表科研论文数量逐年增加,多国科学家合作研究了麦卢卡蜂蜜特征成分“丙酮醛 MGO”的来源及转化条件<sup>[16-19]</sup>,德国科学家研究结果表明美拉德反应的中间产物是麦卢卡的特定成分<sup>[19]</sup>。麦卢卡蜂蜜的抗菌<sup>[20]</sup>、抗炎、修复伤口、抗氧化、抗肿瘤等作用也相继被发表<sup>[20-24]</sup>。建立在这些科学研究基础之上,麦卢卡蜂蜜迅速成为蜂蜜产品领域中的殿堂级产品,价高难求,也为蜂蜜的研究提供了良好的思路。由此,本研究立足于荆花蜜的品质与药用价值两方面,研究荆花蜜的质量控制指标和其代表功能,以期为后续标准制定和产品开发提供数据支持。

蜂蜜的品质与蜜源植物密切相关。荆条蜜的蜜源植物为马鞭草科 (Verbenaceae) 植物黄荆 (Vitex-nalrfalia Sieb. et Zuee.) 的一个变种,称之为荆条。黄荆适宜生存在热带及温带地区,南亚很多国家都有分布,如中国、印度尼西亚、印度和菲律宾等,生长于海拔 1 500 m 处,在我国黄荆广泛分布于我国长江流域及南部各省区。黄荆生自山野间,为落叶灌木,叶对生,长柄,掌状复叶 13-5 小叶,披针形或长椭圆形,边缘如粗锯齿,头锐尖,顶生圆锥花序,夏日开淡紫色小唇形花,结小球形核果,黑熟。《中国药物植物志》载:“牡荆与黄荆,最相近似,然不难鉴别,牡荆毛虽细密,但均直立,不似黄荆毛之相互组织为绒毛状,牡荆的叶面绿色,而黄荆的叶的下面为

粉白色,牡荆的叶具锯齿,黄荆正种则为全绿,或只具小齿”。又载“黄荆条为黄荆的变种,其异于黄荆者在深裂如羽状的小叶,在黄荆则为全绿或只具浅齿,有时黄荆条的小叶也只具粗齿,形如牡荆,惟牡荆的叶下面绿色是其异点”。现在一般认为本品有3种:①牡荆 *Vitex negundo* L. var. *cannabifolia* (Sieb. et Zucc.) Hand. -Mazz.; ②黄荆 *Vitex Negun-*

*do* Linn.; ③黄荆条 *Vitex Negundo* Zinn *Verincisa* (Lam) clarke。在药用上的性质,均完全相同<sup>[25]</sup>。本研究发现,2019、2020、2021 和 2024 年荆花蜜中,除了稳定存在的1个成分对羟基苯甲酸外,还有7个共有成分有待鉴定,本研究后续将推进相关研究,完成荆花蜜指纹图谱的绘制。



注:A. 荆花蜜对连续4周体质量的影响;B. 荆花蜜对小肠推进率的影响;C. 荆花蜜对湿粪质量的影响;D. 荆花蜜对干粪质量的影响。Con. 空白对照组;M. 模型组;Sy. 果葡糖浆5%饮用组;ViH1.7. 荆花蜜1.7%饮用组;ViH5. 荆花蜜5%饮用组;ViH15. 荆花蜜15%饮用组;W1. 实验第1周;W2. 实验第2周;W3. 实验第3周;W4. 实验第4周。与对照组相比,<sup>#</sup> $P < 0.05$ ;与模型组相比,<sup>@</sup> $P < 0.05$ 。

图4 荆花蜜对小鼠便秘模型的影响

Fig. 4 Effect of Vitex honey on mouse constipation model

黄荆子、叶、枝及根均可入药。黄荆子即为植物的种子,亦即《本草纲目》所载的黄荆子,能“祛风涤痰镇咳”,八九月间采实阴干供药用。黄荆有止咳、祛痰及缓解支气管痉挛的作用,主治感冒、咳嗽、哮喘、风痹、疟疾、胃痛、疝气、痔漏。黄荆叶清热解表,利湿解毒,主治感冒、中暑、吐泻、痢疾、疟疾、黄疸、风湿、跌打肿痛、创痛疥癣,并能防止甲醛性关节炎肿胀的发生<sup>[26]</sup>。在黄荆中共发现四大类共120种化合物,主要是类黄酮、木脂素、萜类和类固醇化合物<sup>[27]</sup>。Gill等综述了黄荆提取物中的活性成分抗炎、抗氧化、抗糖尿病、抗癌、抗微生物等多种功能及其作用机制的研究<sup>[28]</sup>。荆条蜜的成分与功能研究相关的文献并不多。中国的荆条蜜总酚和总黄酮含量分别为 $344 \sim 520 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (GAE)和 $19 \sim 31 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (芦丁),给予大鼠 $20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  70 d后,能提高扑热息痛所致肝毒性大鼠血清中抗氧化相关指标,改善肝功能相关指标<sup>[29]</sup>。柴霞等<sup>[30]</sup>报道了果蝇培养基中加入荆条蜜能促进果蝇的生长发育、

延缓衰老、抗氧化,提高繁殖能力。郭顺悦等<sup>[31]</sup>报道通过HPLC-MS/MS鉴定出荆条蜜中的独特成分3-O- $\alpha$ -7-O- $\beta$ -二葡萄糖花旗松素苷,将其命名为荆条素(Vitexin)。张永清等<sup>[32]</sup>应用实时LAMP方法对荆条蜜真实性进行快速检测。本团队后续将继续进行荆条蜜功能-物质基础关系研究,以阐明其可能的作用机理。

#### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国卫生部. GB14963-2011, 食品安全国家标准蜂蜜[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011. Ministry of Health of the People's Republic of China. GB14963-2011, National standard for food safety honey[S]. Beijing: China standards press, 2011.
- [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; 374. National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China; Vol I[S]. Beijing: China medical science and technology press, 2020; 374.
- [3] ZAMMIT YOUNG GW, BLUNDELL R. A review on the phytochemical composition and health applications of honey[J]. Heliyon, 2023, 9(2): e12507.
- [4] 魏丽, 曾志将. 中国部分商品蜂蜜中植物花粉形态、含量及浓度的研究[J]. 中国蜂业, 2009, 60(6): 12-14. WEI L, ZENG ZJ. Study on shape, content and concentration of plant pollen in part commercial honey of China[J]. Apic China,



- 2009, 60(6): 12-14.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GB/T 18932.15-2003, 食品安全国家标准蜂蜜[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003. Ministry of Health of the People's Republic of China. GB/T 18932.15-2003, National standard for food safety honey[S]. Beijing: China standards press, 2003.
- [6] Association of Official Analytical Chemists AOAC (1990). AOAC Official Method 962.19 Acidity in Honey [S]. Washington: Association of Official Analytical Chemists.
- [7] ISLAM MK, SOSTARIC T, LIM LY, et al. A comprehensive HPTLC-based analysis of the impacts of temperature on the chemical properties and antioxidant activity of honey [J]. *Molecules*, 2022, 27(23): 8491.
- [8] MAKOWICZ E, JASICKA-MISIAK I, TEPER D, et al. HPTLC fingerprinting-rapid method for the differentiation of honeys of different botanical origin based on the composition of the lipophilic fractions[J]. *Molecules*, 2018, 23(7): 1811.
- [9] 姚一博, 王迪, 王钱陶, 等. 盐酸洛哌丁胺诱导的小鼠慢传输型便秘模型的实验研究 [J]. *中国实验动物学报*, 2020, 28(3): 370-375. YAO YB, WANG D, WANG QT, et al. Experimental study of slow transit constipation induced by loperamide hydrochloride in mice [J]. *Acta Lab Animalis Sci Sin*, 2020, 28(3): 370-375.
- [10] 张金谈, 王嘉琳. 蜂蜜的花粉分析 [J]. *植物学报*, 1966, 8(2): 186-192. ZHANG JT, WANG JL. Pollen analysis of honey [J]. *J Integr Plant Biol*, 1966, 8(2): 186-192.
- [11] 赵天祯, 马占峰, 汪驹麒. 蜂蜜电导率的实验研究 [J]. *中国蜂业*, 2020, 71(7): 40-41. ZHAO TY, MA ZF, WANG SQ. Experimental study on the conductivity of honey [J]. *Apic China*, 2020, 71(7): 40-41.
- [12] 陈雪洋, 田珂雪. 蜂蜜中 $\alpha$ -淀粉酶活力测定方法改进 [J]. *河南农业*, 2020(24): 59-60. CHEN XY, TIAN KX. Improvement of determination method of  $\alpha$ -amylase activity in honey [J]. *Agric Henan*, 2020(24): 59-60.
- [13] 刘佳宁. 浅淡淀粉酶在真假蜂蜜中的区别 [J]. *食品安全导刊*, 2015(15): 89. LIU JN. On the difference between amylase and true and false honey [J]. *China Food Saf Mag*, 2015(15): 89.
- [14] 吕成军. 分光光度法测定淀粉酶值鉴别蜂蜜质量的一种方法 [J]. *农家参谋*, 2020(8): 217-218. LYU CJ. A method for identifying honey quality by measuring amylase value by spectrophotometry [J]. *Farmers Consult*, 2020(8): 217-218.
- [15] 王瑞忠, 鲁静. 薄层色谱和高效液相色谱法鉴别真假蜂蜜的方法研究 [J]. *药物分析杂志*, 2014, 34(4): 737-741. WANG RZ, LU J. Method study for the determination of adulteration honey by TLC and HPLC [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2014, 34(4): 737-741.
- [16] OWENS A, LANE JR, MANLEY-HARRIS M, et al. Kinetics of conversion of dihydroxyacetone to methylglyoxal in New Zealand mānuka honey: Part V - The rate determining step [J]. *Food Chem*, 2019, 276: 636-642.
- [17] GRAINGER MNC, MANLEY-HARRIS M, LANE JR, et al. Kinetics of conversion of dihydroxyacetone to methylglyoxal in New Zealand mānuka honey: Part I - Honey systems [J]. *Food Chem*, 2016, 202: 484-491.
- [18] GRAINGER MNC, MANLEY-HARRIS M, LANE JR, et al. Kinetics of the conversion of dihydroxyacetone to methylglyoxal in New Zealand mānuka honey: Part II - Model systems [J]. *Food Chem*, 2016, 202: 492-499.
- [19] HELLMIG M, RÜCKRIEMEN J, SANDNER D, et al. Unique pattern of protein-bound Maillard reaction products in manuka (*Leptospermum scoparium*) honey [J]. *J Agric Food Chem*, 2017, 65(17): 3532-3540.
- [20] NOLAN VC, HARRISON J, WRIGHT JEE, et al. Clinical significance of manuka and medical-grade honey for antibiotic-resistant infections: A systematic review [J]. *Antibiotics*, 2020, 9(11): 766.
- [21] MCLOONE P, OLUWADUN A, WARNOCK M, et al. Honey: A therapeutic agent for disorders of the skin [J]. *Cent Asian J Glob Health*, 2016, 5(1): 241.
- [22] MUNSTEDT K, MOMM F, HUBNER J. Honey in the management of side effects of radiotherapy- or radio/chemotherapy-induced oral mucositis: A systematic review [J]. *Complement Ther Clin Pract*, 2019, 34: 145-152.
- [23] NAGI R, PATIL DJ, RAKESH N, et al. Natural agents in the management of oral mucositis in cancer patients-systematic review [J]. *J Oral Biol Craniofac Res*, 2018, 8(3): 245-254.
- [24] TSANG KK, KWONG EWY, WOO KY, et al. The anti-inflammatory and antibacterial action of nanocrystalline silver and manuka honey on the molecular alteration of diabetic foot ulcer: A comprehensive literature review [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 2015: 218283.
- [25] 王龙骧. 黄荆子糖浆的制法与治疗作用 [J]. *江西中医药*, 1956(10): 46-48. WANG LX. Preparation and therapeutic effect of *Vitex negundo* syrup [J]. *Jiangxi Med J*, 1956(10): 46-48.
- [26] 王军华, 胡苹. 黄荆的药理作用 [J]. *沈阳医学院学报*, 2021, 23(6): 622-624. WANG JH, HU P. A review of the pharmacological action of *Vitex negundo* Linn [J]. *J Shenyang Med Coll*, 2021, 23(6): 622-624.
- [27] ZHENG CJ, LI HQ, REN SC, et al. Phytochemical and pharmacological profile of *Vitex negundo* [J]. *Phytother Res*, 2015, 29(5): 633-647.
- [28] GILL BS, MEHRA R, NAVGEET, et al. *Vitex negundo* and its medicinal value [J]. *Mol Biol Rep*, 2018, 45(6): 2925-2934.
- [29] WANG Y, LI D, CHENG N, et al. Antioxidant and hepatoprotective activity of vitex honey against paracetamol induced liver damage in mice [J]. *Food Funct*, 2015, 6(7): 2339-2349.
- [30] 柴霞, 许志军, 李芝彪, 等. 荆条蜜对果蝇生长发育和抗氧化能力的影响 [J]. *食品工业科技*, 2013, 34: 339-343. CHAI X, XU ZJ, LI ZB, et al. Effect of Vitex honey on growth and antioxidant of *Drosophila melanogaster* [J]. *Sci Tech Food Ind*, 2013, 34: 339-343.
- [31] 郭顺悦, 乔江涛, 张红城. 荆条蜜中特征性成分鉴定 [J]. *中国蜂业*, 2020, 71(12): 67-71. GUO SY, QIAO JT, ZHANG HC. Identification of characteristic component in Vitex honey [J]. *Apic China*, 2020, 71(12): 67-71.
- [32] 张永清, 周艺佳, 李梦媛, 等. 应用实时 LAMP 方法检测荆条蜜源成分 [J]. *许昌学院学报*, 2021, 40(2): 70-73. ZHANG YQ, ZHOU YJ, LI MY, et al. Application of real-time LAMP method to detect honey-source components of *Vitex negundo* [J]. *J Xuchang Univ*, 2021, 40(2): 70-73.

(编辑:董宇)