

# 浅谈蜂产品的化学成分和生物学功能

刘莹

(长治职业技术学院, 长治 046000)

**摘要:** 蜂产品是蜜蜂的产物,按其来源和形成分为三类,包括:蜜蜂的采集物:蜂蜜、蜂胶和蜂花粉等;蜜蜂的分泌物:蜂王浆、蜂蜡和蜂毒等;蜜蜂自身生长发育各虫态的躯体:蜜蜂幼虫、蜜蜂蛹等。这篇文章中蜂产品主要探讨的是蜜蜂的采集物和蜜蜂的分泌物两类物质。蜂产品具有独特的生物学功能,研究表明,天然蜂产品在促进机体消化、增强免疫力、改善睡眠质量、改善皮肤状态等方面发挥着重要的作用。这些生物特性与它们所含的黄酮类化合物有关,如白杨素、芹菜素、山奈酚、槲皮素、高良姜素、柚皮素等。可见,蜂产品的化学成分直接影响其生物学功能,本文将对蜂产品中化学成分的研究进展进行综述,为蜂产品营养价值和生物学功能的进一步研究提供参考。

**关键词:** 蜂产品; 黄酮类化合物; 化学成分; 营养价值; 生物学功能

## Discussion on the Chemical Constituents and Biological Functions of Bee Products

Liu Ying

(Changzhi Vocational and Technical Institute, Changzhi 046000, China)

**Abstract:** Bee products are products of bees, which can be divided into three categories based on their source and formation, including: honey, propolis, and bee pollen collected by bees; Bee secretions: royal jelly, beeswax, and bee venom; Bees grow and develop their own bodies in various insect states: bee larvae, bee pupae, etc. In this article, bee products mainly explore two types of substances: bee collections and bee secretions. Bee products have unique biological functions, and research has shown that natural bee products play an important role in promoting digestion, enhancing immunity, improving sleep quality, and improving skin condition. These biological characteristics are related to the flavonoid compounds they contain, such as poplar extract, apigenin, kaempferol, quercetin, galangin, and naringin. The chemical components of bee products directly affect their biological functions. This article will review the research progress of chemical components in bee products, providing reference for further research on the nutritional value and biological functions of bee products.

**Key words:** bee products; flavonoids; chemical composition; nutritional value; biological functions

蜂产品是大自然对人类的馈赠,是天然的饮食、医疗、美容佳品。蜂产品受植物种类、产地、采集时间和环境条件<sup>[1-3]</sup>的影响,其化学成分比较复杂和多样。然而,蜜蜂的每种产品都有特定的物质组成和含量,这赋予了每种蜜蜂产品特定的生物学活性。

### 1 蜂蜜的化学成分和生物学功能

蜂蜜是蜜蜂采集植物花蜜反复酿造而成一种过饱和和碳水化合物溶液,至少含有181种营养成分<sup>[4]</sup>。葡萄糖和果糖<sup>[5]</sup>是蜂蜜的主要营养物质,此外,蜂蜜还

含有蔗糖、鼠李糖、海藻糖、异麦芽糖、麦芽糖、麦芽四糖、麦芽三糖、麦芽酮糖、松三糖、蜜二糖、黑曲霉糖、异麦芽酮糖、棉子糖和吡喃葡萄糖基蔗糖<sup>[6,7]</sup>。

蜜蜂在采集和酿造过程中会分泌多种酶,包括葡萄糖氧化酶、淀粉酶、过氧化氢酶、过氧化物酶、转化酶和溶菌酶。蔗糖转化酶在酿造过程中可将采集的双糖转化为单糖;淀粉酶可将多糖转化为双糖;葡萄糖氧化酶可将葡萄糖氧化为葡萄糖酸,同时产生过氧化氢,而过氧化氢是蜂蜜杀菌活性的主要物质之一<sup>[8]</sup>。

作者简介:刘莹(1986-),女,讲师,硕士研究生,主要研究方向为畜牧兽医, E-mail: sagly0603@163.com

未经充分酿制的蜂蜜，淀粉酶含量低；经高温加热处理或贮藏过久的蜂蜜，其淀粉酶会受到破坏。可见，蜂蜜中的酶既为食物的消化提供了良好的前提，又能提高机体的抗氧化和抗菌能力，对促进机体新陈代谢、延缓衰老、治疗感染性疾病有重要的作用。

蜂蜜还含有多种有机酸：葡萄糖酸、柠檬酸、苹果酸、乳酸、琥珀酸、草酸、酒石酸、甲酸、乙酸、苯甲酸和焦粘酸。这些有机酸主要来自蜜蜂采集的花蜜或蜜露、蜂巢代谢物以及蜜蜂本身，约占蜂蜜总含量的0.57%，可在蜂蜜中起到抑菌、抗氧化等作用<sup>[9]</sup>。成熟蜂蜜中有机酸的含量较高，使得蜂蜜的pH值介于3~4.5之间，而大多数病原菌生长繁殖的适宜pH值在7.2~7.4之间，这有利于蜂蜜的长期保存。

酚酸和黄酮类化合物也是蜂蜜的重要成分，它们是天然的抗氧化剂，具有抗菌、消炎、抗过敏、抗血栓形成和血管扩张等广泛的生物学活性。蜂蜜中的酚酸类化合物包括羟基肉桂酸和羟基苯甲酸的衍生物。羟基肉桂酸的衍生物有对香豆酸、咖啡酸、阿魏酸和芥子酸。羟基苯甲酸的衍生物有对羟基苯甲酸、香草酸、丁香酸、水杨酸、没食子酸和鞣花酸<sup>[7]</sup>。蜂蜜中黄酮类化合物的代表有柚皮素、橙皮素、松素、白杨素、高良姜素、槲皮素和山奈酚。然而研究表明，蜂蜜加热处理后高良姜素、山奈酚和杨梅素的浓度显著降低，巴氏杀菌则导致杨梅素浓度显著降低<sup>[10]</sup>。

蜂蜜中除含有上述化学物质外，还含有水、氨基酸、蛋白质、维生素和矿物质等。蜂蜜中水含量的高低是确定蜂蜜成熟程度的主要标志，成熟的蜂蜜含水量应小于18%。蜂蜜中的蛋白质含量在0.1%~2.42%之间，平均0.3%，而氨基酸含量平均为0.00476%。已知蜂蜜中的氨基酸种类有赖氨酸、组氨酸、缬氨酸、精氨酸、天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸等。脯氨酸（50%~80%）在氨基酸中占主导地位，其含量的高低标志着蜂蜜的成熟度<sup>[6]</sup>。蜂蜜中的维生素主要有：硫胺素、核黄素、吡哆醇、叶酸、泛酸和维生素A、维生素C、维生素E。蜂蜜还含有少量的矿物质元素，如磷、钾、钙、镁、硫、铁、铜、锰和锌等。尽管蜂蜜中只有少量的微量元素，但它们具有很高的生物可利用性。据报道，蜂蜜中的铜、钙、锌、铁、锰和镁的生物利用度高达80%~90%<sup>[11]</sup>。

## 2 蜂胶的化学成分和生物学功能

蜂胶是蜜蜂采集了树木、灌木和绿色植物的幼芽

分泌的树脂，再添加进自身的分泌物，经过精细加工而成的一种树脂物质。蜂胶在抗菌、防腐、医疗中发挥着重要的作用<sup>[12]</sup>。

蜂胶是一种化学成分较为繁杂的蜂产品。目前已知蜂胶中的活性化合物至少300种<sup>[13]</sup>，主要包括酚酸（咖啡酸、阿魏酸、绿原酸、对香豆酸）、苯甲酸、肉桂酸等多种有机酸，这些酸性物质对人体至关重要，如：阿魏酸能起到消炎止痛的作用，同时对偏头疼和神经性头疼有显著功效；咖啡酸在止血、止咳和化痰方面效果显著。蜂胶中的黄酮类化合物主要有白杨素、木犀草素、芹菜素、高良姜素、山奈酚、槲皮素、球松素、乔松素和萜烯类化合物<sup>[14-16]</sup>。因此，蜂胶具有良好的抗氧化、抗炎和免疫调节活性，能够协助机体维持免疫系统的动态平衡。

蜂胶中含有大量的矿物质和维生素。矿物质有钙、镁、锰、锌、铜、铁、钴和硒等，而钙、镁等元素是动物体必需的元素，蜂胶中的矿物质有利于提高机体各器官功能；蜂胶中含有大量的维生素，其中包括维生素B1、维生素B2、维生素B3、维生素B6、维生素B12、维生素C和维生素E等，此外，还含有叶酸和生育酚，叶酸具有保护和软化血管的作用，而生育酚可以调节人体的内分泌。同时蜂胶还含有部分酶和抗病毒成分，如琥珀酸脱氢酶、葡萄糖-6-磷酸脱氢酶、三磷酸腺苷酶和酸性磷酸酶等<sup>[16,17]</sup>，这些酶类能帮助机体吸收营养，消除体内代谢废物，促进细胞代谢和组织再生修复，在物质代谢、血栓、癌症等的治疗中发挥重要作用。

## 3 蜂花粉的化学成分和生物学功能

蜂花粉是蜜蜂采集蜂蜜时带回的花粉团，在蜂巢中储存经乳酸发酵形成的花粉，是天然的杀菌和抑菌剂<sup>[18,19]</sup>。蜂花粉包含至少200种生物活性物质，主要成分有蛋白质、氨基酸、黄酮类化合物、活性酶、脂类、蜂花粉素、维生素、微量元素、核酸等<sup>[20,21]</sup>。

蜂花粉中蛋白质约为22.7%，其中必需氨基酸含量为10.4%，包括：蛋氨酸、赖氨酸、苏氨酸、组氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、色氨酸等，几乎含有人类迄今发现的所有氨基酸。蜂花粉中碳水化合物占30.8%，主要是葡萄糖和果糖，还包含蔗糖、麦芽糖、棉子糖、纤维素、淀粉和糊精等，其中还原糖占比25.7%。蜂花粉中的脂类物质主要有磷脂、固醇、糖脂和脂肪酸等。其中不饱和脂肪酸含量丰富，如 $\gamma$ -亚麻酸、花生四烯酸和亚油酸等，占脂类总量

的60%~91%。

蜂花粉中含有丰富的维生素,是天然的维生素浓缩物,其中B族维生素含量最为丰富,它还含有维生素B1、维生素B2、维生素B3、维生素B5、维生素B6、胆碱和肌醇等,此外还含有胡萝卜素、类胡萝卜素和维生素A、维生素C、维生素D、维生素E、维生素K、维生素P。同时,蜂花粉中含有30多种矿物质元素,包括14种人体必需的微量元素和常量元素,如钾、钙、磷、铁、锌、铜、锰,含量在1%~7%<sup>[1]</sup>。蜂花粉还含有90种酶,如蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶、磷酸酶、过氧化氢酶、纤维素酶、果胶酶、还原酶等。除上述营养成分外,蜂花粉中还含有多种生物活性成分,如激素、植酸、生长素等,这些物质可以增强人体免疫力,提高机体的抗病能力。

《神农本草经》中记载:蜂花粉有“强身、延寿、润肺、益气、除风、止血、美颜”之功效。现代医学用蜂花粉治疗贫血、糖尿病、儿童发育不良、心脑血管疾病等,同时蜂花粉被誉为前列腺炎的克星。

#### 4 蜂王浆的化学成分和生物学功能

蜂王浆是蜜蜂巢中培育幼虫的青年工蜂腺体分泌的乳状物。蜂王浆的主要成分有蛋白质、脂肪、糖类、维生素、矿物质、脂肪酸、生物激素等<sup>[22]</sup>,蜂王浆中的蛋白质约占其干物质的50%,其中2/3为清蛋白,1/3为球蛋白,根据蛋白质的活性成分可将其分为:类胰岛素、活动多肽和K-球蛋白。氨基酸约占蜂王浆干物质的1.8%,目前已在蜂王浆中检测出20多种氨基酸,其中脯氨酸含量最高约占63%,富含人体所需要的8种必需氨基酸。蜂王浆中的碳水化合物主要有果糖、葡萄糖和低聚糖。

蜂王浆中含有至少26种脂肪酸,如癸酸、壬酸、十一烷酸、十二烷酸、肉豆蔻酸、花生酸和亚油酸等,其中最具代表性的成分是王浆酸。王浆酸是一种特殊的不饱和脂肪酸,全称为10-羟基-2-癸烯酸(简称10-HDA),是蜂王浆中特有的、唯一存在的一种特异性脂质成分<sup>[22,23]</sup>,具有抗癌、抗肿瘤、抗菌、抗炎、抗辐射、降血脂、增强免疫力等功效。

蜂王浆中的活性物质十分丰富,其中主要是酶类和激素类。酶类主要包括超氧化物歧化酶、异性胆碱酯酶、抗坏血酸氧化酶、酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、脂肪酶、淀粉酶、醛缩酶、转氨酶、葡萄糖氧化酶等。激素类主要包括皮质醇、皮质酮、去甲肾上腺素、肾上腺素、性激素、促性激素。蜂王浆中还有大量维生

素和矿物质。矿物质有钾、钠、镁、磷、硫、钙、锌、铁和铜等;维生素中B族维生素含量尤为丰富,主要有硫胺素、核黄素、吡哆醇、维生素B12、叶酸、烟酸、泛酸、肌醇、生物素、维生素C、维生素D,其中泛酸含量最高。此外,蜂王浆还含有固醇类化合物和酚类化合物:阿魏酸、槲皮素、山柰酚、高良姜素、皮诺素、柚皮素和橙皮苷、芹菜素和白杨素<sup>[24,25]</sup>。

#### 5 蜂蜡的化学成分和生物学功能

蜂蜡是由蜜蜂腹部四对蜡腺分泌出来的一种物质。蜂蜡的主要化学成分可分为4大类:酯类、游离酸类、游离醇类和烃类。游离脂肪醇如三十烷醇、二十八烷醇、二十六烷醇和二十四烷醇具有抗氧化和抗炎作用。蜂蜡中的黄酮类化合物白杨素具有抗菌、再生、缓解炎症的作用。10-羟基-反式-2-癸烯酸、白杨素和角鲨烯三种化学物质共同作用可起到防腐的作用<sup>[26,27]</sup>。

蜂蜡用途甚广。现代工业将其作为金属防锈、防腐的保护剂,各种机器的润滑剂,绝缘、包装、填隙及防水材料;医药上用其制作药膏、药丸外壳、牙齿模型;农业上将其作为果木嫁接及生产植物生长调节剂;飞机、电子、铸造、纺织、印刷等许多行业都离不开它。

#### 6 蜂毒的化学成分和生物学功能

蜂毒也叫蜂毒毒素,是由工蜂尾部蜇刺腺分泌的毒汁。它由多种肽和肥大细胞脱颗粒肽组成的复杂混合物,在美容和医疗领域发挥着重要的作用<sup>[28]</sup>。

蜂毒中主要含有蜂毒肽、原蜂毒肽、蜂毒明肽、活性酶、生物胺和肥大细胞脱颗粒肽等10余种活性肽<sup>[29]</sup>,尤其是蜂毒肽在与蜜蜂蜇伤相关的诱导反应中起着重要作用。蜂毒肽诱导细胞膜渗透并裂解细胞。蜂毒中具有生物活性物质包括:组胺、肾上腺素、多巴胺、去甲肾上腺素、磷脂酶A2、透明质酸酶、酸性磷酸单酯酶、溶血磷脂酶。除此之外,蜂毒还包括脂质、碳水化合物和游离氨基酸<sup>[28,30,31]</sup>。这些物质在风湿性关节炎、神经炎、心血管疾患的治疗中发挥着重要作用。

#### 7 结语

蜂产品类型多样,化学成分复杂,每一种产品都有其独特的生物学功能。大量研究表明蜂产品的化学成分受蜂种、蜜源、季节、土壤、气候、环境等因素影响存在很大差异,蜂产品的部分化学成分还有待进一步研究。因此,鉴于蜂产品化学成分和生物学活性

的复杂性和多样性,蜂产品的深度研究任重而道远,蜂产品在食品、药品和化妆品中的应用前景广阔。

### 参考文献

- [1] Campos MG, Bogdanov S, de Almeida-Muradian LB, et al. Pollen composition and standardisation of analytical methods [J]. *Journal of Apicultural Research*, 2008, 47(2): 156-161.
- [2] Ciucure CT, Geană EI. Phenolic compounds profile and biochemical properties of honeys in relationship to the honey floral sources [J]. *Phytochem. Anal*, 2019, 30(4): 481-492.
- [3] Ciulu M, Spano N, Pilo MI, et al. Recent advances in the analysis of phenolic compounds in unifloral honeys [J]. *Molecules*, 2016, 21(4): 451.
- [4] Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, et al. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly [J]. *J Food Sci*, 2008, 73(9): 117-124.
- [5] Ball DW. The chemical composition of honey [J]. *Journal of Chemical Education*, 2007, 84(10): 1643.
- [6] Borawska M, Arciuch L, Pus'cion-Jakubik A, et al. Content of sugars (fructose, glucose, sucrose) and proline in different varieties of natural bee honey [J]. *Probl Hig Epidemiol*, 2015, 96: 816-820.
- [7] Da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, et al. Honey: Chemical composition, stability and authenticity [J]. *Food Chemistry*, 2016, 196: 309-323.
- [8] Sak-Bosnar M, Sakac N. Direct potentiometric determination of diastase activity in honey [J]. *Food Chemistry*, 2012, 135(2): 827-831.
- [9] Liping Sun, Fengfeng Shi, Xiaoping Wei. Establishment and application of quantitative method for 22 organic acids in honey based on SPE-GC-MS [J]. *European Food Research and Technology*, 2022, 249: 473-484.
- [10] Truchado P, Ferreres F, Bortolotti L, et al. Nectar flavonol rhamnosides are floral markers of acacia (*Robinia pseudacacia*) honey [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, 56(19): 8815-8824.
- [11] Stecka H, Greda K, Pohl P. Total content and the bioavailable fraction of calcium, copper, iron, magnesium, manganese and zinc in polish commercial bee honeys [J]. *Bromatol Chem Toksykol*, 2012, 45: 111-116.
- [12] El-Soud A, Helmy N. Honey between traditional uses and recent medicine [J]. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 2012, 5(2): 205-214.
- [13] De Castro SL. Propolis: Biological and pharmacological activities. Therapeutic uses of this bee-product [J]. *Annual Review of Biomedical Sciences*, 2001, 3: 49-83.
- [14] Schnitzler P, Neuner A, Nolkemper S, et al. Antiviral activity and mode of action of propolis extracts and selected compounds [J]. *Phytotherapy Research*, 2010, 24(S1): 20-28.
- [15] Kurek-Górecka A, Rzepecka-Stojko A, Górecki M, et al. Structure and antioxidant activity of polyphenols derived from propolis [J]. *Molecules*, 2013, 19(1): 78-101.
- [16] Olczyk P, Komosińska-Vassev K, Ramos P, et al. Free radical scavenging activity of drops and spray containing propolis—An EPR examination [J]. *Molecules*, 2017, 22(1): 128.
- [17] Mărghitas LA, Dezmirean DS, Bobis O. Important developments in Romanian propolis research [J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 2013(S): 1-6.
- [18] Abouda Z, Zerdani I, Kalalou I, et al. The antibacterial activity of Moroccan bee bread and bee pollen (fresh and dried) against pathogenic bacteria [J]. *Research Journal of Microbiology*, 2011, 6(4): 376-384.
- [19] Cornara L, Biagi M, Xiao J, et al. Therapeutic properties of bioactive compounds from different honeybee products [J]. *Frontiers in Pharmacology*, 2017, 8: 412.
- [20] Komosińska-Vassev K, Olczyk P, Kazmierczak J, et al. Bee pollen: Chemical composition and therapeutic application [J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 2015: 1-6.
- [21] Feás X, Vázquez-Tato MP, Estevinho L, et al. Organic bee pollen: Botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality [J]. *Molecules*, 2012, 17: 8359-8377.
- [22] Sugiyama T, Takahashi K, Mori H. Royal jelly acid, 10-hydroxy-trans-2-decenoic acid, as a modulator of the innate immune responses [J]. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets*, 2012, 12(4): 368-376.
- [23] Antinelli JF, Zeggane S, Davico R, et al. Evaluation of (E)-10-hydroxydec-2-enoic acid as a freshness parameter for royal jelly [J]. *Food Chemistry*, 2003, 80(1): 85-89.
- [24] Bartosiuk E, Borawska MH. Royal jelly—Application in cosmetics [J]. *Cosmetology*, 2013, 16: 80-84.
- [25] Ramadan MF, Al-Ghamdi A. Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly [J]. *Journal of Functional Foods*, 2012, 4(1): 39-52.
- [26] Ke, dzia B, Holderna-Ke, dzia E. The use of beeswax in medicine [J]. *Pasieka*, 2019, 2014(3): 108.
- [27] Buchwald R, Breed MD, Bjostad L, et al. The role of fatty acids in the mechanical properties of beeswax [J]. *Apidologie*, 2009, 40(4): 585-594.
- [28] Han SM, Lee GG, Park KK. Skin sensitization study of bee venom (*Apis mellifera* L.) in guinea pigs [J]. *Toxicology Research*, 2012, 28(1): 1-4.
- [29] Son DJ, Lee JW, Lee YH, et al. Therapeutic application of anti-arthritis, pain-releasing, and anti-cancer effects of bee venom and its constituent compounds [J]. *Pharmacology & Therapeutics*, 2007, 115(2): 246-270.
- [30] Pağan K, Bartuzi Z. Biological properties of bee venom [J]. *Alerg Astma Immun*, 2009, 14: 17-19.
- [31] Kim H, Park S-Y, Lee G. Potential therapeutic applications of bee venom on skin disease and its mechanisms [J]. *Toxins*, 2019, 11(7): 374.

# 高效液相色谱——串联质谱法在蜂王浆 高风险药物残留检测中的应用

李玉姣<sup>1</sup> 孙延军<sup>1</sup> 李俊玲<sup>1</sup> 赵同飞<sup>2</sup> 赵俊楠<sup>2</sup> 杨修镇<sup>1</sup> 薄永恒<sup>1</sup> 刘少宁<sup>1</sup> 刘霄飞<sup>1</sup> 张坤<sup>1</sup> 时川<sup>1</sup>  
(1 山东省畜产品质量安全中心, 济南 250102; 2 梅里埃检测技术(青岛)有限公司, 青岛 266000)

**摘要:** 蜂王浆作为一种天然保健品, 备受国内外消费者青睐。随着国内外标准对蜂王浆中高风险药物残留限量要求的提高, 对其检测技术的要求也越来越高。高效液相色谱——串联质谱(HPLC-MS/MS)以其快速、高灵敏度、高选择性等优点被广泛应用于蜂王浆高风险药物残留检测, 在蜂王浆复杂基质中的痕量成分检测中发挥了独特的技术优势。本文综述了近十多年来HPLC-MS/MS在蜂王浆高风险残留检测中的应用和进展, 并对其应用潜力和未来发展前景进行展望, 以期为HPLC-MS/MS技术在蜂王浆高风险药物残留检测领域更好地推广应用提供参考。

**关键词:** 高效液相色谱——串联质谱; 蜂王浆; 高风险; 药物残留

## Application of high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry in royal jelly high-risk drug residue detection

Li Yujiao<sup>1</sup>, Sun Yanjun<sup>1</sup>, Li Junling<sup>1</sup>, Zhao Tongfei<sup>2</sup>, Zhao Junnan<sup>2</sup>, Yang Xiuzhen<sup>1</sup>, Bo Yongheng<sup>1</sup>, Liu Shaoning<sup>1</sup>, Liu Xiaofei<sup>1</sup>, Zhang Kun<sup>1</sup>, Shi Chuan<sup>1</sup>

(1 Shandong Provincial Animal Products Quality & Safety Center, Jinan 250102, China;  
2 Meyrié Testing Technology (Qingdao) Co., Ltd, Qingdao 266000, China)

**Abstract:** As a kind of natural green health product, royal jelly is favored by consumers at home and abroad. Along with the domestic and foreign standard to the high-risk drug residue limit request enhancement in the royal jelly, the demand for its detection technology is also getting higher and higher. High performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS), with its advantages of rapidity, high sensitivity, high selectivity, is widely used in royal jelly high-risk drug residue detection. This technology has played a unique technical advantage in the detection of trace components in complex matrix of royal jelly. This paper reviewed the application and progress of HPLC-MS/MS in royal jelly high-risk drug residue detection, and prospected its future application potential and development prospects, so as to provide reference for the promotion and application of HPLC-MS/MS technology in the field of royal jelly high-risk drug residue detection.

**Key words:** high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry; royal jelly; high-risk; drug residues

### 1 引言

蜂王浆营养丰富, 富含氨基酸、糖类固醇类、有机酸和多种维生素, 在抗氧化、抗衰老、提高免疫力、抗肿瘤、降血糖、降血脂及护肤美容方面有显著功效, 因而有“生命青春之源”的美誉<sup>[1]</sup>。近年来,

随着人们对蜂王浆营养价值认可度的提升, 蜂王浆的消费需求在不断增长, 对其品质要求也越来越高, 药物残留作为衡量蜂王浆品质的重要指标, 一直备受关注。我国是蜂王浆生产和出口第一大国, 世界上90%以上的蜂王浆产自中国<sup>[2]</sup>。2019年, 日本、欧盟对蜂

作者简介: 李玉姣, 硕士, 畜牧师, 主要研究方向为畜产品质量安全与检测, E-mail: lyj13176689541@163.com

通讯作者: 李俊玲, 博士, 研究员, 主要研究方向为畜产品质量安全与检测, E-mail: 13805313306@163.com