

蜂花粉保健功能及产品开发研究进展

Research progress in health function and product development of bee pollen

郑 慧^{1,2}梁倩倩¹陈希平¹崔昭伟¹ZHENG Hui^{1,2} LIANG Qian-qian¹ CHEN Xi-ping¹ CUI Zhao-wei¹李银霞¹李顺祥^{1,2}杨 勇¹LI Yin-xia¹ LI Shun-xiang^{1,2} YANG Yong¹

(1. 湖南中医药大学药学院食品药品工程系, 湖南 长沙 410208;

2. 湖南省中药活性物质筛选工程技术研究中心, 湖南 长沙 410208)

(1. Department of Food and Drug Engineering, College of Pharmacy, Hunan University of Traditional Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China; 2. Hunan Province Engineering Research Center of Bioactive Substance Discovery of Traditional Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China)

摘要:文章综述了蜂花粉增强免疫、抗氧化、抗肿瘤、降血糖、防治前列腺增生、对肝细胞损伤的保护、抗炎症、抑制褐色素产生等保健功能,分析蜂花粉开发中存在的破壁、致敏等主要问题,简述了以蜂花粉为原料的食品、保健品及药品等产品的开发现状及技术储备状况。

关键词:蜂花粉;保健功能;产品开发;蜂产品

Abstract: This review summarized the health functions of bee pollen in strengthening the immune system, antioxidation, inhibiting tumor, reducing blood glucose, preventing benign prostatic hyperplasia, protecting of hepatocytic injury, anti-inflammatory and inhibition of brown pigment production. Moreover, the main problems in the development of bee pollen, such as wall-breaking and sensitization were also analyzed. The development status and technical reserve status in food, health care products and pharmaceuticals using bee pollen were briefly described, and this provided basis and reference for the development and utilization of bee pollen resources.

Keywords: bee pollen; healthy function; product development; bee products

蜂花粉作为蜜蜂为农作物授粉的副产物之一,是蜜

蜂从显花植物花蕊中采集到的花粉(植物的雄性细胞),经蜜蜂加入花蜜及其唾液混合而成的一种不规则的扁圆形团状物^[1]。中国是世界上认识和应用花粉最早的国家,药食兼用的历史至少可追溯到2 000年前,《神农本草经》《唐本草》《本草纲目》等古籍中均有蜂花粉的应用记载。初期,国内外学者^[2-4]对蜂花粉的研究多集中于蜜蜂发育特点、信息交换特性和生活环境等生物学相关方面。近年来依托丰富的蜂花粉资源,同时随着蜂箱取粉设备的开发应用,对蜂花粉食用性研究更加广泛、深入。

中国是世界养蜂大国,蜜粉源植物资源丰富、花期漫长,蜂花粉品种较多,近两年年产量在4 500 t左右^[5]。目前,在中国蜂花粉可作为普通食品进行生产、销售和管理,产品开发门槛相对较低。故随着近年来蜂花粉保健功能及其作用机制的进一步研究,相关产品的开发热度也日益升温。但同时其细胞壁坚硬、致敏、口感等问题又制约其开发应用,至今中国的蜂花粉加工利用率低,产品多为初加工,产品附加值低,蜂花粉资源优势还远远未体现出来。本文在查阅大量文献的基础上,对蜂花粉的保健功能、开发中存在的问题、相关产品开发现状及技术储备状况进行了阐述,以期为蜂花粉的开发利用提供依据和参考。

1 蜂花粉的保健功能

1.1 增强免疫

El-Bialy等^[6]研究发现蜂花粉能够恢复正常中性粒细胞与淋巴细胞比例,增加中性粒细胞吞噬活性、淋巴细胞增殖能力和谷胱甘肽(GSH)含量,降低脾脏H₂O₂水

基金项目:湖南省科技厅科技计划项目(编号:2014SK3015);湖南中医药大学双一流食品科学与工程学科建设经费(编号:4901|020000200902)。

作者简介:郑慧,女,湖南中医药大学讲师,硕士。

通信作者:杨勇(1972—),湖南中医药大学教授,博士,

E-mail: yangyong@hnu.edu.cn

收稿日期:2018-12-21

平,维持 NO 的正常生成,使大鼠的免疫保护作用升高。Wang 等^[7]研究发现蜂花粉可提高肉鸡免疫器官的重量及指数,促进中枢免疫器官胸腺的早期发育,增强脾的免疫应答反应,延缓腔上囊退化。目前蜂花粉免疫增强的研究多集中在蜂花粉多糖成分上^[8-10]。其中,吴盼盼等^[10]研究发现油菜蜂花粉多糖可显著提高小鼠免疫活性,且纯化后对免疫抑制小鼠的血清免疫球蛋白 G(IgG)水平、脾脏指数及胸腺指数分别比粗品增加了 9.38%, 10.86%, 11.35%。

1.2 抗氧化

Rzepecka-Stojko 等^[11]报道了蜂花粉黄酮、多酚类组分具有较高的抗氧化性。孙丽萍等^[12]研究发现蜂花粉黄酮醇苷能够明显降低脂质过氧化小鼠肝组织和血清中丙二醛(MDA)的含量,提高小鼠超氧化物酶(SOD)活性和总抗氧化能力(T-AOC),降低小鼠肝组织细胞脂质过氧化的速度,对 CCl₄ 所致的肝线粒体脂质过氧化损伤有明显保护作用。并通过体外抗氧化分析发现其苷元成分的抗氧化活性强于蜂花粉黄酮醇。Zhang 等^[13]研究发现油菜蜂花粉及其乙醇提取物均能显著降低意大利腊肠的 MDA,提高 SOD、过氧化氢酶(CAT),谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性及 T-AOC,从而改善氧化稳定性,具有良好的抗脂质氧化能力。同时,除研究较多的蜂花粉多酚类化合物外,另有研究^[14-15]报道油脂类、活性酶组分也是蜂花粉抗氧化活性成分。徐响等^[15]研究发现类胡萝卜素是蜂花粉油脂类组分发挥抗氧化作用的主要成分之一。

1.3 抗肿瘤

目前,有关蜂花粉抗肿瘤保健功能多集中在对蜂花粉多糖组分的研究上。Wang 等^[16]研究发现蜂花粉多糖对肿瘤细胞人结直肠癌细胞株 HCT116 和人大肠癌细胞株 HT29 的增殖具有显著的抑制作用。Yang 等^[17]研究发现油菜蜂花粉多糖能够显著提高自然杀伤细胞活性、单核细胞吞噬功能、淋巴细胞增殖能力、血清溶血素数量,增加脾脏和胸腺相对重量,明显减少荷瘤小鼠的肿瘤形成,改善外周血异常和贫血症状,并发现油菜蜂花粉多糖的抗肿瘤活性是由免疫调节、白细胞和抗血管作用介导的。杨晓萍等^[18-19]研究发现油菜蜂花粉多糖可通过增强机体抗氧化能力、提高机体脾细胞白细胞介素-2、肿瘤坏死因子 mRNA 的表达发挥抗肿瘤作用。

1.4 降血糖

Mohamed 等^[20]研究发现蜂花粉能显著抑制链脲霉素诱导的糖尿病雄性大鼠血糖、睾丸 NO 和 MDA 水平的升高,并通过其抗氧化特性和效率改善血液胰岛素水平及 β 细胞功能,从而对糖尿病诱导的垂体睾丸轴功能障碍和与抗高血糖作用相关的睾丸组织学有害变化具有潜在的保护作用。孙岩等^[21-22]研究发现油菜蜂花粉黄酮

能够抑制 α -葡萄糖苷酶活性和非酶糖基化终产物的形成,从而降低血糖水平,对于糖尿病及其并发症的防治有着重要的作用。另有学者^[23-24]认为蜂花粉多糖组分也是蜂花粉降血糖的活性成分。其中,林春榕等^[24]研究发现荞麦蜂花粉多糖对四氧嘧啶(ALX)性糖尿病大鼠的血糖水平有显著降低作用。

1.5 防治前列腺增生

研究^[25-26]表明蜂花粉具有很好的抗前列腺增生生活性,主要成分为生物碱、黄酮类、脑苷脂类、吡啶乙酸、甾体化合物及长链脂肪酸类,其中长链脂肪酸类的作用最显著。钱伯初等^[27]研究发现食用蜂花粉能明显减小老年犬前列腺腺腔直径,降低腺上皮细胞的高度,减少腺体乳头数量,显著减轻老年犬前列腺增生程度。楚元奎等^[28]研究发现枸杞蜂花粉水提物和醇提物能够明显降低丙酸睾酮复制大鼠的前列腺脏器系数,以及前列腺体积和重量,对前列腺增生有一定的抑制作用。Xuan 等^[29]研究发现油菜蜂花粉可通过抑制线粒体融合蛋白 Mfn1 在前列腺中的作用来治疗大鼠良性前列腺增生。

1.6 对肝细胞损伤的保护

多项研究^[30-31]表明蜂花粉通过减轻肝脏脂质过氧化、细胞坏死程度以及肝纤维化水平对化学性肝损伤起保护作用,其活性成分主要为黄酮醇苷、槲皮素、山奈酚、异鼠李素、 β -胡萝卜素、V_C 和 V_E 等。孙丽萍等^[32-33]研究发现蜂花粉溶剂分级提取物能明显减轻模型大鼠肝脏损伤程度,对稳定肝细胞膜,保护肝细胞起到一定作用。其中,蜂花粉乙酸乙酯、正丁醇和蒸馏水 3 组提取物作用效果强于蜂花粉原料。Huang 等^[34]研究发现蜂花粉提取物能够增加大鼠肝肾组织中 SOD、过氧化氢酶的活性,降低尿素氮(BUN)、肌酐、MDA 和诱导型一氧化氮合酶(iNOS)的含量,以及提升谷草转氨酶和丙谷转氨酶的活性,减轻肝脏和肾脏的病理变化。郑喜灿等^[35]研究发现对 CCl₄ 引起的急性化学性肝损伤,破壁蜂花粉比原料蜂花粉预防作用更显著。

1.7 抗炎症

Maruyama 等^[36]研究发现蜂花粉乙醇提取物通过抑制环氧化酶-2 的活性和 NO 的产生,对卡拉胶诱导的大鼠爪水肿具有很强的抑制作用,其中黄酮类化合物可能是抗炎的成分之一。孙丽萍等^[37]研究发现油菜蜂花粉水和氯仿提取组分能够显著抑制二甲苯所致的小鼠炎症,并发现蜂花粉氯仿提取物抗炎作用的物质基础可能是其中的邻苯二甲酸二丁酯。平舜等^[38]研究发现茶蜂花粉乙酸乙酯提取物能显著抑制小鼠巨噬细胞 RAW264.7 释放 NO,增强应激反应蛋白血红素氧合酶-1mRNA 的表达,抑制 iNOS、白介素-1 β 和白介素-10 等炎症因子的表达,从而起到体外抗炎作用。另有学者^[39-40]研究发现油菜蜂花粉黄酮类化合物及其代谢产物斛皮素通过其抗氧化

作用抑制炎症因子的释放,从而起到抗炎作用。

1.8 抑制褐色素的产生

Liu 等^[41]研究发现喂食蜂花粉可明显抑制小鼠体内由于老龄、注射 ALX 或喂饲过氧化玉米油所致的脂褐素含量的增高。Sun 等^[42]研究发现油菜蜂花粉游离酚酸提取物能够抑制细胞内酪氨酸酶活性,降低黑色素含量,促进细胞中 GSH 合成,以保护细胞免于异常黑色素产生。蜂花粉对褐色素的抑制作用为蜂花粉抗衰老研究提供了试验依据。

1.9 其他功效作用

蜂花粉除了以上常见的功效外,还具有抗辐射、降血脂、抗病毒、参与钙磷代谢、调节消化功能、提高生产和繁殖能力、镇静等作用^[43-46]。Dudov 等^[47]研究发现蜂花粉能使大鼠红血球氧化还原系统中 GSH 和总巯基化合物含量增加,促进 GSH-Px、谷胱甘肽还原酶和 CAT 活性增加,减轻因辐射引起的氧化损伤。Li 等^[48]研究发现蜂花粉多糖通过减轻高脂饲料诱导的小鼠肝细胞脂质积聚,降低小鼠血清甘油三酯和 LDL-胆固醇含量,促进脂解基因的表达来抑制小鼠肝脂肪变性。孙丽萍等^[49]以对铜绿假单胞菌、大肠埃希氏菌、枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌能力为活性,跟踪指标研究了油菜蜂花粉水提物分离部位的抑菌作用,发现乙醚萃取部分的抑菌活性最强,且油菜蜂花粉抑菌作用的主要物质基础是山奈酚。Kafadar 等^[50]研究发现,蜂花粉能够提高大鼠骨组织钙和磷酸盐水平,减轻大鼠骨质疏松症状。Attia 等^[51]研究发现蜂花粉能显著提高精液质量和生育率,改善血液生化指标,并增加家兔体重和成活率。Wang 等^[52]研究发现喂食蜂花粉能使肉鸡十二指肠、空肠和回肠的小肠绒毛更长、更厚,促进肉鸡消化系统的早期发育。杨文超等^[53]研究发现破壁蜂花粉能够显著延长小鼠负重游泳时间、减少肝糖原的消耗量,降低血乳酸和血清 BUN 水平,缓解小鼠体力疲劳。

2 蜂花粉开发中存在的问题

蜜蜂产品包括蜂王浆、蜂胶、蜂蜜、蜂花粉、蜂毒等,多为蜜蜂采集加工或自身分泌而得的天然产品。近年来,蜜蜂产品因其特有的营养成分、保健功能和临床医疗效果,逐渐被广大消费者认可,已拥有一定的消费人群,其应用也日益广泛^[54-56]。在中国,蜂胶被纳入原卫计委公布的“可用于保健食品的物品名单”,蜂蜜被纳入“既是食品又是药品的物品名单”,蜂王浆、蜂毒分别在保健食品及医药产品均有较多的应用^[57-58]。与这些蜂产品相比,虽然原卫生部在 2014 年 17 号公告规定油菜花粉、玉米花粉、荞麦花粉等蜂花粉已被纳入“作为普通食品管理的食品新资源名单”,已有一定的开发基础,但同时也存在一些问题制约其产品的开发。

2.1 口感差异大

不同蜜源植物来源的蜂花粉口感差异较大,其中荷花、茶花等品种的蜂花粉口感相对较好,易于入口;油菜、五倍子等品种的蜂花粉口感相对较差,未经深加工直接食用时,消费者不易接受。

2.2 含砂含杂

蜂花粉是蜜蜂用触角足将自身绒毛上粘附的花粉梳刷在一起,再与自身分泌的唾液混合加工而成的花粉团。其中,粘附花粉的过程势必混入少许的杂质,例如风带来的细沙、植物的花蕊、昆虫的断翅等。这些杂质就不可避免的被包裹在蜂花粉团内部。若直接用水冲服蜂花粉,在水的浸湿下蜂花粉颗粒溶胀,其中的杂质被释放出来,对产品外观、食用口感均有影响,且加工不易去除^[59]。

2.3 破壁

蜂花粉细胞外壁质地坚硬,主要成分为孢粉素,具有较强的抗水、抗渗透、抗腐蚀等特性,但同时外壁上又存在萌发孔和萌发沟。目前蜂花粉破壁与否对其在食品药品中的开发利用还存有不同观点,有研究^[60]表明破壁增强了其降血脂、增强免疫力、抗氧化等功效;同时又有研究^[61]表明蜂花粉营养组分在胃肠道可通过外壁上的萌发孔和萌发沟渗出而被人体吸收,破壁不利于蜂花粉贮藏期的质量控制。当蜂花粉作为化妆品的开发原料时,营养成分需要透皮吸收,则须进行破壁处理^[62]。

2.4 致敏性

对于部分敏感性体质人群,天然花粉是十分常见的过敏源。花粉过敏主要因过敏者与花粉接触后会激活人体免疫球蛋白 E(IgE)结合的肥大细胞等致敏细胞,出现致粘膜水肿、腺体分泌增加及平滑肌收缩等一系列临床表现,故来源于天然花粉的蜂花粉产品也可能会引起人体呼吸道的过敏反应,出现胃部不适、恶心呕吐、腹泻等常见不良症状^[63]。但也有研究^[64]表明,蜂花粉酚酸提取物对卵清蛋白诱导的小鼠过敏性休克反应有保护作用,而且发现蜂花粉酚酸提取物中的杨梅素是治疗过敏的潜在工具。

3 蜂花粉的产品开发现状

3.1 普通食品

目前已上市的蜂花粉深加工类食品较少,多为粗加工产品。其中绝大部分蜂花粉采集后经日光晒干直接销售。少许经蜂农略微去除颗粒间的杂质直接冷冻,作为冰鲜蜂花粉销售。此类产品生产工艺简单,易于操作,但口感相对较差。还有部分上市产品将蜂花粉粉碎后与蜂蜜调配,做成蜂花粉蜜膏,以此来改善蜂花粉的口感。也可将蜂花粉作为原料添加入酒、饮料、糖果、糕点、果酱中。郑慧等^[65]以荷花蜂花粉为原料,经水溶除杂工艺,按绿茶茶汤与蜂花粉液体积比 1:2、蜂蜜 1.50%、柠檬酸

0.01%、CMC 0.20%、果胶 0.20%的配比制备具有独特蜂花粉风味的蜜茶饮料。龚蜜等^[66]添加 12%的蜂花粉滤渣作为膳食纤维强化剂,与低筋面粉、食用油脂等为材料研制蜂花粉纤维饼干。通过国家知识产权局网站数据查询,近 10 年蜂花粉类食品相关发明专利共计 253 项,其中蜂花粉成分的提取、技术改进相关专利 132 项,产品研发及其生产工艺相关专利 121 项,包括蜂花粉类饮料、酸奶、口含片、酒、饼干等。由此可见,蜂花粉食品开发已进入蓄势待发的阶段。

3.2 保健食品

通过原国家食品药品监督管理总局网站数据查询到中国已获批的含有蜂花粉原料的国产保健食品 71 项,进口保健食品 4 项。其中,单一蜂花粉原料的保健食品有 8 项,与蜂产品(蜂蜜、蜂胶、蜂王浆、蜂蛹)相配伍的有 45 项,和其他原料相配伍的有 22 项;胶囊类 47 项、粉类 7 项、片剂类 12 项、颗粒类 4 项、膏类 2 项和液体剂型类 3 项。

古籍中蜂花粉的应用记载主要集中在补中益气、养颜美容功效上。目前中国已获批的蜂花粉类保健食品的保健功能如表 1 所示,主要集中在增强免疫力、祛黄褐斑、辅助降血脂、缓解体力疲劳 4 种功能特性上,其中增强免疫力占 42.86%、祛黄褐斑占 17.86%、辅助降血脂占 7.14%、缓解体力疲劳占 7.14%。同时,通过网站数据也可知,蜂花粉类保健食品的标志性成分主要集中在多酚、黄酮、多糖类组分上。

3.3 药品

蜂花粉含有多种对健康有益的次生植物代谢物、酶

表 1 蜂花粉类保健食品保健功能统计
Table 1 Healthy function statistics of bee pollen health food

保健功能名称	获批数量
增强免疫力	36
辅助降血脂	8
通便	6
减肥	2
增加骨密度	1
辅助改善记忆	1
抗氧化	1
祛黄褐斑	15
缓解体力疲劳	8
对辐射危害有辅助保护功能	3
提高缺氧耐受力	1
对化学性肝损伤的辅助保护作用	1
抗衰老	1

和辅酶^[67]。同时,蜜粉源植物来源不一样,使得蜂花粉与其他原料相比更具多样性和特异性,故不同品种的蜂花粉在医药领域应用也有所不同^[68]。其中,孙毅等^[26]研究表明油菜蜂花粉所含的生物碱、黄酮类、脑苷脂类、甾体化合物及长链脂肪酸类为抗良性前列腺增生的有效成分群。中国已上市多年,年销售上亿的浙江康恩贝公司的前列康产品,油菜蜂花粉为其唯一功效性原料,用于治疗前列腺增生、前列腺炎相关疾病^[6]。

3.4 化妆品

依托于古籍古方,蜂花粉美容养颜的功效逐渐被消费者所知,近年来已有部分企业将蜂花粉应用于化妆品中。其中,部分产品将蜂花粉粉碎破壁后,与蜂蜜、蜂王浆等原料按一定比例调配蜂花粉面膜,洁面后直接涂抹在肌肤上。根据添加比例的不同,某些此类产品需要低温保存。还有部分产品将蜂花粉多酚、黄酮、多肽提取物添加到凝露、乳液、水、膏和面膜等产品中,用于美白、祛斑等作用,此类产品多可常温保存。

虽然仍存在一些问题制约蜂花粉的开发,但基于越来越多的消费者对蜂产品的认可,蜂花粉相关产品已逐渐应用于各个领域。同时花粉本身系植物的雄性细胞,不同蜜粉源植物来源的蜂花粉,其功效性成分、功能特性可能存在差异。常见的蜜粉源植物除油菜、茶花、玉米、山茶、荞麦等外,还有枸杞、荷花、党参等药食兼用资源植物。此类药食兼用资源的蜂花粉,其市场开发价值可能更高。

4 结束语

蜂产业是一个节工省本、提质增效、绿色环保的行业,蜜蜂授粉可极大提高农作物产量,其经济效益显著、生态意义深远。蜂花粉的开发利用对中国蜂产业、农业的发展具有积极的促进作用。近年来,国内外学者对蜂花粉的相关研究取得了一定的成果,主要集中在保健功能及其作用机制等基础性研究上。但蜂花粉的开发应用相关研究相对较少,尤其在降低蜂花粉致敏性、改善产品口感、延长产品贮藏期等方面。因此,加大对蜂花粉的开发应用研究,研发蜂花粉精深加工产品,提高产品价值,具有重要的实际意义。

参考文献

[1] THORP R M. The collection of pollen by bees[J]. Plant Systematics and Evolution, 2000, 222(1/2/3/4): 211-223.
[2] CARDINAL S, BUCHMANN S L, RUSSELL A L. The evolution of floral sonication, a pollen foraging behavior used by bees (Anthophila)[J]. Evolution, 2018, 72(3): 590-600.
[3] TONG Ze-yu, HUANG Shuang-quan. Safe sites of pollen placement: a conflict of interest between plants and bees? [J]. Oecologia, 2018, 186(1): 163-171.

- [4] NICOLSON S W, DA S S D N, HUMAN H, et al. Digestibility and nutritional value of fresh and stored pollen for honey bees (*Apis mellifera scutellata*) [J]. *Journal of Insect Physiology*, 2017, 12(8): 1-8.
- [5] 胡元强. 2017 年蜂产品市场回顾与 2018 年预测[J]. *蜜蜂杂志*, 2018, 38(5): 44-46.
- [6] EL-BIALY B E, ABDEEN E E, EL-BORAI N B, et al. Experimental Studies on Some Immunotoxicological Aspects of Aflatoxins Containing Diet and Protective Effect of Bee Pollen Dietary Supplement[J]. *Pak J Biol Sci*, 2016, 19(1): 26-35.
- [7] WANG Jue, LI Sheng-he, WANG Qi-fa, et al. Trophic effect of bee pollen on small intestine in broiler chickens[J]. *Journal of Medicinal Food*, 2007, 10(2): 276-280.
- [8] LI Shan-shan, YANG Guang, YAN Jin-ming, et al. Polysaccharide structure and immunological relationships of RG-I pectin from the bee pollen of *Nelumbo nucifera* [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2018, 15(1): 660-666.
- [9] LI Fei, YUAN Qi-peng, RASHID F. Isolation, purification and immunobiological activity of a new water-soluble bee pollen polysaccharide from *Crataegus pinnatifida* Bge [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2009, 78(1): 80-88.
- [10] 吴盼盼, 段元锋, 徐德平, 等. 油菜蜂花粉多糖的分离鉴定及免疫活性研究[J]. *食品与生物技术学报*, 2015, 34(10): 1 040-1 044.
- [11] RZEPECKA-STOJKO A, STOJKO J, KUREK-GÓRECKA A, et al. Polyphenols from Bee Pollen: Structure, Absorption, Metabolism and Biological Activity [J]. *Molecules*, 2015, 20(12): 21 732-21 749.
- [12] 孙丽萍, 徐响, 廖磊, 等. 油菜蜂花粉黄酮醇苷的体内外抗氧化研究[J]. *食品科学*, 2010, 31(19): 359-362.
- [13] ZHANG Ya-wei, YANG Fei-tian, JAMALI M A, et al. Antioxidant Enzyme Activities and Lipid Oxidation in Rape (*Brassica campestris* L.) Bee Pollen Added to Salami during Processing[J]. *Molecules*, 2016, 21(11): 1 439-1 452.
- [14] ARAÚJO J S, CHAMBÓ E D, CARVALHO C A L D, et al. Chemical Composition and Biological Activities of Mono- and Heterofloral Bee Pollen of Different Geographical Origins[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2017, 18(5): 921-936.
- [15] 徐响, 何伟, 孙丽萍, 等. 蜂花粉油脂抗氧化活性与类胡萝卜素含量的相关性[J]. *食品科学*, 2010(21): 155-158.
- [16] WANG Bo, ZHANG Meng-shan, ZHANG Zhong-yu, et al. Antitumor activity of bee pollen polysaccharides from *Rosa rugosa* [J]. *Molecular medicine reports*, 2013 (5): 1 555-1 558.
- [17] YANG Xiao-ping, GUO Da-yong, ZHANG Jin-ming, et al. Characterization and anti-tumor activity of pollen polysaccharide[J]. *International Immunopharmacology*, 2007, 7(3): 401-408.
- [18] 杨晓萍, 罗祖友, 吴谋成, 等. 油菜花粉多糖的制备及其对荷瘤小鼠的影响[J]. *食品科学*, 2005, 26(12): 202-204.
- [19] 杨晓萍, 吴谋成. 油菜花粉多糖对荷瘤鼠脾细胞 IL-2、TNF- α 产生及其 mRNA 表达的影响[J]. *中国农业科学*, 2008, 41(1): 182-187.
- [20] MOHAMED N A, AHMED O M, HOZAYEN W G, et al. Ameliorative effects of bee pollen and date palm pollen on the glycemic state and male sexual dysfunctions in streptozotocin-Induced diabetic wistar rats [J]. *Retour Au Numéro*, 2017, 117(10): 9-18.
- [21] 孙岩, 郭庆兴, 童群义. 油菜蜂花粉黄酮体外降糖活性研究[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(12): 122-126.
- [22] 孙岩, 郭庆兴, 童群义. 油菜蜂花粉黄酮抗糖尿病及其并发症的研究[J]. *中国科技论文*, 2015, 10(6): 643-647.
- [23] 刘伟, 付中民, 杨文超, 等. 山茶蜂花粉多糖对四氧嘧啶致小鼠糖尿病的降血糖作用研究[J]. *蜜蜂杂志*, 2009, 29(2): 4-6.
- [24] 林春榕, 张翠香, 左绍远. 荞麦蜂花粉多糖对糖尿病大鼠血糖、血脂的影响[J]. *亚太传统医药*, 2013, 9(3): 7-9.
- [25] 杨必成, 杨义芳. 花粉治疗前列腺疾病的物质基础研究进展[J]. *中草药*, 2009(1): 144-149.
- [26] 孙毅, 杨义芳, 杨必成, 等. 油菜蜂花粉生理活性及作用机制研究进展[J]. *中国蜂业*, 2010, 61(9): 5-9.
- [27] 钱伯初, 龚维桂, 陈珏, 等. 蜂花粉对老年犬前列腺增生的影响[J]. *中药药理与临床*, 1985(00): 176-177.
- [28] 楚元奎, 杨丽, 冉林武, 等. 枸杞蜂花粉提取物对 SD 大鼠前列腺增生的影响[J]. *宁夏医科大学学报*, 2014, 36(6): 597-599.
- [29] CHEN Xuan, WU Ren-zhao, ZHU Yong-qian, et al. Study on the inhibition of Mfn1 by plant-derived miR5338 mediating the treatment of BPH with rape bee pollen [J]. *Bmc Complementary & Alternative Medicine*, 2018, 18(1): 38-44.
- [30] 彭定利, 孙丽萍, 庞杰, 等. 蜂花粉抗化学性肝损伤研究进展[J]. *中国蜂业*, 2013, 64(Z1): 44-47.
- [31] ANNA R S, AGATA K D, ROBERT K, et al. Protective effect of polyphenol-rich extract from bee pollen in a high-fat diet [J]. *Molecules*, 2018, 23(4): 805-822.
- [32] 孙丽萍, 王大仟, 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.
- [33] 孙丽萍, 王大仟, 廖磊, 等. 油菜蜂花粉及其提取物对大鼠酒精性肝损伤组织学影响[J]. *食品科学*, 2008, 29(7): 442-444.
- [34] HUANG Hai-bo, SHEN Zhen-huang, GENG Qian-qian, et al. Protective effect of schisandra chinensis bee pollen extract on liver and kidney injury induced by cisplatin in rats [J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2017, 95: 1 765-1 776.
- [35] 郑喜灿, 黄志喜, 梁爱华, 等. 蜂花粉对四氯化碳所致小鼠急性肝损伤保护作用的病理学分析[J]. *佛山科学技术学院*

- 学报:自然科学版,2010,28(3):63-66.
- [36] MARUYAMA HIROE, SAKAMOTO TAKASHI, ARAKI YOKO, et al. Anti-inflammatory effect of bee pollen ethanol extract from *Cistus* sp. of Spanish on carrageenan-induced rat hind paw edema[J]. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2010, 10(1): 30-41.
- [37] 孙丽萍, 徐响, 廖磊, 等. 油菜蜂花粉抗炎成分的 GC-MS 初步分析[J]. 云南农业大学学报, 2010, 25(2): 246-249.
- [38] 平舜, 王凯, 张江临, 等. 茶蜂花粉提取物 BPE 对 LPS 诱导的 Raw 264.7 细胞的体外抗炎症作用[J]. 食品与生物技术学报, 2015, 34(12): 1 302-1 307.
- [39] EL HAOUARI M, ROSADO J A. Modulation of platelet function and signaling by flavonoids[J]. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 2011, 11(2): 131-142.
- [40] WRIGHT B, GIBSON T, SPENCER J, et al. Platelet-mediated metabolism of the common dietary flavonoid, quercetin[J]. *PLoS One*, 2010, 5(3): e9673.
- [41] LIU Xue-li. Morphological observation of effect of bee pollen on intercellular lipofuscin in NIH mice[J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 1990, 15(9): 49-51, 66.
- [42] SUN Li-ping, GUO Yan, ZHANG Yan-xin, et al. Antioxidant and Anti-tyrosinase Activities of Phenolic Extracts from Rape Bee Pollen and Inhibitory Melanogenesis by cAMP/MITF/TYR Pathway in B16 Mouse Melanoma Cells[J]. *Frontiers in Pharmacology*, 2017, 8(176): 104-113.
- [43] TOMAS L F, GARCIA GRAU M M, NIETO J L. Flavonoids from *Cistus-Ladanifer* bee pollen[J]. *Phytochemistry*, 1992, 31(6): 2 027-2 029.
- [44] MEDEIROS K C, FIGUEIREDO C A, FIGUEREDO T B, et al. Anti-allergic effect of bee pollen phenolic extract and myricetin in ovalbumin-sensitized mice[J]. *Journal of Ethnopharmacology: An Interdisciplinary Journal Devoted to Bioscientific Research on Indigenous Drugs*, 2008, 119(1): 41-46.
- [45] ATTIA Y A, AL-HANOUN A, BOVERA F. Effect of different levels of bee pollen on performance and blood profile of New Zealand White bucks and growth performance of their offspring during summer and winter months[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2011, 95(1): 17-26.
- [46] YILDIZ O, KARAHALIL F, CAN Z, et al. Total monoamine oxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis[J]. *Journal of Enzyme Inhibition & Medicinal Chemistry*, 2014, 29(5): 690-694.
- [47] DUDOV I A, STARODUB N F. Antioxidant system of rat erythrocytes under conditions of prolonged intake of honey-bee flower pollen load[J]. *Ukrainskii biokhimicheskii zhurnal*, 1994, 66(6): 94-96.
- [48] LI Xing-zhi, GONG Hai-quan, YANG Si-wen, et al. Pectic Bee Pollen Polysaccharide from *Rosa rugosa* Alleviates Diet-Induced Hepatic Steatosis and Insulin Resistance via Induction of AMPK/mTOR-Mediated Autophagy[J]. *Molecules*, 2017, 22(5): 699-712.
- [49] 孙丽萍, 杜夏, 陈有根, 等. 油菜蜂花粉中抑菌活性成分的分离纯化和结构鉴定[J]. 食品科学, 2011, 32(19): 75-78.
- [50] KAFADAR I H, GÜNEY A, TÜRK C Y, et al. Royal jelly and bee pollen decrease bone loss due to osteoporosis in an oophorectomized rat model[J]. *Ekleml Hastalik Cerrahisi*, 2012, 23(2): 100-105.
- [51] ATTIA Y A, ALHANOUN A, BOVERA F. Effect of different levels of bee pollen on performance and blood profile of New Zealand White bucks and growth performance of their offspring during summer and winter months[J]. *Journal of Animal Physiology & Animal Nutrition*, 2011, 95(1): 17-26.
- [52] WANG Jue, LI Sheng-he, WANG Qi-fa, et al. Trophic effect of bee pollen on small intestine in broiler chickens[J]. *Journal of Medicinal Food*, 2007, 10(2): 276-280.
- [53] 杨文超, 赵丹, 缪晓青, 等. 速溶蜂花粉的抗疲劳作用研究[J]. 蜜蜂杂志, 2012, 32(10): 2-4.
- [54] 孙燕如, 韩鸣凤, 沈圳煌, 等. 蜂胶复方产品对心肌肥厚改善机制的转录组学研究[J]. 食品与机械, 2018, 34(1): 17-22.
- [55] PENG Chi-chung, SUN Hui-tzu, LIN I-ping, et al. The functional property of royal jelly 10-hydroxy-2-decenoic acid as a melanogenesis inhibitor[J]. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2017, 17(1): 392.
- [56] DEMIR S, ALIYAZICIOGLU Y, TURAN I, et al. Antiproliferative and proapoptotic activity of Turkish propolis on human lung cancer cell line[J]. *Nutrition & Cancer*, 2015, 68(1): 165-172.
- [57] 孙燕如, 韩鸣凤, 沈圳煌, 等. 蜂胶复方产品对心肌肥厚改善机制的转录组学研究[J]. 食品与机械, 2018, 34(1): 17-22.
- [58] KAMAKURA M, MITANI N, FUKUDA T, et al. Antifatigue effect of fresh royal jelly in mice[J]. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 2001, 47(6): 394-401.
- [59] 刘家银, 吴苏喜, 尹永, 等. 一种无沙花粉的生产方法: 中国, 101455288 [P]. 2009-06-17.
- [60] DONG Jie, GAO Kun, WNAG Kai, et al. Cell Wall Disruption of Rape Bee Pollen Treated with Combination of Protamex Hydrolysis and Ultrasonication[J]. *Food Research International*, 2015, 75: 123-130.
- [61] 任向楠, 张红城, 董捷. 蜂花粉破壁的研究进展[J]. 食品科学, 2009, 30(21): 380-383.
- [62] ZHANG Zheng, CAO Hong-gang, CHEN Chao, et al. Effects of fermentation by *Ganoderma lucidum* and *Saccharomyces cerevisiae* on rape pollen morphology and its wall[J]. *J Food Sci Technol*, 2017, 54(12): 1-9.

(下转第 236 页)

信息窗

美国修订喹螨醚在鳄梨和豌豆等果蔬豆类中的残留限量

据美国联邦公报消息,2019 年 4 月 11 日,美国环保署发布 2019-07173 号文件,拟修订喹螨醚 (fenazaquin) 在鳄梨和豌豆等果蔬豆类中的残留限量。

美国环保署对喹螨醚开展了风险评估,分别评估了毒理性、饮食暴露量以及对婴幼儿的影响,最终认为按照以下限量使用是安全的。具体限量如下:

产品名称	残留限量/ (mg · kg ⁻¹)	产品名称	残留限量/ (mg · kg ⁻¹)
杏仁,壳	4	啤酒花	30
鳄梨	0.15	树生坚果,组 14-12	0.02
矮生浆果(亚组 13-07G)	2	干去荚豌豆和豆类,大豆除外,亚组 6C	0.3
灌木浆果亚组 13-07B	0.8	去壳嫩豌豆和豆类,亚组 6B	0.03
蔓越莓亚组 13-07A	0.7	新鲜薄荷叶	10
柑橘类水果,组 10,除了葡萄柚	0.5	菠萝	0.2
柑橘类水果,组 10-10	0.4	新鲜留兰香叶	10
柑橘类水果,组 10-10,油	20	茶叶	9
仁果类水果,组 11-10	0.6	瓜类蔬菜 组 9	0.3
小型蔓生水果,13-07F 亚组,除猕猴桃	0.7	果类蔬菜,组 8-10	0.3
核果类水果,组 12-12	2	荚可食用的豆类蔬菜,亚组 6A	0.4
葡萄干	0.8		

据了解,该规定于 2019 年 4 月 11 日生效。异议和听证请求必须在 2019 年 6 月 10 日当天或之前提交。

(来源: <http://news.foodmate.net>)

(上接第 201 页)

[12] 赵光远,段倩,常杨,等. 亲水胶体及均质对枣浊汁饮料稳定性的影响[J]. 食品与机械, 2013, 29(2): 18-21, 31.

[13] 谢小瑜,陈奇,覃俊达. 发酵型红枣米乳饮料的稳定性研究[J]. 轻工科技, 2018(10): 37-39.

[14] CODINA-TORRELLA I, GUAMIS B, FERRAGUT V, et al. Potential application of ultra-high pressure homogenization in the physico-chemical stabilization of tiger nuts' milk beverage[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2017, 40: 42-51.

[15] 倪洋,范柳萍,徐学碗. 酶解对白果浊汁稳定性及色泽的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(5): 183-187.

[16] 朱亚婧,冯叙桥,汪丽萍,等. 谷物饮品稳定性的研究进展[J]. 粮油食品科技, 2013, 21(6): 18-21.

[17] 谭新旺. 纯板栗饮料的研发[D]. 青岛: 青岛大学, 2016: 20-37.

[18] BERNAT N, CHÁFER M, RODRÍGUEZ-GARCÍA J, et al. Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks[J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 62(1/2): 488-496.

(上接第 235 页)

[63] 魏文挺,郑火青,胡福良. 蜂花粉过敏研究进展[J]. 中国蜂业, 2011, 62(7): 46-49.

[64] MEDEIROS K C P, FIGUEIREDO C A V, FIGUEREDO T B, et al. Anti-allergic effect of bee pollen phenolic extract and myricetin in ovalbumin-sensitized mice[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2008, 119(1): 41-46.

[65] 郑慧,陈希平,孔德凤,等. 无杂蜂花粉蜜茶饮料制备工艺[J]. 中国蜂业, 2016, 67(3): 44-47.

[66] 龚蜜,苑晓雷,林晓兰. 蜂花粉纤维饼干的研制[J]. 中国农学通报, 2010, 26(24): 99-102.

[67] PASCOAL A, RODRIGUES S, TEIXEIRA A, et al. Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory[J]. Food & Chemical Toxicology, 2014, 63(1): 233-239.

[68] DENISOW B, DENISOWPIETRZYK M. Biological and therapeutic properties of bee pollen: A review[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2016, 96(13): 4 303-4 309.