

中药炮制辅料蜂蜜研究进展

孙萱翡 赵金凯*

诸暨市人民医院 浙江诸暨 311800

摘要: 本文通过查阅近些年来的文献,从蜂蜜的真伪鉴别、成分药效、炮制工艺、炼制研究四个方面对中药辅料蜂蜜现代研究进行归纳总结,通过梳理中药炮制辅料蜂蜜的研究进展,为深入研究中药炮制辅料蜂蜜的质量及工艺奠定了一定的基础。

关键词: 蜂蜜; 真伪鉴别; 成分药效; 炮制工艺; 炼制研究

根据相关文献资料的记载内容可知,中药辅料蜂蜜具有减轻药物所带毒性、调和药物药效、强化治疗效果、掩盖或减轻某些中药的不良气味和味道、帮助抗菌防腐以提升药物净度等作用,可保障药物在使用过程中的质量^[1]。近年来,中药辅料蜂蜜现代化研究如火如荼。但目前缺乏对中药辅料蜂蜜研究的系统总结,本文从真伪鉴别、成分药效、炮制工艺、炼制研究四个方面对蜂蜜现代研究进行总结归纳,以期全面对蜂蜜深入研究奠定基础。

1 真伪鉴别

蜂蜜极容易掺假且掺假手段不一。蜂蜜的掺假包括直接掺假和间接掺假,直接掺假包括直接向蜂蜜中添加一定比例的糖浆或向单花蜜中掺入低价单花蜜或杂花蜜;间接掺假包括给蜜蜂喂养白糖或糖浆^[2]。目前,对于蜂蜜的真伪鉴别研究也非常多,随着科学技术的发展,检测手段在实际应用中会更加快速准确。袁玉伟等^[3]归纳了检测手段,如用稳定性碳同位素检测技术来对是否添加C4植物糖(如玉米糖浆和甘蔗糖浆)的蜂蜜进行检测;根据纯蜂蜜具有一定的光谱性和旋光性用近红外光谱仪测定法和旋光法来检测蜂蜜是否掺假;用差示扫描量热法测定法(DSC)来检测掺假蜂蜜中的热量特征变化;用显微镜检法检测蜂蜜中是否掺入蔗糖以及用淀粉酶活性测定法来检测是否添加了诺维信耐淀粉酶。万伟杰等^[4]提到用酶值法对蜂蜜进行检测,以淀粉酶值作为蜂蜜质量的一个标准;运用色谱法(包括离子色谱法和高效液相色谱法等)对蜂蜜中的寡糖多糖进行定性检测以及蛋白质和氨基酸含量检测来对蜂蜜进行鉴别。邓勇^[5]等提出运用薄层色谱法和高效液相色谱联用电喷雾检测器法对其葡萄糖、果糖、麦芽糖和蔗糖进行快速鉴别和定量

分析来判断是否有外源性糖类掺入。屠振华^[6]等提出运用近红外光谱结合模式识别法来对蜂蜜中掺入果葡糖酱和果葡糖水进行检测,结果显示均具有很高的准确率。吴燕涛^[7]等总结了蜂蜜的检测方法,包括质谱分析技术、色谱分析技术、光谱分析技术、DSC、同工酶分析技术、显微镜技术等,其中显微镜技术检测的3个方面:一是特定的花粉;二是淀粉颗粒;三是蔗糖碎片。除此之外,其他的检测技术还包括酶活性检测法、电子舌技术、茚三酮法检测氨基酸、液相色谱-同位素比值质谱法与元素分析-同位素比值质谱法共用等^[8-10]。

2 成分药效

2.1 化学成分

蜂蜜所含化学成分:水分、酶类、糖类物质、多酚类化合物、矿物质、羧甲基糠醛等^[11]。其主要成分为糖类物质,果糖、葡萄糖在其中的占比超过65%^[12];除去这些单糖,还包括寡糖——麦芽三糖、麦芽糖、蔗糖、松三糖等^[13]。

2.2 评价蜂蜜质量的成分

蜂蜜中的糖分、水分、酶、多酚类化合物、5-羟甲基糠醛(5-HMF)等成分含量能够初步评价蜂蜜的质量。糖分的含量是评价蜂蜜质量一个重要的指标^[14]。水分含量作为蜂蜜成熟度高低的一个评价指标,水分含量高会导致蜂蜜容易发酵变质,含量低说明蜂蜜的成熟度高^[15]。其中的酶产生于蜜蜂咽下腺所分泌的物质,主要成分:淀粉酶、蔗糖酶、过氧化氢酶、葡萄糖氧化酶、少量类蛋白酶、还原酶、脂酶等^[16],发挥着保障并加速蜂蜜逐渐成熟的作用。多酚类化合物作为蜂蜜具有广泛生物学活性的关键基础,其主要涵盖了酚酸类化合物、黄酮类化合物两类,共同与蜂蜜其他

成分发挥作用,实现调血糖、抗氧化、抑菌等特点和效用^[17-18]。5-羟甲基糠醛(5-HMF)属于有毒物质,色黑,气味难闻^[19-20],产生于蜂蜜热加工、保存期间酸性条件下氨基酸与葡萄糖或果糖发生的美拉德反应^[21],是蜂蜜内源性污染物种类之一,也是评估蜂蜜新鲜与否、有否完成高温处理的关键基准之一^[22]。

2.3 药理药效作用

蜂蜜性质温和、味道甘甜,根据中医理论,它主要归属于肺经、脾经、大肠经,保健与治疗功效广泛而显著:补中益气,滋养干燥,帮助改善因气虚或阴虚所致的干燥症状;有止痛之效,缓解因各种原因引起的疼痛症状;还具备解毒的能力,能够辅助身体排除毒素,促进健康。

蜂蜜的药理作用是对人体组织的再生发挥促进作用,对创面进行有效干预与治疗,同时滋养肺部、缓解或消除咳嗽症状、抗氧化、抑菌解毒、助消化、润肠通便,还能在一定程度上保护心血管,帮助肿瘤患者抗肿瘤;进而强化人体免疫力,有效调节糖代谢。由有关研究成果可知,蜂蜜可有效抑制特定的菌种如化脓性金黄色葡萄球菌、乙型溶血性链球菌、绿脓杆菌、部分大肠杆菌等^[24-26]。曹炜等^[27]经过具体研究分析,验证了蜂蜜的抗氧化活性来源于其中的总酚酸含量,即含有最高水平总酚酸的蜂蜜,也就具有最佳的抗氧化功效。潘虹等^[28]发现蜂蜜对秘模型小鼠的小肠具有推进作用,能够加快小鼠的排便。韩在刚等^[29]发现蜂蜜和小剂量通便灵在治疗老年便秘患者具有很好的疗效。Subrahmanyam^[30]发现蜂蜜能治疗烧伤病人,并且效果显著,说明蜂蜜具有抗菌消毒,促进组织的再生长的作用。詹行楷^[31]等研究发现消毒蜂蜜能够促进角膜上皮的愈合。潘文东^[32]等临床观察蜂蜜能够促进创面愈合,认为其可能通过促进肉芽组织和上皮细胞生长、控制创面感染、清除坏死组织等途径实现的。曹炜^[34]发现将猪油核蜂蜜一起熬制成的蜂蜜猪油膏对儿童咳嗽具有很好的缓解作用。Shadkam等^[33]研究发现蜂蜜能够显著缓解咳嗽症状,改善儿童的睡眠质量。Paul等^[34]发现荞麦蜜和右美沙芬在治疗上呼吸道感染的儿童的治疗效果没有显著性差异,说明荞麦蜜和右美沙芬一样具有镇咳的作用,并且荞麦蜜的毒副作用远远低于右美沙芬。

3 炮制工艺

通过查阅古籍和现行全国各省炮制规范,整理出中药

辅料炼蜜的炮制工艺。见表1。

表1 辅料蜂蜜的炮制工艺

来源	炼蜜工艺	引用
古籍文献	蜜,皆先火上煎,掠去其沫,令色微黄,则丸经久不坏。	梁代《本草经集注》 ^[35]
	蜜四两铜器中文武火煎之稍如饴状,搅之勿令焦。	宋代《普济本事方》 ^[36]
现行全国各省炮制规范	炮制用蜂蜜常为炼蜜,即将生蜜加适量水煮沸,滤过,去沫及杂质,稍浓缩而成。	福建省中药饮片炮制规范 2012版 ^[37]
	取原药材,放置于温火上不停搅拌至蜂蜜融化为止,用纱布滤过。继续煮沸,蒸发去水分,至蜜液透明,即得。	青海省藏药炮制规范 2010版 ^[38]
	取蜂蜜置锅内,加适量清水,加热至沸,捞去泡沫,滤去死蜂及杂质,再倾入锅内炼至起细泡时(习称鱼眼泡)取出。	甘肃省中药炮制规范 2009版 ^[39]
现行全国各省炮制规范	取生蜂蜜,加入适量沸水,煮沸,除去泡沫,滤除杂质,继续炼至金黄色。	贵州省中药饮片炮制规范 2005版 ^[40]
	取净蜂蜜置锅内,用文火熬炼,滤去沫,炼至“搭丝”,取出,放凉	河南省中药饮片炮制规范 2005版 ^[41]
	取净蜂蜜,加热至初沸(105℃-115℃),除去浮沫,炼至淡黄色,起泡并逸出水汽时,称为“嫩蜜”。继续炼至黄棕色(116℃-118℃),起荸荠样大泡时,称“中蜜”;再继续炼至深棕色(119℃-122℃),黏性减弱时,称为“老蜜”。按具体要求,适时取出,放凉。	浙江省中药饮片炮制规范 2015版 ^[42]

4 炼制研究

4.1 炼制前后蜂蜜理化性状的变化

蜂蜜的理化性状包括水分、色泽、粘度、酸度、密度、波美度等。蜂蜜通过炼制后,其理化性状均发生改变。李先端等^[43]聚焦蜂蜜本身及其特性,探讨了它的含水量、密度、酸度三方面与炼制时间、炼制温度之间的关联,总结蜂蜜的水分会随炼制时间拉长、温度上升而逐渐减少,但酸度与密度会随之增强。刘晓秋等^[44]具体研究并分别探讨了蜂蜜在不同温度炼制条件下的特征(含水量、吸光度值、酸度)变化,温度由低至高分别为80℃、90℃、100℃、110℃、120℃,总结蜂蜜的含水量会随温度上升而减少,酸度会随温度上升而增强,色泽也会随之变得越来越深。吴国瑞等^[45]发现经过具体的研究对比分析,验证了蜂蜜在炼制过程中,水分逐渐减少,其相对密度会呈现线性增加的变化情况,黏度则会呈现数性的增多,且水分、密度、黏度三者之间相关性处于较为良好的状态,可直接以蜂蜜的含水量表示其炼制期间的物理性状。杨前浩等^[46]发现洋槐蜂蜜、荆条蜂蜜、油菜蜂蜜在5℃~25℃范围内,蜂蜜的黏度随温度升高而降低,随含水量升高而降低。

4.2 炼制前后蜂蜜化学成分的变化

蜂蜜的化学成分包括糖分、5-HMF、酶等物质。蜂蜜

通过炼制后,其葡萄糖与果糖含量升高,5-HMF含量增大,酶活性降低。余林生等^[47]以蜂蜜作为研究对象,聚焦其中所含淀粉酶、5-HMF受炼制温度条件的影响,并通过研究分析,总结淀粉酶的活性会随着加热时间的持续、炼制温度的上升而逐渐减弱,5-HMF含量则会随之增多,且增加的速度与温度成正比。曾哲灵^[48]在有关蜂蜜炼制的研究中总结了其中所含成分热敏感性的对比情况与特征,即蔗糖转化酶的热敏感性明显比消化淀粉酶的热敏感性高得多;热处理温度 $< 40^{\circ}\text{C}$ 、热处理温度 $< 30^{\circ}\text{C}$ 的条件下,淀粉酶、蔗糖转化酶的活性均基本不受影响,不会出现热失活现象;热处理温度 $> 30^{\circ}\text{C}$ 或 $> 40^{\circ}\text{C}$ 时,淀粉酶、蔗糖转化酶的活性将随时间的持续而逐渐处于热失活状态。鲜洁晨等^[49]聚焦蜂蜜炼制及相关的温度条件、持续时间,探讨蜂蜜所含果糖、葡萄糖、5-HMF的含量受到的影响情况。经观察对比与分析,总结蜂蜜果糖、葡萄糖的含量会随温度上升、时间拉长而逐渐减少,5-HMF则与之相反,会明显增多。李静媛等^[50]在具体研究中,未曾经过加工的天然蜂蜜、经过热加工的蜂蜜(二者共计9种)所含淀粉酶、蔗糖转化酶、葡萄糖氧化酶、过氧化氢酶具体含量进行了测定,基于对比结果与分析结果,总结结论:来自不同种类植物的天然蜂蜜会呈现不同含量的上述4种酶类,无论是天然蜂蜜还是热加工蜂蜜,其酶类含量都会随着温度升高、时间持续而逐渐减少。曾哲灵等^[51]在研究中国聚焦蜂蜜淀粉酶含量的影响因素,总结主要的影响因素为温度条件、次要的影响因素为加热的时间;且发现来源于4种不同植物——洋槐、紫云英、枣花、椴树的蜂蜜淀粉酶含量会在加热温度 $< 40^{\circ}\text{C}$ 时,波动幅度随持续时间的增加而逐渐趋于平稳,即活性基本处于稳定的状态;由该研究可知,蜂蜜可在温度 $< 40^{\circ}\text{C}$ 的条件下实现持久储存。

4.3 炼制前后蜂蜜其他成分的变化

蜂蜜所含多酚类化合物、氨基酸、挥发性物质等其他营养成分的含量会受到热加工处理环节的影响。刘海丰等^[52]以蜂蜜所含酚类化合物作为研究重点,经对比与分析,发现其含量会在热加工条件下快速减少,包括 80°C 条件下维持15min的灭菌、 55°C 条件下持续45min的浓缩、 45°C 温度条件下进行1h时长的解晶等。赵浩安等^[53]则通过研究对比,总结蜂蜜的总氨基酸含量会受到热处理的影响而明显改变:减少程度与加热温度、加热时间成正比。对于蜂蜜所含微生

物受热加工的影响方面,BUCEKOVA等^[54]发现经探讨实践,总结蜂蜜中的微生物会因微波加热而被杀灭、消除,但其中所含有关抑菌活性的酶类物质会被影响而致损坏,抑菌活性由此被削弱。

5 总结

通过对中药炮制辅料蜂蜜的真伪鉴别、成分药效、炮制工艺、炼制研究四个方面进行归纳总结,发现蜂蜜的真伪鉴别在现有基础上还需要做大量的研究和实践,充分利用现代化技术和仪器来提高真伪鉴别的准确率;其次蜂蜜具有很好的药理活性、抗氧化能力,能提高中药炮制饮片的疗效,缓和药性;蜂蜜通过炼制后,其理化性状及化学成分会发生很大的变化。但由于炼制工艺的不统一,传统的炼蜜工艺主要依赖于经验,不可控性大,且温度受热不均一等方面的原因,需要对蜂蜜的炮制工艺需要进一步研究。综上所述,本文通过梳理了中药炮制辅料蜂蜜的研究进展,为深入研究中药炮制辅料蜂蜜的质量及工艺奠定了一定的基础。

参考文献:

- [1] 黄斌. 蜂蜜在中药炮制蜜炙法中的应用[J]. 蜜蜂杂志,2018,38(01):12-14
- [2] 郑优,王欣,毛锐. 蜂蜜常见的掺假类型及真伪鉴别方法的研究进展[J]. 食品与发酵科技,2018,54(06):75-82+104.
- [3] 袁玉伟,张志恒,叶雪珠,杨桂玲,孙彩霞,于国光. 蜂蜜掺假鉴别技术的研究进展与对策建议[J]. 食品科学,2010,31(09):318-322
- [4] 万伟杰,李瑞丽,昌晓宇,刘清兰,赖艳,温显利. 蜂蜜的掺假识别研究进展[J]. 食品安全导刊,2017(36):135-137.
- [5] 邓勇,张杰良,宗凯,赵静,李绍平. 基于TLC和HPLC-CAD法比较分析天然和市售蜂蜜糖类成分[J]. 药物分析杂志,2018,38(01):22-28.
- [6] 屠振华,朱大洲,籍保平,陈红茜,庆兆坤. 基于近红外光谱技术的蜂蜜掺假识别[J]. 农业工程学报,2011,27(11):382-387.
- [7] 吴燕涛,穆同娜,王绍清,于晓瑾,许玮. 现代分析技术在蜂蜜掺假鉴别中应用研究进展[J]. 食品研究与开发,2015,36(05):137-142.
- [8] 杨远帆,倪辉,吴黎明. 茚三酮法测定蜂蜜及果葡糖浆中的氨基酸含量[J]. 中国食品学报,2013,13(02):171-176.
- [9] 王丹丹,任虹,李婷,万慧洁. 蜂蜜掺假鉴别检测技

术研究进展 [J]. 食品工业科技, 2016, 37(16): 362-367.

[10] 费晓庆, 吴斌, 沈崇钰, 丁涛, 李丽花, 路颖. 液相色谱 / 元素分析 - 同位素比值质谱联用法鉴定蜂蜜掺假 [J]. 色谱, 2011, 29(01): 15-19.

[11] 于泽浩. 蜂蜜成熟过程中成分变化的研究 [D]. 福建农林大学, 2017.

[12] 邓勇, 张杰良, 宗凯, 赵静, 李绍平. 基于 TLC 和 HPLC-CAD 法比较分析天然和市售蜂蜜糖类成分 [J]. 药物分析杂志, 2018, 38(01): 22-28.

[13] 张婷婷, 常萍, 侯远鑫, 周楚锐. 蜂蜜的历史沿革与现代应用 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2010, 8(11): 264-265.

[14] 顾雪竹, 李先端, 钟银燕, 毛淑杰. 蜂蜜的现代研究及应用 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2007(06): 70-73.

[15] 曹伟, 陈卫军. 蜂产品深加工技术 [M]. 中国轻工业出版社, 2011.

[16] MEINLSCHMIDT P, SCHWEIGGERT WEISZU, BRODEV, et al. Enzyme assisted degradation of potential soy protein allergens with special emphasis on the techno functionality and the avoidance of bitter taste formation [J]. LWT - Food Science and Technology, 2016, 68: 707-716.

[17] 穆雪峰, 徐响, 孙丽萍, 等. 蜂蜜中酚类物质及其抗氧化活性研究进展 [J]. 食品科学, 2011, 32(21): 278-282.

[18] GULFRAZ M, IFTIKHAR F, RAJAS, et al. Quality assessment and antimicrobial activity of various honey types of Pakistan [J]. African Journal of Biotechnology, 2010, 9(41): 6902-6906.

[19] KATRINA BRUDZYNSKI, DANIELLE MIOTTO. The relationship between the content of Maillard reaction-like products and bioactivity of Canadian honeys [J]. Food Chemistry, 2010, 124(3): 869-874.

[20] FALLICO B, M. ZAPPALÀ, ARENA E, et al. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys [J]. Food Chemistry, 2004, 85(2): 305-313.

[21] KOWALSKIS, LUKASIEWICZ M, DUDA-CHODAKA, et al. 5-Hydroxymethyl-2-Furfural (HMF)-heat-induced formation, occurrence in food and biotransformation - a review [J]. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2013, 63(4): 207-225.

[22] Association of official analytical chemists (AOAC).

[23] 吴国泰, 武玉鹏, 牛亭惠, 何小飞, 王小飞, 任远. 蜂

蜜的化学、药理及应用研究概况 [J]. 蜜蜂杂志, 2017, 37(01): 3-6.

[24] 朱威, 胡福良, 许英华, 詹耀锋. 蜂蜜的抗菌机理及其抗菌效果的影响因素 [J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(4): 372-375.

[25] 谢红霞. 蜂蜜的抗菌特性及其在医疗上的应用 [J]. 海峡药学, 2004, 16(4): 145-147.

[26] 郭芳彬. 蜂蜜的抗菌药理研究 [J]. 养蜂科技, 2002(6): 22-25.

[27] 曹伟, 卢珂, 陈卫军, 索志荣, 郑建斌, 尉亚辉. 不同种类蜂蜜抗氧化活性的研究 [J]. 食品科学, 2005(8): 21-23.

[28] 潘虹, 刘红霞, 郭莉. 蜂蜜对小鼠润肠通便作用的研究 [J]. 滨州医学院学报, 2010, 33(4): 277-278

[29] 韩在刚, 王超豪. 小剂量通便灵与蜂蜜治疗老年便秘 46 例 [J]. 中国民康医学, 2009, 21(24): 3128.

[30] Subrahmanyam M. Topical application of honey in treatment of burns. British Journal of Surgery, 1991(78): 497-498

[31] 詹行楷, 赵建浩, 辜春绒, 等. 消毒蜂蜜治疗碱性角膜烧伤的动物实验研究 [J]. 中国热带医学, 2006, 6(2): 319-320

[32] 潘文东, 文大江, 吴婷, 陈永新, 黄芳, 庄颖, 王霞. 生蜂蜜治疗难愈创面的临床研究 [J]. 西南军医, 2010, 12(02): 193-194

[33] Shadkam NM, Mozaffari-Khosravi H, Mozayan RM. A comparison of the honey, dextromethorphan, and diphenhydramine on night cough and sleep quality in children and their parents. The journal alternative and complementary, 2010, 16(7): 787-793

[34] Paul IM, Beiler J, Mcmonagle A et al. Effect of honey, dextromethorphan, and no trimenton nocturnal cough and sleep quality for coughing in children and their parents. Arch Pediatr Adolesc Med, 2007, 161: 1140-1146

[35] 梁·陶弘景《本草经集注》.[M].

[36] 宋·许叔微《普济本事方》.[M]. 中国中医药出版社, 2018

[37] 福建省中药饮片炮制规范 2012 版.[M].

[38] 青海省藏药炮制规范 2010 版.[M].

[39] 甘肃省中药炮制规范 2009 版.[M].

- [40] 贵州省中药饮片炮制规范 2005 版 .[M].
- [41] 河南省中药饮片炮制规范 2005.[M].
- [42] 浙江省中药饮片炮制规范 2015 版 .[M].
- [43] 李先端, 钟银燕, 毛淑杰, 等 . 中药炮制辅料炼蜜中成分测定及鉴别 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(9):2255-2258.
- [44] 刘晓秋, 崔春花, 白志宏 . 蜂蜜在炼制过程中成分变化的初步研究 [J]. 黑龙江中医药, 2000, 13(2):78-79.
- [45] 吴国瑞, 鲜洁晨, 林晓, 冯怡, 洪燕龙 . 中药辅料炼蜜物理性状参数表征及参数间相关关系分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(06):1-5.
- [46] 杨前浩, 袁媛, 李红艳, 章晋武, 李广炎, 邓泽元 . Arrhenius 模型模拟蜂蜜黏度 - 温度 - 含水量变化规律 [J]. 南昌大学学报 (理科版), 2018, 42(04):364-368.
- [47] 余林生, 贺锋, 葛倩, 等 . 温度对蜂蜜淀粉酶值和 HMF 相关指标的影响 [J]. 中国蜂业, 2009, 60(9):41-43.
- [48] 曾哲灵 . 蜂蜜的热稳定性及流变和真空脱水特性研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2007.
- [49] 鲜洁晨, 张宁, 冯怡, 等 . 中药蜜丸炼蜜过程中果糖、葡萄糖、5-HMF 的热稳定性研究 [J]. 中药材, 2011, 34(9):1434-1437.
- [50] 李静媛, 张莹, 姜楠楠, 等 . 加热处理对蜂蜜中 4 种酶活性的影响 [J]. 安徽农学通报, 2017 (7): 26-28.
- [51] 曾哲灵, 万冬满, 叶贞雄, 等 . 热加工 (贮存) 过程对蜂蜜中淀粉酶值的影响 [J]. 南昌大学学报 (理科版), 2003, 27 (1): 53-57.
- [52] 刘海丰 . 洋槐蜜的色谱指纹图谱构建与加工贮藏对其酚类化合物含量的影响 [D]. 西安: 西北大学, 2012: 33-39.
- [53] ZHAOH, CHENGN, ZHANGY, et al. The effects of different thermal treatments on amino acid contents and chemometric-based identification of overheated honey [J]. LWT-Food Science and Technology, 2018, 96:133-139.
- [54] BUCEKOVAM, JURICOVAV, MONTONE, et al. Microwave processing of honey negatively affects honey antibacterial activity by inactivation of bee-derived glucose oxidase and defensin-1 [J]. Food Chemistry, 2018, 240(1):1131-1136.

作者简介:

孙莹翡 (1990—), 女, 浙江诸暨人, 本科学士, 毕业于温州医科大学药学专业, 职称为主管药师, 目前在诸暨市人民医院药事部 (药库) 工作。

通讯作者: 赵金凯, 男, 浙江诸暨人, 硕士研究生, 初级中药师。研究方向: 中药药理及新产品开发研究。

基金项目: 浙江省药学会 (2020ZY41)。