

# 凉粉草成分功效及提取方法的研究进展<sup>△</sup>

王海华\*(广西壮族自治区南宁食品药品检验所, 南宁 530001)

中图分类号 R949;R777.6 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2014)27-2584-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2014.27.30

**摘要** 目的:为凉粉草的提取加工提供理论依据。方法:检索国内外与凉粉草成分功效及提取方法相关的文献,分析比较各类化学成分主要的提取方法。结果:采用提取溶剂不同、方法不同,所得的成分不同、收率也不同。结论:需要根据不同的应用来采取不同的提取方法。

**关键词** 凉粉草;化学成分;功效;提取方法

凉粉草(*Mesona chinensis* Benth.)又名仙草、仙人草、仙人冻、蕻草等<sup>[1]</sup>,是唇形科凉粉草属一年生草本宿根型植物。全世界有8~10种,零星分布于印度东北部、东南亚及我国东南各省,中国有两种,分别为凉粉草和小花凉粉草(*Mesona parviflora* Briq.),主要分布于我国的台湾、浙江、江西、广东、广西西部及云南西部<sup>[2]</sup>。凉粉草作为重要的药用和食用植物资源,在我国以及东南亚地区已有悠久的历史,据《中药大辞典》记载:凉粉草性味涩、甘、寒,具清暑、解渴、除热毒及利尿之功效,民间常用作暑天清凉饮料。因其水煮后可提取出凉粉草胶(凉粉草多糖),被用来制成龟苓膏、凉粉和凉茶等,深受广大群众喜爱。随着龟苓膏、凉粉和凉茶等一些食品加工企业的快速发展,凉粉草的需求量也越来越大,对其研究也越来越多,本文主要就凉粉草成分功效及提取方法作一综述。

## 1 凉粉草重要化学成分和功效

凉粉草中含有多糖、色素(主要为花青素等)、熊果酸、齐墩果酸、 $\alpha$ -香树精、 $\beta$ -香树精、黄酮、果胶和酚类等,矿物质中铁、钙、锰、锌微量元素和钾的含量较高,还含有18种氨基酸和多种维生素,以B族维生素含量较高以及少量蛋白质、粗脂肪等<sup>[3]</sup>。目前研究较多的重要成分有凉粉草多糖、熊果酸、齐墩果酸等。

凉粉草提取物富含多酚、黄酮、水溶性多糖等活性成分,有抗肿瘤、抗心脑血管疾病、抗衰老、抗氧化、免疫调节、降血糖、降血压、保肝等作用。杨敏<sup>[4]</sup>研究表明,凉粉草水煮提取物是一种有效的外源性抗氧化剂,它可通过直接或间接的途径清除氧自由基,阻断体内脂质过氧化的进程,从而保护细胞免受过氧化损伤,维持细胞正常的生理功能。Hung CY等<sup>[5]</sup>研究表明,相同含量(0.2 g/kg)的凉粉草提取物的抗氧化活性能力比化学合成抗氧化剂叔丁基羟基茴香醚(BHA)和天然抗氧化剂维生素E(VitE)强。

Yeh CT等<sup>[6]</sup>研究了凉粉草水提取物(WEHT)对自发性高血压模型大鼠的降血压活性成分。灌胃6周WEHT能够降低模型大鼠血压、血浆和肝的丙二醛水平以及增强肝的抗氧化酶活性。Yang M等<sup>[7]</sup>研究凉粉草提取物对糖尿病模型大鼠的肾

保护功能。结果表明,凉粉草提取物用于糖尿病模型大鼠的能够有效地抑制其病理学的变化和血小板反应蛋白的表达。

刘小玲等<sup>[8]</sup>的研究表明,凉粉草具有一定的保肝作用,可以有效地保护由四氯化碳( $\text{CCl}_4$ )导致的小鼠肝损伤,其中的主要保肝物质为水溶性物质,而非醇溶性物质。经进一步研究<sup>[9]</sup>,发现凉粉草WEHT中的保肝活性组分为槲皮素-*n*-O-葡萄糖苷和槲皮素-*n*-O-鼠李糖苷,该物质对 $\text{CCl}_4$ 造成的化学性肝损伤具有保护作用。Shyu MH等<sup>[10]</sup>的研究也得出了同样的结论,凉粉草提取物对由 $\text{CCl}_4$ 引起肝纤维化模型大鼠有保护作用。上述研究结果表明,凉粉草提取物可以作为防止肝纤维化的有效功能保健食品。

另据报道<sup>[11]</sup>,凉粉草水煮液在体外细胞培养中具有直接抗乙型肝炎病毒(HBV)的活性作用。Widyaningsih TD<sup>[12]</sup>分别使用水、乙醇、乙酸乙酯提取凉粉草活性成分,研究其对Hela细胞的抗癌活性。

凉粉草多糖(*M. blume* polysaccharides, MBP)是一种具有凝胶性的多糖,又称为凉粉草胶(*M. blume* gum, MBG)。凉粉草全草干样中MBG含量约26%左右,将凉粉草用水煎熬数小时,滤过,取其胶质,加入适量的淀粉再煮熟,待冷却之后则结成黑褐色半透明的糕状。其具有增强和提高机体免疫功能的作用;抑制自由基形成,抗衰老、抗癌的作用<sup>[9]</sup>。杨敏等<sup>[13]</sup>报道,凉粉草多糖对 $\text{H}_2\text{O}_2$ 所致模型大鼠肝匀浆丙二醛的生成具有明显的抑制作用( $P < 0.01$ )。

黄酮类化合物具有抗肿瘤、抗心脑血管疾病、抗衰老、抗氧化、消炎镇痛、免疫调节、降血糖等多种重要的生理功能<sup>[14]</sup>。凉粉草黄酮对 $\text{OH}\cdot$ 和1,1-二苯基-2-苦苯肼自由基(DPPH $\cdot$ )均有较好的清除效果,是一种有效的外源性抗氧化剂,可通过直接或间接的途径清除氧自由基,阻断脂质过氧化的进程<sup>[15]</sup>。

多酚类化合物具有抗氧化、强化血管壁、促进肠胃消化、降低血脂及增加身体抵抗力,并防止动脉硬化、血栓形成的作用;还能利尿、降血压、抑制细菌与癌细胞生长及帮助消化。Yen GC等<sup>[16]</sup>发现,用0.1%~0.3%的碳酸钠对凉粉草加热2 h,能够得到含有更高多酚含量和更强抗氧化活性的提取物;但若碱液浓度 $> 0.3\%$ ,加热时间超过2 h,提取物的抗氧化活性和清除自由基能力都开始呈明显下降趋势。因此,想要得到更强抗氧化活性和清除自由基能力,就须注意提取方法的选择。研究还发现,其抗氧化活性、对自由基和超氧化物的清除能力与多酚含量有着紧密的联系。

熊果酸和齐墩果酸有保肝、抗炎、抗变态反应、抗病毒、抗

<sup>△</sup> 基金项目:广西科学研究与技术开发计划项目(No.桂科攻11107010-2-13);广西壮药质量标准(第二卷)标准研究项目(No. MZY2010058)

\* 副主任中药师。研究方向:食品药品检验。电话:0771-3132340。E-mail:13877185340@139.com

菌和抗肿瘤作用<sup>[17]</sup>。据报道<sup>[18]</sup>,齐墩果酸除具有保肝、护胃、强心、抗心律失常、降血糖、降血脂、抗高血压的生物活性外,还具有抗炎、抗病毒、免疫调节、抑制血小板聚集和抗氧化等多种药理作用,且毒副作用小,安全性高,有广阔的临床应用前景。

脂肪酸类具有降低血脂、软化血管、降低血压、促进微循环的功效,能有效预防和治疗癌症、心脑血管疾病、糖尿病等<sup>[19]</sup>。

氨基酸均具有重要的药理作用,如:甘氨酸常作为制酸剂和解毒剂;谷氨酸能降低血氨,治疗肝昏迷;天门冬氨酸能镇咳祛痰;蛋氨酸能调整脂肪代谢,并具有保护肝功能的作用;精氨酸可促进创口愈合,并有调节免疫功能的作用;半胱氨酸可缓解药物中毒;支链氨基酸促进体内蛋白质合成,对创伤和消耗性疾病十分有益<sup>[20]</sup>。

## 2 凉粉草中不同化学成分的提取方法

### 2.1 凉粉草多糖的提取方法及其比较

凉粉草最初采用水煮提取,早在明清时期,劳作在闽台等地乡间的民众就利用凉粉草茎叶加水熬煮,或加米汤熬成凉粉草茶,作为盛夏解暑的清涼饮料。历经数百年的传统经验,一直到近代,从传统的水煮法发展到现代的酶法提取,工艺在不断地创新,提取利用率也在提高,但还需要根据不同的成分、不同的需求去选择不同的提取方法。

2.1.1 传统水煮法 陈锦鹏等<sup>[21]</sup>采用单因素试验及正交试验研究凉粉草多糖的最佳提取工艺,考察了温度、浸提时间、浸提次数、料液比对凉粉草粗多糖的影响。在优化工艺条件下:用沸水、料液比为1:60(m/V),浸提2 h,重复3次,得到凉粉草多糖(以凉粉草总重为基准)的最高收率为18.93%。得出在诸因素中浸提温度对多糖的提取影响最大,其他因素(浸提次数、浸提时间、溶剂用量)对多糖提取的影响相对较小,而其他物质的浸提受温度的影响较小。

2.1.2 热水碱液浸提法 热水浸提效率比较低,碱液提取效率高,随着碱液浓度增大,提取效率提高,但是会有不良的气味产生。碱液浓度是影响凉粉草胶提取率的最关键因素<sup>[22]</sup>。冯涛等<sup>[23]</sup>通过单因素及正交试验研究Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度、料液比、提取时间对多糖提取率的影响。结果发现,凉粉草多糖的最佳提取工艺为:碳酸钠溶液1.5%,料液比9:250(m/V),提取1.5 h。在此条件下,测得凉粉草多糖的提取率为41.00%,总糖含量为3.495%。

2.1.3 微波辅助碱液提取法 蒋文明等<sup>[24]</sup>在微波辅助碱液提取凉粉草多糖得出微波功率400 W条件下,碱液浓度0.125 mol/L、微波时间90 s、料液比1:35(mg/ml)、水浸提1 h时凉粉草粗多糖提取率最高,达到43.84%。

2.1.4 超声辅助法 马星等<sup>[25]</sup>比较了水提法、碱提法及碱提超声辅助法对凉粉草胶的胶体性质和化学组成的差异。结果显示,在超声辅助提取30 min,温度100℃,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>质量浓度为4 mg/ml,料液比为1:20(g:ml),提取功率为400 W的条件下,凉粉草胶粗胶提取率由碱提法的29%提高到33%,提取时间从1.5 h缩短为30 min。与碱法提取比较,超声辅助提取法不仅耗时短、提取率高,更重要的是,其提取得到的粗胶的凝胶性能得到了很大的提高。分析不同方法提取的粗胶的特性黏度显示,超声辅助法的特性黏度最大,说明其多糖的破坏最小,多糖的分子质量及分子半径最大,因此形成的凝胶强度最强。说明提取工艺可改变凉粉草胶中多糖的结构和组成,同

时也说明多糖的结构和组成的差异、离子的存在、及其他成分存在都可能对凝胶性质产生一定的影响,但对其功效的影响还有待进一步研究。同样,于辉等<sup>[26]</sup>比较了碱液沸水法和碱液超声波提取法:前者提取的凉粉草胶中多糖含量为216.27 mg/g,凉粉草胶在25℃的特性黏度为99.608 ml/g;而后者提取的凉粉草胶中多糖含量为309.08 mg/g,凉粉草胶在25℃的特性黏度为117.33 ml/g。证实了无论是在特性黏度还是多糖含量方面碱液超声波提取均优于碱液沸水法。

2.1.5 酶法提取 尹怀霞等<sup>[27]</sup>采用生化的方法提取凉粉草中的多糖,通过单因素试验和L<sub>16</sub>(4<sup>3</sup>)正交试验研究了酶的浓度、酶作用时间、酶作用温度、酶作用pH对凉粉草粗多糖提取率的影响。结果表明,纤维素酶能够明显提高凉粉草多糖的提取率,按酶法最佳工艺提取得到凉粉草多糖的量为1.189 g,而按传统水煮法得到凉粉草多糖的量只有0.731 g。冯翠兰等<sup>[28]</sup>也同样证实了采用酶法的最佳工艺,凉粉草胶提取率比传统工艺提高了51.3%。且与传统提取工艺相比,纤维素酶提取凉粉草胶的方法简单,无不良气味,因而可以提高原料的利用价值。但是,酶法提取成本较高,纤维素酶价格昂贵,提取时间也较长。对工业大生产来说,该法不适合。目前,大生产中采用较多的是高温高压碱提法,该法设备简单易得,提取率也高,不足的是凉粉草多糖的特性会受到一定的影响。

### 2.2 凉粉草黄酮类化合物的提取方法

2.2.1 热水法 何明祥<sup>[29]</sup>采用正交试验设计方法分别对凉粉草中黄酮提取条件进行了研究,考察了料液比、提取温度、提取时间的改变对黄酮提取率的影响。结果表明,提取时间是影响黄酮提取率的主要因素。凉粉草中黄酮类化合物的含量为5.47%~6.21%。

2.2.2 超声提取 朱良<sup>[30]</sup>在超声强化提取黄酮中,总黄酮得率为2.05%,其原理是超声空化可对细胞壁产生机械的修剪力,使细胞壁破裂,同时超声可促进溶剂和活性成分的双向转移。

2.2.3 酶法提取 刘志伟等<sup>[31]</sup>在酶法提取凉粉草黄酮类化合物的研究中得出:纤维素酶作用于凉粉草细胞,使构成细胞壁的纤维素降解为二聚糖、葡萄糖等小分子物质,细胞壁的破裂有利于凉粉草黄酮的浸出,黄酮平均得率为1.301%,比传统提取方法提高了9.79%。

2.2.4 乙醇提取 张瑞霞<sup>[32]</sup>采用乙醇浓度50%,提取温度100℃,溶媒倍量12倍,提取2次,每次1 h,得总黄酮含量平均值为28.55%。黄松等<sup>[33]</sup>采用10倍量50%乙醇,回流提取2次,每次45 min,总黄酮含量得率为28.37%。

上述几种提取方法,应该是乙醇法提取总黄酮的得率最高,但在大生产中,成本也会相应增加,故应在权衡各方面因素后选择合适的提取方法。

### 2.3 凉粉草中挥发油的提取方法

邓冲等<sup>[34]</sup>采用水蒸气蒸馏法对凉粉草中的挥发油进行提取,结果从凉粉草中共分离分析得到26个成分,凉粉草挥发油主要成分为烯、酮、烷、脂肪酸类化合物。陈飞龙等<sup>[35]</sup>比较了超临界CO<sub>2</sub>萃取法与水蒸气蒸馏法提取凉粉草挥发油的成分及含量。结果,两种方法得到的挥发油主要成分比较相近,但含量有较大差异,前者挥发油得率约为后者的2倍。分析原因,超临界CO<sub>2</sub>萃取法在萃取过程完全密闭而且萃取的温度较低,避免了一些化学成分遇氧化及过热分解,可以提取较多的不饱和脂肪酸、热不稳定及易氧化的成分。

## 2.4 凉粉草多酚类化合物的提取方法

冯涛等<sup>[36]</sup>研究凉粉草中总多酚的提取,得出多酚提取的优化条件为:提取时间1 h,乙醇浓度25%,提取温度60℃,料液比1:35(m/V),在此条件下多酚得率为15.95%。

## 2.5 凉粉草色素的提取方法

凉粉草色素是纯天然色素,按照食品添加剂的安全使用原则,它在食品上可用作咖啡色、酱色和褐色色素使用,可代替焦糖色素用于酱油等调味品或食品的生产,产品很适用于老年人、高血压、糖尿病等人群使用。曹崇江等<sup>[37]</sup>通过试验证实凉粉草提取色素完全可行,当浸提pH14,原料粒度为40目,浸提温度为室温25℃,浸提剂为水,浸提时间为90 min时,色素的提取率可达12.44%。彭梦侠等<sup>[38]</sup>用水熬制从凉粉草中提取棕色素,不用控制温度,工艺简单,产品纯,提取率为2.21%。试验表明,色素的热稳定性好,其水溶液煮沸1 h无颜色变化,无沉淀生成。色素的光稳定性好,在不同光源照射下吸光度无明显变化。色素颜色随pH变化不大,当pH为1~8时,色素稳定性好;当pH>12时,色素颜色稍有加深。色素对还原剂Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、对氧化剂H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的耐受能力强。试验还得出,食盐、蔗糖、苯甲酸钠的存在对凉粉草色素几乎没有影响。因此,可代替合成色素在饮料、糖果、糕点、巧克力、果酱、酱油等食品领域的应用。

## 3 结语

凉粉草作为中草药和制作凉粉冻的原料在我国乃至东南亚地区已有悠久的历史,具有很高的营养和药用价值,随着人类回归自然的主流需求和青睐绿色、有机食品,加上凉粉草独特的药效和能加工成许多食品、饮料和日用品等功能;另外,凉粉草胶还具有一般食品胶所不具有的高度稳定性(耐碱、耐高温)和独特的凝胶性能,其凝胶热稳定性几乎超过所有的食品胶,因而凉粉草价值大幅提升,有很好地发展前景。但是,由于近年越来越多食品、制药和凉茶企业的大量收购,凉粉草野外资源已濒于枯竭,而种植技术不规范、产量质量不稳定导致其缺口很大。因此,要尽可能地利用有限的资源,采用有效的方法,最大化的对其加以利用。

笔者通过检索国内外相关文献,得出凉粉草的加工提取方法从传统的水煮法发展到现在的酶法提取,不同的提取溶剂、不同的提取方法,其提取物的收率不同,提取出的成分也不同。因此,需要根据不同的成分和不同的需求,采用不同的提取方法,才能物尽其用。此外,不同的原料和不同的提取方法,也会对多糖的凝胶特性产生影响,但对功效的影响还有待进一步研究。同时,凉粉草的加工方法比较简单,产品档次低,高精深加工的高附加值的新产品未见报道,加强这方面的研究十分必要。建议进一步开展科技攻关,加大凉粉草基础研究、新产品研发和综合利用研究的投入和扶持力度,使凉粉草在品种、种植、加工、新产品和综合利用水平上全面迈上新台阶。

## 参考文献

[1] 全国中草药汇编编写组.全国中草药汇编:下册[M].北京:人民卫生出版社,1986:474.  
[2] 中国科学院《中国植物志》编委会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1997:1 849.

[3] 刘晓庚,陈梅梅.中国仙草的开发利用研究[J].食品研究与开发,2004,25(5):109.  
[4] 杨敏.仙草提取物的体外抗氧化实验研究[J].中华预防医学杂志,2006,40(3):203.  
[5] Hung CY, Yen GC. Extraction and identification of antioxidative components of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.) [J]. *Food Sci Technol*, 2001, 34(5):306.  
[6] Yeh CT, Huang WH, Yen GC. Antihypertensive effects of Hsian-tsao and its active compound in spontaneously hypertensive rats[J]. *J Nutr Biochem*, 2009, 20(11):866.  
[7] Yang M, Xu ZP, Xu CJ, et al. Renal protective activity of Hsian-tsao extracts in diabetic rats[J]. *Biomed Environ Sci*, 2008, 21(3):222.  
[8] 刘小玲,李艳,赵鹏,等.仙草提取物对CCl<sub>4</sub>致小鼠肝损伤的保护作用[J].食品与生物技术学报,2009,28(6):768.  
[9] 刘小玲,李艳,林莹,等.仙草保肝活性成分的分离纯化与结构探析[J].广西大学学报:自然科学版,2010,35(2):330.  
[10] Shyu MH, Kao TC, Yen GC. Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.) prevents against rat liver fibrosis induced by CCl<sub>4</sub> via inhibition of hepatic stellate cells activation[J]. *Food Chem Toxicol*, 2008, 46(12):3 707.  
[11] 王妍,俞发.仙草抗乙型肝炎病毒的体外实验研究[J].辽宁中医药大学学报,2009,11(8):219.  
[12] Widyaningsih TD. Cytotoxic effect of water, ethanol and ethyl acetate extract of black cincau (*Mesona Palustris* BL) against HeLa cell culture[J]. *Procedia in Vaccinology*, 2012, 2:110.  
[13] 杨敏,冯磊,柯雪琴.仙草多糖对大鼠肝匀浆脂质过氧化的实验研究[J].浙江预防医学,2002,14(12):4.  
[14] 张纪宁,杨洁.黄酮类化合物的生物活性研究进展[J].伊犁师范学院学报:自然科学版,2009,3(2):29.  
[15] 朱良,尹怀霞.超声强化提取仙草黄酮及其抗氧化活性研究[J].饲料工业,2010,31(19):20.  
[16] Yen GC, Hung CY. Effects of alkaline and heat treatment on antioxidative activity and total phenolics of extracts from Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hems1.) [J]. *Food Res Int*, 2000, 33(6):487.  
[17] 张明发,沈雅琴.熊果酸和齐墩果酸的抗消化系肿瘤作用[J].上海医药,2011,32(12):606.  
[18] 杜瑜,李焕德.齐墩果酸的研究进展[J].中国药房,2006,17(4):304.  
[19] 戴毅,闫慧慧,王枫.α-亚麻酸和γ-亚麻酸对高脂血症人群的降血脂作用[J].现代生物医学进展,2009,9(23):4 492.  
[20] 苏海兰,黄颖桢,陈菁瑛.不同来源仙草的氨基酸比较分析[J].中国野生植物资源,2011,30(5):66.  
[21] 陈锦鹏,林晓翠,王碧玉.仙草多糖提取工艺研究[J].化学工程与装备,2009,38(3):1.  
[22] 尹怀霞,黎锡流,朱良.从凉粉草中提取凉粉草胶的研究

# 芦丁的提取纯化及其衍生物的制备工艺研究

李玉山\*(西安惠丰生化有限公司,西安 710075)

中图分类号 R351.0 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2014)27-2587-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2014.27.31

**摘要** 目的:了解芦丁的提取纯化工艺及其衍生物的制备工艺。方法:主要有热水提取法、甲醇提取法、碱性乙醇提取法、碱水热提取法、微波提取法、超声辅助碱提取酸沉法、超临界CO<sub>2</sub>萃取法、双水相萃取法、大孔树脂吸附法、酶解提取法、表面活性剂协同提取法、连续萃取法、分子形态转变法、葡聚糖凝胶法等。结果与结论:芦丁的衍生物主要有芦丁金属配合物、槲皮素、鼠李糖、曲克芦丁、芦丁硫酸酯、二氢槲皮素等。芦丁在医药、日化、食品等领域有着广泛的应用,近年来已成为研究的热点。

**关键词** 芦丁;提取纯化;衍生物;黄酮类化合物

芦丁是黄酮醇槲皮素与芸香二糖 $\alpha$ -L-鼠李吡喃糖基-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-葡萄糖吡喃糖之间形成的糖苷,异名:芸香苷、维生素P、紫槲皮苷、路丁、路丁粉、路通、络通、紫皮苷。浅黄色针状结晶,熔点 176~178 °C,1 g溶于7 ml 甲醇、8 000 ml水、200 ml沸水、23 ml沸乙醇、290 ml冷乙醇,难溶于冷水,易溶于碱水。芦丁来源于芸香叶、烟叶、枣、杏、橙皮、番茄、荞麦花等中;芸香科植物芸香 *Ruta graveolens* L.全草挥发油;豆科植物槐 *Scaphora japonica* L.果实(槐角)的主要成分;金丝桃科植物红旱莲 *Hypericum aseylon* L.全草;鼠李科植光枝勾儿茶 *Berchemia polyphylla* Wall, var *leioclada* Hand. - Mazz.;大戟科植物野梧桐 *Mallotus japonicus* Muell. - Arg 叶;蓼科植物荞麦 *Fagopyrum esculentum* Moench 籽苗。芦丁亦存在于巴西芸香树的果实中、塔状树的果实和花中、水果和果皮中[特别是柑橘类水果(橘子、柚子、柠檬和酸橙)]以及桑葚、灰树果实以及越橘等浆果中。芦丁也是一种存在于黏核桃中的主要黄酮醇之一。芦丁的名字来自于芸香(*Ruta graveolens*),后者是一种亦

含有芦丁的植物。芦丁有时也被称为维生素P,尽管它不是严格意义上的维生素。在巴西芸香(*Dimorphandra mollis*)中,芦丁的合成是经过芦丁合酶的活性来完成的。芦丁(槲皮素芸香糖苷)与槲皮苷一样,是一种黄酮类化合物槲皮素的糖苷;就其本身来说,他们的化学结构式是非常相似的,然而所携带的羟基并不一样。槲皮素和芦丁两者都被很多国家作为提供血管保护的用药,且是多种多维生素制剂与草药疗法的成分<sup>[1]</sup>。

## 1 芦丁的提取

提取芦丁的方法很多,目前我国有酸碱提取法,其提取原理为因芦丁的结构中含有酚羟基与碱成盐后溶于水,向此盐溶液中加入酸,调节溶液pH,芦丁又重新游离析出。除此之外还有沸水提取法、酸提法、碱水煮法、碱水浸提法、微波提取法、连续萃取法等。

### 1.1 热水提取法

文献<sup>[2]</sup>报道了槐米粗粉以沸水煮10 min,2次,水液放冷析

- [J].现代食品科技,2006,22(3):134.
- [23] 冯涛,郁晶晶,杨晓波.凉粉草多糖提取及纯化工艺的研究[J].食品工业,2010(1):82.
- [24] 蒋文明,李爱军,汪辉,等.微波辅助碱液提取凉粉草多糖[J].食品科学,2011(4):12.
- [25] 马星,林莹,刘小玲,等.凉粉草胶的超声辅助提取及胶体性质研究[J].食品与发酵工业,2010,36(3):166.
- [26] 于辉,蓝宝华,邱桂平.仙草胶提取方法比较研究[J].中国食品添加剂,2011,22(1):141.
- [27] 尹怀霞,黎锡流,潘兆广,等.纤维素酶提取凉粉草多糖的研究[J].食品科技,2007,38(5):126.
- [28] 冯翠兰,刘富来,董华强.酶法提取凉粉草胶最佳工艺及不同产区凉粉草胶含量比较[J].广东农业科学,2009(3):65.
- [29] 何明祥.仙草中黄酮的热水法提取[J].农产品加工:学刊,2008,4(8):43.
- [30] 朱良,尹怀霞.超声强化提取仙草黄酮及其抗氧化活性研究[J].饲料工业,2010,31(19):20.
- [31] 刘志伟,吴和明,张晨.酶法提取仙人草黄酮类化合物的研究[J].时珍国医国药,2010,21(11):2 903.
- [32] 张瑞霞,谢敏.凉粉草中总黄酮的提取工艺研究[J].北方药学,2012,9(8):37.
- [33] 黄松一,丁婕,郭云凤,等.凉粉草总黄酮提取工艺优化[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(5):5.
- [34] 邓冲,李瑞明.凉粉草挥发油化学成分的气相色谱-质谱联用分析[J].中国当代医药,2012,19(13):68.
- [35] 陈飞龙,邢学锋,汤庆发.超临界CO<sub>2</sub>萃取法与水蒸气蒸馏法提取凉粉草挥发油及其GC-MS分析[J].中药材,2012,35(8):1 270.
- [36] 冯涛,吴云奇.凉粉草总多酚的提取及其咖啡酸的检测[J].食品工业,2009(3):70.
- [37] 曹崇江,刘晓庚,王项俊.仙草色素的提取研究[J].食品研究与开发,2007,28(11):64.
- [38] 彭梦侠,陈梓云.仙人草棕色素的提取及稳定性研究[J].食品研究与开发,2009,30(2):175.

\* 工程师。研究方向:天然产物化学。E-mail:liyushan0508@sina.com

(收稿日期:2014-03-13 修回日期:2014-05-13)