

# 瓜蒌子化学成分和药理作用的研究进展

万丽娟\*, 卢金清#, 许俊洁, 黎强, 蔡君龙, 郭胜男(湖北中医药大学/湖北省药用植物研发中心, 武汉 430065)

中图分类号 R285 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2015)31-4440-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2015.31.39

**摘要** 目的:综述瓜蒌子的化学成分和药理研究进展,为瓜蒌子进一步开发利用提供参考。方法:以“瓜蒌子”“化学成分”“药理作用”“Snakegourd seed”“Chemical composition”“Pharmacological action”等为关键词,组合查询2000—2014年中国知网、维普、PubMed等检索源中的相关文献,就瓜蒌子化学成分和药理作用研究概况进行综述。结果与结论:共检索到相关文献131篇,其中有效文献38篇。瓜蒌子主要含有油脂类、甾醇、氨基酸、蛋白质和挥发油等化学成分,具有改善心血管疾病、抗炎、抗肿瘤、降血糖和泻下等药理作用。瓜蒌子对心脑血管系统及消化系统疾病具有良好的治疗作用,今后可开发用于降血糖、降血脂、润肠通便等。**关键词** 瓜蒌子;化学成分;药理作用

瓜蒌子为葫芦科植物栝蒌(*Trichosanthes kirilowii* Maxim.)或双边栝蒌(*Trichosanthes rosthornii* Harms.)的干燥成熟种子<sup>[1]</sup>。其性味甘、苦寒,归肺、胃、大肠经。瓜蒌子富含油脂、甾醇、三萜及其皂苷、蛋白质及多种氨基酸,可润肺化痰、润肠通便,常用于治疗乳痈、肺痈、肺热咳嗽、痰浊黄稠、大便秘结等病证。现代药理研究也表明,瓜蒌子具有抗炎、抗肿瘤等多种药理作用<sup>[2]</sup>,具有较大的开发价值。故笔者以“瓜蒌子”“化学成分”“药理作用”“Snakegourd seed”“Chemical composition”“Pharmacological action”等为关键词,组合查询2000—2014年

中国知网、维普、PubMed等检索源中的文献。共得到相关文献131篇,初选后得到有效文献58篇,进一步剔除内容相同和重复文献后得最终有效文献38篇。结合2010年版《中国药典》(一部)及《中国植物志》等工具书,归纳整理后就瓜蒌子化学成分和药理作用研究进展作如下综述,旨在为更好地开发利用瓜蒌子提供参考。

## 1 化学成分

瓜蒌子中富含油脂、氨基酸、蛋白质等多种物质及维生素钙、铁、锌、硒等16种人体所需微量元素<sup>[3]</sup>,其中蛋白质、脂肪酸

- 癌MCF-7细胞凋亡及其机制的探讨[J].中华肿瘤防治杂志,2012,19(13):987.
- [20] 魏芳,汪森明,胡丽娟,等. Apogossypolone对乳腺癌MCF-7细胞株放射增敏的体外实验研究[J].肿瘤学杂志,2012,18(8):596.
- [21] Niu XG, Li SB, Wei F, et al. Apogossypolone induces autophagy and apoptosis in breast cancer MCF-7 cells in vitro and in vivo[J]. *Breast Cancer*, 2014, 21(2):223.
- [22] 牛晓阁,汪森明,丁为民,等. Apogossypolone抑制乳腺癌MCF-7细胞增殖及诱导细胞凋亡[J].肿瘤,2010,30(12):1022.
- [23] Zubair H, Khan HY, Ullah MF, et al. Apogossypolone, derivative of gossypol, mobilizes endogenous copper in human peripheral lymphocytes leading to oxidative DNA breakage[J]. *Eur J Pharm Sci*, 2012, 47(1):280.
- [24] Sun J, Li ZM, Hu ZY, et al. Apogossypolone inhibits cell growth by inducing cell cycle arrest in U937 cells[J]. *Oncol Reports*, 2009, 22(1):193.
- [25] Arnold AA, Aboukameel A, Chen J, et al. Preclinical studies of apogossypolone: a new nonpeptidic pan small-molecule inhibitor of Bcl-2, Bcl-x1 and Mcl-1 proteins in follicular small cleaved cell lymphoma model[J]. *Molecular Cancer*, 2008, 7(20):1.
- [26] Sun Y, Wu J, Aboukameel A, et al. Apogossypolone, a nonpeptidic small molecule inhibitor targeting Bcl-2 family proteins, effectively inhibits growth of diffuse large cell lymphoma cells in vitro and in vivo[J]. *Cancer Bio Ther*, 2008, 7(9):1418.
- [27] 林洁,武永吉,杨大俊,等. Apogossypolone诱导骨髓瘤细胞凋亡及其机制研究[J].中国实验血液学杂志,2009,17(1):92.
- [28] Xin J, Zhan Y, Liu M, et al. ApoG2 induces ER stress-dependent apoptosis in gastric cancer cells in vitro and its real-time evaluation by bioluminescence imaging in vivo[J]. *Cancer Lett*, 2013, 336(2):260.
- [29] 武传霞,方皓,冯雅凝,等. ApoG2对胃癌细胞SGC7901增殖和凋亡影响的观察[J].中华肿瘤防治杂志,2013,20(9):661.
- [30] 李天晓,元刚,叶丽君,等.棉酚衍生物ApoG2诱导胃癌细胞凋亡及对Wnt 6调控作用的研究[J].新医学,2014,45(6):359.
- [31] Banerjee S, Choi M, Aboukameel A, et al. Preclinical studies of apogossypolone, a novel pan inhibitor of bcl-2 and mcl-1, synergistically potentiates cytotoxic effect of gemcitabine in pancreatic cancer cells[J]. *Pancreas*, 2010, 39(3):323.

\* 硕士研究生。研究方向:中药及其天然药物活性成分。E-mail: 18942932005@163.com

# 通信作者:教授。研究方向:中药及其天然药物活性成分。电话:027-68890101。E-mail: lj59169@sohu.com

(收稿日期:2014-12-14 修回日期:2015-06-25)

(编辑:杨小军)

与总糖等营养成分含量达到总含量的80%以上,具有较高的营养价值。现就瓜蒌子中化学成分的种类及含量进行总结。

### 1.1 油脂类

瓜蒌子中富含大量的油脂类成分,其中瓜蒌酸为主要活性成分。瓜蒌子中脂肪酸含量约为26%~30%,主要的不饱和脂肪酸有亚麻酸、亚油酸、油酸等;主要的饱和脂肪酸有棕榈酸、硬脂酸等<sup>[4]</sup>。常景玲等<sup>[5]</sup>采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术检测瓜蒌子中亚油酸、亚麻酸含量。结果,热榨瓜蒌子油中亚油酸相对含量为68.62%~95.84%,亚麻酸相对含量为4.16%~11.58%;而冷榨瓜蒌子油中不含亚麻酸成分。闫永婷等<sup>[6]</sup>研究发现,瓜蒌子脂肪酸成分主要有19种,其中10种以棕榈酸、硬脂酸为主的饱和脂肪酸占脂肪酸总量的8.019%,9种以油酸、亚油酸和瓜蒌酸为主的不饱和脂肪酸占总量的91.603%。曾益坤等<sup>[7]</sup>经GC-MS技术分析得出瓜蒌子油中主要脂肪酸组分为油酸(25.98%)、亚油酸(20.06%)、瓜蒌酸(16.15%)、硬脂酸(7.565%)、棕榈酸(6.352%)、肉豆蔻酸(1.945%)、月桂酸(0.7%)。周亮等<sup>[8]</sup>对瓜蒌子油的化学成分进行了测定,确定了瓜蒌酸的结构,即9Z,11E,13Z-十八碳三烯酸。沈俊剑等<sup>[9]</sup>分析了5个产地瓜蒌子中含油量及脂肪酸成分,发现5个产地瓜蒌子中含油量均大于37%,以陕西富平瓜蒌子含油量最高(41.6%),四川遂宁所产瓜蒌子油中亚油酸含量最高(48.08%),陕西富平瓜蒌子油中亚麻酸含量最高(3.157%),四川成都瓜蒌子油中二十碳五烯酸(EPA)含量为8.062%,回春堂基地瓜蒌子油中EPA为6.053%。时岩鹏等<sup>[10]</sup>研究表明,瓜蒌种子中含有正三十四烷酸、富马酸、琥珀酸。周涛<sup>[11]</sup>通过测定瓜蒌子的营养成分含量,也检测出了亚麻酸、花生酸、EPA等成分。

### 1.2 甾醇类

瓜蒌子中含有大量羟基化甾醇类化合物。其中,栝楼仁二醇为主要活性成分,具有抗炎和抗肿瘤活性。郝砚彬等<sup>[12]</sup>从瓜蒌子的不皂化部位分离鉴定出栝楼仁二醇、异栝楼仁二醇、5-脱氢栝楼仁二醇、7-氧代二氢瓜蒌仁二醇、豆甾-7-烯-3 $\beta$ -醇、豆甾-7,22-二烯-3 $\beta$ -醇、10 $\alpha$ -葫芦二烯醇、 $\beta$ -谷甾醇和豆甾-7,22-二烯-3 $\beta$ -O- $\beta$ -D-葡萄糖苷,其中栝楼仁二醇为中药瓜蒌子专属性化学成分。瓜蒌子中的不皂化物经GC-MS检测发现主要含6种物质,以栝楼仁二醇为主(含量为43.71%),其他为10 $\alpha$ -葫芦二烯醇(17.01%)、豆甾-7-烯-3 $\beta$ -醇(7.265%)、豆甾-7,22-二烯-3 $\beta$ -醇(4.412%)、7-氧代二氢栝楼仁二醇(4.065%)、豆甾烷-3 $\beta$ ,6 $\alpha$ -二醇(6.364%)<sup>[3]</sup>。巢志茂等<sup>[13]</sup>以栝楼仁二醇为对照品,建立高效液相色谱(HPLC)-二级管阵列检测器(PAD)检测的含量测定方法,结果测得12份瓜蒌子中栝楼仁二醇的含量介于0.056 88%~0.087 28%。张荣超等<sup>[14]</sup>对国内不同产区瓜蒌子的有效成分栝楼仁二醇进行比较和研究,测定的45个样品中,含量存在明显的差异,以山东平阴样品的含量最高(0.289 1%),山东肥城样品含量最低(0.0781%)。马跃平等<sup>[15]</sup>分离纯化瓜蒌子炮制品中化学成分,首次从瓜蒌子中分离得到3,29-二苯甲酰氧栝楼仁二醇、5 $\alpha$ ,8 $\alpha$ -表二氧化麦角甾-6,22E-二烯-3 $\beta$ -醇、5 $\alpha$ ,8 $\alpha$ -表二氧化麦角甾-6,9(11),22E-三烯-3 $\beta$ -醇。修彦凤等<sup>[16]</sup>建立瓜蒌子中3,29-二苯甲酰基栝楼仁三醇(3,29-DR)的HPLC测定方法,结果不同瓜蒌子饮片中3,

29-DR含量介于0.14~2.18 mg/g。刘金娜等<sup>[17]</sup>分别检测了尚未成熟、中度成熟、完全成熟的瓜蒌子中3,29-DR的含量。结果显示三者之间差异显著,完全成熟的瓜蒌子中3,29-DR的含量最高,达0.131 6%,分别为尚未成熟、中度成熟瓜蒌子的1.59、1.37倍;GS法测定结果显示,瓜蒌子中3,29-DR的含量平均为2.623 mg/g<sup>[18]</sup>。Chao Z、唐春风等<sup>[19-20]</sup>从瓜蒌子不皂化物研究中发现了6-羟基二氢栝楼仁三醇。

### 1.3 黄酮类

刘金娜等<sup>[21]</sup>采用超声辅助提取瓜蒌子黄酮,通过单因素和正交设计试验得到了瓜蒌子黄酮的最优提取工艺,此条件下所得黄酮的含量最高达0.836 9 mg/g。马艳等<sup>[22]</sup>等采用傅里叶红外光谱和二阶导数谱分析法对瓜蒌不同部位进行了分析。结果显示,瓜蒌子在1 744 cm<sup>-1</sup>为强峰,而瓜蒌皮在1 748 cm<sup>-1</sup>处为较弱峰,说明瓜蒌子中含黄酮成分,且含量明显高于瓜蒌皮。Dat NT等<sup>[23]</sup>从瓜蒌子中分离得到了一个新的异橙酮类化合物(4',6-二氢-4-甲氧基异橙酮),该化合物具有良好的抑制缺氧诱导因子1(HIF-1)与转录因子NF- $\kappa$ B活性的药理功效。Rahman M等<sup>[24]</sup>从瓜蒌子中分离得到2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-3-(2-羟基-5-甲氧基苯基)-3-氧代-1-丙醇、7-羟基色原酮、2',4',5',5',7-五羟基黄酮-5'-甲醚和小麦黄等4种黄酮类化合物。总的来说,瓜蒌子中黄酮含量较低,报道的黄酮类成分个数也较少,还有待进一步研究。

### 1.4 苯丙素类

栝楼属植物中含有少量的苯丙素类化合物。Dat NT等<sup>[23]</sup>从瓜蒌子中分离得到的化合物6-(3-羟基-4-甲氧基苯乙烯基)-4-甲氧基-2H-吡喃-2-酮具有很好的抑制HIF-1与NF- $\kappa$ B活性的药理功效。Moon SS等<sup>[25]</sup>从瓜蒌子中分离得到5个木脂素类化合物,分别为(-)开环异落叶松树脂酚、(-)1-O-阿魏酸-开环异落叶松树脂酚、1,4-O-二阿魏酸开环异落叶松树脂酚、(-)-松脂醇和4-松脂醇。

### 1.5 蛋白质类

瓜蒌子中的一种分子质量为27 kD的核糖体失活蛋白(RIP)已被命名为栝楼素(Trichokirin)<sup>[26]</sup>。邵宁文等<sup>[27]</sup>从栝楼子中分离到一种分子质量为8 kD的RIP,被命名为S-trichokirin。通过对大鼠肝核糖体作用的研究表明,S-trichokirin属于核糖核酸N-糖苷酶催化型的RIP。李丰等<sup>[28]</sup>从瓜蒌种子中分离到一种新的多肽,命名为Trichokirin-S1,经飞行质谱分析测得其分子质量为11 426。瓜蒌子蛋白质类成分主要由能使核糖体大亚基核糖体RNA断链以致核糖体失活的蛋白质、能与糖结合的凝集红细胞的蛋白质凝集素以及蛋白质水解物多肽等组成。

### 1.6 氨基酸类

瓜蒌子中含有17种氨基酸,其中含有7种人体必需脂肪酸,含量为18.36%,占氨基酸总量的28.19%。在17种氨基酸中含量最高的为谷氨酸,占氨基酸总量的20.18%,其他依次为精氨酸(17.19%)、门冬氨酸(8.41%)、亮氨酸(6.90%)、甘氨酸(3.496%)、丝氨酸(3.255%)、苯丙氨酸(3.252%)、丙氨酸(2.923%)、缬氨酸(2.722%)、异亮氨酸(2.379%)、脯氨酸(2.913%)、赖氨酸(1.917%)、苏氨酸(1.921%)、酪氨酸(2.411%)、组氨酸(1.419%)、蛋氨酸(1.679%)、胱氨酸

(0.525%)<sup>[3]</sup>。此外,周涛<sup>[11]</sup>研究瓜蒌子营养成分,测定出了一种新的氨基酸——色氨酸,含量为1.30%。

### 1.7 挥发油类

徐礼英等<sup>[29]</sup>采用水蒸汽蒸馏法得到具有特殊香味、淡黄色的透明挥发油,得油率为1.92%;GS-MS鉴定出2-金刚烷基-间甲氧基苯甲酸酯(15.07%)、邻苯二甲酸二丁酯(11.25%)、己二酸二乙酯(7.60%)、己二酸异丁酯(5.72%)等42个化合物,占挥发油总相对含量的79.434%。挥发油一般具有抗菌抗炎作用,其中邻苯二甲酸二丁酯可能为瓜蒌子挥发油抗菌活性成分,但其抗菌机制及主要抗菌成分还有待进一步验证。

### 1.8 其他成分

马跃平等<sup>[15]</sup>首次从瓜蒌子炮制品中分离纯化出对羟基苯甲醛、丹皮酚。Dat NT等<sup>[23]</sup>从瓜蒌子中分离得到布卢姆醇A(Blumenol A)。万丽娟等在试验中分析瓜蒌子挥发性成分,检测出(E,E)-2,4-壬二烯醛(21.50%)、2,4壬二烯醛(10.01%)、戊酸戊酯(4.60%)、正己醇(4.28%)和正戊醇(4.02%)等成分且含量较高。

## 2 药理作用

### 2.1 改善心血管疾病

早期研究表明,以瓜蒌皮和种子制备的注射液具有扩张离体豚鼠心脏冠状动脉、增加冠脉流量的作用<sup>[30]</sup>。现代药理研究表明,瓜蒌子能显著增加离体豚鼠心脏冠脉血流量,有助于改善缺血心肌能量和氧的供需平衡;用瓜蒌果皮(35%)和瓜蒌子(65%)制成的片剂对冠心病有一定的疗效,解除和改善心绞痛总有效率达78.9%,改善心电图总有效率为55.3%,其中对慢性冠状动脉供血不足的心电图改善有效率达66.3%<sup>[31]</sup>。瓜蒌子中的栝楼酸在试管内对胶原、腺苷二磷酸(ADP)、肾上腺素刺激的人血小板聚集有浓度依赖性抑制作用;经口摄入,由脂肪酶水解而发挥生物活性,可抑制血小板氧合酶活性,减少血栓素A<sub>2</sub>而发挥抗血小板聚集作用,可用于防治心脑血管血栓性疾病<sup>[32]</sup>。瓜蒌子中的S-trichokirin、Trichokirin-S1对兔网织红细胞裂解液系统中蛋白质合成有较强的抑制活性,S-trichokirin对蛋白质生物合成半数抑制浓度(IC<sub>50</sub>)约为1.15×10<sup>-10</sup> mol/L,其毒性较天花粉蛋白(TCS, IC<sub>50</sub>:6.19×10<sup>-11</sup> mol/L)略低<sup>[27-28]</sup>。

### 2.2 降血糖、血脂

瓜蒌子有降血脂、血脂的作用<sup>[33]</sup>。瓜蒌子中花生四烯酸是人体合成前列腺素的必需物,而人体细胞缺乏前列腺素时将引起脂代谢异常<sup>[6]</sup>。李钦等<sup>[34]</sup>为观察瓜蒌子及其不同组分的降血糖作用,分别给四氧嘧啶糖尿病模型小鼠投食瓜蒌子药材50 g/kg,以及ig瓜蒌子提取物石油醚部位16、4 g/kg,乙酸乙酯部位1.2、0.3 g/kg,正丁醇部位0.4、0.1 g/kg,连续4周,每周检测体质量、血糖,同时测定各组分单次给药的糖耐量。结果显示,瓜蒌子原药材及其石油醚提取部位对模型小鼠的血糖升高有一定的抑制作用,并能促进该模型小鼠的体质量增长;此外,瓜蒌子石油醚提取部位对糖耐量有一定的改善作用。

### 2.3 抑菌

徐礼英等<sup>[29]</sup>首次选用挥发油来研究瓜蒌子的药理作用,采用水蒸汽蒸馏法提取挥发油,GS-MS联用法进行成分分析,对其抑菌和细胞毒生物活性进行检测。结果表明,挥发油对金

黄色葡萄球菌、大肠杆菌有较好的抑制作用,对真菌红酵母有显著的抑制作用,在800 μg/ml时抑制率达到90.91%。程智慧等<sup>[35]</sup>初步研究发现,邻苯二甲酸二丁酯等有机酯类也具有抑菌活性。

### 2.4 镇咳祛痰

马跃平等<sup>[36]</sup>采用浓氨水喷雾法比较了瓜蒌仁与瓜蒌霜及瓜蒌油组小鼠咳嗽潜伏期和2 min内的咳嗽次数,酚红法比较祛痰作用。结果发现,与未给药组比较,瓜蒌仁和瓜蒌霜组小鼠的咳嗽潜伏期均延长,咳嗽次数均减少,瓜蒌油组小鼠的咳嗽潜伏期和咳嗽次数未见显著差异,而瓜蒌霜组小鼠的酚红排泄量均有显著差异,瓜蒌仁和瓜蒌油组小鼠的酚红排泄量未见显著差异。这说明炮制不影响瓜蒌子镇咳作用,但可使祛痰作用增强。瓜蒌子中分离得到的氨基酸有较好的祛痰作用,其中半胱氨酸能裂解痰液黏蛋白,使痰液黏度下降而易于咳出;天门冬氨酸可促进骨髓T淋巴细胞前体转化为成熟的T淋巴细胞,有利于减少炎症分泌物;蛋氨酸可转变为半胱氨酸及胱氨酸发挥作用<sup>[2]</sup>。

### 2.5 抗肿瘤

徐礼英等<sup>[29]</sup>研究发现,瓜蒌子挥发油对肿瘤胃癌细胞株SGC-7901细胞有显著的细胞毒活性:浓度为50 μg/ml时,抑制率高达86.13%;当浓度为100 μg/ml时,抑制率达到100%。还有报道指出,邻苯二甲酸二丁酯在体外对肺巨细胞癌细胞(PG)和人早幼粒白血病细胞(HL-60)的增殖有明显的抑制作用<sup>[37]</sup>。Rahman M等<sup>[24]</sup>从瓜蒌子中分离得到isoetin-5'-methyl ether对人肺癌A549细胞、皮肤黑色素瘤SK-Mel-2细胞及大鼠的皮肤黑色素瘤B16F1细胞有明显的细胞毒作用。在无细胞体系中,瓜蒌子中栝楼素对完整细胞毒性很低,而对蛋白质生物合成有明显的抑制作用,与单克隆抗体缀合制备而成的免疫毒素对肿瘤有辅助治疗作用<sup>[2]</sup>。

### 2.6 致泻

瓜蒌仁所含脂肪油可致泻,且作用较强。马跃平等<sup>[36]</sup>采用小肠推进法比较了瓜蒌仁与瓜蒌霜(含油38%)及瓜蒌油组小鼠的致泻作用。结果表明,与生品比较,瓜蒌子制成霜剂可使致泄副作用减弱,去油可缓和瓜蒌子的泻下作用。

### 2.7 其他

瓜蒌子中亚油酸在新陈代谢、新生组织生长及受损组织的修复过程中起重要作用<sup>[6]</sup>;EPA能明显提高人体免疫力,具有预防肿瘤和心血管疾病的作用<sup>[11]</sup>。瓜蒌子油中含有丰富的生育酚,具有较强的抗氧化作用<sup>[37-38]</sup>。

## 3 结语

到目前为止,国内外已对瓜蒌子的化学成分及其泻下、镇咳祛痰、抗菌等方面药理作用进行了一定的研究,但对瓜蒌子的临床应用报道较少。瓜蒌子与瓜蒌、瓜蒌皮、瓜蒌根主要活性成分不一定相同,临床用药时应根据不同病症选择不同的药用部位。另外,国内外对瓜蒌子挥发油研究较少,不论是其成分、含量还是药理作用都有待进一步研究。临床上瓜蒌子有不同炮制品,应用于不同临床疾病,深入研究瓜蒌子化学成分和药理作用可为临床用药提供指导。瓜蒌子含丰富油脂,具有多种有机酸及少量甾醇等成分,对心脑血管系统疾病及消化系统疾病具有良好作用,今后可开发应用于降血脂、降血

糖、润肠通便等。

## 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 2010年版.北京:中国医药科技出版社,2010:152.
- [2] 刘金娜,温春秀,刘铭,等.瓜蒌的化学成分和药理活性研究进展[J].中药材,2013,36(5):843.
- [3] 孙晓业,吴红华,张鹏.瓜蒌薤白类方的化学成分及药理活性研究进展[J].中国药房,2013,24(11):1 044.
- [4] 尹航,鲁文琴.气相色谱法同时测量瓜蒌仁中五种主要脂肪酸含量[J].贵州医药,2007,31(3):266.
- [5] 常景玲,邓小莉.气相色谱质谱联用技术对栝楼籽油亚麻酸和亚油酸含量的分析[J].武汉植物学研究,2009,27(5):564.
- [6] 闫永婷,何家庆,黄训端,等.栝楼籽油的理化性质及其脂肪酸组成分析[J].中国林副特产,2008,96(5):29.
- [7] 曾益坤,黄秀娟,王兴国.栝楼籽油理化性质及其脂肪酸组成分析[J].中国油脂,2007,32(10):80.
- [8] 周亮,刘元法,金青哲,等.瓜蒌籽油理化性质及瓜蒌酸结构分析[J].食品科学,2007,28(11):116.
- [9] 沈俊剑,庄贺,唐春蓉,等.不同产地瓜蒌子中脂肪酸GC-MS分析[J].湖北农业科学,2013,52(10):2 414.
- [10] 时岩鹏,姚庆强,刘勇军,等.栝楼化学成分的研究及其 $\alpha$ -菠菜甾醇的含量测定[J].中草药,2002,33(1):14.
- [11] 周涛.贵州特有植物大方栝楼的系统研究[D].北京:中国中医科学院中药研究所,2007.
- [12] 郗砚彬,巢志茂,王金.湖北瓜蒌种子中不皂化物质的化学成分研究[J].中国中药杂志,2007,32(21):2 262.
- [13] 巢志茂,唐春风,张贵峰,等.瓜蒌子的TLC鉴别和HPLC含量测定[J].中国实验方剂学杂志,2012,18(17):86.
- [14] 张荣超,辛杰,郭庆梅,等.不同产区瓜蒌子有效成分含量测定[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(18):71.
- [15] 马跃平,高健,傅克玲,等.瓜蒌霜化学成分分离与鉴定[J].沈阳药科大学学报,2010,27(11):876.
- [16] 修彦凤,程雪梅,刘蕾,等.不同瓜蒌子饮片的成分比较[J].中草药,2005,36(1):33.
- [17] 刘金娜,谢晓亮,杨太新,等.果实熟度及加工方式对瓜蒌子中3,29-二苯甲酰基栝楼仁三醇的影响[J].中药材,2014,37(4):581.
- [18] 杨晓颖.气相色谱(GC)测定瓜蒌子中3,29-二苯甲酰基栝楼仁三醇的含量[J].当代医学,2012,18(24):26.
- [19] Chao Z, Shibusawa Y, Yanaqida A, et al. Two new triterpenes from the seeds of trichosanthes cucumeroides[J]. Nat Prod Res, 2005, 19(3):211.
- [20] 唐春风.瓜蒌子的化学成分研究和定性定量[D].北京:中国协和医科大学,2005.
- [21] 刘金娜,温春秀,杨太新,等.瓜蒌子黄酮提取方法和参数优化的研究[J].时珍国医国药,2013,24(9):2 088.
- [22] 马艳,周凤琴,郭庆梅,等.药材瓜蒌不同部位的红外光谱分析[J].光散射学报,2011,23(2):168.
- [23] Dat NT, Jin XJ, Hong YS, et al. An isoaurone and other constituents from trichosanthes kirilowii seeds inhibit hypoxia-inducible factor-1 and nuclear factor- $\kappa$ B[J]. J Nat Prod, 2010, 73(6):1 167.
- [24] Rahman M, Moon SS. Isoetin 5'-methyl ether, a cytotoxic flavones from trichosanthes kirilowii[J]. Bull Korean Chem Soc, 2007, 28(8):1 261.
- [25] Moon SS, Rahman AA, Kim JY, et al. Hanultarin, a cytotoxic lignan as an inhibitor of actin cytoskeleton polymerization from the seeds of trichosanthes kirilowii[J]. Bioorgan Med Chem, 2008, 16(15):7 264.
- [26] 宋艳梅.瓜蒌多元多息指纹图谱的鉴别研究及其品质相关数学模型的构建[D].济南:山东中医药大学,2011.
- [27] 邵宁文,李丰,李臻,等.栝楼种子中一种新型小分子核糖体失活蛋白:S.trichokirin的纯化和部分性质[J].生物化学与生物物理学报,2000,32(5):495.
- [28] 李丰,杨欣秀,胡维国.栝楼籽中一种新的具有蛋白质生物合成抑制活性的多肽:TrichokirinS1的分离,纯化和性质[J].生物化学与生物物理学报,2003,35(9):841.
- [29] 徐礼英,张小平,蒋继宏.栝楼子挥发油的成分分析及其生物活性的初步研究[J].中国实验方剂学杂志,2009,15(8):38.
- [30] 徐美霞.瓜蒌皮化学成分分离与鉴定[D].泰安:山东农业大学,2013.
- [31] 潘力戮,曹田梅,高林林.瓜蒌薤白类方治疗冠心病心绞痛的临床观察[J].四川中医,2013,31(5):86.
- [32] 腾勇荣,王连侠,张永清.瓜蒌药理研究进展[J].齐鲁药事,2010,29(7):417.
- [33] 颜军,苟小军,徐光域,等.栝楼籽油除自由基作用研究[J].食品科学,2008,29(11):77.
- [34] 李钦,陆红,陈爱君,等.瓜蒌子降血糖作用及其有效成分初步研究[J].天然产物研究与开发,2009,21(1):194.
- [35] 程智慧,佟飞,金瑞.大蒜秸秆水浸液的抑菌作用和抑菌成分初步分析[J].西北植物学报,2008,28(2):324.
- [36] 马跃平,魏秀岩,孟鹤,等.瓜蒌仁及瓜蒌霜的药理作用比较.2010中药炮制技术、学术交流暨产业发展高峰论坛论文集[C].北京:中华中医药学会,2010.
- [37] 张金红,徐畅,张凤川,等.邻苯二甲酸二丁酯(DBP)诱导肿瘤细胞凋亡机制的初步研究[J].南开大学学报:自然科学版,2001,15(1):14.
- [38] 俞健,李赤翎.瓜蒌子油中天然抗氧化剂成分分析[J].食品工业科技,2010,31(11):153.

(收稿日期:2015-01-16 修回日期:2015-04-11)

(编辑:林 静)