

- 床观察[J]. 中医杂志, 2011, 52(20): 1745-1747, 1788.
- [25] 宋晓勇. 参附注射液治疗糖尿病性多发性神经病变 37 例临床分析[J]. 中国基层医药, 2003, 10(11): 1179.
- [26] 李全志. 参附注射液治疗糖尿病多发性神经病变 37 例[J]. 中国疗养医学, 2002, 11(2): 38-39.
- [27] 梁爱武. 999 参附注射液治老年慢性肺疾自汗症疗效观察[J]. 辽宁中医杂志, 1999, 26(6): 260.
- [28] 欧阳斌, 杨洪涛. 参附注射液防治透析性低血压的临床观察[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2009, 10(6): 523.
- [29] 刘占全. 参附注射液治疗糖尿病肾病并发心力衰竭 32 例[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2005, 3(4): 376.
- [30] 李朝敏, 王仲, 余洁. 参附注射液治疗糖尿病足前期疗效观察[J]. 中国中医急症, 2009, 18(6): 919-920.
- (收稿日期: 2013-04-22)
- (本文编辑: 董历华)

栝楼化学成分研究概述

王玲娜 于京平 张永清

【摘要】 栝楼为葫芦科多年生草本植物, 其果实(瓜蒌)、果皮(瓜蒌皮)、种子(瓜蒌子)、块根(天花粉)均属于传统中药, 广泛应用于临床。为促进栝楼药用植物资源的综合开发与利用, 明确瓜蒌、瓜蒌皮、瓜蒌子、天花粉等药材的药效成分, 提升其质量控制标准, 本文对近几年来栝楼化学研究进展情况进行了归纳、总结, 结果显示瓜蒌、瓜蒌皮及瓜蒌子成分主要为脂肪油、脂肪酸、甾醇、三萜皂苷、蛋白质、氨基酸和无机元素等, 天花粉成分主要为天花粉植物凝集素、天花粉蛋白质、淀粉、皂苷、多糖类、氨基酸类、酶类等。这些成分的药理活性要么不明显, 要么与其药材临床功效难以联系, 能反映药材质量的成分至今不明确。

【关键词】 栝楼; 瓜蒌; 瓜蒌皮; 瓜蒌子; 天花粉; 化学成分; 分离; 鉴定

【中图分类号】 R284.1 **【文献标识码】** A doi:10.3969/j.issn.1674-1749.2014.01.023

Research summary on chemical composition in *Trichosanthes kirilowii* Maxim. WANG Ling-na, YU Jing-ping, ZHANG Yong-qing. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan, 250355, China
Corresponding author: ZHANG Yong-qing, E-mail: zyq622003@126.com

【Abstract】 *Trichosanthes kirilowii* Maxim. belongs to Cucurbitaceae perennial herbs, its fruit (*Trichosanthes*), peel (*Percarpium trichosanthis*), seeds (*Semen trichosanthis*), root (*Trichosanthis Radix*) are common Chinese herbs, and have been widely used in clinical practice. In order to promote the comprehensive development and utilization of trichobitacin medicinal plant resources, to clear and definite the medicinal ingredients of *Trichosanthes*, *Percarpium trichosanthis*, *Semen trichosanthis*, *Trichosanthis Radix* and others, to enhance the drug quality control standards, this paper concludes and summarizes the recent research advance on Chemistry in *Trichosanthes kirilowii* Maxim., the results show *Trichosanthes*, *Percarpium trichosanthis* and *Semen trichosanthis* mainly compose of fatty oils, fatty acids, sterols, triterpene saponins, proteins, amino acids and inorganic elements etc. *Trichosanthis Radix* composed mainly of TCS, TKL, starch, saponins, polysaccharides, amino acids, enzymes and so on. Pharmacological activity of these ingredients are either obscure, or separated from their herbs, so that medicinal quality ingredients cannot be reflected so far.

【Key words】 *Trichosanthes kirilowii* Maxim.; *Trichosanthis Fructus*; *Percarpium Trichosanthis*; *Semen Trichosanthis*; *Trichosanthis Radix*; Chemical constituents; Isolation; Identification

基金项目: 山东省科技发展计划项目(2008GG2NS02022); 济南市科技计划专项(200906028)

作者单位: 250355 济南, 山东中医药大学药学院[王玲娜(硕士研究生)、于京平、张永清]

作者简介: 王玲娜(1990-), 女, 2012 级在读硕士研究生。研究方向: 中药资源及其质量控制。E-mail: wanglingna88@163.com

通讯作者: 张永清(1962-), 教授, 博士生导师。研究方向: 中药资源及其质量控制。E-mail: zyq622003@126.com

栝楼 *Trichosanthes kirilowii* Maxim. 是葫芦科栝楼属下的一个种,其果实、果皮、种子、块根均可供药用,分别称为瓜蒌、瓜蒌皮、瓜蒌子、天花粉,因其入药部位不同临床应用各有差异。瓜蒌有清热涤痰、宽胸散结、润燥滑肠等功效,用于治疗肺热咳嗽、胸痹心痛、大便秘结等病症;瓜蒌皮功效重在清热化痰、利气宽胸,用于治疗痰热咳嗽、胸闷胁痛等;瓜蒌子具有润肺化痰、滑肠通便的功效,用于治疗燥咳痰黏、肠燥便秘等病症,也可把瓜蒌子去油制霜,以减弱其润肠致泻的功效,适用于年老体弱便溏而又燥咳痰粘的患者;天花粉具有清热泻火、生津止渴、消肿排脓的功效,用于治疗热病烦渴、肺热燥咳、内热消渴、疮疡肿毒等病症^[1]。现代药理研究结果显示:瓜蒌皮提取液可扩张心脏冠状动脉、增加冠脉血流量,抑制结扎幽门引起的溃疡,此外还有抗菌、抗肿瘤、抗缺氧等活性^[2];瓜蒌子有降血脂、抗血栓形成、减少动脉粥样硬化和胆固醇的作用^[3],并有瘦身、美容的功效^[4];天花粉蛋白具有引产或终止妊娠的作用,还可抗肿瘤、抗炎、抗病毒^[5],治疗绒毛膜癌^[6],抑制乳腺癌生长^[7],天花粉中的凝集素类化合物是降糖主要活性成分等^[8-11],天花粉中的多糖组分具有显著的抗肿瘤和细胞毒活性^[12]。

为了深化瓜蒌生药研究,更好的开发利用栝楼植物资源,本文通过系统查阅文献,依据药用部位的不同将其化学研究进展情况进行了归纳总结。

1 瓜蒌与瓜蒌皮化学成分

瓜蒌与瓜蒌皮为栝楼果实及果实去除种子后的剩余部分。经分析,该部位含有脂肪油、脂肪酸、甾醇、三萜皂苷、氨基酸、蛋白质、树脂、糖类和色素、无机元素等化学成分。在瓜蒌甲醇渗漉物中分离并鉴定出的化学成分有棕榈酸、7-豆甾烯-3 β -醇、7-豆甾烯醇-3-O- β -D-葡萄糖苷、半乳糖酸 γ -内酯和半乳糖^[13]。将瓜蒌 90% 乙醇浸膏分别用石油醚、氯仿、正丁醇萃取、水—乙醇梯度洗脱,在石油醚层分离得到了香草酸、 α -菠甾醇、豆甾-7-烯-3 β -醇、(-)-Lolilide (XVI)、正三十四烷、 α -菠菜甾醇、栝楼仁二醇等,在氯仿部位分离得到了正三十四烷酸、2-甲基-3,5-二羟基四氢吡喃-4-酮、 α -菠菜甾醇- β -D-葡萄糖苷等;在正丁醇萃取部位分离得到了 2,5-二羟基甲基呋喃、柯伊利素-7-O- β -D-葡萄糖苷、苹果酸丁二酯、(2,2'-Bioxazolidine)-3-3'-diethanol、葡萄糖、

富马酸、琥珀酸、尿嘧啶等,在 30% 醇层分离得到 1-羧丙基-5-乙氧甲基-1H-吡咯-2-醛-吡咯、5-羟甲基糠醛、腺苷等,在 90% 醇层分离得到了金圣草黄素、4'-羟基黄芩素、 α -菠甾醇- β -D-葡萄糖苷等^[14-17]。经双波长薄层扫描法测定瓜蒌 α -菠菜甾醇含量,结果为 0.017%^[14]。从瓜蒌皮挥发油酸性部分分离得到 15 种挥发性有机酸,其中长链脂肪酸甲酯有壬酸甲酯、癸酸甲酯、月桂酸甲酯、歧链十四烷酸甲酯、肉豆蔻酸甲酯、歧链十五烷酸甲酯等,饱和支链脂肪酸甲酯有棕榈油酸甲酯、棕榈酸甲酯、亚油酸甲酯、亚麻酸甲酯、硬脂酸甲酯。其中,棕榈酸含量最高,其次是亚麻酸和亚油酸^[18]。

瓜蒌中也含有多糖,用水提醇沉法从瓜蒌中提取多糖,经分析该多糖由三种单糖组成,分别为鼠李糖、阿拉伯糖、葡萄糖,其摩尔比为 1.0:2.4:4.7,含量分别为鼠李糖 12.1%、阿拉伯糖 26.3%、葡萄糖 61.6%^[19],不同产地瓜蒌皮多糖含量差异不显著^[20]。瓜蒌饮片总糖含量介于 16.17%~32.65%,还原糖含量介于 3.29%~13.29%^[21]。

瓜蒌中的氨基酸多达 19 种,其中人体必需氨基酸有苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸等 7 种,非必需氨基酸有丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、酪氨酸、胱氨酸、组氨酸、精氨酸、门冬氨酸、羟脯氨酸、鸟氨酸等 12 种。必需氨基酸中缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸含量较高,非必需氨基酸中谷氨酸、丙氨酸、精氨酸、鸟氨酸含量较高^[22]。瓜蒌皮和去皮后的瓜蒌氨基酸总含量分别为 115.78 mg/100 g、397.14 mg/100 g 生药,说明果肉中的氨基酸含量较高。此外,瓜蒌还含有 K、Na、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn、Gu、Ni 等无机元素。瓜蒌及其各组织与土壤中元素之间存在相关关系,果实组织对土壤中元素具有一定的富集能力^[23]。瓜蒌皮和去皮后的瓜蒌微量元素比较结果显示,去皮后的瓜蒌没有镉,且二者所含总微量元素含量分别为 16682.87 mg/kg、10612.31 mg/kg 生药,提示果皮中分布有更多的微量元素^[24]。

2 瓜蒌子化学成分

瓜蒌子属于植物种子,含有较多油脂,不同产地瓜蒌子中油脂含量均超过 37.5%^[25]。经分析,瓜蒌子主要含有脂肪油、脂肪酸、三萜皂苷、甾醇、氨基酸、蛋白质等。其中脂肪酸含量约为 26%~

30%, 主要不饱和脂肪酸有亚麻酸、亚油酸、油酸等, 主要饱和脂肪酸有棕榈酸、硬脂酸等。油中棕榈酸和硬脂酸含量较亚麻酸、亚油酸、油酸明显偏低^[26]。利用皂化法和尿素包合法分离提取热榨和冷榨瓜蒌子油中不饱和脂肪酸, 经气相色谱—质谱联用仪 (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer-computer, GC-MS) 检测其中的亚油酸、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^[27], 瓜蒌子油中含有瓜蒌酸, 经 GC-MS 等研究确定了瓜蒌酸的结构为 $C_{18:3\ 9e, 11t, 13e}$, 其质量分数为 16.15%^[28]。从瓜蒌子挥发油中鉴定出 42 个化合物, 占挥发油相对含量的 79.434%, 此挥发油有抑菌活性, 对胃癌细胞株有很好的细胞毒作用^[29]。

瓜蒌子不皂化类脂化学成分研究结果显示: 五环三萜类化合物有: 7-氧代二氢枳椇仁二醇、异枳椇仁二醇、枳椇仁二醇、10 α -葫芦二烯醇、异枳椇仁二醇、豆甾-7, 22-二烯-3-O- β -D-葡萄糖苷; 甾醇类化合物有: 7-氧代二氢枳椇仁二醇、豆甾-7-烯-3 β -醇、豆甾-7, 22-二烯-3 β 醇; 新化合物 1 个, 结构为 (3 α , 6 α , 13 α , 14 β , 20 α)-3, 6, 29-三羟基-13-甲基-26-去甲七墩果-8-烯, 命名为 6-羟基二氢枳椇仁二醇。在上述成分中, 枳椇仁二醇被确定为中药材瓜蒌子的专属化学成分, 经高效液相色谱法确定瓜蒌子中枳椇仁二醇含量范围为 0.055% ~ 0.1%^[30-32]。气相色谱法测定结果显示, 瓜蒌子中 3, 29-二苯甲酰基枳椇仁三醇的含量平均值为 2.623 mg/g^[33]。从瓜蒌子的甲醇提取物中分离鉴别出一种自然界极为罕见的二氢查尔酮化合物 4', 6-dihydroxy-4-methoxyisourone 及其他三种化合物: cucurbitacin B, 6-(3-hydroxy-4-methoxystyryl)-4-methoxy-2 H-pyran-2-one 和 blumenol A^[34]。瓜蒌子炮制品瓜蒌仁霜经分离纯化, 从中得到了 10 个化合物单体, 分别鉴定为 (3a)-3, 29-dihydroxy-7-oxamultiflor-8-ene-3, 29-diyl dibenzoate (1)、3, 29-二苯甲酰氧枳椇仁二醇 (2)、5 α , 8 α -表二氧化麦角甾-6, 22E-二烯-3 β -醇 (3)、5 α , 8 α -表二氧化麦角甾-6, 9 (11), 22E-三烯-3 β -醇 (4)、豆甾-7, 22, 25-三烯-3 醇 (5)、豆甾-7, 22, -二烯-3 醇 (6)、对羟基苯甲醛 (7)、 β -谷甾醇 (8)、胡萝卜苷 (9)、丹皮酚 (10), 化合物 2、4、7、10 为当时首次从枳椇属植物中分离得到^[35]。分析结果显示, 瓜蒌子含 17 种氨基酸, 含量高低依次为谷氨酸、精氨酸、门冬氨酸

和亮氨酸^[36]。含无机元素 16 种, 含量最高的是钙、镁, 其次是铁、锌、铜^[37]。

3 天花粉化学成分

天花粉是栝楼植株的干燥粉质块根, 主要含有天花粉植物凝集素、天花粉蛋白质、淀粉、皂苷、多糖类、氨基酸类、酶类等化学成分^[38]。天花粉凝集素为一种植物凝集素, 是能与糖类专一结合的一类蛋白质^[39]。天花粉蛋白是一种简单的单肽链碱性蛋白质, 其分子量因采用的估计方法不同而不同, 一般认为在 22000 ~ 28000 之间。根据已测定的一级结构计算其分子量, 结果为 27141。用甘油梯度等电聚焦法测得天花粉蛋白的等电点为 9.4。将提取天花粉蛋白后剩余的清液通过纤维素柱层析分离出 2 种化合物, 分别为二水合 L-瓜氨酸和 α -羟甲基丝氨酸, 含量分别为 772 ppm、67 ppm。从天花粉蛋白压完汁后的残渣中分离得到 1 种不同于天花粉蛋白的新蛋白质, 称为栝楼蛋白, 用电喷雾电离质谱测得其分子量为 27228, 用凝胶等电聚焦法测得其等电点为 9.6。栝楼蛋白氨基酸组成与天花粉蛋白很相似, 均含有 19 种氨基酸, 不含半胱氨酸, 是一单链蛋白, 但二者蛋氨酸、丝氨酸、异亮氨酸等氨基酸含量差别较大^[40], 不同产地及不同品种天花粉中瓜氨酸含量差异显著, 对瓜氨酸进行定量分析可为天花粉规范化种植提供一定依据^[41-42]。从栝楼块根中还发现了一种具有抗病毒和抗肿瘤活性的天花粉蛋白 TAP-29 (29kDa)^[43]。

三萜皂苷广泛存在于植物根、茎、叶、花、树皮中^[44], 经测定河南产天花粉中总三萜皂苷含量为 23.998 mg/g, 提取率为 0.8564^[45]。从天花粉的甲醇提取物中分离鉴定出八个葫芦烷三萜类化合物, 分别为: cucurbitacin B、isocucurbitacin B、cucurbitacin D、isocucurbitacin D、3-epi-isocucurbitacin B、dihydrocucurbitacin B、dihydroisocucurbitacin B 和 dihydrocucurbitacin E, 此八种葫芦素类化合物对培养的人肿瘤细胞株均有显著的毒性作用^[46]。天花粉所含葫芦素类化合物为高度氧化的四环三萜类化合物, 既有药理活性也有较大毒性, 有人建立了高效液相色谱法测定天花粉中葫芦素 B 含量的方法, 并对不同产地天花粉及混伪品葫芦素 B 含量进行了测定, 结果不同产地天花粉葫芦素 B 含量有一定差异^[47]。同一植株中, 块根中葫芦素 B 的含量远高于果皮, 前者是后者的 4 倍^[48]。从天花粉 80% 乙醇

提取物中分离得到三种化合物,根据有关谱数推测化合物 I 可能为四环三萜类化合物,鉴定化合物 II、III 分别为棕榈酸和正三十四烷^[49]。栝楼根块挥发油毛细管 GC-MS 分析结果显示,共有 128 个组分,其中的 45 种成分得到了确认,占色谱总馏出峰面积的 82.75%,相对含量在 2% 以上成分的主要有十六酸乙酯(24.49%)、9,12-二烯十八酸乙酯(11.7%)、丁二酸二乙酯(7.6%)、十四烷酸乙酯(2.97%)、十二烷酸乙酯(2.81%)、乙酸乙酯(2.47%)、苯丙酸乙酯(2.2%)^[50]。

天花粉也含有多糖,其糖基组成主要为葡萄糖^[51]、半乳糖、果糖、甘露糖和少量的蛋白质组成^[52],雄株天花粉总糖含量高于雌株^[53]。天花粉含有的无机元素有 Fe、Cu、Zn、Mn、Ca 等,含量分别为 69.92、3.58、12.32、2.68、866.11 $\mu\text{g/g}$ ^[54]。雌雄栝楼天花粉中不同无机元素的存在形式不同,主要以游离态和无机态的形式存在,其中 Ca、Mg 主要以无机态形式存在,Fe、Mn、Cu、Zn 均以游离态和无机态存在^[55]。雌株天花粉有较高的吸收或贮存无机元素的能力,其微量元素含量显著高于雄株,可能与雌株参与生殖生长有较大关系^[56]。

4 小结与展望

栝楼为葫芦科多年生草本植物,果实、种子与根部均属于常用中药,为满足市场需求,山东、安徽、湖南、河南等地均有大面积种植。栝楼属于雌雄异株植物,一般来讲,以收获天花粉为目的时,要选择雄株种植,以收获果实、种子为目的时,要以种植雌株为主,同时要搭配种植少量雄株。无论是以收获果实、种子为目的,还是以收获根部为目的,均会产生大量的茎、叶、花等器官,而这些器官尚未得到开发利用,生产中均是作为废弃物进行处理的。

截至目前,关于栝楼的化学研究集中在果实、种子与根部等药用器官上,研究结果显示果实与果皮种子成分主要为脂肪油、脂肪酸、甾醇、三萜皂苷、氨基酸、蛋白质、氨基酸和无机元素等,天花粉成分主要为天花粉植物凝集素、天花粉蛋白质、淀粉、皂苷、多糖类、氨基酸类、酶类等。研究表明,瓜蒌、瓜蒌皮及其制剂具有抗心肌缺血、抗炎镇痛等作用;瓜蒌子有降血脂、抗血栓形成、减少动脉粥样硬化和胆固醇等作用;天花粉蛋白具有引产或终止妊娠等作用^[57],但是能反映瓜蒌、瓜蒌皮、瓜蒌子、天花粉的药理活性及药材质量的成分至今不明确。

种子中的栝楼仁二醇,块根中的天花粉蛋白、栝楼蛋白,应该属于栝楼的专属性成分,可以作为评价瓜蒌子、天花粉药材质量的指标性成分,但有关其药理作用的研究尚需进一步加强。

总之,为进一步开发利用栝楼药用植物资源,提升中药质量控制标准,一方面要加强对瓜蒌、瓜蒌皮等与临床疗效密切相关成分的研究,另一方面要加强对茎、叶、花等非药用器官化学成分的研究。

参 考 文 献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[S]. 北京:化学工业出版社,2010;52,104-105.
- [2] 贝伟剑. 大子栝楼和栝楼的药理作用比较[J]. 湖南中医药导报,1996,2(1):37-39.
- [3] 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):77-79.
- [4] 屠婕红,余菁,陈伟光. 瓜蒌的化学成分和药理作用研究概况[J]. 中国药师,2004,7(7):562-563.
- [5] 王本祥. 现代中药药理学[M]. 天津:天津科学技术出版社,1993:289.
- [6] Hetian Lei, Jianjun Qi, Jingyuan Song, et al. Biosynthesis and bioactivity of trichosanthin in cultured crown gall tissues of *Trichosanthes kirilowii* Maximowicz [J]. Plant Cell Rep, 2006, (25): 1205-1212.
- [7] 丁波泥,陈道瑾,李小荣,等. 天花粉蛋白抑制乳腺癌生长的实验研究[J]. 实用肿瘤杂志,2008,23(4):310-316.
- [8] 南国柱,裴元静,蒋国彦,等. 栝楼根(天花粉)降血糖作用研究[J]. 药学报,1959,7(1):43-44.
- [9] 胡国献. 治疗糖尿病的要药-天花粉[J]. 求医问药,2010,(10):34.
- [10] 李琼,叶小利,陈新,等. 天花粉降糖作用有效部位的研究[J]. 长春中医药大学学报,2012,28(1):9-13.
- [11] 李晓芳. 天花粉降糖活性成分的研究[D]. 重庆,西南大学,2011.
- [12] Yeoun Bong Chung, Chong Chull Lee, Soo Wan Park, et al. Studies on Antitumor and Immunopotentiating Activities of Polysaccharides from *Trichosanthes Rhizome* [J]. Arch. Pharm. Res, 1990,13(3):285-288.
- [13] 巢志茂,何波. 栝楼果实的化学成分研究[J]. 中国中医药杂志,1999,24(10):612-613.
- [14] 时岩鹏,姚庆强,刘拥军,等. 栝楼化学成分的研究及其菠菜甾醇的含量测定[J]. 中草药,2002,33(1):14-16.
- [15] 韦兴光,杨春芳,石岩鹏,等. 瓜蒌化学成分的研究(II)[J]. 中草药,2005,36(增刊):67-68.
- [16] 范雪梅,陈刚,苏珊珊,等. 瓜蒌化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报,2011,28(12):947-948.
- [17] 孙晓业,吴红华,付爱珍,等. 瓜蒌的化学成分研究[J]. 药学报,2012,47(7):922-925.
- [18] 巢志茂,刘静明,王伏华,等. 五种瓜蒌皮挥发性有机酸的分析[J]. 中国中药杂志,1992,17(11):673-674.

- [19] 屠婕红,余菁,盛静. 瓜蒌多糖的提取及组分分析[J]. 中国现代应用药学杂志,2005,22(3):239-241.
- [20] 王国凯,刘劲松,王刚. 不同产地瓜蒌皮多糖的含量测定[J]. 安徽中医学院学报,2008,27(2):48-51.
- [21] 孙文,巢志茂,王淳,等. 瓜蒌饮片中总糖及还原糖的含量测定[J]. 中国实验方剂学,2013,19(9):96-101.
- [22] 韩琳娜,周凤琴. 山东栽培瓜蒌氨基酸的含量测定[J]. 氨基酸和生物资源,2011,33(4):70-73.
- [23] 阮尚全,李娜雅,汪建红. 瓜蒌中矿物元素分布与土壤环境的相关性[J]. 内江师范学院学报,2012,12(10):43-47.
- [24] 贡瑞生,张黎明,郑建科. 山东栝楼氨基酸及微量元素的分析[J]. 中国中药杂志,1989,14(6):363.
- [25] 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):2414-2418.
- [26] 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):266-267.
- [27] 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):564-568.
- [28] 周亮,刘元法,金青哲,等. 瓜蒌籽理化性质及瓜蒌酸结构分析[J]. 食品科学,2007,28(11):116-119.
- [29] 徐礼英,张小平,蒋继宏,等. 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,2009,15(8):38-46.
- [30] 巢志茂,何波,张颖,等. 栝楼种子中不皂化类脂的化学成分研究[J]. 中国药学杂志,2000,35(11):733-736.
- [31] 唐春风. 瓜蒌子的化学成分和定性定量研究[D]. 北京,中国协和医科大学,2005.
- [32] 巢志茂,唐春风,张贵峰,等. 瓜蒌子的 TCL 鉴别和 HPLC 含量测定[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(17):86-88.
- [33] 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.
- [34] Nguyen Tien Dat, Xuejun Jin, Young-Soo Hong, et al. An Isoaurone and Other Constituents from *Trichosanthes kirilowii* Seeds Inhibit Hypoxia-Inducible Factor-1 and Nuclear Factor- κ B[J]. J. Nat. Prod, 2010(73):1167-1169.
- [35] 马跃平,高健,傅克玲,等. 瓜蒌霜化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报,2010,27(11):876-879.
- [36] 巢志茂,刘静明,王伏华. 瓜蒌子的氨基酸分析[J]. 天然产物研究与开发,1992,4(4):31-34.
- [37] 巢志茂,刘静明,王伏华. 五种瓜蒌子的微量元素分析[J]. 微量元素与健康研究,1993,10(2):39.
- [38] 高学敏. 中药学[M]. 北京:中国中医药出版社,2011:87-88.
- [39] 王耀萍,韩毅,李卫平,等. 天花粉凝集素的晶体学研究[J]. 生物物理学报,1998,14(3):413-416.
- [40] 汪嵛. 天花粉蛋白质[M]. 北京:科学出版社,2000:21-33.
- [41] 刘青青,刘传金,王振华,等. 不同品种天花粉样品中瓜氨酸的含量测定[J]. 安徽中医学院学报,2012,31(4):75-79.
- [42] 杨玉琴,张丽艳,李健,等. 不同产地天花粉药材中瓜氨酸的含量测定[J]. 时珍国医国药,2009,20(6):1360-1363.
- [43] John E. Thorup, Karen A. McDonald, Alan P. Jackman, et al. Ribosome-Inactivating Protein Production from *Trichosanthes kirilowii* Plant Cell Cultures [J]. Biotechnol Bioeng, 1994(10):345-352.
- [44] 张云峰,魏东,邓雁如,等. 三萜皂苷的生物活性研究进展[J]. 中成药,2006,28(9):1349-1353.
- [45] 陈颖,董孝刚,孟丽,等. 天花粉中总三萜皂苷的含量分析[J]. 中国野生植物资源,2010,29(4):61-63.
- [46] Shi Yong Ryu, Seung Ho Lee, Sang Un Choi, et al. Antitumor activity of *Trichosanthes kirilowii* [J]. Arch. Pharm. Res, 1994, 17(5):348-353.
- [47] 彭朝霞,曹敏,张运杰,等. HPLC 测定天花粉中葫芦素 B 的含量[J]. 中国现代应用药学杂志 2009,26(11):946-948.
- [48] 周涛,黄璐琦,江维克. 高效液相色谱法测定大方栝楼药材中葫芦素 B 的含量[J]. 中国实验方剂学杂志,2008,14(6):4-7.
- [49] 李晓芳,叶小利,李平,等. 天花粉降血糖活性成分的分离和活性观察[J]. 中成药,2011,33(12):2175-2178.
- [50] 胡合娇,王鸿,潘远江. GC-MS 法测定余杭栝楼根块的挥发油成分[J]. 林产化学与工业,2005,25(1):109-111.
- [51] 屠婕红,陈伟光,王照雷,等. 天花粉多糖的单糖组成分析及不同采收期多糖含量比较[J]. 中国现代应用药学,2011,28(7):666-668.
- [52] 黄晓兰,吴惠勤,王蔚,等. 天花粉多糖的单糖组成和相对分子质量的测定[J]. 中草药,2008,39(12):1840-1814.
- [53] 刘伟,王晓,周洁,等. 不同栝楼品种药用部位营养成分含量比较[J]. 山东农业科学,2012,44(10):48-50.
- [54] 夏侯国论,刘丽华,李银保. 微波消解-火焰原子吸收法测定天花粉中的微量元素[J]. 赣南医学院学报,2009,29(3):321-322.
- [55] 刘伟,方磊,王晓,等. 雌雄栝楼天花粉中 6 种元素次级形态分析研究[J]. 中药材,2012,35(3):421-423.
- [56] 刘伟,方磊,王晓,等. 不同栝楼品种各药用部位无机元素含量比较[J]. 山东科学,2012,25(1):44-47.
- [57] 孙娟,孟冰雪,赵启韬. 瓜蒌药理作用的物质基础研究概况[J]. 山东中医杂志,2012,6(31):461-464.

(收稿日期:2013-07-22)

(本文编辑:蒲晓田)