

doi:10.3969/j.issn.1006-9690.2025.02.014

栝楼化学成分及其食药价值研究进展

胡婷^{1,2}, 胡昌里¹, 陈蓉萍¹, 左千千¹, 尹立伟¹, 李从虎¹

(1. 安庆师范大学 生命科学学院, 安徽 安庆 246011;
2. 安庆师范大学 药用资源靶向开发协同创新中心, 安徽 安庆 246011)

摘要 栝楼作为一味中药材,其化学成分包含黄酮类化合物、蛋白质、多糖等多种生物活性物质,在中医药中被广泛应用,是具有广阔开发前景的药食两用植物。目前,针对栝楼的研究主要集中在栝楼的果皮和根部。本文通过综合阐述栝楼各器官的化学成分,并对栝楼的食用和药用价值进行系统的论证和综述,可以为探索栝楼在临床上的新用途,以及栝楼新药品和食品的开发提供了坚实的科学基础。

关键词 栝楼;化学成分;食用价值;药用价值;开发前景

中图分类号:Q946 文献标识码:A 文章编号:1006-9690(2025)02-0096-05

Research Progress on Chemical Constituents of *Trichosanthes kirilowii* and Its Edible and Medicinal Value

HU Ting^{1,2}, HU Changli¹, CHEN Rongping¹, ZUO Qianqian¹, YIN Liwei¹, LI Conghu¹

(1. College of Life Science, Anqing Normal University, Anqing 246011, China; 2. Collaborative Innovation Center of Targeted Development of Medicinal Resources, Anqing Normal University, Anqing 246011, China)

Abstract *Trichosanthes kirilowii*, as a traditional Chinese medicinal material, has a complex chemical composition, including flavonoids, proteins, polysaccharides and other bioactive substances. It is widely used in traditional Chinese medicine and is regarded as a food and medicinal plant with broad development prospects. Currently, the research on *T. kirilowii* is mainly focused on its peel and root. This article comprehensively elaborates the chemical composition of each organ of *T. kirilowii*, and systematically demonstrates and reviews its edible and medicinal value, providing a solid scientific basis for the exploration of new clinical uses and the development of new drugs and foods. In view of the particularity of *T. kirilowii* as a wild resource, in-depth research and rational utilization are not only beneficial to the development of traditional Chinese medicine, but also in line with the concept of sustainable development.

Key words *Trichosanthes kirilowii*; Chemical composition; Edible value; Medicinal value; Development prospect

栝楼(*Trichosanthes kirilowii* Maxim.)是葫芦科(Cucurbitaceae)栝楼属(*Trichosanthes* Linn.)的一种多年生草质缠绕性藤本植物,又名瓜蒌,味甘、微苦、性寒。在治疗冠心病、糖尿病、气管炎等方面具有良好的功效^[1]。根据中医药典籍《本草纲目》和

《中药大辞典》等的记载,瓜皮、瓜仁、根块均可入药,具有较高的药用价值和保健食用功能^[2-3]。

栝楼综合利用价值较高。皮具有清化热痰、利气宽胸的功效;籽能够润肺化痰、滑肠通便;根在中国传统医学中又被称为天花粉,具有清热泻火、生

收稿日期:2024-05-08,录用日期:2025-02-13

基金项目:安徽省教育厅重点项目(2023AH050470);安徽省新型研发机构安庆市林业科技创新研究院开放基金(Ly202404);安徽省教育厅重点项目(2023AH050483);安徽省质量工程项目(2023cxt063)。

作者简介:胡婷(1988-),女,安徽铜陵人,博士,讲师,研究方向为微量元素与人体健康。E-mail:hutingby25@163.com

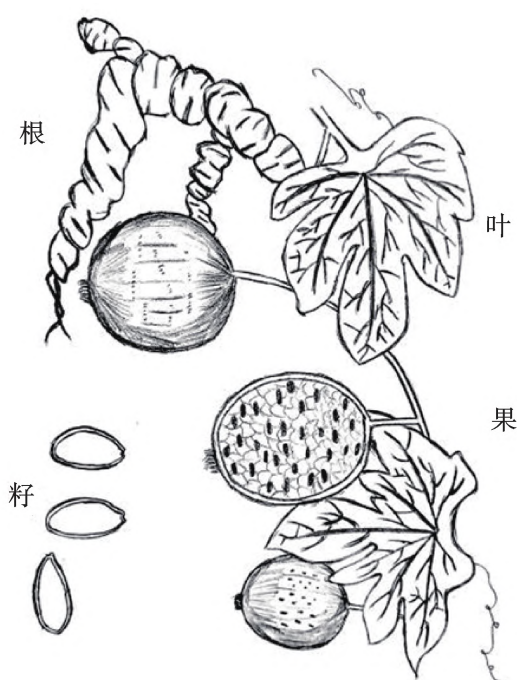


图1 栝楼手绘图

Fig. 1 The freehand sketching of *T. kirilowii*

津止渴,以及消肿排脓等功效^[4]。栝楼含有多种化学成分,主要包括有机酸类、甾醇、三萜及苷类、氨基酸、多肽和蛋白质等^[5]。这些化学成分的发现与鉴定,为研究中药栝楼的药理作用和临床应用提供了重要的物质基础和理论依据。尽管栝楼含有丰富的营养成分,但目前并不属于药食同源植物,其食用的生物安全性及合法性需要进一步研究。本文系统总结栝楼的化学成分和食药价值,为进一步探究栝楼的食药价值和营养价值提供理论依据。

1 栝楼的化学成分分析

1.1 瓜蒌子

经现代科学验证,瓜蒌子中含有丰富的营养元素,具有维持健康体重和美化皮肤的功能。合理食用瓜蒌子,有助于满足个体所需的均衡营养需求,达到理想的健康体重与面部美容的双重目标,是常见的休闲保健食品之一^[6]。瓜蒌子富含蛋白质、油脂、氨基酸、纤维素等^[7],对糖尿病、高血压、高血脂等疾病能产生积极治疗效用,还能抑制癌细胞的增殖,提高身体机能^[8]。栝楼仁三醇和栝楼仁二醇为瓜蒌子的特有成分^[9],瓜蒌子中脂肪油含量约为26%^[10],瓜蒌子中脂肪酸含量约为26%~30%^[11];蛋白质总含量约为5.5%;氨基酸总含量约为10.6%~15.3%^[12]。

表1 瓜蒌子的主要化学成分

Tab. 1 Main chemical constituents of *T. kirilowii*

种类	详细组分
脂酸类	饱和脂肪酸:棕榈酸、硬脂酸;不饱和脂肪酸:油酸、亚油酸、栝楼酸 ^[13]
蛋白质	栝楼素 ^[14]
氨基酸	必需氨基酸:苏氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、组氨酸 非必需氨基酸:谷氨酸、半胱氨酸、天冬氨酸、 γ -氨基丁酸、丝氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、酪氨酸、精氨酸 ^[15]
黄酮类	11-甲氧基-去甲洋蒿宁、小麦黄素、异橙酮类化合物 ^[1]
甾醇类	炔类、甾醇、甲基甾醇、羟基化甾醇类化合物(6 α -豆甾二醇) ^[5] 、三萜醇等 ^[16]
萜类	五环三萜类(栝楼仁二醇及其3-O-苯甲酸酯、7-氧代二氢栝楼仁二醇、5-脱氢栝楼仁二醇、异栝楼仁二醇、3-表栝楼仁二醇、7-oxoisomulti-florenol、7-氧代-8- β -D:C-异齐墩果-9(11)-烯-3,29-二醇、7-氧代-8- β -D:C-异齐墩果-9(11)-烯-3,29-二醇、3-epi-bryonolol、bryonolol) ^[9-10] 、四环三萜类(10 α -葫芦二烯醇 ^[10])主要是羊毛甾烷型,五环三萜类主要是齐墩果烷型 ^[17]
其它	油脂、苯丙素类、皂苷类

瓜蒌子中含有19种脂肪酸,饱和脂肪酸以棕榈酸、硬脂酸为主;不饱和脂肪酸以油酸、栝楼酸、亚油酸为主^[13]。在瓜蒌子中,发现了一种分子量为27 kD的核糖体失活蛋白,被称为栝楼素。这种蛋白的蛋白质组成主要包括能够使核糖体大亚基核糖体RNA断裂,导致核糖体失去活性的蛋白质,能够与糖结合形成红细胞凝集的凝集素以及蛋白质水解物多肽等成分^[14]。瓜蒌子中含有8种必需氨基酸和天冬氨酸、 γ -氨基丁酸、精氨酸等10种非必需氨基酸^[15](表1),其中必需氨基酸占总氨基酸含量的1/3左右^[5]。瓜蒌子中黄酮含量较少,有学者从瓜蒌子中分离得到11-甲氧基-去甲洋蒿宁、小麦黄素2个黄酮类化合物,还从瓜蒌子中分离到1个自然界中极为稀少的异橙酮类化合物^[1]。此外,研究发现瓜蒌子中含有多种植物甾醇,其中含量相对较高的主要成分为炔类、甾醇、甲基甾醇以及三萜醇等,其中羟基化甾醇类化合物也在瓜蒌子中发现^[5,16]。瓜蒌子中含有丰富的萜类成分,其中五环三萜类较多,四环三萜类主要是羊毛甾烷型,五环三萜类主要是齐墩果烷型^[15,17]。瓜蒌子还含有油脂、苯丙素类、皂苷类等化合物,在医药、美容、化工等方面综合利用潜力较大。

1.2 栝楼皮

栝楼皮具有清热化痰、利气宽胸的功效,现代医学技术已经将栝楼皮制作成栝楼皮注射液并进行药物的生产应用。食品行业也研制出具有保健

功能的栝楼皮饮料,但目前的研究多数集中于栝楼整株营养成分分析,果皮常弃之不用^[18]。研究表明该部位含有氨基酸、蛋白质、脂肪油、脂肪酸、甾醇、三萜皂苷、树脂、糖类和色素、无机元素等化学成分^[19]。

栝楼皮中挥发性成分含量较高,主要成分是邻苯二甲酸二丁酯、棕榈酸甲酯、菲、萤葱和3-甲基菲,还包括一些有机酸酯类(表2)。在瓜蒌皮挥发油的酸性部分中,成功分离出15种挥发性有机酸^[20]。这些有机酸中,包括多种长链脂肪酸甲酯,例如壬酸甲酯、癸酸甲酯、月桂酸甲酯、歧链十四烷酸甲酯、肉豆蔻酸甲酯以及歧链十五烷酸甲酯等。此外,栝楼皮还含有几种饱和支链脂肪酸甲酯,包括棕榈油酸甲酯、棕榈酸甲酯等(表2),其中棕榈酸含量最高,其次是亚麻酸和亚油酸^[19],但其不是栝楼皮主要的活性成分^[15]。黄酮类化合物包括槲皮素-3-O-[α -L-鼠李糖基-(1 \rightarrow 2)- β -D-葡萄糖基]-5-O- β -D-葡萄糖苷、槲皮素-3-O- β -芸香糖苷、芹黄素-7-O- β -D-葡萄糖苷等10余种^[15](表2)。栝楼皮脂溶性部位含有 Δ 7-豆甾烯醇、 β -菠菜甾醇、 Δ 7-豆甾烯醇- β -D-葡萄糖苷^[21]。栝楼皮皂苷属于三萜类齐墩果酸型皂苷,含量可达到2.6%,

表2 栝楼皮的主要化学成分

Tab. 2 Main chemical constituents of *T. kirilowii* peel

种类	详细组分
脂酸类	邻苯二甲酸二丁酯、棕榈酸甲酯、菲、萤葱和3-甲基菲,以及一些有机酸酯类 ^[20] ; 长链脂肪酸甲酯: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;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 ^[19]
糖类	葡萄糖、鼠李糖、甘露糖、半乳糖、半乳糖醛酸、木糖、阿拉伯糖 ^[22]
氨基酸	必需氨基酸:苏氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、组氨酸 非必需氨基酸:天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、半胱氨酸、酪氨酸、精氨酸 ^[20]
黄酮类	槲皮素-3-O-[α -L-鼠李糖基-(1 \rightarrow 2)- β -D-葡萄糖基]-5-O- β -D-葡萄糖苷、槲皮素-3-O- β -芸香糖苷、芹黄素-7-O- β -D-葡萄糖苷、香叶木素-7-O- β -D-葡萄糖苷、木犀草素、芹菜素、香叶木素、木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷、柯伊利素-7-O- β -D-葡萄糖苷、槲皮素-3-O- α -核糖苷等 ^[15]
甾醇类	Δ 7-豆甾烯醇、 β -菠菜甾醇、 Δ 7-豆甾烯醇- β -D-葡萄糖苷 ^[21]
皂苷类	三萜类齐墩果酸型皂苷 ^[23]
微量元素	钙、铝、铁、铜等十几种无机元素 ^[24]

相对于天花粉中的含量更高^[22]。栝楼皮中含有7种单糖,8种必需氨基酸和9种非必需氨基酸以及钙、铝、铁、铜等十几种无机元素(表2)。

1.3 栝楼瓢

栝楼瓢作为栝楼的一部分,经常作为废弃物丢弃,但其丰富的药用植物资源中含有丰富的次生代谢产物,在化妆品开发过程中具有较好的利用前景^[25]。研究发现栝楼瓢含有丰富的多糖、蛋白质等营养成分^[1],栝楼瓢液富含天然色素以及抑菌蛋白^[26]。

栝楼瓢中含有19种氨基酸,含量高于瓜蒌子^[27]。张荣超等用硅胶、ODS及HPLC等色谱方法得到栝楼瓢中含8个有机酸,包括水杨酸、香草酸、异香草酸等^[28](表3),检测到栝楼瓢中含8个黄酮物质,同时还检测到2种糠醛类物质,4种酯类物质(表3)。栝楼瓢还含有一定量的挥发性物质,罗晓凤等通过顶空固相微萃取-GC/MS法检测出含有15种挥发性香气物质^[28]。

表3 栝楼瓢的主要化学成分

Tab. 3 Main chemical constituents of *T. kirilowii* pulp

种类	详细组分
氨基酸	亮氨酸、苯丙氨酸、 γ -氨基丁酸、色氨酸、异亮氨酸、甲硫氨酸、缬氨酸、脯氨酸、丙氨酸、羟脯氨酸、苏氨酸、谷氨酸、天冬氨酸、谷氨酰胺、赖氨酸、丝氨酸、天冬氨酸、瓜氨酸、精氨酸 ^[27]
有机酸类	水杨酸、香草酸、异香草酸、原儿茶酸、反式肉桂酸、对羟基肉桂酸、反式阿魏酸、月桂酸 ^[28]
黄酮类	香叶木素、芹菜素、柯伊利素、木犀草素、4'-羟基黄酮素、槲皮素、香叶木素-7-O- β -D-葡萄糖苷、柯伊利素-7-O- β -D-葡萄糖苷 ^[28]
糠醛类	5-乙酰氧甲基糠醛、5-羟甲基糠醛 ^[28]
酯类	月桂酸乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、乙二酸二乙酯、苹果酸二丁酯 ^[28]
挥发性物质	异丁醛、2,3-丁二酮、2-甲基丁醛、正戊醇、异戊醇和4-羟基丁酸内酯等 ^[29]

1.4 天花粉

天花粉是栝楼植物的干燥粉质块根,作为药材具有一定的免疫原性,其主要成分包括天花粉植物凝集素、蛋白质、淀粉、皂苷、多糖类、氨基酸类和酶类等^[19](表4)。

天花粉蛋白(Trichosanthin, TCS)是从栝楼的块根天花粉中提取分离出来的一种碱性蛋白,属于I型核糖体失活蛋白。天花粉多糖是由鼠李糖、阿拉伯糖等多种单糖混合而成的杂多糖^[30],雄株天花粉总糖含量高于雌株^[22]。天花粉凝血素(TKA)是一

表4 栝楼根主要化学成分

种类	详细组分
蛋白质	天花粉蛋白(Trichosanthin, TCS) ^[30]
多糖类	鼠李糖、阿拉伯糖、果糖、木糖、甘露糖、葡萄糖和半乳糖等单糖组成的杂多糖 ^[30]
黄酮类	二氢黄酮、橙酮或查耳酮 ^[31]
皂苷类	羊毛甾烷型的四环三萜和齐墩果烷型的五环三萜类化合物,如A oibaclyin, Bryoamaride, 25-O-acety lbryoamarid, β -Sitosterol-3-O- β -D-glucopyranoside, Karounidiol, 5-dehy drokarounidiol, 3-epikarounidiol, 7-oxoisomultiflorenol等 ^[32]
其他	天花粉凝集素(TKA) ^[33]

种半乳糖特异性的植物凝血素,是有两种异构体的糖蛋白^[33]。

2 栝楼的食、药用价值

2.1 栝楼的食用价值

栝楼在食用方面历史悠久,可追溯到唐宋时期。随着宋代“天花粉”名称的出现,栝楼根的食用历史已有一千多年。瓜蒌子和栝楼瓢的食用从明代时期开始,距今也有600多年的历史^[34]。由于地区和文化的差异,栝楼的食用方式也具有多样性。在日常生活中栝楼便通过煎水服用、制成菜品等方式进入百姓生活,瓜蒌子则也通过加工成炒货走进百姓生活。栝楼实(中药名,即阴干成熟的栝楼果实)、栝楼瓢可以用于美容和护肤品。根据对瓜蒌子食用历史的考察,其食用安全性已得到验证,这一结果为瓜蒌子进一步申请成为新食品原料提供了重要依据。



图2 栝楼的食用历史

Fig. 2 History of eating *T. kirilowii*

由于瓜蒌子、栝楼皮、栝楼根的主要活性成分并不相同,因此其在应用上应该进行筛选。瓜蒌子富含丰富油脂、有机酸及少量甾醇等成分,这些成分对心脑血管系统疾病具有良好作用,可用于开发有利于降血脂、降血糖的功能产品。瓜蒌子还含有极高的粗蛋白、粗脂肪、微量元素^[35],可将其油脂开发成食用油,副产物加工成蛋白粉,作为一种营养强化剂补充人体营养。栝楼皮富含丰富的膳食纤维、维生素C、氨基酸、总酚和总黄酮等有效成分^[36],具有较高抗氧化活性,适宜作为营养强化剂、食用色素和保健食品,在改善食品营养价值和增添食品色香味方面具有良好的应用前景。栝楼瓢含有丰富的无机元素,含有的黄色素具有抗氧化的功能^[36],其抗菌、抗炎等等功能使其创造出抗菌植物染料、功能性食品添加剂、天然植物色素等。

2.2 栝楼的药用价值

栝楼作为一种药材,始载于《神农本草经》,《诗经》和《吕氏春秋》也分别对栝楼的名称进行考证。栝楼皮的药用最早记载于《本草便读》中,书中说明栝楼皮药性甘、寒,可润肺^[37]。栝楼根具有的消渴、补虚、安中的作用首载于《神农本草经》,在《备急千金要方》、《日华子本草》中开始出现了瓜蒌子、瓜蒌仁,而以果实入药则首载于《名医别录》。《中华人民共和国药典》也将瓜蒌子列入其中。栝楼具有诸多生物活性,被广泛应用于医学研究,其药理作用主要包括改善心血管功能、抗肿瘤、降低血糖和血脂等。

2.2.1 改善心血管系统

全栝楼水煎醇沉浓缩剂和注射液具有扩张冠状动脉的作用,其中以栝楼皮作用效果最强,瓜蒌子次之,除此其还具有降低血清胆固醇、抗血小板聚集、提高耐氧能力等^[38]。栝楼皮提取物对治疗稳定性心绞痛、不稳定型心绞痛和心肌梗死等冠心病具有明显的疗效^[39]。栝楼甙白通过抑制血小板聚集粘附、保护心肌缺血、减轻动脉粥样硬化病变等作用来调节心血管系统^[40]。栝楼延胡汤与西医常规治疗结合更适合治疗稳定性心绞痛,且栝楼与半夏、附子配伍一起使用具有强心作用^[5]。

2.2.2 降低血糖、血脂

瓜蒌子中含有多种人体所需要的必需脂肪酸,长期食用有利于降低血脂^[41]。瓜蒌皮和粪菌提取液可调节糖尿病小鼠肠道微生物群^[42]。瓜蒌皮提取物对高糖诱导的HUVECs衰老具有抑制作用^[43],对改善糖尿病血管功能具有现实意义。天花粉具有良好的使血液中葡萄糖含量下降以及改善糖尿病症状的功效^[44],对四氧嘧啶性糖尿病大鼠具有显著降糖作用^[45]。

2.2.3 抗癌作用

栝楼中含有三萜皂甙、有机酸、盐类、糖、色素、脂肪等化合物,其提取液对金黄色葡萄球菌、绿浓杆菌、流感杆菌、肺炎双球菌、白色葡萄球菌及甲

型链球菌有较强抑制作用^[46]。栝楼煎剂体外可直接抑制子宫颈癌HeLa细胞,当栝楼浓度为125 mg/mL时抑制效果最强。低浓度栝楼不仅能抑制HeLa细胞,还可以促进巨噬细胞生长,提高自身抗肿瘤能力^[47]。瓜蒌皮石油醚相极性成分可以抑制结肠癌HCT-116细胞和乳腺癌MCF-7细胞增殖^[41]。

2.2.4 其它作用

除上述作用外,研究表明栝楼提取物中的氨基酸对祛痰止咳有较好的抑制作用^[6],栝楼仁的化学成分-脂肪油具有较强的致泻作用^[14],食用栝楼还具有美容的功效,但栝楼的药用潜力还有待开发。

3 展望

栝楼作为一种食用历史悠久,具有药用作用的植物,富含多种营养物质,种植面积广泛,具有广阔的发展前景。目前,关于栝楼药用价值的深度研究主要集中在栝楼根和栝楼皮上,栝楼皮注射液已被批准为药品,促进了我国的中医药发展,除此之外的药用价值尚等待开发。栝楼作为食品开发的产品较单一,瓜蒌子以炒货居多,栝楼皮被研制成饮料。但栝楼除具有传统食用价值外,还兼有保健价值的药用价值。瓜蒌子中的特有脂肪酸、栝楼根中的天花粉蛋白、果皮中的营养成分等都对人体具有保健作用,未来,栝楼食品开发利用方面也有待深入研究。

参考文献:

- [1] 楚冬海,张振秋.瓜蒌化学成分的研究进展[J].中华中医药学刊,2020,38(7):198-203.
- [2] 王静,张波,李新朋.栝楼不同药用部位多糖成分研究进展[J].药学研究,2023,42(1):54-58.
- [3] 高俊君.瓜蒌不同入药部位的药用价值及临床应用[J].开卷有益-求医问药,2023(8):13-14.
- [4] 李艾,陈思奇,李超,等.不同品种对瓜蒌药用品质的影响[J].中国野生植物资源,2021,40(10):9-12.
- [5] 张琪,彭向前.栝楼的活性成分及其药理作用的研究进展[J].山东化工,2021,50(14):98-100.
- [6] 谢进,黄艳宁,宋荣,等.湖南栝楼产业发展报告[J].湖南生态科学学报,2021,8(4):97-102.
- [7] 刘明,李慧,李陈跟,等.瓜蒌化学成分及药用价值的研究综述[J].阜阳师范学院学报(自然科学版),2018,35(1):23-26.
- [8] 王爱平,孙年喜,王继朋,等.瓜蒌种质资源及其栽培技术研究进展[J].微量元素与健康研究,2024,41(4):45-48.
- [9] 孙洋洋.瓜蒌子的质量评价及其抗氧化作用研究[D].沈阳:辽宁中医药大学,2020:10.
- [10] 谢宗万.全国中草药汇编[M].北京:人民卫生出版社,

1996:315.

- [11] 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.
- [12] 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,2005:8-13.
- [13] 张荣超,辛杰,王真真,等.瓜蒌子有效提取物质研究进展[J].辽宁中医杂志,2013,40(10):2157-2159.
- [14] 万丽娟,卢金清,许俊洁,等.瓜蒌子化学成分和药理作用的研究进展[J].中国药房,2015,26(31):4440-4443.
- [15] 唐响彤,杜正彩,郝二伟,等.基于栝楼不同药用部位化学成分和性效关系的质量标志物分析[J].中草药,2020,51(6):1617-1627.
- [16] 韩琳娜.瓜蒌子有效成分提取方法研究进展[J].药学研究,2013,32(5):289-291.
- [17] 滕勇荣,张永清.瓜蒌化学成分研究进展[J].山东中医药大学学报,2011,35(1):85-86.
- [18] 马志虎,侯喜林,陈红霞,等.栝楼皮叶黄酮的超临界CO₂萃取及其稳定性研究[J].精细化工,2009,26(12):1215-1220.
- [19] 王玲娜,于京平,张永清.栝楼化学成分研究概述[J].环球中医药,2014,7(1):72-76.
- [20] 郭志勇.瓜蒌皮化学成分与质量标准的初步研究[D].北京:北京中医药大学,2014:10.
- [21] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(一部)[M].北京:中国医药科技出版社,2020:117-118.
- [22] 郝变,袁少雄,潘丽丽,等.瓜蒌皮多糖的单糖组成及含量测定方法研究[J].中华中医药杂志,2015,30(6):2153-2156.
- [23] 刘明.瓜蒌皮总皂苷的提取及生物学功能的研究[D].阜阳:阜阳师范学院,2018:12.
- [24] 巢志茂,何波,敖平.瓜蒌的化学成分研究进展[J].国外医学(中医中药分册),1998(2):7-10.
- [25] 刘青,李珮,曾其国,等.川栝楼瓢中次生代谢物组成及相对含量分析研究[J].中国现代中药,2020,22(2):224-230,236.
- [26] 衡王琴,朱海燕,李双,等.栝楼瓢黄色素提取及其稳定性与抗氧化活性研究[J].化学研究与应用,2022,34(11):2713-2720.
- [27] 张黄琴,刘培,朱振华,等.双边栝楼成熟果实不同部位游离氨基酸及核苷类资源性化学成分分析与评价[J].中国现代中药,2017,19(12):1683-1687.
- [28] 张荣超,张波,李新朋,等.瓜蒌果瓢化学成分研究[J].中草药,2019,50(14):3284-3290.
- [29] 罗晓凤,李涛,张亚楠.顶空固相微萃取-GC/MS法分析栝楼瓢的香气成分[J].华西药学杂志,2022,37(6):655-657.
- [30] 冯果,陈娟,刘文,等.天花粉有效成分及药理活性研究进展[J].微量元素与健康研究,2015,32(6):59-62.
- [31] 杨申明,王振吉,韦薇,等.天花粉中总黄酮提取工艺研究[J].天然产物研究与开发,2015,27(5):870-874.
- [32] 陈颖,周岩,曹银萍,等.天花粉总皂苷的提取及其清除DPPH自由基作用的研究[J].药物生物技术,2010,17(5):397-399.

(下转第107页)

- [15] 刘峰,郑长远,张雨,等.祁连山国家公园青海段野生植物资源调查[J].中国野生植物资源,2022,41(1):96-102.
- [16] 赵帅,杨文权,满玉琚,等.祁连山国家公园不同退化高寒草甸植物与土壤特性研究[J].草地学报,2023,31(5):1530-1538.
- [17] 金万洲,卜静,罗惠文,等.祁连山国家公园青海段种子植物区系特征[J].浙江农林大学学报,2022,39(2):289-296.
- [18] 吴玉环,高谦,程国栋.祁连山地区苔类植物的初步研究[J].植物研究,2008,28(2):147-150.
- [19] 王挺杨,官飞荣,王强,等.祁连山不同景观类型中苔藓植物物种多样性研究[J].植物科学学报,2015,33(4):466-471.
- [20] 孙立彦,韩国营,于宁宁,等.祁连山药用苔藓植物资源[J].时珍国医国药,2007,18(9):2181-2182.
- [21] Wu Y H, Gao Q. The bryoflora of Mt. Qilian [J]. *Chenia*, 2007, 9: 231-252.
- [22] 顾蓉.青海祁连山地区苔藓植物多样性[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2022.
- [23] 王有恒,李丹华,卢国阳,等.祁连山气候变化特征及其对水资源的影响[J].应用生态学报,2022,33(10):2805-2812.
- [24] 贾文雄,何元庆,李宗省,等.祁连山及河西走廊气候变化的时空分布特征[J].中国沙漠,2008,28(6):1151-1155,1215.
- [25] 高谦.中国苔藓志(第一卷)[M].北京:科学出版社,1994.
- [26] 高谦.中国苔藓志(第二卷)[M].北京:科学出版社,1996.
- [27] 黎兴江.中国苔藓志(第三卷)[M].北京:科学出版社,2000.
- [28] 黎兴江.中国苔藓志(第四卷)[M].北京:科学出版社,2006.
- [29] 吴鹏程,贾渝.中国苔藓志(第五卷)[M].北京:科学出版社,2011.
- [30] 吴鹏程.中国苔藓志(第六卷)[M].北京:科学出版社,2002.
- [31] 胡人亮,王幼芳.中国苔藓志(第七卷)[M].北京:科学出版社,2005.
- [32] 吴鹏程,贾渝.中国苔藓志(第八卷)[M].北京:科学出版社,2004.
- [33] 高谦.中国苔藓志(第九卷)[M].北京:科学出版社,2003.
- [34] 高谦,吴玉环.中国苔藓志(第十卷)[M].北京:科学出版社,2008.
- [35] 白学良.内蒙古苔藓植物志[M].呼和浩特:内蒙古大学出版社,1997.
- [36] Flora of North America Editorial Committee, eds. Flora of North America [EB/OL]. (2024-01-22)[2024-07-03]. <http://beta.floranorthamerica.org>.
- [37] Hodgetts N G, Söderström L, Blockeel T L, et al. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus [J]. *Journal of Bryology*, 2020, 42(1): 1-116.
- [38] The Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences, eds. China Checklist of Higher Plants [EB/OL]. (2024-05-22)[2024-07-03]. <http://www.sp2000.org.cn/>.
- [39] 吴征镒.中国种子植物属的分布区类型[J].云南植物研究,1991(S4):1-139.
- [40] 吴征镒,孙航,周浙昆,等.中国种子植物区系地理[M].北京:科学出版社,2011.
- [41] 王荷生.植物区系地理[M].北京:科学出版社,1992.
- [42] 陈邦杰.中国藓类植物属志[M].北京:科学出版社,1978.
- [43] 吴征镒.中国植被[M].北京:科学出版社,1980.
- [44] 白学良.贺兰山苔藓植物彩图志[M].银川:阳光出版社,2014.
- [45] 赵东平.内蒙古丛藓科植物[M].呼和浩特:内蒙古大学出版社,2015.
- [46] Afonina O M, Ignatova E A, Fedosov V E, et al. Toward a new understanding of *Syntrichia submontana* (Pottiaceae, Bryophyta) [J]. *Arctoa*, 2014, 23: 11-24.
- [47] Kou J, Song S S, Feng C, et al. *Tortula transcaspica* and *Stegonia latifolia* var. *pilifera* new to China [J]. *Herzogia*, 2015, 28(1): 70-76.
- [48] Kou J, Feng C. *Tortula neoeckeliae* (Pottiaceae, Musci), a new species from China [J]. *The Bryologist*, 2018, 121(2): 183-192.

(上接第 100 页)

- [33] 李振红,陆阳,刘晶星.天花粉化学成分与药理活性[J].国外医药(植物药分册),2003(1):1-4.
- [34] 彭星星,李卫文,董玲,等.栝楼食用历史沿革与变迁[J].皖西学院学报,2023,39(2):79-83.
- [35] 郑雷,王化东,梁雪兰.不同栝楼种果实和种子性状分析及综合评价[J].中国瓜菜,2023,36(9):36-41.
- [36] 张晓峰,陈小梅,张春霞,等.栝楼果实营养成分的研究[J].食品科技,2009,34(9):45-47.
- [37] 李丹.不同栽培品系栝楼果皮资源性物质比较分析与效应评价[D].南京:南京中医药大学,2021:1-2.
- [38] 黄也,王强,朱晓伟,等.瓜蒌治疗冠心病的药理作用及研究进展[J].中西医结合心血管病电子杂志,2019,7(23):18.
- [39] 杨丽,杨玲.瓜蒌皮对冠心病的药理作用及其机制研究[J].临床医药文献电子杂志,2016,3(37):7495-7496.
- [40] 孙志强,郑冀,代龙.瓜蒌甙白药理作用研究进展[J].江西中医药,2010,41(11):76-78.
- [41] 王力玄,杨磊磊,郭颖婕,等.栝楼化学成分及药理作用研究进展[J].特产研究,2020,42(2):79-84.
- [42] 王岁岁.瓜蒌皮基于调节肠道微生物群对2型糖尿病小鼠的降血糖作用[D].合肥:合肥工业大学,2021:19-21,37-47.
- [43] 刘思好,卢新华,谭斌,等.瓜蒌皮提取物抑制高糖诱导人脐静脉内皮细胞衰老的机制研究[J].中成药,2015,37(9):2057-2060.
- [44] 李和焕香,郭庆梅.瓜蒌化学成分和药理作用研究进展及质量标志物预测分析[J].中草药,2019,50(19):4808-4820.
- [45] 张晓敏,牛宪立,魏妮娜,等.天花粉对糖尿病大鼠降糖作用的研究[J].中国民族民间医药,2020,29(7):13-16.
- [46] 卢兆华.抗癌植物——栝楼[J].福建热作科技,1995(1):28,5.
- [47] 秦林,高伟良.瓜蒌对子宫颈癌细胞和巨噬细胞的影响[J].山东中医学院学报,1995(6):414-416.