

## 岩白菜属植物需求状况及发展趋势分析

吕秀立<sup>1,2,3</sup>,张春英<sup>2,3</sup>,沈烈英<sup>2,3</sup>,关媛<sup>4</sup>,冯永辉<sup>5</sup>,施季森<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>南京林业大学林木遗传和基因工程重点实验室,南京 210037;<sup>2</sup>上海市园林科学规划研究院,上海 200232;  
<sup>3</sup>上海城市困难立地绿化工程技术研究中心,上海 200232;<sup>4</sup>上海市农业科学院林木果树研究所,上海 201403;  
<sup>5</sup>西安医学院药学院,西安 710021)

**摘要:**以中外文献为基础,结合对国内岩白菜属植物资源的调查收集及多方市场调研,对该属植物的应用用途、需求状况和繁育状况进行归纳总结,并介绍3种价值高的岩白菜种类情况,为行业相关研究人员提供参考和借鉴。岩白菜属植物相关产品的应用在不断拓宽,供需矛盾日趋凸显,野生资源面临枯竭,通过筛选优良种类,研究生长规律实现大面积的人工栽培是解决这一矛盾的根本途径。

**关键词:**岩白菜属;应用用途;需求状况;优良种类;人工栽培

中图分类号:R931.2

文献标志码:A

论文编号:casb17020010

### Requirement and Development of *Bergenia*

Lv Xiuli<sup>1,2,3</sup>, Zhang Chunying<sup>2,3</sup>, Shen Lieying<sup>2,3</sup>, Guan Yuan<sup>4</sup>, Feng Yonghui<sup>5</sup>, Shi Jisen<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Key Laboratory of Forest Genetics and Gene Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037;

<sup>2</sup>Shanghai Academy of Landscape Architecture Science and Planning, Shanghai 200232;

<sup>3</sup>Shanghai Engineering Research Center of Landscaping on Challenging Urban Sites, Shanghai 200232;

<sup>4</sup>Forestry and Fruit Tree Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403;

<sup>5</sup>School of Pharmaceutical Sciences, Xi'an Medical University, Xi'an 710021)

**Abstract:** The applications, requirement and breeding of *Bergenia* species are summarized in this review based on the investigation of resource combined with related references. Three species of *Bergenia* whose value is relatively high are presented. It will provide reference to the related research. Because the application of *Bergenia* is being continuously enlarged, and the imbalance between supply and demand of *Bergenia* is growing, the wild resources of *Bergenia* will be encountered with exhaustion. The large scale artificial cultivation through choosing excellent species and studying the growth regulations of *Bergenia* is a basic way to solve the above contradictions.

**Key words:** *Bergenia*; application; requirement; excellent species; artificial cultivation

### 0 引言

岩白菜属植物(*Bergenia*)别名岩壁菜、雪里开花,为虎耳草科岩白菜属多年生常绿草本,该属植物总计10余种,主要生长于东亚、南亚北部和中南亚<sup>[1]</sup>。国内外植物界对该属植物在化学成分分析、资源开发、临床应用、栽培驯化和繁育上都有较深的研究<sup>[2-3]</sup>。按照进

化程度大致分为3组:(1)秦岭岩白菜组,只包括秦岭岩白菜(*B. scopulosa*)1种,为中国特有种,是原始类型;(2)岩白菜组,包括厚叶岩白菜(*B. crassifolia*)、岩白菜(*B. purpurascens*)2种,是比较进化的类型;(3)睫毛岩白菜组,包括分布较为广泛的舌岩白菜(*B. pacumbis*)、睫毛岩白菜(*B. ciliata*)、短柄岩白菜(*B. stracheyi*)3种,

**基金项目:**上海市种业发展项目“特色蔬菜资源收集、特色良种筛选及标准化繁育研究”[沪农科种字(2015)第8号]。

**第一作者简介:**吕秀立,女,1980年出生,高级工程师,研究生,主要从事林木遗传育种研究工作。通信地址:200232 上海市徐汇区龙吴路899号 上海市园林科学规划研究院, Tel:021-54355579, E-mail:tkdyun@163.com。

**通讯作者:**施季森,男,1952年出生,教授,博士,主要从事林木遗传育种方面的研究工作。通信地址:210037 江苏南京龙蟠路159号 南京林业大学研究生院, E-mail:jshi@njfu.edu.cn。

**收稿日期:**2017-02-06,修回日期:2017-05-26。

以及中国特有的峨眉岩白菜(*B. emeiensis*)、天全岩白菜(*B. tianquanensis*)和俄罗斯特有的塔什干岩白菜(*B. ugamica*)和光托杯岩白菜(*B. hissarica*)<sup>[4]</sup>。本课题组在岩白菜属资源收集、良种筛选及繁育种植方面做了大量工作,以新近中外文献为基础,结合国内资源的实地调查及多方市场调研,对该属植物的商业用途和目前需求状况进行归纳总结,并详细介绍3种价值高的岩白菜种类,为相关研究人员提供借鉴。

### 1 岩白菜商业用途

岩白菜属植物花叶俱美,冬春季开花,耐荫耐干旱耐寒,是优良的绿化地被<sup>[5-6]</sup>,加之药食兼用,具有多方面的开发价值<sup>[7-10]</sup>,用途广泛。

#### 1.1 绿化用材

可用于花坛、花境、山坡、林下和立体绿化种植,绿化形式多样效果好,不必年年栽种。

#### 1.2 盆栽花卉

可降尘除尘,净化空气。阿坝州兰花及珍稀野生花卉研究所、福建省宁德市绿友园林有限公司和浙江桐乡四季花园家庭农场开发了岩白菜盆栽花卉。

#### 1.3 特色蔬菜

叶片可食,能清凉败火,消炎止痛;嫩叶炒制的茶叶可回甘生津;新鲜植株或晒干与荤食一起煲炖,可治疗哮喘、干咳等,比寻常盆栽花卉功能性更胜一筹。

#### 1.4 美白护肤

西藏民间熬制的防晒霜主要原材料是岩白菜,西藏大学在此基础上制作并产业化的防晒护肤品,紫外线吸收效果明显<sup>[11]</sup>。日本研发人员将提取物添加在护肤品中,有美白收敛的功效。

#### 1.5 药材原料

作为中药材使用,有上千年历史,在《分类草药性》、《峨嵋药植》、《四川中药志》等药书中都有记载,被《中华人民共和国药典》收为镇咳祛痰药<sup>[12]</sup>。岩白菜素和熊果苷是最重要的2种多元酚类成分<sup>[13-14]</sup>,故将岩白菜素作为药材质量的指标性成分。岩白菜素(bergenin)又称岩白菜内脂、虎耳草素,是一类环合芳香碳苷类化合物,最早从岩白菜属植物中提取出来而得名,具有镇咳、抗炎和护肝等作用<sup>[15-17]</sup>。制成的片剂和胶囊已应用于治疗呼吸系统疾病,能促进病变组织恢复,具有抗病毒的活性,毒副作用少,连续使用不产生耐药性<sup>[18]</sup>。捣烂外敷具有抗菌消炎、止血止痛、抗氧化作用<sup>[19]</sup>。

### 2 岩白菜需求状况

在资源调查收集过程中,笔者从当地使用情况了解到,5年生以上野生种的根茎入药最佳,经晾晒、粗

加工和提取等环节,形成白色粉末状结晶的岩白菜素。经多方市场调研得知,国内市场需求量是80 t,国外市场是20 t。随着雾霾天气的频发,空气污染加剧,与呼吸系统有关的疾病日益普遍。目前干货每年的需求量提高到2000 t,对种苗的需求量每年至少为2000万株。近几十年来市场收购的岩白菜全部依靠采挖野生植株,资源储量每年骤减,对山地土壤和生态环境破坏非常严重。野生原料含量不稳定,又会增加提取成本,甚至被弃之不用造成极大浪费。原产地气候条件冷凉,生长周期短(3~6个月),产量低,又无人工大面积栽培,野生资源已濒于枯竭。

### 3 岩白菜繁育状况

自然状态下,岩白菜主要靠地下根状茎分株繁殖,2年仅能分出1株幼苗<sup>[20]</sup>。自然结实率极低,种子细小质轻不易收集,并且种子无后熟休眠特性,原产地的气温阻碍了种子的萌发,实生苗细小,幼苗很难在恶劣环境下存活<sup>[21]</sup>。宝鸡文理学院报道岩白菜属植物主要含有酚类、黄酮类及醌类3类物质,易引起离体培养中植物材料褐变<sup>[22]</sup>;云南大学从岩白菜中分离获得内生真菌89株<sup>[23]</sup>。多家研究机构在岩白菜离体培养中出现了内生菌引发的污染、培养材料严重褐变<sup>[24]</sup>、分化率低等现象,成为标准化生产的瓶颈。厚叶岩白菜愈伤组织发生途径<sup>[25]</sup>及离体快繁研究<sup>[26]</sup>有报道,但其它研究机构没有实现标准化育苗,也未见岩白菜其他种类离体培养的报道。原产中国的66种中药材已进入欧洲药典,是中药走出国门的重要一步,中药的研发是严谨的,只有保证中药材种苗一致,质量均一、可控,才能进行进一步的临床试验和技术研究,在源头进行种苗标准化生产至关重要。

### 4 3种重要岩白菜种类生物学特性及现状

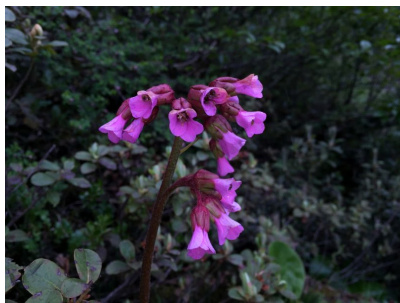
项目组收集到厚叶岩白菜、秦岭岩白菜、岩白菜、峨眉岩白菜、天全岩白菜和短柄岩白菜等6个种,各种类选1000棵3年生种苗,温室盆栽,同样的种植条件及管理方式,在上海栽培2年来,成活率最高的是秦岭岩白菜,其次是峨眉岩白菜,与其他种类成活率比较,差异显著(表1)。并详细记录了各种类的生物学特性,厚叶岩白菜株型舒展冠幅达40 cm,紫红色花朵,花期30天(图1A);秦岭岩白菜12月初开粉紫色花朵,花期25天(图1B);岩白菜在冬季叶色呈现出鲜红色,株型紧凑,4月初开紫色花朵,花期20天(图1C);短柄岩白菜花期最长可达50天;峨眉岩白菜叶片背面终年为红色,新叶四季皆为紫红色。

除岩白菜属植物外,岩白菜素还存在于5科9属植物中,但不同科属含量差别很大。岩白菜属植物中厚

表1 不同岩白菜种类生物学观察

| 种类    | 开花时间 | 花期/d | 花色  | 冠幅/cm | 株型 | 冬季叶色      | 成活率/% |
|-------|------|------|-----|-------|----|-----------|-------|
| 厚叶岩白菜 | 3月   | 25   | 紫色  | 40    | 舒展 | 紫红色       | 82±2c |
| 秦岭岩白菜 | 12月  | 30   | 粉紫色 | 30    | 舒展 | 红色        | 95±1a |
| 岩白菜   | 4月   | 30   | 粉色  | 20    | 紧凑 | 鲜红色       | 83±2c |
| 峨眉岩白菜 | 4月   | 30   | 粉白色 | 30    | 舒展 | 叶背鲜红,新叶紫红 | 92±2a |
| 天全岩白菜 | 4月   | 30   | 白色  | 25    | 舒展 | 紫色        | 87±1b |
| 短柄岩白菜 | 12月  | 50   | 白色  | 30    | 舒展 | 淡红色       | 88±2b |

注:表中数据为平均值±标准误差( $n=3$ ),同列数字后不同的字母表示0.05水平差异显著性( $P<0.05$ )。



A.厚叶岩白菜



B.秦岭岩白菜



C.岩白菜

图1 3种岩白菜开花情况

叶岩白菜中岩白菜素含量达4.5%<sup>[27]</sup>。王星等<sup>[28]</sup>对产自陕西、甘肃、四川3省14个产地秦岭岩白菜药材中岩白菜素含量进行了分析,发现7个产区的岩白菜素含量在5.0%以上,最高可达7.0%,与现有文献报道相比<sup>[29-32]</sup>,秦岭岩白菜中岩白菜素的含量较高,可作为岩白菜素的来源之一。据云南省农业科学院测定,人工栽培岩白菜根茎的岩白菜素含量比野生的含量略低,采用人工栽培可行<sup>[33]</sup>。

根据上述报道,以岩白菜素含量为标准,确定厚叶岩白菜、秦岭岩白菜为中药材用途首选种类;根据株型、花期、花色及叶色确定厚叶岩白菜、岩白菜、峨眉岩白菜、天全岩白菜适合做盆栽种类开发。综合商业用途和市场需求,以及野生资源现存状况,确定开展厚叶岩白菜、秦岭岩白菜、岩白菜的离体培养及标准化繁育,目前已经建立了3个种类的快速繁殖技术体系并进行了标准化生产。3个种类生物学特性及现状如下。

#### 4.1 厚叶岩白菜

厚叶岩白菜是该属植物中形体较大种类,冠幅最大可达100 cm,药物成分多且含量高,主要分布在新疆、俄罗斯、蒙古、朝鲜等地,数量稀少,生长缓慢。耐寒性极强,在-20℃不会产生冻害现象,病虫害少,根据《园林地被植物的综合评价标准》进行评价,达到优秀

标准,可大面积推广。近些年不法分子在阿勒泰山区大肆采挖、贩卖,造成前山东西走向200 km范围内厚叶岩白菜采挖殆尽。由于厚叶岩白菜生长在其它植物不能生长的岩石缝隙中,根深入地表20 cm,采挖后造成了严重的水土流失。2009年9月阿勒泰地区行署下文禁止采挖岩白菜,但由于其独特的观赏价值和药用价值,一纸行文不能阻止住对它的破坏。

#### 4.2 秦岭岩白菜

秦岭岩白菜在秦岭山区被称为盘龙七,是中国特有种且为本属最原始的种,国内野生种多分布于陕西、四川及甘肃东南部<sup>[34]</sup>。根茎含药量比较高,已被《中华本草》和《陕西中草药》记载,是陕西民间常用药,主治急慢性肠胃炎、浮肿、秃疮、疥癣等<sup>[35]</sup>。冯永辉等<sup>[36-37]</sup>曾对陕西太白山产盘龙七中岩白菜素含量进行了研究;此外,学者们对秦岭岩白菜地上部分、地下部分化学成分进行了详细研究<sup>[38-42]</sup>;袁菊丽<sup>[43]</sup>对其多糖的提取纯化工艺进行了优化;李智选<sup>[44]</sup>就其药材性状、显微特征和叶片结构特征做了细致观察;毛少利等<sup>[45]</sup>对其开花特性、传粉适应性及繁育系统进行了研究,认为其存在自交退化现象,故自然结实率极低,种子萌发率不高,主要靠地下根状茎分株繁殖,繁殖率低,生长缓慢。

#### 4.3 岩白菜

岩白菜主产西藏自治区定结、定日、林芝、波密、察



隅等县,云南西北部、四川西南部也有分布,生长于海拔3800~4000 m的林下、灌丛和石隙中,是所有岩白菜属植物研究最多的种类,也是野生资源存量最少的种类。云南省农科院研究发现其为明发种子,萌发表现为偏碱性,最适发芽温度为25℃<sup>[46]</sup>。云南农业大学对云南省境内的岩白菜进行了详细调查,发现云南境内的岩白菜存在着丰富的遗传多样性,这与云南独特的立体气候是相适应的<sup>[47]</sup>,并且发现不同居群及同一居群的不同部位间,岩白菜素含量存在显著差异<sup>[48]</sup>。王桂影等<sup>[49-50]</sup>发现,西藏产岩白菜素含量较低,云南产含量最高,但差异不大,表明岩白菜素含量受地域差异影响不明显。

## 5 展望

随着人们对岩白菜属植物的深入研究,无论药用价值还是绿化用途,该属植物开发利用前景乐观。首先,它药食两用,根茎作为提取岩白菜素的原料,叶食用可以清凉败火;其次,因其耐旱抗寒,常绿,可作为盆景绿化,或作为城市街道绿化品种,尤其适合北方城市绿化;国外尤其是法国、西班牙等欧美国家,立体绿化中多使用岩白菜,在花园里也经常点缀种植岩白菜,管理粗放简单。

### 5.1 需求量化分析

国内相关行业一致认为岩白菜属资源处于缺乏状态,需求量大,但对于具体需求数量未见量化报道。项目组通过连续几年的市场调研,汇集陕西盘龙制药有限公司、云南白药集团、贵州百灵医药股份有限公司、贵州百花医药股份有限公司、南京泽朗医药科技有限公司、四川省什邡市华康药物原料厂等与岩白菜素提取有关厂家提供的信息,首次分析出目前岩白菜素国内市场需求量是80 t,国外市场是20 t,由此干货每年的需求量为2000 t,对种苗的需求量每年至少为2000万株。需求量化分析,为相关从业人员提供精确的参考数据,借此为岩白菜种植企业把握规模提供借鉴,最终为有效保护和合理开发岩白菜属资源提供科学依据。

### 5.2 推广制约因素

岩白菜属植物开发利用前景乐观,但目前尚未形成规模,制约推广的关键因素为:生态适应性、标准稳定的种苗来源、种苗的价格。鉴于野生资源的稀缺性,自然繁育的缓慢与需求攀升的供需矛盾日益凸显。为兼顾资源的可持续开发,进行资源收集筛选优良种类,开展快繁技术研究及系统栽培试验,实现大面积人工栽培,才能保护这一面临枯竭的珍稀资源。

### 5.3 优良种类筛选

通过查阅多篇相关文献,项目组发现多家研究机

构主要是研究其所在地区原产的岩白菜,没有系统收集国内资源,未进行优良种类筛选。项目组系统收集了来自新疆、陕西、四川、贵州、吉林、山东等多地的岩白菜种类,并在上海开展了栽培试验。多地资源调查和生物学特性观察,结合其它研究机构的研究结果,筛选厚叶岩白菜、秦岭岩白菜、岩白菜为优良种类,并首次在国内实现了离体培养及标准化生产,为优良种类的推广及提高种植效益提供了有益参考。

### 5.4 完善生产体系

近几年试剂、基质等材料费和人工费持续高涨,使得组培苗价格较高,为节约生产成本,又能为需求各方提供优质种苗,提高投入产出比,还应就组培苗进行系统栽培,统计一年生或两年生组培苗的分株苗数,探索组培苗的分株培育和根茎穗条扦插2种无性繁殖方式。分株或者根茎穗条扦插成本低,管理也较为简单,形成前期通过组培生产母本苗,后期分株或者根茎穗条扦插繁殖的生产链条,建立完整的无性繁殖技术体系。为实现人工优质高产栽培,后期还应从种植基地选择、基质配比、水肥管理、病虫害防治、采收季节和方式等多方入手,进行规模化栽培技术研究,为大规模种植开发提供保障和前提。

### 5.5 种间杂交育种

实地调查显示,岩白菜属植物分布范围广,地理隔离远,各种之间表现差异大,各有优劣势。因而开展种间杂交,培育适应性强、花期长、长势旺盛及不同花期并能适应长三角气候土壤的岩白菜新品种将会有广阔前景。

### 5.6 规避盲目种植

岩白菜为高山植物,野生种多分布于高寒地区,因此人工种植的地点应为凉爽干燥气候,土质要求疏松透气。应先引种试种,掌握其在当地的种植栽培条件后,再大规模种植,规避盲目种植,造成成活率低、投入产出不尽人意的局面。

## 参考文献

- [1] 潘锦堂.岩白菜属概要[J].植物分类学报,1988,26(2):120-129.
- [2] 吕修梅,王军宪.岩白菜属植物研究进展[J].中药材,2003,26(1):58-60.
- [3] 李文春,郭凤根,张丽梅,等.岩白菜研究现状与展望[J].云南农业大学学报,2006,21(6):845-850.
- [4] 潘锦堂.横断山岩白菜新分类群[J].植物分类学报,1994,32(6):571-573.
- [5] 仲江兵,托尔逊阿衣,黄艳.厚叶岩白菜的引种栽培试验[J].新疆林业,2007(5):33-35.
- [6] 刘红,赵孝伟,郭润华,等.厚叶岩白菜引种栽培繁殖应用[J].农村科技,2007(5):63-65.

- [7] 李白华,王俊平.岩白菜素研究概况[J].西北药学杂志,1990,5(3):45-47.
- [8] 王刚,麻兵继.岩白菜素研究概况[J].安徽中医学院学报,2002,21(6):59-62.
- [9] 蔡卫民,晏正华.熊果苷的合成[J].现代应用药学,1996,13(4):25-26.
- [10] 郭华云,宋康康.两种熊果苷同系物的合成及其对酪氨酸酶的影响[J].厦门大学学报,2004,43(增刊):1-4.
- [11] 欧珠朗杰,达瓦次仁,罗布,等.基于西藏民间防晒膏配方的一种防晒护肤品的研制[J].西藏大学学报:自然科学版,2011,26(1):36-38.
- [12] 国家药典委员会.中华人民共和国药典[M].北京:化学工业出版社,2005:278.
- [13] Chen Xinmin. Galloylarbutin, and other polyphenols from *Bergenia purpurascens*[J]. Phytochemistry,1987,26(2):515.
- [14] 奥田拓男.中国产药用植物的鞣质及有关多元酚类的研究——岩白菜的多元酚[J].国外医学·中医中药分册,1987,9(2):58.
- [15] 崔莹.盘龙七化学成分的研究(I)[J].中成药,2011,33(9):1546-1549.
- [16] 杨丽川,邹澄,赵沛基,等.岩白菜素的研究进展[J].昆明医学院学报,2012,1:150-154.
- [17] 李凤,周丹,秦瑄,等.岩白菜素理化性质的研究[J].中国药学杂志,2009,44(2):92-94.
- [18] 袁菊丽,索建兰.岩白菜属药用植物的研究进展[J].宝鸡文理学院学报:自然科学版,2011,31(1):46-50.
- [19] 田景全,胡正晖.治疗外伤性出血良药岩白菜简介[J].中国民族民间医药杂志,2007,87:246-247.
- [20] 杨丽云,陈翠,汤王外,等.药用植物岩白菜种子发芽特性研究[J].种子,2010,29(12):81-86.
- [21] 李治滢,周斌,李绍兰,等.岩白菜内生真菌的分离和分类鉴定[J].云南中医中药杂志,2008,29(8):42-43.
- [22] 彭红卫,赵刚,权秋梅,等.岩白菜组培中POD活性的研究[J].西华师范大学学报:自然科学版,2011,32(3):227-230.
- [23] 李绍平,黎其万,王金香.岩白菜驯化栽培研究[J].中草药,2004,35(6):693-695.
- [24] 刘海周,孙海林,李文军,等.岩白菜中岩白菜素的纯化及提取工艺研究[J].云南中医学院学报,2011,34(2):22-25.
- [25] 刘敏,郝秀英,徐琴,等.野生花卉厚叶岩白菜组织培养及再生体系的建立[J].安徽农业科学,2009,37(8):3455-3456,3462.
- [26] 朱军,李晓瑾,贾晓光,等.新疆珍稀药用植物厚叶岩白菜离体快繁研究[J].时珍国医国药,2012,23(9):2308-2309.
- [27] 王继立,何瑾,邹澄,等.岩白菜素的研究进展[J].中国民族民间医药杂志,2006,83(6):321-324.
- [28] 王星,张娜,赵桦.不同产地盘龙七中岩白菜素含量的分析研究[J].陕西理工学院学报:自然科学版,2015,31(2):62-65.
- [29] 姜洪君,程培秀,魏银贵,等.高效液相色谱法测定岩白菜中岩白菜素含量[J].中国中医急症,2010,19(7):1180-1181.
- [30] 孙欣光,黄文华,马淼,等.岩白菜和厚叶岩白菜不同部位有效成分的比较研究[J].中国中药杂志,2010,35(16):2079-2082.
- [31] 吴红红,潘兰,贾晓光,等.新疆厚叶岩白菜素提取方法优化及不同部位含量的研究[J].中国生化药物杂志,2014,34(1):74-75.
- [32] 程彝,黎云祥,权秋梅,等.HPLC法测定峨眉岩白菜中岩白菜素方法[J].西华师范大学学报:自然科学,2011,32(4):317-320.
- [33] 吕丽芬,袁理春,杨丽云,等.岩白菜和岩陀中岩白菜素含量比较[J].中药材,2008,31(4):488-489.
- [34] 中国科学院中国植物志编委会.中国植物志(第三十四卷第二册)[M].北京:科学出版社,1992:27.
- [35] 南京中医药大学.中药大辞典(2版)[M].上海:上海科学技术出版社,2006:3048.
- [36] 冯永辉,贺利娜,张博,等.HPLC法测定盘龙七中岩白菜素的含量[J].安徽农业科学,2011,39(2):15973-15974.
- [37] 索建兰,林宏领.HPLC法测定盘龙七中岩白菜素的含量[J].陕西中医,2011,32(3):353-355.
- [38] 刘国强,陈彦斌,李小穗.秦岭岩白菜的化学成分研究[J].科技信息,2012,3:109.
- [39] 尉耀元.秦岭岩白菜的化学成分(I)[J].中国实验方剂学杂志,2012,18(9):154-156.
- [40] 鲍和,朱宇红,卡米拉·艾克拜尔,等.秦岭岩白菜地上部分化学成分研究[J].西北药学杂志,2013,28(2):125-129.
- [41] 吕修梅,王军宪.秦岭岩白菜化学成分研究(I)[J].中药材,2003,26(11):791-792.
- [42] 王军宪,吕修梅.秦岭岩白菜化学成分研究(II)[J].中药材,2005,28(1):23-24.
- [43] 袁菊丽.秦岭岩白菜多糖的提取纯化工艺研究[J].化学与生物工程,2011,28(6):43-45.
- [44] 李智选,王玛丽,张菊.秦岭岩白菜的生药学研究[J].西北药学杂志,2001,16(3):105-106.
- [45] 毛少利,李倩,李阳,等.秦岭岩白菜的传粉生物学特性与繁育系统[J].西北植物学报,2015(7):42-48.
- [46] 杨丽云,陈翠,汤王外,等.药用植物岩白菜种子发芽特性研究[J].种子,2010,29(12):81-82,86.
- [47] 周国雁,李文春,郭凤根.云南岩白菜资源调查及其生物学特性观察[J].中国农学通报,2007,23(5):390-392.
- [48] 姜洪君,郭凤根,张丽梅,等.云南不同地区岩白菜中岩白菜素含量的比较[J].云南农业大学学报,2010,25(6):895-898.
- [49] 王桂影,冯学锋,黄文华,等.岩白菜药材质量标准研究[J].中国实验方剂学杂志,2010,16(8):38-40.
- [50] 纪兰菊.西藏产两种岩白菜中岩白菜素的HPLC测定[J].西北植物学报,2005,25(2):397.