

· 中药资源 ·

气候特征与药用植物地理分布的数值分析[△]
——以四川省为例张琴¹, 张东方^{1,2}, 孙成忠³, 谢彩香^{1*}

(1. 中国医学科学院 北京协和医学院 药用植物研究所, 北京 100193;

2. 江苏师范大学, 江苏 徐州 221116; 3. 中国测绘科学研究院, 北京 100039)

[摘要] **目的:** 研究不同气候特征与药用植物地理分布的关系, 为药用植物的生产规划提供科学依据。**方法:** 根据四川气象站点数据和第三次中药资源普查数据, 利用地理信息系统(Geographic information System, GIS)平台, 以空间可视化方式研究四川地区的气候特征和药用植物地理分布, 并分析各区域药用植物地理分布特点和评价不同地区药材多样性。**结果:** 四川地区按地形地貌分为四川盆地、攀西地区和川西高原三大区域。四川盆地冬暖夏热, 气温由东南向西北递减, 降水丰富, 湿度较大, 多阴雨天气, 全年日照时间很短; 攀西地区年均气温较高, 冬季温暖夏季清凉, 降水集中在东部地区, 光热资源丰富; 川西高原全年温度较低, 降水较少, 光照丰富。基于第三次中药资源普查数据及访谈调查得到四川药材分布图, 四川盆地药用植物物种多样性最高, 其次是攀西地区和川西高原。**结论:** 四川地区药用植物资源丰富, 各地域地貌和气候特征不同导致药用植物数量和种类有差异, 应根据不同地域特点进行资源保护和开发。

[关键词] 药用植物; 地理分布; 气候特征; 四川地区

Numerical Analysis of Climatic Characteristics and Geographical Distribution of Medicinal Plants
——Taking Sichuan Province as an ExampleZHANG Qin¹, ZHANG Dong-fang^{1,2}, SUN Cheng-zhong³, XIE Cai-xiang^{1*}(1. Institute of Medicinal Plant Development, Peking Union Medical College, Chinese Academy of
Medical Sciences, Beijing 100193, China;

2. Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China;

3. Chinese Academy of Surveying & Mapping, Beijing 100039, China)

[Abstract] **Objective:** This paper aims to study the relationship between different climatic characteristics and the geographical distribution of medicinal plants, providing scientific basis for production planning of medicinal plant. **Methods:** In this study, geographic information system (GIS) technology was used to analyze climate characteristics and geographical distribution of medicinal plants in Sichuan region in a spatial visualization way based on the data of Sichuan's meteorological station and the third census of traditional Chinese medicine. The geographical distribution characteristics of medicinal plants in each region was analyzed and the diversity of herbs was evaluated in different areas. **Results:** According to terrain and topography, Sichuan region was divided into three parts, the Sichuan basin, Panxi area and western Sichuan plateau. Sichuan plateau, a place where is warm in winter and heat in summer, is humid because of its rainfall, meanwhile, its temperature decreases from the southeast to the northeast and annual sunshine time is short. Panxi area, a place with high mean annual temperature and abundant solar energy, has cool summer and warm winter and its eastern region is rich in precipitation. Compared with Sichuan basin and Panxi area, western Sichuan plateau is a region with sufficient sunshine, but its annual temperature is lower and its annual precipitation is less. Then we obtained the geographical distribution of medicinal materials in Sichuan region based on the data of the third census of traditional Chinese medicine and interview investigate. The diversity of medicinal plant species in Sichuan Basin is the highest, followed by Panxi area and Western Sichuan plateau. **Conclusion:** The results showed

[△] [基金项目] 国家自然科学基金项目(81473304); 国家科技支撑计划(2015BAI05B01)

* [通信作者] 谢彩香, 副研究员, 研究方向: 药用植物地理分布及产地适宜性, Tel: (010)57833197, E-mail: caixiangxie@163.com

that Sichuan region was rich in medicinal plant resources. The number and type of medicinal plants were various due to the different geomorphology and climatic characteristics. So these resources should be protected and developed according to different geographical characteristics.

[**Keywords**] Medicinal plants; geographical distribution; climate characteristics; sichuan region

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20170418004

气候是影响植物分布的重要因素,中药材的品质和药效与其生长的地域环境密切相关^[1-2]。药用植物的分布与气候的关系在国内外广受关注^[3],深入研究区域气候特征,分析药用植物分布模式,对保护当地药用植物资源有着重要意义;同时,也对当地药用植物资源的合理开发与利用有着重要的指导作用^[4]。

四川位于中国大陆西南腹地,自古就有“天府之国”之美誉。四川地势西高东低,地貌复杂,气候差异显著,高原山地气候和亚热带季风气候并存。复杂的气候条件造就了四川丰富的药用植物资源。四川药用植物种类繁多,达4500余种,产量约占全国的1/10,是我国药材的主要产区,历来有着“中药之乡”、“无川不成方”的美誉^[5-6]。近年来许多国内外专家学者对四川地区药用植物资源调查与保护、药用植物人工栽培与病虫害防治、药用植物地理分布等多个方面作出研究^[7-10]。本文通过分析四川地区不同气候特征,探究区域气候与药用植物地理分布规律的关系,为药用植物资源保护和规划以及引种栽培、选址提供参考。

1 材料及方法

1.1 材料

1.1.1 研究区概况 四川介于东经 $97^{\circ}21' \sim 108^{\circ}33'$ 和北纬 $26^{\circ}03' \sim 34^{\circ}19'$ 之间,位于中国西南腹地,地处长江上游,面积为48.6万 km^2 。四川省地势西高东低,由西北向东南倾斜,地形复杂多样。其中,位于东部的四川盆地地区以山地为主,而西南地区位于青藏高原东部横断山系中段,地貌类型为中山峡谷,西北地区为青藏高原东南缘和横断山脉的一部分,地面海拔4000 m左右。因此,根据地形地貌将四川省分为三大研究单元:东部是完整的四川盆地,西部是高山、高原,西南部是中山、宽谷、高原和盆地,三者高差悬殊,地貌差异明显^[11]。四川季风气候明显,雨热同期,受地理纬度和地貌影响,东西部差异显著,气候垂直变化大^[12-14]。四川复杂多变的地形地貌和气候条件,为植物提供了多样的

生长环境,从而孕育了四川丰富的药用植物资源。

1.1.2 数据来源 四川气候数据来源于中国气象科学数据共享服务网(<http://data.cma.cn/>),为2000—2014年监测数据的平均值,包括年均温、年降水、活动积温、湿度、日照、一月最低温、一月平均温、七月最高温、七月最低温,共9个气候因子。四川高程数据来自于地球系统科学数据共享平台(<http://www.geodata.cn/>)。四川省药用植物资源分布数据主要来源于第三次中药资源普查资料,此外根据访谈调查对其进行补充。

1.2 研究方法

1.2.1 研究区域划分 基于四川地区地形地貌以及四川气候分异特点,结合四川省行政区划图,将四川地区划分为四川盆地、攀西地区、川西高原三大区域(图1)。

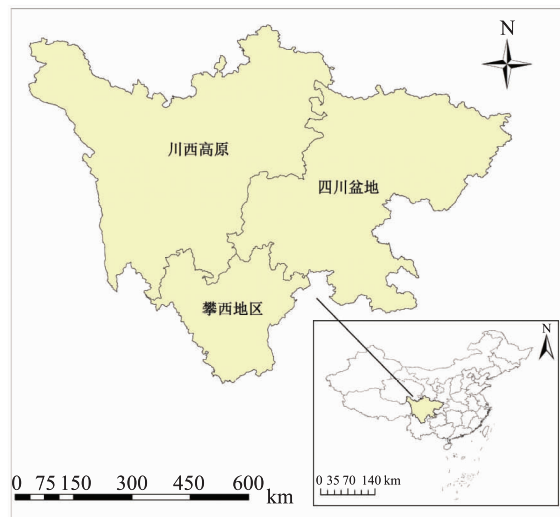
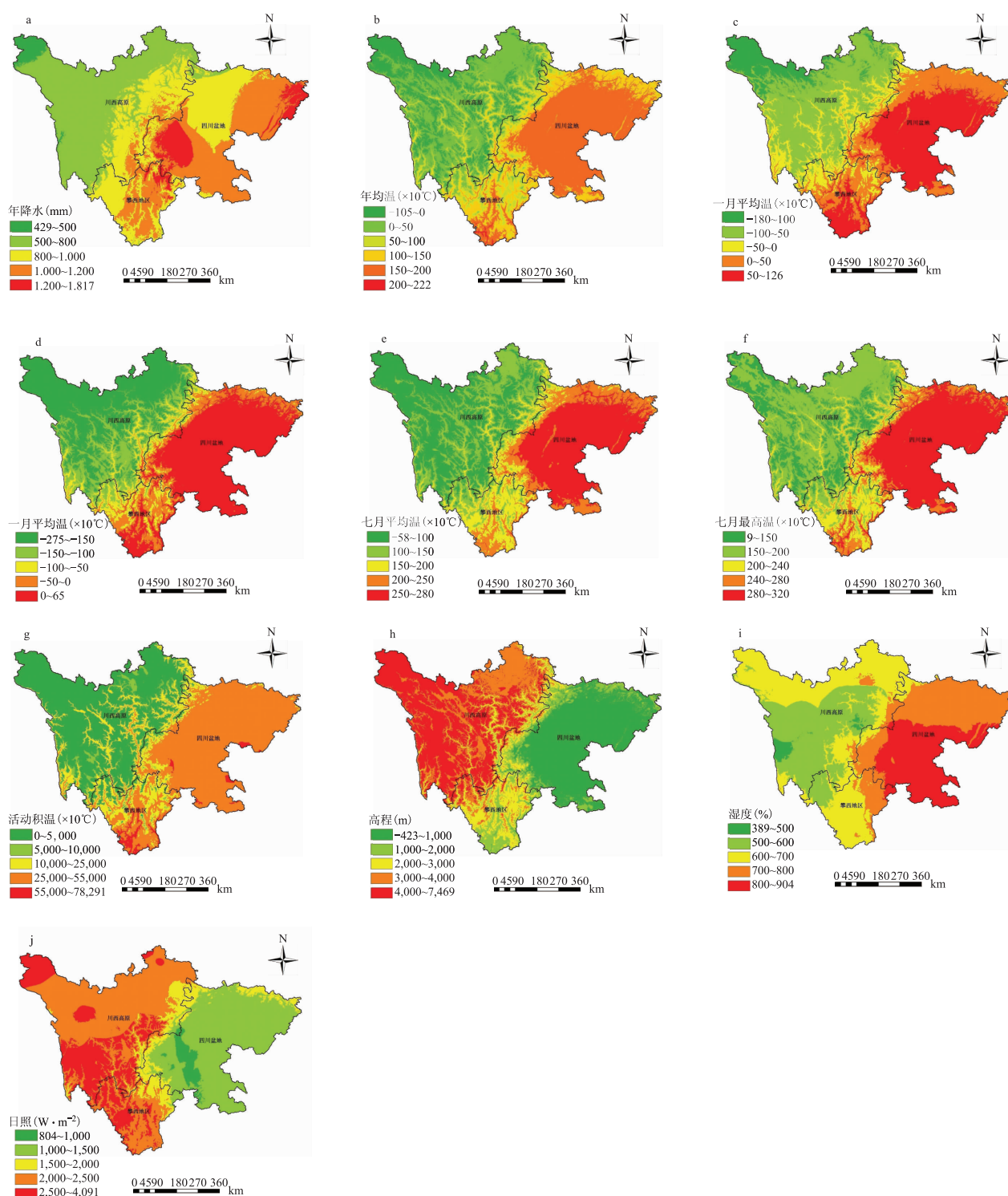


图1 四川地区区域划分

1.2.2 四川地区气候特征 四川省气候数据是利用地理信息系统的栅格数据空间分析功能,通过对四川地区的气象站点观测值的离散数据进行栅格插值运算生成表面,得到四川地区气候特征分区图(图2)。本文采用的插值方法为反距离权重插值法(IDW, inverse distance weighted),IDW以插值点与样点间的距离为权重进行加权平均,插值点越近的



注: a. 年降水; b. 年均温; c. 一月平均温; d. 一月最高温; e. 七月平均温; f. 七月最高温; g. 活动积温; h. 高程; i. 湿度; j. 日照

图 2 四川地区气候特征图

样点赋予的权重越大。其插值公式如下:

权值求 Z 点值, 如式(1)。

设平面上的离散点的坐标值为 X_i, Y_i, Z_i , ($i=1, 2, \dots, n$), 根据周围离散点的值, 通过加

$$z = \left[\sum_{i=1}^n \frac{z_i}{d_i^2} \right] / \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2} \right] \quad (1)$$

式中, $d_i^2 = (X - X_i)^2 + (Y - Y_i)^2$ 。

1.2.3 四川地区药用植物空间分布及物种多样性分析 依据第三次中药资源普查资料及访谈调查, 得到四川地区主要药材的空间分布图(图 3), 根据该图计算四川各地区的药材种类丰富度, Simpson 物种多样性指数和 Shannon-Weiner 指数。鉴于四川盆地和川西高原地区面积远远大于攀西地区, 因此取样方时在四川盆地和川西高原地区各取两个样方, 在

攀西地区取一个样方。药用植物种类丰富度 S 用所在样方内的物种数表示, Simpson 物种多样性指数 D 基于公式 $D = 1 / \sum (n_i/N)^2$ 计算得到, n_i 表示第 i 个物种的个体数, N 表示全部物种的个数(图 3)。Shannon-Weiner 指数 H 基于 $H = - \sum (P_i) (\log_2 P_i)$, P_i = 样品中属于第 i 种的个体的比例, 如样品总个体数为 N , 第 i 种个体数为 n_i , 则 $P_i = n_i/N$ 。

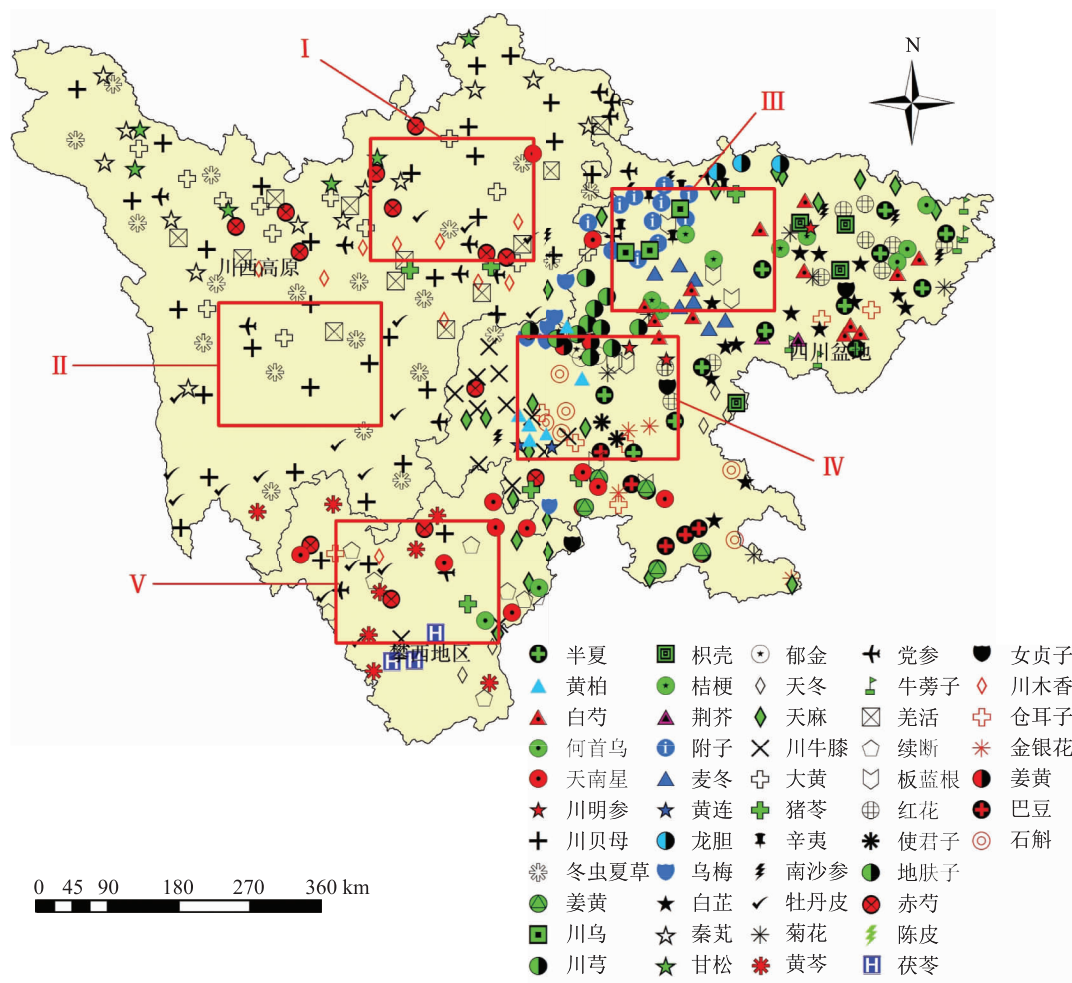


图 3 四川地区主要药材产地图

2 结果

2.1 四川地区气候特征

分析图 2 可知, 四川盆地常年温暖湿润, 冬暖夏热。四川盆地地形闭塞, 气温明显高于同纬度其他地区, 尤其在冬季, 由于冷空气受到北方秦岭大巴山的阻隔, 四川盆地大部分地区一月平均气温在 $5 \sim 12^\circ\text{C}$, 一月最低温在 $0 \sim 6^\circ\text{C}$ 以上, 比同纬度的长江中下游地区温度高许多, 与广东北部相当。盆

地气温东高西低, 南高北低, 盆底高边缘低, 等温线分布呈同心圆状。盆地边缘山地气温呈现出垂直地带性分布特点, 随着海拔的升高, 气温逐渐降低。攀西地区位于四川省西南部, 属亚热带半湿润气候, 攀西地区年均气温较高, 年均温在 $10 \sim 20^\circ\text{C}$, 冬季温暖夏季清凉, 一月气温略低于四川盆地, 七月气温远低于四川盆地, 气温年较差小。攀西地区降水量较四川盆地少, 为 $800 \sim 1200\text{ mm}$, 降水主要集中在东部。川西高原为青藏高原东南缘和横断山脉的

一部分,位于青藏高原东侧,雅安的山脉以西。从高程图上可以看出,川西高原地面海拔4000 m以上,地势西北高,东南低,是四川省地势最高的地区。

2.2 四川地区药用植物空间分布及物种多样性分析

依据图3可以看出,四川地区药用植物资源丰富,全省范围内均有药用植物分布。其中四川盆地是四川省药材的主产区,其代表性的野生药材基源植物主要有麦冬 *Ophiopogon japonicus* (Linn. f.) Ker-Gawl.、天南星 *Arisaema heterophyllum* Blume、前胡 *Peucedanum praeruptorum* Dunn等,家种药材基源植物主要有川芎 *Ligusticum chuanxiong* Hort.、川赤芍 *Paeonia veitchii* Lynch、川乌 *Aconitum carmichaeli* De-bx.、郁金 *Curcuma aromatica* Salisb.、川白芷 *Angelica anomala* Lalle.、桔梗 *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC.、川明参 *Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan、云木香 *Saussurea costus* (Falc.) Lipech.等。攀西地区野生药用植物主要有川黄檗 *Phellodendron chinense* Schneid.、滇黄芩 *Scutellaria amoena* C. H. Wright.、金铁锁 *Psammosilene tunicoides* W. C. Wu et C. Y. Wu、补骨脂 *Psoralea corylifolia* Linn.,家种药材基源植物主要包括川续断 *Dipsacus asperoides* C. Y. Cheng et T. M. Ai、茯苓 *Poria cocos* (Schw.) wolf、半夏 *Pinellia ternate* (Thunb.) Breit.等。川西高原野生药材基源植物主要分布有川贝母 *Fritillaria cirrhosa* D. Don、川黄连 *Coptis chinensis* Franch.、羌活 *Notopterygium incisum* Ting ex H. T. Chang、冬虫夏草 *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc、大黄 *Rheum officinale* Baill.,家种药材主要包括杜仲 *Eucommia ulmoides* Oliver、党参 *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.、猪苓 *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr.等。

分析不同区域的丰富度,物种多样性指数和Shannon-Weiner指数发现,四川地区药材种类丰富度,物种多样性指数和Shannon-Weiner指数均较高,但不同地区存在差异。如图3所选5个区域的药材种类丰富度,Simpson物种多样性指数和Shannon-Weiner指数排列顺序均为IV>V>III>I>II。四川盆地和川西高原面积较大,但四川盆地的III区和IV区各项指标远大于川西高原的I区和II区,四川盆地III区的各项指标略低于攀西地区V区,但其IV区大于攀西地区V区,因此总体而言,四川盆地物

种丰富度最高,其次是攀西地区,川西高原北部居中,川西高原南部药材种类丰富度,物种多样性指数和Shannon-Weiner指数最低。

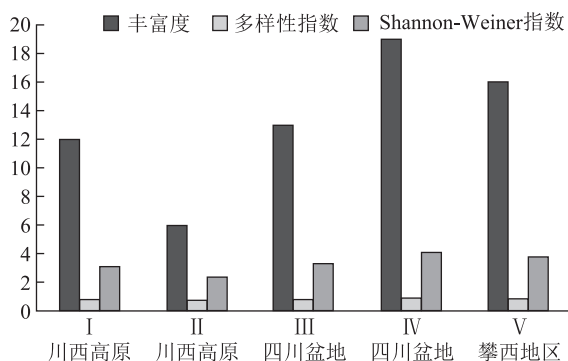


图4 四川地区药用植物物种丰富度评价

四川地区幅员辽阔,地形复杂,横跨亚热带、温带、寒带气候,野生植物丰富、药材栽培历史悠久,据统计,四川地区药材种类多达4500余种,其中,四川盆地药材种类最多,其次是攀西地区、川西高原。四川盆地约分布有2000余种,药材产量占全省的60%,四川盆地气候温暖湿润,植被丰富,分布的药材大部分是阴生植物,少数是喜阳植物;攀西地区分布药材约1800余种,约占全省的30%,该地区光热资源丰富,分布的药材主要是喜光,喜湿,耐阴的植物;川西高原地区植被脆弱,但分布有种类较多的动物药及其他类药材,此外该地区温度低降水少,还分布了一些耐阴耐寒不耐高温的植物。

3 讨论

3.1 四川地区气候特征

四川盆地位于长江上游,四川省东部及重庆市西部,四周被海拔2000~3000 m的山脉和高原所环绕。四川盆地位于高原大地形与中国东部平原过渡带,特殊的地理环境使四川盆地既受东亚季风和印度季风的影响,同时又受到青藏高原大气环流系统的影响。四川盆地年降水量在1000~1300 mm,盆地边缘山地降水尤为丰富,这是由于来自海上的暖湿气流遇山体阻隔,被迫抬升冷却,达到饱和后形成大量降水。四川盆地东南部海拔相对较低,西北部山地海拔相对较高,导致水汽容易进入而不容易散失,因而四川盆地湿度较大,多阴雨天气,全年日照时间很短。攀西地区属亚热带半湿润气候,由于焚风效应的影响,西部降水较少且空气湿度很低,

形成干热河谷的独特气候环境。攀西地区日照充足,年日照时间均在2000 h以上,其光热资源优势对植物的生长具有重要的意义。川西高原总体上以寒温带气候为主,全年温度较低,冬季受冷高压影响,天气晴朗,日照丰富。降水较少,年降水量为400~900 mm。川西高原气候总体特征是河谷干暖,山地湿冷,光照丰富,降水量少。

3.2 四川地区药材分布

四川东部的四川盆地气候温暖湿润,冬暖夏热,适宜于绝大多数喜温暖湿润气候的植物生长,是四川省家种药材的主产区,种植面积占全省的60%左右。该地区药材分布密集,种类繁多,有根茎类,种子类以及花类,代表品种有川芎、麦冬、白芍等。其中,川芎是四川著名的道地药材,年产量占全国的80%以上,川芎喜气候温和、雨量充沛、日照充足而又较湿润的环境^[15],主要种植于四川盆地西部边缘,由成都平原向川西高原过渡的中山区,主产于都江堰市(原名灌县)、柴县、彭县、新都等地。麦冬喜温暖湿润,降雨充沛的气候条件,在5~30℃正常生长,最适温度为15~25℃^[16-17],四川盆地夏季高温多雨,非常适宜麦冬的生长,麦冬主要分布在四川绵阳市和三台县,年产量占全国20%以上。鉴于该地区药用植物种类多且产量丰富,建议对该地区野生药用植物资源有计划地进行开发利用,对市场需求量较大的药材可进行大规模的规范化栽培,以满足市场需求。

攀西地区地势较高,地貌特征是山原峡谷,山高谷深、盆地交错。年气温较高,冬季温暖夏季清凉,光热资源丰富,该地区分布的药用植物种类也较多,既有亚热带药材也有温带药材,以野生的多年生根类药材为主,这些药用植物的特点主要是喜温暖而潮湿的环境,怕严寒和酷暑,代表品种天麻、茯苓、金铁锁,川续断等。其中,天麻来源于兰科天麻属植物天麻的根茎,用于治疗头痛眩晕、癫痫、破伤风、小儿惊风等症^[18],是市场需求量较大的名贵中药,天麻适宜于冬暖夏凉的气候,不耐严寒与酷热,喜半阴和潮湿的环境,西南一带所产的天麻质量尤佳,是著名的道地药材^[19]。该地区药材资源丰富,且多为生长年限较长的贵重药材,建议先进行合理规划再采挖,还可进行人工抚育及栽培管理。

川西高原是四川地区地势最高处,主要地貌是高山高原。因此,全年温度较低,降水较少,光照

丰富,分布于该区域的药用植物种类多数为高原植物,以多年生宿根性草本为主,代表性药用植物有川贝母、冬虫夏草、秦艽、羌活等。其中,冬虫夏草又名虫草,是我国民间惯用的一种名贵滋补药材,生长在高寒山区,分布在海拔3500~4500 m以上的高山草地灌木带、草甸和灌丛草甸等处的草坡和雪山上^[20],在四川省除南部以外的大部分地区均有分布,川西高原是其分布中心。川贝母喜冷凉气候条件,具有耐寒、喜湿、喜隐蔽的特点^[21],生长在温带高山、高原地带的针阔叶混交林、针叶林、高山灌丛中,广泛分布于川西高原的大部分地区,攀西地区西北部也有少量分布。由于该地区药用植物年生长期较短,生长较为缓慢,资源自然更新率较低,对该区域蕴藏量小的珍稀药用植物资源,建议通过使用组织培养技术以及建立特色药材生产基地进行产业化开发。

4 结论

本文基于地区地形地貌和气候特征,将四川地区划分为三大区域:四川盆地,攀西地区和川西高原。其中,四川盆地位于四川地区东部,四周高中部低,地形闭塞,气温高于同纬度地区,冬暖夏热,年降水量大,多阴雨天气,日照时间短;攀西地区位于四川西南部,包括四川凉山彝族自治州和攀枝花市,年均气温较高,冬季温暖夏季清凉,降水集中在东部地区,光热资源丰富;川西高原位于四川西北部,海拔在4000 m以上,地势西北高,东南低,包括阿坝藏族羌族自治州和甘孜藏族自治州,全年温度较低,降水较少,光照丰富。

四川地区地貌复杂和气候多样孕育了四川丰富的药用植物资源。基于第三次中药资源普查数据,并通过近些年我们对四川药材调查经验的总结,得到四川地区主要药材的空间分布图,分析其物种多样性可知四川盆地物种最丰富,其次为攀西地区,最后为川西高原。据统计,四川盆地药材产量占全省的60%左右,攀西地区占30%左右,川西高原地区药用植物分布较少。从气候特点可知,四川盆地温暖湿润,冬暖夏热,因此药材分布密集,主要是适宜于温暖湿润的气候的药材,代表品种有川芎、麦冬、川乌等;而攀西地区年气温较高,冬季温暖夏季清凉,较高的1月最低温保证了植物的越冬需要,是植物栽培的必要条件,降水集中在东部地区,光热资源丰富,以野生药用植物为主,分布的主要

是不耐低温,喜湿的一些药用植物,主要有天麻、茯苓、川牛膝等;川西高原全年温度较低,降水较少,光照丰富,主要分布的是不耐高温,喜光的药用植物,如川贝母、冬虫夏草、秦艽、羌活等。

此外,本文还分析了主要药用植物川芎、麦冬、天麻、川贝母、冬虫夏草等的生长习性及地理分布模式,不同地区的气候特征导致不同的药材资源,气候与植物生长有着密切的统一性,这与相关文献报道一致^[22]。本文首次从区域气候特征和药用植物资源分布情况两方面来论述四川地区药用植物资源分布与自然生态环境间的关系,旨在为当地药用植物资源保护和开发提供参考。

参考文献

- [1] 王欢,李慧,谢彩香,等. 黄花蒿空间分布及全球潜在气候适宜区[J]. 中药材,2015,38(3):460-466.
- [2] 李慧,王欢,谢彩香,等. 新疆地区药用植物地理分布模式和气候特征研究[J]. 干旱区地理,2015,1(1):36-42.
- [3] 吴建国,周巧富. 中国蒿草属植物地理分布模式和适应的气候特征[J]. 植物生态学报,2012(3):199-221.
- [4] 徐曼.《温带荒漠区药用植物资源及产业化栽培实践》评价[J]. 干旱区地理,2007,30(3):463-463.
- [5] 中国药材公司. 中国中药区划[M]. 北京:科学出版社,1995.
- [6] 施尚泽. 四川中药材种植现状及发展[J]. 西南农业学报,2002,15(1):120-122.
- [7] 万兵. 四川中药资源的开发利用与发展方向[J]. 四川环境,1995,14(3):21-25.
- [8] 严吉明,叶华智,秦芸,等. 四川药用植物病害调查与病原鉴定 II. 四川药用植物病害[J]. 西南农业学报,2008,21(2):359-363.
- [9] 中国科学院. 四川药用植物栽培技术[M]. 成都:四川人民出版社,1963.
- [10] 万建文. 四川省药用植物 GIS 的构建及其空间分析方法的运用探讨[D]. 成都:四川大学,2006.
- [11] 刁承泰. 四川地貌格局的形成及其特征:研制四川省 1:1000000 地貌图的体会[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,1991,16(3):384-388.
- [12] 陈效孟. 近代四川气候特征初步分析及展望[J]. 成都信息工程学院学报,1993,27(4):110-115.
- [13] 张宝堃. 四川气候区域[J]. 气象学报,1941(Z1).
- [14] 范雄,杜青川. 四川省数值气候区划的研究[J]. 高原山地气象研究,1993,31(2):36-41.
- [15] 陈兴福,丁德蓉. 川芎生物学特性研究[J]. 中国中药杂志,1994,19(8):463-466.
- [16] 陈兴福,杨文钰,刘文昌. 麦冬生长特性及其与产量的相关性研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(14):1141-1143.
- [17] 罗莉. 川麦冬的高产栽培技术[J]. 四川农业科技,2015(6):28-29.
- [18] 周慧君. 天麻有效成分的药理作用与临床应用研究进展[J]. 中医临床研究,2016,8(22):56-58.
- [19] 张琴,张东方,吴明丽,等. 基于生态位模型预测天麻全球潜在适生区. 植物生态学报,2017,7(41):770-778.
- [20] 芦克良. 名贵中药——虫草[J]. 云南林业,1984(4).
- [21] 何建华. 川贝母栽培技术[J]. 农经,2000(S1).
- [22] 王连喜,陈怀亮,李琪,等. 植物物候与气候研究进展[J]. 生态学报,2010,20(2):447-454.

(收稿日期 2017-04-18)