

甘肃产当归生态适宜性研究

徐小琼^{1,2}, 张小波³, 陈娟⁴, 赵文龙¹, 晋玲^{1,5*}

1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000

2. 甘肃医学院, 甘肃 平凉 744000

3. 中国中医科学院 中药资源中心 道地药材国家重点实验室培育基地, 北京 100700

4. 兰州大学药学院, 甘肃 兰州 730000

5. 甘肃中医药大学中(藏)药资源研究所, 甘肃 兰州 730000

摘要: **目的** 研究甘肃省当归 *Angelica sinensis* 的生态适宜性, 指导甘肃产当归的合理栽培。**方法** 通过走访和实地调查, 从甘肃当归栽培县区采集不同分布地点的样品共计 1 545 份, 使用 GPS 获取每个采样点的经度、纬度、海拔等相关地理信息, 结合全国生态环境因子数据, 利用 Maxent 模型和 ArcGIS 软件的空间分析功能进行分析。**结果** 当归分布适宜度较高的区域在甘肃省东南部。影响当归适宜性分布的主要生态因子为海拔高度、3 月份降雨量、5 月份降雨量、最湿月降雨量、12 月份降雨量、土壤酸碱度。**结论** 研究结果与当归多生长于海拔 2 000~3 000 m 的高寒山区及高原平坦牧场地带, 喜气候凉爽, 土壤水分适中, 微酸性至中性肥沃疏松棕褐沙壤土基本一致, 可为甘肃省当归栽培区域的合理分布提供科学依据。

关键词: 当归; 道地产区; 生态适宜性; 生态因子; ArcGIS; Maxent

中图分类号: R286.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2020)12-3304-04

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2020.12.024

Study on ecological suitability of *Angelica sinensis* in Gansu Province

XU Xiao-qiong^{1,2}, ZHANG Xiao-bo³, CHEN Juan⁴, ZHAO Wen-long¹, JIN Ling^{1,5}

1. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

2. Gansu Medical College, Pingliang 744000, China

3. State Key Laboratory Breeding Base of Dao-di Herbs, National Resource Center for Chinese Materia, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

4. Institute of Medicine of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

5. Research Institute of Chinese (Tibetan) Medicinal Resources, Lanzhou 730000, China

Abstract: **Objective** To study the ecological suitability of *Angelica sinensis* growing in Gansu Province and guide the rational cultivation. **Methods** Through visiting and field investigation, 1 545 batches of Chinese angelica samples were collected from the county areas in Gansu Province. The information about the longitude, latitude, altitude of each sampling point was collected by using the GPS, combining with national environmental factor data, and using Maxent model and spatial analysis function of ArcGIS software. **Results** The areas with high suitability of *A. sinensis* distribution are in the southeast of Gansu Province. The main ecological factors affecting the suitability distribution of *A. sinensis* were altitude, rainfall in March, May and December, wettest month precipitation, soil pH and other ecological factors. **Conclusion** The research findings are basically consistent with the living habits of *A. sinensis* that cultivated in high-cold mountain areas and plateau flat pasture areas with a cool climate, moderate soil, moisture, slightly acidic to neutral fertile and loose brown sandy loam soil. This result can provide scientific basis for the reasonable distribution of *A. sinensis* cultivation area in Gansu Province.

Key words: *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels; road real estate area; ecological suitability; ecological factor; ArcGIS; Maxent

当归为伞形科植物当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) 分稍蒸发后, 捆成小把, 上棚, 用烟火慢慢熏干, Diels 的干燥根, 秋末采挖, 除去须根和泥沙, 待水 味甘、辛, 性温, 归肝、心、脾经^[1-2]。具有补血活

收稿日期: 2019-11-23

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目 (81360615); 甘肃中医药大学中青年基金资助项目(ZQ2015-8); 甘肃省自然科学基金资助项目(1610RJZA066); 甘肃省基础研究创新群体 (1606RJJA323)

作者简介: 徐小琼, 在读博士研究生, 研究方向为中药鉴定及中药资源可持续利用研究。E-mail: 904761346@qq.com

*通信作者 晋玲, 教授, 博士生导师。E-mail: zxyjl@163.com

血、调经止痛、润肠通便的功效，用于血虚萎黄、月经不调、风湿痹痛、肠燥便秘等症^[3-4]。现代研究表明当归对神经系统、免疫系统、循环系统、血液系统、呼吸系统的病变均有较好治疗效果，同时具有抗炎、抗氧化及抗衰老作用^[5-7]。

1975 年甘肃省当归生产形成了以岷县、宕昌、漳县、渭源为主体的生产基地，是当归的道地产区，年产量占全国当归总产量的 80% 以上^[8]。甘肃省作为全国当归药材生产大省，80 年代初至今，种植面积大幅增加，盲目引种栽培，导致当归产量供过于求，但药材质量参差不齐。本课题组在甘肃省各县区实地调查采样，采样点达 1 545 个，基于空间分析技术，利用最大信息熵模型，探讨甘肃省当归药材分布与生态环境之间的关系，分析了对当归分布贡献率排名前 6 的生态因子，并得到了甘肃省当归的分布区划图，明确显示了甘肃省当归种植的适宜区、次适宜区、不适宜区。研究结果对甘肃产当归栽培区域的合理分布具有重要指导意义。

1 材料

1.1 采样点分布

基于前期研究基础，结合当归的主要产地分布，本研究设置 1 545 个采样点，样点分布覆盖了甘肃省的定西市、甘南藏族自治州、陇南、临夏回族自治州、武威市、天水市、张掖市、兰州市等 8 个市、23 个县、138 个乡、854 个村，并用 GPS 获取每个样点的海拔和经纬度等地理信息，采样点信息详见表 1。

表 1 样点信息

Table 1 Information of samples

产地	采样点	产地	采样点
定西岷县	498	临夏临夏	9
定西漳	162	陇南宕昌	127
定西渭源	129	陇南武都	51
定西临洮	68	陇南礼县	27
定西陇西	2	陇南文县	6
甘南临潭	213	天水武山	15
甘南卓尼	68	天水清水	3
甘南舟曲	5	武威天柱	69
甘南迭部	3	武威古浪	6
兰州永登	3	张掖民乐	9
临夏康乐	60	张掖肃南	4
临夏积石山	8		

1.2 生态因子数据

本实验所使用生态因子数据来源于中药资源中心“中药资源空间信息网格数据库”，该数据库包括中药资源分布的 55 个生态因子数据，含有土壤、气候、植被类型和地形等^[9]。

1.3 地图数据

地图数据下载于国家基础地理信息系统网 (<http://nfgis. nsdi.gov.cn/>)，分辨率为 1:400。

2 方法

2.1 当归生境适宜度分析

根据 1 545 个样点的 GPS 数据和 55 个生态因子数据在 Maxent 中的运算结果，每次剔除贡献率为“0”的生态因子重新运算，直至所有生态因子的贡献率均不为“0”为止。设置 25% 的采样点数据作为检验数据，程序迭代次数为 1×10^6 ，设置响应曲线，Maxent 自定义设置 ROC 评价曲线，其他参数为软件默认值。Maxent 计算得到的图层加载到 ArcGIS 中绘制当归生长适宜性分布图。用采样受试者工作特征 (ROC) 曲线进行生境适宜度分析模型计算结果精度评价^[10]。

2.2 当归分布适宜性区划

提取采样点的生境适宜度值，依据正态分布参数平均值 (μ) 和标准方差 (δ) 进行划分， $[0, \mu - \delta]$ 为不适宜区， $[\mu - \delta, \mu]$ 次适宜区， $[\mu, \mu + \delta]$ 适宜区。

3 结果与分析

3.1 当归分布适宜性区划

基于课题组采样点数据，采用最大信息熵模型计算生境适宜度，结果见图 1。当归分布适宜度较高的区域在甘肃省东南部，定西市的岷县、漳县、渭源县、临洮县、陇西县，陇南市的宕昌县、礼县、文县，天水市的武山县，甘南藏族自治州的临潭县、舟曲县、卓尼县，临夏回族自治州的康乐县、临夏县。

对 MaxEnt 软件预测的当归分布结果进行精度检验，得到平均训练集曲线下面积 (AUC) 值，作为该模型预测能力的准确性指标。AUC 值为 0.5~1，数值越接近 1 说明该预测的结果越好，其模型预测的结果就越准确。当 AUC 值在 0.60 以下该模型预测失败，0.60~0.70 该模型预测一般，0.70~0.80 该模型预测良好，0.80~0.90 该模型预测好，0.90~1.00 该模型预测非常好^[11-12]。按上述方法建立最大熵模型重复运行 5 次后，得到的训练数据集 AUC 值为 0.957，测试数据集为 0.955，表明 MaxEnt 模

型对当归生态适宜区的预测效果非常好。结果见图 2。横坐标特异度 (specificity) 为假阳性率, 纵坐标灵敏度 (omission) 为真阳性率, 蓝色线条为检验集的 ROC 曲线。

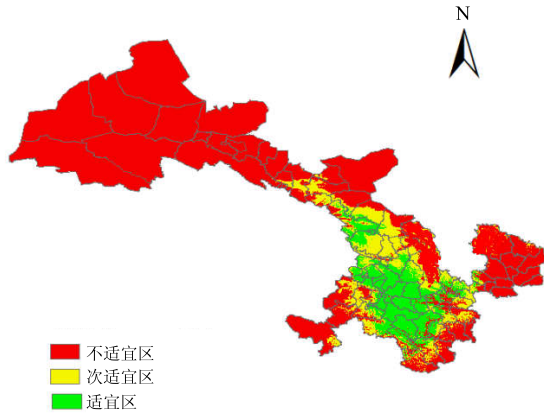


图 1 甘肃省当归生长适宜性分布

Fig. 1 Growth suitability distribution map of *A. sinensis*

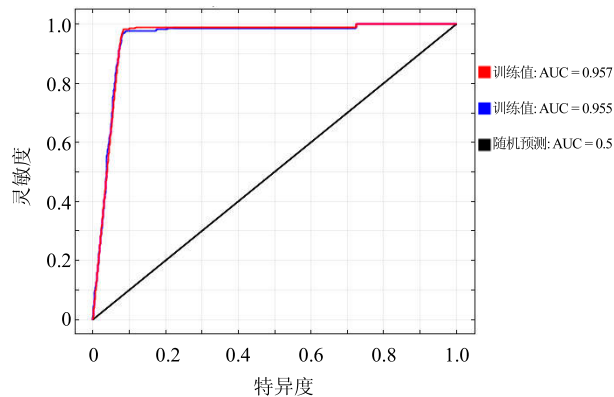


图 2 当归药材生境适宜度 ROC 曲线

Fig. 2 ROC curve of habitat suitability of *A. sinensis*

3.2 主要生态因子提取

55 个生态因子经 Maxent 软件分析, 对当归生态适宜性贡献率前 6 位的生态因子分别为海拔高度、3 月份降雨量、5 月份降雨量, 最湿月降水量、12 月份降雨量、土壤酸碱度, 以上 6 个生态因子对当归的分布影响较大, 总贡献率达 89.6%, 读取图 3 各个生态因子对应图形的最高点, 再结合文献查阅和实地调查, 对最高点数据进行适度扩展, 得到主要生长因子所对应的取值范围, 如图形中海拔最高点 2 500 m, 结合实际调查, 当归海拔适宜值为 2 000~3 000 m。主要生态因子贡献率及适宜值范围详见表 2, 主要生态因子的响应曲线见图 3。

表 2 重要环境因子贡献率

Table 2 Contribution of significant environmental factors

生态因子	贡献率/%	适宜值范围
海拔高度	41.881 6	2 000~3 000 m
3 月份降雨量	15.868 0	5~20 mm
5 月份降雨量	13.856 3	50~100 mm
最湿月降水量	8.147 6	80~120 mm
12 月份降雨量	6.058 0	1~5 mm
土壤 pH 值	3.778 8	6.5~8.0

3.3 系统分析结果与文献和普查数据的对比

本研究发现当归在甘肃省的适宜生长区与第 4 次资源普查及文献记载相符^[8-14]。证明系统分析的结果具有科学性、可靠性。

4 讨论

4.1 当归生境适宜度分布结果分析

当归在甘肃省的适宜性分布结果显示: 当归主要分布在甘肃省的东南部, 分布区域集中。适宜区主要包括武威市南部、临夏回族自治州、定西市、甘南藏族自治州东部、陇南市北部、天水市周边、平凉市西北部, 次适宜区包括兰州市、武威市东南部。本研究结果可为甘肃省当归种植提供理论依据。

4.2 各显著生态因子对当归分布的影响

4.2.1 海拔对甘肃省当归分布的影响 海拔对当归分布的影响所占权重达 41.8%, 这与当归为高山植物, 属低温常日照类型, 适宜在海拔 1 800~3 000 m 生长一致, 海拔高度对岷县当归生长及早期抽薹率具有显著影响, 当归株高随海拔高度的增加而降低, 高海拔区种植当归植株明显矮化, 海拔过高或过低都会对当归药材的生长产生影响。

4.2.2 降雨量对甘肃省当归分布的影响 3 月份降雨量、5 月份降雨量、最湿月降水量、12 月份降雨量都对甘肃省当归分布有极大影响, 降雨量在所有生态因子中所占总权重达 43.93%, 甘肃省为西北干旱地区, 水分变化对植物生长影响尤其显著, 当归不能忍受严重干旱或长期水涝, 只能在水分条件适中的环境中生活, 如水分不足, 不仅产量降低, 而且肉质根的柴性加大, 水分过多, 土壤通透性差, 影响肉质根膨大, 易罹根部病变, 外观品质下降, 也影响药效成分积累。

4.2.3 土壤对甘肃省当归分布的影响 土壤是当归生长发育的基础, 土壤的酸碱度是指土壤中的氢离

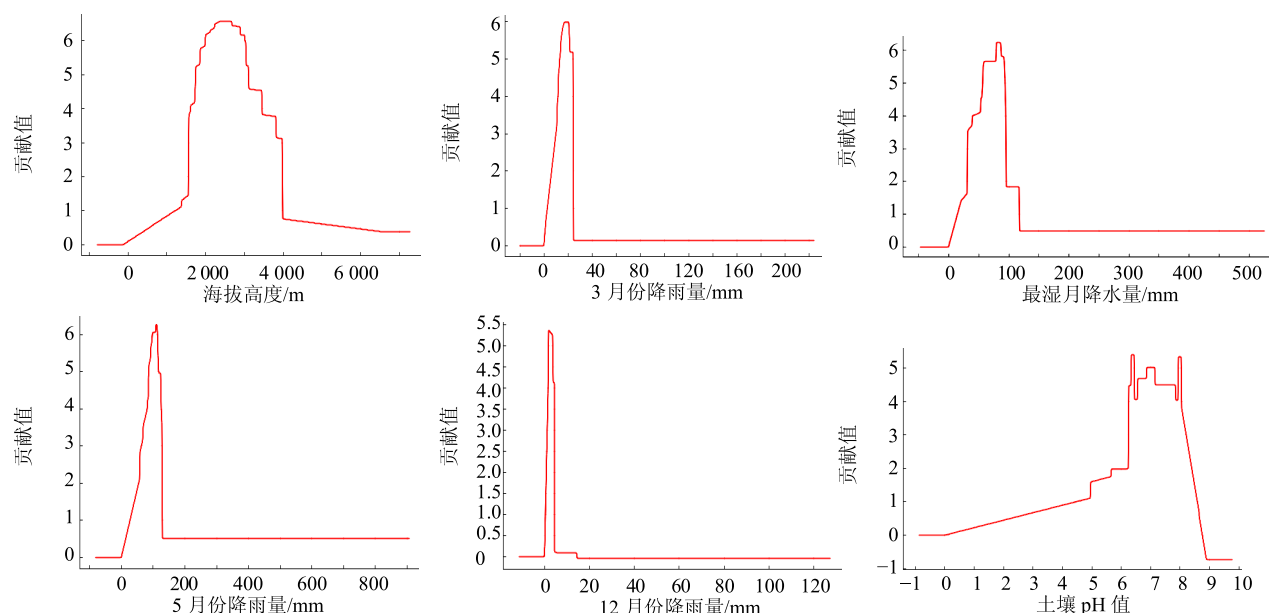


图 3 当归生境适宜度与生态因子的响应曲线

Fig. 3 Response curve of ecological factors

子浓度指数, 即 pH 值, 土壤酸碱度的高低直接影响土壤的物理化学性质, 从而影响当归的生长发育, 当归生长的土壤 pH 要求在 (6.5~8.0), 土壤过酸或过碱都会直接影响矿物元素的溶解度, 使某些营养元素变为不可吸收的状态, 就会引起当归发生营养缺乏症, 甚至导致植株死亡。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] 中国科学院中药植物志编辑委员会. 中国植物志. 第 55 (3) 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [3] 董培良, 李 慧, 韩 华. 当归及其药对的研究进展 [J]. 中医药信息, 2019, 36(2): 127-130.
- [4] 刘方舟, 李园白, 王 静, 等. 当归药材道地性系统评价与分析 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2018, 20(9): 1531-1539.
- [5] 曹颜冬. 当归化学成分及药理作用的分析 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(2): 93-95.
- [6] 苏丙贺. 当归中不同部位有效化学成分分析 [J]. 中国

药物经济学, 2019, 14(1): 34-37.

- [7] 陈 方, 向 阳, 朱立彬, 等. 当归药材质量标准提升研究 [J]. 中国药师, 2018, 21(10): 1861-1864.
- [8] 李应东, 蔺海明, 封士兰, 等. 甘肃道地药材当归研究 [M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2012.
- [9] 谢志军, 龚成文, 米永伟, 等. 当归标准化研究进展 [J]. 中医药学报, 2018, 46(5): 125-129.
- [10] 严 辉, 张小波, 朱寿东, 等. 当归药材生产区划研究 [J]. 中国中药杂志, 2016, 41(17): 3139-3147.
- [11] 张东方, 张 琴, 郭 杰, 等. 基于 MaxEnt 模型的当归全球生态适宜区和生态特征研究 [J]. 生态学报, 2017, 37(15): 5111-5120.
- [12] 路鹏南. 岷县当归的地理条件分析 [J]. 地理学与国土研究, 1988(4): 34-38.
- [13] 赵锐明, 陈 垣, 郭凤霞, 等. 甘肃岷县野生当归资源分布特点及其与栽培当归生长特性的比较研究 [J]. 草业学报, 2014, 23(2): 29-37.
- [14] 孙红梅, 张本刚, 齐耀东, 等. 当归药材资源调查与分析 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(23): 437-441.