

道地产区当归药材品质区域划分

徐小琼^{1,2}, 朱田田¹, 席少阳¹, 陈博¹, 张小波³, 晋玲^{1,4}

(1. 甘肃中医药大学, 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. 甘肃中医药大学西北中藏药协同创新中心, 兰州 730000)

[摘要] 目的:进行当归药材的品质区划研究,指导当归的合理栽培。方法:通过走访和实地调查,从定西市5个县857个样地,采集当归样品857份,使用全球定位系统(GPS)获取采样点信息,超高效液相色谱法(UPLC)测定当归药材8个指标成分含量,结合全国生态因子数据,利用最大熵模型(MaxEnt),SPSS软件,ArcGIS软件进行当归品质适宜性分析。结果:当归的分布适宜区集中在定西市中部及南部,在适宜区范围内阿魏酸、阿魏酸松柏酯、洋川芎内酯H含量由南向北递减;绿原酸含量由北向南递减;洋川芎内酯A,洋川芎内酯I含量由东向西递减;丁烯基苯酞含量规律性不强,含量最高区域在岷县西部、渭源县清源镇、上湾乡、会川镇;藜本内酯在适宜区范围内含量一致性高,含量最高区域在渭源县中部及通渭县北部地区。岷县、漳县、渭源县南部、通渭县北部地区当归药材指标成分含量高,综合品质好。结论:该研究对定西市当归药材品质适宜性进行了等级划分,生成了各指标成分及当归综合品质适宜性区划图,研究结果可为当归药材的综合利用,正确选建优质当归原料基地,科学指导当归药材生产与区域开发提供参考依据。

[关键词] 当归; 品质区划; 环境因子; ArcGIS

[中图分类号] R284.2;R289;R22;R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2021)05-0132-08

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20210211

[网络出版地址] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20201130.1141.005.html>

[网络出版日期] 2020-11-30 14:29

Quality Regionalization of *Angelica sinensis* in Genuine Producing Area

XU Xiao-qiong^{1,2}, ZHU Tian-tian¹, XI Shao-yang¹, CHEN Bo¹, ZHANG Xiao-bo³, JIN Ling^{1,4}

(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. Northwest Collaborative Innovation Center for Traditional Chinese Medicine, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China)

[Abstract] **Objective:** To study on the quality regionalization of *Angelica sinensis*, in order to guide the rational cultivation of *A. sinensis*. **Method:** Through visits and field surveys, a total of 857 batches of *A. sinensis* were collected from different counties of Dingxi, relevant geographic information such as longitude, latitude, altitude of each sampling point were obtained by using the global positioning system (GPS), the content of 8 indexes in *A. sinensis* was detected by UPLC, and based on national ecological environment factor data, the suitability analysis of the quality of *A. sinensis* was performed by using MaxEnt, ArcGIS, SPSS. **Result:** The suitable areas of *A. sinensis* were concentrated in central and southern Dingxi. In the suitable areas, the content of

[收稿日期] 20200810(010)

[基金项目] 甘肃省自然科学基金项目(1610RJZA066);国家自然科学基金地区科学基金项目(81360615)

[第一作者] 徐小琼,在读博士,讲师,从事中药资源研究,E-mail:904761346@qq.com

[通信作者] * 晋玲,博士,教授,从事中药资源研究,E-mail:zyxyjl@163.com

ferulic acid, coniferyl ferulate, senkyunolide H decreased from south to north, the content of chlorogenic acid decreased from north to south, the content of senkyunolide A, senkyunolide I decreased from east to west, the distribution regularity of butenyl phthalide was not strong, the highest-content areas were in western Min county, Qingyuan town of Qingyuan county, Shangwan Township and Huichuan town. The content of ligustilide was consistent in the suitable area, and the highest content were in the middle of Weiyuan county and the northern Tongwei county. The results showed that it had a higher index components and comprehensive quality in Min county, Zhang county, southern Weiyuan county and northern Tongwei county. **Conclusion:** In this study, the quality suitability areas of *A. sinensis* in Dingxi were graded. The chemical components and the quality suitability zoning maps were generated. The findings could provide references for the comprehensive utilization of *A. sinensis*, the selection and construction of high-quality *A. sinensis* raw material base, and the scientific guidance for the production and regional development of *A. sinensis* in Dingxi.

[Key words] *Angelica sinensis*; quality regionalization; environmental factor; ArcGIS

当归为伞形科植物当归 *Angelica sinensis* 的干燥根,是临床常用中药,素有“十方九归”之称^[1]。在《神农本草经》中被列为既能驱邪又可补虚的中品,对当归药性的认识,历代医家基本相同,一般认为其味辛、甘,性微温,归心、肝、脾三经,当归具有补血活血、调经止痛、润燥滑肠和生肌健骨的功效^[2]。当归野生资源仅分布于甘肃漳县、舟曲境内人迹罕至的高山丛林^[3],随着市场对当归需求量的增加,定西市当归的栽培区域逐步扩大,定西是农业大市,各类药材资源丰富,2018年药材种植面积155.3万亩(1亩≈667 m²),约占甘肃省药材种植面积的三分之一,其中种植约当归38.4万亩,定西市已成为当归药材种植、加工、贸易和物流基地,近年来定西市市委、市政府依据当归的道地、地产特性和种植规模优势,明确提出将定西打造成“中国药都”,并把中药种植确定为战略主导产业,推动药材种植从规模扩张向标准化种植的方向发展。当归是典型的生境主导型药材,其品质受产地生态环境影响显著^[4],在定西市,种质来源相同的当归因栽培环境不同,药材品质也存在差别,此外本课题组前期研究结果显示,定西市不同产区当归各指标成分组成及含量不同,指标成分的综合作用最终表现为品质差异及最终功效的差异。基于指标成分差异,全面深入研究生态环境因子和当归品质的定量化关系,进行当归品质的生态适宜性研究,对指导当归的规范化栽培、提高当归产量和质量及指导临床合理用药等均有非常重要的意义。

1 材料

当归样品857批均为课题组自采,采集时间为2018年10月至11月,样品阴干,打粉过3号筛(50目)备用。

对照品绿原酸,阿魏酸,洋川芎内酯I,洋川芎内酯H,洋川芎内酯A,阿魏酸松柏酯,藁本内酯,丁烯基苯酞(北京谱析科技有限公司,批号分别为CAS327-97-9, CAS1135-24-6, CAS94596-28-8, CAS94596-27-7, CAS63038-10-8, CAS63644-62-2, CAS4431-01-0, CAS551-08-6,纯度均>98%)^[5]。甲醇、乙酸为色谱纯,水为屈臣氏水。EX-H系列1/10万微量天平(上海析平科学仪器有限公司);Xevo TQ-XS型三重四极杆质谱仪(含Empower工作站、四元泵、自动进样器,美国Waters公司);超纯水系统(西安迪奥环保科技有限公司);FRQ-1006HTD型超声波清洗机(宁波市鄞州恒大超声设备有限公司),0.22 μm滤膜(天津市东康科技有限责任公司)。

2 方法

2.1 样品采集 本课题组在前期研究的基础上,按定西市当归种植规模大小共设置了857个样品采集地点,其中岷县17个乡496个采样点,漳县11个乡162个采样点,渭源县8个乡129个采样点,临洮县7个乡68个采样点,陇西县1个乡2个采样点,并使用手持式GPS获取采样点经度、纬度、海拔等生境信息。

2.2 生态因子数据 本文所使用生态因子数据来源于“中药资源空间信息网格数据库”,包含中药资源分布的生态因子数据,含有气候、土壤、地形和植被类型的数据集^[6]。

2.3 色谱条件 Waters ACQUITY UPLC[®]BEH C₁₈色谱柱(2.1 mm×50 mm, 1.7 μm);流动相为甲醇(A)-1%乙酸水(B)梯度洗脱(0~5 min, 5%~30%A; 5~6.5 min, 30%~35%A; 6.5~8.5 min, 35%~50%A; 8.5~14 min, 50%~80%A; 14~17 min, 80%A; 17~

22 min, 80%~100%A; 22~27 min, 100%~5%A); 流速 0.3 mL·min⁻¹, 检测波长 270 nm, 柱温 30 °C, 进样量 3 μL^[7]。

2.4 生态适宜度分析 将当归的采样信息和环境数据按要求格式转换后分别导入 MaxEnt(3.3.3k)软件, 设置参数运行建模, 具体参数如下, 随机测试比例 15%, 最大迭代数为 1×10⁶ 次, 设置相应曲线, MaxEnt 自定义设置受试者工作特征(ROC)评价曲线, 其他参数为软件默认值, 计算定西市当归的生境适宜度, 采用 ROC 曲线进行生态适宜度分析模型计算结果精度评价^[8], 通过生态因子相应曲线读取主要生态因子的最优质及适宜范围。

2.5 分布区划 提取当归采样点的生境适宜度值, 依据正态分布参数均方差(δ), 均值(μ), 最大值(max), 最小值(min)进行划分, [min, μ-δ] 为不适宜区, [μ-δ, μ] 为次适宜区, [μ, max] 为适宜区。

2.6 指标成分关系模型 应用 SPSS 23.0 软件进行

逐步回归分析, 获取当归 8 个指标成分含量与海拔、温度、降雨量、辐射、日照、土壤 pH 等生态因子之间的关系模型, 探寻当归药材品质分布规律。

2.7 品质区划 基于分布区划结果, 去掉不适宜分布区, 使用 ArcGIS 绘制指标成分含量的空间分布地图, 即为指标成分在适宜分布区内的含量分布地图。依据 2020 年版《中华人民共和国药典》规定, 当归药材中阿魏酸含量按干品计算不得少于 0.05%, 含挥发油不得少于 0.4%(mL·g⁻¹)^[9]。

2.8 品质评价 根据 8 个指标成分含量的空间分布情况, 利用 ArcGIS 软件的模糊叠加功能, 绘制当归品质区划图, 进行当归药材品质评价。

3 结果

3.1 含量测定结果 检测了 857 份当归样品中 8 个指标成分的含量, 依据 2020 年版《中华人民共和国药典》对挥发油和阿魏酸含量的规定, 所有当归样品均合格。8 个指标成分含量均值见表 1。

表 1 当归样品中 8 个指标成分含量

Table 1 8 components content determination of *Angelica sinensis*

%

县(区)	乡(镇)	绿原酸	阿魏酸	洋川芎内酯 I	洋川芎内酯 H	洋川芎内酯 A	阿魏酸松柏酯	藁本内酯	丁烯基苯酞
陇西	菜子	0.442	0.076	0.026	0.009	0.001	0.028	0.744	0.021
临洮县	辛店镇	0.257	0.123	0.042	0.009	0.001	0.027	1.750	0.016
临洮县	南屏镇	0.247	0.102	0.035	0.006	0.001	0.011	1.294	0.013
临洮县	太石镇	0.244	0.067	0.027	0.006	0.001	0.016	0.721	0.013
临洮县	上营乡	0.268	0.082	0.025	0.005	0.001	0.024	1.192	0.012
临洮县	中铺镇	0.271	0.076	0.032	0.007	0.001	0.019	0.879	0.017
临洮县	康家集	0.257	0.070	0.029	0.006	0.001	0.020	0.866	0.015
临洮县	峡口镇	0.127	0.069	0.038	0.006	0.001	0.022	0.591	0.024
渭源县	清源	0.202	0.060	0.028	0.005	0.001	0.020	0.700	0.018
渭源县	五竹	0.321	0.054	0.007	0.001	0.001	0.025	0.844	0.008
渭源县	莲峰	0.184	0.050	0.009	0.002	0.001	0.012	0.758	0.008
渭源县	会川	0.340	0.072	0.028	0.005	0.001	0.024	0.966	0.016
渭源县	庆坪	0.670	0.055	0.020	0.004	0.002	0.020	1.012	0.013
渭源县	祁家庙	0.691	0.069	0.023	0.004	0.002	0.032	1.089	0.017
渭源县	麻家集	0.524	0.081	0.022	0.004	0.001	0.047	1.597	0.015
渭源县	上湾	0.582	0.078	0.015	0.003	0.001	0.046	1.335	0.010
漳县	东泉	0.353	0.084	0.023	0.004	0.002	0.049	1.786	0.016
漳县	金钟	0.311	0.072	0.023	0.005	0.002	0.044	1.422	0.020
漳县	壹虎桥	0.441	0.084	0.031	0.004	0.001	0.021	0.924	0.019
漳县	大草滩	0.272	0.052	0.020	0.004	0.001	0.026	0.931	0.015
漳县	新寺	0.272	0.105	0.047	0.008	0.001	0.028	1.131	0.035
漳县	盐井	0.272	0.091	0.044	0.008	0.001	0.026	0.958	0.049
漳县	石川	0.344	0.059	0.014	0.002	0.001	0.017	0.774	0.010
漳县	驰虎桥	0.141	0.133	0.045	0.004	0.000	0.022	1.050	0.022

续表 1

县(区)	乡(镇)	绿原酸	阿魏酸	洋川芎内酯 I	洋川芎内酯 H	洋川芎内酯 A	阿魏酸松柏酯	藁本内酯	丁烯基苯酞
漳县	三岔	0.421	0.118	0.041	0.003	0.000	0.026	0.863	0.023
漳县	四族	0.334	0.086	0.031	0.003	0.001	0.021	0.970	0.017
漳县	马泉	0.127	0.052	0.046	0.003	0.000	0.026	0.868	0.020
岷县	中寨	0.284	0.066	0.045	0.008	0.001	0.019	0.966	0.028
岷县	岷阳	0.490	0.074	0.037	0.006	0.001	0.013	1.298	0.028
岷县	禾驮	0.299	0.082	0.037	0.007	0.001	0.023	0.967	0.032
岷县	西江	0.288	0.063	0.023	0.022	0.002	0.028	0.917	0.024
岷县	茶埠	0.317	0.067	0.029	0.032	0.001	0.034	1.062	0.025
岷县	维新	0.337	0.079	0.022	0.024	0.001	0.049	1.626	0.017
岷县	梅川	0.277	0.087	0.025	0.027	0.001	0.049	1.334	0.017
岷县	西寨	0.346	0.079	0.026	0.005	0.001	0.003	0.390	0.018
岷县	闫井	0.285	0.060	0.035	0.007	0.001	0.007	0.735	0.025
岷县	蒲麻	0.257	0.068	0.038	0.007	0.001	0.021	0.904	0.029
岷县	申都	0.402	0.062	0.031	0.007	0.001	0.011	0.604	0.023
岷县	寺沟	0.314	0.073	0.040	0.008	0.001	0.012	0.647	0.024
岷县	麻子川	0.345	0.071	0.027	0.006	0.001	0.013	0.983	0.015
岷县	十里	0.346	0.064	0.021	0.007	0.001	0.006	1.133	0.026
岷县	秦许乡	0.442	0.081	0.025	0.010	0.001	0.009	0.625	0.037
岷县	锁龙镇	0.292	0.072	0.029	0.007	0.001	0.020	0.609	0.035
岷县	清水乡	0.281	0.086	0.030	0.009	0.001	0.036	1.806	0.026

3.2 分布区划结果 当归集中分布于定西市南部,漳县、岷县大部分地区为适宜区;渭源县南部会川镇、上湾乡、峡城乡、五竹镇、祁家庙乡、田家河乡、清源乡;临洮县周边中铺镇、上营乡、康家集乡;陇西县南部菜子镇、文峰镇、碧岩镇、永吉乡为次适宜区;其他区域为不适宜区。见图1,主要生态因子最优值及适宜值范围见表2。

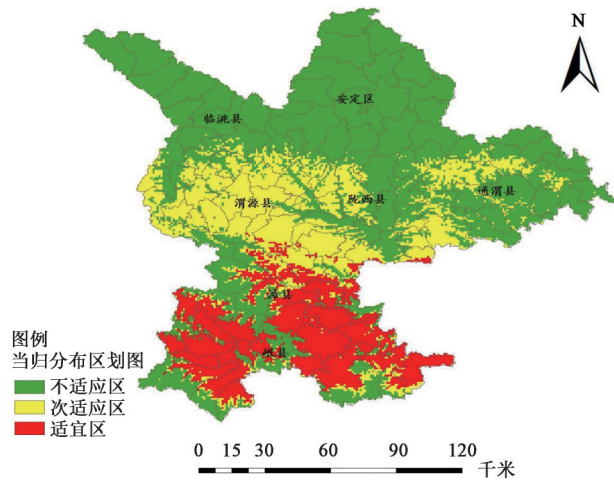


图1 当归生态适宜度分布
Fig. 1 Ecological suitability divisions of *A. sinensis*

表2 主要生态因子最优值及适宜值范围

Table 2 Suitable range and optimum value of each environmental variable

生态因子	生态因子缩写	贡献率/%	累积贡献率/%	最优值	适宜值范围
海拔高度	altitude	33.0	33.0	2 780 m	2 000~3 000 m
年平均降水量	bio12	32.1	65.1	600 mm	500~750 mm
年平均温度	bio1	14.5	79.6	6.2 °C	4~9 °C
最湿月降水量	bio13	12.8	92.4	120 mm	100~120 mm
最冷季节均温	bio11	7.2	99.6	-6 °C	-6~2 °C
最暖季节均温	bio10	0.2	99.8	15 °C	14~19 °C

3.3 指标成分与生态因子关系模型 $Y_1=0.258+0.002X_1+0.003X_2-0.002X_3-0.001X_4-8.785\times 10^{-5}X_5$ (Y_1 阿魏酸含量, X_1 海拔, X_2 5月份降雨量, X_3 日照, X_4 7月份平均气温, X_5 含砂量)。回归方程 F 检验结果 $P=1.601\times 10^{-10}<0.05$ 。回归系数的 T 检验结果, 常数项, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 系数的 P 分别为 $4.815\times 10^{-5}, 0.004, 8.458\times 10^{-6}, 1.139\times 10^{-4}, 0.014, 0.028$ 均 <0.05 , 回归方程具有显著性, 可以用于阿魏酸含量的预测。

$Y_2=2.235-0.055X_1-0.016X_2-0.041X_3+0.074X_4+0.017X_5+0.061X_6$ (Y_2 绿原酸含量, X_1 8月份降雨量, X_2 最暖季节降雨量, X_3 土壤酸碱度, X_4 最干月降雨量, X_5 海拔, X_6 12月份降雨量)。回归方程 F 检验结果 $P=6.874\times 10^{-23}<0.05$ 。回归系数的 T 检验结果,常数项, X_1,X_2,X_3,X_4,X_5,X_6 系数的 P 分别为 0.007, 3.747×10^{-15} , 1.768×10^{-8} , 0.002, 4.641×10^{-4} , 0.012, 0.014 均 <0.05 , 回归方程具有显著性,可以用于绿原酸含量的预测。

$Y_3=0.063-0.003X_1-0.004X_2-0.002X_3+0.003X_4+0.001X_5$ (Y_3 洋川芎内酯 I 含量, X_1 日照, X_2 6月份降雨量, X_3 8月份降雨量, X_4 年平均气温, X_5 12月份降雨量)。回归方程 F 检验结果 $P=5.610\times 10^{-7}<0.05$ 。回归系数 T 检验结果,常数项, X_1,X_2,X_3,X_4,X_5 系数的 P 分别为 2.105×10^{-4} , 3.471×10^{-9} , 2.491×10^{-6} , 1.278×10^{-4} , 0.003, 0.004 均 <0.05 , 回归方程具有显著性,可以用于洋川芎内酯 I 含量的预测。

$Y_4=0.437+4.395\times 10^{-4}X_1-6.891\times 10^{-5}X_2+0.001X_3-0.001X_4+0.001X_5-1.203\times 10^{-5}X_6-1.031\times 10^{-4}X_7+1.115\times 10^{-4}X_8+0.001X_9$ (Y_4 洋川芎内酯 H 含量, X_1 1月份平均温度, X_2 含砂量, X_3 土壤酸碱度, X_4 8月份降雨量, X_5 最干月降雨量, X_6 辐射强度, X_7 日照, X_8 年平均降雨量, X_9 海拔)。回归方程的 F 检验 $P=5.053\times 10^{-22}<0.05$ 。回归系数 T 检验结果,常数项, $X_1,X_2,X_3,X_4,X_5,X_6,X_7,X_8,X_9$ 的系数的 P 分别为 5.044×10^{-12} , 1.971×10^{-10} , 2.518×10^{-7} , 0.002, 7.338×10^{-11} , 0.037, 8.754×10^{-11} , 6.699×10^{-9} , 1.109×10^{-5} , 0.006 均 <0.05 , 回归方程具有显著性,可以用于洋川芎内酯 H 含量的预测。

$Y_5=0.004-2.092\times 10^{-5}X_1+2.097\times 10^{-4}X_2+2.455\times 10^{-4}X_3+6.759\times 10^{-5}X_4$ (Y_5 洋川芎内酯 A 含量, X_1 日照, X_2 11月降雨量, X_3 12月降雨量, X_4 海拔)。回归方程 F 检验结果 $P=2.050\times 10^{-9}<0.05$ 。回归系数的 T 检验结果,常数项, X_1,X_2,X_3,X_4 的系数的 P 分别为 0.041, 7.271×10^{-6} , 2.856×10^{-9} , 1.028×10^{-4} , 0.04 均 <0.05 , 回归方程具有显著性,可以用于洋川芎内酯 A 含量的预测。

$Y_6=-0.586+0.018X_1+0.042X_2+0.044X_3-0.006X_4$ (Y_6 藁本内酯含量, X_1 相对温度, X_2 1月份平均气温, X_3 12月份平均气温, X_4 黏土量)。回归方程的 F 检验结果 $P=2.878\times 10^{-15}<0.05$ 。回归系数的 T 检验结果,常数项, Y_1,Y_2,Y_3,Y_4 的系数的 P 分别为 0.035, 2.396×10^{-6} , 8.866×10^{-9} , 2.470×10^{-8} , 0.014 均 <0.05 , 回归方程具有显著性,可以用于藁本内酯含量的

预测。

$Y_7=-1.373\times 10^{-4}X_1-0.001X_2+4.634\times 10^{-4}X_3-0.003X_4$ (Y_7 丁烯基苯酞含量, X_1 年平均降雨量, X_2 最湿月降雨量, X_3 黏土量, X_4 土壤酸碱度)。回归方程的 F 检验结果 $P=1.133\times 10^{-32}<0.05$ 。回归系数的 T 检验结果, X_1,X_2,X_3,X_4 的系数的 P 分别为 3.533×10^{-26} , 0.003, 0.002, 0.010, 均 <0.05 , 回归方程具有显著性,可以用于丁烯基苯酞含量的预测。

$Y_8=0.001X_1-1.95\times 10^{-4}X_2+0.007X_3-0.002X_4-0.001X_5$ (Y_8 阿魏酸松柏酯含量, X_1 5月份降雨量, X_2 年均温变化范围, X_3 1月份降雨量, X_4 8月份降雨量, X_5 6月份降雨量)。回归方程的 F 检验结果 $P=2.240\times 10^{-20}<0.05$ 。回归系数的 T 检验结果, X_1,X_2,X_3,X_4,X_5 的系数的 P 分别为 0.024, 6.22×10^{-8} , 4.10×10^{-9} , 0.003, 0.015 均 <0.05 , 回归方程具有显著性,可以用于阿魏酸松柏酯含量的预测。

3.4 品质区划结果 当归在适宜区范围内阿魏酸、阿魏酸松柏酯、洋川芎内酯 H 的含量由南向北递减;绿原酸含量由北向南递减;洋川芎内酯 A、洋川芎内酯 I 含量由东向西递减;丁烯基苯酞含量规律性不强,含量最高区域在岷县西部、渭源县清源镇、上湾乡、会川镇;藁本内酯在适宜区范围内含量一致性较高,含量最高区域在渭源县中部及通渭县北部地区。岷县、漳县、渭源县峡城乡、蓬峰镇、田家河乡、五竹镇,通渭县北坡镇、马营镇、陇山乡、榜罗镇、新东乡,陇西县永吉乡、菜子镇,临洮县康家集乡、衙下集镇、南屏镇当归指标成分含量高,综合品质好。当归品质区划图见图 2~10。

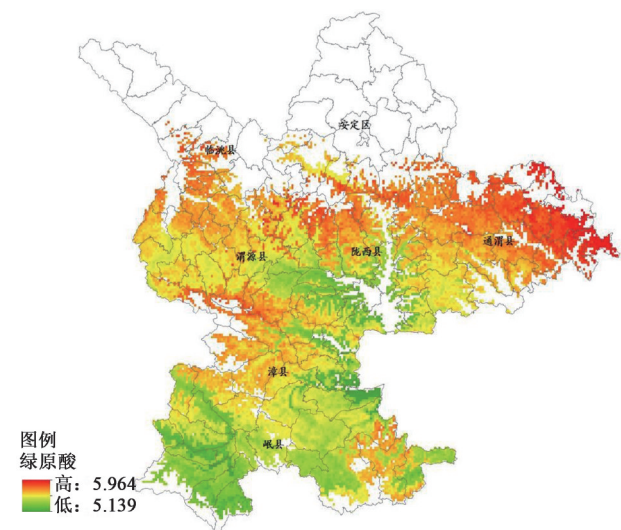


图 2 绿原酸含量空间分布
Fig. 2 Spatial distribution of chlorogenic acid content

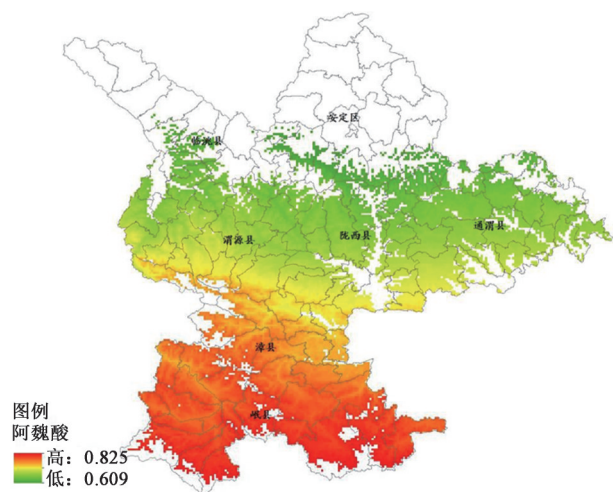


图3 阿魏酸含量空间分布
Fig. 3 Spatial distribution of ferulic acid content

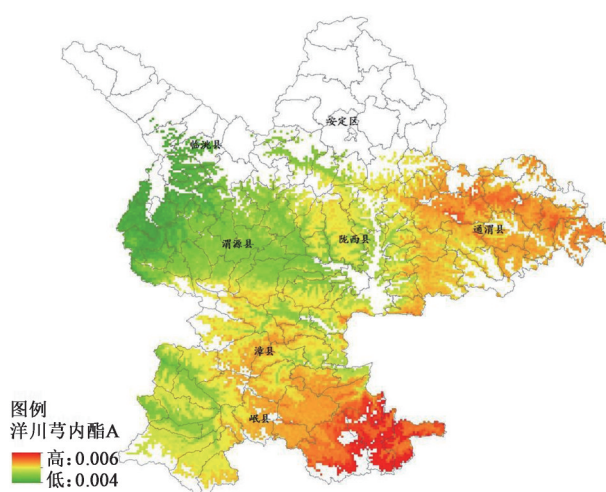


图6 洋川芎内酯A含量空间分布
Fig. 6 Spatial distribution of senkyunolide A content

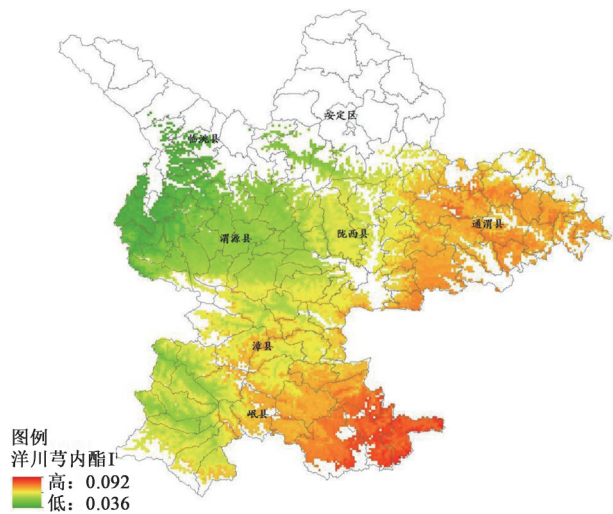


图4 洋川芎内酯I含量空间分布
Fig. 4 Spatial distribution of senkyunolide I content

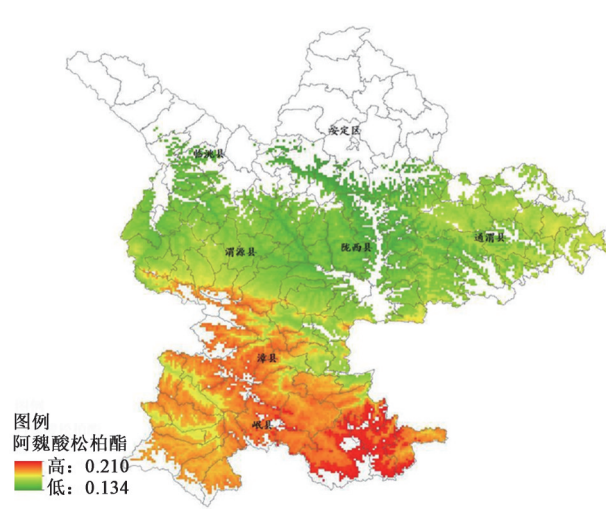


图7 阿魏酸松柏酯含量空间分布
Fig. 7 Spatial distribution of coniferyl ferulate content

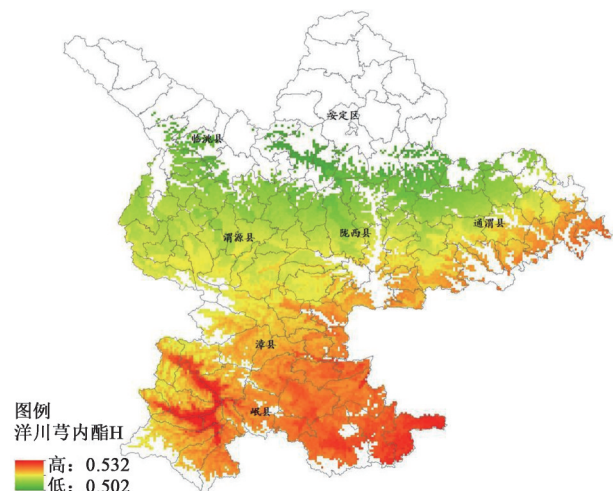


图5 洋川芎内酯H含量空间分布
Fig. 5 Spatial distribution of senkyunolide H content

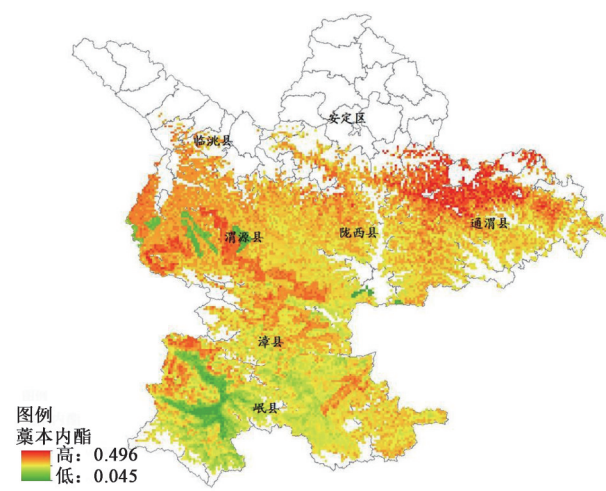


图8 藜本内酯含量空间分布
Fig. 8 Spatial distribution of ligustilide content

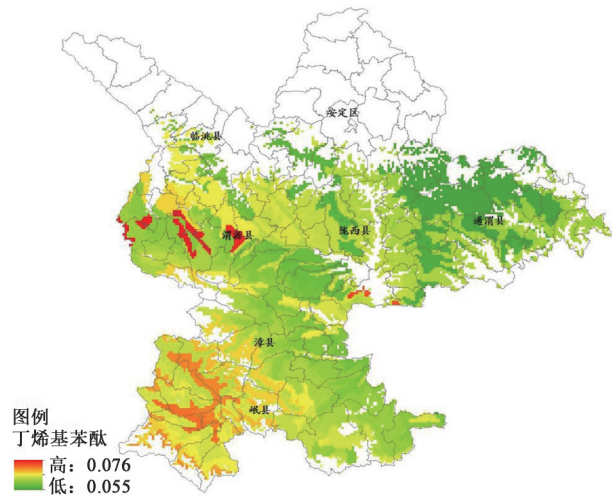


图9 丁烯基苯酞含量空间分布
Fig. 9 Spatial distribution of butenyl phthalide content

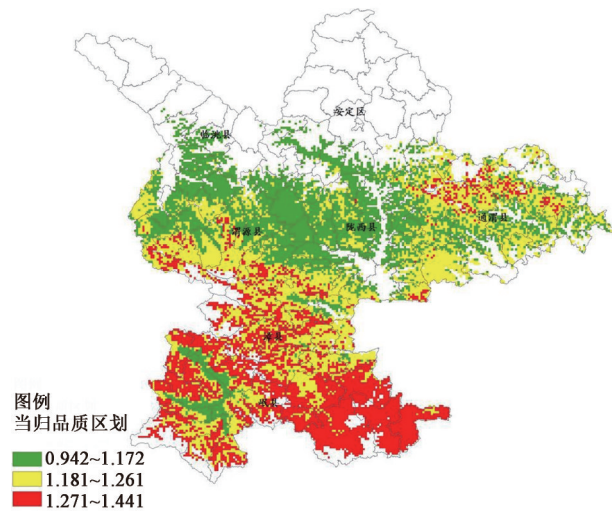


图10 当归药材综合品质估算
Fig. 10 Comprehensive quality estimation of *A. sinensis*

4 讨论

4.1 生态适宜性分析 对当归分布影响较大的生态因子有降雨量、海拔、温度,三者所占权重分别为44.9%,33%,21.9%。定西市位于甘肃省中部地区,介于东经103°51'~105°12',北纬34°25'~35°34',海拔1 900~3 900 m,平均海拔2 000 m,地势东北低,西南高,地形复杂,降雨量300~600 mm,年均温7℃,南部水资源丰富,降雨集中在夏季,占全年总降雨量的50%以上,当归分布于定西市南部高海拔,低温,降雨量充足,水质好的漳县、岷县、渭源县南部,这与其喜湿润、凉爽,日照充足的高海拔生长环境一致。

4.2 气候因子对指标成分含量的影响 气候因子对当归品质有重要影响,阿魏酸含量与5月份降雨

量呈正相关,而与日照,7月份平均气温负相关;绿原酸含量与12月份降雨量,最干月降雨量呈正相关,而与8月份降雨量,最暖季节降雨量负相关;洋川芎内酯I含量与日照,6,8月份降雨量呈负相关,而与12月份降雨量,年平均气温呈正相关;洋川芎内酯H含量与1月份平均温度,最干月降雨量,年均降雨量正相关,与8月份降雨量,辐射强度,日照负相关;洋川芎内酯A含量与日照负相关,与11,12月降雨量正相关;藁本内酯含量与相对湿度,1,12月平均气温正相关;丁烯基苯酞含量与年平均降雨量,最湿月降雨量负相关;阿魏酸松柏酯含量与1,5月份降雨量正相关,而与6,8月份降雨量,年均温变化范围负相关。当归属于长日照低温类型植物,在日照较长条件下发育快、生长好,但易抽薹,为了防止提前抽薹,当归幼苗期需要适当覆盖来遮蔽阳光,在生长的第二年光照充足能提高当归药材产量,但较长日照不利于指标成分积累。定西市降雨集中在夏季,指标成分含量与夏季降雨量负相关,与其他季节降雨量正相关。降雨量对当归生长影响较大,当归不能忍受长期水涝或严重干旱,只能在水分适中的土壤生长,水分缺乏,不仅产量低,而且肉质根的柴性大,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,影响药效成分积累。

4.3 土壤、地形因子对指标成分含量的影响^[10-11]

研究结果显示8个指标成分含量均与海拔正相关,而与土壤pH负相关,当归挥发油、有机酸成分含量在一定范围内随海拔升高,指标成分含量增加。当归对土壤酸碱度的适应性较强,土壤pH要求在6.5~8,调研中发现定西市土壤偏碱性,故指标成分含量与土壤pH负相关。传统认为当归适宜在土壤深厚肥沃,排水良好的土地栽培,定西市岷县、漳县,渭源县南部土壤质地疏松,为黑土或褐土,有利于当归生长。

4.4 指标成分选择 挥发油是当归的重要有效成分之一,当归挥发油能改善血液黏稠度,防止血栓形成,具有降血压、血脂和抗动脉粥样硬化作用,还能抗脑缺血,预防肿瘤、老年痴呆。有机酸能降血脂,抑制胆固醇合成,还具有一定的自由基清除和抗氧化活性,故本研究选择有机酸、挥发油为当归的指标成分进行分析^[12-15]。

本研究所使用的样品均为课题组自采,当归分布区划精确度好(AUC=0.99),结合8个指标成分的关系模型,应用ArcGIS软件的空间分析功能,从理

论上预测了定西市当归综合品质的分布情况,为当归药材资源的开发利用提供了科学依据。

[参考文献]

[1] 荔淑楠,王引权,王富胜,等. 基于UPLC-Q-TOF-MS技术的不同品种当归代谢组学分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(8): 138-147.

[2] 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: 124-129.

[3] 吴国泰,杜丽东,任远,等. 当归质量研究[M]. 北京:中国科学技术出版社, 2018: 1-13.

[4] 徐小琼,张小波,陈娟,等. 甘肃产当归生态适宜性研究[J]. 中草药, 2020, 51(12): 3304-3307.

[5] 张小波,郭兰萍,周涛,等. 关于中药区划理论和区划指标体系的探讨[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(17): 2350-2354.

[6] 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.

[7] 徐小琼,陈博,张小波,等. 甘肃各主产区当归UPLC多成分含量测定及评析[J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(6): 1014-1022.

[8] 王汉卿,王庆,马玲,等. 枸杞子药材生产区划研究[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(17): 3127-3131.

[9] 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: 139-140.

[10] 胡会强,余泽平,王国兵,等. 江西兰科药用植物资源调查[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(21): 148-154.

[11] 张启立,任路明,韩鼎,等. 甘肃省哈思山自然保护区药用植物调查与保护[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(24): 131-135.

[12] 赵静,夏晓培. 当归的化学成分及药理作用研究现状[J]. 临床合理用药杂志, 2020, 13(6): 172-174.

[13] 马霞,丁军霞,顾志荣,等. 当归挥发油对人脐静脉内皮细胞增殖作用的谱效关系[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(6): 70-73.

[14] 刘如秀,刘宇,汪艳丽,等. 当归的药理作用[J]. 西部中医药, 2014, 27(11): 153-156.

[15] 赵静,夏晓培. 当归的化学成分及药理作用研究现状[J]. 临床合理用药杂志, 2020, 13(6): 172-174.

[责任编辑 顾雪竹]