

玉溪市不同产地九子不离母药材质量与生态环境因子的相关性研究

金艳蕾^{1*}, 林家猛¹, 郝俊杰²

(1. 玉溪市中医医院, 云南 玉溪 653100; 2. 云南中医药大学, 云南 昆明 650500)

摘要:目的 解决九子不离母市场需求量激增与野生药用资源日渐匮乏的矛盾,探索生态环境因子对九子不离母药材薯蓣皂苷、重金属含量的影响。**方法** 运用 SPSS 27.0 软件对不同产地土壤因子包括(土壤 pH 值、有机碳含量)和气候因子等生态环境因子结合药材薯蓣皂苷、重金属含量进行相关性分析。**结果** 不同产地九子不离母药材薯蓣皂苷、重金属含量存在显著差异,与土壤因子、气候因子均无显著相关性。**结论** 不同产地九子不离母薯蓣皂苷含量存在差异,可作为功效品质评价的指标,采自江川产地的九子不离母更适合用于规范化种植。

关键词: 民族药;九子不离母;生态环境;质量;相关性研究

中图分类号: R282.2

文献标志码: A

文章编号: 1000-2723(2025)06-0083-07

DOI: 10.19288/j.cnki.issn.1000-2723.2025.06.017

A Study on the Correlation Between the Quality and Ecological Environmental Factors of *Dioscorea Collettii* Hook.f. in Different Areas of Yuxi City

JIN Yanlei¹, LIN Jiameng¹, HAO Junjie²

(1. Yuxi Hospital of Traditional Chinese Medicine, Yuxi 653100, China;

2. Yunnan University of Chinese Medicine, Kunming 650500, China)

ABSTRACT: **Objective** In order to solve the contradiction between the sharp increase in market demand and the increasing shortage of wild medicinal resources, and to investigate the influence of ecological environmental factors on the content of dioscin and heavy metals in *Dioscorea collettii* Hook.f. **Methods** SPSS 27.0 software was used to conduct correlation analysis on ecological environmental factors such as soil pH value, organic carbon content, and climate factors in different production areas, combined with the content of medicinal herbs such as dioscin and heavy metals. **Results** There were significant differences between contents of dioscin and heavy metals in the medicinal *Dioscorea collettii* Hook.f from different production areas, but the contents were not significantly correlated with soil and climate factors. **Conclusion** Differences exist between the contents of dioscin in *Dioscorea collettii* Hook.f plants from different geographical origins. Content of dioscin can be used as an indicator for evaluating its efficacy and quality. Jiuzibulimu plants from Jiangchuan are more suitable for the standardized planting.

KEY WORDS: ethnomedicine; *Dioscorea collettii* Hook. f; ecological environment; quality; correlation research

九子不离母为薯蓣科多年生缠绕本草植物叉蕊薯蓣(*Dioscorea collettii* Hook.f.)的干燥块根^[1],又名黄姜、叉蕊薯蓣、草薹,其傣族名为弯急万,德昂族名为顶布来耳、来朵买,景颇族名为高作内崩,傈僳族名为狂力、黄姜。性平,味微辛、苦,具有祛风除湿、止痛、止痒之功。主治风湿性关节炎、大骨节病、乳糜尿、湿疹等病症^[2]。目前药用资源的九子不离母几乎

都是野生资源,获取都需通过野外采挖,大量采挖野生资源会使生态环境受到难以恢复的严重破坏。地理因子、土壤因子、气候因子等生态环境因子都是植物与药物生长所需必要条件,适宜的地理因子为药材提供良好生长空间、土壤因子为药材提供生长所必需的营养成分、气候因子为药材提供舒适的生长条件,三者有机地结合在一起,才能为药材合理种植打下

基金项目: 云南省科技厅基础研究计划(202501AT070333);云南省科技厅-云南中医药大学应用基础研究联合专项(202301AZ070001-043);云南中医药大学校院联合基金项目(XYLH202204)

作者简介: 金艳蕾(1986-),女,主管中药师,研究方向:中药学,E-mail: 916824141@qq.com

坚实基础。生态环境与药材质量优劣密切相关。因此,探索九子不离母的生态环境与九子不离母中薯蓣皂苷含量之间的相关性,为后期合理种植品质中药奠定坚实基础具有极大意义。本研究通过考察不同产地九子不离母薯蓣皂苷含量、重金属含量,及其与土壤 pH 值、有机碳含量、气候因子等生态环境因子的关系,并用 SPSS 27.0 软件进行相关性分析,为后期实现九子不离母的规范化种植提供科学依据。

1 不同产地九子不离母药材薯蓣皂苷和重金属含量测定

1.1 试验材料 共收集玉溪市不同产地 10 批次样品。分别为:样品 1(采自江川大街)、样品 2(采自江川前卫)、样品 3(采自元江腰街)、样品 4(采自元江哀牢山)、样品 5(采自元江大黑山)、样品 6(采自华宁龙树)、样品 7(采自澄江凤麓)、样品 8(采自江川路居)、样品 9(采自江川九溪)、样品 10(采自江川麻栗山),经鉴定均为九子不离母药材。

1.2 不同产地九子不离母药材薯蓣皂苷含量测定

1.2.1 仪器与试剂 仪器:采用高效液相色谱仪(Agilent Infinity 1260 系列)进行薯蓣皂苷含量测定。试剂:乙腈(产家:默克股份有限公司,色谱纯,批号 JB090130),纯净水(娃哈哈集团有限公司),无水乙醇(产家:四川西陇科学有限公司,批号 2012081,纯度 $\geq 99.7\%$)。薯蓣皂苷对照品(购自中国食品药品检定研究院,批号 111707-201703,纯度以 96.1%计)。

1.2.2 测定条件 超声时间:30 min;检测波长:195 nm;流动相:乙腈-水溶液=60:40;柱温:30℃;色谱柱:十八烷基硅烷键合硅胶色谱柱 ZORBAX SB-C18 (4.6×250 mm,5 μg);系统适用性:色谱柱的理论塔板数以薯蓣皂苷计 $>5\ 000$,分离度 >1.5 。

1.2.3 供试品溶液制备 根据薯蓣皂苷的理化性质及药材特点,采用 70%乙醇为溶剂,进行超声提取。

1.3 不同产地九子不离母药材重金属含量测定

1.3.1 仪器与试剂 仪器:采用电感耦合等离子体质谱仪(美国 PE 公司 NEXION2000 型)和微波消解仪(奥地利安东帕 Multiwave5000)测定九子不离母药材中重金属含量。

试剂:Cu 单元素标准溶液(批号:23021335 浓度:1 000 $\mu\text{g/mL}$)、Hg 单元素标准溶液(批号:22080935 浓度:100 $\mu\text{g/mL}$)、As 单元素标准溶液

(批号:22102235 浓度:100 $\mu\text{g/mL}$)、Cd 单元素标准溶液(批号:23021635 浓度:100 $\mu\text{g/mL}$)、Pb(批号:23013035 浓度:100 $\mu\text{g/mL}$)、金元素标准溶液(批号:22122235 浓度:100 $\mu\text{g/mL}$),生产厂家均为钢铁研究总院分析测试研究院。锗(Ge)、铟(In)、铋(Bi)混合溶液(浓度:50 $\mu\text{g/mL}$)购自铂金埃尔默股份有限公司。

1.3.2 仪器参数 电感耦合等离子体质谱仪 KED 模式,射频功率 1 550 W,冷却气(氩气)流速 1.20 L/min,雾化气(氩气)流速 1 L/min,辅助气(氩气)流速 0.65 L/min,采样深度 5 mm,扫描次数 20 次,读数次数 1 次,重复次数 3 次,驻留时间 50 ms。

1.3.3 标准品溶液制备 标准品贮备溶液的制备:分别依次精密量取单元素标准溶液 Pb、As、Cd、Hg、Cu 适量,再用 10%硝酸溶液稀释制成含有 Pb、As、Cd、Hg、Cu 分别为 1、1、0.1、0.1、10 $\mu\text{g/mL}$ 的溶液,即得;

标准品溶液的制备:精密量取标准品储备液 Pb、As、Cd、Cu,适量,用 10%硝酸溶液稀释制成含有 Pb、As:1、5、10、20、30 ng/mL,含有 Cd:0.5、2.5、5、10、20 ng/mL,含有 Cu:50、100、200、500、1 000 ng/mL 的系列混合浓度;另精密量取 Hg 标准品贮备溶液适量,用 10%硝酸溶液稀释制成分别含有 Hg:0.2、0.5、1、2、5 ng/mL 的溶液,此标准品溶液应临用配制^[3]。

1.3.4 内标溶液的配制 精密量取混合标准溶液 Ge、In、Bi,适量,加入水稀释制成浓度为 1 $\mu\text{g/mL}$ 的混合溶液,即得。

1.3.5 供试品溶液的制备 取供试品于 60℃干燥 120 min,干燥供试品粉碎为粗粉,取供试品粗粉约 0.5 g,精密称定,置聚四氟乙烯消解罐中,加入硝酸 5 mL,密闭消解罐,按照设定程序进行微波消解。完全消解后,待消解液冷却至 60℃以下,把消解罐取出,放冷,将消解液转入 50 mL 量瓶中,消解罐用少量水洗涤 3 次,洗涤液合并入量瓶中,加入 200 μL 金元素标准溶液(1 $\mu\text{g/mL}$),加水稀释至刻度,摇匀,即为待测供试品溶液。

1.3.6 测定方法 使用 1 $\mu\text{g/L}$ ICP-MS 调谐液调试仪器,使仪器的分辨率、灵敏度、质量轴、双电荷、氧化物等指标均达到测试要求。测定时选取的同位素为 ^{63}Cu 、 ^{75}As 、 ^{208}Pb 、 ^{114}Cd 、 ^{202}Hg ,其中 ^{114}Cd 以 ^{115}In 作为内标, ^{63}Cu 、 ^{75}As 以 ^{72}Ge 作为内标, ^{202}Hg 、 ^{208}Pb 以 ^{209}Bi 作为内标。仪器的内标进样管在仪器分析工作过程中需始终插入在内标溶液中,依次将仪器的样品管插入各

个浓度的标准品溶液中进行测定(浓度依次递增),以测量值(3次读数的平均值)为纵坐标,浓度为横坐标,绘制标准曲线;将仪器的样品管插入供试品溶液中,测定,取3次读数的平均值。利用标准曲线计算得到相应的浓度。

2 不同产地九子不离母药材气候因子数据测定

使用高德地图获得采样地的经纬度信息,将玉溪市10个不同产地的经纬度数据导入“中药资源空间信息网格数据库”得到海拔、坡度、年平均温度、年平均降水量等共59个气候信息。

3 不同产地土壤酸碱度和有机碳含量测定

3.1 试验材料 收集玉溪市不同产地10批次样品的根际土。来源为九子不离母样品薯蓣皂苷含量测定药材的根际土。

3.2 不同产地土壤酸碱度和有机碳含量测定方法

3.2.1 试药 试药:重铬酸钾标准物质溶液(购自北方伟业计量集团有限公司,批号:20230710,浓度为0.800 0 mol/L)硫酸亚铁标准物质溶液(购自北方伟业计量集团有限公司,批号:2024020105,浓度为0.200 4 mol/L)邻菲罗啉指示剂(0.695 g 硫酸亚铁及1.485 g 邻菲罗啉完全溶于100 mL水溶液中,密闭保存于棕色瓶中,备用)

3.2.2 土壤预处理 将从不同产地的10份样品土壤置于洁净的搪瓷盘中,平铺成2~3 cm的厚度,先用筛子除去根茎、昆虫及石块等杂质,再用木棍压碎土块,自然风干,风干时每天翻动几次,至恒重。分别在105℃下烘干1份从不同采集地收集的10份土壤样品至恒重。充分混匀10批样品的2份土壤,并全部通过0.25 mm(60目)筛,装入自封袋中备用。

3.2.3 土壤酸碱度测定方法 以水:土=2.5:1,称取前处理好的土壤5 g溶于12.5 mL去二氧化碳水后,用玻璃棒搅拌2 min,静置。先利用pH值试纸测试土壤的大概范围,然后使用pH计测定准确的土壤pH值。打开仪器开关,先测所测溶液的温度,再先后用pH=6.86的混合磷酸盐标准缓冲溶液、pH=4.00的邻苯二甲酸氢钾标准缓冲溶液校准仪器,用蒸馏水冲洗电极后即可依次测定土壤pH值。

3.2.4 土壤有机碳含量测定方法 样品消煮:称取风干土样约0.1 g,准确至0.000 1 g,放入试管中,加硫酸银0.1 g,移液管依次准确吸取重铬酸钾标准溶液

5 mL、浓硫酸5 mL,小心摇匀,在试管口放上玻璃漏斗。将试管放入预先加热至180~190℃的油浴锅里,试管内液面低于油面,从试管中溶液沸腾时计时,保持溶液微沸5 min,取出冷却片刻,擦去试管外壁的油液,插入试管架中。把试管内溶液倒入锥形瓶中,并用水冲洗试管内部,洗涤液收集于锥形瓶中,使瓶中液体总体积控制在60~80 mL,加入邻菲罗啉指示剂3滴,摇匀;用硫酸亚铁标准物质溶液滴定锥形瓶中的溶液,溶液颜色由黄绿色或橙红色经绿色、绿灰色变到棕红色即为终点。在滴定样品的同时,须用0.1 g二氧化硅代替土样做1~2个空白实验,其余步骤与样品消煮相同^[4]。

九子不离母土壤有机碳含量计算方法

$$K = \frac{s}{w}$$

$$\text{土壤有机碳(SOC)\%} = \frac{c \times v_1 \times (v_0 - v) \times 0.003 \times 1.1}{m \times K} \times 100\%$$

K —将风干土换算成烘干土的系数; s —105℃烘干至恒重的重量; w —风干至恒重的重量; v_1 —所用重铬酸钾毫升数; v_0 —滴定空白时所用硫酸亚铁体积; v —滴定土样时所用硫酸亚铁体积; c —重铬酸钾标准溶液的浓度,0.800 0 mol/L;0.003—碳毫摩尔质量0.012被反应中电子得失数4除得0.003;1.1—氧化校正系数; m —土壤样品质量。测定不同产地共10批九子不离母药材根际土样品。

4 不同产地民族药九子不离母的生态环境因子与质量相关性分析

利用IBM SPSS Statistics 27.0进行相关性分析。

5 结果

5.1 不同产地九子不离母药材薯蓣皂苷含量测定结果 测定不同产地共10批九子不离母药材样品,按干燥品计算含量,测定结果如表1。

由表1可知,采自江川大街九子不离母药材薯蓣皂苷含量最高,为2.02%,采自华宁龙树九子不离母药材薯蓣皂苷含量最低,为1.56%,九子不离母药材薯蓣皂苷含量为元江(平均含量1.803 3%)>澄江(平均含量1.800 0%)>江川(平均含量1.798 0%)>华宁(平均含量1.560 0%),对不同产地九子不离母药材薯蓣皂苷含量进行方差分析,统计结果为 $P=0.023\ 671\ 103$, $P<0.05$,具有显著性差异。

采集地	样品含量测定(%)		
	1(%)	2(%)	平均值(%)
江川大街	1.996	2.043	2.02
江川前卫	1.736	1.740	1.74
元江腰街	1.605	1.600	1.60
元江哀牢山	1.889	1.957	1.92
元江大黑山	1.880	1.896	1.89
华宁龙树	1.568	1.553	1.56
澄江凤麓	1.820	1.785	1.80
江川路居	1.901	1.915	1.91
江川九溪	1.691	1.756	1.72
江川麻栗山	1.596	1.614	1.60

5.2 不同产地九子不离母药材重金属含量测定结果
测定不同产地共 10 批九子不离母药材样品中的 Pb、As、Cd、Hg、Cu 5 种元素的含量,测定结果如表 2。

由表 2 可知,对不同产地九子不离母药材重金属含量进行统计分析,统计结果为 $P=0.000,P<0.05$,具有显著性差异。

5.3 不同产地九子不离母的气候因子结果 由表 3 可知,元江腰街、元江哀牢山、元江大黑山共 3 个元江采样地的年均温变化范围趋势分别为 222 ℃、217 ℃、221 ℃(此部分数据来源于中药资源空间信息网格资源库,该温度为虚拟温度,后同),年平均降水量趋势分别为 1 222 mm、1 276 mm、1 229 mm;澄江凤麓的年均温变化范围趋势为 223 ℃,年平均降水

表 2 九子不离母样品中重金属含量测定表					
	铅 (²⁰⁸ Pb)	砷 (⁷⁵ As)	镉 (¹¹⁴ Cd)	汞 (²⁰² Hg)	铜 (⁶³ Cu)
江川大街	1.224 9	0.269 7	0.170 9	0.034 1	16.087 0
江川前卫	1.609 0	0.499 6	0.286 7	0.058 9	17.036 7
元江腰街	1.696 0	0.317 7	0.517 6	0.029 0	18.707 3
元江哀牢山	0.898 6	0.159 0	0.227 7	0.015 1	17.560 3
元江大黑山	0.310 5	0.159 6	0.435 2	0.003 7	17.472 5
华宁龙树	0.253 3	0.324 7	0.429 0	0.007 6	16.521 0
澄江凤麓	1.251 2	0.228 7	0.164 0	0.041 1	13.466 5
江川路居	0.616 5	0.197 4	0.167 3	0.035 4	13.015 1
江川九溪	0.316 2	0.333 8	0.187 8	0.007 1	16.263 1
江川麻栗山	1.014 3	0.295 3	0.205 3	0.027 0	16.424 6

量趋势为 990 mm;江川大街、江川前卫、江川路居、江川九溪、江川麻栗山共 5 个江川采样地的年均温变化范围趋势分别为 221 ℃、221 ℃、225 ℃、223 ℃、225 ℃,年平均降水量趋势分别为 1 029 mm、1 021 mm、950 mm、985 mm、955 mm;华宁龙树的年均温变化范围趋势为 221 ℃,年平均降水量趋势为 1 035 mm;四个区域年均温变化范围趋势均值分别为:澄江 223 ℃=江川 223 ℃>华宁 221 ℃>元江 220 ℃。结合当地历史气候,发现 2023 年年平均气温为元江(31 ℃)>江川(23.83 ℃)>华宁(23.58 ℃)>澄江(23.25 ℃)(此部分数据为实际温度),年平均降水量为元江 1 242.3 mm>华宁 1 035 mm>澄江 990 mm>江川 988 mm。

表 3 不同产地的气候因子											
采集地	经度 (°)	纬度 (°)	海拔 (m)	坡向 (°)	年平均 温度 (℃)	最暖季 节均温 (℃)	最冷季 节均温 (℃)	年平均 降水量 (mm)	最湿月 降水量 (mm)	最干月 降水量 (mm)	降水量 变异 系数
江川大街	102.869 748	24.263 587	2 009	9	159	206	100	1 029	217	13	85
江川前卫	102.838 312	24.248 6	1 980	9	161	207	102	1 021	214	13	84
元江腰街	101.804	23.650 1	1 720	5	176	218	120	1 222	258	15	86
元江哀牢山	101.6	23.805 8	2 414	3	135	178	81	1 276	279	16	88
元江大黑山	101.799	23.661 3	1 782	4	172	214	116	1 229	261	15	86
华宁龙树	102.908	24.250 9	2 028	5	157	204	97	1 035	219	13	85
澄江凤麓	102.851 353	24.308 447	1 864	9	169	215	109	990	205	13	84
江川路居	102.957	24.201 1	1 619	8	183	229	123	950	196	10	84
江川九溪	102.849 727	24.304 615	1 857	9	169	216	110	985	204	12	84
江川麻栗山	102.838 312	24.358 866	1 725	4	178	224	118	955	195	12	84

续表 3-1

采集地	最湿季节 降雨量 (mm)	最干季节 降雨量 (mm)	最暖季节 降雨量 (mm)	最冷季节 降雨量 (mm)	昼夜温差 月均值 (℃)	等温性	温度季节 性变化标 准差	最暖月 最高温 (℃)	最冷月 最低温 (℃)	年均温 变化 范围	最湿季 节均温 (℃)	最干季 节均温 (℃)
江川大街	593	45	593	45	104	47	4 194	251	30	221	206	100
江川前卫	587	45	587	45	104	47	4 180	253	32	221	207	102
元江腰街	712	51	712	52	110	49	3 894	267	45	222	218	135
元江哀牢山	752	50	752	50	107	49	3 798	222	5	217	178	81
元江大黑山	718	51	718	52	110	49	3 872	263	42	221	214	131
华宁龙树	597	45	597	45	104	47	4 216	249	28	221	204	97
澄江凤麓	567	45	567	45	105	47	4 215	262	39	223	215	109
江川路居	546	41	546	41	107	47	4 237	278	53	225	229	123
江川九溪	565	43	565	43	105	47	4 197	263	40	223	216	110
江川麻栗山	545	43	545	43	107	47	4 252	273	48	225	224	118

续表 3-2

采集地	含沙量	寒冷 指数	温暖 指数	热量 指数	黏土量	ph	1 月平均 降雨量 (mm)	10 月平均 降雨量 (mm)	11 月平均 降雨量 (mm)	12 月平均 降雨量 (mm)	2 月平均 降雨量 (mm)
江川大街	42	0	7.605 32	130.600 006 1	20	5.1	13	78	42	15	17
江川前卫	49	0	7.471 640 1	133.300 003 1	23	6.6	13	78	42	15	17
元江腰街	50	0	8.404 399 9	150.800 003 1	23	5	16	101	53	21	15
元江哀牢山	31	0	10.545 499 8	102	47	6.5	16	108	47	18	16
元江大黑山	50	0	8.582 400 3	146.399 993 9	23	5	16	101	52	21	15
华宁龙树	49	0	7.712 369 9	128.399 993 9	23	6.6	13	78	42	15	17
澄江凤麓	49	0	7.016 300 2	142.199 996 9	23	6.6	13	77	42	15	17
江川路居	42	0	6.343 910 2	159.5	20	5.1	10	71	43	15	16
江川九溪	49	0	6.963 590 1	142.899 993 9	23	6.6	12	76	42	15	16
江川麻栗山	0	0	6.512 100 2	153.300 003 1	0	0	12	75	42	15	16

续表 3-3

采集地	3 月平均 降雨量 (mm)	4 月平均 降雨量 (mm)	5 月平均 降雨量 (mm)	6 月平均 降雨量 (mm)	7 月平均 降雨量 (mm)	8 月平均 降雨量 (mm)	9 月平均 降雨量 (mm)	坡度 (°)	1 月 平均温度 (℃)	10 月 平均温度 (℃)	11 月 平均温度 (℃)
江川大街	21	33	104	166	217	210	113	1.658 82	93	158	126
江川前卫	21	33	103	165	214	208	112	2.748 41	94	159	129
元江腰街	20	39	117	201	258	253	128	10.438 9	112	176	146
元江哀牢山	20	39	117	200	279	273	143	1.655 2	74	137	107
元江大黑山	20	39	117	201	261	256	130	8.352 769 9	109	173	143
华宁龙树	21	34	105	167	219	211	113	4.910 870 1	90	156	125
澄江凤麓	20	30	99	162	205	200	110	5.937 419 9	101	167	136
江川路居	20	28	99	158	196	192	102	3.870 82	115	179	149
江川九溪	20	30	99	162	204	199	110	2.249 15	103	167	137
江川麻栗山	19	28	95	159	195	191	108	0.062 388 2	111	174	144

续表 3-4

采集地	12 月 平均温度 (℃)	2 月 平均温度 (℃)	3 月 平均温度 (℃)	4 月 平均温度 (℃)	5 月 平均温度 (℃)	6 月 平均温度 (℃)	7 月 平均温度 (℃)	8 月 平均温度 (℃)	9 月 平均温度 (℃)	土壤上层 的阳离子 交换能力	土壤有 效水含 量等级
江川大街	98	109	144	174	197	210	204	204	189	12	1
江川前卫	101	112	147	176	200	211	206	206	192	13	1
元江腰街	119	130	163	191	212	221	216	217	205	12	1
元江哀牢山	81	90	119	146	168	180	177	177	164	27	1
元江大黑山	115	126	160	187	208	217	213	212	201	12	1
华宁龙树	96	107	142	172	195	208	203	202	188	13	1
澄江凤麓	107	120	154	184	207	220	213	214	199	13	1
江川路居	121	134	171	201	223	234	227	227	214	12	1
江川九溪	107	120	155	185	207	220	214	214	200	13	1
江川麻栗山	115	128	165	195	217	229	222	223	210	0	0

5.4 不同产地土壤酸碱度测定结果 10 个不同产地的土壤具体酸碱度如表 4 所示。

表 4 不同产地土壤酸碱度(pH 值)

采集地	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
土壤 pH 值	5.95	7.24	6.64	5.67	6.8	6.11	6.63	7.26	6.09	6.82

由上表土壤酸碱测定结果可知,江川大街(1)、元江哀牢山(4)、华宁龙树(6)与江川九溪(9)为酸性,江川前卫(2)、元江腰街(3)、元江大黑山(5)、澄江凤麓(7)、江川路居(8)、江川麻栗山(10)中性。

土壤酸碱度:江川(pH=6.672)>澄江(pH=6.63)>元江(pH=6.37)>华宁(pH=6.11)

5.5 不同产地土壤有机碳含量测定结果 10 个不同产地的土壤风干土换算成烘干土的系数 K 值及有机碳含量如表 5 所示。

表 5 不同产地土壤风干土换算成烘干土的
系数 K 值及有机碳含量表

样品	1	2	3	4	5
K	0.935 2	0.969 9	0.983 6	0.984 0	0.978 6
土壤有机碳 含量(%)	0.656 3	7.760 8	4.612 0	2.031 5	4.649 3

样品	6	7	8	9	10
K	0.961 9	0.968 2	0.979 9	0.935 2	0.978 6
土壤有机碳 含量(%)	22.466 9	0.877 0	6.610 6	0.410 6	6.351 2

由上表可知,有机碳含量为华宁(22.466 9%)>江

川(4.357 9%)>元江(3.764 2%)>澄江(0.877 0%)。

5.6 不同产地九子不离母的生态环境因子与质量相关性分析 10 个九子不离母薯蓣皂苷含量数据与 10 个采样地生态环境数据进行双变量相关性分析,部分结果如表 6 所示。

6 讨论

本研究通过对不同产地九子不离母药材的薯蓣皂苷、重金属含量进行测定,结果显示不同产地的九子不离母药材薯蓣皂苷、重金属含量存在显著差异,对不同产地的九子不离母药材结合生态环境因子进行相关性分析,结果显示均无显著相关性。为进一步探讨生态环境对药材质量的影响,收集不同产地的土壤进行酸碱度和有机碳含量测定,结果显示薯蓣皂苷含量与此亦无相关性。

虽然统计学结果均显示不同产地九子不离母药材的薯蓣皂苷、重金属含量与生态环境无显著相关性,但通过本研究依然能发现一些问题。薯蓣皂苷属于次生代谢产物,是药用植物在适应环境和响应环境胁迫过程中产生的重要物质,也是其发挥药效的主要贡献者;分布地的温度、日照及降水等生态环境条件对药材次生代谢产物的积累有着重要影响^[3]。本研究中采自元江、江川产地的九子不离母药材中的薯蓣皂苷含量较高,结合气候因子发现元江地区的年降水量、平均气温均高于其他几个产地,说明在温度较高且降水量多的地区有利于薯蓣皂苷的积累;李君等^[4]研究显示 7 月初到 8 月初百合中的薯蓣皂苷的含量呈上升趋势,这可能是本研究中九子不离母中薯蓣皂苷含量差异的原因。

表 6 薯蓣皂苷含量与采样地生态环境因子相关性

		经度	纬度	海拔	坡向	年平均 温度	最暖季节 均温	最冷季节 均温	昼夜温差 月均值	黏土量	pH
薯蓣皂苷 含量	皮尔逊相关性	-0.135	-0.124	0.259	0.247	-0.258	-0.264	-0.234	-0.03	0.401	0.237
	显著性(双尾)	0.71	0.733	0.471	0.492	0.471	0.461	0.514	0.935	0.25	0.51
		坡度	土壤上层的 阳离子交换 能力	土壤有效 水含量 等级	有机碳 含量	植被	土壤有机 碳含量 实测	温度季节 性变化标 准差	最暖月 最高温	年均温 变化范 围	最冷月 最低温
薯蓣皂苷 含量	皮尔逊相关性	-0.189	0.438	0.391	0.445	0.419	-0.563	-0.197	-0.265	-0.297	-0.256
	显著性(双尾)	0.601	0.205	0.264	0.198	0.228	0.09	0.585	0.459	0.405	0.474
		最湿 季节 均温	最干 季节 均温	温暖 指数	热量 指数	土壤 pH 值 实测	九子不离 母重金属 铅含量	九子不离 母重金属 砷含量	九子不离 母重金属 镉含量	九子不离 母重金属 铜含量	年平 均降 水量
薯蓣皂苷 含量	皮尔逊相关性	-0.264	-0.221	0.24	-0.258	-0.149	-0.041	-0.523	-0.479	-0.303	0.156
	显著性(双尾)	0.461	0.539	0.504	0.472	0.682	0.911	0.121	0.161	0.395	0.668

现行的中药材规范化种植,要求中药材的产地生态环境符合国家标准,其中包括了《大气环境质量标准》《土壤环境质量标准》,其中每个标准分为了若干的检测指标,例如土壤环境标准中对土壤酸碱度、土壤质地、土壤重金属含量等均有相应的规定^[5]。因地制宜,选择适宜的土壤环境才可以获得品质优良的药材。土壤是植物的天然“培养基”,为植物提供空气、水分、养分等,对药材品质的形成起着重要的作用^[6],本研究提示不同产地九子不离母药材中的重金属存在显著差异,重金属的形态转化是一个复杂的动态过程,受到土壤 pH 值、有机质含量、氧化还原电位等多种因素的影响^[7],低 pH 值会增加重金属的溶解度,从而提高其生物有效性^[8],研究中提示的元江产地的土壤 pH 值和有机碳含量相对较低,但药材中铅、镉、铜元素较其他产地较高。药材中的重金属元素铅、镉、铜等有害元素在体内半衰期长,清除缓慢,易于蓄积,而重金属对新陈代谢和正常的生理作用具有明显的损害,当人体内重金属含量过高时会导致各种疾病的发生^[9]。综合以上因素考虑,采自江川产地的九子不离母更适合用于规范化种植。

此次研究填补了环境影响因素与品质评价研究的空缺,增添了其品质生态学方面的研究基础,为后续资源利用的规范化、标准化与人工培育提供了一定的依据。由于九子不离母的生长区域较多,本研究仅限于在玉溪市内的 10 个不同产地样品中薯蓣皂苷单一成分的分析,所以还缺乏其整体的分布范围和药效

品质的综合性分析,因此,更加深入的基础研究与实地调研,并综合生态学大数据进行更为全面、系统的分析应是下一步研究的重要内容。

参考文献:

[1] 云南民间常用草药[J]. 中国民族民间医药,2013,22(14): 171.

[2] 龙启顺,周树成. 彝药自拟方治疗类风湿关节炎临床观察[J]. 长春中医药大学学报,2011,27(6):1011-1022.

[3] 梁玉琼,黄庆,陈梁可,等. 薯蓣皂苷对 HepG2 肝癌细胞增殖的抑制作用[J]. 现代食品科技,2021,37(8):62-66.

[4] 李君,梁晓. 不同产地不同采收期百合药材中薯蓣皂苷含量的动态积累研究[J]. 中国民族民间医药,2021,30(22):42-46.

[5] 梁玉琼,黄庆,梁天坚,等. 薯蓣皂苷对肝癌细胞 Bel-7402 和正常人肝细胞 LO2 增殖和凋亡的影响[J]. 中国比较医学杂志,2021,31(3):30-35.

[6] 余黎明. 具麟水柏枝化学成分与生态因子相关性分析及品质评价[D]. 西宁:青海师范大学,2021.

[7] 郭可欣,李天元,宋繁永,等. 土壤-作物中重金属生物有效性和可给性研究进展[J]. 中国环境科学,2023,43(8): 4164-4174.

[8] 李思民,王豪吉,朱曦,等. 土壤 pH 和有机质含量对重金属可利用性的影响[J]. 云南师范大学学报(自然科学版), 2021,41(1):49-55.

[9] 贾微. 中药材重金属的分析方法及其吸收富集特征研究[D]. 广州:广州中医药大学,2009.

(收稿日期:2024-11-21)