

苗族药红禾麻黄酮类成分与环境因子的灰色关联度分析

邹淑涵¹, 陈胤睿¹, 徐文芬^{1,2*}, 何顺志¹, 王波¹

(1. 贵阳中医学院, 贵阳 550002; 2. 贵州省苗医药重点实验室, 贵阳 550002)

[摘要] 目的:建立苗族药红禾麻药材中黄酮类成分槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量测定方法,运用灰色关联度法分析影响红禾麻药材品质产地差异性的主要环境因子,探讨环境因子对红禾麻药材品质形成机制的影响。方法:采用 HPLC 法,以槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁为对照品,流动相乙腈-甲醇-水(15:15:70),检测波长 360 nm,测定不同产地红禾麻药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁的含量;采用土壤养分测定仪测定不同红禾麻产地土壤中的铵态氮、速效磷、有效钾、pH 和水分;通过距产地较近的气象部门查询和以全球卫星定位系统 GPS、海拔表等测定地理气候因子,运用灰色关联度法对槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量与气候及土壤因子的相关性进行分析。结果:不同产地红禾麻药材槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁在 0.094 6 ~ 4.969 mg·g⁻¹,地理气候因子对红禾麻药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量的积累影响较大。结论:建立的红禾麻药材黄酮类成分含量测定方法简便快捷,准确可行,可作为红禾麻药材的质量控制方法。并且通过对红禾麻中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量与环境因子的灰色关联度分析明确了主导环境因子,为该药材的优良种质资源筛选及 GAP 规范化种植提供前期研究基础,同时也为苗族红禾麻药材质量标准的提升提供了实验依据。

[关键词] 苗药红禾麻; 槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量; 环境因子; 品质形成机制; 灰色关联度

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2016)16-0030-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2016160030

Grey Correlation Degree Analysis Between Flavonoids Ingredient in Guizhou Miao Medicine *Laportea bulbifera* and Environmental Factors

ZOU Shu-han¹, CHEN Ying-rui¹, XU Wen-fen^{1,2*}, HE Shun-zhi¹, WANG Bo¹

(1. Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550002, China;

2. The Key Laboratory of Miao Medicine of Guizhou Province, Guiyang 550002, China)

[Abstract] Objective: To establish the content determination method for flavonoids ingredients (quercetin-3-rutinoside) in Guizhou Miao medicine *Laportea bulbifera*, find out the dominant environmental factors which impact the original differences of quality in Guizhou Miao medicine *L. bifera* by gray correlation analysis, and discuss the influence of environmental factors on formation mechanism of quality in medicinal materials *L. bifera*. **Method:** HPLC method was employed to measure the difference of quercetin-3-rutinoside content of Guizhou Miao medicine *L. bifera* from different producing areas, with acetonitrile-methyl alcohol-water (15:15:70) as the mobile phase. The wavelength was set at 360 nm. The ammonium nitrogen, available phosphorus, available potassium, pH and water in the soil of different producing areas were determined by soil nutrients tester; geographical climatic factors were obtained by consulting the meteorological department near the place of origin and by GPS and altitude meter. The correlation between flavonoids ingredient (quercetin-3-rutinoside) content and climate and soil factors was analyzed by grey correlation analysis. **Result:** The content of quercetin-3-rutinoside of

[收稿日期] 20160420(008)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81260687);贵州省省长基金项目(黔省专合字[2011]61号);国家工程技术研究中心组建项目(2014FU125Q09);贵阳中医学院大学生创新计划项目[贵中医大创合字(2014)33号]

[第一作者] 邹淑涵, 硕士, 从事中药、民族药质量控制与新药开发研究, E-mail: 346141313@qq.com

[通讯作者] * 徐文芬, 教授, 从事中药资源及质量控制研究, E-mail: wenfexu@126.com

L. bifera from different producing areas was $0.094\ 6\text{--}4.969\ \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ due to the great influence of geographical climate factors. **Conclusion:** The established determination method for flavonoids contents of medicinal material of *L. bifera* is easy, fast, accurate and feasible. It can be used as the quality control method for medicinal materials *L. bifera*. The dominant environmental factors were ensured by gray correlation analysis. It provides preliminary experimental basis for selection of excellent germplasm resources and GAP standardized planting. It also provides experimental basis to improve the quality standard of the medicinal materials of Guizhou Miao medicine *L. bifera*.

[Key words] Miao medicine *Laportea bifera*; contents of quercetin-3-rutinoside; environment factors; formation mechanism of quality; grey correlation degree

红禾麻又名红合麻,为贵州重要的苗族药物,收载于 2003 年版《贵州省中药材、民族药材质量标准》,具有祛风除湿、活血化瘀之功效,用于治疗风湿麻木、跌扑损伤、骨折等疾病。其质量控制仅有性状鉴别项,尚未建立指标成分含量测定评价药材品质^[1-3]。该药材民间药用较多,野生资源逐年锐减,药材质量良莠不齐,已不能满足应用需要,选择优良红禾麻种质资源进行野生驯化研究及规范化种植研究十分必要。通过查阅文献分析,目前对红禾麻的研究报道较少,向明等^[4-6]研究湖北产红禾麻中总香豆素是其镇痛抗炎和免疫抑制的作用物质,韩国学者 Yang 等^[7]对韩国产红禾麻研究表明黄酮类成分是其抗氧化的作用物质。本文采用 LC-MS-MS 技术进行了贵州产红禾麻药材地上部分化学成分鉴别,推测其主要含有芦丁异构体等黄酮类成分,但与相关文献报道的黄酮类成分质谱裂解信息不同,也未得到有关香豆素化合物质谱裂解信息。对贵州产红禾麻药材进行提取分离后,通过 NMR 技术鉴定得到黄酮类单体化合物槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁(芦丁异构体),并以之作为指标成分,建立红禾麻药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量测定方法,测定分析了 26 个产地红禾麻药材中该成分的含量差异,并以该成分含量为因变量,将气候因子与土壤因子相结合,运用系统的灰色关联度法^[8-10]分析影响不同产地红禾麻药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量差异性的环境因素,探讨环境因子对红禾麻药材品质形成机制的影响,为红禾麻药材的优良种源筛选、GAP 规范化种植以及该药材质量标准提升提供前期研究基础,以促进红禾麻资源的合理利用和相关产业的可持续健康发展。

1 材料

1100 系列高效液相色谱仪(美国安捷伦公司, DAD 检测器,四元梯度泵,安捷伦液相色谱系统化学工作站),Agilent SB-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 150 mm, 5 μm),AG135 型电子分析天平(瑞士 Mettler-

Toledo 公司),KQ-500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),FN101-2A 型电热恒温鼓风干燥箱(长沙仪器仪表厂),HH-4 型电热恒温水浴锅(无锡硕鼎化工科技有限公司)。槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁对照品(自制,纯度 > 98%);乙腈、甲醇均为色谱纯,乙醇、石油醚等试剂均为分析纯,水为自制蒸馏水。

所有药材样品均为课题组到各分布地点采集,并经贵阳中医学院孙庆文教授准确鉴定为荨麻科植物珠芽艾麻 *Laportea bulbifera* 的地上部分,晒干或阴干,粉碎过 40 目筛,置干燥器中备用。在采集不同产地红禾麻药材时,采用手持 GPS 基准定位仪,测定产地海拔、经度及纬度,并通过当地气象部门查询气象资料,获取如年平均温度、7 月平均温度、年均降水量、年均日照时数以及无霜期等数据,样品采集信息详见表 1。

2 方法与结果

2.1 红禾麻药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁的含量测定

2.1.1 色谱条件及系统适用性试验 Agilent SB-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 150 mm, 5 μm),流动相乙腈-甲醇-水(15:15:70)等度洗脱,流速 $1.0\ \text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$,柱温 $30\ ^\circ\text{C}$,检测波长 360 nm,进样体积 10 μL。理论塔板数按槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁峰计算不低于 2 500,分离度 > 1.5。

2.1.2 对照品溶液的制备 精密称取槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁对照品适量,加甲醇使溶解,分别配制成 0.130, 0.500 g·L⁻¹ 的对照品溶液,作为储备液,备用。

2.1.3 供试品溶液的制备 取红禾麻药材粉末约 1.5 g,精密称定,置 50 mL 具塞锥形瓶中,精密加入 70% 乙醇 15 mL,称定质量,超声处理(功率 100 W,频率 40 kHz)45 min,取出,放冷,加 70% 乙醇补足缺失的质量,摇匀,过滤,取续滤液经 0.45 μm 微孔滤膜过滤,即得。

表 1 不同产地红禾麻药材采集信息及对应产地气候因子数据

Table 1 Collected information of *Laportea bulbifera* and climate factors in different producing areas

No.	产地	采集时间	海拔 /m	纬度 N /度	经度 E /度	年均气温 /℃	年均日照时数/h	年均降水量 /mm	7 月均温 /℃	无霜期 /d
1	贵州赫章县韭菜坪	2013-05-31	2 517.3	26.859 965	104.697 022	13.4	1 445.8	854.1	22.0	245
2	贵州赫章县韭菜坪	2013-05-31	2 516.6	26.859 864	104.696 961	13.4	1 445.8	854.1	22.0	245
3	贵州赫章县水塘乡	2013-06-01	2 095.6	27.074 325	104.615 547	13.4	1 445.8	854.1	22.0	245
4	贵州威宁县盐仓镇	2013-06-01	2 380.6	26.944 047	104.408 548	11.2	1 812.0	950.9	17.0	210
5	贵州威宁县二塘镇	2013-06-02	2 474.4	26.706 144	104.628 671	11.2	1 812.0	950.9	17.0	210
6	贵州贵阳市水田镇	2013-06-11	1 346.0	26.443 172	106.455 413	15.3	1 354.0	1 129.5	24.0	270
7	贵州修文六屯引种	2013-07-13	1 113.0	26.305 529	107.015 217	15.3	1 354.0	1 129.5	24.0	270
8	贵州修文六屯引种	2013-07-13	1 113.0	26.305 529	107.015 217	15.3	1 354.0	1 129.5	24.0	270
9	贵州威宁黑石头镇	2013-08-01	1 811.8	26.763 236	104.136 866	11.2	1 812.0	950.9	17.0	210
10	贵州梵净山零步	2013-08-19	1 700.2	27.896 292	108.722 288	16.0	1 300.0	1 240.0	27.5	295
11	贵州梵净山蘑菇石	2013-08-20	2 285.3	27.912 732	108.693 364	16.0	1 300.0	1 240.0	27.5	295
12	贵州梵净山新金顶	2013-08-20	2 243.1	27.910 249	108.692 162	16.0	1 300.0	1 240.0	27.5	295
13	贵州梵净山回香坪	2013-08-20	1 791.1	27.901 592	108.703 905	16.0	1 300.0	1 240.0	27.5	295
14	贵州松桃县乌罗镇	2013-08-22	819.8	27.970 945	108.776 036	16.5	1 228.0	1 378.3	27.3	293
15	贵州松桃县乌罗镇	2013-08-22	816.2	27.971 136	108.778 266	16.5	1 228.0	1 378.3	27.3	293
16	贵州台江县金红阳	2013-10-02	908.0	26.593 469	108.312 478	16.5	1 239.3	1 133.0	25.4	286
17	贵州台江县金红阳	2013-10-02	948.0	26.584 389	108.320 865	16.5	1 239.3	1 133.0	25.4	286
18	贵州台江县展新村	2013-10-03	1 650.4	26.576 807	108.345 461	16.5	1 239.3	1 133.0	25.4	286
19	贵州剑河县白道村	2013-10-04	639.9	26.388 810	108.414 595	16.7	1 186.0	1 220.0	26.4	300
20	贵州开阳紫江地缝	2013-11-17	1 015.8	26.916 523	107.033 617	12.8	1 084.7	1 258.5	22.3	277
21	贵州开阳紫江地缝	2013-11-17	1 024.4	26.923 006	107.038 743	12.8	1 084.7	1 258.5	22.3	277
22	贵州贵阳水田上水村	2014-08-24	1 320.5	26.752 162	106.827 413	12.8	1 084.7	1 258.5	22.3	277
23	贵州修文县六屯	2014-06-27	1 245.5	26.971 421	106.843 154	12.6	1 324.9	1 235.2	22.5	270
24	贵州都匀斗篷山	2014-07-23	1 945.2	26.053 214	107.696 241	16.1	1 158.0	1 431.1	24.8	300
25	吉林抚松县松江河	2014-09-07	2 350.4	42.194 452	127.484 482	4.0	2 352.5	800.0	23.9	140
26	云南昆明富民老青山	2014-10-23	2 515.0	25.153 150	102.260 700	15.8	2 287.0	846.5	19.7	245

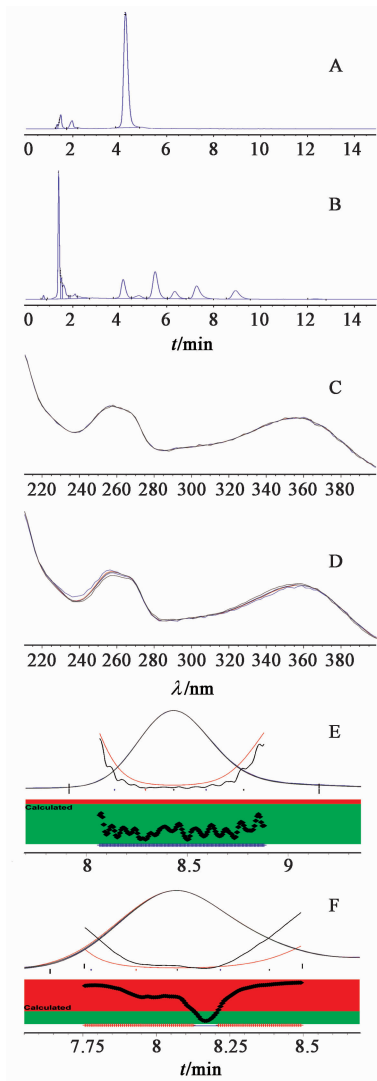
2.1.4 专属性考察 精密吸取槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁对照品溶液和供试品溶液各 10 μL, 注入高效液相色谱仪, 测定, 记录色谱图, 结果表明对照品和供试品中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁峰的保留时间和 UV 光谱图一致, 且其纯度因子 999.213, 999.421, 峰纯度良好, 表明该方法具有专属性, 结果见图 1。

2.1.5 线性关系考察 精密量取不同体积的槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁对照品溶液, 配制成质量浓度分别为 0.008 30, 0.020 8, 0.052 0, 0.130, 0.200, 0.500 g·L⁻¹ 的系列对照品溶液。按 2.1.1 项下色谱条件, 进样测定, 以对照品的进样量 (X) 为横坐标, 峰面积 (A) 为纵坐标, 进行回归处理, 得回归方

程为 $Y = 753.32X - 6.78 (r = 0.9999)$, 表明槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁在 0.083 0 ~ 5.00 μg 与峰面积呈良好线性关系。

2.1.6 精密度试验 取质量浓度为 1.30 mg·L⁻¹ 的槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁对照品溶液, 按 2.1.1 项下色谱条件, 进样 10 μL, 连续进样 6 次测定, 结果峰面积 RSD 1.8%, 表明仪器精密度良好。

2.1.7 重复性试验 取红禾麻药材样品 (贵州赫章县水塘乡种源药材) 6 份, 每份约 1.5 g, 精密称定, 按 2.1.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.1.1 项下色谱条件, 分别进样测定, 计算槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁质量分数为 1.312 mg·L⁻¹, RSD 为 1.7%, 表明本方法测定的重复性良好。



A. 槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁对照品溶液 HPLC; B. 供试品溶液 HPLC; C. 槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁色谱峰 UV 光谱; D. 供试品中与对照品相同保留时间色谱峰 UV 光谱; E. 槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁色谱峰纯度; F. 供试品中与对照品相同保留时间色谱峰纯度

图 1 红河麻供试品溶液 HPLC, UV 光谱及色谱峰纯度

Fig. 1 HPLC chromatograms and UV spectrogram of sample solution and sample solution corresponding chromatographic peak

2.1.8 稳定性试验 取红禾麻药材样品(贵州赫章县水塘乡种源药材)约 1.5 g,精密称定,按 2.1.3 项下方法制备供试品溶液,按 2.1.1 项下色谱条件,分别于 0, 2, 4, 8, 12, 24 h 进样测定,结果槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁峰面积的 RSD 为 2.4%,表明供试品溶液在 24 h 内基本稳定。

2.1.9 加样回收率试验 取红禾麻药材样品(贵州赫章县水塘乡种源药材)9 份,每份约 0.75 g,精密称定,按 2.1.3 项下方法制备供试品溶液,分别按质量分数的 80%, 100%, 120% 3 个水平加入槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁对照品,按 2.1.3 项下方法制

备供试品溶液,按 2.1.1 项下色谱条件,进样测定,结果槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁平均加样回收率分别为 97.45%, 99.30%, 102.58%, RSD 分别为 2.4%, 1.5%, 1.2%,表明本方法测定的准确度较高,结果见表 2。

表 2 红河麻中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁加样回收率试验

Table 2 Result of average recovery test of quercetin-3-rutinoside in *Laportea bulbifera*

称样量 /g	样品中量 /mg	加样量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%	平均值 /%	RSD /%
0.750 6	0.985	0.780	1.759	99.23	97.44	2.3
0.750 0	0.984	0.780	1.724	94.87		
0.750 7	0.985	0.780	1.751	98.21		
0.750 2	0.984	0.910	1.902	100.88	99.30	1.5
0.750 5	0.985	0.910	1.876	97.91		
0.750 1	0.984	0.910	1.886	99.12		
0.750 9	0.985	1.250	2.253	101.44	102.59	1.2
0.750 7	0.985	1.250	2.284	103.92		
0.750 9	0.985	1.250	2.265	102.40		

2.1.10 样品含量测定 取不同产地红禾麻药材样品,分别按 2.1.3 项下方法制备供试品溶液,按 2.1.1 项下色谱条件,进样测定,记录槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁色谱峰面积,采用外标一点法,分别计算干品药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁的平均含量,结果见表 3。

2.2 红禾麻药材产地土壤养分的含量测定

2.2.1 土壤中铵态氮、速效磷、有效钾及 pH 的测定 将不同红禾麻种质资源产地土壤样品,采用 TPY-6 型土壤养分速测仪并按照其测定方法,测定其铵态氮、速效磷、有效钾的含量及 pH,结果见表 4。

2.2.2 土壤水分的测定 按照 2015 年版《中国药典》四部水分测定法(第二法),测定土壤水分^[11],结果见表 4。

2.3 环境因子与苗药红禾麻中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量灰色关联度分析 应用统计软件 DPS7.55 版,以 26 个产地红禾麻中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量作为母因素,以 26 个产地的环境因子为子因素,数据转换方式选择标准化,分辨系数取 0.5,计算出不同产地苗药红禾麻中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量与环境因子的灰色关联度,结果见表 5。结果显示各环境因子对苗药红禾麻中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量影响为无霜期天数($r = 1.00$) =

表 3 不同产地苗药红禾麻药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁质量分数 ($n=3$)

Table 3 Result of quercetin-3-rutinoside content in *Laportea bifera* in different producing area ($n=3$)

No.	采集产地	槲皮黄酮-3-芸香苷· 芦丁/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$
1	贵州赫章韭菜坪	0.112
2	贵州赫章韭菜坪	0.736
3	贵州赫章水塘乡	1.335
4	贵州威宁盐仓镇	0.450
5	贵州威宁二塘镇	-
6	贵州贵阳水田安多	4.969
7	贵州修文六屯引种	-
8	贵州修文六屯引种	-
9	贵州威宁黑石头镇	0.272
10	贵州梵净山零步	-
11	贵州梵净山蘑菇石	-
12	贵州梵净山新金顶	0.500
13	贵州梵净山回香坪	0.702
14	贵州松桃县乌罗镇	-
15	贵州松桃县乌罗镇	-
16	贵州台江县金红阳山脚	0.529
17	贵州台江县金红阳中部	-
18	贵州台江县展新村	-
19	贵州剑河县白道村	-
20	贵州开阳县紫江地缝灌丛林中	0.095
21	贵州开阳县紫江地缝疏林中	-
22	贵州贵阳水田镇上水村	2.395
23	贵州修文县六屯	1.749
24	贵州都匀斗篷山	-
25	吉林抚松县松江河	-
26	云南昆明富民老青山	-

注:表中“-”表示未检出槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量。

经度 ($r=1.00$) > 7 月均温 ($r=0.99$) > 年均气温 ($r=0.98$) > 年均日照数 ($r=0.94$) = 土壤水分 ($r=0.94$) > 年均降水量 ($r=0.93$) = 纬度 ($r=0.93$) > 土壤 pH ($r=0.91$) > 土壤铵态氮 ($r=0.89$) > 土壤速效磷 ($r=0.85$) > 海拔 ($r=0.84$) > 土壤有效钾 ($r=0.83$), 表明无霜期和经度是槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁积累过程中的关键因素, 对红禾麻药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量影响较大的均是气候因子。土壤因子影响相对较小, 从关联度结果得到在栽培过程中可以通过对无霜期、年均气温、7 月均温、年均日照数、年均降水量、土壤水分 6 个环境因子适

表 4 土壤因子的含量测定

Table 4 Content result of soil factors

No.	铵态氮 $\text{N}/\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	速效磷 $\text{P}/\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	有效钾 $\text{K}/\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	pH	水分 /%
1	151.0	60.0	495.0	6.55	13.92
2	61.0	60.0	825.0	6.71	11.48
3	57.0	30.0	111.5	5.91	15.77
4	54.0	150.0	224.5	7.37	14.44
5	18.0	120.0	281.5	7.63	7.30
6	9.5	55.0	74.5	5.96	2.22
7	9.0	30.0	42.0	6.22	3.16
8	9.0	30.0	42.0	6.22	3.16
9	22.0	35.0	96.0	7.06	6.12
10	51.0	32.5	485.0	7.55	10.22
11	22.0	32.5	349.5	7.37	5.31
12	11.0	32.5	178.0	7.66	3.85
13	40.0	127.5	578.0	6.53	8.43
14	107.0	30.3	128.0	4.55	5.37
15	28.0	50.0	128.0	6.70	3.12
16	59.9	6.0	358.0	5.07	4.29
17	75.3	8.4	699.5	5.09	7.01
18	28.6	5.1	533.0	5.78	4.42
19	31.3	5.2	458.0	5.81	5.09
20	23.3	16.6	849.5	7.87	7.08
21	21.3	17.4	174.5	7.89	4.30
22	22.4	18.9	133.0	7.80	8.18
23	32.5	5.4	3150.0	5.62	3.86
24	20.8	7.0	299.0	6.55	2.76
25	46.3	8.1	1966.0	6.06	11.12
26	15.1	6.7	1100.0	8.58	10.75

当调整, 增加槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁积累, 从而提高苗药红禾麻药材的品质。

3 讨论

本实验以红禾麻药材中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁的提取效率高, 与干扰峰达到完全分离和峰形对称性好为依据, 进行了提取方法、提取时间、提取溶剂等提取条件考察, 并对色谱柱、流动相、检测波长等测定条件进行优化, 确定供试品溶液制备方法 & 色谱条件。

由表 3 可知, 样品采集时间和产地差异对槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量有影响, 尤其以产地差异影响较大, 在 26 批红禾麻药材中半数以上产地如威宁二塘镇、修文六屯引种、梵净山零步、梵净山蘑菇

表 5 环境因子与苗药红禾麻中槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量灰色关联度

Table 5 Grey correlation degree between quercetin-3-rutinoside and environmental factors in Guizhou Miao medicine *Laportea bifera*

环境因子	关联度
海拔/m	0.84
纬度 N/°	0.93
经度 E/°	1.00
年均气温/℃	0.98
年均日照时数/h	0.94
年均降水量/mm	0.93
7 月均温/℃	0.99
无霜期/d	1.00
铵态氮 N /mg·kg ⁻¹	0.89
速效磷 P/mg·kg ⁻¹	0.85
有效钾 K/mg·kg ⁻¹	0.83
pH	0.91
水分/%	0.94

石、松桃县乌罗镇、台江县、剑河县、都匀斗篷山、吉林抚松县、昆明富民的药材均未检出槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁,以贵阳水田、修文县六屯产地的红禾麻药材含量最高。本文所建立的红禾麻药材中黄酮类成分槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量测定方法简便快速、准确可行,可作为红禾麻药材的质量控制方法,为《贵州省中药材、民族药材质量标准》(2003 年版)收录的红禾麻药材质量标准的提升及红禾麻种质资源的选育提供了实验基础。

灰色关联度分析法是根据因素之间发展趋势的相似或相异程度,利用各子因素间的数值关系对一个动态发展变化的系统进行量化分析的一种方法。该方法简单易行,准确可靠,可以克服相关性、回归分析法的不足和局限性^[12],因此被广泛应用于生态环境、中药质量、临床诊断及药物疗效指标的优劣评价。本实验以苗药红禾麻药材中黄酮类成分槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量作为母因素,以各环境因子作为子因素,确定主要环境因子。研究结果表明通

过调整不同环境因子,可以加快植株的生长发育,增加有效成分积累,提高红禾麻药材的品质,同时通过环境因子与槲皮黄酮-3-芸香苷·芦丁含量间的关联程度来指导红禾麻的适宜产区,为该药材的优良种质资源筛选及 GAP 规范化种植提供前期研究基础。

[参考文献]

[1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草(苗药卷)[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2005:283-284.

[2] 贵州省食品药品监督管理局. 贵州省中药材、民族药材质量标准[S]. 贵阳:贵州科技出版社,2003:187.

[3] 罗迎春,孙庆文. 贵州民族常用天然药物. 第 2 卷[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2013:231-232.

[4] 向明,陶恩,储潼,等. 红活麻有效部位干预 II 型胶原所致关节炎的作用[J]. 中国药理学通报,2006,26(10):1201-1205.

[5] Hou W R, Su Z Q, Pi H F, et al. Immunosuppressive constituents from *Urticadentata* Hand[J]. J Asian Nat Prod Res,2010,12(8):707-713.

[6] 苏志强,赵增宇,谢胜男,等. 红禾麻提取物镇痛抗炎和免疫抑制活性研究[J]. 中国药理学通报,2009,25(4):559-560.

[7] Yang M C, Choi S Z, Lee S O, et al. Flavonoid constituents and their antioxidant activity of *Laportea bifera* Weddell[J]. Kor J Pharmacogn,2003,34(1):18-24.

[8] 李倩,梁宗锁,董娟娥,等. 丹参品质与主导气候因子的灰色关联度分析[J]. 生态学报,2010,30(10):2569-2575.

[9] 王宗权,贾继明,宋剑. 黄芩皂苷成分与环境因子的灰色关联度分析[J]. 中草药,2010,41(10):1709-1712.

[10] 蔡萍,刘才英,梁雪娟,等. 杜仲药材有效成分与环境因子的灰色关联度分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(23):10-14.

[11] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 四部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2015:37-40,103-105.

[12] 孙芳芳. 浅议灰色关联度分析法及其应用[J]. 科技信息,2010,27(17):364-366.

[责任编辑 顾雪竹]