不同产地鱼腥草药材质量的综合评价Δ

温倪婷[1*]，杨昌贵[1]，周　涛[1]，康传志[2]，赵　丹[1]，王　升[2]，江维克[1#]（1.贵州中医药大学中药民族药资源研究院，贵阳　550025；2.中国中医科学院中药资源中心，北京　100700）

中图分类号　R917；R284.1　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408（2024）04-0425-05
DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2024.04.08

摘　要　目的　评价不同产地鱼腥草药材的综合质量。**方法**　以总黄酮、浸出物、水分、总灰分、酸不溶性灰分为指标，采用熵权法对各指标客观赋权，以灰色关联度分析法计算的相对关联度（r_i）为测度，综合评价鱼腥草药材的质量。**结果**　总黄酮、总灰分、水分、酸不溶性灰分、浸出物的权重分别为0.295 5、0.227 3、0.188 7、0.145 1、0.143 4，总黄酮和总灰分的权重相对较大。30批药材的r_i为0.233 2～0.673 9，以广西壮族自治区全州县和资源县产样品的平均r_i最高，分别为0.638 3、0.598 7，其次为广西壮族自治区灵川县（0.556 1）和云南省建水县（0.452 8），上述产地药材质量整体较好且稳定。**结论**　熵权法结合灰色关联度分析法可用于综合评价鱼腥草药材的质量；广西壮族自治区全州县产的鱼腥草药材整体质量最优。

关键词　鱼腥草；灰色关联度分析法；熵权法；多指标；综合评价

Comprehensive evaluation of the quality of *Houttuynia cordata* from different producing areas

WEN Niting[1], YANG Changgui[1], ZHOU Tao[1], KANG Chuanzhi[2], ZHAO Dan[1], WANG Sheng[2], JIANG Weike[1]（1. Resource Institute for Chinese & Ethnic Materia Medica, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550025, China; 2. National Resource Center for Chinese Materia Medica, Chinese Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China）

ABSTRACT　OBJECTIVE To evaluate the comprehensive quality of *Houttuynia cordata* from different producing areas. **METHODS** Using total flavonoids, water-soluble extract, moisture, total ash and acid-insoluble ash as indicators, the entropy weight method was used to objectively weigh each indicator, and the relative correlation degree (r_i) calculated by grey correlation method was used as a measure to comprehensively evaluate the quality of *H. cordata*. **RESULTS** The weights of total flavonoids, total ash, moisture, acid-insoluble ash, and water-soluble extract were 0.295 5, 0.227 3, 0.188 7, 0.145 1, and 0.143 4, respectively. The weights of total flavonoids and total ash were relatively large. The r_i of 30 batches of *H. cordata* ranged from 0.233 2 to 0.673 9; the average r_i of samples from Quanzhou County and Ziyuan County of Guangxi Zhuang Autonomous Region were the highest, which were 0.638 3 and 0.598 7, respectively, followed by samples from Lingchuan County of Guangxi Zhuang Autonomous Region (0.556 1) and Jianshui County of Yunnan Province (0.452 8). The quality of medicinal materials produced in the above producing areas was generally good and stable. **CONCLUSIONS** Entropy weight method combined with the grey correlation method can be used to comprehensively evaluate the quality of *H. cordata*. The overall quality of *H. cordata* produced in Quanzhou County of Guangxi Zhuang Autonomous Region is the best.

KEYWORDS　*Houttuynia cordata*; grey correlation method; entropy weight method; multi-index; comprehensive evaluation

鱼腥草为三白草科植物蕺菜*Houttuynia cordata* Thunb.的新鲜全草或干燥地上部分，具有清热解毒、消痈排脓、利尿通淋的功效[1]。2020年版《中国药典》中有近20个中成药以其为原料，西南地区民间以其作为蔬菜食用，贵州、四川、广东、广西、湖北和湖南等地有栽培[2]。有文献报道，产地是影响鱼腥草药材质量的关键因素，不同产地间鱼腥草中黄酮类成分的含量差异可达20倍[3]。因此，系统分析不同产地鱼腥草药材质量是确保药材质量稳定的关键。目前，鱼腥草药材质量的评价多以2020年版《中国药典》中水分、浸出物和酸不溶性灰分含量为指标，或采用指纹图谱、一测多评法等单一模式对药材质量进行评价，不能综合体现药材质量。

熵权法是一种广泛应用的多目标决策算法，是解决多个不相容问题和方法的有力工具[4]；灰色关联度分析法能较好地反映数据间的非线性关系[5]；二者合用可对药材质量的各评价指标进行客观赋值，避免主观性和不确定性，能进一步提高灰色关联度分析模型的评价精

Δ**基金项目**　国家中药材产业技术体系项目；贵州省高层次创新型人才项目（No.黔科合平台人才〔2018〕5638）；贵州省教育厅高校科研平台项目（No.黔教技〔2022〕021号）；中国中医科学院科技创新工程项目

＊**第一作者**　硕士研究生。研究方向：中药及民族药资源分类鉴定及质量控制。E-mail：1368455374@qq.com

＃**通信作者**　教授，硕士生导师，硕士。研究方向：中药资源评价与开发。E-mail：jwk88@163.com

度，是一种有效评价中药材质量的综合模式。

有研究发现，鱼腥草中总黄酮、浸出物具有抗炎、抗菌、抗病毒等药理作用[6]，这与其清热解毒、消痈排脓的功效相符。此外，鱼腥草采挖清洗时容易带入泥土、砂石等无机杂质，会影响药材的净度，因此总灰分可作为评价药材净度的指标[7]。基于此，本研究以总黄酮、浸出物、水分、总灰分、酸不溶性灰分含量为指标，采用熵权法结合灰色关联度分析法对不同产地的鱼腥草药材质量进行综合评价，建立其质量评价的新模式，旨在为全面、客观评价鱼腥草药材质量提供依据。

1 材料

1.1 主要仪器

本研究所用主要仪器包括MS205DU型电子天平和ME204型电子天平（瑞士Mettler Toledo公司）；UV-2700型紫外分光光度计[岛津仪器（苏州）有限公司]；101-2AB型电热鼓风干燥箱（天津市泰斯特仪器有限公司）；DK-98-IIA型电热恒温水浴锅（天津市恒奥科技发展有限公司）；FL-UP-JX-30型纯水仪（苏州飞鹿环保科技有限公司）。

1.2 药材与试剂

芦丁对照品（批号DSTDL001701，纯度≥99%）购自成都乐美天医药科技有限公司；亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠、乙醇、盐酸均为分析纯，水为超纯水。

30批鱼腥草药材样品（编号S1～S30）经贵州中医药大学中药民族药资源研究院江维克教授鉴定为三白草科植物蕺菜*H. cordata* Thunb.的干燥地上部分。所有药材样品经干燥后粉碎，保存于自封袋中。样品来源信息见表1。

表1 30批不同产地鱼腥草药材的来源信息

编号	采样地点	海拔/m	经度/°	纬度/°	采集时间
S1～S3	湖南省怀化市鹤城区	239.07	109.93	27.59	2021年8月18日
S4～S6	湖南省怀化市中方县	247.87	110.17	27.49	2021年8月18日
S7～S9	广西壮族自治区桂林市灵川县	184.88	110.48	25.35	2021年8月21日
S10～S12	广西壮族自治区桂林市全州县	172.01	111.00	25.96	2021年8月25日
S13～S15	广西壮族自治区桂林市资源县	528.28	110.70	26.28	2021年8月26日
S16～S18	贵州省黔东南苗族侗族自治州麻江县	947.01	107.61	26.45	2021年9月12日
S19～S21	贵州省黔南布依族苗族自治州都匀市	808.11	107.51	26.34	2021年9月13日
S22～S24	云南省大理白族自治州弥渡县	1 682.00	100.51	25.29	2021年9月29日
S25～S27	云南省红河哈尼族彝族自治州建水县	1 380.00	108.27	23.72	2021年9月25日
S28～S30	云南省保山市隆阳区	810.00	98.53	25.26	2021年9月4日

2 方法与结果

2.1 总黄酮的含量测定

2.1.1 对照品溶液的制备

精密称定芦丁对照品135.10 mg，置于100 mL容量瓶中，用50%乙醇溶解并定容，制得质量浓度为1.351 mg/mL的对照品储备液。精密吸取上述储备液15 mL，置于100 mL容量瓶中，用50%乙醇定容，即得质量浓度为0.202 7 mg/mL的对照品溶液。

2.1.2 供试品溶液的制备

取鱼腥草药材样品粉末（过三号筛），约0.5 g，精密称定，置于150 mL锥形瓶中，精密加入50%乙醇50 mL，水浴回流45 min，放冷，用50%乙醇补足减失的质量，摇匀，滤过，即得。

2.1.3 线性关系考察

精密吸取“2.1.1”项下对照品溶液1.0、2.0、3.0、4.0、6.0 mL，分别置于25 mL容量瓶中，加入50%乙醇至6 mL，精密加入7%亚硝酸钠溶液0.3 mL、10%硝酸铝溶液0.7 mL，摇匀，放置6 min，加入4%氢氧化钠溶液15 mL，加入50%乙醇至刻度，摇匀，放置15 min，于502 nm波长处测定吸光度。以对照品的质量浓度为横坐标（x）、吸光度为纵坐标（y）绘制标准曲线，得到芦丁的回归方程为$y=11.878x+0.046$（$r=0.999\ 5$），表明芦丁检测质量浓度在0.008 1～0.048 6 mg/mL范围内线性关系良好。

2.1.4 精密度试验

精密吸取“2.1.2”项下供试品溶液（编号S28）1 mL，置于25 mL容量瓶中，加入50%乙醇至6 mL，按“2.1.3”项下方法显色后，于502 nm波长处连续测定6次吸光度。结果显示，吸光度的RSD为0.64%（$n=6$），表明方法精密度良好。

2.1.5 稳定性试验

取鱼腥草药材样品（编号S28），精密称定，按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液，分别于静置0、2、4、6、24 h后精密吸取1 mL，置于25 mL容量瓶中，加入50%乙醇至6 mL，按“2.1.3”项下方法显色后，于502 nm波长处测定吸光度。结果显示，吸光度的RSD为1.19%（$n=5$），表明样品在室温下放置24 h内稳定性良好。

2.1.6 重复性试验

取同批鱼腥草药材样品（编号S28）粉末，共6份，精密称定，按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.1.3”项下方法显色后，于502 nm波长处测定吸光度，并按标准曲线计算总黄酮含量（以芦丁计）。结果显示，样品含量的RSD为1.68%（$n=6$），表明方法重复性良好。

2.1.7 加样回收率试验

取已知含量的鱼腥草药材样品（编号S28）粉末，共6份，每份0.25 g，精密称定，加入芦丁对照品13.51 mg，按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.1.3”项下方法显色后，于502 nm波长处测定吸光度并计算加样回收率。结果显示，芦丁的平均加样回收率为102.73%（RSD=1.57%，$n=6$）。

2.1.8 样品含量测定

取30批鱼腥草药材样品，按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液，再按“2.1.3”项下方法显色后，于502 nm波长处测定吸光度并按照标准曲线计算总黄酮含量（以芦丁计）。结果见表2。

表2　30批鱼腥草药材样品中总黄酮等5个指标的含量测定结果（n=3，%）

编号	总黄酮	浸出物	水分	总灰分	酸不溶性灰分	编号	总黄酮	浸出物	水分	总灰分	酸不溶性灰分
S1	3.35	24.94	7.30	13.02	2.73	S16	4.49	21.65	7.08	14.77	2.46
S2	4.17	23.47	7.08	13.31	1.96	S17	6.95	17.27	8.31	12.32	2.35
S3	4.71	21.16	7.34	12.04	1.85	S18	4.44	23.16	8.46	13.23	2.37
S4	11.18	23.33	7.56	10.52	3.39	S19	8.81	18.12	7.36	11.10	3.93
S5	6.49	16.57	6.76	15.61	4.62	S20	7.38	12.21	7.83	12.92	5.65
S6	4.59	21.46	8.29	13.43	1.48	S21	4.98	14.62	7.67	11.77	3.82
S7	8.69	22.70	7.69	12.78	0.89	S22	5.57	22.39	7.81	13.46	1.52
S8	10.18	22.27	7.61	11.49	0.49	S23	6.28	23.04	7.79	13.79	2.62
S9	11.25	24.03	6.99	12.25	0.97	S24	6.30	21.54	8.21	13.13	1.54
S10	13.09	22.41	7.04	9.43	1.65	S25	13.56	23.07	8.04	12.98	3.08
S11	7.11	27.05	6.84	11.00	0.94	S26	10.21	23.72	7.80	12.61	2.33
S12	9.80	28.60	7.08	9.60	1.06	S27	13.64	23.34	7.91	13.70	3.39
S13	9.40	13.66	7.32	8.25	0.73	S28	5.55	20.03	7.50	13.49	2.73
S14	12.12	16.50	7.51	7.56	1.28	S29	7.59	20.21	7.71	12.67	1.83
S15	9.74	20.31	7.30	7.61	0.85	S30	6.75	22.26	7.57	14.99	5.44

2.2　浸出物、水分、总灰分和酸不溶性灰分的含量测定

本研究中的浸出物、水分、总灰分和酸不溶性灰分含量均按2020年版《中国药典》（四部）通则项下方法测定。结果见表2。

2.3　单指标分析不同产地鱼腥草药材质量

应用SPSS 26.0软件进行单因素方差分析，检验水准α=0.05。采用GraphPad Prism 8绘制鱼腥草药材总黄酮等5个指标的含量柱形图。从总黄酮含量来看，30批样品的含量为3.35%～13.64%，平均7.95%；以云南省建水县产样品的平均总黄酮含量最高（12.47%），与湖南省中方县（7.42%）、贵州省都匀市（7.06%）、云南省保山市隆阳区（6.63%）、云南省弥渡县（6.05%）、贵州省麻江县（5.29%）、湖南省怀化市鹤城区（4.08%）产样品比较有显著性差异（P<0.05）。平均总黄酮含量排名前5位的分别为云南省建水县、广西壮族自治区资源县、广西壮族自治区灵川县、广西壮族自治区全州县、湖南省中方县产样品。结果见表2、图1。

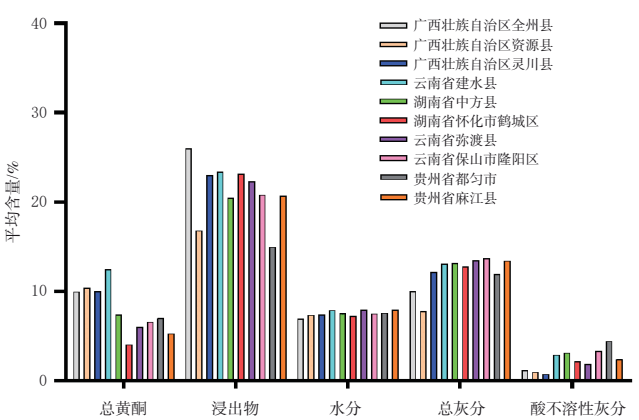


图1　不同产地鱼腥草药材样品中总黄酮等5个指标平均含量的柱形图

从浸出物含量来看，30批样品的含量为12.21%～28.60%，平均21.17%，均符合2020年版《中国药典》不得少于10.0%的规定；以广西壮族自治区全州县产样品的平均浸出物含量最高（26.02%），与广西壮族自治区资源县（16.82%）、贵州省都匀市（14.98%）产样品比较有显著性差异（P<0.05）。平均浸出物含量排名前5位的分别为广西壮族自治区全州县、云南省建水县、湖南省怀化市鹤城区、广西壮族自治区灵川县、云南省弥渡县产样品。结果见表2、图1。

从水分含量来看，30批样品的水分含量为6.76%～8.46%，平均7.56%，均符合2020年版《中国药典》不得过15.0%的规定；除贵州省麻江县（7.95%）产样品的平均水分含量与广西壮族自治区全州县（6.99%）产样品有显著性差异（P<0.05）外，其他产地的样品间水分含量差异不显著。结果见表2、图1。

从总灰分含量来看，30批样品的总灰分含量为7.56%～15.61%，平均12.16%，以广西壮族自治区资源县产样品的平均总灰分含量最低（7.81%），药材净度最高，除与广西壮族自治区全州县（10.01%）产样品差异不大外，与其他产地样品均有显著性差异（P<0.05）。结果见表2、图1。

从酸不溶性灰分含量来看，30批样品的酸不溶性灰分含量为0.49%～5.65%，平均2.33%，其中贵州省都匀市（4.47%）、云南省保山市隆阳区（3.33%）、湖南省中方县（3.16%）、云南省建水县（2.93%）产样品的平均酸不溶性灰分含量不符合2020年版《中国药典》不得过2.5%的规定。结果见表2、图1。

2.4　多指标分析不同产地鱼腥草药材质量

2.4.1　熵权法计算各指标权重

假设有n个样本，m个指标，由此组成评价单元序列$\{X_{ij}\}$（i=1，2，3……n；j=1，2，3……m；本研究中n=30，m=5）；分别按下列公式（1）和（2）对总黄酮、浸出物2个正向指标与水分、总灰分、酸不溶性灰分3个负向指标进行数据标准化处理[8]；再按公式（3）计算各指标的信息熵（E_j），按公式（4）计算各指标权重（W_j）。

$$Y_{ij}=[X_{ij}-\min(X_{ij})]/[\max(X_{ij})-\min(X_{ij})] \cdots\cdots (1)$$

$$Y_{ij}=[\max(X_{ij})-X_{ij}]/[\max(X_{ij})-\min(X_{ij})] \cdots\cdots (2)$$

$$E_j=-\ln(n)^{-1}\sum p_{ij}\ln(p_{ij}) \cdots\cdots (3)$$

$$W_j=(1-E_j)/\sum(1-E_j) \cdots\cdots (4)$$

公式（3）中，$p_{ij}=Y_{ij}/\sum Y_{ij}$，若$p_{ij}$=0，则定义$\ln(p_{ij})$=0。

权重系数体现了指标的信息量，同一指标在不同对象中的客观权重不同，公式（3）中的E_j可用来判断各指标的离散程度，E_j越小表示该指标的离散程度越大，该指标对综合评价的影响（即W_j）越大[9]。本研究中5个指标的E_j由小到大依次为总黄酮（0.934 1）＜总灰分（0.949 3）＜水分（0.957 9）＜酸不溶性灰分（0.967 6）＜浸出物（0.968 0）；W_j由大到小依次为总黄酮（0.295 5）＞总灰分（0.227 3）＞水分（0.188 7）＞酸不溶性灰分（0.145 1）＞浸出物（0.143 4），总黄酮和总灰分的权重相对较大，表明这两个指标对鱼腥草药材的质量影响较大。

2.4.2　灰色关联度分析法的建立

（1）参考序列的选择。设样品有n批，每批样品有m个评价指标，组成评价单元序列$\{X_{ik}\}$（i=1，2，3……n；k=1，2，3……m；本研究中n=30，m=5）。为了统一评价标准，采用低指标高优化的方法，将水分、总灰分、酸不溶性灰分3个指标进行倒数转换[10]。统一标准后，得到最优参考序列$\{X_{sk}\}$和最差参考序列$\{X_{tk}\}$（k=1，2，3……m），其中最优参考序列的各指标为n个样品对应指标的最大值，最差参考序列的各指标为n个样品对应指标的最小值。

（2）原始数据标准化处理。按公式（5）对原始数据进行标准化处理。式中，X_{ik}为原始数据，X_k为样品第k个指标的均值。

$$Y_{ik}=X_{ik}/X_k \quad (5)$$

（3）关联系数计算。按公式（6）计算相对于最优参考序列$\{Y_{sk}\}$的关联系数，按公式（7）计算相对于最差参考序列$\{Y_{tk}\}$的关联系数，式中分辨系数（ρ）为“2.4.1”项下计算所得权重，即W_k。

$$\xi_{k(s)}=(\Delta_{\min}+\rho\Delta_{\max})/(|Y_{ik}-Y_{sk}|+\rho\Delta_{\max}) \quad (6)$$

$$\Delta_{\min}=\min|Y_{ik}-Y_{sk}|,\Delta_{\max}=\max|Y_{ik}-Y_{sk}|$$

$$\xi_{k(t)}=(\Delta_{\min}+\rho\Delta_{\max})/(|Y_{ik}-Y_{tk}|+\rho\Delta_{\max}) \quad (7)$$

$$\Delta_{\min}=\min|Y_{ik}-Y_{tk}|,\Delta_{\max}=\max|Y_{ik}-Y_{tk}|$$

2.4.3　灰色关联度的计算

30批鱼腥草药材相对于最优参考序列的关联度$r_{i(s)}$和最差参考序列的关联度$r_{i(t)}$分别按公式（8）和（9）计算。结果见表3。

$$r_{i(s)}=\frac{1}{n}\sum\xi_{k(s)} \quad (8)$$

$$r_{i(t)}=\frac{1}{n}\sum\xi_{k(t)} \quad (9)$$

表3　30批鱼腥草药材样品的相对关联度与药材质量排序结果

批次	$r_{i(s)}$	$r_{i(t)}$	r_i	排序	批次	$r_{i(s)}$	$r_{i(t)}$	r_i	排序
S1	0.262 5	0.505 3	0.341 9	21	S16	0.258 1	0.494 9	0.342 7	20
S2	0.275 2	0.438 1	0.385 8	15	S17	0.205 8	0.500 5	0.291 4	26
S3	0.241 8	0.403 1	0.374 9	18	S18	0.213 3	0.603 1	0.261 3	29
S4	0.310 7	0.354 2	0.467 3	9	S19	0.257 0	0.407 3	0.386 8	14
S5	0.355 2	0.574 8	0.381 9	16	S20	0.203 2	0.668 1	0.233 2	30
S6	0.209 2	0.512 8	0.289 7	27	S21	0.204 7	0.530 1	0.278 6	28
S7	0.270 7	0.322 7	0.456 2	12	S22	0.228 3	0.419 0	0.352 8	19
S8	0.449 4	0.265 2	0.628 9	3	S23	0.231 5	0.452 9	0.338 3	22
S9	0.374 8	0.268 0	0.583 1	7	S24	0.219 6	0.450 1	0.327 9	24
S10	0.427 7	0.255 0	0.626 5	4	S25	0.364 1	0.415 3	0.467 2	10
S11	0.431 3	0.270 4	0.614 6	6	S26	0.277 1	0.372 5	0.426 6	13
S12	0.489 3	0.236 8	0.673 9	1	S27	0.371 4	0.428 0	0.464 6	11
S13	0.349 3	0.317 6	0.523 8	8	S28	0.223 0	0.455 7	0.328 6	23
S14	0.456 1	0.276 3	0.622 8	5	S29	0.233 1	0.382 0	0.379 0	17
S15	0.436 7	0.235 7	0.649 5	2	S30	0.231 1	0.556 2	0.293 5	25

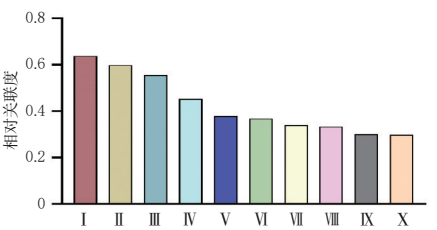
2.4.4　相对关联度计算

按公式（10）计算评价单元序列的相对关联度（r_i），r_i越大表示质量越好[11]。结果见表3。

$$r_i=r_{i(s)}/[r_{i(s)}+r_{i(t)}] \quad (10)$$

2.4.5　30批鱼腥草药材样品的质量排序

结果显示，30批鱼腥草药材的r_i为0.233 2～0.673 9，有12批样品的r_i>0.45，主要来自广西壮族自治区全州县、资源县、灵川县。广西壮族自治区全州县和资源县产样品的r_i值分别为0.638 3（0.614 6～0.673 9）、0.598 7（0.523 8～0.649 5），表明这两地所产鱼腥草药材质量较好且稳定；湖南省中方县、湖南省怀化市鹤城区、云南省弥渡县、云南省保山市隆阳区、贵州省都匀市、贵州省麻江县产样品r_i分别为0.379 6（0.289 7～0.467 3）、0.367 5（0.341 9～0.385 8）、0.339 7（0.327 9～0.352 8）、0.333 7（0.293 5～0.379 0）、0.299 5（0.233 2～0.386 8）、0.298 5（0.261 3～0.342 7），药材质量总体较差；广西壮族自治区灵川县、云南省建水县产样品的r_i分别为0.556 1（0.456 2～0.628 9）、0.452 8（0.426 6～0.467 2），药材质量居中。结果见表3、图2。



Ⅰ：广西壮族自治区全州县；Ⅱ：广西壮族自治区资源县；Ⅲ：广西壮族自治区灵川县；Ⅳ：云南省建水县；Ⅴ：湖南省中方县；Ⅵ：湖南省怀化市鹤城区；Ⅶ：云南省弥渡县；Ⅷ：云南省保山市隆阳区；Ⅸ：贵州省都匀市；Ⅹ：贵州省麻江县。

图2　30批鱼腥草药材样品相对关联度的柱形图

3　讨论

本研究基于单一指标对30批鱼腥草药材样品的质量进行了评价。结果显示，总黄酮等5个指标含量存在较大的差异，因此需采取多个指标综合评价鱼腥草药材的质量。

相对关联度分析结果显示，30批鱼腥草药材样品的r_i为0.233 2～0.673 9，表明不同产地鱼腥草药材的质量差异较大；其中有12批药材的r_i>0.45，以广西壮族自治区全州县产的药材整体质量最优，广西壮族自治区资源县、灵川县以及云南省建水县产样品排名靠前，其原因可能为这些产地建立了药用鱼腥草的规范化栽培基地，通过规范种植、采收、加工，从总体上提升了鱼腥草药材的质量；有18批药材的r_i<0.45，主要集中在湖南省怀化市鹤城区、云南省弥渡县、贵州省麻江县等地，药材样品整体质量较差，其中贵州省麻江县产鱼腥草质量最差，这可能与当地土壤特性、环境和地理位置有关[12]。此外，本研究发现，总黄酮、总灰分含量两个指标的权重系数排名靠前，是影响鱼腥草药材质量的重要指标，建议将总黄酮和总灰分纳入鱼腥草药材质量的控制标准中。

综上所述，熵权法结合灰色关联度分析法可用于综合评价鱼腥草药材的质量；广西壮族自治区全州县产的鱼腥草药材整体质量最优。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：一部[M]. 2020年版. 北京：中国医药科技出版社，2020：234-235.
National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: part Ⅰ [M]. 2020 edition. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020: 234-235.

[2] 张延智，刘佳乐，缪菊连，等. 鱼腥草地下部分挥发油成分的GC-MS分析[J]. 中国民族民间医药，2020，29(14)：25-27，37.
ZHANG Y Z, LIU J L, MIAO J L, et al. Analysis of the volatile components from the underground parts of herba houttuyniae by GC-MS[J]. Chin J Ethnomed Ethnopharmacy, 2020, 29(14): 25-27, 37.

[3] 张思荻，赖月月，杨超，等. 基于金丝桃苷和槲皮苷的鱼腥草含量测定及质量分析[J]. 中国现代中药，2018，20(5)：556-560，569.
ZHANG S D, LAI Y Y, YANG C, et al. Determination and quality analysis of two flavonoids in *Houttuynia cordata* Thunb. from different sources[J]. Mod Chin Med, 2018, 20(5): 556-560, 569.

[4] 石依姗，万青，汪秋兰，等. 基于熵权TOPSIS法和灰色关联度分析的藤茶药材等级研究[J]. 中草药，2022，53(17)：5504-5512.
SHI Y S, WAN Q, WANG Q L, et al. Research on grades of vine tea based on entropy TOPSIS method and grey correlation analysis[J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2022, 53(17): 5504-5512.

[5] 梁慧，陶晨璐，刘艳梅，等. 基于多指标含量测定结合化学计量学评价的石见穿质量研究[J]. 广东药科大学学报，2023，39(1)：51-60.
LIANG H, TAO C L, LIU Y M, et al. Study on the quality evaluation of *Salvia chinensis* based on multi-component quantitative analysis combined with chemometrics[J]. J Guangdong Pharm Univ, 2023, 39(1): 51-60.

[6] 肖娟，向安萍，张年凤. 鱼腥草的化学成分及药理作用研究进展[J]. 现代中西医结合杂志，2022，31(11)：1563-1567.
XIAO J, XIANG A P, ZHANG N F. Research progress on chemical constituents and pharmacological action of *Houttuynia cordata*[J]. Mod J Integr Tradit Chin West Med, 2022, 31(11): 1563-1567.

[7] 张萍，郭晓晗，金红宇，等. 2021年全国中药材及饮片质量分析[J]. 中国现代中药，2022，24(6)：939-946.
ZHANG P, GUO X H, JIN H Y, et al. Overall analysis on the quality of Chinese medicinal materials and decoction pieces in 2021[J]. Mod Chin Med, 2022, 24(6): 939-946.

[8] 李国超，卢慧娟，姬生国. 基于熵权法和灰色关联度分析法的夏枯草质量评价[J]. 中国药房，2022，33(24)：2995-2998，3004.
LI G C, LU H J, JI S G. Quality evaluation of *Prunella vulgaris* based on entropy weight method and grey correlation degree analysis method[J]. China Pharm, 2022, 33(24): 2995-2998, 3004.

[9] 史丛晶，白浩东，李雨昕，等. 基于熵权法结合灰色关联法和TOPSIS法的不同产地知母及盐知母质量评价研究[J]. 中国现代应用药学，2023，40(7)：873-880.
SHI C J, BAI H D, LI Y X, et al. Study on quality evaluation of Anemarrhenae Rhizoma and salt Anemarrhenae Rhizoma from different producing areas by gray correlation method and TOPSIS method based on entropy weight method[J]. Chin J Mod Appl Pharm, 2023, 40(7): 873-880.

[10] 周苏娟，麦小梅，赵斌，等. TOPSIS与灰色关联分析在不同产地炒苎蔚子质量评价中的应用[J]. 中国实验方剂学杂志，2015，21(15)：40-43.
ZHOU S J, MAI X M, ZHAO B, et al. TOPSIS and grey correlation analysis on quality of stir-baked Leonuri Fructus from different producing areas[J]. Chin J Exp Tradit Med Formulae, 2015, 21(15): 40-43.

[11] 吴国霞，杨秀娟，邓毅，等. 基于灰色关联度的当归及其不同药用部位质量评价研究[J]. 中国中医药信息杂志，2018，25(5)：77-81.
WU G X, YANG X J, DENG Y, et al. Study on quality evaluation of *Angelica sinensis* Radix and its different medicinal parts based on gray relational analysis[J]. Chin J Inf Tradit Chin Med, 2018, 25(5): 77-81.

[12] 吴丹，罗世琼，杨占南，等. 土壤养分及微生物特征对鱼腥草多酚和总黄酮的影响及相关性分析[J]. 中国中药杂志，2015，40(8)：1444-1452.
WU D, LUO S Q, YANG Z N, et al. Correlation analysis of nutrients and microorganisms in soils with polyphenols and total flavonoids of *Houttuynia cordata*[J]. China J Chin Mater Med, 2015, 40(8): 1444-1452.

（收稿日期：2023-09-13　修回日期：2024-01-26）
（编辑：陈　宏）