

基于熵权 TOPSIS 模型对当归不同栽培品种(品系)药材质量的综合评价

王明伟¹, 李硕^{1*}, 李敏², 李成义¹, 杨扶德¹

(1. 甘肃中医药大学, 兰州 730000; 2. 成都中医药大学, 成都 610075)

[摘要] 目的:依据 TOPSIS 法,评价当归不同栽培品种(品系)药材质量,为当归优良品种药材质量的控制提供参考。方法:以挥发油、阿魏酸、丁烯基苯酞、藁本内酯、欧当归内酯 A、多糖、总黄酮、浸出物含量为指标,借助 TOPSIS 法,构建基于多指标评价体系的当归药材质量综合评价 TOPSIS 模型。结果:岷归 4 号、岷归 3 号、野生当归药材质量较优,其次为岷县、漳县产当归,以及栽培品系 2000-01,栽培品种岷归 2 号,岷归 5 号,岷归 1 号;青海产当归药材质量较差。其中岷归 4 号挥发油含量是青海产当归的 1.48 倍,藁本内酯的含量是青海产当归的 1.69 倍。结论:通过上述研究,丁烯基苯酞、藁本内酯 2 个指标成分的含量测定及药材的特征指纹图谱可作为当归的质量评价指标。

[关键词] 当归;栽培品种;药材质量评价;熵权 TOPSIS 模型

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)05-0063-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2017050063

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20161207.1435.078.html>

[网络出版时间] 2016-12-07 14:35

Comprehensive Evaluation on Medicinal Quality of *Angelica Sinensis* Radix of Different Cultivars (Strains) by Entropy TOPSIS Model

WANG Ming-wei¹, LI Shuo^{1*}, LI Min², LI Cheng-yi¹, YANG Fu-de¹

(1. Gansu University of Traditional Chinese Medicine (TCM), Lanzhou 730000, China;
2. Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, China)

[Abstract] **Objective:** To evaluate the medicinal quality of different cultivars (strains) of *Angelica Sinensis* Radix by TOPSIS and provide reference for controlling quality of *Angelica Sinensis* Radix. **Method:** With volatile oils, ferulic acid, butene phthalide, ligustilide, European angelica lactones A, polysaccharides, and flavonoids extract contents as the evaluation indexes, TOPSIS method was used to establish the comprehensive evaluation model-TOPSIS model for angelica medicinal quality based on the multiple index evaluation system. **Result:** Mingui No. 3, Mingui No. 4 and wild angelica herbs had the best quality, followed by angelica produced in Min county and Zhang county, as well as cultivated strain 2000-01 and Mingui No. 2, Mingui No. 5, and Mingui No. 1. The angelica produced in Qinghai had the worst quality. The content of volatile oil in Mingui No. 4 was 1.48 times of that in Qinghai angelica, while ligustilide content was 1.69 times of that in Qinghai angelica. **Conclusion:** Through this research, it is suggested that the contents determination of butene phthalide and ligustilide, and characteristic fingerprint can be used as quality evaluation indexes of *Angelica Sinensis* Radix.

[Key words] *Angelica Sinensis* Radix; cultivars; medicinal quality evaluation; entropy TOPSIS model

[收稿日期] 20160112(007)

[基金项目] 2012 年度甘肃省自然科学基金项目(1212RJZA080);2014 年中央本级重大增减支项目(2060302);2015 年度甘肃省第八批科技计划项目(B 类:1508KJ2A013);2016 年度甘肃省高等学校科研项目(2016B-055)

[第一作者] 王明伟, 硕士, 讲师, 从事中药品种与质量评价, Tel:13389330718, E-mail: wmw2009@126.com

[通讯作者] *李硕, 博士, 副教授, 从事中药品质评价与资源开发工作, Tel:13919824303, E-mail:290608323@qq.com

当归具有补血活血、调经止痛、润肠通便的功效。主产于甘肃岷县、漳县、陇西、渭源等地,在云南、四川、陕西等省也有生产。其中,岷县、漳县当归以种植面积最大,品质最佳,被誉为“岷归”^[1-2]。目前商品当归几乎全来源于栽培品,当归种质现已分化出“紫茎当归”和“绿茎当归”2 个农家栽培品种,岷归 1 号,岷归 2 号,岷归 5 号,90-03,2000-01 为系统选育品种(品系);岷归 3 号、岷归 4 号为重离子辐照生物育种选育品种^[3-6]。

当前,中药质量评价模式主要包括传统经验、单指标成分、多指标成分、指纹图谱及谱效关系评价模式。TOPSIS 法是一种正在迅速发展并广泛应用的多目标决策算法,近年来多用于环境科学、经济学、农业等行业的决策评估^[7-9],其建立的数学模型通过对理想解的逼近从而实现多目标决策分析。中药质量评价从传统经验的感官评价到单一指标的检测发展到基于多指标成分的综合质量评价需要借助更科学的数学统计分析方法^[10-11],而 TOPSIS 法的多目标决策与中药多指标质量综合评价思路相符合。

近年来,国内外学者对当归的质量综合评价进行了大量研究^[12-14],但多集中在不同产地、不同商品规格的当归药材,评价指标多集中在挥发油、浸出物、阿魏酸含量,分析方法多应用灰色关联法。对于不同栽培品种的当归药材的质量综合评价及其与引种当归、不同产地当归的质量比较未见报道。

本研究以不同栽培品种(品系)、引种及不同产地的当归药材为研究对象,测定其浸出物、挥发油、阿魏酸、丁烯基苯酞、藁本内酯、欧当归内酯 A、多糖、总黄酮含量,借助 TOPSIS 法,建立构建评价当归药材质量的熵权 TOPSIS 模型,为中药多指标综合质量评价提供一种新的思路和方法。

1 材料

当归不同栽培品种(品系)药材样品及引种朝鲜当归样品由笔者于 2014 年 10 月在漳县璜虎桥乡试验样地采集,当归不同产地样品为在当地采集或收集,经成都中医药大学李敏教授鉴定为伞形科植物当归 *Angelica sinensis* 的干燥根;引种朝鲜当归样品经鉴定为伞形科植物朝鲜当归 *A. gigas* 的干燥根。样品采集信息见表 1,通过四分法选取试验样品,保证样品具有代表性。

1200 系列液相色谱仪(美国 Agilent),KQ-250TDB 型高频数控超声波清洗仪(昆山市超声仪器有限公司),HH.S 112 型电热恒温水浴锅(江苏医疗器械厂),BS224S 型电子分析天平(北京赛多

表 1 当归药材来源信息

Table 1 Source information of *Angelica Sinensis* Radix

No.	栽培品种(品系)	产地	样品类型
1	岷归 1 号	漳县	采集
2	岷归 2 号	漳县	采集
3	岷归 3 号	漳县	采集
4	岷归 4 号	漳县	采集
5	岷归 5 号	漳县	采集
6	90-03	漳县	采集
7	2000-01	漳县	采集
8	引种朝鲜当归	漳县	采集
9	当归	云南	商品
10	野生当归	岷县	采集
11	野生当归	定西	采集
12	当归	岷县	采集
13	当归	岷县	商品
14	当归	漳县	商品
15	当归	渭源	采集
16	当归	陇西	商品
17	当归	临泽	采集
18	当归	和政	采集
19	当归	康乐	采集
20	当归	青海	采集

注:药用部位均为全归,采集时间均为 2014 年 10 月。

利斯仪器系统有限公司),UV-2600 型紫外-可见分光光度计(日本岛津公司)。

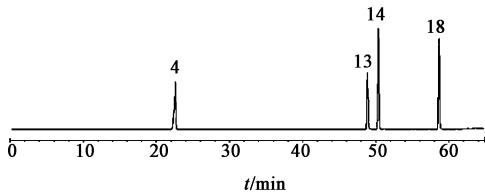
对照品阿魏酸(批号 110773-201313,中国食品药品检定研究所),丁烯基苯酞(批号 YL2014060801,纯度 99%,上海一林生物科技有限公司),藁本内酯,欧当归内酯 A(批号 A0219MUST-14102804,A0592MUST-14082810,纯度 99%,成都曼斯特生物科技有限公司),葡萄糖(中国食品药品检定研究院,批号 110833-201205),芦丁(中国食品药品检定研究院,批号 100080-201206);乙腈色谱纯,无水乙醇、石油醚、三氯甲烷、正丁醇、浓硫酸、蒽酮、亚硝酸钠、氢氧化钠、硝酸铝均为分析纯;水为超纯水,由纯水仪制得。

2 方法

2.1 指标检测方法 浸出物、挥发油测定方法参照《中国药典》(2015 年版)方法。

阿魏酸、丁烯基苯酞、藁本内酯、欧当归内酯 A 含量测定的色谱条件为 Diamonsil ODS-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 250 mm,5 μm),以乙腈为流动相 A,以 1% 乙酸溶液为流动相 B,流动相梯度洗脱(0 ~ 25 min,5% ~ 25% A;25 ~ 50 min,25% ~ 60% A;50 ~ 65 min;60% ~ 80% A);检测波长 280 nm,进样

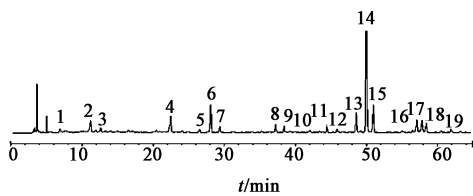
量 20 μL 。混合对照品及样品 HPLC 见图 1, 2。多糖、总黄酮测定方法为紫外分光光度法, 最佳提取工艺的确定采用中心复合设计-效应面法。



4. 阿魏酸; 13. 丁烯基苯酐; 14. 藜本内酯; 18. 欧当归内酯 A

图 1 混合对照品 HPLC

Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed standards



4. 阿魏酸; 13. 丁烯基苯酐; 14. 藜本内酯; 18. 欧当归内酯 A

图 2 岷归 4 号药材 HPLC 指纹谱

Fig. 2 HPLC fingerprints of Mingui No. 4

2.2 HPLC 含量测定方法学考察 以阿魏酸、丁烯基苯酐、藜本内酯、欧当归内酯 A 为对照品, 测定当归样品中 4 种成分的含量, 并进行方法学考察, 精密度的试验结果为。各主要色谱峰保留时间的 RSD 在 0% ~ 0.4%, 指纹图谱相似度的 RSD 0.3%, 说明仪器及系统有较高的精密度; 重复性试验结果, 色谱图各主要色谱峰保留时间的 RSD 在 0% ~ 0.5%, 指纹图谱相似度的 RSD 0.5%, 说明该方法重复性良好; 稳定性试验结果, 色谱图各主要色谱峰保留时间的 RSD 在 0% ~ 0.4%, 指纹图谱相似度的 RSD 0.8%, 表明用上述方法制备的供试品溶液在 48 h 内较稳定; 加样回收试验结果表明, 4 种指标性成分平均回收率为 98.92% ~ 99.27%。

2.3 TOPSIS 数学模型的建模方法 主要包括初始化决策矩阵的建立、决策矩阵的归一化处理、评价指标熵权的计算、加权决策矩阵的构建、加权决策矩阵最优向量和最劣向量的确定、每一评价指标与正负理想解的距离计算, 最后根据各评价指标对最优解的欧氏贴近度得到优劣评价结果。

归一化处理公式 [指标越大越优型 (1) 及越小越优型 (2) 分别计算]。

$$\chi_{ij}^* = \frac{\chi_{ij} - \min(\chi_j)}{\max(\chi_j) - \min(\chi_j)} \quad (1)$$

$$\chi_{ij}^* = \frac{\max(\chi_j) - \chi_{ij}}{\max(\chi_j) - \min(\chi_j)} \quad (2)$$

评价指标熵权, 首先进行评价指标的熵定义。

$$H_j = \frac{1}{\ln m} \left(\sum_{i=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \right) \quad (3)$$

$$f_{ij} = \frac{1 + \chi_{ij}^*}{\sum_{j=1}^n (1 + \chi_{ij}^*)} \quad (4)$$

再计算评价指标的熵权。

$$\omega_j = \frac{1 - H_j}{m - \sum_{j=1}^m H_j} \quad (0 \leq \omega_j \leq 1, \sum_{j=1}^m \omega_j = 1) \quad (5)$$

加权决策矩阵。

$$Z = (\omega_j \cdot \chi_{ij}^*)_{m \times n} \quad (6)$$

加权决策矩阵的最优向量 $Z^+ (Z_1^+, \dots, Z_n^+)$ 和

最差向量 $Z^- (Z_1^-, Z_2^-, \dots, Z_m^-)$ 。

$$Z_j^+ = \max(Z_{1j}, Z_{2j}, \dots, Z_{nj}) \quad (7)$$

$$Z_j^- = \min(Z_{1j}, Z_{2j}, \dots, Z_{nj}) \quad (8)$$

每一评价指标与正负理想解的距离。

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m \omega_j (Z_{ij} - Z_j^+)^2} \quad (9)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m \omega_j (Z_{ij} - Z_j^-)^2} \quad (10)$$

最优解欧氏贴近度。

$$C_i = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-} \times 100\% \quad (11)$$

3 建立评价当归药材质量的熵权 TOPSIS 模型

3.1 初始化决策矩阵的建立 测定不同栽培品种 (品系)、引种及不同产地当归药材样品的浸出物、挥发油、阿魏酸、丁烯基苯酐、藜本内酯、欧当归内酯 A 和多糖、总黄酮含量, 建立评价当归药材质量熵权 TOPSIS 模型的初始化决策矩阵, 见表 2。

3.2 决策矩阵的归一化处理 将决策矩阵进行归一化处理, 结果见表 3。

3.3 加权决策矩阵的构建 依据上述公式分别计算评价指标的熵权, 将归一化决策矩阵与评价指标的权重相乘, 得到加权决策矩阵, 结果见表 4。

3.4 欧式贴近度的计算及评价 依据公式确定加权决策矩阵最优向量和最劣向量, 计算每一评价指标与正负理想解的距离, 得出最优解的欧氏贴近度, 最终确定不同栽培品种 (品系), 引种及不同产地当归药材质量的综合排序, 见表 5。

分析结果显示, 岷归 4 号排名第 1, 岷归 3 号排名第 2, 野生当归排名第 3 (岷县产), 第 4 (定西产), 其他依次为岷县及漳县产当归, 2000-01, 岷归 2 号, 岷归 5 号, 岷归 1 号, 90-03 以及临潭, 康乐, 和政等地产当归。青海产当归及引种朝鲜当归排名在最后。

4 讨论

本研究以 5 个当归栽培品种, 2 个当归栽培

表 2 评价当归药材质量 TOPSIS 模型的初始化决策矩阵

Table 2 Initiated decision matrix of TOPSIS model for quality evaluation of Angelica Sinensis Radix

No.	浸出物 /%	挥发油 /%	阿魏酸 /mg · g ⁻¹	丁烯基苯酞 /mg · g ⁻¹	藜本内酯 /mg · g ⁻¹	欧当归内酯 A/mg · g ⁻¹	多糖 /%	总黄酮 /%
1	58.61	0.75	2.385	0.485	8.084	0.076	8.546 5	0.651 6
2	63.52	0.76	2.329	0.455	7.489	0.072	9.257 6	0.768 0
3	68.70	0.80	2.618	0.786	9.263	0.094	13.156 3	1.026 3
4	67.86	0.95	2.640	1.184	10.087	0.096	12.669 3	1.069 0
5	60.80	0.70	2.311	0.452	7.383	0.071	8.150 5	0.897 7
6	47.42	0.59	2.000	0.404	6.818	0.042	11.478 1	0.939 0
7	56.58	0.75	2.270	0.448	7.287	0.067	11.399 6	0.862 7
8	44.20	0.30	1.292	0.000	1.532	0.014	11.148 9	0.759 0
9	47.21	0.61	0.762	0.111	5.850	0.197	10.448 6	0.907 8
10	67.21	0.79	2.609	0.702	8.789	0.141	12.350 8	0.836 0
11	67.60	0.81	2.549	0.681	8.589	0.134	12.175 9	0.724 3
12	64.57	0.71	2.522	0.613	8.331	0.080	12.253 3	0.713 0
13	59.09	0.75	2.423	0.537	8.274	0.077	11.672 9	0.775 6
14	55.64	0.72	2.350	0.477	8.075	0.073	13.070 0	0.828 0
15	54.53	0.69	1.716	0.285	6.689	0.040	10.263 4	0.563 0
16	49.26	0.70	2.086	0.408	7.273	0.059	8.353 3	0.647 8
17	54.54	0.67	1.326	0.247	6.526	0.038	13.401 5	0.706 4
18	52.37	0.65	1.248	0.220	6.332	0.026	13.661 8	0.704 5
19	53.27	0.67	1.159	0.173	6.326	0.024	12.936 0	0.817 4
20	47.50	0.64	0.864	0.168	5.976	0.022	8.271 7	0.796 0

表 3 决策矩阵归一化分析

Table 3 Results after normalization for decision matrix

No.	浸出物	挥发油	阿魏酸	丁烯基苯酞	藜本内酯	欧当归内酯 A	多糖	总黄酮
1	0.588 2	0.692 3	0.864 2	0.409 6	0.765 9	0.338 8	0.071 9	0.175 1
2	0.788 6	0.707 7	0.834 4	0.384 3	0.696 3	0.316 9	0.200 9	0.405 1
3	1.000 0	0.769 2	0.988 3	0.663 9	0.903 7	0.437 2	0.908 3	0.915 6
4	0.965 7	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.448 1	0.819 9	1.000 0
5	0.677 6	0.615 4	0.824 8	0.381 8	0.683 9	0.311 5	0.000 0	0.661 5
6	0.131 4	0.446 2	0.659 2	0.341 2	0.617 9	0.153	0.603 8	0.743 1
7	0.505 3	0.692 3	0.803 0	0.378 4	0.672 7	0.289 6	0.589 5	0.592 3
8	0.000 0	0.000 0	0.282 2	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.544 0	0.387 4
9	0.122 9	0.476 9	0.000 0	0.093 8	0.504 7	1.000 0	0.417 0	0.681 4
10	0.939 2	0.753 8	0.983 5	0.592 9	0.848 3	0.694	0.762 1	0.539 5
11	0.955 1	0.784 6	0.951 5	0.575 2	0.824 9	0.655 7	0.730 4	0.318 8
12	0.831 4	0.630 8	0.937 2	0.517 7	0.794 7	0.360 7	0.744 4	0.296 4
13	0.607 8	0.692 3	0.884 5	0.453 5	0.788 1	0.344 3	0.639 1	0.420 2
14	0.466 9	0.646 2	0.845 6	0.402 9	0.764 8	0.322 4	0.892 6	0.523 7
15	0.421 6	0.600 0	0.508 0	0.240 7	0.602 8	0.142 1	0.383 4	0.000 0
16	0.206 5	0.615 4	0.705 0	0.344 6	0.671 1	0.245 9	0.036 8	0.167 6
17	0.422 0	0.569 2	0.300 3	0.208 6	0.583 8	0.131 1	0.952 8	0.283 4
18	0.333 5	0.538 5	0.258 8	0.185 8	0.561 1	0.065 6	1.000 0	0.279 6
19	0.370 2	0.569 2	0.211 4	0.146 1	0.560 4	0.054 6	0.868 3	0.502 8
20	0.134 7	0.523 1	0.054 3	0.141 9	0.519 5	0.043 7	0.022 0	0.460 5

表 4 加权决策矩阵分析

Table 4 Weight decision matrix

No.	浸出物	挥发油	阿魏酸	丁烯基苯酞	藁本内酯	欧当归内酯 A	多糖	总黄酮
1	0.073 5	0.086 7	0.107 9	0.051 2	0.095 9	0.042 3	0.009 0	0.021 9
2	0.098 5	0.088 6	0.104 2	0.048 1	0.087 1	0.039 6	0.025 1	0.050 7
3	0.124 9	0.096 3	0.123 4	0.083 0	0.113 1	0.054 6	0.113 4	0.114 5
4	0.120 6	0.125 2	0.124 9	0.125 1	0.125 2	0.056	0.102 4	0.125 0
5	0.084 6	0.077 0	0.103 0	0.047 7	0.085 6	0.038 9	0.000 0	0.082 7
6	0.016 4	0.055 8	0.082 3	0.042 7	0.077 3	0.019 1	0.075 4	0.092 9
7	0.063 1	0.086 7	0.100 3	0.047 3	0.084 2	0.036 2	0.073 6	0.074 1
8	0.000 0	0.000 0	0.035 2	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.067 9	0.048 4
9	0.015 3	0.059 7	0.000 0	0.011 7	0.063 2	0.125 0	0.052 1	0.085 2
10	0.117 3	0.094 4	0.122 8	0.074 1	0.106 2	0.086 7	0.095 1	0.067 5
11	0.119 3	0.098 2	0.118 8	0.071 9	0.103 2	0.082 0	0.091 2	0.039 9
12	0.103 8	0.079 0	0.117 0	0.064 7	0.099 5	0.045 1	0.092 9	0.037 1
13	0.075 9	0.086 7	0.110 4	0.056 7	0.098 6	0.043 0	0.079 8	0.052 5
14	0.058 3	0.080 9	0.105 6	0.050 4	0.095 7	0.040 3	0.111 4	0.065 5
15	0.052 7	0.075 1	0.063 4	0.030 1	0.075 4	0.017 8	0.047 9	0.000 0
16	0.025 8	0.077 0	0.088 0	0.043 1	0.084 0	0.030 7	0.004 6	0.021 0
17	0.052 7	0.071 3	0.037 5	0.026 1	0.073 1	0.016 4	0.118 9	0.035 4
18	0.041 6	0.067 4	0.032 3	0.023 2	0.070 2	0.008 2	0.124 8	0.035 0
19	0.046 2	0.071 3	0.026 4	0.018 3	0.070 1	0.006 8	0.108 4	0.062 9
20	0.016 8	0.065 5	0.006 8	0.017 7	0.065 0	0.005 5	0.002 7	0.057 6

表 5 当归药材质量评价排序

Table 5 Relative ordering of quality evaluation of *Angelica Sinensis Radix*

No.	来源	D_i^+	D_i^-	C_i	排序
1	岷归 1 号	0.072 1	0.069 6	0.491 0	11
2	岷归 2 号	0.063 8	0.073 4	0.534 8	9
3	岷归 3 号	0.031 5	0.105 3	0.769 7	2
4	岷归 4 号	0.025 7	0.115 3	0.817 8	1
5	岷归 5 号	0.067 8	0.072 2	0.515 8	10
6	90-03	0.072 6	0.063 9	0.468 1	12
7	2000-01	0.057 8	0.073 4	0.559 4	8
8	引种朝鲜当归	0.109 2	0.032	0.226 7	20
9	云南产当归	0.083 2	0.064 7	0.437 5	14
10	野生当归	0.034 7	0.097 2	0.737 1	3
11	野生当归	0.042 3	0.093 8	0.689 1	4
12	岷县产当归	0.052 5	0.084 3	0.616 0	5
13	岷县产当归	0.054 2	0.078 6	0.592 0	7
14	漳县产当归	0.054 9	0.079 9	0.592 8	6
15	渭源产当归	0.083 7	0.052 0	0.383 3	18
16	陇西产当归	0.083 7	0.055 5	0.398 8	17
17	临泽产当归	0.077 6	0.062 2	0.445 0	13
18	和政产当归	0.082 1	0.060 9	0.425 7	16
19	康乐产当归	0.080 1	0.060 1	0.428 8	15
20	青海产当归	0.098 8	0.039 6	0.286 0	19

品系,2 个野生当归,1 个引种朝鲜当归以及 10 个不同产地的当归药材样品为研究对象;以浸出物,挥发油,阿魏酸,丁烯基苯酞,藁本内酯,欧当归内酯 A,多糖,总黄酮含量为评价指标;通过熵权 TOPSIS 法,构建了基于多指标评价体系的当归药材质量综合评价 TOPSIS 模型。数据分析结果表明,通过重离子辐照生物育种技术选育出的岷归 4 号、岷归 3 号、野生当归药材质量较优,其次为岷县、漳县产当归,以及栽培品系 2000-01,栽培品种岷归 2 号,岷归 5 号,岷归 1 号;引种朝鲜当归、青海产当归药材质量较差。其中岷归 4 号挥发油含量分别是引种朝鲜当归、青海产当归的 3.17,1.48 倍,藁本内酯的含量是引种朝鲜当归、青海产当归的 6.58,1.69 倍。通过上述研究,丁烯基苯酞、藁本内酯 2 个指标成分的含量及药材的特征指纹图谱可作为当归的质量评价指标。本研究也为朝鲜当归不能按当归使用提供了科学依据。

采用 TOPSIS 模型评价出来的优质栽培品种为岷归 4 号、岷归 3 号,其外观性状鉴别特征也较为突出,其根较粗壮,外表油润,气味浓郁,本研究结果与传统经验鉴别的“辨状论质”评价结果一致。

目前对中药材的质量主要依据《中国药典》进

行控制,质量标准的制定也逐渐由单一指标发展为多指标的综合质量评价,TOPSIS法建立的数学模型可实现多目标决策分析,是一种值得在中药质量综合评价方面推广应用的多目标决策评估方法。

[参考文献]

[1] 孙红梅. 当归药材资源调查与品质特征的研究[D]. 北京:中国医学科学院药用植物研究所,2010.

[2] 张宏意,罗连,余意,等. 当归种质资源调查研究[J]. 中药材,2009,32(3):335-337.

[3] 颀红梅,刘效瑞,李文建,等. 甘肃当归新品系DGA2000-02的选育研究[J]. 原子核物理评论,2008,25(2):196-200.

[4] 李鹏程,刘效瑞. 当归新品种岷归4号选育及优化种植技术研究[J]. 中药材,2011,34(7):1017-1019.

[5] 马伟明,王春明,刘效瑞,等. 全息生育适度系数法在当归新品种选育中的应用[J]. 中药材,2013,36(1):13-15.

[6] 王引权,安培坤,赵勇,等. 当归不同品种(系)种子超显微结构的扫描电镜观察[J]. 中国中药杂志,2011,36(7):838-839.

[7] 周娟,陈璐,李强,等. 应用TOPSIS法综合评价医院抗菌药物用药质量[J]. 中华医院感染学杂志,2013,

23(8):1882-1883.

[8] 李灿,张凤荣,朱泰峰,等. 基于熵权TOPSIS模型的土地利用绩效评价及关联分析[J]. 农业工程学报,2013,29(5):217-225.

[9] 朱卫东,杜承勇,吴勇,等. 一种基于相关系数矩阵的TOPSIS决策方法[J]. 教学的实践与认识,2014,44(4):33-37.

[10] 张铁军. 中药质量认识与质量评价[J]. 中草药,2011,42(1):1-9.

[11] 胡丹,康德英,吴宇侠,等. 国内发表的中药相关系统评价的方法学质量评价[J]. 中国中西医结合杂志,2011,31(3):402-406.

[12] 李少泓,夏鹏飞,马肖,等. 基于灰色关联分析方法评价当归药材质量[J]. 中药材,2012,35(11):1742-1746.

[13] 欧阳晓玫,何英梅,朱俊儒,等. 不同商品规格的甘肃当归的综合质量评价[J]. 中医药学报,2005,33(4):12-14.

[14] 顾志荣,王亚丽,孙宇靖,等. 熵权TOPSIS模型在甘肃产当归药材综合质量评价中的应用[J]. 中药材,2014,37(9):1549-1553.

[责任编辑 顾雪竹]