

不同产地艾叶 35 种矿物元素的分析与评价

李超¹, 崔占虎², 黄显章^{1*}, 张重义²

1. 南阳理工学院, 河南 南阳 473000

2. 福建农林大学, 福建 福州 350002

摘要 矿物元素的种类和含量是中药材质量评价的重要指标, 与中药材的生长发育、药用物质的形成以及临床疗效的发挥密切相关。中药材矿物元素的分布因产地间气候、土壤、水文等生态因子不同而凸显的质量特征和作用规律是值得探索的问题。以 4 个省份 5 个主产区的 75 份艾叶样品为实验材料, 利用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)和电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)法测定 Ca, K, Mg, Na, Fe, Sn, Be, As, Al, V, Sc, Cr, Mn, Co, Bi, Ga, Ni, La, Mo, Ag, Hg, Cu, Nb, Zn, Ge, Se, Tl, Cd, Sb, Ba, Y, Ti, Pb, Zr 和 Sr 等元素的含量, 并采用方差分析、主成分分析、因子分析等计量学方法进行统计与评价。结果表明: (1)所建立的分析方法线性关系良好, 加标回收率高, 具有较高的准确度和精密度。(2)35 种矿物元素中有 33 种矿物元素的含量在不同产地间存在显著差异($p < 0.05$)。(3)以 35 种矿物元素的含量为变量, 共提取 7 个主成分, 累计方差贡献率达 82.75%, 主成分得分图显示不同产地艾叶样品的分布相对集中, 具备分类和评价的条件。(4)选择前 7 个因子对艾叶进行综合评价, 评价函数为 $F = 0.449 1F_1 + 0.118 0F_2 + 0.097 2F_3 + 0.055 5F_4 + 0.042 5F_5 + 0.034 5F_6 + 0.030 7F_7$, 通过计算总因子得分值 F 可知, 河北安国的祁艾与湖北蕲春的蕲艾排在前列, 表明从矿物元素角度考虑, 以上 2 个产地的艾叶品质较好。研究建立了不同产地艾叶中矿物元素的准确高效分析方法及评价体系, 为艾叶的质量控制及标准建立提供科学依据, 也为其他药材的等同性研究提有益参考。

关键词 艾叶; 矿物元素; 化学计量学; 质量评价

中图分类号: R282.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2021)05-1350-05

引言

艾 *Artemisa argyi* Levl. et Vant. 为北温带地区特有的菊科蒿属植物, 尤其在中国、日本、韩国等国家, 艾叶作为药用植物和食用植物的使用历史悠久。在我国, 艾叶作为一种常用的传统中药材, 其性温, 味苦、辛, 归肝、脾、肾经, 具有散寒止痛、温经止血、理气安胎等功效^[1-3]。艾叶既可外洗, 也可内服, 以其为原料制成的艾绒是中医临床施灸的主要材料, 理疗效果显著。历代本草已明确提出的艾叶道地产地有“四明”、“复道”、“蕲州”、“祁州”等地, 即现在的浙江宁波“海艾”、河南安阳“北艾”、湖北蕲春“蕲艾”和河北安国“祁艾”。现如今, 宛艾持续快速发展, 产业规模居全国之首。因此, 开展以上产区艾叶矿物元素的研究能够涵盖我国目前艾叶主产区的整体情况, 具有重要的现实意义。

目前, 国内、外学者对艾叶的研究主要集中在化学成分及药理作用^[4-7], 而矿物元素方面的研究却少有报道。现代研究表明, 中药材的品质和疗效不仅与有机成分有关, 也与矿物元素的种类和含量有密切联系^[8-9], 矿物元素对药效发挥的协同作用不容忽视。本研究采用 ICP-MS 法和 ICP-AES 法对不同主产区艾叶中 35 种矿物元素进行测定, 并采用多种计量学方法进行分析 and 评价, 其结果可为艾叶品质评价及资源的综合利用提供科学依据和数据支撑。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

ICAP-6300 型 ICP-AES 仪(美国 Thermo Electron 公司); Thermo X Series-II 型 ICP-MS 仪(美国 Thermo Fisher Scientific 公司); Mars-5 微波消解系统(美国 CEM 公司); 多

收稿日期: 2020-03-04, 修订日期: 2020-06-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(81803661)资助

作者简介: 李超, 1987 年生, 南阳理工学院讲师 e-mail: lichaotcm@126.com

* 通讯作者 e-mail: hxzgreat@163.com

元素标准溶液(美国 Spex 公司); 优级纯硝酸(德国 Merk 公司)。

1.2 样品处理

艾叶样品于 2019 年 5 月—6 月在河南省南阳市和安阳市、湖北省黄冈市、浙江省宁波市以及河北省保定市等地采集, 经南阳理工学院黄显章副教授鉴定为菊科蒿属草本植物艾 *Artemisia argyi* levl. et Vant.。将不同产地的艾叶样品去杂、挑选、干燥、剪碎并混匀后备用。

1.3 仪器及参数

ICP-MS 主要工作参数: RF 功率为 1 200 W, 雾化器压力为 1.0 bar, 辅助气(氩气)流量为 0.7 L·min⁻¹, 等离子气流量为 13 L·min⁻¹, 蠕动泵转速($r \cdot \text{min}^{-1}$)为分析(30)+冲洗(70); ICP-AES 主要工作参数: RF 功率为 1 150 W, 蠕动泵转速为 50 $r \cdot \text{min}^{-1}$, 辅助气流量为 0.50 L·min⁻¹, 雾化器气体流量为 0.7 L·min⁻¹。

1.4 样品消解及测定

准确称取预处理后的艾叶样品约 0.4 g 于消解内罐, 加浓 HNO₃ 5 mL 浸泡过夜, 160 °C 保持 6 h, 冷却, 加热赶酸至近干, 移入 25 mL 容量瓶中, 合并洗液, 用 1% HNO₃ 定容, 混匀备用, 同时做试剂空白试验, 上机测定。

1.5 数据分析

采用 SPSS 19.0 和 SIMCA-p 12.0 软件对测定数据进行多元分析。

2 结果与讨论

2.1 工作曲线

用 1% HNO₃ 介质配制不同浓度梯度的混标溶液, 以标准品质量浓度为横坐标(X), 离子数为纵坐标(Y), 绘制标准曲线。结果表明, 各待测元素线性关系良好, 线性范围及定量限均符合分析要求(见表 1)。

表 1 35 种元素的定量限及线性回归方程

Table 1 The LOQ and linear regression equations of 35 elements

元素	回归方程	r^2	定量限/ (mg·kg ⁻¹)	元素	回归方程	r^2	定量限/ (mg·kg ⁻¹)
Ca	$Y=10.63X-0.104$	0.999	3.0	Mo	$Y=1130X+792.5$	0.998	0.03
K	$Y=69.37X+4.634$	0.998	3.0	Ag	$Y=3777X+2686$	0.999	0.03
Mg	$Y=35.63X-6.665$	0.999	3.0	Hg	$Y=1722X+1209$	0.998	0.003
Na	$Y=6.72X+6.153$	0.997	3.0	Cu	$Y=856.1X+1344$	0.999	0.2
Fe	$Y=2336X+14673$	0.997	3.0	Nb	$Y=4366.0X+113.5$	0.999	0.003
Sn	$Y=2801X+1037$	0.999	0.03	Zn	$Y=697.2X+2740$	0.999	2.0
Be	$Y=695.3X+2886$	0.999	0.003	Ge	$Y=1143X-51.20$	0.999	0.003
As	$Y=451.1X+381.1$	0.999	0.005	Se	$Y=63.34X-14.86$	0.999	0.03
Al	$Y=1405X+11237$	0.998	2.0	Tl	$Y=11649X-2999$	0.999	0.0003
V	$Y=2446X+1507$	0.999	0.005	Cd	$Y=2114X+2321$	0.998	0.005
Sc	$Y=8025.5X-3914.3$	0.999	0.003	Sb	$Y=2579X+1239$	0.999	0.03
Cr	$Y=3746X+5377$	0.999	0.2	Ba	$Y=370.5X-70.78$	0.999	0.05
Mn	$Y=2754X+3136$	0.999	0.3	Y	$Y=7217X-4049$	0.998	0.003
Co	$Y=4168X+630.3$	0.999	0.003	Ti	$Y=1405X+11237$	0.998	0.05
Bi	$Y=2331.7X-132.9$	0.999	0.003	Pb	$Y=8062X-1487$	0.999	0.05
Ga	$Y=23533X-8917.5$	0.998	0.003	Zr	$Y=23026X-9076.9$	0.998	0.003
Ni	$Y=745.2X+1311$	0.999	0.5	Sr	$Y=3158X-747.6$	0.999	0.5
La	$Y=6109X+552.9$	0.999	0.0003				

2.2 方法学考察

精密度试验中, 取各标准溶液进样 6 次并测定, RSD 值显示均小于 2.28%, 即精密度良好; 稳定性试验中, 取同一供试品溶液, 每隔 1 h 测定(6 次), RSD 值显示均小于 2.72%, 即 6 h 内稳定性良好; 重复性试验中, 取同一供试品溶液 6 份, 测定后 RSD 值显示均小于 3.06%, 即重复性较好; 加样回收率试验中, 取已测定的样品 0.4 g(5 份), 测定后 RSD 值显示均值在 98.66%~102.17% 之间。

2.3 不同产地艾叶矿物元素分析

分别测定蕲艾、宛艾、海艾、祁艾及北艾中 35 种矿物元素的含量, 并进行方差分析和多重比较, 分析结果详见表 2。

从表 2 可以看出, 不同产地艾叶样品中 35 种矿物元素

均被有效检出, 且产地间元素含量差异显著。元素质量分数整体呈现出 $K > Ca > Mg > Al > Fe > Mn > Na > Zn > Cu > Ti > Ba > Sr > Cr > V > Pb > Ni > La > Zr > As > Y > Cd > Co > Mo > Ga > Sc > Sn > Nb > Bi > Be > Tl > Sb > Hg > Ge > Ag > Se$ 的规律, 数量级在 $10^{-6} \sim 10^2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间。方差分析和多重比较结果表明, 蕲艾与宛艾在 Mg, Sn 和 Hg 等 10 种元素的含量差异上达到显著水平($p < 0.05$); 蕲艾与海艾在 Ca, As 和 Al 等 21 种元素的含量差异上达到显著水平; 蕲艾与祁艾在 Na, Fe 和 Ti 等 12 种元素的含量差异上达到显著水平; 蕲艾与北艾在 Bi, La 和 Ba 等 9 种元素的含量差异上达到显著水平; 宛艾与海艾在 Be, Co 和 Ni 等 14 种元素的含量差异上达到显著水平; 宛艾与祁艾在 V, Sc, Cr 等 16 种

表 2 测定结果及差异分析

Table 2 Determination results and variance analysis

元素	单位	不同主产区艾叶矿物元素测定结果(\bar{x} , N=15)				
		湖北蕲春 (蕲艾)	河南南阳 (宛艾)	浙江宁波 (海艾)	河北安国 (祁艾)	河南安阳 (北艾)
Ca	g · kg ⁻¹	12.261 a	11.696 a	8.961 b	11.926 a	10.318 ab
K	g · kg ⁻¹	34.369 ab	33.690 ab	29.749 b	39.297 a	32.433 ab
Mg	g · kg ⁻¹	2.218 b	3.189 a	2.067 b	3.710 a	3.328 a
Na	mg · kg ⁻¹	74.859 b	62.880 b	53.766 b	199.485 a	79.544 b
Fe	g · kg ⁻¹	0.882 b	0.825 b	0.408 b	1.818 a	0.830 b
Sn	mg · kg ⁻¹	0.205 a	0.136 b	0.207 a	0.198 a	0.108 b
Be	μg · kg ⁻¹	36.104 ab	39.188 a	14.867 b	45.372 a	43.768 a
As	mg · kg ⁻¹	0.991 b	0.565 bc	0.345 c	1.594 a	0.530 c
Al	g · kg ⁻¹	2.630 b	2.171 bc	0.969 c	4.246 a	2.278 bc
V	mg · kg ⁻¹	3.952 b	2.811 bc	1.072 c	6.129 a	2.756 bc
Sc	μg · kg ⁻¹	173.326 b	165.914 b	50.871 c	379.878 c	178.789 b
Cr	mg · kg ⁻¹	4.845 ab	4.245 bc	3.128 c	6.126 a	4.180 bc
Mn	g · kg ⁻¹	0.253 a	0.251 a	0.240 a	0.122 a	0.199 a
Co	mg · kg ⁻¹	0.462 ab	0.393 b	0.174 c	0.601 a	0.373 b
Bi	μg · kg ⁻¹	72.338 a	37.399 b	33.856 b	60.605 a	28.546 b
Ga	μg · kg ⁻¹	253.716 ab	227.482 b	97.677 c	337.959 a	194.672 bc
Ni	mg · kg ⁻¹	1.935 b	2.983 a	1.499 b	1.980 ab	1.810 b
La	mg · kg ⁻¹	2.025 ab	1.505 bc	1.000 c	2.279 a	1.008 c
Mo	mg · kg ⁻¹	0.325 ab	0.257 b	0.215 b	0.536 a	0.462 ab
Ag	μg · kg ⁻¹	31.631 a	14.173 bc	16.058 bc	25.372 ab	10.810 c
Hg	μg · kg ⁻¹	54.598 a	16.275 c	34.086 b	17.068 c	14.974 c
Cu	mg · kg ⁻¹	41.553 a	44.104 a	37.987 a	42.679 a	39.743 a
Nb	mg · kg ⁻¹	0.106 c	0.165 b	0.050 d	0.220 a	0.138 bc
Zn	mg · kg ⁻¹	52.745 b	41.183 b	130.161 a	50.917 b	42.508 b
Ge	μg · kg ⁻¹	31.010 ab	25.158 ab	12.550 c	34.065 a	20.435 bc
Se	μg · kg ⁻¹	6.611 ab	5.702 ab	2.491 c	7.896 a	4.886 b
Tl	μg · kg ⁻¹	53.270 a	22.298 b	26.717 b	31.836 b	19.656 b
Cd	mg · kg ⁻¹	0.482 ab	0.453 ab	0.787 a	0.265 b	0.357 ab
Sb	μg · kg ⁻¹	20.678 b	43.873 a	25.659 b	33.371 ab	25.563 b
Ba	mg · kg ⁻¹	49.241 a	34.676 ab	39.870 ab	37.521 ab	25.392 b
Y	mg · kg ⁻¹	1.046 a	0.792 ab	0.379 c	1.134 a	0.616 bc
Ti	mg · kg ⁻¹	36.985 b	42.114 b	15.605 c	59.082 a	36.894 b
Pb	mg · kg ⁻¹	3.912 a	1.929 bc	2.473 ab	3.348 ab	1.022 c
Zr	mg · kg ⁻¹	1.076 b	1.179 b	0.608 c	2.015 a	1.341 b
Sr	mg · kg ⁻¹	36.525 ab	48.116 a	25.734 b	39.405 ab	28.145 b

注: 不同小写字(a, b, c, d)母表示差异显著($p < 0.05$)

Note: (a, b, c, d) different lowercase letters indicate significant difference ($p < 0.05$)

元素的含量差异上达到显著水平; 宛艾与北艾在 Ni, Sb 和 Sr 3 种元素的含量差异上达到显著水平; 海艾与祁艾在 Zn, Ge 和 Se 等 22 种元素的含量差异上达到显著水平; 宛艾与北艾在 Ni, Sb 和 Sr 3 种元素的含量差异上达到显著水平; 海艾与北艾在 Se, Ti 和 Zr 等 11 种元素的含量差异上达到显著水平; 祁艾与北艾在 Bi, Ga 和 Nb 等 18 种元素的含量差异上达到显著水平。由此可见, 不同产地艾叶的矿物元素含量具有各自的特征, 且产地间差异显著。

Pb, Cd, Hg, Cu 和 As 是重金属及有害元素, 当在体内蓄积至一定量时可引起免疫系统障碍和多种生理功能损害, 在 2019 国家药典《药材和饮片检定通则公示稿》中明确限度

检查(Pb 含量 ≤ 5 mg · kg⁻¹, Cd 含量 ≤ 1 mg · kg⁻¹, As 含量 ≤ 2 mg · kg⁻¹, Hg 含量 ≤ 0.2 mg · kg⁻¹, Cu 含量 ≤ 20 mg · kg⁻¹)。本研究中不同产地艾叶 Pb, Cd, Hg 和 As 4 种元素的检出最高值分别为 3.912, 0.787, 0.055 及 1.594 mg · kg⁻¹, 说明以上 4 种有害元素的含量均在限度之内, 而 Cu 元素的检出最高值 44.104 mg · kg⁻¹, 是限度的 2 倍以上, 这可能与艾叶对 Cu 元素的富集能力较强有关, 需要重视和关注。

2.4 不同产地艾叶主成分分析

主成分分析是利用降维的方式将原始多个变量拟合为少数的几个主成分, 且尽可能多地保留原始变量的信息。为进

一步探索不同产地艾叶矿物元素间的关系,采用 SPSS 19.0 统计软件进行主成分分析,分析结果详见表 3。

表 3 主成分的特征值及贡献率

Table 3 The eigenvalues and variance contribution of PCA

主成分 (PCs)	特征值	方差贡献 率/%	累计贡献 率/%
PC1	15.72	44.91	44.91
PC2	4.13	11.80	56.71
PC3	3.40	9.72	66.43
PC4	1.94	5.55	71.98
PC5	1.49	4.25	76.23
PC6	1.21	3.45	79.68
PC7	1.08	3.07	82.75

从表 3 可以看出,不同产地艾叶 35 种矿物元素共提取 7 个主成分(特征值均大于 1),累计贡献率达 82.75%,说明所提取的主成分因子能够较为全面的反映艾叶产地间矿物元素的综合信息。通过因子分析发现,第一主成分中 Ca, K, Mg, Na, Fe, Be, As, Al, V, Sc, Cr, Co, Bi, Ga, La, Mo, Ag, Nb, Ge, Se, Sb, Y, Ti, Pb 及 Zr 共 25 种元素具有较高的载荷值,说明第一主成分主要反映了这 25 种元素的信息,方差贡献率占 44.91%;同理,第二主成分中 Sn, Mn, Hg, Zn, Tl, Cd 及 Ba 共 7 种元素具有较高的载荷值,方差贡献率占 11.80%;第三主成分中 Ni, Cu 及 Sr 共 3 种元素具有较高的载荷值,方差贡献率占 9.72%;而第四、五、六、七

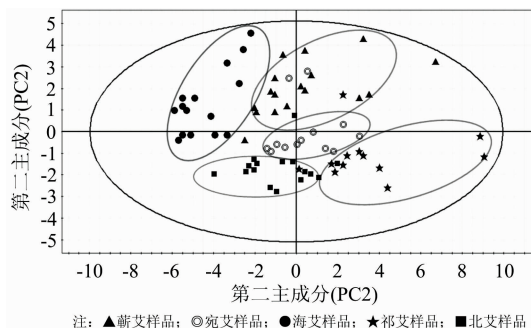


图 1 不同产地艾叶主成分散点图

Fig. 1 The scatter plots of *A. argyi* by PCA

主成分的元素载荷值分布不明显,方差贡献率分别为 5.55%, 4.25%, 3.45% 及 3.07%。用方差贡献率较大的第一、第二主成分绘制 PC1/PC2 散点图(图 1),从图 1 可以看出,虽有少部分样品出现重叠和混乱,但大多数样品的分布相对集中且独立,说明本方法对不同产地艾叶的分类和评价具备可行性。

2.5 不同产地艾叶的综合评价

以各主成分因子得分与方差贡献率乘积之和相加,得出不同产地艾叶综合评价函数为 $F = 0.449 1F_1 + 0.118 0F_2 + 0.097 2F_3 + 0.055 5F_4 + 0.042 5F_5 + 0.034 5F_6 + 0.030 7F_7$,并计算综合得分。结果显示,综合评价函数加权值($n=15$)高低顺序为:河北安国的祁艾(6.44) > 湖北蕲春的蕲艾(1.79) > 河南南阳的宛艾(0.82) > 河南安阳的北艾(-3.22) > 浙江宁波的海艾(-5.82)。以上结果表明,从矿物元素角度考虑,河北安国的祁艾与湖北蕲春的蕲艾品质较好,这可能与不同产地之间的气候、土壤、水文等多种生态因子差异有关。

3 结 论

中药材中矿物元素的种类和含量是决定中药寒、热、温、凉四性的物质基础之一,与其质量和疗效密切相关。艾叶作为一种常用的中药材,因其显著的临床疗效及保健作用备受关注,但关于不同产地艾叶的矿物质元素研究却尚未见报道。

本研究以 4 个省份 5 个主产区的 75 份艾叶样品为实验材料,建立了 ICP-MS 法和 ICP-AES 法测定艾叶中 35 种矿物元素含量的方法,并进行分析与评价。结果表明,所建立的检测方法线性关系、稳定性及精密度均良好,回收率较高;通过主成分分析与因子分析构建综合因子评价函数并计算,其高低顺序为:河北安国的祁艾 > 湖北蕲春的蕲艾 > 河南南阳的宛艾 > 河南安阳的北艾 > 浙江宁波的海艾,说明从矿物元素角度考虑,河北安国的祁艾与湖北蕲春的蕲艾品质较好。本研究结果可为艾叶的质量控制提供科学依据,也可为制定元素限量标准提供有益参考,具有一定的现实意义。本研究还有一些不足之处,如应把矿物质元素与药效成分相结合进行综合评价,本课题组将进一步持续研究。

References

- [1] Chinese Pharmacopoeia Committee(中国药典委员会). Pharmacopoeia of the People's Republic of China · Part 1(中华人民共和国药典·1 部). Beijing: China Medical Science Press(北京:中国医药科技出版社), 2015. 89.
- [2] Song X, Wen X, He J, et al. Journal of Functional Foods, 2019, 52: 648.
- [3] CAO Ling, YU Dan, CUI Lei, et al(曹玲,于丹,崔磊,等). Drug Evaluation Research(药物评价研究), 2018, 41(5): 216.
- [4] LI Li-li, ZANG Lin-quan, ZHANG Hua-xian, et al(黎莉莉,臧林泉,张华仙,等). The Chinese Journal of Clinical Pharmacology(中国临床药理学杂志), 2018, 25(12): 1251.
- [5] HUANG Xian-zhang, KANG Li-ping, GAO Li, et al(黄显章,康利平,高丽,等). China Journal of Chinese Materia Medica(中国中药杂志), 2017, 42(18): 3504.
- [6] Reinhardt J K, Klemm A M, Danton O, et al. Journal of Natural Products, 2019, 82(6): 1424.
- [7] Xiao J Q, Liu W Y, Sun H, et al. Bioorganic Chemistry, 2019, 92: 103268.
- [8] YU Rui-tao(于瑞涛). Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory(光谱实验室), 2011, 28(4): 1817.

[9] ZHENG Lei, GUO Yu-hai(郑雷, 郭玉海). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2019, 39(12): 3921.

Analysis and Evaluation of 35 Mineral Elements in *Artemisia Argyi* From Five Different Areas in Four Provinces in China

LI Chao¹, CUI Zhan-hu², HUANG Xian-zhang^{1*}, ZHANG Zhong-yi²

1. Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473000, China

2. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China

Abstract The types and contents of mineral elements in medicinal plants are closely associated with their growth environment and pertinent development process. Meanwhile, they are also closely related to the product of medicinal substances and their clinical effects. Therefore, they are important indicators for the quality evaluation of Chinese medicinal materials, and it is worth exploring on the relationship of the characteristics regarding elements with the different environmental factors, such as climate, soil, hydrology and so on. In this study, the concentrations of 35 elements in Ca, K, Mg, Na, Fe, Sn, Be, As, Al, V, Sc, Cr, Mn, Co, Bi, Ga, Ni, La, Mo, Ag, Hg, Cu, Nb, Zn, Ge, Se, Tl, Cd, Sb, Ba, Y, Ti, Pb, Zr and Sr were determined by inductively coupled plasma-mass spectrometry and inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry techniques, and analyzed using multivariate statistical methods including variance analysis, principal component analysis and factor analysis. The results showed that the method had good selectivity, accuracy, within-day precision, recovery and linearity in their established ranges, respectively. There was a significant difference for 33 elements out of 35 in *A. argyi* from different locations ($p > 0.05$). According to the results of PCA, 7 principal components with a cumulative contribution rate of 82.75% were extracted from 35 elements for further analysis. Also, the distribution of *A. argyi* samples from different locations were relatively concentrated and was feasible for classification and evaluation. The comprehensive evaluation function for the 7 selected elements was $F = 0.449 1F_1 + 0.118F_2 + 0.097 2F_3 + 0.055 5F_4 + 0.042 5F_5 + 0.034 5F_6 + 0.030 7F_7$. By calculating the scores of comprehensive factors, the total values of Qi ai (Qichun, Hubei province) and Bei ai (Anguo, Hebei province) are on top 2. The study established an accurate and efficient analytical method and comprehensive evaluation system for the mineral elements in *A. argyi* from different ecological areas, provide a scientific basis for quality control of beneficial supplements in *A. argyi*, and may be valuable for the similar studies for other medicinal species.

Keywords *Artemisia argyi*; Mineral elements; Chemometrics; Quality evaluation

(Received Mar. 4, 2020; accepted Jun. 11, 2020)

* Corresponding author