

不同产地艾叶中主要化学成分的研究现状分析

周洁¹, 李晔^{1,2}, 刘洋², 张红², 狄志彪², 万兆新³, 苏同生^{3*}, 王春柳^{2*}

1. 陕西中医药大学, 陕西 咸阳 712046

2. 陕西省中医药研究院, 陕西 西安 710003

3. 陕西省中医医院, 陕西 西安 710003

摘要: 收集艾叶 *Artemisia argyi* 中主要化学成分的研究文献资料, 对中国知网、PubMed 数据库中关于不同产地艾叶中主要化学成分, 包括总挥发油、桉油精、龙脑、樟脑、总黄酮、石竹烯、异泽兰黄素、棕矢车菊素、微量元素钠、镁、铝、钾、钙、锰、铁、锌、钡、重金属铅、镉、汞、砷、铜的含量研究结果进行数据收集和横向归纳比较, 总结不同产地艾叶成分的研究现状, 为开展不同产地艾叶的共性和个性特征研究提供数据支撑。

关键词: 艾叶; 桉油精; 龙脑; 樟脑; 总黄酮; 石竹烯; 异泽兰黄素; 棕矢车菊素; 微量元素; 重金属

中图分类号: R282.710.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2022)15-4882-13

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2022.15.032

Research status analysis of main chemical constituents in *Artemisia argyi* leaves from different producing areas

ZHOU Jie¹, LI Ye^{1,2}, LIU Yang², ZHANG Hong², DI Zhi-biao², WAN Zhao-xin³, SU Tong-sheng³, WANG Chun-liu²

1. Shaanxi university of traditional Chinese medicine, Xianyang 712046, China

2. Shaanxi Academy of Traditional Chinese Medicine, Xi'an 710003, China

3. Shaanxi Provincial hospital of Chinese Medicine, Xi'an 710003, China

Abstract: In this paper, the literature on main chemical constituents of *Artemisia argyi* was collected. The main chemical components of moxa leaves from different places in China National Knowledge Infrastructure Database and PubMed Database, including total volatile oil, cineole, borneol, camphor, total flavonoids, caryophyllene, isozolanthin, chrysanthemum, trace elements sodium (Na), magnesium (Mg), aluminum (Al), potassium (K), calcium (Ca), manganese (Mn), iron (Fe), zinc (Zn), barium (Ba), heavy metals lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), arsenic (As), copper (Cu) were collected and horizontally summarized and compared. Research status of the components of *Artemisia argyi* leaves from different producing areas was summarize in this paper, in order to provide data support for the study of common and individual characteristics of *Artemisia argyi* leaves from different producing areas.

Key words: *Artemisia argyi* Levl. et Vant. leaves; cineole; borneol; camphor; total flavonoids; caryophyllene; isozolanthin; chrysanthemum; trace element; heavy metal

艾叶为菊科植物艾 *Artemisia argyi* Levl. et Vant. 的干燥叶, 在每年夏季花朵还没有完全盛开时采摘^[1-2], 艾叶在传统中医药和民间均有广泛应用^[3-6]。近年来, 人们的生活保健意识随着生活水平逐渐提高, 伴随着健康中国国家战略的逐步推进^[7], 艾灸及艾

叶的多种民间用途被越来越推崇, 艾叶资源需求激增^[8]。艾叶古代的道地品种有河南安阳的北艾、浙江宁波的海艾、河北安国的祁艾和湖北蕲春的蕲艾^[9]。近代以来蕲艾逐渐占主导地位, 但目前蕲艾的年产量远无法满足巨大的市场需求。因此, 许多艾叶的

收稿日期: 2022-03-23

基金项目: 陕西省中医药管理局 10 个重点病种中医药创新计划项目 (膝痹病); 陕西省重点研发计划一般项目 (2020FP-022); 陕西省中医药管理局科研项目 (2019-ZZ-ZY026)

作者简介: 周洁 (1996—), 女, 硕士研究生, 研究方向为中药新型给药系统。Tel: (029)87289907 E-mail: zj18710849061@163.com

*通信作者: 苏同生 (1962—), 男, 主任医师, 硕士, 研究方向为针灸临床。Tel: (029)87231294 E-mail: chinasuts@126.com

王春柳 (1988—), 女, 助理研究员, 博士研究生, 研究方向为中药新型给药系统。

Tel: (029)87289907 E-mail: chunliuyouyou56@163.com

古产区及相关有生长条件的地区均开展了本地品种的培育、种植及产品质量控制等相关工作。然而，受不同地域、气候环境差异因素的影响，不同产地的艾叶在外形特征、内在成分、理化性质等方面均存在一定程度的差异，由此产生的艾叶品质参差不齐问题也成为研究人员关注的焦点之一。本研究对当前不同产地艾叶化学有效成分的研究进展进行详细总结和归纳，以期寻找艾叶优良、特色产地及更好地进行艾叶质量控制提供参考依据。

现代医学研究结果显示，艾叶中主要含有挥发油类、黄酮类、鞣质类、苯丙素类、多糖类、微量元素及重金属等多种药物活性化学成分^[10-12]。本文以“艾叶”“挥发油”“黄酮”“苯丙素”“微量元素”“重金属”“多糖”为检索词，检索了中国知网、PubMed 各数据库中 1990—2022 年的文献记载，艾叶中化学成分研究文献共 66 篇，对其中有关艾叶总挥发油、桉油精、龙脑、樟脑、石竹烯、总黄酮、

异泽兰黄素、棕矢车菊素和微量元素钠、镁、铝、钾、钙、锰、铁、锌、钒及重金属铅、镉、汞、砷、铜的含量研究结果进行数据收集和横向归纳比较。

1 挥发油类

1.1 不同产地艾叶挥发油含量

近年来随着化学提取分离技术的成熟稳步发展。应用于艾叶挥发油提取的方法有很多种，包括水蒸气蒸馏法、浸提法、超声法、微波法、正己烷回流、静态顶空、超临界流体萃取等^[13-15]，其中，水蒸气蒸馏法是目前最常用的挥发油提取方法。按照产地将艾叶挥发油的含量进行汇总^[13,16-38]，所得挥发油均采用水蒸气蒸馏法提取，见图 1。

从样本量方面来看，湖北蕲春的样本量最多，其次是湖北除蕲春外的其他地区及河南和广西，样本量较少的是重庆、上海、黑龙江、新疆、广东和甘肃等地，表明湖北蕲春的艾叶最受欢迎。从平均值方面看，挥发油质量分数均值超过 1.2%的产地包括黑龙

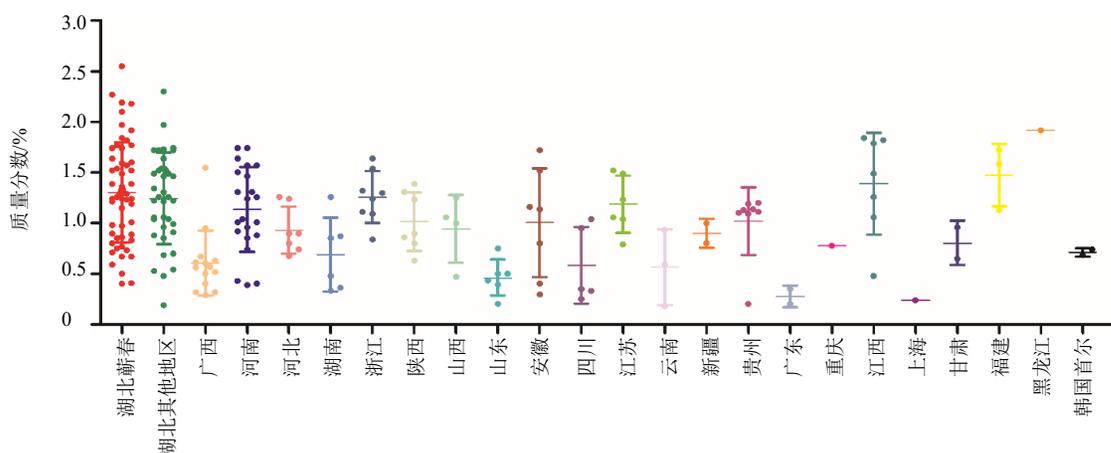


图 1 不同产地艾叶中挥发油的含量

Fig. 1 Volatile oil content in *A. argyi* leaves from different producing areas

江、福建、江西、湖北蕲春、浙江和湖北其他地区；平均质量分数小于 0.5%的产地有山东、广东和上海；其他产地艾叶的挥发油平均质量分数在 0.5%~1.2%。从图 1 可以看出，挥发油质量分数最高的样本来自湖北蕲春，挥发油质量分数为 2.55%；其次是湖北其他地区中的样本，质量分数为 2.3%；挥发油质量分数大于 2%的样本均来自于湖北，除 1 个来自湖北其他地区外（湖北省孝感市大悟县东新乡），其他 5 个样本均来自湖北蕲春；挥发油含量最低的样本来自云南，挥发油得率为 0.18%。根据不同产地艾叶挥发油含量对比，发现湖北蕲春为优势物种地区，但是即使在同一省份，不同产地的艾叶挥发油也存在明显差异。

由图 2 可知，从统计分析结果可得，与华南地

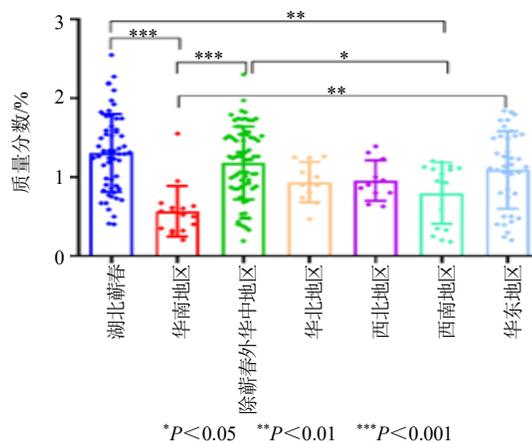


图 2 不同地区艾叶中挥发油含量

Fig. 2 Volatile oil content in *A. argyi* leaves from different areas

区相比,湖北蕲春、除蕲春外华中地区和华东地区艾叶的挥发油含量显著较高;与西南地区相比,除蕲春外华中地区和蕲春的挥发油含量相对较高。结果表明,湖北蕲春、华东地区和除蕲春外华中地区的艾叶挥发油含量较高,就挥发油含量来看,这3个地区适宜艾叶的种植。

1.2 不同产地艾叶挥发油的代表性成分分析

《中国药典》2020年版中艾叶【含量测定】项下规定艾叶按干燥品计算,含桉油精不得少于0.05%,含龙脑不得少于0.02%^[39]。因此本研究按照产地将挥发油中的桉油精、龙脑、樟脑、石竹烯4个主要代表性成分进行归纳整理,作为产地艾叶的质量评价之一。挥发油的化学成分均采用气相色谱-质谱联用仪测定,各个产地艾叶中桉油精、龙脑、樟脑、石竹烯的含量测定结果^[13,15-19,21,23-34,37-38,40-49]见图3~8,同一产

地有多篇文献报道的,将结果计算平均值与方差同时显示,每个柱体上方的数字为该产地报道的样本数量。

从图3、4中可以看出,除上海之外,其他产地的艾叶桉油精和龙脑含量均达到《中国药典》2020年版标准。在图3中,从样本量来看,湖北蕲春和广西的样本最多,山东和河南次之;陕西、四川、上海的样本最少。从平均值来看,艾叶中桉油精占比大于15%的产地有广东、新疆、江西、陕西、河北、湖北蕲春和甘肃,其中广东和新疆的桉油精含量最高,江西和陕西的桉油精含量也较高;桉油精占比小于5%的产地只有上海,其他产地桉油精在挥发油中占比平均值为5%~15%。桉油精是艾叶中的主要活性成分,从目前的文献测定结果来看,广东、新疆、江西和陕西的艾叶在桉油精含量方面有相对优势。

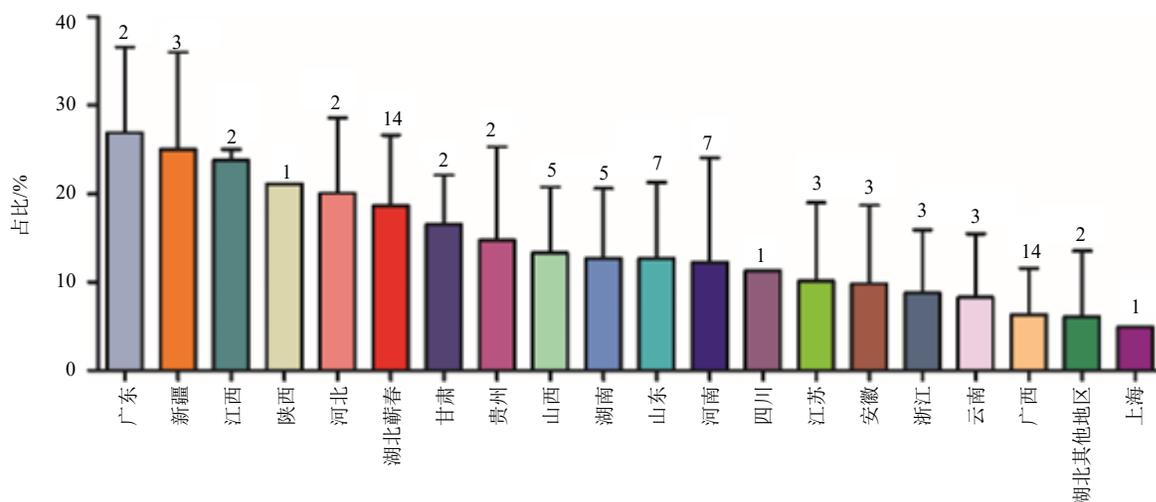


图3 不同产地艾叶挥发油中桉油精的占比

Fig. 3 Proportion of eucalyptol in volatile oil of *A. argyi* leaves from different producing areas

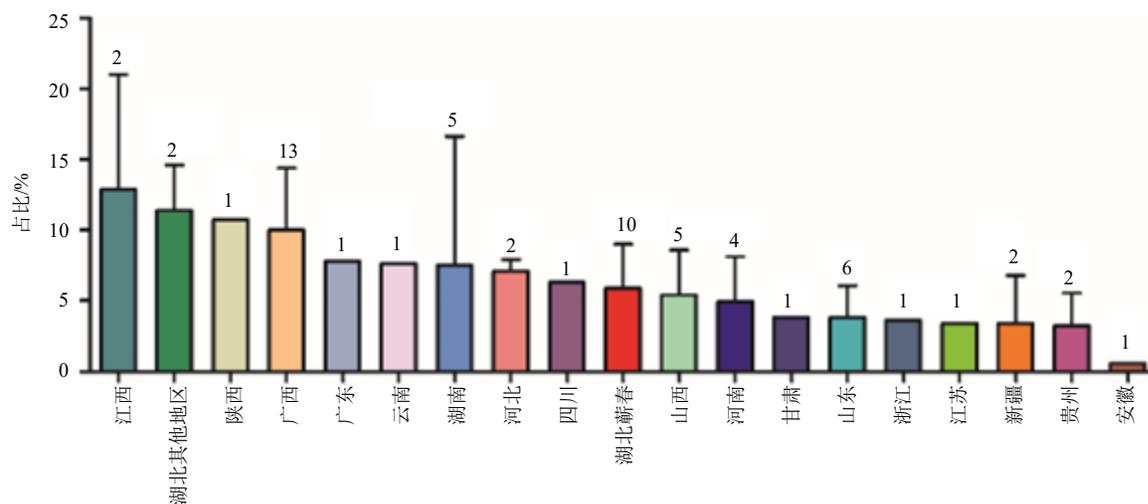


图4 不同产地艾叶挥发油中龙脑的占比

Fig. 4 Proportion of borneol in volatile oil of *A. argyi* leaves from different producing areas

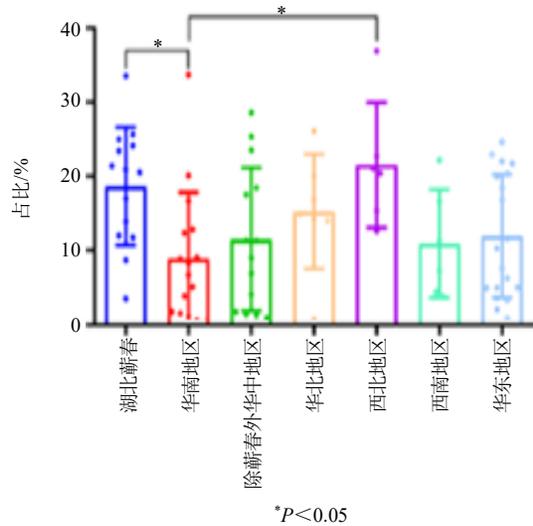


图5 不同地区艾叶挥发油中桉油精占比

Fig. 5 Proportion of eucalyptol in volatile oil of *A. argyi* leaves from different areas

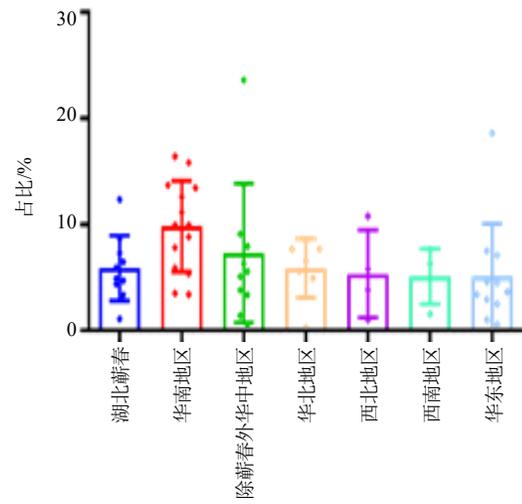


图6 不同地区艾叶挥发油中龙脑占比

Fig. 6 Proportion of borneol in volatile oil of *A. argyi* leaves from different areas

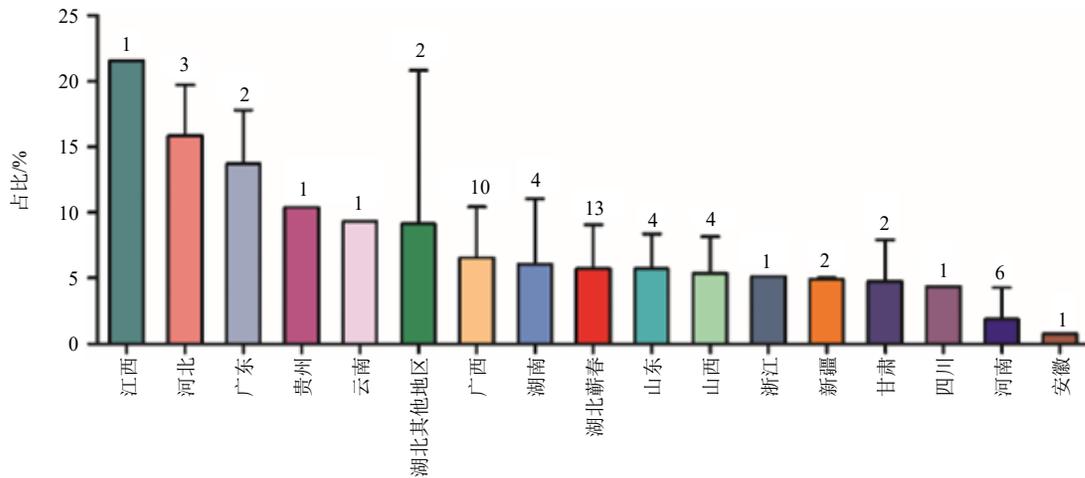


图7 不同产地艾叶挥发油中樟脑的占比

Fig. 7 Proportion of camphor in volatile oil of *A. argyi* leaves from different producing areas

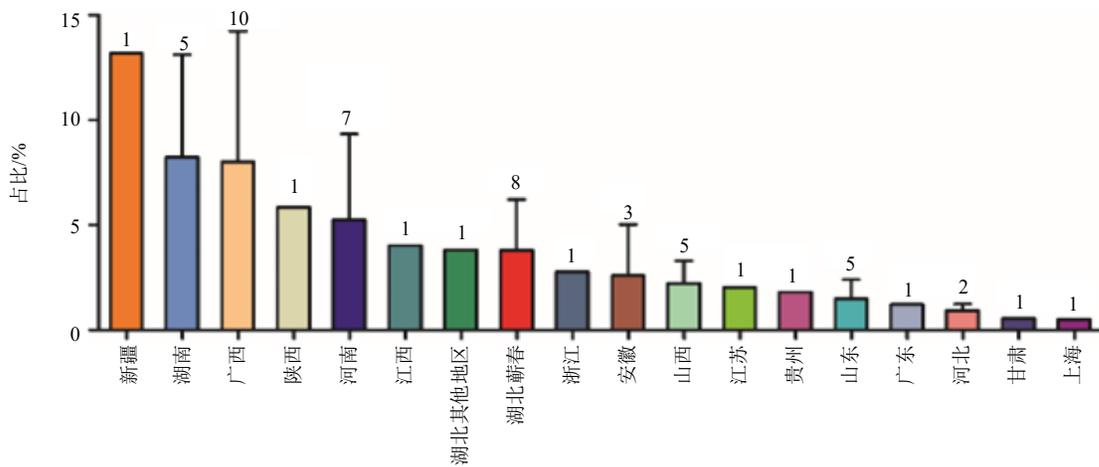


图8 不同产地艾叶挥发油中石竹烯的占比

Fig. 8 Proportion of caryophyllene in volatile oil of *A. argyi* leaves from different producing areas

在图4中,从样本量来看,湖北蕲春和广西的样本最多,山东、山西、河南和湖南次之;陕西、广东、云南、四川、甘肃、浙江、江苏、安徽的样本最少。从平均值来看,艾叶中龙脑占比平均值大于10%的产地有江西、湖北其他地区、陕西和广西;龙脑占比平均值小于3%的产地只有安徽,其他产地龙脑占比平均值在3%~10%。龙脑是《中国药典》2020年版艾叶项下新添加的质控指标,从龙脑含量来看,已有的报道中来自江西、湖北、陕西和广西地区的艾叶在龙脑含量方面有相对优势。

从图5中可以看出,与华南地区相比,蕲春和西北地区的桉油精含量相对较高,其次是华中地区、华北地区和华东地区,华南地区的桉油精含量相对较低;从图6中可以看出,龙脑的含量在华南地区的含量较高,其余产地含量相差不大。因此,表明不同产地的艾叶中不同化学成分的含量差异较大。

在图7中,从样本量来看,依然是湖北蕲春和广西的样本最多,河南次之;江西、贵州、浙江、四川、安徽的样本最少。从平均值来看,艾叶中樟脑占比平均值大于10%的产地有江西、河北、广东和贵州;樟脑占比平均值小于3%的产地有河南和安徽,其他产地樟脑占比平均值在3%~10%。从樟脑含量来看,江西、河北、广东和贵州产地艾叶有相对优势。

在图8中,从样本量来看,也是湖北蕲春和广西的样本最多,河南次之;新疆、陕西、江西、湖北其他地区、浙江、江苏、贵州、广东、甘肃、上海的样本最少。从平均值来看,艾叶中石竹烯占比大于8%的产地有新疆、湖南和广西,陕西的石竹烯占比平均值比其他产地高,为5.85%;石竹烯占比平均值小于1%的产地有河北、甘肃和上海,其他产

地樟脑占比平均值在1%~8%。从石竹烯的相对含量来看,新疆、湖南、广西和陕西产地的艾叶相对具有优势。

从以上4个挥发油类的主要化学成分含量分析来看,研究最多的产地为湖北蕲春和广西,在主要成分含量方面,除了蕲春外,陕西、江西、广东、河北和新疆产地的挥发油类的主要成分也相对较高。艾叶每个产地的主要化学成分含量都有差别,因此,产地不同所含挥发油成分的含量也相对不同。

2 黄酮类

2.1 不同产地艾叶总黄酮含量

黄酮类化合物化学性质差异很大,黄酮苷元一般难溶或直接不溶于水,而黄酮苷与之正好相反,一般易溶于水、吡啶等溶剂,提取黄酮类化合物的溶剂一般是乙醇。溶剂提取法是目前黄酮类化合物最为常用的提取方法。按照产地将艾叶总黄酮的含量进行汇总^[35,50-52],见图9。

从样本量来看,湖北蕲春的样本量最多,其次是湖北除蕲春外的其他地区,然后是浙江,样本量较少的是广西、陕西、山西、山东、贵州、广东、江西、甘肃和福建等。从平均值来看,艾叶总黄酮质量分数平均值超过10%的产地有甘肃和山西,分别为11.59%、11.39%;平均质量分数在8%~10%的产地有河南、山东和广东,分别为8.95%、8.72%、8.59%;其他产地艾叶的总黄酮平均质量分数在8%以下。从图9中可以看出,总黄酮含量最高的2个样本来自湖北蕲春,质量分数分别为14.67%、13.33%;其次是浙江的样本,质量分数为11.83%;总黄酮含量最低的样本来自福建,质量分数为1.29%。蕲春和浙江的总黄酮含量排名靠前,结果表明该产地可以利用所处的环境优势,培育具有总黄

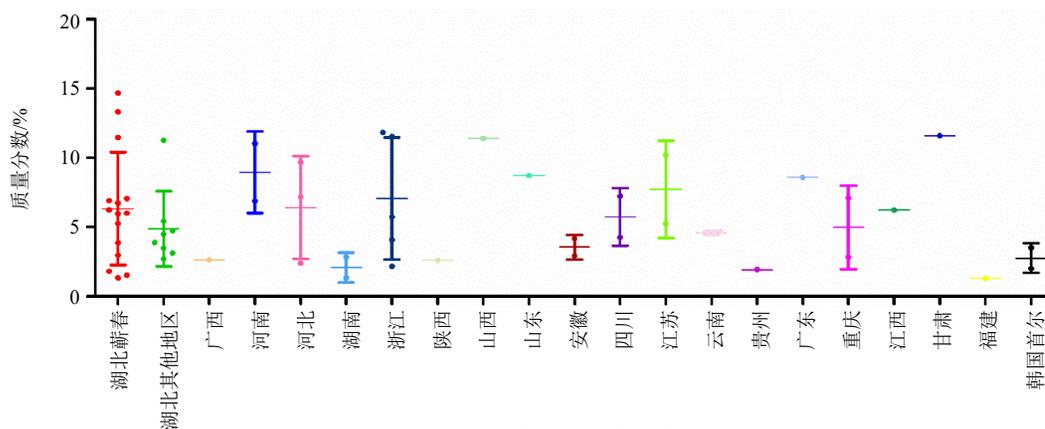


图9 不同产地艾叶中总黄酮含量

Fig. 9 General flavone content in *A. argyi* leaves from different producing areas

酮含量高的艾品种。但是同一个产地艾叶的总黄酮含量相差较大，表明总黄酮的含量也受艾叶自身生长情况的影响。

由图 10 可知，华北地区和西北地区的龙脑含量偏高，西南地区和华中地区（除蕲春）的龙脑含量较低，其他区域的龙脑含量相差不大。

2.2 不同产地艾叶黄酮类化合物的主要成分分析

通过总黄酮含量差异并不足以区分不同产地艾叶，需要进一步对艾叶中黄酮类化合物的主要成分进行含量测定，用以作为艾叶黄酮类化合物的检测依据。按照产地将总黄酮中的棕矢车菊素和异泽兰黄素 2 个主要代表性成分进行归纳整理^[20,51,53-57]，对不同产地艾叶进行评价，见图 11、12。同一产地

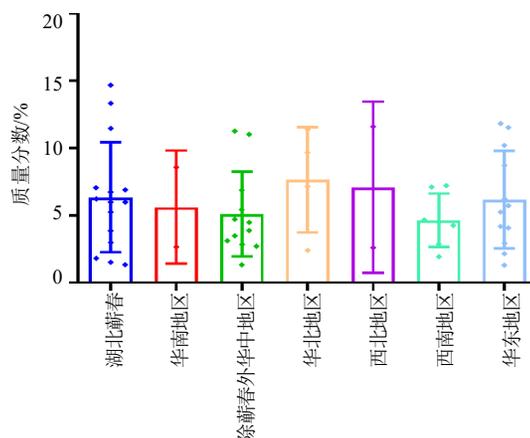


图 10 不同地区艾叶中总黄酮的含量

Fig. 10 General flavone content in *A. argyi* leaves from different areas

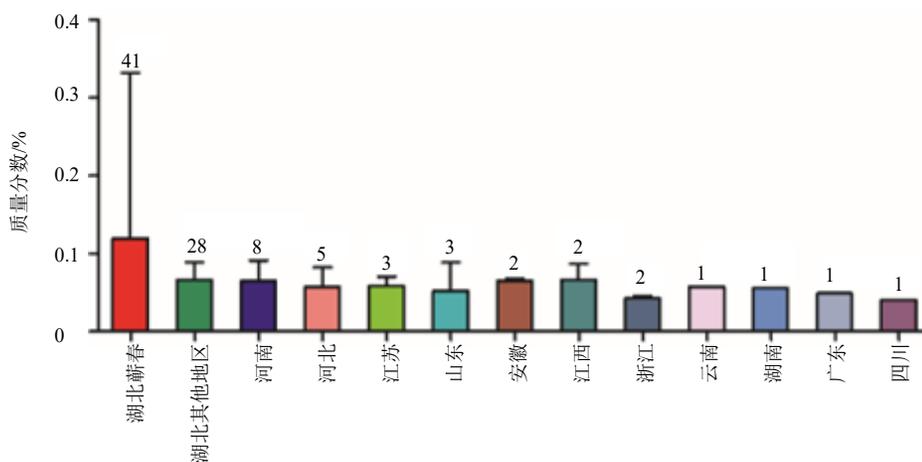


图 11 不同产地艾叶中棕矢车菊素的含量

Fig. 11 Jacosidin content of *A. argyi* leaves from different producing areas

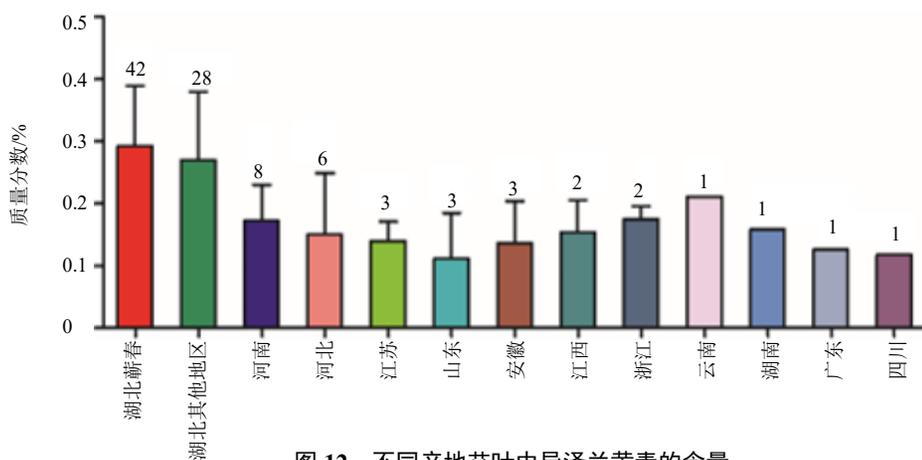


图 12 不同产地艾叶中异泽兰黄素的含量

Fig. 12 Proportion of isomeranthin in *A. argyi* leaves from different producing areas

有多篇文献报道的，将结果计算平均值与方差同时显示，每个柱体上方的数字为该产地报道的样本数量。

由图 11 可知，从样本量来看，湖北蕲春居于首位，其次是湖北其他地区和河南；云南、湖南、广东和四川

的样本最少。从平均值来看，棕矢车菊素质量分数平均值大于 0.1% 的产地只有湖北蕲春；棕矢车菊素质量分数平均值小于 0.05% 的产地有广东、浙江和四川，其他产地棕矢车菊素质量分数平均值在 0.05%~0.1%。

由图 12 可知,不同产地艾叶中异泽兰黄素质量分数从样本量来看,与棕矢车菊素趋势一样,湖北蕲春依然居于首位,其次是湖北其他地区 and 河南;云南、湖南、广东和四川的样本最少,都只有 1 个。从平均值来看,每个产地异泽兰黄素质量分数平均值均大于 0.1%;质量分数平均值最高的 3 个产地湖北蕲春、云南和浙江,分别为 0.29%、0.21%、0.18%;质量分数平均值最低的 3 个产地为四川、山东和湖北其他地区,分别为 0.12%、0.11%、0.10%,其他产地异泽兰黄素质量分数平均值为 0.12%~0.18%。

结果表明,不同产地的棕矢车菊素和异泽兰黄素的含量存在差异,湖北艾叶中的 2 个成分均值高于其他产地,进一步验证了蕲艾的品质优良,体现

出蕲艾作为道地药材的特性。

3 微量元素及重金属

3.1 不同产地艾叶微量元素含量

目前艾叶中微量元素和重金属的检测方法有很多种^[58],包括原子吸收光谱法、电感耦合等离子体质谱法、电感耦合等离子体原子发射光谱法、原子荧光光谱法等。常用的方法是电感耦合等离子体质谱法和电感耦合等离子体原子发射光谱法。

艾叶中含有大量的无机物质和微量营养元素,按照产地将艾叶微量元素的含量进行汇总^[22,59-63],见图 13,同一产地有多篇文献报道的,将结果计算平均值与方差同时显示,每个柱体上方的数字为该产地报道的样本数量。

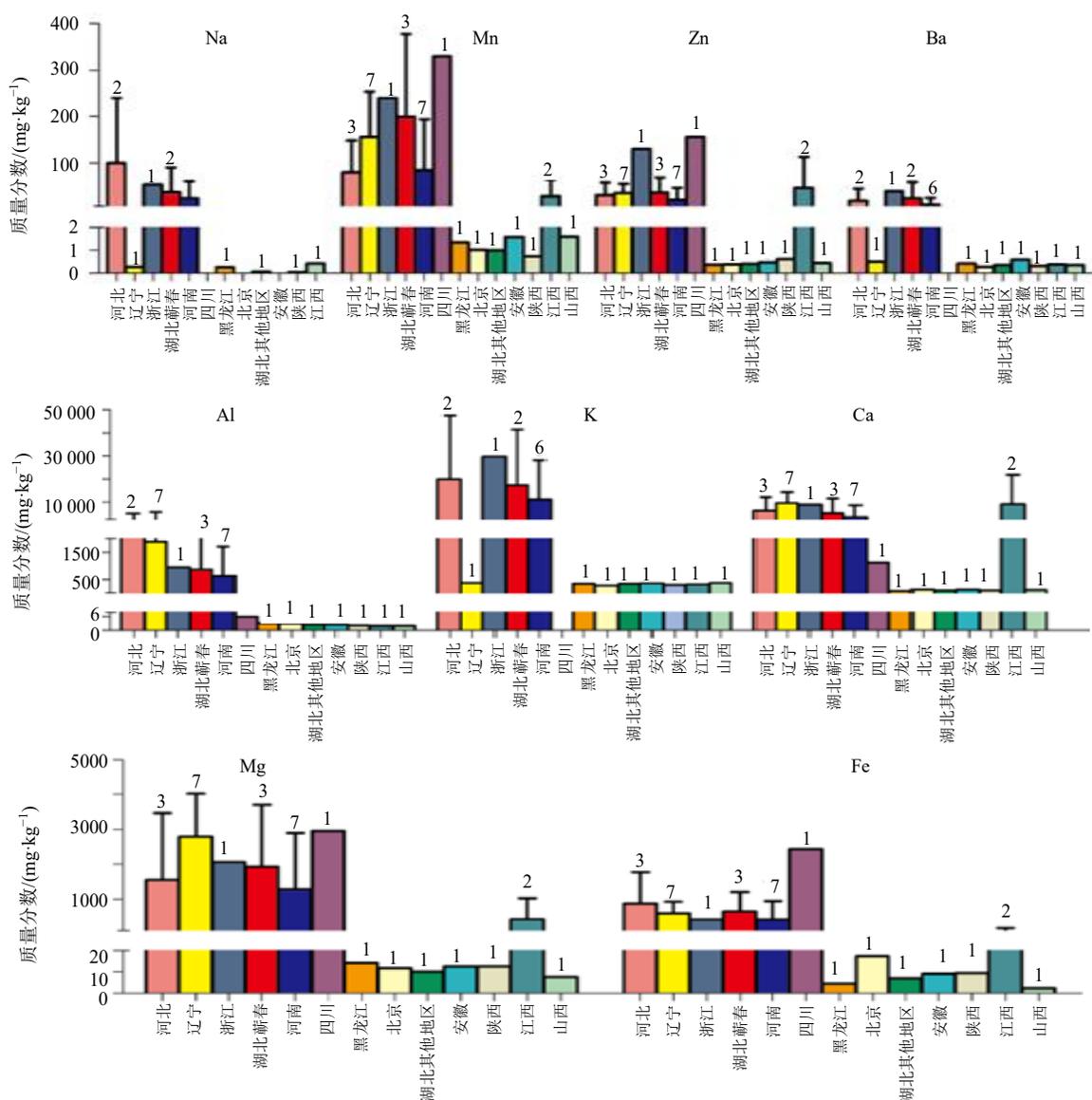


图 13 不同产地艾叶中微量元素的含量

Fig. 13 Trace elements content of *A. argyi* leaves from different producing areas

Na 元素中,从样本量来看,河南居于首位;其次是湖北蕲春、河北和江西;其余产地样本均只有一个。从平均值来看,质量分数平均值最高的产地是河北,为 99.75 mg/kg;其次是浙江、湖北蕲春、河南,分别为 53.77、37.47、23.95 mg/kg;其他产地 Na 元素质量分数平均值在 0.5 mg/kg 以下。

Mn 元素中,从样本量来看,辽宁和河南居于首位;其次是湖北蕲春、河北和江西;其余产地样本均只有 1 个。从平均值来看,质量分数平均值最高的产地是四川,为 330 mg/kg;其次是浙江、湖北蕲春、辽宁、河南和河北,分别为 240、199.87、156.02、85.02、80.27 mg/kg;其余产地平均值在 5 mg/kg 以下。

Zn 元素中,从样本量来看,辽宁和河南居于首位;其次是湖北蕲春、河北和江西;其余产地样本均只有 1 个。从平均值来看,质量分数平均值最高的产地是四川,为 156 mg/kg;其次是浙江,为 130.16 mg/kg;平均值在 20~50 mg/kg 的产地有湖北蕲春、辽宁、河北和河南,分别为 37.08、35.39、31.14、20.87 mg/kg;其余产地平均值在 1 mg/kg 以下。

Ba 元素中,从样本量来看,河南居于首位;其次是湖北蕲春和河北;其余产地样本均只有 1 个。从平均值来看,质量分数平均值最高的产地是浙江,为 39.87 mg/kg;其次是湖北蕲春、河北和河南,分别为 24.82、18.90、10.21 mg/kg;其余产地平均值在 1 mg/kg 以下。

Al 元素中,从样本量来看,辽宁和河南居于首位;其次是湖北蕲春和浙江;其余产地样本均只有 1 个。从平均值来看,质量分数平均值较高的产地是河北和辽宁,分别为 2 124.36、1 888.70 mg/kg;其次是浙江、湖北蕲春和河南,分别为 969、881.09、637.87 mg/kg;其余产地平均值在 10 mg/kg 以下。

K 元素中,从样本量来看,河南居于首位;其次是湖北蕲春和河北;其余产地样本均只有 1 个。从平均值来看,质量分数平均值最高的产地是浙江,分别为 29 749 mg/kg;其次是河北、湖北蕲春和河南,分别为 19 822.85、17 372.55、11 224.42 mg/kg;其余产地平均值在 250~400 mg/kg。

Ca 元素中,从样本量来看,辽宁和河南居于首位;其次是湖北蕲春、河北和江西;其余产地样本均只有 1 个。从平均值来看,质量分数平均值较高的产地是辽宁、江西和浙江,分别为 9701.42、9097.1、8961 mg/kg;其次是河北、湖北蕲春、河南和四川,分别为 6 272.8、5 266.3、3 555.87、1130 mg/kg;其余产地平均值在 80~

150 mg/kg。

Mg 元素中,从样本量来看,辽宁和河南居于首位;其次是湖北蕲春、河北和江西;其余产地样本均只有 1 个。从平均值来看,质量分数平均值最高的产地是四川,为 2950 mg/kg;其次是辽宁和浙江,分别为 2 790.99、2 067 mg/kg;平均值在 1000~2000 mg/kg 的产地有湖北蕲春、河北和河南,分别为 1 928.79、1 550.06、1 280.31 mg/kg;其他产地 Mn 元素质量分数平均值在 15 mg/kg 以下。

Fe 元素中,从样本量来看,辽宁和河南居于首位;其次是湖北蕲春、河北和江西;其余产地样本均只有 1 个。从平均值来看,质量分数平均值最高的产地是四川,为 2430 mg/kg;平均值在 400~1000 mg/kg 的产地有河北、湖北蕲春、辽宁、河南和浙江;其他产地 Fe 元素平均值在 20 mg/kg 以下。

微量元素是人体内所必须的,而药材中的微量元素其存在方式是以络合物的形式,这些元素在人体代谢和健康中都发挥重要的作用,也是中药在治疗疾病时的重要物质基础。从汇总结果来看,艾叶中 K 和 Ca 是微量元素中含量最高的 2 个元素,其次是 Mg、Fe、Al。

3.2 不同产地艾叶重金属含量的分析

对艾叶重金属含量进行汇总^[50,59-60,62],见图 14。同一产地有多篇文献报道的,将结果计算平均值与方差同时显示,每个柱体上方的数字为该产地报道的样本数量。

重金属在《中国药典》2020 年版中明确限度检查,限定 $Pb \leq 5$ mg/kg、 $Cd \leq 1$ mg/kg、 $As \leq 2$ mg/kg、 $Hg \leq 0.2$ mg/kg、 $Cu \leq 20$ mg/kg。艾叶的重金属含量与之比较,从平均值来看,Pb 含量超过标准的产地是辽宁,质量分数为 7.07 mg/kg;Cd 含量超过标准的产地是湖南,质量分数为 1.4 mg/kg;As 和 Hg 含量全部达标;Cu 含量超过标准的产地有辽宁、云南、浙江和广东,质量分数分别为 120.59、25.3、23.53、21.7 mg/kg。从单个样本来看,Pb 含量超过范围的 4 个样本均来自于辽宁,质量分数分别为 14.97、13.27、7.96、5.21 mg/kg;Cd 含量超过范围的 2 个样本均来自于湖南和安徽,质量分数分别为 1.4、1.01 mg/kg;As 和 Hg 含量均达标;Cu 含量超过范围的样本有 13 个,其中 6 个样本来自于辽宁,质量分数分别为 328.2、272.6、148、52.8、22.06、20.32 mg/kg,2 个样本来自河南,质量分数分别为 44.10、39.74 mg/kg,其余 4 个样本分别来自河北、湖北蕲春、浙江和云

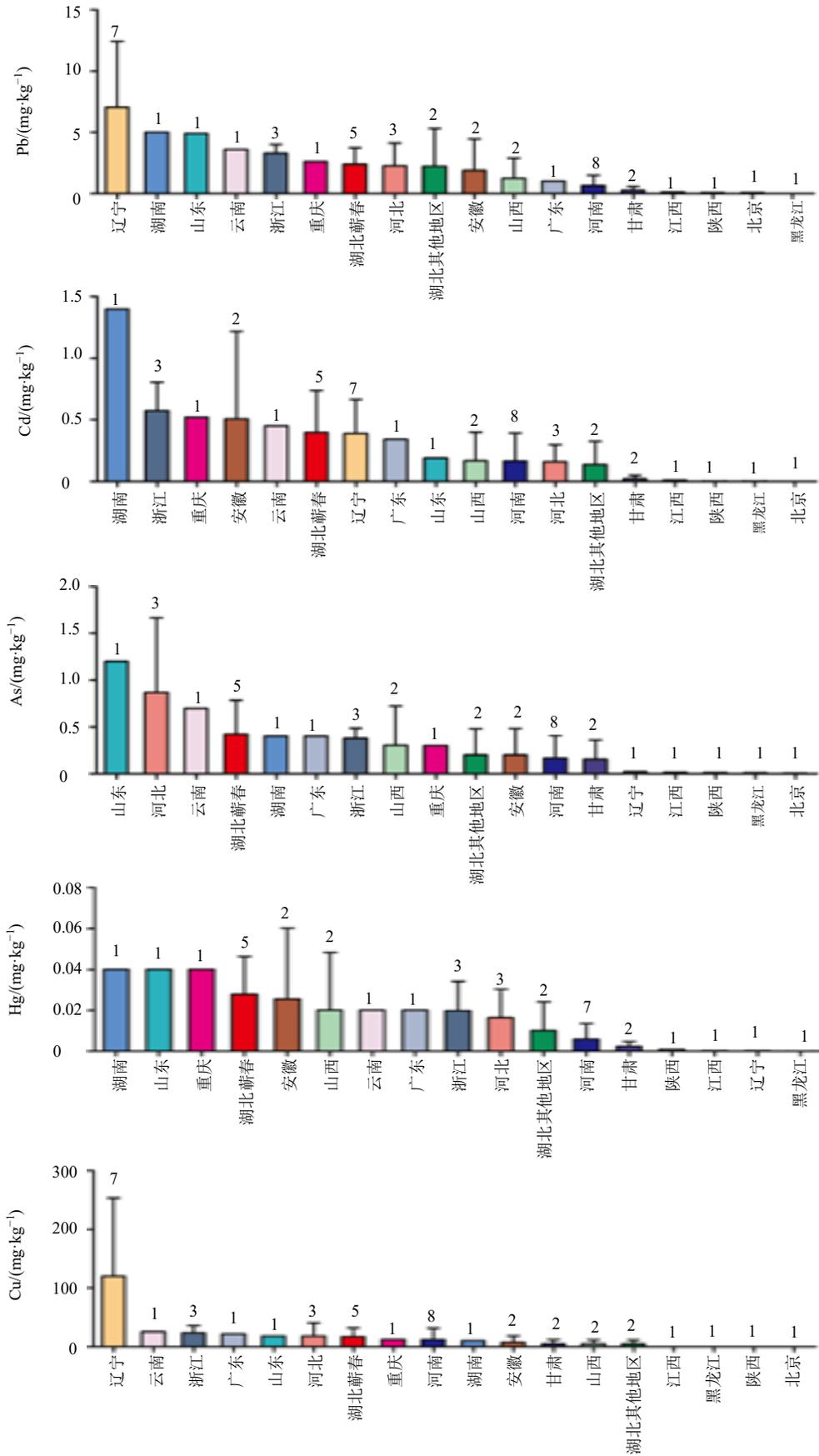


图 14 不同产地艾叶中重金属的含量

Fig. 14 Heavy metal content of *A. argyi* leaves from different producing areas

南,质量分数分别为42.68、41.55、37.99、25.3 mg/kg。

通过数据分析得出,陕西、江西、黑龙江和北京的重金属含量很低,表明该产地的艾叶没有被污染,具有明显的产地优势,而有的产地艾叶已严重受到污染,可能与采集年份和具体产区等因素有关,应尽快完善有关艾叶的检查项目,增加对重金属含量的检测力度,重视其含量超标的问题,杜绝污染严重的艾叶进入市场流通,对人类生命健康造成危害。

4 苯丙素类

关于艾叶中苯丙素类化合物目前的研究较少,苯丙素类化合物在艾叶中的含量仅次于挥发油类和黄酮类^[64]。兰晓燕等^[2]研究表明已经确定结构的这类化合物有28个,分别为苯丙酸类(咖啡酸、反式邻香豆酸)、苯丙酸酯类(咖啡酸甲酯、咖啡酸十八烷酯)、香豆素类(东莨菪内酯、伞形花内酯等)和木脂素类(厚朴酚、开环异落叶松树脂酚),与洪宗国等^[65]的报道所一致。在苯丙素类化合物绿原酸不同产地的含量差异中李超等^[59]进行了分析,用产自包括河北保定、浙江宁波、湖北蕲春等5个产地的艾叶作为实验样品,数据表明绿原酸含量相对最高的样品来自河北保定,其含量显著高于其他产区;在同产区不同年份的研究中,2017年河南汤阴艾叶中的绿原酸含量高于2013—2016年,说明艾叶绿原酸随储藏时间的增长而含量降低。表明不同产地不同采集时间均对艾叶的绿原酸成分有差异,这可能与生长、种植环境或者栽培方式等有关。

5 其他类

艾叶中还存在鞣质、多糖、甾体等成分。对不同产地艾叶的鞣酸含量进行研究,湖北蕲春的鞣酸含量最高,其他依次为河北安国、江西樟树、山东甄诚和安徽霍山,结果表明鞣酸的含量具有一定的差异,原因可能是各地的土壤、水质和气候等具有差异^[2,66-67]。

6 结语与展望

本研究分析了现有报道中不同产地艾叶中主要化学成分的含量,结果发现在总挥发油含量方面,湖北蕲春、湖北其他地区、河南、浙江和江西5个产地的挥发油含量相对较高,其他产地艾叶相对较低;在桉油精含量方面,广东的桉油精含量最高,陕西、新疆、江西和河北4个产地含量也相对较高,其他产地艾叶总体相对较低,可以看出广东和陕西等地的桉油精含量明显高于湖北蕲春;在龙脑含量方面,江西的龙脑含量最高,陕西、湖北其他地区

和广西3个产地含量也相对较高,其他产地艾叶总体相对较低;在樟脑含量方面,江西的樟脑含量最高,河北和广东2个产地含量也相对较高,其他产地艾叶总体相对较低;在石竹烯含量方面,新疆的石竹烯含量最高,陕西、湖南和广西3个产地含量也相对较高,其他产地艾叶总体相对较低。

在总黄酮含量方面,蕲春、河南和浙江总黄酮含量相对较高,其他产地艾叶相对较低;在棕矢车菊素含量方面,蕲艾的含量最高,其次湖北其他地区、江西和河南3个产地的棕矢车菊素含量也相对较高,其他产地艾叶相对较低;在异泽兰黄素含量方面,蕲春、云南和河南的异泽兰黄素含量较高,其他产地艾叶相对较低。

本文分别将挥发油含量、桉油精、龙脑和总黄酮含量进行统计学分析,结果发现艾叶中不同的化学成分在不同的地域含量差异明显。在总挥发油含量方面,蕲春、除蕲春外的华中地区和华东地区,这些地区包括湖北、湖南和河南,水系发达,土壤比较湿润,适合艾叶中挥发油含量的生长;对于桉油精含量来说,蕲春和西北地区的含量较高,其中包括陕西等地,证明这些区域适合艾叶中桉油精含量的生长;在龙脑含量方面,华南地区的含量相对较高,表明广东、广西等地的地理条件适合艾叶中龙脑含量的生长。在总黄酮含量方面,结果表明各个产地之间含量无明显差异,但从图中可以看出华北地区和西北地区的含量略高于其他区域,华北地区和西北地区夏季降雨较多,比较湿润温暖,适合艾叶中总黄酮的生长。不同的产地对艾叶中有效成分的含量影响也较大。

在微量元素中,Na元素含量方面,河北的含量最高,其他产地艾叶相对河北较低,浙江、湖北蕲春和河南3个产地的含量也相对较高;在Mn元素含量方面,四川的含量最高,其他产地艾叶相对四川较低,浙江、湖北蕲春和辽宁3个产地的含量也相对较高;在Zn元素含量方面,四川的含量最高,其他产地艾叶相对四川较低,浙江和江西2个产地的含量也相对较高;在Ba元素含量方面,浙江的含量最高,其他产地艾叶相对浙江较低,湖北蕲春、河北和河南3个产地的含量也相对较高;在Al元素含量方面,河北的含量最高,其他产地艾叶相对河北较低,辽宁和浙江2个产地的含量也相对较高;在K元素含量方面,浙江的含量最高,其他产地艾叶相对浙江较低,河北、湖北蕲春和河南3个产地

的含量也相对较高;在Ca元素含量方面,辽宁的含量最高,其他产地艾叶相对辽宁较低,江西、浙江和河北3个产地的含量也相对较高;在Mg元素含量方面,四川的含量最高,其他产地艾叶相对四川较低,辽宁、浙江2个产地的含量也相对较高;在Fe元素含量方面,四川的含量最高,其他产地艾叶相对四川较低,河北、辽宁2个产地的含量也相对较高。在微量元素的整体方面来说,浙江的微量元素含量均较高,属于优势产地。

在重金属中,Pb元素含量方面,Pb含量超过标准的产地是辽宁;其他产地均达标;在Cd元素含量方面,Cd含量超过标准的产地是湖南;其他产地均达标;As含量和Hg含量均达标;在Cu元素含量方面,Cu含量超过标准的产地有辽宁、云南、浙江和广东,其他产地均达标。在重金属含量的数据整理中,明显可以看出陕西等地的重金属含量极低,优于湖北蕲春等地,这将表明艾叶化学成分的产地优势,为艾叶其他优势产地提供数据支撑。

整体上目前对于艾叶品质产地差异的研究较少,不同艾叶质量参差不齐。结果均充分表明不同产地的艾叶存在不同差异,其原因可能为艾叶所处生长环境、加工方法、人为采收时间、储存时间的长短以及提取工艺都对艾叶的品质检测结果造成不同程度的影响。而通过对比不同产地艾叶挥发油、挥发油代表性成分、总黄酮、黄酮类代表性成分、微量元素和重金属的含量,发现不同产地都有自己的特色,可以以产地优势作为艾叶培育的重点。因此主要成分含量较低的产地,可以考虑移植或嫁接产地含量较高的艾叶以提高艾叶品质,但在移栽新品种之前应对该品种的生长环境做相应考察,选择适合当地环境的品质移植。

本研究总结了产地因素对艾叶主要化学成分的影响,对不同产地艾叶之间的差异进行深入研究,对产地艾叶有效成分差异有明确认知,挖掘各产地艾叶优于其他产地的部分,充分发挥了不同产地艾叶所具有的优势,应该利用这一优势专项开发具有产地特色的艾叶,培育出单一或多元有效成分突出的艾品种,为地方艾叶的发展奠定基础,这也是艾叶应用于临床时疗效显著使用安全的基本保证。后期作者会进一步考察其他影响艾叶主要化学成分的因素,如栽培环境、采集时间、提取方法等因素,为我国艾叶资源的开发利用提供可靠的参考依据。

近年来,艾叶各个产地研究竞相开展,本文仅

对数据库中已有的66篇报道中结果进行归纳和分析,分析讨论也仅就目前数据展开,由于篇幅所限,也未能对所有报道的成分进行详细比较分析,对于未有报道的产区及已有产区中未进行分析的成分由于没有数据因此未提及。希望可为不同产地艾叶中化学成分研究提供参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 王惠君,王文泉,卢诚,等.艾叶研究进展概述[J].江苏农业科学,2015,43(8):15-19.
- [2] 兰晓燕,张元,朱龙波,等.艾叶化学成分、药理作用及质量研究进展[J].中国中药杂志,2020,45(17):4017-4030.
- [3] 黄璐琦.小艾草大功效[J].中国政协,2021(11):52-53.
- [4] 蔡平.艾叶的药理作用及应用[J].时珍国医国药,2001,12(12):1137-1139.
- [5] 朱超超.艾叶的临床应用.中国中医药现代远程教育[J].2013,11(6):94-97.
- [6] 李晓雪.艾叶在中医药和民族医药中的应用比较研究[J].亚太传统医药,2020,16(1):23-25.
- [7] 申少铁.健康中国建设持续推进[N].人民日报,2022-01-15(5).
- [8] 王晨,袁梦琪,国文豪,等.绿色养生疗法艾灸的研究进展[J].中国中医药现代远程教育,2018,16(3):138-140.
- [9] 张元,康利平,郭兰萍,等.艾叶的本草考证和应用研究进展[J].上海针灸杂志,2017,36(3):245-255.
- [10] 曹玲,于丹,崔磊,等.艾叶的化学成分、药理作用及产品开发生研究进展[J].药物评价研究,2018,41(5):918-923.
- [11] 龚军,张茂美,刘宏伟,等.艾叶的化学成分及药理作用研究进展[J].广州化工,2018,46(4):10-12.
- [12] 简梨娜,宋学丽,郭江涛,等.艾草的化学成分及临床应用[J].化学工程师,2021,35(7):58-62.
- [13] Guan X, Ge D P, Li S, et al. Chemical composition and antimicrobial activities of *Artemisia argyi* Lévl. et Vant essential oils extracted by simultaneous distillation-extraction, subcritical extraction and hydrodistillation [J]. *Molecules*, 2019, 24(3): 483.
- [14] 刘民,徐志.艾草的活性成分、提取方法、药理作用及其应用前景[J].国外医药:抗生素分册,2020,41(5):391-397.
- [15] 赵秀玲,党亚丽.艾叶挥发油化学成分和药理作用研究进展[J].天然产物研究与开发,2019,31(12):2182-2188.
- [16] 戴卫波,李拥军,梅全喜,等.12个不同产地艾叶挥发油的GC-MS分析[J].中药材,2015,38(12):2502-2506.

- [17] 严泽群, 张秀兰. 艾蒿挥发油化学成分的研究 [J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2008, 21(2): 206-209.
- [18] 刘国声. 艾叶挥发油成分的研究 [J]. 中草药, 1990, 21(9): 8-9.
- [19] 杜家俊, 高瑞, 王少圣, 等. 安徽产艾叶挥发油成分 GC-MS 分析 [J]. 皖南医学院学报, 2017, 36(1): 11-15.
- [20] 陈昌婕, 张智慧, 苗玉焕, 等. 不同艾叶资源的出绒率及其有效成分比较研究 [J]. 西南农业学报, 2020, 33(8): 1785-1791.
- [21] 宋叶, 张鹏云, 戴卫波, 等. 不同产地艾叶挥发油成分的比较研究 [J]. 时珍国医国药, 2019, 30(4): 845-851.
- [22] 梅全喜, 董普仁, 王剑, 等. 不同产地艾叶中挥发油和微量元素含量的比较 [J]. 中国中药杂志, 1991, 16(12): 718.
- [23] 雷琼. 不同产地艾叶主要成分比较研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2020.
- [24] 江丹, 易筠, 杨梅, 等. 不同品种艾叶挥发油的化学成分分析 [J]. 中国医药生物技术, 2009, 4(5): 339-344.
- [25] 吴怀恩, 韦志英, 李耀华, 等. 广西产五月艾挥发油成分分析 [J]. 中国药房, 2009, 20(9): 685-687.
- [26] 吴怀恩, 李耀华, 韦志英, 等. 广西五月艾、细叶艾与艾叶挥发油的比较研究 [J]. 中国医药导报, 2008, 5(35): 23-26.
- [27] 兰美兵, 余永莉, 李啸红. 贵州产艾叶挥发油的化学成分分析 [J]. 药物分析杂志, 2009, 29(8): 1305-1308.
- [28] 阳一兰. 湖南野生新鲜艾叶挥发油成分分析 [J]. 湖南农业科学, 2019(3): 73-75.
- [29] 孟慧, 许勇. 沪产艾蒿鲜叶挥发油成分的 GC-MS 分析 [J]. 药学实践杂志, 2009, 27(5): 362-364.
- [30] 许俊洁, 卢金清, 郭胜男. 蕲艾挥发油的化学成分及其体外抗氧化活性研究 [J]. 中国医院药学杂志, 2017, 37(1): 76-79.
- [31] 肖宇硕, 卢金清, 孟佳敏, 等. 气质联用法对蕲艾及不同产地艾叶中挥发油成分分析比较 [J]. 中国药师, 2018, 21(3): 404-410.
- [32] 蒋潇, 田静. 三个产地艾叶挥发油的化学成分分析 [J]. 中国民族民间医药, 2015, 24(17): 19-22.
- [33] 郭承军. 山东艾叶与野艾叶的挥发油比较研究 [J]. 中草药, 2001, 32(6): 500-501.
- [34] 胡吉清, 万定荣, 蒲锐, 等. 中、韩不同产地艾叶的质量评价及其道地性考察 [J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(2): 553-556.
- [35] 陈昌婕, 罗丹丹, 苗玉焕, 等. 艾种质资源挥发性成分分析与评价 [J]. 中国中药杂志, 2021, 46(15): 3814-3823.
- [36] Zhang W J, You C X, Yang K, et al. Bioactivity of essential oil of *Artemisia argyi* Lévl. et Van. and its main compounds against *Lasioderma serricorne* [J]. *J Oleo Sci*, 2014, 63(8): 829-837.
- [37] Guan W Q, Li S F, Yan R X, et al. Comparison of composition and antifungal activity of *Artemisia argyi* Lévl. et Vant inflorescence essential oil extracted by hydrodistillation and supercritical carbon dioxide [J]. *Nat Prod Res*, 2006, 20(11): 992-998.
- [38] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 91
- [39] Chen P X, Bai Q, Wu Y T, et al. The essential oil of *Artemisia argyi* H. Lévl. and vaniot attenuates NLRP3 inflammasome activation in THP-1 cells [J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12: 712907.
- [40] 顾小卫, 吕宗友, 郭鹏, 等. 江苏野生艾叶挥发油成分的分析 [J]. 北京联合大学学报: 自然科学版, 2010, 24(2): 35-39.
- [41] 姜平川, 李嘉, 梁江昌. 广西产艾叶挥发油成分 GC-MS 研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2009, 15(12): 25-27.
- [42] 兰美兵, 余永莉, 卢巍, 等. 甘肃产艾叶挥发油的化学成分及遗传毒性研究 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(13): 252-255.
- [43] 李利红, 李强, 邢金超, 等. 河南不同产地艾叶挥发油成分的 GC-MS 分析 [J]. 现代牧业, 2017, 1(3): 1-6.
- [44] 刘向前, 陈素珍, 倪娜. 湖南产艾叶挥发油成分的 GC-MS 研究 [J]. 中药材, 2005, 28(12): 1069-1071.
- [45] 路露, 姚琪, 束成杰, 等. 陕西商洛艾叶精油和醇提物成分分析及其抗菌抗氧化活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(11): 1852-1859.
- [46] 努尔比耶·奥布力喀斯木, 热娜·卡斯木, 杨璐, 等. 艾叶挥发油化学成分分析和抗真菌活性的研究 [J]. 新疆医科大学学报, 2017, 40(9): 1195-1198.
- [47] 王宇卿, 耿榕徽, 张须学. 宛艾及其他产地艾叶 GC-MS 比较分析 [J]. 国医论坛, 2018, 33(4): 58-61.
- [48] 张世仙, 余永华, 敖克厚, 等. 气相色谱-质谱法测定艾叶挥发油中化学成分 [J]. 理化检验: 化学分册, 2013, 49(6): 705-708.
- [49] 董鹏鹏, 梅全喜, 戴卫波. 不同产地艾叶总黄酮、重金属和硒元素的含量比较研究 [J]. 时珍国医国药, 2016, 27(1): 74-76.
- [50] 龚敏, 卢金清, 肖宇硕. 不同产地艾叶中总黄酮及其 3 种主要苷元的含量测定 [J]. 中国药师, 2019, 22(5): 966-968.
- [51] 蒲锐, 万定荣, 赵百孝, 等. 环境条件对蕲艾叶品质影响的研究 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2019, 21(12): 2739-2745.
- [52] 黄显章, 康利平, 高丽, 等. 基于古代本草记载的不同产地艾叶中棕矢车菊素和异泽兰黄素的含量研究 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(18): 3504-3508.
- [53] 李林, 程慧. 不同产地艾叶中异泽兰黄素含量比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(3): 121-123.

- [54] 王小俊. 艾叶黄酮的化学成分、纯化工艺和药理活性研究 [D]. 武汉: 湖北中医药大学, 2019.
- [55] 王哲, 李晓华, 李波, 等. 不同产地艾叶中异泽兰黄素和棕矢车菊素含量的比较 [J]. 中国医药导报, 2016, 13(34): 30-33.
- [56] 于晓. 艾叶化学成分及一测多评分析方法的研究 [D]. 济南: 山东中医药大学, 2016.
- [57] 刘学良, 陈鹏, 韩达斌, 等. 藏药甲地然果中化学成分、微量元素及矿物元素含量测定方法研究进展 [J]. 中国药业, 2021, 30(19): 128-131.
- [58] 靳然, 于密密, 赵百孝, 等. 电感耦合等离子质谱测定不同产地艾叶的微量元素研究 [J]. 环球中医药, 2011, 4(6): 420-422.
- [59] 李超, 崔占虎, 黄显章, 等. 不同产地艾叶 35 种矿物元素的分析与评价 [J]. 光谱学与光谱分析, 2021, 41(5): 1350-1354.
- [60] 廖梅香, 张赛男, 叶民珠, 等. 原子吸收光谱法测定赣南产艾叶中六种金属元素含量 [J]. 广东微量元素科学, 2016, 23(12): 12-15.
- [61] 王娜, 徐强, 刘志广, 等. ICP-AES 测定市售艾叶中的金属元素 [J]. 光谱实验室, 2012, 29(1): 286-289.
- [62] 赵春柱, 司世麟, 高薇, 等. 6 种安胎中草药微量元素的光谱测定 [J]. 中国中药杂志, 1990, 15(5): 43-44.
- [63] Han B S, Xin Z Q, Ma S S, *et al.* Comprehensive characterization and identification of antioxidants in *Folium Artemisiae Argyi* using high-resolution tandem mass spectrometry [J]. *J Chromatogr B*, 2017, 1063: 84-92.
- [64] 兰晓燕, 朱龙波, 黄显章, 等. 艾叶中主要化学成分的鉴定及其含量测定研究 [J]. 中草药, 2021, 52(24): 7630-7637.
- [65] 李真真, 吕洁丽, 张来宾, 等. 艾叶的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 国际药学研究杂志, 2016, 43(6): 1059-1066.
- [66] 洪宗国, 易筠, 江丹, 等. 不同产地艾叶中鞣酸含量比较 [J]. 中南民族大学学报: 自然科学版, 2009, 28(3): 63-65.

[责任编辑 崔艳丽]