

不同产地野菊花味觉分析及蒙花苷分布规律

许雷¹, 魏伟锋¹, 李建领¹, 池莲锋¹, 魏民^{1*}, 马东明², 韩正洲¹

(1. 华润三九医药股份有限公司, 广东深圳 518110; 2. 广州中医药大学, 广东广州 510006)

摘要 [目的]采用电子舌探讨不同产地野菊花味觉信息与蒙花苷含量的相关性, 分析蒙花苷在不同产地间的规律。[方法]采集不同产地野菊花药材, 采用 TS-5000Z 电子舌系统、UPLC 分别测定味觉信息和蒙花苷含量, 考察不同产地野菊花味觉差异及其与蒙花苷含量相关性, 同时分析不同产地蒙花苷含量的分布规律。[结果]不同产地野菊花味觉差异主要表现在苦味、酸味和涩味; 苦味与蒙花苷含量呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 不同味觉指标间有一定相关性; 不同产地药材以蒙花苷含量可聚为 4 类, 其中 I、II 为高含量类群, 主要分布在河南、湖北和安徽 3 个省份; 不同产地药材以味觉信息与蒙花苷含量可聚为 4 类, 其中 II、IV 蒙花苷含量较高, 味觉指标表现为苦味和苦味回味较高; 调研省份中, 安徽、河南和湖北 3 个省份蒙花苷合格率较高。[结论]野菊花苦味值与蒙花苷含量呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 为野菊花药材质量控制提供参考; 通过不同产地野菊花药材蒙花苷含量对比, 分析蒙花苷在不同产地间的分布规律, 对于划定野菊花药材种植区划、实现野菊花优质栽培具有重要意义。

关键词 野菊花; 味觉分析; 不同产地; 蒙花苷; 相关性; 分布规律

中图分类号 R 284.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)13-0172-07

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.13.046

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Taste Analysis and Distribution of Linarin in *Chrysanthemi indici* Flos from Different Origins

XU Lei, WEI Wei-feng, LI Jian-ling et al (China Resources Sanjiu Medical & Pharmaceutical Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518110)

Abstract [Objective] The electronic tongue was used to explore the correlation between the taste information of *Chrysanthemi indici* Flos and the linarin content in different origins, and to analyze the regularity of linarin in different origins. [Method] *Chrysanthemi indici* Flos from different origins were collected, the TS-5000Z electronic tongue system and UPLC were used to measure the taste information and the linarin content, respectively, to investigate the difference in taste of *Chrysanthemi indici* Flos from different origins and their correlation with the linarin content, and to analyze the distribution law of linarin content of *Chrysanthemi indici* Flos from different origins. [Result] The taste difference of *Chrysanthemi indici* Flos from different origins was mainly manifested in bitterness, sourness and astringency. There was extremely significant positive correlation between bitterness and the linarin content ($P < 0.01$), and there was a certain correlation between different taste indicators. The samples from different origins could be divided into 4 groups based on the linarin content. Groups I and II were high content groups, mainly distributed in Henan Province, Hubei Province and Anhui Province. Based on the taste information and the linarin content, the samples from different origins could be classified into 4 groups. Among them, group II and IV had higher linarin content, and the taste index showed higher bitterness and bitter aftertaste. According to the qualified rate of linarin content in the investigated provinces, Anhui Province, Henan Province and Hubei Province was higher. [Conclusion] The bitterness index of *Chrysanthemi indici* Flos had a significant positive correlation with the linarin content ($P < 0.01$), which provided a reference for the quality control of *Chrysanthemi indici* Flos. By comparing the content of linarin in different areas, the distribution of linarin in different areas was analyzed, which was of great significance for demarcating the planting area of *Chrysanthemi indici* Flos and realizing the high-quality cultivation of *Chrysanthemum indicum* L.

Key words *Chrysanthemi indici* Flos; Taste analysis; Different origins; Linarin; Correlation; Distribution law

电子舌技术(E-Tongue)可以模拟人体味觉系统,从味觉传感器的化学信号分析出“味道”的信息进行识别检测^[1],可以快速获得样品味觉信息,反映样品质量信息。近年来,在中药味觉信息的研究方面,电子舌技术的应用越来越广泛,主要用于预测未知中药提取液浓度^[2]、中药材鉴别^[3-4]、药物不良味道掩盖^[5-7]、药材质量评价^[8]、药材苦味与药效品质相关性研究^[9]、鉴别中药材产地^[10]等领域,具有检测快速、灵敏度高等优点。目前,电子舌技术用于野菊花药材质量评价的研究鲜见报道。

野菊花为菊科植物野菊(*Chrysanthemum indicum* L.)的干燥头状花序,主产于湖北、安徽、河南、陕西等地。野菊花味苦、辛,微寒,归肝、心经,具有清热解毒、泻火平肝的功效。近年来化学研究表明野菊花中主要含黄酮类、酚酸类和萜类

等化学成分^[11],其中主要活性成分为黄酮类。

资源调研发现,野菊花药材全国分布广泛,但各地药材质量参差不齐,产地间的药材质量分布规律鲜有报道。笔者采集了 10 省(市)近 50 个县(市、区)的野菊花样品,采用电子舌技术测定不同产地野菊花药材的味觉信息,通过 UPLC 技术测定各产地药材的蒙花苷含量,考察野菊花药材味觉信息与蒙花苷含量的相关性,探索地区分布与野菊花有效成分之间的规律,为简化野菊花药材质量评价方法、划分野菊花药材种植区提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 仪器。TS-5000Z 系列智能味觉分析系统(日本 Insent 公司);Waters Hclass 超高效液相色谱仪;XS204 型电子分析天平(万分之一);ME36S 型电子天平(百万分之一);SB-400DTY 型超声波多频清洗机。

1.1.2 试剂。甲醇、乙腈为色谱纯;对照品为蒙花苷,含量 $\geq 96.6\%$,批号 111528-201710,中国食品药品检定研究院。

1.1.3 野菊花药材。2018 年 11 月采集湖北、安徽、河南、江

基金项目 深圳市龙华区科技创新专项资金项目(708027617005);国家重点研发计划“科技助力经济 2020”专项(国中医药版科技函[2020]208 号)。

作者简介 许雷(1991—),男,湖南益阳人,农艺师,硕士,从事药用植物栽培研究。*通信作者,农艺师,硕士,从事药用植物栽培研究。

收稿日期 2021-08-29

苏、陕西、山西、湖南、重庆、四川、广东等 10 省(市)部分县域共 50 批野菊花样品,经华润三九医药股份有限公司教授级高级工程师韩正洲鉴定为菊科植物野菊(*Chrysanthemum indicum* L.)的干燥头状花序,样品信息见表 1。

表 1 野菊花药材采集信息
Table 1 Collection information of *Chrysanthemi indicis* Flos

编号 No.	采集点 Collection point	编号 No.	采集点 Collection point
AHSS-01	安徽省安庆市宿松县	HBQC-01	湖北省黄冈市蕲春县
AHTC-01	安徽省安庆市桐城市	HBQC-02	湖北省黄冈市蕲春县
AHWJ-01	安徽省安庆市望江县	HBTF-01	湖北省黄冈市团风县
AHGY-01	安徽省亳州市涡阳县	HBTF-02	湖北省黄冈市团风县
AHFN-01	安徽省阜阳市阜南县	HBYX-01	湖北省黄石市阳新县
AHLQ-01	安徽省阜阳市临泉县	HBYX-02	湖北省黄石市阳新县
AHLJ-01	安徽省合肥市庐江县	HBYX-03	湖北省黄石市阳新县
AHHQ-01	安徽省六安市霍邱县	HBJL-01	湖北省荆州市监利县
AHJZ-01	安徽省六安市金寨县	HBQJ-01	湖北省潜江市
AHJZ-02	安徽省六安市金寨县	HBHS-01	湖北省武汉市洪山区
AHSC-01	安徽省六安市舒城区	HBDW-01	湖北省孝感市大悟县
AHZY-01	安徽省铜陵市枞阳县	HBDW-02	湖北省孝感市大悟县
AHWW-01	安徽省芜湖市无为县	HBWF-01	湖北省宜昌市五峰县
GDPY-01	广东省梅州市平远县	HNTJ-01	湖南省益阳市桃江县
HNBA-01	河南省焦作市博爱县	JSXW-01	江苏南京市玄武区
HNLS-01	河南省三门峡市卢氏县	JSLH-01	江苏省南京市六合区
HNGS-01	河南省信阳市光山县	SXYC-01	山西省晋城市阳城县
HNHC-01	河南省信阳市潢川县	SXRC-01	山西省运城市芮城县
HNSC-01	河南省信阳市商城县	SXYJ-01	山西省运城市永济市
HNXX2-01	河南省信阳市息县	SXHY-01	陕西省安康市汉阴县
HNXX2-02	河南省信阳市息县	SXCG-01	陕西省汉中市城固县
HNXX1-01	河南省信阳市新县	SXXX-01	陕西省汉中市西乡县
HNXC-01	河南省驻马店市新蔡县	SXYX-01	陕西省汉中市洋县
HNLT-01	湖北省黄冈市罗田县	SCMY-01	四川省绵阳市涪城区
HBMC-01	湖北省黄冈市麻城市	CQWX-01	重庆市巫溪县

1.2 试验方法

1.2.1 电子舌测定。

1.2.1.1 正极清洗液配制。准确称取 7.46 g 氯化钾,500 mL 蒸馏水搅拌溶解,然后准确加入 300 mL 无水乙醇,边搅拌边加入准确称量的 0.56 g 氢氧化钾,全部溶解后,转移至 1 000 mL 容量瓶,定容。

1.2.1.2 负极清洗液配制。准确量取 300 mL 无水乙醇,与 500 mL 蒸馏水振荡混合,然后加入 8.3 mL 浓盐酸搅拌混合后转移至 1 000 mL 容量瓶,定容。

1.2.1.3 参比液配制。准确称取 2.24 g 氯化钾和 0.045 g 酒石酸,用 500 mL 水溶解,然后转移至 1 000 mL 的容量瓶,定容^[12]。

1.2.1.4 待测样品制备。将野菊花药材样品烘干、粉碎、过筛后,取约 2 g 样品,置于 100 mL 蒸馏水中,超声波溶解 30 min,补足超声损失的重量,滤纸过滤。取滤液,直接测试。各样品的浓度相同。

1.2.1.5 电子舌测定。TS-5000Z 味觉分析系统测量程序。首先在清洗液中清洗 90 s,接着用“1.2.1.3”中的参比液清洗 2 次,传感器在平衡位置归零 30 s,达到平衡条件后,开始测试,测试时间 30 s;在两组参比液中分别短暂清洗 3 s,传感器插入新的参比液中测试回味 30 s 循环测试 4 次,去掉第一循

环,取后 3 次平均数据作为测试结果。每次清洗、平衡和测试回味的液体均分布在不同样品杯中^[13]。

1.2.2 化学成分分析。

1.2.2.1 色谱条件与系统适用性试验。以十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂;以甲醇-水-冰醋酸(26:23:1)为流动相;检测波长为 334 nm。理论板数按蒙花苷峰计算应不低于 3 000。

1.2.2.2 对照品溶液制备。取蒙花苷对照品适量,精密称定,加甲醇溶解(必要时加热)制成每 1 mL 含 25 μg 的溶液,即得。

1.2.2.3 供试品溶液制备。取野菊花药材粉末(过三号筛)约 0.25 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入甲醇 100 mL,称定重量,加热回流 3 h,放冷,再称定重量,用甲醇补足减失的重量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

1.2.2.4 蒙花苷含量测定。分别精密吸取对照品溶液和供试品溶液各 20 μL,注入液相色谱仪,测定蒙花苷含量。

1.3 数据统计 运用 TS-5000Z 味觉分析系统自带的 DBMS 数据库系统,对传感器采集的原始数据进行味觉特征分析。使用 SPSS 22.0 对感官评价数据进行主成分分析、相关性分析,使用 TBtools 对数据进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同来源野菊花的电子舌分析

2.1.1 电子舌雷达图分析。每个样品响应的雷达图能直观

地反映样品各电极的响应值大小,便于对样品响应值情况进行比较。图 1 为 50 个不同产地样品的味觉指标雷达图,由图 1 可知,50 个不同产地野菊花样品中,口味的差异主要表

现在酸味、苦味、涩味、鲜味、涩味回味、苦味回味、咸味上,丰富度的差异很小。

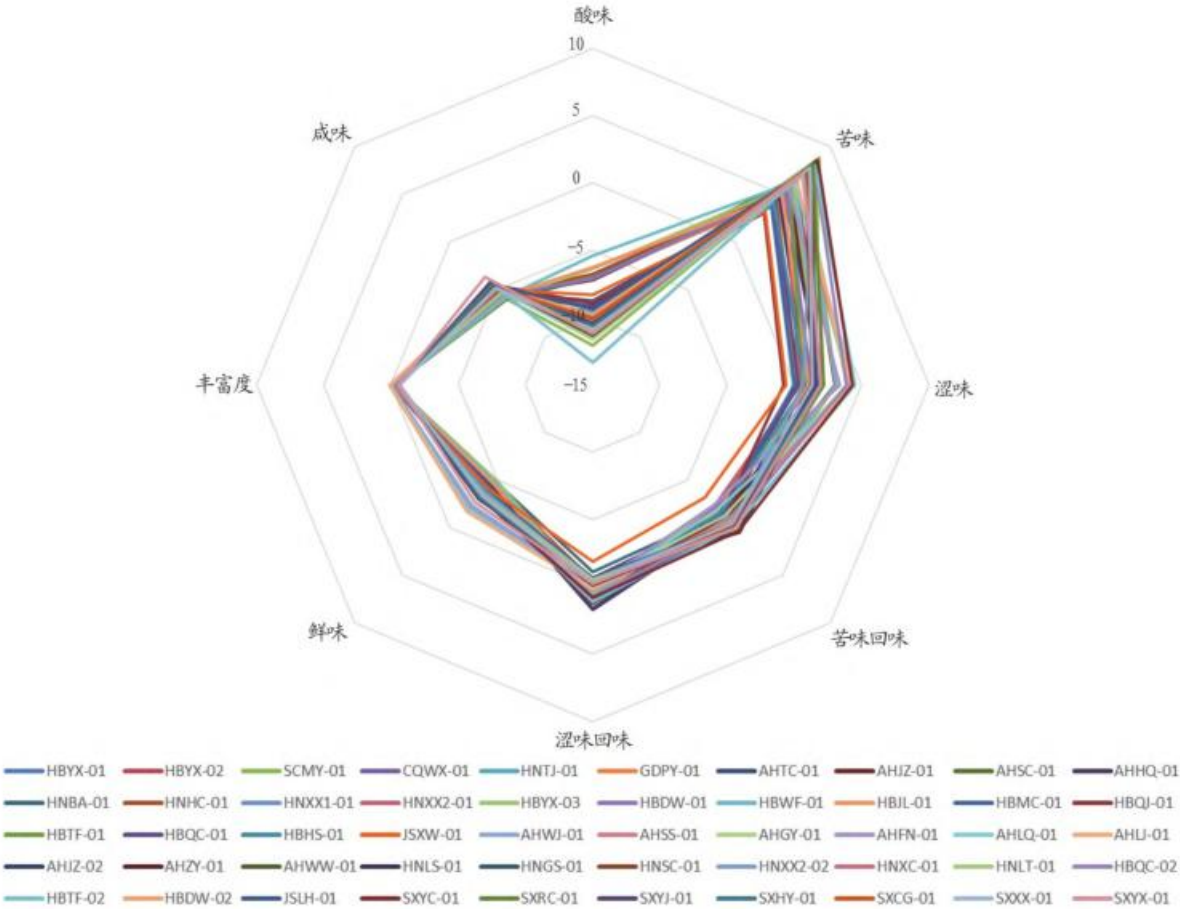


图 1 不同产地野菊花药材味觉指标雷达图

Fig.1 Radar map of taste indicators of *Chrysanthemi indici* Flos from different origins

2.1.2 不同产地药材味觉指标及蒙花苷含量相关性分析。从不同产地野菊花味觉指标与蒙花苷之间的相关性分析(表 2)可以看出,酸味与苦味、涩味、苦味回味、鲜味、咸味呈极显著负相关,酸味大的样品苦味、涩味、苦味回味、鲜味、咸味等都很弱;酸味与丰富度呈显著正相关,酸味大的样品丰富度也高。苦味与涩味、苦味回味、鲜味、蒙花苷含量呈极显著正相关,苦味大的样品涩味、苦味回味和鲜味也高,同时蒙花苷含量也高;苦味与丰富度呈极显著负相关,苦味大的样品丰富度低。涩味与鲜味呈极显著正相关,涩味强的样品鲜味高。苦味回味与鲜味、咸味分别呈显著正相关和极显著正相关,苦味回味强的样品鲜味和咸味也高;苦味回味与丰富度呈极显著负相关。涩味回味与其他指标之间的相关性均较

表 2 野菊花不同味觉指标与蒙花苷含量相关性分析

Table 2 Correlation analysis between different taste indexes of *Chrysanthemi indici* Flos and linarin content

指标 Index	酸味 Sourness	苦味 Bitterness	涩味 Astringency	苦味回味 Bitter aftertaste	涩味回味 Astringent aftertaste	鲜味 Umami	丰富度 Richness	咸味 Saltiness	蒙花苷 Linarin
酸味 Sourness	1								
苦味 Bitterness	-0.527**	1							
涩味 Astringency	-0.501**	0.535**	1						
苦味回味 Bitter aftertaste	-0.666**	0.771**	0.267	1					
涩味回味 Astringent aftertaste	0.120	-0.206	0.258	-0.080	1				
鲜味 Umami	-0.674**	0.365**	0.548**	0.358*	-0.191	1			
丰富度 Richness	0.287*	-0.625**	0.003	-0.608**	0.107	-0.048	1		
咸味 Saltiness	-0.664**	0.263	0.191	0.492**	-0.167	0.655**	-0.492**	1	
蒙花苷 Linarin	0.113	0.365**	0.240	0.132	0.123	-0.174	-0.181	-0.161	1

注: ** 表示在 0.01 水平(双侧)极显著相关; * 表示在 0.05 水平(双侧)显著相关
Note: ** indicates extremely significant correlation at the 0.01 level (two-sided); * indicates significant correlation at the 0.05 level (two-sided)

弱,均没有达到显著相关水平。鲜味与咸味呈极显著正相关,鲜味大的样品咸味也大。丰富度和咸味呈极显著负相关,丰富度高的样品咸味低。由上述分析可知,几个味觉指标中,只有苦味与蒙花苷含量存在显著相关性,且呈极显著正相关($P<0.01$)。

2.1.3 主成分分析。试验中不同产地野菊花的 8 个味觉指标的主成分分析的特征值见表 3,特征值 ≥ 1 的特征值有 3 个,累计方差贡献率达 80.289%。由于主成分是原始性状的线性组合函数,根据计算样本相关矩阵的特征向量(表 3)可给出主成分的函数式,具体如下:

$$F_1 = -0.225X_1 + 0.209X_2 + 0.146X_3 + 0.217X_4 - 0.048X_5 + 0.188X_6 - 0.155X_7 + 0.194X_8$$

$$F_2 = -0.146X_1 - 0.136X_2 + 0.467X_3 - 0.190X_4 + 0.322X_5 + 0.315X_6 + 0.448X_7 - 0.027X_8$$

$$F_3 = 0.125X_1 + 0.309X_2 + 0.270X_3 + 0.208X_4 + 0.574X_5 - 0.356X_6 - 0.241X_7 - 0.330X_8$$

由以上函数式可知,在第一主成分 F_1 中, X_1 (酸味)有最大的负系数值,其次是苦味回味(X_4)和 X_2 (苦味)有较大的正系数,表明第一主成分是反映酸味、苦味回味、苦味的指标;在第二主成分 F_2 中, X_3 (涩味)的系数最大,其次是 X_7 (丰富度),表明第二主成分是反映涩味和丰富度的指标;第三主成分 F_3 中,系数最大的是 X_5 (涩味回味),其次是 X_6 (鲜味)有较大的负系数值,表明第三主成分是反映涩味回味、鲜味的指标。

表 3 野菊花主要味觉指标主成分分析的特征值和特征向量

Table 3 Eigenvalues and eigenvectors of principal component analysis of the main taste indicators of *Chrysanthemi indici* Flos

指标 Index	初始特征值 Initial eigenvalue	方差 Variance %	累计方差贡献率 Cumulative variance contri- bution rate// %	特征向量 Eigenvector		
				F_1	F_2	F_3
酸味(X_1)	3.816	47.702	47.702	-0.225	-0.146	0.125
苦味(X_2)	1.431	17.883	65.585	0.209	-0.136	0.309
涩味(X_3)	1.176	14.704	80.289	0.146	0.467	0.270
苦味回味(X_4)	0.824	10.296	90.585	0.217	-0.190	0.208
涩味回味(X_5)	0.412	5.146	95.731	-0.048	0.322	0.574
鲜味(X_6)	0.214	2.675	98.406	0.188	0.315	-0.356
丰富度(X_7)	0.104	1.305	99.711	-0.155	0.448	-0.241
咸味(X_8)	0.023	0.289	100	0.194	-0.027	-0.330

2.2 不同来源野菊花的化学成分分析

2.2.1 不同来源野菊花蒙花苷含量分析。不同产地的野菊花药材蒙花苷含量差异较大,将不同产地野菊花供试品溶液进样测定,结果如图 2 所示。

不同来源的野菊花药材蒙花苷含量结果见表 4,蒙花苷

含量最高的为样品 HNXX2-02,为 3.83%,来自河南省信阳市息县,最低的样品未检出蒙花苷,不同产地的野菊花药材质量存在较大差异。参照 2020 年版《中国药典》中对于野菊花蒙花苷含量的要求(不得少于 0.80%),50 个样品的合格率仅为 56%,表明野生野菊花药材存在较大的质量问题。

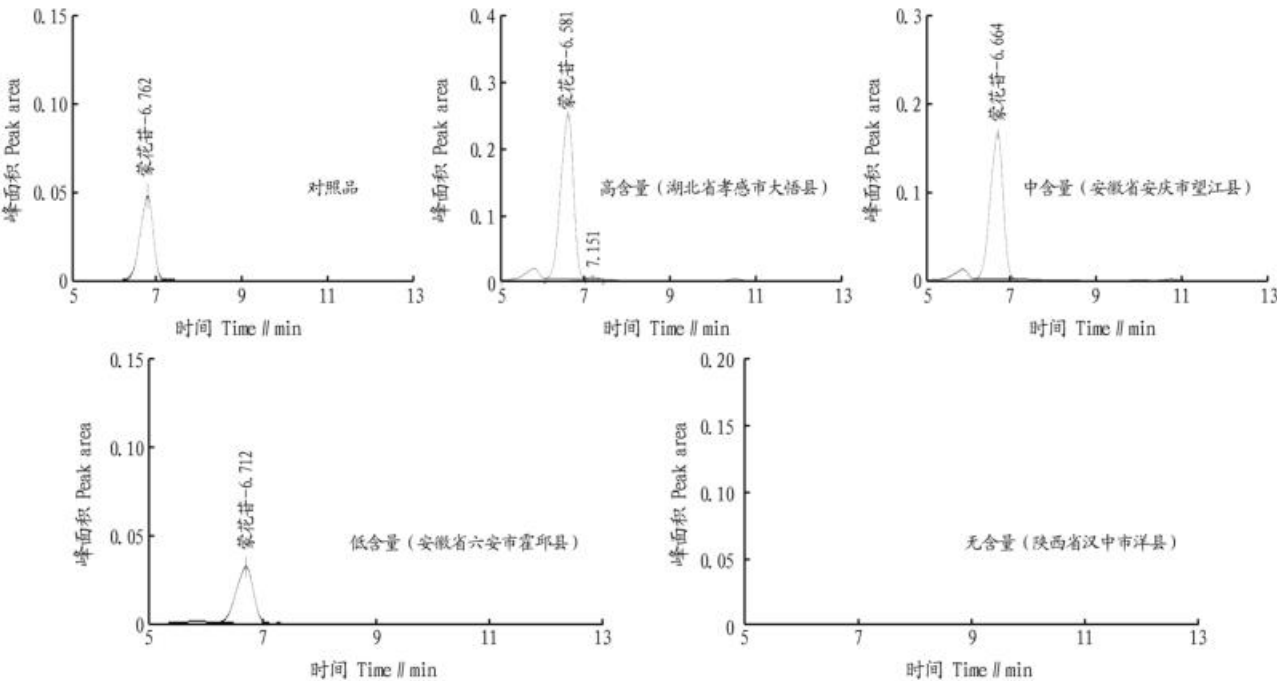


图 2 蒙花苷对照品和野菊花样品 UPLC 图

Fig.2 UPLC diagrams of the reference substance and *Chrysanthemi indici* Flos samples

表 4 不同来源野菊花药材蒙花苷含量分析 (n=15)

Table 4 Analysis of the linarin content in *Chrysanthemi indici* Flos from different sources

编号 No.	蒙花苷 Linarin // %	编号 No.	蒙花苷 Linarin // %
HBYY-01	2.71	AHSS-01	1.24
HBYY-02	2.42	AHGY-01	2.77
HBTF-01	0.05	AHFN-01	0.04
HBQC-01	0.21	AHLQ-01	0.01
HBYY-03	2.80	AHJZ-02	1.44
HBDW-01	3.47	AHZY-01	2.88
HBWF-01	2.28	AHLJ-01	0.01
HBJL-01	3.34	AHWW-01	2.94
HBMC-01	0.02	AHWJ-01	1.59
HBQJ-01	0.05	AHTC-01	3.05
HBQC-02	3.02	AHJZ-01	2.67
HBHS-01	0.03	AHSC-01	2.29
HBTF-02	2.95	AHHQ-01	0.27
HBDW-02	2.99	SXYC-01	3.28
HNBA-01	0.03	SXRC-01	3.33
HNHC-01	2.57	SXYJ-01	2.30
HNXX1-01	2.73	SXHY-01	0.01
HNXX2-01	2.65	SXXC-01	0.02
HNLS-01	2.77	SXXX-01	0.01
HNGS-01	2.68	SXYX-01	0
HNSC-01	0.03	JSLH-01	0.03
HNXX2-02	3.83	JSXW-01	0.01
HNXC-01	1.23	SCMY-01	0.03
HNLT-01	0.73	CQWX-01	0.01
HNTJ-01	0.14	GDPY-01	0.05

2.2.2 不同产地野菊花蒙花苷含量聚类分析。对不同产地野菊花样品蒙花苷含量进行聚类分析,结果如图 3 所示。由图 3 可知,50 份不同产地的野菊花样品可以聚为 4 个类群。第 I 个类群共 5 份样品,包括 HNXX2-02、HBJL-01、HBDW-01、SXYC-01 和 SXRC-01,为高含量类群,蒙花苷含量为 3.28%~3.83%;第 II 个类群共 19 份样品,包括 AHZY-01、AHWW-01、AHJZ-01、AHTC-01、AHGY-01、AHSC-01、HBYY-03、HBQC-02、HBDW-02、HBTF-02、HBYY-02、HBWF-01、HBYY-01、HNLS-01、HNHC-01、HNXX1-01、HNXX2-01、HNGS-01 和 SXYJ-01,为中含量类群,蒙花苷含量为 2.28%~3.05%;第 III 个类群共 4 份样品,包括 AHSS-01、HNXC-01、AHWJ-01 和 AHJZ-02 号样品,蒙花苷含量为 1.23%~1.59%,为较低含量类群;第 IV 个类群共 22 份样品,包括 AHLQ-01、AHLJ-01、AHHQ-01、AHFN-01、HBTF-01、HBQJ-01、HBMC-01、HBHS-01、HNLT-01、HBQC-01、SXCG-01、SXHY-01、SXXX-01、SXYX-01、HNSC-01、HNTJ-01、HNBA-01、JSLH-01、JSXW-01、SCMY-01、CQWX-01 和 GDPY-01 样品,为低含量类群,低于国家药典标准(0.80%)。

表 5 列举了不同类群的蒙花苷含量及其分布区域,由表 5 可知,第 I 个类群和第 II 个类群蒙花苷含量较高(蒙花苷含量 2.50% 以上),按照现行版药典指标项来看属于优质野菊花药材,上述 2 个类群共包括 24 份样品,主要来源于河南(6 份,占比 25.0%)、湖北(9 份,占比 37.5%)、安徽(6 份,占比 25.0%)和山西(3 份,12.5%) 4 个省份,表明河南、湖北、安徽 3 个省份为野菊花药材优质产区。

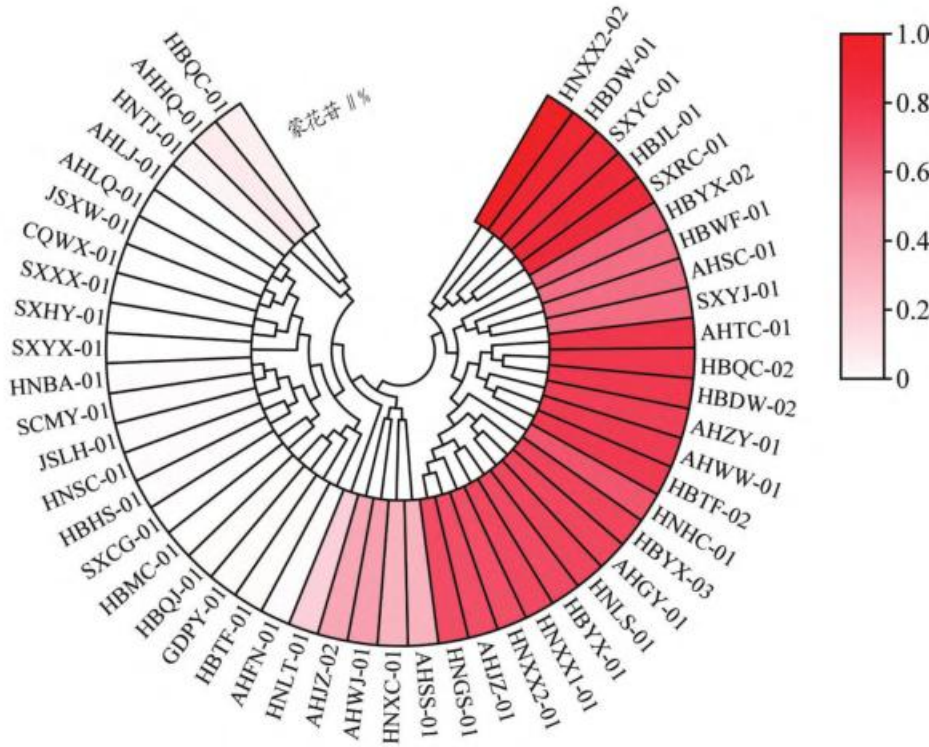


图 3 不同来源野菊花蒙花苷含量聚类分析

Fig.3 Cluster analysis of the linarin content in *Chrysanthemi indici* Flos from different sources

表 5 不同类群野菊花蒙花苷含量及其分布区域($n=15$)

Table 5 Linarin contents and distribution areas in different groups of *Chrysanthemi indici* Flos

类群 Group	蒙花苷含量 Linarin content//%	分布区域 Distribution area
I	3.45±0.09	河南省信阳市息县、湖北省孝感市大悟县、湖北省荆州市监利县、山西省晋城市阳城县、山西省运城市芮城县
II	2.71±0.05	安徽省铜陵市枞阳县、安徽省安庆市桐城市、安徽省亳州市涡阳县、安徽省芜湖市无为县、安徽省六安市舒城区、安徽省六安市金寨县、湖北省黄石市阳新县、湖北省黄冈市蕲春县、湖北省孝感市大悟县、湖北省黄冈市团风县、湖北省宜昌市五峰县、河南省信阳市潢川县、河南省信阳市新县、河南省三门峡市卢氏县、河南省信阳市息县、河南省信阳市光山县、山西省运城市永济市
III	1.38±0.07	安徽省安庆市宿松县、安徽省安庆市望江县、安徽省六安市金寨县、河南省驻马店市新蔡县
IV	0.08±0.03	安徽省阜阳市临泉县、安徽省合肥市庐江县、安徽省六安市霍邱县、安徽省阜阳市阜南县、陕西省汉中市城固县、陕西省汉中市洋县、陕西省安康市汉阴县、陕西省汉中市西乡县、湖北省黄冈市罗田县、湖北省黄冈市蕲春县、湖北省黄冈市团风县、湖北省潜江市、湖北省黄冈市麻城市、湖北省武汉市洪山区、河南省信阳市商城县、河南省焦作市博爱县、江苏省南京市六合区、江苏省南京市玄武区、四川省绵阳市涪城区、重庆市巫溪县、湖南省益阳市桃江县、广东省梅州市平远县

2.3 不同产地野菊花味觉信息及蒙花苷含量聚类分析 对不同产地的野菊花样品味觉信息及蒙花苷含量数据标准化后进行聚类分析,得到图4的聚类图。聚类结果显示(表6),50个不同县(市)的野菊花样品可以聚为4个类群。第I类群共6份样品,主要表现为涩味、鲜味、丰富度高,蒙花苷含

量较低;第II类群共12份样品,主要表现为苦味、苦味回味、咸味较高,蒙花苷含量较高;第III类群共11份样品,表现为酸味和丰富度较高,蒙花苷含量最低;第IV类群共21份样品,主要表现为酸味、苦味和苦味回味较高,蒙花苷含量最高。

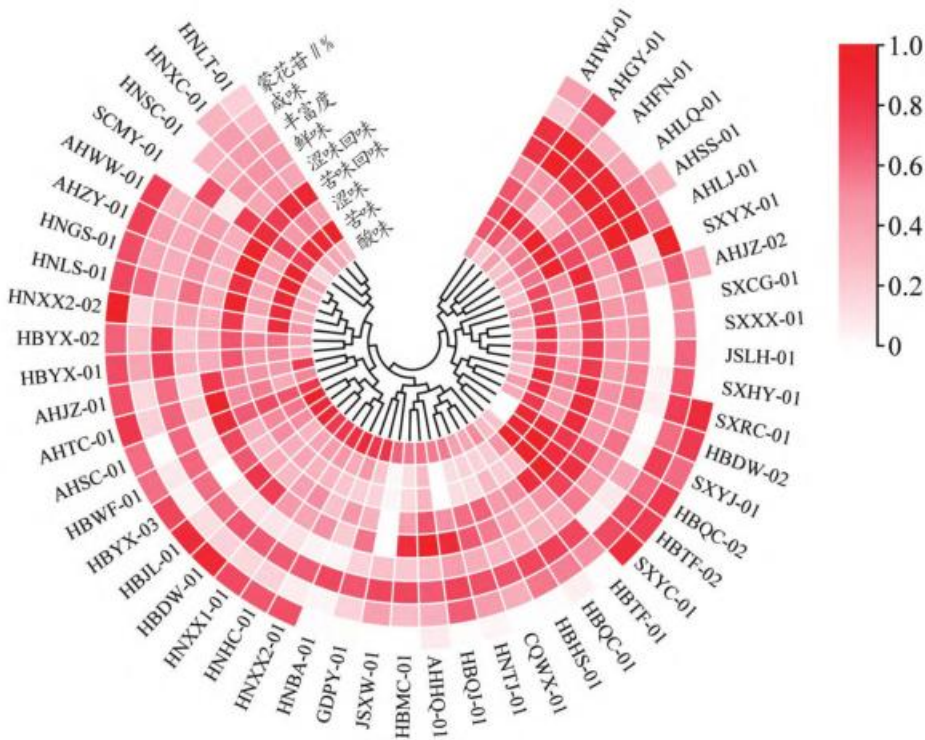


图 4 不同来源野菊花味觉信息与蒙花苷含量聚类

Fig.4 Clustering of taste information and linarin content in *Chrysanthemi indici* Flos from different sources

2.4 调研省份野菊花蒙花苷含量合格率 从地区分布来看,此次采集的野菊花样品主要来源于安徽、河南、湖北、陕西、山西等省份,其中安徽样品13份,蒙花苷含量合格率69.23%,河南样品9份,合格率77.78%,湖北样品15份,合格率60.00%,其他省份样品量较少暂不统计合格率。研究结果表明,安徽、河南、湖北等省份的蒙花苷含量合格率较高,这与魏民等^[14]的研究结果一致。

3 讨论

3.1 不同产地野菊花味觉信息差异与蒙花苷相关性 电子舌技术是近年来在医药领域广泛应用的一项技术,主要用于

不同味道中药材鉴别研究、药材味觉信息与主要化学成分相关性研究、药材掩味研究等,对于快速鉴别中药材、评价药材质量等方面具有借鉴意义。该研究采用电子舌技术对来自安徽、河南、湖北、湖南、陕西、广东等10个省(市)50份野菊花样品进行味觉对比,发现50个产地药材味觉差异主要表现在酸味、苦味、涩味、鲜味、涩味回味、苦味回味、咸味上,丰富度差异较小;通过进行味觉信息与蒙花苷含量的相关性研究,发现苦味指标与蒙花苷含量具有极显著正相关($P<0.01$),为野菊花药材质量控制提供了新思路。

3.2 不同产地药材有效成分分布规律 该研究通过UPLC

技术测定 50 批不同产地的野菊花药材有效成分蒙花苷含量,通过对蒙花苷含量聚类分析,发现 50 批药材可以聚为 4 大类群,其中第 I、II 类群为高含量类群,从地区分布来看主要为河南、湖北和安徽 3 个省份,表明这 3 个省份为优质野菊花药材分布的省份,特别是大别山区一带的信阳、孝感、安

庆、黄冈、六安等市所辖县含量较高,印证了大别山区历来是野菊花优质药材产区的结论。从调研省份的野菊花药材蒙花苷合格率来看,与上述结论相似,河南 (77.78%)、安徽 (69.23%) 和湖北 (60.00%) 3 个省份均在 60.00% 以上。

表 6 不同类群味觉信息值及蒙花苷含量标准化数据 ($n=15$)

Table 6 Standardized data of taste information value and content of linarin in different groups

类群 Type	酸味 Sourness	苦味 Bitterness	涩味 Astringency	苦味回味 Bitter aftertaste	涩味回味 Astringent aftertaste	鲜味 Umami	丰富度 Richness	咸味 Saltiness	蒙花苷 Linarin
I	0.336±0.039	0.587±0.034	0.873±0.040	0.529±0.080	0.540±0.020	0.923±0.028	0.924±0.024	0.433±0.058	0.246±0.121
II	0.301±0.046	0.822±0.021	0.579±0.067	0.831±0.017	0.535±0.042	0.542±0.020	0.096±0.037	0.677±0.038	0.422±0.113
III	0.554±0.048	0.210±0.046	0.175±0.030	0.496±0.065	0.543±0.090	0.286±0.033	0.707±0.009	0.390±0.055	0.021±0.007
IV	0.574±0.056	0.656±0.051	0.451±0.028	0.641±0.054	0.544±0.046	0.261±0.042	0.547±0.032	0.228±0.035	0.622±0.058

药用植物次生代谢产物作为评价药材质量的重要指标,其合成和积累除受自身遗传特性决定外,很大程度上受生长环境、气候、土壤等因素的直接或间接影响^[15]。该研究通过对不同产地的野菊花药材有效成分进行对比研究,分析不同地区野菊花药材有效成分的分布规律,对于划定野菊花药材种植区划、实现野菊花优质、规范化栽培具有重要意义。

4 结论

该研究采用电子舌味觉分析系统,测定不同产地野菊花药材苦味、酸味、涩味、苦味回味、涩味回味、鲜味、丰富度和咸味 8 项味觉指标,总结了不同产地野菊花药材在味觉上的差异;同时通过对不同产地野菊花药材蒙花苷含量测定,结合电子舌味觉数据,考察了野菊花蒙花苷含量与味觉信息的相关性,探索了地区分布与野菊花蒙花苷含量间的规律,得出如下结论:

(1) 不同产地野菊花药材味觉的差异主要体现在酸味、苦味、涩味、鲜味、涩味回味、苦味回味、咸味上,丰富度的差异较小。

(2) 对不同味觉指标、蒙花苷含量进行相关性分析发现,野菊花药材苦味指标与蒙花苷含量呈极显著正相关 ($P < 0.01$),同时不同味觉指标间存在一定相关性。

(3) 对不同产地野菊花以蒙花苷含量聚类可以分为 4 个类群,第 I、II 类群为高含量类群,主要分布在河南、湖北和安徽 3 个省份,其中含量最高的样品来源于河南省信阳市息县 (3.83%)。

(4) 对不同产地野菊花味觉信息与蒙花苷含量聚类分析,可以分为 4 个类群,其中第 II 类群和第 IV 类群蒙花苷含量较高,味觉指标方面苦味和苦味回味较高。

(5) 从调研省份的药材蒙花苷合格率来看,安徽、河南、湖北 3 个省份合格率较高。

参考文献

- [1] 曾燕,郭兰萍,王继永,等.基于电子舌技术的不同来源黄芩药材味觉信息分析及味觉信息与主要化学成分的相关性研究[J].中国现代中药,2015,17(11):1139-1147.
- [2] AHMAD M N, ISMAIL Z, CHEW O S, et al. Development of multichannel artificial lipid-polymer membrane sensor for phytomedicine application[J]. Sensors, 2006, 6(10): 1333-1344.
- [3] 刘芳,解达帅,刘红梅,等.电子舌技术鉴别川贝母粉及其掺伪品[J].中成药,2017,39(9):1977-1979.
- [4] 王斌,刘维,裴瑾,等.电子舌技术在鉴别川牛膝中的应用[J].中国药房,2017,28(36):5126-5130.
- [5] 李学林,李慧玲,刘瑞新.电子舌技术的应用研究述评[J].中医学报,2013,28(2):247-249.
- [6] 刘瑞新,吴子丹,李学林.电子舌在药学领域的应用[J].中药与临床,2011,2(5):61-64.
- [7] 刘瑞新,李慧玲,李学林,等.基于电子舌的穿心莲水煎液的掩味效果评价研究[J].中草药,2013,44(16):2240-2245.
- [8] KATAOKA M, TOKUYAMA E, MIYANAGA Y, et al. The taste sensory evaluation of medicinal plants and Chinese medicines[J]. International journal of pharmacology, 2008, 351(1/2):36-44.
- [9] 梁晓光,吴飞,王俊杰,等.基于现代电子舌技术的传统苦味中药黄连的苦味物质基础研究[J].中国中药杂志,2014,39(17):3326-3329.
- [10] 吴飞,杜瑞超,洪燕龙,等.电子舌在鉴别中药枳实药材产地来源中的应用[J].中国药理学杂志,2012,47(10):808-812.
- [11] 吴雪松,许凌,张铁军,等.野菊的化学成分及质量评价研究进展[J].中草药,2015,46(3):443-452.
- [12] OOHIRA K, TOKO K, AKIYAMA H, et al. Electric characteristics of hybrid polymer membranes composed of two lipid species[J]. Journal of the physical society of Japan, 1995, 64(9):3554-3561.
- [13] KOBAYASHI Y, HABARA M, IKEZAKI H, et al. Advanced taste sensors based on artificial lipids with global selectivity to basic taste qualities and high correlation to sensory scores[J]. Sensors, 2010, 10(4):3411-3443.
- [14] 魏民,张亚静,汪涛,等.野菊花蒙花苷含量与其产地气候因子相关性分析[J].中国中药杂志,2021,46(9):2167-2172.
- [15] 曹海禄,曹国番,魏建和,等.遗传和环境因子对药用植物品质的影响[J].中草药,2007,38(5):785-788.

(上接第 171 页)

- [5] 刘霞,党峰峰,贺晓龙,等.陕北野生甘草内生菌的分离及抑菌活性筛选[J].西北植物学报,2010,30(10):2110-2115.
- [6] 高晓娟,吴秀丽,吴玉玲,等.宁夏野生甘草中产甘草黄酮耐盐内生真菌分离及其 DPPH 自由基清除作用[J].天然产物研究与开发,2016,28(10):1549-1556.
- [7] 郎多勇,张文晋,解植彩,等.宁夏产甘草内生细菌分离纯化,拮抗植物病原菌菌株的筛选及鉴定[J].时珍国医国药,2017,28(9):2226-2228.
- [8] 郑雪,谭佳音,孔德斌,等.甘草内生真菌 HGC6 的鉴定及其抑菌活性代

- 谢物研究[J].黑龙江大学自然科学学报,2017,34(3):339-344.
- [9] 东秀珠,蔡妙英.常见细菌系统鉴定手册[M].北京:科学出版社,2001.
- [10] 布坎南 R E,吉本斯 N E.伯杰细菌鉴定手册[M].北京:科学出版社,1984.
- [11] 魏景超.真菌鉴定手册[M].上海:上海科学技术出版社,1979.
- [12] 郭广君.甘草内生菌的分离、应用及其次级代谢产物的活性研究[D].兰州:兰州理工大学,2019.
- [13] 赵妮.甘肃野生与栽培甘草内生菌有效菌株发酵物与宿主及药效成分抑菌活性对比研究[D].兰州:甘肃中医药大学,2016.