

文章编号:1000-1638(2025)02-0206-10

DOI:10.13484/j.nmgdxzbk.20250211

# 基于味觉信息和主要化学成分相关性的 文冠木药效物质基础研究<sup>\*</sup>

向广军<sup>1,2</sup>,朱小玲<sup>2,3</sup>,孙国园<sup>2,3</sup>,王慧<sup>1,2</sup>,胡锦阳<sup>1,2</sup>,董玉<sup>1,2</sup>

(1. 内蒙古医科大学药学院,呼和浩特 010110;

2. 内蒙古自治区蒙药药效物质与质量控制工程技术研究中心,呼和浩特 010110;

3. 内蒙古自治区国际蒙医医院药学部,呼和浩特 010065)

**摘要:**采用 C-SA402B 电子舌系统分析不同产地文冠木的味觉信息,利用高效液相色谱仪测定文冠木中主要化合物含量,并分析味觉信息和化学成分之间的相关性。结果显示,不同来源文冠木差异主要体现在苦味、涩味和鲜味上,而在回味上差异较小,与空白相比不显酸味和咸味;文冠木药材水提液主要表现为苦味和鲜味,其苦味和鲜味与总黄酮含量呈显著正相关( $P < 0.05$ )。电子舌技术能有效区分不同来源的文冠木药材,与其化学成分相结合,不仅能凸显药材味觉信息的来源,还能通过味觉信息与化合物含量相关性评价,结合其化学成分的药理作用,为文冠木药效物质基础研究提供科学可靠的依据。

**关键词:**文冠木;不同产地;电子舌;味觉信息;化学成分

**中图分类号:**R284 **文献标志码:**A

文冠木为无患子科植物文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)的茎干或枝条的干燥木部,味甘、涩、苦<sup>[1]</sup>,是蒙、藏医常用药材,蒙药名为森登。曾被收载于1977年版《中国药典》,且作为蒙药列入1984年版《中国民族药志》,现在《卫生部药品标准藏药分册》只有显微鉴别,显色鉴别方法。现代研究发现文冠木主要含有黄酮、氨基酸、皂苷、萜类、香豆素等化学成分<sup>[2]</sup>。其有效成分具有抗炎、镇痛、抗氧化<sup>[3-4]</sup>、活血<sup>[5]</sup>、改善学习记忆<sup>[6]</sup>等功能。因其分布广泛,文冠木药材可能受生长环境的影响从而导致其性味及化学成分含量之间存在差异。

电子舌作为一种新兴的人工智能感官技术,与传统的人为感官相比,其受主观因素和外界环境的影响较小,且可数据化,安全性好,灵敏度高。电子舌技术在现代中药研究中逐渐被广泛用于鉴别中药材产地<sup>[7]</sup>、鉴别中药材不同炮制品及炮制程度<sup>[8]</sup>、评价中药材的质量<sup>[9]</sup>、识别药材的采收时间和贮藏年限<sup>[10]</sup>等。本研究运用电子舌技术与化学成分相结合的方法,建立了 HPLC 法同时测定文冠木中没食子儿茶素、表没食子儿茶素等 7 个化学成分含量,利用主成分分析法、聚类分析法、化学成分-味觉相关性分析法对不同来源文冠木进行差异性判别,为文冠木药材的性味来源及不同来源文冠木差异性评价提供参考依据。结合 7 个化学成分药理作用,进一步揭示了蒙药文冠木的药效物质基础。

<sup>\*</sup> 收稿日期:2024-06-11;修回日期:2025-01-14

**基金项目:**内蒙古自治区科技成果转化项目(2020GG0117);内蒙古自治区高等学校青年科技人才发展计划(NMGIRT2226);内蒙古自治区高等学校科研平台建设项目;内蒙古自治区中医药(蒙医药)中青年领军人才支持项目;内蒙古自治区草原英才工程青年领军人才

**作者简介:**向广军(2000-),男,湖南常德人,2022 级硕士研究生。E-mail:2947834511@qq.com

**通信作者:**董玉(1975-),女,内蒙古呼和浩特人,教授,博士。主要从事中蒙药(复方)药效物质基础研究及药物创新。E-mail:dongyu010@126.com

## 1 材料

### 1.1 仪器

C-SA402B 型味觉分析系统(北京怡诺威腾科技有限责任公司); Agilent 1260 高效液相色谱仪(美国安捷伦公司); 电热套(山东鄞城光明仪器有限公司); 旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂); HH-4 数显恒温水浴锅(上海科升仪器有限公司); CPA225D 型十万分之一分析天平(赛多利斯科学仪器有限公司); KQ-250DA 型数控超声波清洗仪(昆山市超声仪器有限公司)。

### 1.2 药材与试剂

对照品没食子儿茶素(中国食品药品鉴定研究院,批号:20230305001); 表没食子儿茶素(中国食品药品鉴定研究院,批号:20230211001); 儿茶素(中国食品药品鉴定研究院,批号:110877-202005); 表儿茶素(中国食品药品鉴定研究院,批号:110878-201703); 二氢杨梅素(上海阿拉丁生化科技有限公司,批号:#B2006101); 原花青素 A2(北京中科质检生物科技有限公司,批号:Y16502111024); 杨梅素(上海阿拉丁生化科技有限公司,批号:20210605001); 色谱乙腈,色谱甲醇(美国 Fisher); 纯净水。文冠木药材(S1,内蒙古天力药业有限公司)。19 批文冠木药材均经内蒙古医科大学药学院李骁副教授鉴定为无患子科植物文冠木(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)干燥茎,样品信息见表 1。

表 1 样品信息

Table 1 Sample information

编号	来源	编号	来源
S1	天力药业有限公司	S11	内蒙古 2 批
S2	河北 1 批	S12	山西 1 批
S3	河北 2 批	S13	山西 2 批
S4	陕西 1 批	S14	安徽 1 批
S5	陕西 2 批	S15	安徽 2 批
S6	河南 1 批	S16	吉林 1 批
S7	河南 2 批	S17	吉林 2 批
S8	辽宁 1 批	S18	宁夏 1 批
S9	辽宁 2 批	S19	山东 1 批
S10	内蒙古 1 批		

## 2 方法与结果

### 2.1 电子舌测定及分析结果

#### 2.1.1 味觉信息样品溶液的制备

取 S1~S19 干燥文冠木药材,粉碎,过筛;精密称取各文冠木药材粉末 10 g,精密加入 100 mL 蒸馏水浸泡 1 h 后,回流提取两次,每次 90 min,合并 2 次滤液,浓缩,干燥后得干粉,精密称取 50 mg 干粉置于 10 mL 容量瓶中,加入少量 50% 甲醇溶液超声溶解,用 50% 甲醇溶液定容至刻度,作为母液。精密吸取上述母液 3 mL,纯净水定容至 30 mL 容量瓶即得供试品溶液。

#### 2.1.2 空白溶液的制备

取 50% 甲醇溶液 3 mL 置于 30 mL 容量瓶中,纯净水定容至刻度即得。

### 2.1.3 检测条件

分别取不同产地文冠木样品溶液,对其进行味觉分析。味觉分析包括 AAE(鲜味)、CT0(咸味)、CA0(酸味)、C00(苦味)、AE1(涩味)5 根味觉传感器和 2 个 Ag/AgCl 参比电极。具体检测流程为:传感器在清洗液中清洗 90 s,参比液清洗 2 次,每次 120 s;传感器平衡归零 30 s,检测时间 30 s,参比液清洗 3 s,回味测试 30 s。循环测定 8 次,扣除空白,取 3 次数据的平均值。

### 2.1.4 文冠木味觉组成分析

使用 Origin 2021 对文冠木味觉信息值作雷达图,结果见图 1。由图 1 可以看出样品扣除空白溶液后,除酸味和咸味味觉信息值在无味点“0”以下外,其余味觉信息值均在无味点以上,可见除酸味和咸味外其他味觉信息均是文冠木样品有效的味觉指标。

### 2.1.5 味觉信息主成分分析和聚类分析

使用 Origin 2021 对文冠木样品味觉信息进行主成分分析和聚类分析,分别以文冠木味觉信息中的苦味、涩味、回味-B、回味-A、鲜味、丰富度的响应值进行分析。主成分分析结果见图 2,图中除 S1 外,其余批次文冠木均在 95%置信区间内,大致可将 19 批文冠木分为两类,S1 单独为一类,其余批次为一类。聚类分析结果见图 3,可将 19 批文冠木大致分为三类,S1 单独为一类,S2、S13、S14、S19、S16、S17、S6、S4、S18、S3 为一类,其余批次为一类。

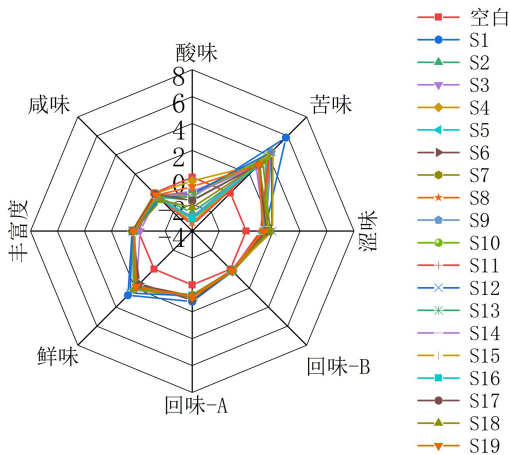


图 1 样品味觉信息雷达图

Fig. 1 Radar chart of sample taste information

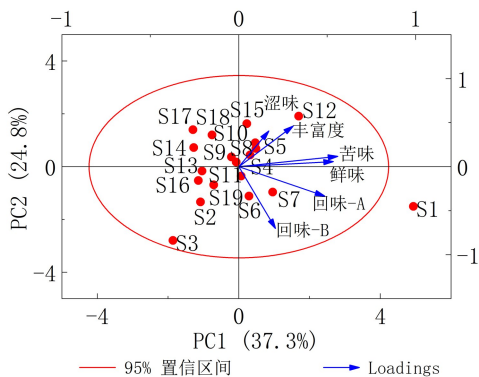


图 2 样品味觉信息主成分分析

Fig. 2 Principal component analysis of sample taste information

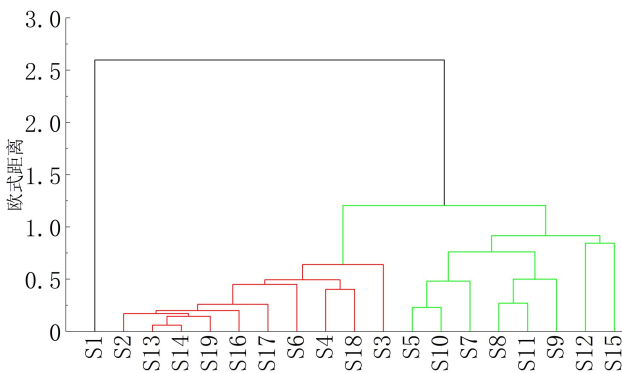


图 3 样品味觉信息聚类分析图

Fig. 3 Cluster analysis plot of sample taste information

## 2.2 化学成分含量测定

### 2.2.1 供试品溶液制备

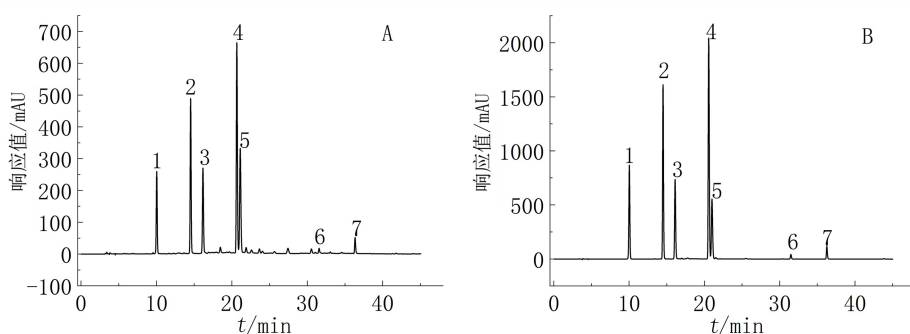
取 S1~S19 干燥文冠木药材,粉碎,过筛,精密称取各文冠木药材粉末 10 g,精密加入 100 mL 蒸馏水浸泡 1 h 后,回流提取两次,每次 90 min,合并 2 次滤液,浓缩,干燥后得干粉,精密称取 5 mg 干粉置于 10 mL 容量瓶中,50%甲醇溶液超声溶解并定容至刻度,即得供试品溶液。

### 2.2.2 对照品溶液制备

精密称定没食子儿茶素、表没食子儿茶素、儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、原花青素 A2、杨梅素对照品适量分别置于容量瓶中,加甲醇配成质量浓度分别为 0.055、0.120、0.048、0.158、0.055、0.19、0.112 mg/mL 的单一对照品溶液。分别取上述对照品溶液适量置于 10 mL 容量瓶中加甲醇定容至刻度,配成质量浓度分别为 0.00275、0.006、0.00384、0.0316、0.011、0.019、0.0112 mg/mL 的混合对照品储备溶液,置于 4 °C 冰箱保存。

### 2.2.3 色谱条件

色谱柱:依利特 Hypersil ODS2 C<sub>18</sub> (4.6 mm×250 mm, 5.0 μm); 柱温:30 °C; 流动相:乙腈(B)–0.5%磷酸水溶液(A); 洗脱梯度:0~3 min, 5%~8%B, 3~15 min, 8%~15.5%B, 15~25 min, 15.5%~16%B, 25~45 min, 16%~35%B; 流速:0.8 mL/min; 检测波长:210 nm; 进样量:10 μL。在该色谱条件下各组分分离度均>1.5,理论塔板数均>10000,色谱见图 4。



A. 样品; B. 混合对照品。1. 没食子儿茶素(gallocatechin); 2. 表没食子儿茶素(epigallocatechin); 3. 儿茶素(catechin); 4. 表儿茶素(l-epicatechin); 5. 二氢杨梅素(dihydromyricetin); 6. 原花青素 A2(Procyanidin A2); 7. 杨梅素(myricetin)。

图 4 文冠木样品和混合对照品 HPLC 谱图

Fig. 4 HPLC profiles of crown samples and mixed controls

### 2.2.4 线性关系考察

精密吸取“2.2.2”节的混合对照品溶液 0.5、0.8、1.4、8、10 μL,注入高效液相色谱仪,按“2.2.3”节的色谱条件进行测定。以对照品溶液的进样量( $x, \mu\text{g}$ )为横坐标,以峰面积( $y$ )为纵坐标,绘制标准曲线,进行线性回归。回归方程、相关系数( $r$ )和线性范围见表 2。

表 2 回归方程、相关系数及线性范围

Table 2 Regression equations, correlation coefficients, and linear ranges

成分	回归方程	$r$	线性范围/ $\mu\text{g}$
没食子儿茶素	$y=286244x-14.034$	1	0.001375~0.0275
表没食子儿茶素	$y=237871x-7.2636$	1	0.0030~0.0600
儿茶素	$y=187230x-10.302$	1	0.00192~0.0384
表儿茶素	$y=64821x+70.463$	0.9999	0.0158~0.3160
二氢杨梅素	$y=58138x-12.19$	0.9999	0.0055~0.1100
原花青素 A2	$y=4923.9x-0.6041$	1	0.0056~0.1120
杨梅素	$y=9898.8x-0.7489$	0.9999	0.0095~0.1900

### 2.2.5 精密度试验

精密称取文冠木药材(S1)10g,按“2.2.1”节的方法制备供试品溶液,并按“2.2.3”节的色谱条件连续进样6次,每次10 $\mu$ L,测定各成分峰面积。结果7个化学成分峰面积RSD均低于2.0%,表明仪器精密度良好。

### 2.2.6 稳定性试验

取文冠木药材(S1),按“2.2.1”节的方法制备供试品溶液,并按“2.2.3”节的色谱条件于0、4、8、16、24、48h内进样分析样品,进样量10 $\mu$ L,测定各成分峰面积。结果7个化学成分峰面积RSD均低于2.0%,表明供试品溶液在48h内稳定性良好。

### 2.2.7 重复性试验

取文冠木药材(S1)6份,按“2.2.1”节的方法平行制备6份供试品溶液,并按“2.2.3”节的色谱条件分别进样10 $\mu$ L,测定各成分峰面积,测得没食子儿茶素、表没食子儿茶素、儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、原花青素A2、杨梅素的平均含量分别为0.0207%、0.0427%、0.0355%、0.2417%、0.1664%、0.0773%、0.1187%;RSD分别为1.48%、1.71%、1.31%、1.40%、1.55%、2.84%、2.25%,表明该方法重复性良好。

### 2.2.8 加样回收试验

取文冠木药材(S1)6份,每份约5g,精密称定。精密吸取含没食子儿茶素(质量浓度为1.0200mg/mL)、表没食子儿茶素(质量浓度为2.1400mg/mL)、儿茶素(质量浓度为1.7900mg/mL)、表儿茶素(质量浓度为12.0900mg/mL)、二氢杨梅素(质量浓度为8.3800mg/mL)、原花青素A2(质量浓度为3.8700mg/mL)、杨梅素(质量浓度为5.9000mg/mL)的混合对照品溶液1mL,按“2.2.1”节的方法制备供试品溶液,按“2.2.3”节的色谱条件进样10 $\mu$ L测定,计算各成分的加样回收率及RSD,结果见表3。

## 2.3 液相色谱分析结果

### 2.3.1 不同批次文冠木主要化学成分含量分析

不同来源文冠木化学成分含量分析见表4,没食子儿茶素含量范围:0.0036%~0.0207%,均值为0.0082%;表没食子儿茶素含量范围:0.0119%~0.0428%,均值为0.0198%;儿茶素含量范围:0.0044%~0.0355%,均值为0.0143%;表儿茶素含量范围:0.0444%~0.2420%,均值为0.1194%;二氢杨梅素含量范围:0.1121%~0.1862%,均值为0.1488%;原花青素A2含量范围:0.0405%~0.0935%,均值为0.0673%;杨梅素含量范围:0.0626%~0.1306%,均值为0.1002%。不同产地文冠木的主要化合物差异较大。

表3 加样回收率试验结果( $n=6$ )  
Table 3 Results of recovery rate tests( $n=6$ )

成分	含量/mg	加入量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
没食子儿茶素	1.0353	1.0200	2.0338	97.89	98.61	0.64
	1.0366	1.0200	2.0392	98.29		
	1.0368	1.0200	2.0501	99.34		
	1.0362	1.0200	2.0372	98.14		
	1.0355	1.0200	2.0493	99.39		
	1.0360	1.0200	2.0418	98.61		
表没食子儿茶素	2.1356	2.1400	4.2628	99.40	100.60	2.02

表 3(续)

成分	含量/mg	加入量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
表没食子儿茶素	2.1382	2.1400	4.2790	100.04		
	2.1388	2.1400	4.3688	104.21		
	2.1375	2.1400	4.2396	98.23		
	2.1360	2.1400	4.2972	100.99		
	2.1370	2.1400	4.2927	100.73		
儿茶素	1.7755	1.7900	3.5929	101.53	101.09	2.00
	1.7777	1.7900	3.6013	101.88		
	1.7782	1.7900	3.5185	97.22		
	1.7771	1.7900	3.5901	101.28		
	1.7759	1.7900	3.6233	103.21		
	1.7766	1.7900	3.5920	101.42		
表儿茶素	12.0881	12.0900	24.7089	104.39	104.05	1.23
	12.1034	12.0900	24.7636	104.72		
	12.1065	12.0900	24.3799	101.52		
	12.0993	12.0900	24.6746	104.01		
	12.0908	12.0900	24.7721	104.89		
	12.0961	12.0900	24.7617	104.76		
二氢杨梅素	8.3222	8.3800	16.9544	103.01	101.09	2.81
	8.3326	8.3800	17.0161	103.62		
	8.3348	8.3800	16.3706	95.89		
	8.3298	8.3800	16.7114	100.02		
	8.3240	8.3800	16.9070	102.42		
	8.3277	8.3800	16.8386	101.56		
原花青素 A2	3.8660	3.8700	7.8382	102.64	100.92	1.61
	3.8709	3.8700	7.6848	98.55		
	3.8719	3.8700	7.8327	102.35		
	3.8696	3.8700	7.8036	101.65		
	3.8669	3.8700	7.7701	100.86		
	3.8686	3.8700	7.7186	99.48		
杨梅素	5.9365	5.9000	11.5817	95.68	97.33	1.87
	5.9440	5.9000	11.6864	97.33		
	5.9456	5.9000	11.8905	100.76		
	5.9420	5.9000	11.6900	97.42		
	5.9378	5.9000	11.6460	96.75		
	5.9405	5.9000	11.6068	96.04		

表 4 样品主要化学成分含量的测定结果( $n=3$ )Table 4 Assay results of the main chemical component content in the sample ( $n=3$ )

编号	没食子儿茶素	表没食子儿茶素	儿茶素	表儿茶素	二氢杨梅素	原花青素 A2	杨梅素	%
S1	0.0207	0.0428	0.0355	0.2420	0.1667	0.0774	0.1188	
S2	0.0074	0.0224	0.0142	0.1369	0.1394	0.0774	0.0839	
S3	0.0076	0.0162	0.0107	0.0761	0.1785	0.0521	0.1272	
S4	0.0084	0.0161	0.0120	0.0845	0.1763	0.0535	0.0983	
S5	0.0073	0.0184	0.0182	0.1614	0.1435	0.0935	0.0696	
S6	0.0069	0.0208	0.0166	0.1667	0.1245	0.0844	0.0750	
S7	0.0094	0.0181	0.0122	0.0864	0.1742	0.0558	0.1170	
S8	0.0097	0.0177	0.0122	0.0771	0.1556	0.0446	0.1306	
S9	0.0036	0.0119	0.0044	0.0444	0.1132	0.0405	0.1238	
S10	0.0063	0.0176	0.0150	0.1340	0.1189	0.0774	0.0719	
S11	0.0082	0.0178	0.0112	0.0873	0.1658	0.0547	0.1171	
S12	0.0086	0.0190	0.0103	0.0778	0.1636	0.0434	0.1002	
S13	0.0066	0.0192	0.0142	0.1349	0.1194	0.0745	0.0705	
S14	0.0103	0.0206	0.0133	0.0976	0.1810	0.0602	0.1076	
S15	0.0056	0.0177	0.0149	0.1445	0.1420	0.0925	0.1174	
S16	0.0069	0.0209	0.0151	0.1425	0.1279	0.0799	0.0884	
S17	0.0059	0.0184	0.0143	0.1387	0.1121	0.0798	0.0626	
S18	0.0077	0.0222	0.0155	0.1463	0.1383	0.0838	0.1025	
S19	0.0085	0.0186	0.0119	0.0895	0.1862	0.0526	0.1218	

### 2.3.2 19 批文冠木 7 个化学成分含量的主成分分析和聚类分析

用 Origin 2021 对文冠木中 7 个化学成分的含量做主成分分析和聚类分析。主成分分析结果见图 5,除 S1 外,其余批次文冠木均在 95%置信区间内。表明主成分分析大致可将 19 批文冠木分为两类,S1 单独为一类,其余产地文冠木为一类。聚类分析结果见图 6,表明 19 批文冠木可大致分为三类:S1 单独聚为一类,S2、S16、S10、S13、S17、S5、S6、S15、S18 聚为一类,其余批次聚为一类。

## 2.4 电子舌评价与化学成分的相关性分析

### 2.4.1 7 个化学成分对照品的味觉信息值和信息雷达图

分别精密称定没食子儿茶素、表没食子儿茶素、儿茶素、表儿茶素、二氢杨梅素、原花青素 A2、杨梅素对照品适量,加 5% 甲醇溶液配成质量浓度分别为 0.010、0.021、0.018、0.121、0.083、0.039、0.059 mg/mL 对照品溶液。另配制含相同浓度 7 个化学成分的混合对照品溶液一份。在相同条件下置于电子舌上测定各自味觉信息值,并建立其味觉信息雷达图,见图 7。与 19 批样品味觉信息雷达图(图 1)对比可得,7 个化学成分能大致反映文冠木药材味觉信息,其中苦味、涩味、鲜味表现明显。7 个化学成分均表现出苦味和鲜味,除杨梅素外,其余 6 个化学成分均表现出涩味。在回味上,7 个化学成分表现甚微,且均不显示酸味和咸味。混合对照品则同样表现出苦味、鲜味和涩味,其苦味、鲜味、涩味味觉信息值约为 7 种化学成分各自苦味、鲜味、涩味味觉信息值之和。

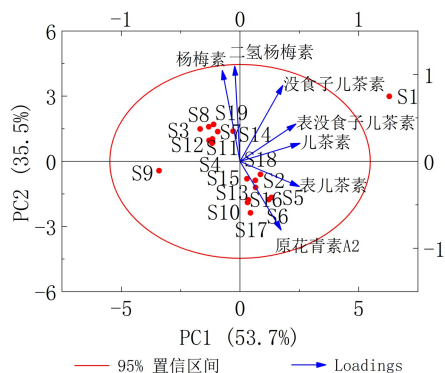


图 5 样品主要化学成分的主成分分析结果

Fig. 5 Results of the principal component analysis of the main chemical components of the samples

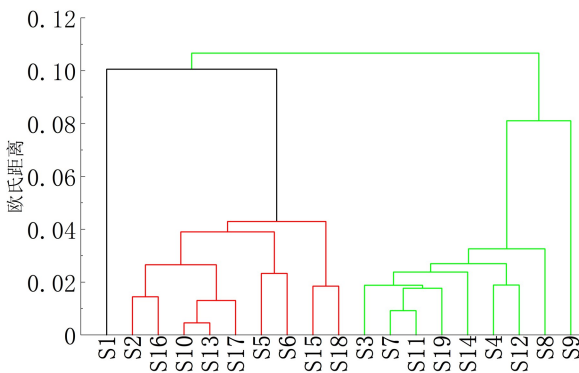


图 6 样品主要化学成分的聚类分析图

Fig. 6 Cluster analysis plot of the main chemical components of the samples

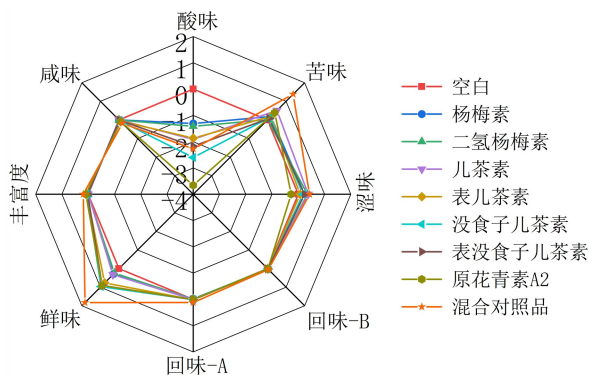


图 7 对照品味觉信息雷达图

Fig. 7 Radar chart of standard taste perception information

### 2.4.2 文冠木电子舌味觉信息与总黄酮含量相关性分析

以不同批次文冠木总黄酮含量为横坐标,六种有效味觉信息值为纵坐标,用 Origin 2021 线性拟合绘制文冠木电子舌味觉信息和总黄酮含量相关性分析图,由图 8 可知,文冠木药材水提物味觉信息值与其总黄酮含量存在相关性。考察其味觉值与总黄酮含量发现,除涩味与总黄酮含量呈负相关外,其余五种有效味觉信息值均与总黄酮含量呈正相关,且苦味和鲜味具有显著性( $P < 0.05$ )。

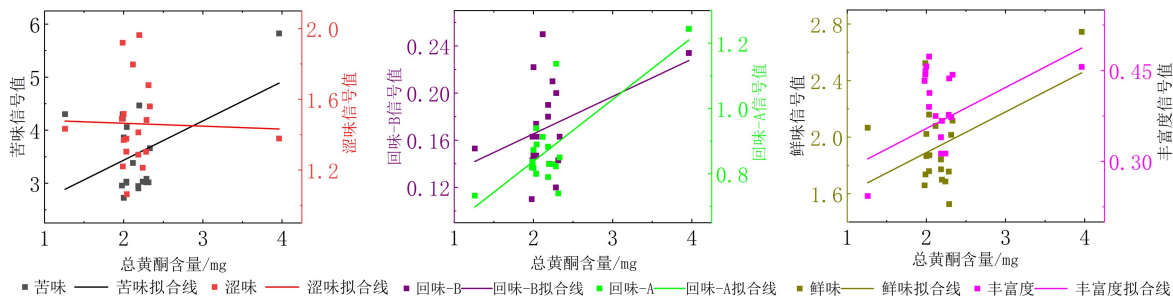


图 8 电子舌味觉信息与总黄酮含量相关性图

Fig. 8 Correlation plots of electronic tongue taste information and total flavonoids content

## 3 讨论

本研究通过 HPLC 对文冠木水提液 7 个化学成分进行含量测定,利用电子舌技术对不同来源文

冠木进行味觉信息分析发现:①不同来源文冠木水提物,味觉信息主要表现为苦味、涩味和鲜味,与对照品味觉值相比,其三种味觉值在黄酮类化合物中均有体现。②通过主成分分析可发现不同产地味觉信息值与化合物成分含量主成分分析结果一致,表明药材的味觉信息值与其化合物含量具有相关性;而味觉信息聚类分析和7个化合物含量的聚类分析结果略有不同,可能由于味觉信息聚类与其苦味和涩味值有关,苦味和涩味值低的S2、S13、S14、S19、S16、S4、S17、S6、S18、S3聚为一类,其余批次聚为一类造成的。而化学成分聚类则大致与儿茶素和杨梅素有关,儿茶素含量高,杨梅素含量低的S2、S16、S10、S13、S17、S5、S6、S15、S18聚为一类,其余批次聚为一类。味觉信息和化学成分聚类分析分类的不同可能与药材中杨梅素和儿茶素含量有关,通过对照品味觉信息测定可发现,杨梅素苦味味觉值响应大,儿茶素苦味、涩味味觉值响应大。化学成分聚类分析中S14、S19、S4、S3批次文冠木可能由于儿茶素含量低苦味和涩味值小,其在味觉信息聚类分析中与S2、S13、S16、S17、S6、S18聚为一类;而在味觉信息聚类分析中,S5、S10、S15批次文冠木则可能由于杨梅素含量大而在化学成分聚类分析中与S7、S8、S9、S11、S12聚为一类。③通过电子舌味觉信息评价结合化学成分的相关性分析发现,19批文冠木中黄酮类成分的含量与苦味,鲜味呈显著正相关。

传统中医理论将中药分为酸、苦、甘、辛、咸五味,“苦,能泄,能燥”具有清热泻火,燥湿坚阴的作用<sup>[11]</sup>,常用于治疗炎症引发的红肿热痛。而涩味并未单独出现,常与苦味、酸味相携<sup>[12]</sup>。且苦味大多来自生物碱、黄酮、萜类、氨基酸、无机盐及杂醇等类成分<sup>[13]</sup>。黄酮类化合物作为文冠木中主要的活性成分,其药理作用显著。现代药理学研究表明,没食子儿茶素、表没食子儿茶素作为涩味基础物质,对多种致病菌具有抗菌活性<sup>[14]</sup>,具有抗肥胖、抗菌、抗癌、抗炎等作用<sup>[15]</sup>;儿茶素、表儿茶素作为文冠木中黄酮类成分代表之一,具有抗炎抑菌、提高免疫力、抗氧化、降脂、降糖、防止心血管疾病等生理活性<sup>[16]</sup>;杨梅素、二氢杨梅素具有抗菌、抗炎、抗肿瘤以及保肝护肝等多种生物活性<sup>[17]</sup>。原花青素是由不同数量的表儿茶素或儿茶素结合而成的一类黄酮化合物,具有抗氧化、抗炎症、抗癌、降血糖等多种药理作用<sup>[18]</sup>。本文利用电子舌技术与HPLC结合的方法,揭示了文冠木药材苦味信息值的来源,并通过对文冠木中7个黄酮类有效成分含量和味觉值进行分析,结合7个黄酮类成分的药理作用,为蒙药文冠木药效物质基础研究提供了科学的依据。

## 参考文献:

- [1] 敖敦格日乐,胡阿荣,艾力,等.药材文冠木的资源综合利用与开发研究概况[J].中国医药科学,2023,13(14):41-44.
- [2] 赵洪超,王冰雨,贾鑫,等.蒙药森登-4中总黄酮在正常大鼠和风湿性关节炎大鼠血清中的药代动力学比较研究[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2020,51(2):191-195.
- [3] 张智敏,侯健,吴昊,等.基于网络药理学及分子对接研究蒙药文冠木治疗类风湿关节炎的作用机制[J].特产研究,2023,45(2):95-103,115.
- [4] MACM, NAKAMURA N, HATTORI M, et al. Inhibitory effectson HIV-1 protease of constituents form the wood of *Xanthocer sorbifolia* Bunge[J]. J Nat Prod, 2002, 63(2):238-242.
- [5] 其日格尔,韩晓静,布和巴特尔,等.蒙、藏药文冠木的研究进展[J].内蒙古民族大学学报(自然科学版),2021,36(1):89-92.
- [6] 刘君,董秋梅,刘乙伯,等.蒙药文冠木临床应用的研究进展[J].中国民族医药杂志,2020,26(3):55-56.
- [7] 刘爽,朱小玲,孙国园,等.基于电子鼻和气相色谱技术筛选石菖蒲的质量标志物[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2024,55(4):420-429.
- [8] 白杰,高利利,张志勤,等.电子舌技术的原理及在中药领域的应用[J].中南药学,2021,19(1):78-84.
- [9] 苏青,李文娟,谢家涛,等.黄芩提取物在纯化精制过程中的味道变化[J].中成药,2017,39(8):1742-1744.
- [10] 王隽,李萍,蒲思婧.不同炮制品、产地及采收时间柴胡的有效成分检测[J].山东中医杂志,2020,39(4):395-400.

- [11] 李艺博,张晶新,李腾腾,等.五味理论的现代医学研究[J].中华中医药杂志,2023,38(4):1417-1420.
- [12] 代新龙.茶树中苦涩味相关的酚类化合物的生物合成与降解研究[D].合肥:安徽农业大学,2023.
- [13] 刘惠,宋娇,林俊芝,等.中药苦味成分的发现策略与方法研究进展[J].中草药,2024,55(5):1751-1760.
- [14] 张柳平,李灿,李秀云,等.表没食子儿茶素没食子酸酯与氟康唑联用抗耐药白色念珠菌的协同作用及机制[J].药学研究,2024,43(4):338-341.
- [15] MEHMOOD S, MAQSOOD M, MAHTAB N, et al. Epigal-locatechingallate: Phytochemistry, bioavailability, utilization challenges, and strategies[J]. J Food Biochem, 2022, 46(8): e14189.
- [16] LIU C, HAO K, LIU Z, et al. Epigallocatechin gallate( EGCG )attenuates staphylococcal alpha-hemolysin(Hla)-induced NLRP3 inflammasome activation via ROS-MAPK pathways and EGCG-Hla interactions[J]. Int Immunopharmacol, 2021(100):108170.
- [17] 吴聪,王文茂,彭彩云,等.二氢杨梅素结构修饰及生物活性研究进展[J].天然产物研究与开发,2024,36(3):540-553.
- [18] 王冰雨,白埔,董玉,等.蒙药森登-4在正常大鼠与关节炎模型大鼠血清中总黄酮的比较研究[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2018,49(5):491-495.

(责任编辑 哈 达)

## Basic Study of Xanthoceras Pharmacodynamic Substances Based on Taste Information and Correlation of Main Chemical Components

XIANG Guangjun<sup>1,2</sup>, ZHU Xiaoling<sup>2,3</sup>, SUN Guoyuan<sup>2,3</sup>,

WANG Hui<sup>1,2</sup>, HU Jinyang<sup>1,2</sup>, DONG Yu<sup>1,2</sup>

(1. College of Pharmacy, Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010110, China;

2. Engineering Technology Research Center of Pharmacodynamic Substance and Quality Control of Mongolian Medicine in Inner Mongolia, Hohhot 010110, China;

3. Department of Pharmacy, Inner Mongolia International Mongolian Hospital, Hohhot 010065, China)

**Abstract:** C-SA402B electronic tongue system was used to analyze the taste information of Xanthoceras from different origins, the content of main chemical compositions was analyzed by HPLC, and the correlation was also investigated between taste information and chemical composition. The results showed that differences among Xanthoceras from various sources were mainly reflected in bitterness, astringency, and umami, while the difference in aftertaste was small, which was not sour and salty compared with the blank. The aqueous extract of Xanthoceras primarily exhibited bitterness and umami, with its bitterness and umami being closely related to the content of flavonoids, and showing a significant positive correlation with the total flavonoid content ( $P < 0.05$ ). The electronic tongue technology can effectively distinguish different sources of Xanthoceras. Combined with its chemical composition, it can not only highlight the taste information of medicinal herbs, but also through the taste information and compound content correlation evaluation, combined with the pharmacological effect of the chemical composition. This approach provides a scientific and reliable basis for the pharmacodynamic material research of Xanthoceras substances.

**Key words:** Xanthoceras; different origin; electronic tongue; taste; chemical composition