

· 专题 ·

# 基于电子鼻技术的不同品质鹿茸饮片气味特征分析<sup>△</sup>

龚伟<sup>1</sup>, 任聪<sup>2</sup>, 马姗姗<sup>2</sup>, 李峰<sup>2\*</sup>

1. 辽宁中医药大学附属医院, 辽宁 沈阳 110032;

2. 辽宁中医药大学药学院, 辽宁 大连 116600

**[摘要]** **目的:** 基于电子鼻技术对不同品质鹿茸饮片气味特征进行分析与表征。**方法:** 采用 PEN3 型电子鼻系统, 分析 22 批鹿茸样品的气味特征, 以对传感器响应值为指标, 进行传感器区别贡献率分析 (Loadings)、主成分分析 (PCA)、线性判别分析 (LDA)。**结果:** Loadings 分析表明, 5 个传感器对鹿茸饮片气味特征具有较好的响应, 不同规格鹿茸饮片气味差异贡献率主要体现为氮氧化物类、甲烷等短链烷烃、有机硫化物、醇醚醛酮类、芳香成分、无机硫化物等成分; PCA 表明不同品种与规格鹿茸饮片, 其气味的差异性比较明显; LDA 发现不同品种及规格鹿茸饮片 (除梅花鹿白片与粉片外) 样品的气味差异均较明显, 表明构成气味的物质存在差异性。**结论:** 电子鼻技术可阐明不同品质鹿茸饮片气味的物质基础; 不同品质鹿茸饮片气味存在差异性可揭示鹿茸饮片气味的科学内涵并为其质量控制提供参考。

**[关键词]** 鹿茸饮片; 气味; 电子鼻

**[中图分类号]** R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2023)08-1707-05

**doi:**10.13313/j.issn.1673-4890.20221115002

## Odor Analysis of Velvet Antler Slices with Different Qualities by Electronic Nose Technology

GONG Wei<sup>1</sup>, REN Cong<sup>2</sup>, MA Shan-shan<sup>2</sup>, LI Feng<sup>2\*</sup>

1. The First Affiliated Hospital of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110032, China;

2. School of Pharmacy, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Dalian 116600, China

**[Abstract]** **Objective:** The odor characteristics of velvet antler slices with different qualities were analyzed and characterized based on the electronic nose technology. **Methods:** A total of 22 batches of velvet antler pieces were analyzed by the PEN3 electronic nose system. The sensor responses were taken as indicators and Loadings, Principal Components Analysis(PCA), and Linear Discriminant Analysis (LDA) of the pieces were analyzed. **Results:** According to the Loadings analysis, five sensors had a good response to the odor characteristics. The Loadings of velvet antlers with different specifications included nitric oxides, methane and other short chain alkanes, organic sulfur compounds, glycol esters, aldehydes and ketones, aromatic compositions, and inorganic sulfide compounds. According to PCA results, huge differences existed between different varieties and specifications of velvet antler slices. According to LDA results, substances making up the odor had differences as odor difference existed between different varieties and specifications of velvet antler slices except for white slices and powder slices of the sika deer. **Conclusion:** Electronic nose technology can be applied to analyze the substances making up the odor of velvet antler slices with different qualities. Different velvet antler slices with different qualities have different odors. The research lays a foundation for revealing the connotation of odor and the quality control of velvet antler slices.

**[Keywords]** velvet antler; odor; electronic nose

鹿茸为鹿科动物梅花鹿或马鹿的雄鹿未骨化密生茸毛的幼角<sup>[1]</sup>。商品鹿茸常见的产地加工方法有煮

炸、冻干、排血和带血, 按切制部位其分为蜡片、粉片、纱片和骨片<sup>[2-7]</sup>。目前, 鹿茸饮片的品质 (主

<sup>△</sup> [基金项目] 国家自然科学基金项目 (81473314); 辽宁省中药传承技术骨干人才项目 (2021)

\* [通信作者] 李峰, 教授, 研究方向: 动物药品品质评价及药效物质; E-mail: zhanglijiaiyi@163.com

要是规格、等级)划分主要依据其来源、切制的位置、断面的特征及加工方式等进行“辨状论质”。气味作为中药的重要特征,反映中药的内在质量<sup>[8-9]</sup>。根据气、味等性状特征评价中药的质量有着悠久的历史,但一直以来人工评价为主的方式存在主观误差,鹿茸饮片的品质差异是否体现为气味的差异尚未见报道。

传统对气味的的评价主要通过人嗅觉进行描述,但其主观随意性较强,重复性、稳定性差。随着人工智能、仿生技术的发展,出现了可模拟人嗅觉的电子鼻。电子鼻通过传感器、信号采集单元和模式识别模拟人的嗅觉功能。气味信号被气味敏传感器采集后转化为电信号,电信号经信号处理系统对样品整体气味特征进行检测、识别、分析,并进一步对样品进行定量、定性研究<sup>[10-14]</sup>。以电子鼻代替感官评价具有客观、易重复、便捷等特点,已广泛应用于食品风味研究、烟草质量研究、环境监测及中药品质判别中<sup>[15-21]</sup>。

根据鹿茸“气腥”的特点,采用PEN3型电子鼻系统对各不同品质鹿茸饮片进行测定,阐释鹿茸气味的本质;采用传感器区别贡献率分析(Loadings)、主成分分析(PCA)、线性判别分析(LDA)解析不同品质鹿茸饮片气味的差异,为进一步揭示鹿茸饮片气味的科学内涵及鹿茸药材质量控制提供参考。

## 1 材料

### 1.1 仪器

PEN3型电子鼻系统(德国Airsense公司),传感器信息见表1。

表1 传感器信息

| 序号 | 传感器名称 | 传感器响应特性       |
|----|-------|---------------|
| 1  | W1C   | 芳香成分,苯类       |
| 2  | W5S   | 灵敏度高,对氮氧化合物灵敏 |
| 3  | W3C   | 氨水,对芳香成分灵敏    |
| 4  | W6S   | 对氢气具有选择性      |
| 5  | W5C   | 烷烃芳香成分        |
| 6  | W1S   | 对甲烷等短链烷烃灵敏    |
| 7  | W1W   | 对有机硫化物灵敏      |
| 8  | W2S   | 对醇、醚、醛、酮类灵敏   |
| 9  | W2W   | 芳香成分,对无机硫化物灵敏 |
| 10 | W3S   | 对烷烃灵敏,长链烷烃类   |

### 1.2 试药

22批鹿茸样品经辽宁中医药大学药学院李峰教授鉴定为鹿科动物梅花鹿 *Cervus nippon* Temminck 或马鹿 *C. elaphus* Linnaeus 的雄鹿未骨化密生茸毛的幼角(表2)。

表2 22批鹿茸饮片样品信息

| 样品编号 | 来源             | 品种与规格           |
|------|----------------|-----------------|
| 1    | 辽宁鹿源参茸饮片有限公司   | 梅花鹿蜡片(一级)       |
| 2    |                | 梅花鹿蜡片(二级)       |
| 3    |                | 梅花鹿蜡片(三级)       |
| 4    |                | 梅花鹿蜡粉片          |
| 5    |                | 梅花鹿血片(一级,又称红纱片) |
| 6    |                | 梅花鹿血片(二级,又称红纱片) |
| 7    |                | 梅花鹿血片(三级,又称红纱片) |
| 8    |                | 梅花鹿血片(四级,又称红纱片) |
| 9    |                | 梅花鹿白片(一级,又称白纱片) |
| 10   |                | 梅花鹿白片(二级,又称白纱片) |
| 11   |                | 梅花鹿白片(三级,又称白纱片) |
| 12   | 江西樟树药材市场       | 梅花鹿白片(头茬,又称白纱片) |
| 13   |                | 梅花鹿白片(二茬,又称白纱片) |
| 14   | 河北祁新中药饮片颗粒有限公司 | 梅花鹿粉片(头茬)       |
| 15   |                | 梅花鹿粉片(二茬)       |
| 16   |                | 梅花鹿粉片(二茬)       |
| 17   |                | 梅花鹿粉片(二茬)       |
| 18   | 江西樟树药材市场       | 梅花鹿蜡片           |
| 19   | 河北祁新中药饮片颗粒有限公司 | 马鹿茸血片(又称红纱片)    |
| 20   |                | 马鹿茸白片(又称白纱片)    |
| 21   |                | 梅花鹿茸蜡片          |
| 22   |                | 梅花鹿蜡粉片          |

注:部分商品名称与传统名称不同。

## 2 方法

### 2.1 供试品的制备

取鹿茸饮片粉碎,精密称定粉末2g,置样品杯中,密封,室温静置10min,测试,每组样品3次重复。

### 2.2 实验条件

每组采样时间为1s,清洗时间为90s,传感器归零时间为5s,样品准备时间为5s,进样器流速为400mL·min<sup>-1</sup>,检测时间为100s。

## 3 结果

### 3.1 鹿茸供试品的气味组成

按2.1项下方法及2.2项下条件对不同品质鹿茸

饮片样品进行检测分析,各样品的气味组成基本相同,只是各类气味的强度和比例略有不同。气味影响较强烈的传感器有2号(氮氧化物)、6号(甲烷等短链烷烃)、7号(有机硫化物)、8号(醇、醚、醛、酮类)、9号(芳香成分、无机硫化物);而传感器1号(芳香成分、苯类)、3号(氨水)、4号(氢气)、5号(烷烃芳香成分)、10号(长链烷烃类)的响应值在整个过程中均偏低。

### 3.2 数据处理

分别采用Loadings、PCA、LDA对不同品质鹿茸饮片的样品电子鼻数据进行统计分析,结果详见图1~图3。

**3.2.1 Loadings** 由图1和表1可知,5个对鹿茸饮片气味特征具有较好响应的传感器分别为W5S、

W1S、W1W、W2S、W2W传感器,即为氮氧化物类、甲烷等短链烷烃、有机硫化物、醇醚醛酮类、芳香成分、无机硫化物等;而5个对鹿茸饮片“气”特征区分贡献较小的传感器分别为W1C、W3C、W6S、W5C、W3S传感器,即为芳香成分、苯类、氨水、氢气、烷烃芳香成分及长链烷烃类物质。

**3.2.2 PCA** PCA结果表明,第一主成分方差贡献率为34.9%,第二主成分方差贡献率为30.4%,第三主成分方差贡献率为17.6%,第四主成分方差贡献率为10.7%,第五主成分方差贡献率为4.0%,5个主成分总方差贡献率为97.6%。总体上不同品种、不同规格鹿茸饮片区分并不明显;但是相同规格的饮片,如梅花鹿茸血片与马鹿茸的血片、梅花鹿茸白片与马鹿茸的白片还是具有一定差异的。

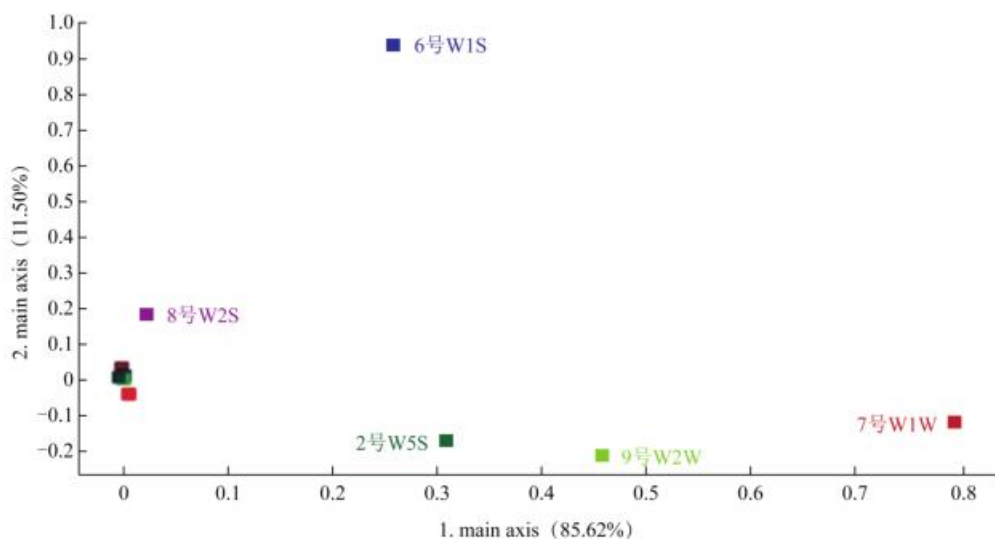


图1 不同规格鹿茸饮片样品的Loadings图

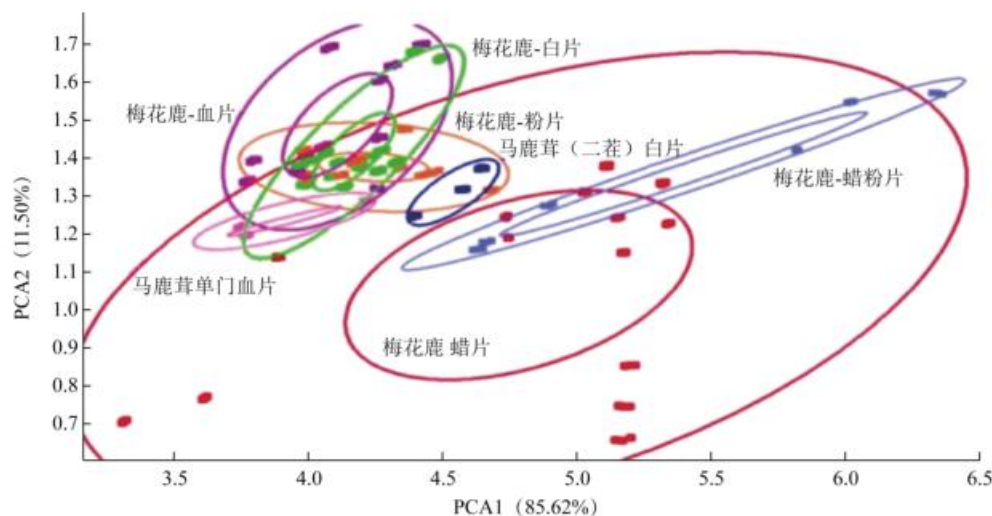


图2 不同规格鹿茸饮片样品PCA图

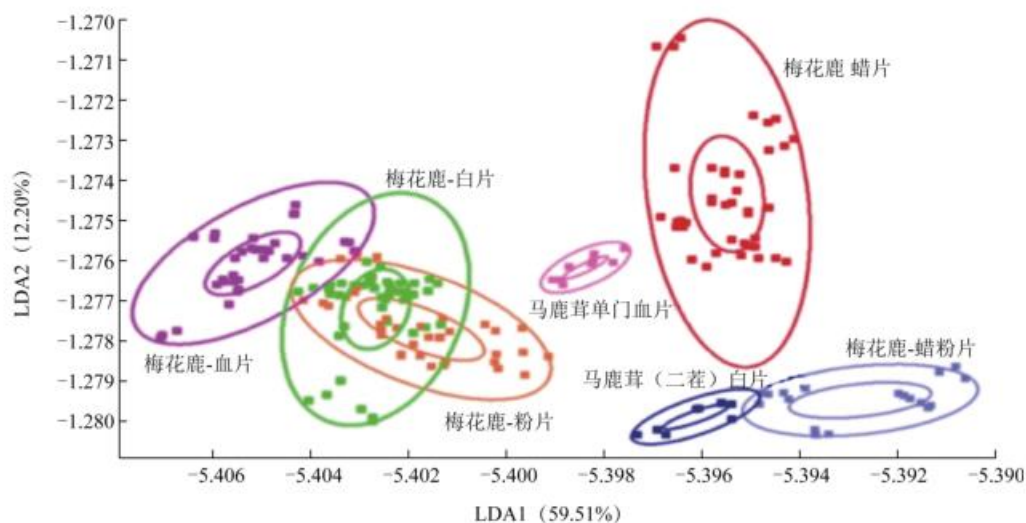


图3 不同规格鹿茸饮片样品LDA图

3.2.3 LDA 除梅花鹿茸白片与粉片外,其他品种与规格的鹿茸饮片均可通过LDA较好地分开。

## 4 结论与讨论

### 4.1 鹿茸气味物质基础

不同规格鹿茸气味差异贡献率主要体现为氮氧化物类、甲烷等短链烷烃、有机硫化物、醇醚醛酮类、芳香成分、无机硫化物等成分,明确了不同规格鹿茸饮片气味的共性,这与中药传统理论认为鹿茸“气腥”相吻合<sup>[5-6,8,11-12,14]</sup>。

### 4.2 气味差异与鹿茸品质的相关性

由LDA发现,不同品种及规格鹿茸饮片(除梅花鹿白片与粉片外)样品的气味差异均较明显,表明构成“气”的物质存在差异性,不同品种及规格鹿茸饮片可通过气味进行区别,传统鹿茸饮片加工与规格划分具有一定的科学意义。而差异性较小的梅花鹿茸白片与粉片,其着生部位十分相近,且实际规格划分也存在一定的主观性(目前仍采用人工划分),因此两者的饮片气味具有共性在所难免。

### 4.3 以气味对鹿茸进行品质评价的研究展望

本研究中由于马鹿茸饮片样品份数较少,因此对于在PCA中体现出的相同规格鹿茸饮片(白片、血片)品种上的差异性,是否可用于鹿茸饮片的品种鉴别尚需进一步研究。但从PCA的整体上看,不同品种与规格鹿茸饮片,其气味的差异性较明显。后续研究将进一步扩大样本范围,以期为从鹿茸饮

片气味特征方面体现出不同品种、不同规格及等级划分的科学性提供参考。

## 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:336-337.
- [2] 中华人民共和国农业部. 鹿茸片:NY/T 1162—2006[S]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [3] 郭晓晗,程显隆,柳温暖,等. 柱前衍生化-HPLC法同时测定不同商品规格鹿茸片中15种氨基酸的含量[J]. 药物分析杂志,2020,40(10):1780-1789.
- [4] 张嵩,李峰. 不同规格鹿茸商品药材中氨基酸含量分析[J]. 中国中药杂志,2013,38(12):1919-1923.
- [5] 郭晓晗,程显隆,柳温暖,等. 不同规格鹿茸饮片的多指标质量等级评价[J]. 中国现代中药,2021,23(4):691-697.
- [6] 黄胜广,毕融冰,赵卉,等. 基于灰色关联度法评价梅花鹿鹿茸品质[J]. 特产研究,2020,42(3):59-68.
- [7] 刘松鑫,宫瑞泽,陆雨顺,等. 不同品种、规格鹿茸的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中草药,2020,51(3):806-811.
- [8] 李佳园,魏晓嘉,万国慧,等. “辨状论质”的历史沿革与现代研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志,2021,27(6):189-196.
- [9] 卢一. 基于“气味”信息分析的中药饮片快速鉴别研究[D]. 成都:成都中医药大学,2018.
- [10] 冷晓红,陈海燕,郭鸿雁. 电子鼻技术在中药领域的应用[J]. 西北药学杂志,2019,34(3):426.
- [11] 张思聪,张振秋,李峰. 基于电子鼻技术分析生、制九香虫药材“气”特征[J]. 中华中医药学刊,2021,39(6):145-147.

- [12] 钱怡洁,魏伟,朱广飞,等.超快速气相电子鼻分析山茱萸炮制过程气味成分动态变化[J].中国药房,2022,33(18):2182-2186.
- [13] 邹慧琴,拱健婷,赵丽莹,等.中药砂仁“品与质”电子鼻判别模型的建立[J].国际药学研究杂志,2015,42(4):513-518.
- [14] 曹焯,张铁军,张静雅,等.基于电子鼻和电子舌技术的辛味中药气-味的表征研究[J].中草药,2016,47(11):1962-1967.
- [15] 王利萍,郎莹,邱树毅,等.电子鼻结合电子舌技术对五种酱香型白酒大曲的风味物质分析[J].酿酒科技,2022(9):116-122.
- [16] 方向生,施汉昌,何苗,等.电子鼻在环境监测中的应用与进展[J].环境科学与技术,2011,34(10):112-117.
- [17] 杨文奎,刘亚令,魏胜利,等.电子鼻在中药材质量评价中应用的研究进展[J].北方药学,2013,10(7):70-71.
- [18] 伍世元,骆德汉,邓炳荣,等.不同产地和采收期的中药材电子鼻鉴别研究[J].传感技术学报,2011,24(1):10-13.
- [19] 钟恋,汪云伟,刘玉杰,等.基于电子鼻技术区分川产益母草的研究[J].世界科学技术—中医药现代化,2014,16(6):1384-1390.
- [20] 喻璐,谭志文,邹望辉.基于传感器阵列的气体检测与分析系统设计[J].电子设计工程,2022,30(10):129-133.
- [21] 焦禹顺,向小华,吴新儒,等.电子鼻检测和定量表达分析相结合对烟草香气突变体进行鉴定[J].中国烟草学报,2016,22(2):115-123.

(收稿日期:2022-11-15 编辑:王笑辉)