

应用电子舌技术对多花黄精药材“味”的测定与分析

赵丽蓉¹, 张虹^{1,2}, 方文韬¹, 罗汉¹, 方成武^{1,2*}, 刘守金^{1,2}, 李雷³

(1. 安徽中医药大学药学院, 安徽 合肥 230012; 2. 安徽省中医药科学院中药资源保护与开发研究所, 安徽 合肥 230012; 3. 安徽森沣农业综合开发有限公司, 安徽 合肥 230001)

摘要:目的 建立不同产地及加工方法的多花黄精药材“味”觉变化的电子舌鉴别方法。方法 采集安徽不同产地多花黄精药材和不同产地加工的样品, 采用电子舌技术对各样品进行测定, 获取各样品味觉数据, 通过主成分分析(PCA)对响应值进行处理和分析。结果 苦味和甜味是多花黄精主要成分; 不同产地多花黄精“味”响应值显著差异; 通过蒸和煮的加工, 多花黄精药材苦味减低, 甜味增加。结论 电子舌技术可用于不同产地多花黄精药材的区分, 能够客观测定产地加工导致黄精药材“味”的变化参数。

关键词: 多花黄精; 电子舌; 味

中图分类号: R282.5 文献标识码: A 文章编号: 1673-6427 (2019) 06-05-04
doi: 10.13728/j. 1673-6427. 2019. 06. 002

Determination and Analysis of "Taste" of *Polygonatum cyrtoneura* Hua by Electronic Tongue Technology

ZHAO Li-rong¹, ZHANG Hong^{1,2}, FANG Wen-tao¹, LUO Han¹, FANG Cheng-wu^{1,2*}, LIU Shou-jin^{1,2}, LI Lei³

(1. College of Pharmacy, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei 230012, China; 2. Institute of Conservation and Development of Traditional Chinese Medicine Resources, Anhui Academy of Traditional Chinese Medicine, Hefei 230012, China; 3. Anhui Senfeng Agricultural Comprehensive Development Co., Ltd., Hefei 230001, China)

Abstract: Objective To establish an electronic tongue identification method for the change of "taste" of *Polygonati Rhizoma* from different producing areas and processing methods. **Methods** Samples of *Polygonati Rhizoma* from different producing areas and processed from different producing areas in Anhui province are collected. The taste data of samples are obtained by electronic tongue technology. The response values are

基金项目: 国家重点研发计划项目(高品质黄精规模化种植及精准扶贫示范研究, 2017YFC1701606)

作者简介: 赵丽蓉(1992—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 生药学。E-mail: 897800391@qq.com

通讯作者: 方成武(1961—), 男, 教授, 研究方向: 中药资源与质量研究。E-mail: cwfang1961@sina.com

参考文献

- [1] 黄璐琦, 陆建伟, 郭兰萍, 等. 第四次全国中药资源普查方案设计与实施[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(5): 625-628.
- [2] 郭兰萍, 张燕, 朱寿东, 等. 中药材规范化生产(GAP)10年: 成果、问题与建议[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(7): 1143-1151.
- [3] 郭兰萍. 第四次全国中药资源普查的实施准备[J]. 中国现代中药, 2009, 11(2): 3-5.
- [4] 关瑞宁, 王振恒, 晋玲, 等. 第四次全国中药资源普查崇信县药用植物资源调查研究[J]. 甘肃中医药大学学报, 2019, 36(3): 39-42.
- [5] 姚闽, 白吉庆. 保护资源 服务健康 持续发展 贯彻落实“两个发展规划”的体会和建议[J]. 中国现代中药, 2016, 18(6): 692-695.
- [6] 李铁男, 董鹤, 陈娜, 等. 黑龙江省农业水权转换价格测算与分析——以庆安县为例[J]. 水利发展研究, 2019, 19(6): 13-19.
- [7] 朱伟峰, 吕纯波. 黑龙江省庆安县农业水价改革创新机制研究[J]. 黑龙江水利科技, 2017, 45(5): 1-4.
- [8] 黄璐琦, 王永炎. 全国中药资源普查技术规范[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2015.
- [9] 张小波, 格小光, 金艳, 等. 图像识别技术在全国中药资源普查中的应用[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(22): 4266-4270.
- [10] 郭兰萍, 陆建伟, 张小波, 等. 全国中药资源普查技术规范制定[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(7): 937-942.
- [11] 王慧, 张小波, 格小光, 等. 中药资源普查数据填报系统(PC端)的设计与实现[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(22): 4291-4294.
- [12] 高延甲, 周凤琴, 韩琳娜, 等. 山东省垦利县药用植物资源状况[J]. 现代中药研究与实践, 2017, 31(2): 17-21.
- [13] 孙海峰, 朱天龙, 吕游, 等. 黑龙江省的平贝母资源调查和保护开发对策[J]. 现代中药研究与实践, 2014, 28(1): 20-22.
- [14] 程海涛, 贝雷, 梁启超, 等. 小兴安岭野生药用植物资源调查与评价[J]. 中国农学通报, 2012, 28(25): 93-96.

收稿日期: 2019-09-09

processed and analyzed by principal component analysis (PCA). **Results** Bitterness and sweetness are the main components of Polygonati Rhizoma. The response value of “flavor” of Polygonati Rhizoma from different producing areas is significantly different. The bitterness of Polygonati Rhizoma decreases and its sweetness increases through steaming and boiling. **Conclusion** Electronic tongue technology can be used to distinguish Polygonati Rhizoma from different origins, and “taste” as a new parameter can objectively describe the processing of Polygonati Rhizoma from different origins.

Key words: *Polygonatum cyrtonema* Hua; electronic tongue; taste

多花黄精 (*Polygonatum cyrtonema* Hua) 隶属于百合科黄精属植物, 是 2015 年版《中国药典》收录的黄精药材基源种之一, 按药材形状划分为“姜形黄精”, 味甘, 气平, 具有补气养阴、健脾、润肺、益肾功能。多花黄精为安徽道地药材, 已被列为“十大皖药”, 主产于皖南山区、皖西大别山区和沿江丘陵。

根据中药药性理论, 中药的“味”是以其本身具有的滋味为主要依据, 与其药性和药效之间有密切联系。传统辨别中药“味”主要由口尝获得, 由于人的味觉差异和辨别主观性, 导致对中药“味”的感官评价结果往往具有主观性和模糊性, 难以用客观数据表达出来^[1]。电子舌 (electronic tongue, 简写 ET) 技术是近年来发展起来的一种分析、识别液体“味道”的新型检测手段, 采用与人的舌头相似的机理, 利用独特的回味测量技术, 能够定性、定量分析苦味、甘味、涩味、酸味等指标, 这种技术也被称为人工味觉识别或者味觉传感器技术^[2]。电子舌技术在食品味的分析研究较多^[3], 近年来电子舌技术也应用对中药“味”的研究, 探讨客观地表述中药的味^[4]; 同时应用于传统中药材贮藏年份、产地鉴别^[5-7]、不同中药炮制品的味变化研究^[8-10], 识别准确率较高。本实验应用于电子舌技术对安徽产多花黄精药材的味进行测定, 比较不同居群、不同生长年限、不同产地加工方法的黄精药材滋味的变化, 探讨电子舌在黄精药材鉴别中的应用, 为黄精药材性状整体性客观鉴别提供实验依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

TS-5000Z 型味觉分析系统 (电子舌) (日本 INSENT 公司); BSM220 型电子天平 (上海卓精); KQ-500E 型超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司)。

1.2 试剂

KCl (批号: 20171206, 上海国药试剂集团); 酒石酸 (批号: 20171212, 上海国药试剂集团); 无水乙醇 (批号: 20180413, 上海沃凯生物技术有限公司); HCl (批号: 20180520, 上海国药试剂集团); KOH (批

号: 20180206, 上海国药试剂集团)。

1.3 药材

本实验的黄精药材样品主要采集于安徽省 8 个县 23 批药材样品, 原植物经安徽中医药大学方成武教授鉴定为百合科植物多花黄精 *Polygonatum cyrtonema* Hua, 标本存于安徽中医药大学中药资源中心, 样品信息见表 1。

2 实验方法

2.1 味觉标准溶液的制备

① Reference 溶液 (人工唾液) 的配置: 精密称取 2.236 5 g KCl 和 0.045 g 酒石酸, 用蒸馏水转移在 1 000 ml 量瓶中并定容。② 负极清洗液: 精密量取盐酸 8.3 ml, 量取 300 ml 无水乙醇, 用蒸馏水定容在 1 000 ml 量瓶中。③ 正极清洗液: 精密称取 7.46 g KCl, 加入 500 ml 水溶解, 再加入 300 ml 无水乙醇, 再称取 0.56 g KOH, 转移到 1 000 ml 的量瓶中, 加水定容。④ 传感器、参比电极内部液: 将 248.2 g KCl 加入到 900 ml 蒸馏水中, 充分搅拌, 彻底溶解后转移至 1 000 ml 量瓶中, 蒸馏水定容。将溶液转移至另一洁净容器, 加入 10 mg AgCl, 使用磁力搅拌器至少搅拌 8 h。⑤ 参比电极浸泡液: 将 248.2 g KCl 加入到 900 ml 蒸馏水中, 搅拌充分, 溶解后将其转移至 1 000 ml 量瓶中, 蒸馏水定容。

2.2 样品制备

精密称取 1.5 g 样品粉末于锥形瓶中, 加入 50 ml 蒸馏水浸泡 30 min, 将锥形瓶放入超声仪中, 温度设置为 30℃, 超声 30 min。超声结束, 离心 10 min, 转速 4 000 r/min, 取上清液。再加 50 ml 蒸馏水, 按上条件重复提取 1 次, 离心取上清液。合并 2 次上清液, 加蒸馏水定容至 100 ml, 即得。

2.3 检测条件

开始时正、负极分别放入正、负极清洗液中清洗 90 s, 接着用基准液清洗 120 s、继续用另一基准液溶液清洗 120 s, 传感器回到平衡位置 30 s, 之后开始测试, 时间为 30 s; 然后传感器在两组基准液中分别清洗 3 s, 之后插入新的基准液中测试回味 30 s。样品测定方法为将配制好的样品溶液置于 100 ml 电子

表 1 多花黄精样品采集信息表
Tab.1 Information table of *P. cyrtanema* sample collection

样品编号	采集地点	采集时期	经度	纬度	海拔 (m)
PC01	石台县仙寓镇莲花村	2018/7/10	117°24'12"	30°03'33"	586
PC02	石台县仙寓镇柑爵坑	2018/7/10	117°18'27"	30°01'43"	364
PC03	石台县小河镇	2017/9/28	117°48'31"	30°12'23"	320
PC04	石台县丁香镇西柏村	2018/7/12	117°20'49"	30°17'26"	122
PC05	石台县仙寓镇奇峰村	2018/7/11	117°26'54"	30°05'28"	592
PC06	石台县仙寓镇柑爵坑晒寨	2018/7/10	117°19'12"	30°01'43"	364
PC07	石台县仙寓镇大山村	2018/7/10	117°22'15"	30°01'29"	364
PC08	石台县大演乡白石村	2018/7/11	117°30'49"	30°05'27"	274
PC09	石台县矶滩乡目连山 1	2017/9/26	117°27'45"	30°18'09"	312
PC10	石台县矶滩乡目连山 2	2017/9/26	117°27'45"	30°18'07"	236
PC11	石台县七都乡	2018/7/11	117°46'25"	30°12'52"	161
PC12	石台县六都乡	2017/9/28	117°45'35"	30°12'46"	155
PC13	石台县矶滩乡	2017/9/26	117°26'48"	30°15'17"	265
PC14	石台县大演乡	2018/7/10	117°31'23"	30°9'33"	168
PC15	石台县河口镇	2017/9/26	117°26'11"	30°17'23"	242
PC16	石台县仙寓镇利源村	2018/7/10	117°21'24"	30°08'27"	392
PC17	青阳县西华乡	2017/6/26	118°56'11"	30°37'23"	202
PC18	霍山县衡山镇	2017/9/26	116°31'34"	31°39'36"	598
PC19	潜山县官庄镇	2017/6/26	116°38'17"	31°02'12"	431
PC20	岳西县河图镇	2018/5/16	116°05'18"	30°79'12"	1 040
PC21	南陵县何湾镇	2017/9/26	118°7'16"	30°50'03"	311
PC22	黄山市汤口镇	2017/6/25	118°08'25"	30°05'21"	329
PC23	舒城县晓天镇	2018/7/25	116°32'36"	31°02'49"	629

舌专用烧杯中,以 100 ~ 120 s 内的平均值作为传感器信号输出值,每份样品按上述信号采集参数平行测定 4 次,去掉第 1 次后,最后 3 次数据取平均值作为测试结果。

2.4 方法学的考察

2.4.1 精密度的考察 通过对电子舌 6 个传感器的精密度考察,重复测定同一批次样品。结果显示,传感器 AAE 的 RSD 值在 0.20 % ~ 0.77 % 之间,CTO 的 RSD 值在 0.11 % ~ 0.47 % 之间,CAO 的 RSD 值在 0.10 % ~ 0.87 % 之间,GL1 的 RSD 值 0.10 % ~ 0.87 % 之间,COO 的 RSD 值在 0.10 % ~ 0.87 % 之间,AE1 的 RSD 值在 0.10 % ~ 0.87 % 之间。将传感器各 RSD 取平均值,结果均小于 1.00 %,数据结果稳定,表明电子舌仪器的精密度良好,见表 2。

表 2 电子舌传感器信息表
Tab.2 Electronic tongue sensor information table

传感器名称	基本味	回味
正极 鲜味传感器 (AAE)	鲜味 (氨基酸、核酸引起的鲜味)	鲜味丰富度 (可持续感知的鲜味)
咸味传感器 (CTO)	咸味 (食盐等无机盐引起的咸味)	无
酸味传感器 (CAO)	酸味 (醋酸、柠檬酸、酒石酸等引起的味)	无
甜味传感器 (GL1)	甜味 (甜味物质引起的味道)	无
负极 苦味传感器 (COO)	苦味 (苦味物质引起的味道)	苦味回味 (可持续感知的苦味)
涩味传感器 (AE1)	涩味 (涩味物质引起的味道)	涩味回味 (可持续感知的涩味)

2.4.2 重现性的考察 精密称定同一份多花黄精粉末 1.5 g,按照以上样品方法得到供试液。每个样品平行测定 4 次,去掉第一次循环,取后三次的平均值,结果显示 6 个传感器的 RSD 值均小于 2.80 %,说明传感器响应稳定,有较好的重现性,可以认为数据有效。

3 结果与分析

3.1 不同产地的多花黄精滋味分析

电子舌测定的数据均是以人工唾液 (参比溶液) 为标准的绝对输出值,测定安徽省产的多花黄精 23 产地根茎的味觉值,见表 3。从味觉测定数据的折线图分析,各居群的多花黄精根茎的味觉值呈现苦味 > 甜味 > 鲜味 > 丰富性。其中“苦味”与“甜味”是多花黄精的主要味觉。所有电子舌测试人工唾液的状态模拟人口腔中只有唾液时的状态。

PCA 分析可以将数据降维,避免掉众多信息中互相重叠的信息。PC1 轴和 PC2 轴包含了第一主成分和第二主成分的贡献率。安徽省石台县不同产地多花黄精 PCA 分析结果如图 1 所示:第一主成分贡献率为 59.14 %,第二主成分贡献率为 25.55 %。两种主成分累积贡献率达 84.69 %,即该 2 种主成分能够反应不同产地多花黄精的基本信息,见表 4。从图 2 中可以看出:石台县不同产地之间的多花黄精可以被明显区分为 3 大类,莲花村和甘爵山庄为一类,大演乡、七都、六都、河口、目连山五个产地分为第二

类,其它产地分为第三类。以上研究表明,通过分析,电子舌能够判断出安徽省内不同产地的多花黄精药材可以被明显区分开,且舒城县和青阳县两地明显与其它产地存在差异性,见图3。

表3 安徽省不同产地多花黄精味觉指标数值 (n=3)
Tab.3 The value of taste index of *P. cyrtonema* from different producing areas in Anhui province (n=3)

样品编号	甜味	苦味	鲜味	丰富性
PC01	9.13	8.69	4.62	0.26
PC02	9.68	9.28	3.39	0.77
PC03	12.27	10.69	4.63	0.80
PC04	11.05	11.84	7.18	0.29
PC05	12.07	9.92	3.60	0.36
PC06	8.02	11.44	6.76	0.37
PC07	10.21	10.99	4.37	0.50
PC08	11.21	16.37	4.68	0.28
PC09	10.08	12.66	6.80	0.26
PC10	13.31	13.78	7.20	0.25
PC11	12.72	14.25	5.86	2.18
PC12	10.35	13.29	5.79	0.17
PC13	10.86	12.87	3.29	0.11
PC14	11.55	14.35	5.19	0.36
PC15	12.95	12.49	5.02	0.21
PC16	8.61	16.96	7.52	1.34
PC17	15.27	12.76	4.85	0.6
PC18	11.77	11.99	4.95	0.21
PC19	10.34	12.94	5.24	0.21
PC20	11.38	12.37	5.66	0.29
PC21	9.13	13.23	8.17	0.26
PC22	12.06	12.95	5.25	0.28
PC23	8.16	9.13	5.89	0.68

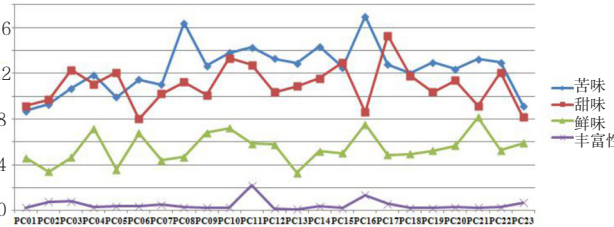


图1 安徽省不同产地多花黄精味觉指标折线图
Fig.1 *P. cyrtonema* from different producing areas in Anhui province

3.2 产地加工方法对多花黄精味觉的影响分析

黄精存在不同产地,加工方法存在差异,主要有黄精生品直接晒干、煮后晒干和蒸后晒干。本实验选取了石台县八批不同居群的黄精药材,按照传统产地加工方法制成黄精生品、煮品、蒸品三类(煮或蒸至透心)。应用电子舌检测三种不同加工方法的黄精药材样品,得到味觉值数据。苦味中:石台县丁香镇西柏村和甘爵晒寨是生品>蒸品>煮品,莲花村、甘爵山庄、奇峰村和大山村是煮品>蒸品>生品,和小河镇是煮品>生品>蒸品;甜味中:甘爵山庄、甘爵晒寨和大山村是蒸品>煮品>生品,莲花村和奇峰村是生品>蒸品>煮品,其它三个产地无明显规律

性。在甜味、鲜味和丰富性中:大部分产地的蒸品的含量较高,见表5、图4。

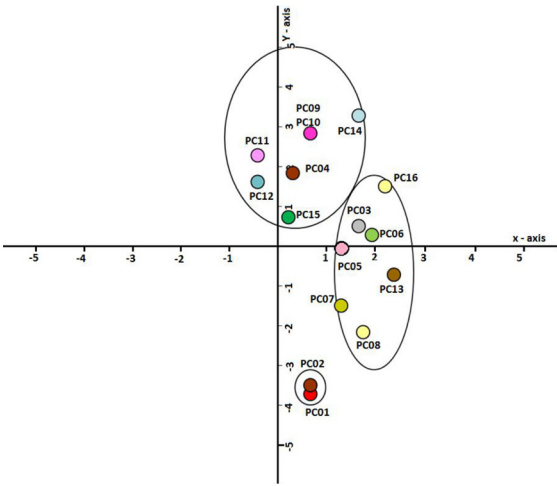


图2 安徽省石台县不同产地多花黄精味觉指标 PCA 图
Fig.2 PCA map of taste index of *P. cyrtonema* from different producing areas in shitai county

表4 PCA 主成分贡献值
Tab.4 PCA contribution of principal component

	PC1	PC2
Taste		
Bitterness	-0.38	0.85
Aftertaste-B	-0.08	0.23
Umami	-0.13	0.19
Richness	-0.12	-0.22
Sweetness	0.91	0.37

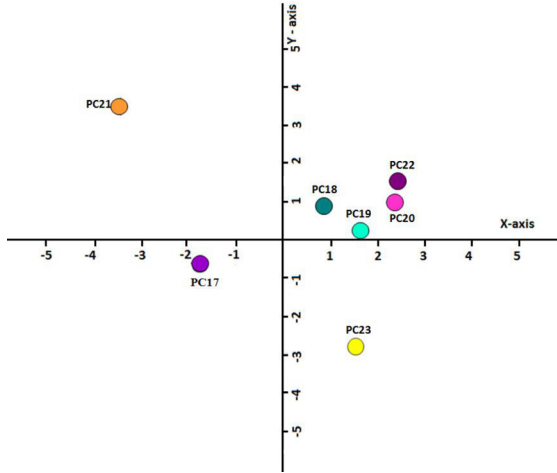


图3 安徽省内不同产地多花黄精味觉指标 PCA 分析图
Fig.3 PCA analysis of taste index of *P. cyrtonema* from different producing areas in Anhui province

4 讨论

《中国药典》在鉴别项中记载黄精味为甜,实际上黄精药材具有苦味和甜味,早在宋代《图经本草》^[11]记载“细切黄精一石,加水二石五斗,煮去苦味……”的加工方法,说明黄精也具有苦味,通过煮透,苦味

表 5 不同产地加工多花黄精味觉指标数值 (n = 3)

Tab.5 The value of taste index of different processing methods (n = 3)

编号	不同产地及加工品	苦味	鲜味	丰富性	甜味
1	莲花村生品	8.69	4.62	0.26	9.13
2	莲花村煮品	9.47	6.20	0.21	7.93
3	莲花村蒸品	8.86	4.41	0.29	8.40
7	甘爵山庄生品	9.28	3.39	0.77	9.68
8	甘爵山庄煮品	10.71	5.25	0.71	10.19
9	甘爵山庄蒸品	10.06	4.60	0.83	10.23
10	小河镇生品	10.69	4.63	0.80	12.27
11	小河镇煮品	10.80	5.15	0.81	11.85
12	小河镇蒸品	10.38	6.79	0.77	8.99
13	丁香镇西柏村生品	11.84	7.18	0.29	11.05
14	丁香镇西柏村煮品	10.46	6.97	0.17	10.66
15	丁香镇西柏村蒸品	11.00	5.37	0.11	11.46
16	奇峰村生品	9.92	3.60	0.36	12.07
17	奇峰村煮品	11.27	6.01	0.38	9.58
18	奇峰村蒸品	10.87	3.44	0.40	10.60
19	甘爵晒寨生品	11.44	6.76	0.37	8.02
20	甘爵晒寨煮品	11.07	5.76	0.43	9.77
21	甘爵晒寨蒸品	11.37	6.98	0.41	10.04
22	大山村生品	10.99	4.37	0.50	10.21
23	大山村煮品	36.15	3.32	0.49	11.06
24	大山村蒸品	12.02	4.72	0.55	11.19

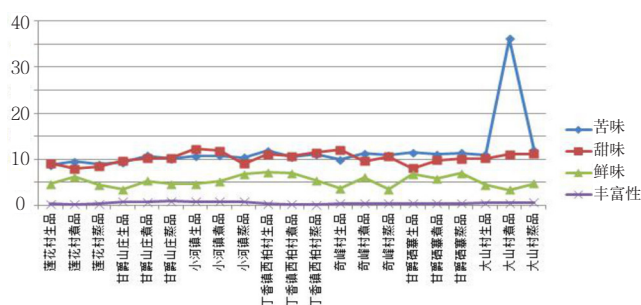


图 4 不同产地加工多花黄精味觉指标折线图

Fig.4 *P. cyrtoneura* from different producing areas in Anhui province

去除。不同人的味觉感受不一致，对黄精药材味觉鉴别有差异，电子舌能够客观测定其味觉值的变化。现代研究黄精药材的“甘味”与“苦味”的物质基础分别是多糖类与甾体皂苷类成分，代表黄精药材的“质量标志”特征^[12]，也是黄精药材性状鉴别的重要指标。本实验通过电子舌技术研究不同产地和加工方法的多花黄精药材的“味”的变化特征，不仅不同产地多花黄精药材的苦味与甜味具有差异；并且证明了在加热蒸煮过程中苦味逐渐降低、甜味逐渐增加，但这种变化与加热程度有关，结果与本课题前期研究

加工方法引起多花黄精药材中多糖与皂苷成分变化规律是一致的。表明加工过程改变了黄精药材的内在化学成分，其味觉也发生相应变化，电子舌技术能够敏感地检测到其味的变化。

5 结论

本研究应用电子舌技术，对安徽不同产地和加工方法的多花黄精药材“味觉”进行定量表征分析，苦味与甜味是黄精药材的主要味觉成分。不同产地多花黄精药材“味觉”主成分的电子舌测定值是有显著区分度；产地加工过程改变了多花黄精药材味觉成分，蒸、煮加工方法均降低了黄精药材的苦味，增加了黄精的甜味，但降低程度不一致，电子舌测定值有显著性差异，通过 PCA 数学模型较好的区分了不同产地和加工方法的多花黄精药材。

参考文献

- [1] 杜瑞超,王优杰,吴飞,等.电子舌对中药滋味的区分辨识[J].中国中药杂志,2013,38(2):154-160.
- [2] 王栋轩,卫雪娇,刘红蕾.电子舌工作原理及应用综述[J].化工设计通讯,2018,44(2):140-141.
- [3] 黄嘉丽,黄宝华,卢宇靖,等.电子舌检测技术及其在食品领域的应用研究进展[J].中国调味品,2019,44(5):89-94.
- [4] 马文凤,许凌,韩彦琪,等.仿生技术在中药五味辨识研究中的进展与实践[J].中草药,2018,49(5):993-1001.
- [5] 熊萧萧,王鲁峰,徐晓云,等.基于电子舌技术对不同年份的化橘红的识别[J].宁波大学学报(理工版),2012,25(3):21-24.
- [6] 赵童瑶,尹海波,李旭,等.基于电子舌技术对不同来源龙胆的苦味与品质相关性研究[J].中国现代中药,2018,20(9):1068-1073.
- [7] 吴浩善,张冬月,康廷国,等.基于电子舌技术的南、北五味子及其产地的鉴别研究[J].2018,41(7):422-429.
- [8] 周霞,杨诗龙,胥敏,等.电子舌技术鉴别黄连及其炮制品[J].中成药,2015,37(9):1993-1997.
- [9] 付智慧,李淑军,胡慧华,等.基于电子舌技术的豨莶草炮制前后滋味比较[J].中草药,2017,48(4):673-680.
- [10] 黎量,杨诗龙,汪云伟,等.电子舌分析山楂炮制过程中“味”的变化[J].中成药,2015,37(1):153-157.
- [11] 苏颂.尚志钧辑校.本草图经[M].合肥:安徽科学技术出版社,1994.
- [12] 姜程曦,张铁军,陈常,等.黄精的研究进展及其质量标志物的预测分析[J].中草药,2017,48(1):1-16.

收稿日期:2019-09-22

(栏目编辑:金欣)