

基于电子舌智能感官评定与人工评价结合的五汁饮矫味技术研究

谢亚妮^a, 沈思涵^a, 陈光宇^{a,b,c*}, 谢梦洲^{a,b,c}, 瞿昊宇^{a,b,c}, 何群^a(湖南中医药大学, a.湖南省药食同源功能性食品工程技术研究中心, b.中医诊断学湖南省重点实验室, c.中医心肺病证辨证与药膳食疗重点研究室, 长沙 410208)

摘要: 目的 通过电子舌智能感官评定与人工口尝评价相结合的方法筛选五汁饮的最优矫味剂。方法 首先基于电子舌技术综合评分从常用的 20 组矫味剂中筛选出味觉响应值相近的矫味剂, 再通过人工口尝评价优选出一种最佳的矫味剂。电子舌智能感官评定统计分析采用完全随机单因素试验多组间的两两比较, 人工口尝评价采用 DPS 统计软件中单向有序列联表项下的秩和检验法处理数据。结果 电子舌智能感官评定结果筛选出 4 组矫味剂组合, 皆对增加甜味作用显著, 对降低涩味、涩味回味作用也非常显著, 对掩盖苦味、苦味回味具有一定作用(本品不苦), 对改善鲜味作用不显著, 但对改善鲜味回味作用显著。人工口尝评价选出最优的矫味剂组合比例是: 五汁饮原料干浸膏 62%, 白砂糖 19%, 甘露醇 19%。该矫味剂组合对应的电子舌智能感官评定味觉响应值数据显示, 甜味由 8.367 提高到 16.24; 苦味由 9.528 降低到 6.923; 涩味由 5.790 降低到 0.316 7; 鲜味由 6.473 增加到 7.453; 苦味回味由 1.157 降低到 0.000; 涩味回味由 1.320 降低到 0.043 3; 鲜味回味由 0.237 8 提高到 0.680 0。结论 通过电子舌智能感官评定与人工口尝评价相结合的方法可以科学合理地筛选出五汁饮的最佳矫味剂组合, 显著地改善了口感, 优化了制剂配方。

关键词: 五汁饮; 电子舌; 智能感官评定; 人工口尝评价; 单向有序列; 秩和检验

中图分类号: R283.1 文献标志码: B 文章编号: 1007-7693(2022)06-0772-05

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2022.06.009

引用本文: 谢亚妮, 沈思涵, 陈光宇, 等. 基于电子舌智能感官评定与人工评价结合的五汁饮矫味技术研究[J]. 中国现代应用药学, 2022, 39(6): 772-776.

Research on Taste Masking of Five-juice Decoction Based on Technology Combined Intelligent Sensory Evaluation of Electronic-tongue with Artificial Sensory Evaluation

XIE Yan^a, SHEN Sihan^a, CHEN Guangyu^{a,b,c*}, XIE Mengzhou^{a,b,c}, QU Haoyu^{a,b,c}, HE Qun^a(Hunan University of Chinese Medicine, a.Hunan Engineering Technology Research Center for Medicinal and Functional Food, b.Provincial Key Laboratory of TCM Diagnostics, c.Key Laboratory of TCM Heart and Lung Syndrome Differentiation & Medicated Diet and Dietotherapy, Changsha 410208, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To select the optimal corrigent of Five-juice decoction by method combined intelligent sensory evaluation of electronic-tongue with artificial sensory evaluation. **METHODS** There were some kinds of corrigents which had similar values selected from 20 kinds of corrigents based on electronic-tongue technology comprehensive evaluation, then the optimal corrigent was selected by artificial sensory evaluation. The measurement data of intelligent sensory evaluation of electronic-tongue in multiple groups were compared between any two means of single factor experiment of completely random method. The measurement data of artificial sensory evaluation in multiple groups were processed by rank sum test of unidirectional sequence in DPS statistical software. **RESULTS** Four kinds of corrigents were selected by intelligent sensory evaluation of electronic-tongue, they had effect on increasing the value of sweetness dramatically, decreasing the value of astringent and aftertaste-astringency dramatically. They had effect on covering up the value of bitter and aftertaste-bitter(Five-juice decoction wasn't taste bitter). They had no effect on improving the value of umami dramatically but had effect on improving the value of after taste-umami dramatically. The optimal corrigent of Five-juice decoction selected by artificial sensory evaluation was 62% Five-juice decoction dry extract, 19% white sugar, and 19% mannitol. In the function of the optimal corrigent corresponding with intelligent sensory evaluation of electronic-tongue showed that: the value of sweetness increased from 8.367 to 16.24, the value of bitterness decreased from 9.528 to 6.923, the value of astringent decreased from 5.790 to 0.316 7, the value of umami increased from 6.473 to 7.453, the value of aftertaste-bitterness decreased from 1.157 to 0.000, the value of after taste-astringent decreased from 1.320 to 0.043 3, the value of after taste-umami increased from 0.237 8 to 0.680 0. **CONCLUSION** The combination of electronic-tongue intelligent sensory evaluation and artificial taste evaluation can scientifically and rationally screen out the best combination of flavoring agents for Five-juice decoction, which significantly improves the taste and optimizes the formulation.

KEYWORDS: Five-juice decoction; electronic-tongue; intelligent sensory evaluation; artificial sensory evaluation; unidirectional sequence; rank sum test

基金项目: 湖南中医药大学 2021 年度大学生创新创业训练计划项目(119); 2018 年度湖南省药食同源工程中心开放基金(2018YSTY02)

作者简介: 谢亚妮, 女 E-mail: 2864461937@qq.com *通信作者: 陈光宇, 男, 硕士, 实验师 E-mail: 506972354@qq.com

五汁饮出自吴鞠通《温病条辨》，由鲜梨汁、鲜荸荠汁、鲜芦根汁、鲜麦冬汁和鲜藕汁组成，具有清热养阴、生津止渴的功效^[1-2]。临床上常用于治疗高热、汗吐泻太过所导致的人体伤津脱液、舌干口渴、吐白沫等温病伤阴诸病症。本研究前期药效及临床试验结果表明，五汁饮具有清热养阴、生津止渴的作用，可以改善酒醉引起的口渴、呕逆、头痛等症状，且具有保肝、护胃作用，可用于醉酒之人醒酒^[3]。五汁饮目前多为家庭自制的药膳，临用现制，食用不便，且未见到有商品(食品、保健食品或药品)出售。为方便广大消费者服用五汁饮，更好地发挥其保健和治疗功能，便于贮存、携带、运输，故本研究将原方制成五汁饮固体饮料，因功能食品需要长期食用，而本品配方中有 2 味中药，有生涩味，口感不佳。如何科学合理筛选口服制剂矫味剂是长期困扰食品、保健食品、药品研究人员的一个难题。

因不同的调味剂及用量与本品原料配伍，口感或滋味有很大的差别，过去采用人工口尝作为筛选调味剂的评价方法。由于人工口尝味道因个体差异多具有主观性，多次口尝味道易产生味觉疲劳，在很大程度上影响结果的可信性。电子舌是一种主要由交互敏感传感器阵列、信号采集电路和基于模式识别的数据处理方法组成的现代化智能感官定性定量分析检测仪器，能够利用具有独特选择性和广域选择性的人工双层脂质膜，直接输出样品液的酸味、甜味、苦味、涩味、鲜味、咸味、苦味回味、涩味回味、丰富度(鲜味回味)的味觉数值，根据响应值的高低量化味道，具有客观性强、重复性好、检测响应快、标准化控制、对人健康危害小等优点^[4-6]，已被广泛应用于食品、调味品、中药及中成药等领域^[7-11]。本实验采用电子舌智能感官评定与人工口尝评价相结合评价本品加入不同矫味剂的感官特性差别，对本品口感进行定性和定量的评价，寻找口感最优的矫味剂。

1 材料

1.1 仪器

SA-402B 型电子舌(日本 Insent 公司)，实验中使用 AE1 涩味传感器(可测涩味及涩味回味)、AAE 鲜味传感器(可测鲜味及鲜味回味)、CTO 咸味传感器、COO 苦味传感器(可测苦味及苦味回味)、CAO 酸味传感器、GL1 甜味传感器；ME204E 型电子分析天平(上海梅特勒-托利多仪器有限公司)；TCS-100 型电子台秤(上海乾峰电子仪器有限公

司)；DD5 型离心沉淀机(长沙英泰仪器有限公司)。

1.2 药材、食材、辅料与食品添加剂

鲜麦冬(无硫)(四川绵阳，批号：20171011)；鲜芦根(绿源农林科技有限公司)；鲜藕汁、鲜荸荠、鲜雪梨、白糖均购自农贸市场；五汁饮提取物(自制)；甜菊素(曲阜香州甜菊制品有限责任公司，批号：20171107)；无水葡萄糖(药用级，湖南尔康制药股份有限公司，批号：20170908)；白砂糖(长沙市湘特食品有限公司，批号：20180623)；甘露醇(山东天力药业有限公司，批号：20181106)；木糖醇(食用级，山东福田药业，批号：20170603)；山梨醇(食用级，南京纳满生物科技，批号 20180321)；水为纯化水。

2 方法与结果

2.1 五汁饮干浸膏粉的制备

配方中鲜麦冬、鲜芦根水煎煮 2 次，加水量依次为药材量的 12、10 倍，煎煮时间依次为 2.5、2.0 h，合并 2 次滤液，加入剩余 3 种新鲜食材的榨汁液，减压浓缩，喷雾干燥即得干浸膏粉。

2.2 五汁饮干浸膏粉加入不同矫味剂的配方设计

五汁饮(固体饮料)全方药材食材提取榨汁得到的干浸膏粉作为原料占每次食用量的 62%，允许加入矫味剂的最大量占每次食用量的 38%，故在相同用量的前提下比较矫味剂与原料配伍的味觉特性，见表 1。

表 1 五汁饮干浸膏粉加入不同矫味剂的配方设计

Tab. 1 Formulation design of adding different kinds of corrigents to Five-juice decoction dry extract powder

样品编号	干浸膏粉/%	矫味剂 1	用量/%	矫味剂 2	用量/%
样品 0	62	—	0	—	0
样品 1	62	白砂糖	37.6	甜菊素	0.10
样品 2	62	白砂糖	38.0	甜菊素	1.00
样品 3	62	白砂糖	19.0	葡萄糖	19.0
样品 4	62	白砂糖	19.0	甘露醇	19.0
样品 5	62	葡萄糖	37.5	甜菊素	0.10
样品 6	62	葡萄糖	37.0	甜菊素	1.00
样品 7	62	葡萄糖	19.0	甘露醇	19.0
样品 8	62	葡萄糖	19.0	木糖醇	19.0
样品 9	62	甘露醇	37.5	甜菊素	0.10
样品 10	62	甘露醇	37.0	甜菊素	1.00
样品 11	62	甘露醇	19.0	木糖醇	19.0
样品 12	62	甘露醇	19.0	山梨醇	19.0
样品 13	62	木糖醇	37.5	甜菊素	0.10
样品 14	62	木糖醇	37.0	甜菊素	1.00
样品 15	62	木糖醇	19.0	山梨醇	19.0
样品 16	62	木糖醇	19.0	白砂糖	19.0
样品 17	62	山梨醇	37.5	甜菊素	0.10
样品 18	62	山梨醇	37.0	甜菊素	1.00
样品 19	62	山梨醇	19.0	白砂糖	19.0
样品 20	62	山梨醇	19.0	葡萄糖	19.0

2.3 电子舌测定基本方法^[10-11]

2.3.1 正极清洗液配制 准确称量 7.46 g 氯化钾, 用 500 mL 蒸馏水搅拌溶解, 然后准确加入 300 mL 无水乙醇溶液, 边搅拌边加入准确称量的 0.56 g 氢氧化钾, 溶解完毕后, 转移至 1 000 mL 量瓶中, 定容。

2.3.2 负极清洗液配制 准确量取 300 mL 无水乙醇, 与 500 mL 蒸馏水震荡混合, 然后加入 8.3 mL 的浓盐酸, 搅拌混合后转移至 1 000 mL 量瓶中, 定容。

2.3.3 参比液配制 精密称定 2.24 g 氯化钾和 0.045 g 酒石酸, 用 500 mL 蒸馏水溶解, 转移到 1 000 mL 量瓶中, 定容。

2.3.4 电子舌测试方法 首先在清洗液中清洗 90 s, 接着用参比液清洗 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 2 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。

2.3.5 电子舌测定用供试液的制备 取五汁饮干浸膏粉, 按表 1 组合加入矫味剂, 加沸水 150 mL, 搅拌使充分溶解, 自然冷却, $4\ 000\ \text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 10 min, 过滤, 取滤液 20 mL, 加入 160 mL 纯化水稀释至总量 180 mL 即为供试品溶液。

2.4 不同矫味剂组合的电子舌智能感官评定味觉测定结果

将每个样品的供试品溶液倒入电子舌测试专用塑料小杯中, 每杯 25 mL, 每个供试品溶液倒 2

杯, 按“2.3.4”项下方法进行测试, 记录 AE1 涩味传感器(可测涩味及涩味回味)、AAE 鲜味传感器(可测鲜味及鲜味回味)、CTO 咸味传感器、COO 苦味传感器(可测苦味及苦味回味)、CAO 酸味传感器、GL1 甜味传感器的响应值, 收集 3 次平行测定数据, 求得平均值, 数值越大, 说明传感器越灵敏, 该味道越浓。测试结果中酸味、咸味皆为负值, 说明传感器检测不到酸味和咸味, 不列出数据。测试结束清洗各传感器, 数据采用完全随机单因素试验多组间的两两比较, 结果见图 1。

根据图 1, 选出甜味、鲜味、鲜味回味较高值的样品, 苦味、苦味回味、涩味、涩味回味较低值的样品, 即选出样品 4, 7, 12, 16 共 4 个样品作为进一步研究的对象, 筛选结果见图 2。

根据图 2, 与样品 0 对比, 样品 4, 7, 12, 16 的矫味剂组合皆对增加甜味作用显著, 对降低涩味、涩味回味作用也非常显著, 对掩盖苦味、苦味回味具有一定作用(本品不苦), 对改善鲜味作用不显著, 但对改善鲜味回味作用显著。

2.5 人工口尝味觉感官评定

2.5.1 人工口尝味觉感官评定志愿者筛选 从湖南中医药大学医学院 2019 级五年制中医学专业 6~8 班招募志愿受试者, 对志愿受试者进行味觉敏感度测试和身体健康状况检查, 要求 1 周内未服过中、西药物, 经严格筛选, 最终确定 100 名健康志愿者(男 42 名、女 58 名)作为受试对象, 随机分成 5 组, 每组 20 人。每组内的 20 人皆口尝品味评定一种样品, 给出评价结果分好、较好、一般、差 4 个等级。

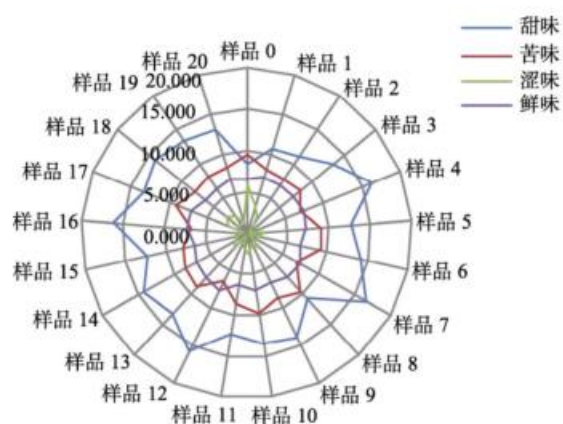
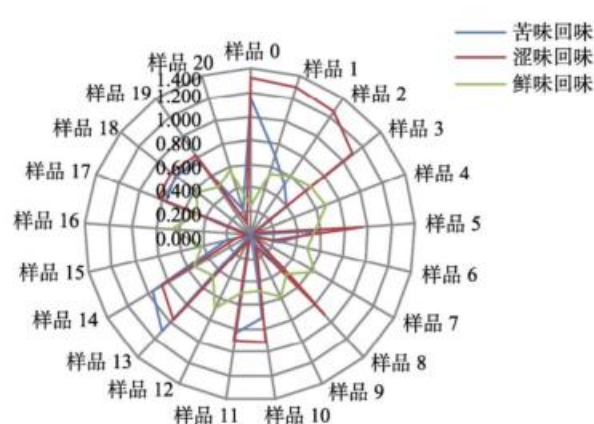


图 1 不同矫味剂组合的味觉电位差响应值雷达图

Fig. 1 Radar map of taste potential difference response value for different combinations of corrigents



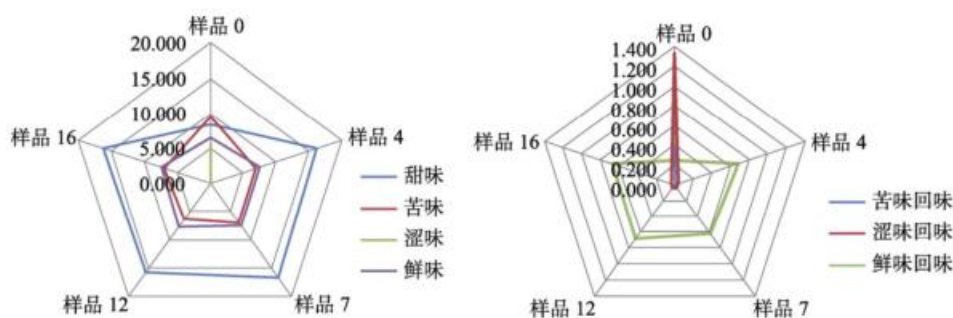


图2 五汁饮矫味剂组合的筛选结果

Fig. 2 Filter results in different combinations of corrigents of Five-juice decoction

2.5.2 人工口尝味觉感官评定试验方法 取五汁饮干浸膏粉,按表2中样品4、样品7、样品12、样品16对应的样品加入矫味剂,加沸水150 mL,搅拌使充分溶解,自然冷却置口尝杯中,由评定志愿者含于口中,计时15 s,此间口腔做漱口动作,以使舌根及舌测的味觉感受区能够感受到样品的味道,隔15 min后再同法测2次,每人根据3次品尝结果进行评价及选择,结果见表3。

表2 电子舌智能感官评定筛选出的矫味剂组合

Tab. 2 Optimum formula of corrigents selected by intelligent sensory evaluation of electronic-tongue

样品编号	干浸膏粉/%	矫味剂1	用量/%	矫味剂2	用量/%
样品0	62	—	0	—	0
样品4	62	白砂糖	19	甘露醇	19
样品7	62	葡萄糖	19	甘露醇	19
样品12	62	山梨醇	19	甘露醇	19
样品16	62	白砂糖	19	木糖醇	19

表3 人工口尝味觉感官评定筛选结果表

Tab. 3 Screening results table of corrigents selected by artificial sensory evaluation

样品编号	样本量	口感好 A	口感较好 B	口感一般 C	口感差 D
样品0	20	2	5	10	3
样品4	20	9	9	1	1
样品7	20	6	5	5	4
样品12	20	4	6	7	3
样品16	20	5	6	6	3

对表3内等级资料数据采用DPS统计软件分类数据统计中单向有序列联表下秩和检验统计分析方法,结果见表4~5。

表4 人工口尝味觉感官评定筛选秩和检验统计分析表

Tab. 4 Statistical analysis tables of rank sum test of artificial sensory evaluation selecting

评价	样品4	样品7	样品12	样品16	合计	范围	平均秩	样品4秩和	样品7秩和	样品12秩和	样品16秩和
A	9	6	4	5	24	1~24	12.5	112.5	75	50	62.5
B	9	5	6	6	26	25~50	37.5	337.5	187.5	225.0	225.0
C	1	5	7	6	19	51~69	60.0	60.0	300.0	420.0	360.0
D	1	4	3	3	11	70~80	75.0	75.0	300.0	225.0	225.0
合计	20	20	20	20	80	—	—	585.0	862.5	920.0	872.5

由表4~5可知,样品4 vs 样品7、样品4 vs 样品12、样品4 vs 样品16差异均有统计学意义,样品7 vs 样品12、样品7 vs 样品16、样品12 vs 样品16均无统计学意义。由差异性检验结果可知,样品4优于样品7、样品4优于样品12、样品4优于样品16,样品7与样品12、样品7与样品16、样品12与样品16这3种样品口感相差无几,故确定样品4为五汁饮配方最佳的矫味剂组合,即五汁饮原料干浸膏占62%,白砂糖占19%,甘露醇占19%。

2.6 加入最佳矫味剂组合前后电子舌味觉值比较

将五汁饮原料干浸膏(加入矫味剂前)与加入最佳矫味剂组合后的电子舌味觉响应值进行比较,见图3。

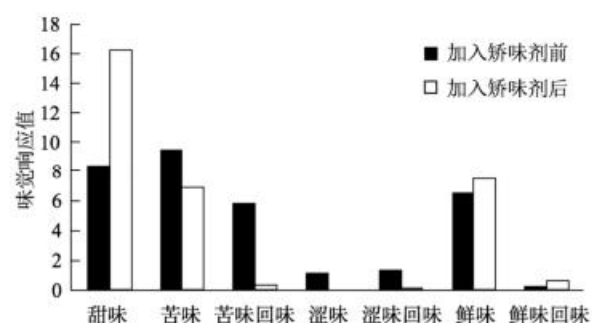


图3 五汁饮加入最佳矫味剂组合前后味觉响应值比较

Fig. 3 Comparison of gustation potential difference response value before and after adding optimum corrigents to Five-juice decoction

表5 各统计参数及两两比较结果

Tab. 5 Comparison between any two means among statistical parameters

统计检验参数	比较组别	组间差	t 值	P 值
Hc =6.962	样品 4 vs 样品 7	13.88	2.019	0.047 0
	样品 4 vs 样品 12	16.75	2.437	0.017 1
Df=3	样品 4 vs 样品 16	14.38	2.092	0.039 8
	样品 7 vs 样品 12	2.875	0.418 3	0.676 9
P=0.0731	样品 7 vs 样品 16	0.500	0.072 8	0.942 2
	样品 12 vs 样品 16	2.375	0.345 6	0.730 6

该矫味剂组合对应的电子舌智能感官评定味觉响应值数据显示,甜味由 8.367 提高到 16.24;苦味由 9.528 降低到 6.923;涩味由 5.790 降低到 0.316 7;苦味回味由 1.157 降低到 0.000;涩味回味由 1.320 降低到 0.043 3;鲜味由 6.473 增加到 7.453;鲜味回味由 0.237 8 提高到 0.680 0。

3 讨论

电子舌技术是一种智能识别味觉的电子系统,可将人类的味觉系统包括甜味、苦味、酸味、咸味、涩味、鲜味定性及量化,极大地提高了矫味技术的研发水平。本研究结果表明运用电子舌技术可以从大量的备选矫味剂中找到最佳的配伍组合,减少了人工口味觉评价的压力。

在中医药领域,电子舌作为一个新兴分析技术,多应用于对药材味觉信息和主要化学成分的分析、中药质量控制研究、常见苦味抑制剂量效应的探究、药剂制备矫味技术研究等方面,国际上电子舌技术已被列为重要的研究方向之一,并常与电子鼻、电子眼等其他智能感官系统联合使用,以检测物质的“味”“气”“色”。与人工评价相比,电子舌具有客观性、重复性、无需进行样品前处理、不疲劳、检测速度快、数据电子化、易存储、易描述的优点,在中药及其制剂研究方面应用极为广泛,具有巨大潜力及发展前景。然而电子舌也有不足之处,如价格昂贵,不能像 HPLC 一样对样品含量进行准确描述,易受温度、湿度变化影响等。

本研究以五汁饮干浸膏粉为原料,通过与不同的矫味剂配伍,可组合出具有不同味觉值的样品。味觉值一般与 2 种矫味剂的配比有关,在原料、矫味剂 1、矫味剂 2 配比达到特定值时,样品苦味、涩味值较低,甜味较高,可获得较优的口感。

五汁饮干浸膏粉日服用量较大^[12],这对于辅料的添加量有一定限制。在辅料的选择上需要优先考

虑味道佳、成型性好、休止角小、流动性好、吸湿性低、色泽佳、溶解性好易分散的矫味剂作为辅料。

REFERENCES

- [1] XIE M Z, FENG C X, ZHU J P, et al. The protective mechanism of Wuzhiyin on the liver of rats with acute alcoholism[J]. J Hunan Univ Chin Med(湖南中医药大学学报), 2016, 36(6): 52-55.
- [2] FENG C X, ZHU J P, QU H Y, et al. Effect of Wuzhiyin on the cell morphology of alcoholic hepatocytes and gastric mucosal cells[J]. J Hunan Univ Chin Med(湖南中医药大学学报), 2015, 35(12): 49-52.
- [3] QU H Y, FENG C X, ZHU J P, et al. Effect of five-juice drink on blood alcohol concentration in rats after drinking: An experimental study based on gas chromatography[J]. Hunan J Tradit Chin Med(湖南中医杂志), 2016, 32(3): 171-173, 176.
- [4] DU R C, WANG Y J, WU F, et al. Discrimination of traditional Chinese medicinal materials with different tastes based on electronic tongue[J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2013, 38(2): 154-160.
- [5] ZENG Y, GUO L P, WANG J Y, et al. Study on taste information of different *Scutellaria baicalensis* Georgi and correlation between taste information and main chemical compositions based on technology of electronic-tongue[J]. Mod Chin Med(中国现代中药), 2015, 17(11): 1139-1147.
- [6] FU Z H, LI S J, HU H H, et al. Taste comparison of unprocessed and processed *Siegesbeckia puegensis* based on electronic tongue[J]. Chin Tradit Herb Drugs(中草药), 2017, 48(4): 673-680.
- [7] CHEN G Y, YI J R, XIAO H Y, et al. Research on formulation optimization and hygroscopicity of new Five-juice decoction granules[J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2021, 38(2): 173-178.
- [8] XIA C K, SONG Q Q, FANG C W. Distinguish moutan cortex from different producing areas based on electronic nose technology[J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2019, 36(21): 2633-2637.
- [9] LOU K L, LIANG W Q, ZHANG H J. Rapid identification of different geographical origin of *Peucedani Radix* by near-infrared spectroscopy[J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2020, 37(8): 958-962.
- [10] LI X L, GUI X J, LIU R X, et al. Bitterness intensity prediction of bitter compounds of traditional Chinese medicine based on an electronic tongue[J]. Chin J New Drugs(中国新药杂志), 2016, 25(11): 1307-1314.
- [11] HE F C, DONG J P, WANG Y G, et al. Study on taste masking of Xiao'er Xiaojie Zhike oral liquid based on technology of electronic-tongue[J]. Mod Chin Med(中国现代中药), 2017, 19(6): 853-857.
- [12] CHEN G Y, QU H Y, HE Q, et al. Optimization of spray drying process of liquid extract powder of Five-Juice Decoction[J]. Chin Tradit Patent Med(中成药), 2020, 42(11): 3004-3007.

收稿日期: 2021-04-27

(本文责编: 曹粤锋)