

中图分类号: R94 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2026)08-0087-06
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2026.08.016



双苓止泻颗粒矫味剂组合优选*

禹奇男¹, 谢佳雨¹, 冉亚东¹, 刘世琪¹, 李红亮¹, 原欢欢¹, 李娟¹, 陈健^{2Δ}

(1. 太极集团重庆涪陵制药厂有限公司, 重庆 408000; 2. 重庆市食品药品检验检测研究院三分院, 重庆 408000)

摘要:目的 探讨双苓止泻颗粒最佳矫味剂组合。方法 结合志愿者及电子舌对矫味剂(甜味剂、酸味剂、苦味阻滞剂、芳香剂)及其组合进行的感官评价,并基于模糊数学方法进行综合量化处理,优选出最佳矫味剂组合。结果 通过小范围志愿者感官评价筛选出最佳矫味剂体积分数和种类[(0.7% 甜菊糖苷或0.15% 三氯蔗糖)、0.5% L-苹果酸、0.06% 新橙皮苷二氢查耳酮、(0.3% 甜橙香精或0.3% 桔子香精)];通过电子舌感官评价筛选出4个矫味剂配方组合(0.7% 甜菊糖苷+0.06% 新橙皮苷二氢查耳酮+0.3% 甜橙香精、0.7% 甜菊糖苷+0.06% 新橙皮苷二氢查耳酮、0.7% 甜菊糖苷+0.5% L-苹果酸+0.06% 新橙皮苷二氢查耳酮+0.3% 甜橙香精、0.7% 甜菊糖苷+0.5% L-苹果酸);通过大范围志愿者感官评价结合模糊数学筛选出最佳矫味剂组合为0.7% 甜菊糖苷+0.5% L-苹果酸+0.06% 新橙皮苷二氢查耳酮+0.3% 甜橙香精。结论 该研究中所建立的电子舌感官评价法可用于双苓止泻颗粒矫味剂组合的优选。

关键词:双苓止泻颗粒;矫味剂;电子舌;感官评价;模糊数学

Optimization of Flavoring Agent Combination for Shuangling Zhixie Granules

YU Qinan¹, XIE Jiayu¹, RAN Yadong¹, LIU Shiqi¹, LI Hongliang¹, YUAN Huanhuan¹, LI Juan¹, CHEN Jian^{2Δ}

(1. Taiji Group Chongqing Fuling Pharmaceutical Co. Ltd, Chongqing 408000, China; 2. The Third Branch of Chongqing Food and Drug Inspection and Testing Research Institute, Chongqing 408000, China)

Abstract: Objective To explore the best flavoring agent combination of Shuangling Zhixie Granules. **Methods** Sensory evaluations of flavoring agents (sweetener, sourer, bitter-blocker, aromatic) and their combinations were conducted by volunteers and the electronic tongue. Fuzzy mathematics was then used for comprehensive quantitative processing to select the optimal combination. **Results** Through sensory evaluation of small-scale volunteers, the best volume fractions and types of flavoring agents were selected [(0.7% stevioloside or 0.15% sucralose), 0.5% L-malic acid, 0.06% neohesperidosyl dihydrochalcone, (0.3% sweet orange flavoring or 0.3% orange flavoring)]; through the sensory evaluation of electronic tongue, four flavoring agent combinations were selected (0.7% stevioloside + 0.06% neohesperidosyl dihydrochalcone + 0.3% sweet orange flavoring, 0.7% stevioloside + 0.06% neohesperidosyl dihydrochalcone, 0.7% stevioloside + 0.5% L-malic acid + 0.06% neohesperidosyl dihydrochalcone + 0.3% sweet orange flavoring, 0.7% stevioloside + 0.5% L-malic acid); through sensory evaluation of large-scale volunteers and fuzzy mathematics, the best flavoring agent combination was selected as 0.7% stevioloside + 0.5% L-malic acid + 0.06% neohesperidosyl dihydrochalcone + 0.3% sweet orange flavoring. **Conclusion** The sensory evaluation method of electronic tongue established in this study can be used to optimize the combination of flavoring agent of Shuangling Zhixie Granules.

Key words: Shuangling Zhixie Granules; flavoring agent; electronic tongue; sensory evaluation; fuzzy mathematics

双苓止泻颗粒为太极集团重庆涪陵制药厂有限公司开发的改良型中药新药,有清热化湿、健脾止泻的功效,适用于湿热内蕴,脾虚失健所致小儿腹泻,以及轮状病毒性肠炎^[1-3]。因其处方中含有黄芩、地榆等成分,该制剂的口苦、涩口感较重,服用后口中残留明显,患

儿吞服困难,用药依从性欠佳,从而导致服药剂量不够,疗效不佳^[4-5],因此,通过矫味技术改善制剂口感是双苓止泻颗粒亟待解决的问题。中药制剂的传统矫味技术包括添加辅料、增加药引等,现代矫味技术包括添加矫味剂法、包衣法等^[6-7]。由于矫味剂法工艺简单、成

*基金项目:重庆市技术创新与应用发展专项重点项目[CSTB2021TIAD-KPX0089]。

第一作者:禹奇男,男,硕士研究生,副主任中药师,研究方向为中药新药研发,(电子信箱)yuqinann@163.com。

Δ通信作者:陈健,男,大学本科,副主任中药师,研究方向为药品管理与质量标准,(电子信箱)295592572@qq.com。

- 中国医药科技出版社,2020:59-60.
- [14] 韦开听,罗朝亮,蒋莉,等. 八珍袋泡茶质量标准提升研究[J]. 食品与药品,2023,25(2):139-143.
- [15] 董琳琳,刘相岑,钟以凝,等. 基于熵权TOPSIS法优选复方茯苓山药颗粒成型工艺及其薄层鉴别[J]. 湖北农业科学,2024,63(10):142-148.
- [16] 王欣,董自亮,李红亮,等. 金水六君煎物质基准中半夏和陈皮的薄层鉴别研究[J]. 中国民族民间医药,2024,33(6):47-52.
- [17] 姜旭,赵跃东,梁娟娟,等. 小儿参术健脾丸质量标准提升研究[J]. 中国药业,2023,32(14):77-81.

(收稿日期:2025-03-21;修回日期:2025-12-14)

本较低,被广泛应用于各种类型的口服中药制剂中^[8-10]。矫味效果的评价方法主要有志愿者感官评价法、动物偏好实验法和人工智能(电子舌、电子鼻)感官评价法^[11-12]。基于此,本研究中拟通过添加矫味剂对双苓止泻颗粒干膏粉进行矫味,结合志愿者和电子舌的感官评价,并基于模糊数学方法进行综合感官评价量化处理,为中药颗粒的矫味研究提供思路。现报道如下。

1 仪器与试药

1.1 仪器

ME303E型电子天平(瑞士Mettler Toledo公司,精度为1 mg);SA402B型电子舌(日本Insent公司)。

1.2 试药

双苓止泻颗粒干膏粉(太极集团重庆涪陵制药有限公司,批号为052303001);甜菊糖苷(四川博利恒药业有限公司,批号为FL22100002);糖精钠(西安木成林药用辅料有限公司,批号为FL23010031);三氯蔗糖(盐城捷康三氯蔗糖制造有限公司,批号为Y23010401);阿斯巴甜(江苏维多股份有限公司,批号为20230214);L-苹果酸(批号为105520230301)、DL-酒石酸(批号为108420230201),均购自湖南尔康制药股份有限公司;柠檬酸、谷氨酸钠(上海仟味食品科技有限公司,批号均为20230108);新橙皮苷二氢查耳酮(NHDC,阳汇生物科技有限公司,批号为20230208); γ -氨基丁酸(沧州信联化工有限公司,批号为20230412);香草粉末香精(批号为215078)、草莓粉末香精(批号为208018)、柠檬粉末香精(批号为161018)、菠萝粉末香精(批号为X030515-1)、甜橙粉末香精(批号为Q060965-2)、水蜜桃粉末香精(批号为186018)、桔子粉末香精(批号为170018),均购自爱普香料集团股份有限公司;试剂均为分析纯,水为蒸馏水。

2 方法与结果

2.1 矫味剂初步筛选

2.1.1 小范围志愿者感官评价

选择6名志愿者(男女各半,年龄23~50岁,身体健康,味觉敏感,评定前4 h内不得吸烟、饮酒或食用气味较大的食物^[13]。下同)进行感官评价。按每组供试品综合口感由好到差排序,最差的计1分,往上1级加1分,计算总得分,选择最佳供试品。

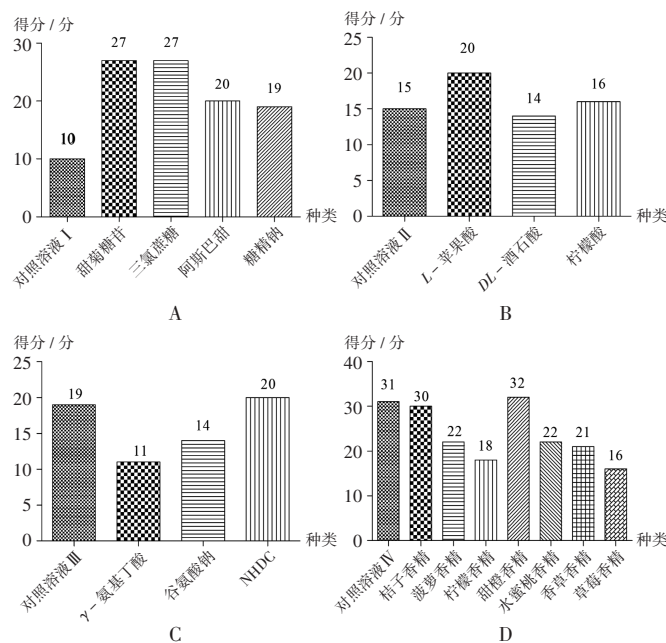
2.1.2 矫味剂体积分数及种类筛选

甜味剂:取样品120 g,置容量瓶中,加2 000 mL水溶解后均分成20份。分4组,各取5份,制成三氯蔗糖体积分数为0.05%,0.075%,0.10%,0.125%,0.15%,甜菊糖苷体积分数为0.1%,0.3%,0.5%,0.7%,0.9%,糖精钠体积分数为0.05%,0.1%,0.15%,0.2%,0.25%,阿斯巴甜体积分数为0.1%,0.2%,0.3%,0.4%,0.5%

的系列体积分数甜味剂供试品溶液(按甜味剂体积分数由小到大作为供试品I-V,下同),按2.1.1项下方法对同一种甜味剂不同体积分数的供试品溶液进行感官评价,结果样品中甜味剂最佳体积分数为三氯蔗糖0.15%,糖精钠0.25%,阿斯巴甜0.5%,甜菊糖苷0.7%(0.7%与0.9%得分一致,从节约资源角度出发,选择0.7%)。详见表1。取样品30.000 g,置容量瓶中,加500 mL水溶解,均分成5份,取1份作为对照溶液I,另4份分别加入上述最佳体积分数的甜味剂,按2.1.1项下方法进行感官评价,结果0.7%甜菊糖苷和0.15%三氯蔗糖得分并列最高,故选择(初筛部分选择甜菊糖苷用于后续试验)。详见图1A。

表1 甜味剂体积分数筛选结果(分)

甜味剂	供试品 I	供试品 II	供试品 III	供试品 IV	供试品 V
三氯蔗糖	11	9	20	15	21
甜菊糖苷	11	12	18	22	22
糖精钠	11	17	19	23	25
阿斯巴甜	11	10	19	21	27



A. 甜味剂 B. 酸味剂 C. 苦味阻滞剂 D. 芳香剂

图1 矫味剂初步筛选结果

A. Sweetener B. Acidifier C. Bitter-blocker D. Aromatic

Fig.1 Preliminary screening results of flavoring agent

酸味剂(降涩味):取样品90 g,甜菊糖苷0.630 g,置容量瓶中,混匀,加适量蒸馏水溶解后均分为15份,分3组,各取5份制成样品中L-苹果酸体积分数为0.1%,0.2%,0.3%,0.4%,0.5%,DL-酒石酸体积分数为0.2%,0.3%,0.4%,0.5%,0.6%,柠檬酸体积分数为0.2%,0.4%,0.6%,0.8%,1.0%的系列酸味剂供试品溶液。按2.1.1项下方法对同一种甜味剂不同体积分数

的供试品溶液进行感官评价,结果样品中酸味剂的最佳体积分数为L-苹果酸0.5%,DL-酒石酸0.5%,柠檬酸0.2%。详见表2。取样品24 g、甜菊糖苷0.168 g,置容量瓶中,混匀,加水溶解,均分为4份,取1份作为对照溶液Ⅱ,另3份分别加入上述最佳体积分数的酸味剂,按2.1.1项下方法进行感官评价,结果0.5%L-苹果酸得分最高,故选择。详见图1B。

表2 酸味剂体积分数筛选结果(分)

酸味剂	供试品Ⅰ	供试品Ⅱ	供试品Ⅲ	供试品Ⅳ	供试品Ⅴ
L-苹果酸	15	16	16	19	20
DL-酒石酸	18	17	20	24	20
柠檬酸	26	20	25	11	17

苦味阻滞剂:取样品90 g、甜菊糖苷0.630 g、L-苹果酸0.450 g,置容量瓶中,混匀,加水溶解,均分为15份,分3组,各取5份,制成样品中 γ -氨基丁酸体积分数为0.05%,0.15%,0.25%,0.35%,0.45%,谷氨酸钠体积分数为0.05%,0.15%,0.25%,0.35%,0.45%,NHDC溶液体积分数为0.02%,0.04%,0.06%,0.08%,0.10%的系列体积分数苦味阻滞剂供试品溶液,按2.1.1项下方法对同一种甜味剂不同体积分数的供试品溶液进行感官评价,结果样品中苦味阻滞剂的最佳体积分数为 γ -氨基丁酸0.35%,谷氨酸钠0.25%,NHDC 0.06%。详见表3。取样品24 g、甜菊糖苷0.168 g、L-苹果酸0.120 g,置容量瓶中,混匀,加水溶解,均分为4份,取1份作为对照溶液Ⅲ,另3份分别加入上述最佳体积分数的苦味阻滞剂,按2.1.1项下方法进行感官评价,结果0.06% NHDC得分最高,故选择。详见图1C。

表3 苦味阻滞剂体积分数筛选结果

苦味阻滞剂	供试品Ⅰ	供试品Ⅱ	供试品Ⅲ	供试品Ⅳ	供试品Ⅴ
γ -氨基丁酸	18	12	20	25	21
谷氨酸钠	21	16	27	13	20
NHDC	18	17	24	14	23

芳香剂:取样品48 g、甜菊糖苷0.336 g、L-苹果酸0.240 g、NHDC 0.029 g,置容量瓶中,混匀,加适量水溶解后均分为8份。取1份作为对照溶液Ⅳ,另7份分别制成样品中香草粉末香精、草莓粉末香精、柠檬粉末香精、菠萝粉末香精、甜橙粉末香精、水蜜桃粉末香精、桔子粉末香精体积分数为0.3%的系列体积分数芳香剂供试品溶液,按2.1.1项下方法进行感官评价,结果甜橙香精得分最高,但考虑目标受众为患儿,其用药依从是处方开发的关键考量因素,因此保留得分较高且相近的桔子香精与甜橙香精进行下一步的处方筛选。

2.2 电子舌智能感官评定法优选矫味处方

2.2.1 溶液制备

供试品溶液:根据初步筛选结果结合相关文献^[10,13-16],设计电子舌智能感官评定的矫味配方(见表4)。取样品适量,平行9份,置容量瓶中,加入不同组合的矫味剂混匀,加适量水溶解(样品:水=1:8,V/V),制得供试品溶液1-9。

表4 矫味剂组合体积分数(%)

供试品溶液	甜菊糖苷	三氯蔗糖	L-苹果酸	NHDC	桔子香精	甜橙香精
1	0.7	0	0	0.06	0	0.3
2	0.7	0	0.5	0.06	0	0
3	0.7	0	0.5	0.06	0.3	0
4	0	0.15	0.5	0.06	0	0.3
5	0	0	0	0	0	0
6	0.7	0	0	0.06	0	0
7	0	0.15	0	0.06	0.3	0
8	0.7	0	0.5	0.06	0	0.3
9	0.7	0	0.5	0	0	0

基准液(参比液):取KCl 2.24 g、DL-酒石酸0.045 g,加500 mL水溶解,移至1000 mL容量瓶中,加水定容。

负极清洗液:精密量取300 mL乙醇,加500 mL蒸馏水混匀后加8.3 mL的浓盐酸搅拌混匀,转移至1000 mL容量瓶中,加水定容。

正极清洗液:取KCl 7.46 g,加500 mL蒸馏水溶解后加入300 mL乙醇,边搅拌边加入0.56 g KOH,溶解后转移至1000 mL容量瓶中,加水定容。

2.2.2 电子舌测试方法

将供试品溶液倒入电子舌测试专用塑料小杯,每杯35 mL,平行3杯;传感器于正、负极清洗液中清洗90 s后于参比液中清洗2 min,于平衡位置归零30 s,达平衡条件后,将参比液和供试品溶液进样测试,记录传感器的响应值,收集3次平行测定数据,计算平均值(数值越大,表明传感器越灵敏,味道越浓,参比溶液的输出为无味点,当样品的味觉值低于无味点时表明样品无该味道,反之则有);测试结束后需清洗各传感器。

2.2.3 不同矫味剂组合的电子舌智能感官评定结果

9个矫味剂组合中负向指标(苦味、涩味、苦味回味、涩味回味、咸味)得分总和与正向指标(甜味、鲜味、鲜味回味)得分总和差值越小,表明其在降低不良味觉的同时增强良好味觉方面表现越优。差值由低到高排序,前4组依次为供试品溶液1、供试品溶液9、供试品溶液6、供试品溶液8(见表5),将优选4组矫味剂组合供

表5 不同矫味剂组合电子舌智能感官评定结果($\bar{X} \pm s$, 分)

Tab. 5 Intelligent sensory evaluation results of electronic tongue with different flavoring agent combinations ($\bar{X} \pm s$, point)

溶液	苦味	涩味	苦味回味	涩味回味	鲜味	鲜味回味	咸味	甜味	正负项指标差值
参比液	0	0	0	0	0	0	-6	0	
供试品1	16.200 ± 0.167	10.840 ± 0.164	6.663 ± 0.353	2.877 ± 0.050	11.137 ± 0.241	3.040 ± 0.318	-5.117 ± 0.051	5.057 ± 0.210	12.23
供试品2	15.720 ± 0.087	10.537 ± 0.107	6.777 ± 0.215	3.147 ± 0.055	10.477 ± 0.275	3.380 ± 0.316	-4.997 ± 0.032	4.547 ± 0.275	12.78
供试品3	15.803 ± 0.126	10.460 ± 0.115	6.860 ± 0.197	3.120 ± 0.035	10.490 ± 0.285	3.207 ± 0.230	-4.983 ± 0.006	4.513 ± 0.182	13.05
供试品4	15.537 ± 0.125	10.473 ± 0.130	6.693 ± 0.232	3.197 ± 0.025	10.563 ± 0.257	3.313 ± 0.247	-4.733 ± 0.006	4.533 ± 0.204	12.76
供试品5	16.147 ± 0.170	10.810 ± 0.145	6.677 ± 0.205	2.950 ± 0.035	11.220 ± 0.225	2.903 ± 0.271	-4.480 ± 0.115	4.560 ± 0.147	13.42
供试品6	15.670 ± 0.205	10.700 ± 0.145	6.383 ± 0.286	2.963 ± 0.047	11.160 ± 0.226	2.923 ± 0.278	-4.463 ± 0.111	4.493 ± 0.110	12.68
供试品7	15.947 ± 0.139	10.700 ± 0.085	6.577 ± 0.270	2.947 ± 0.049	11.140 ± 0.225	2.883 ± 0.289	-4.460 ± 0.044	4.633 ± 0.121	13.05
供试品8	15.423 ± 0.146	10.407 ± 0.125	6.660 ± 0.187	3.220 ± 0.030	10.387 ± 0.255	3.217 ± 0.250	-4.727 ± 0.046	4.630 ± 0.105	12.75
供试品9	15.320 ± 0.151	10.233 ± 0.120	6.527 ± 0.217	3.140 ± 0.050	10.387 ± 0.250	3.147 ± 0.265	-4.727 ± 0.038	4.500 ± 0.142	12.46

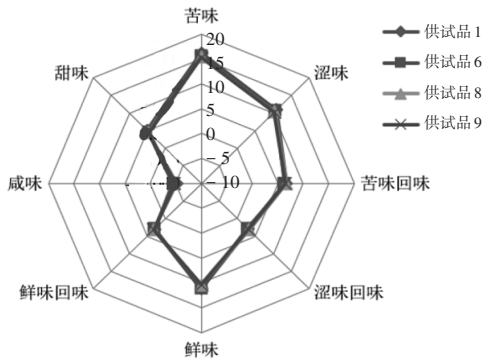


图2 电子舌智能评定测定结果雷达图

Fig. 2 Radar chart of intelligent evaluation results of electronic tongue

试品味觉信息测定值结果转化为雷达图(见图2),4组较佳矫味剂组合供试品溶液味觉信息差异不大,无法区分,以该4组矫味剂组合作为较佳矫味剂组合,进行后续研究。其中酸味因各组得分均低于无味点,故舍去。

2.3 大范围志愿者感官评价

选择30名志愿者(男女各半),对上述4组优选矫味剂组合供试品溶液的苦味、涩口感及整体口感进行感官评价,并设5个等级(见表6)。收集志愿者评定表,统计各感官评定等级指标的选择人数(见表7)。

2.4 基于模糊教学的综合感官评价^[14,17]

以苦味、涩口感、总体口感为评价指标,确定因素集(U);以很好、好、中等、差、很差为评价等级,确定评

表6 感官评定等级指标表

Tab. 6 Sensory evaluation grade index table

指标	很好	好	中	差	很差
苦味	不苦	稍苦	有少许苦味	苦味明显	苦味难以忍受
涩口感	无涩口感	稍有涩口感	有少许涩口感	涩口感明显	涩口感难以忍受
总体口感	很好	好	中	差	很差

语集(V);根据感官评定结果(见表7),建立4个单因素评价矩阵;供试品溶液1,6,8,9分别为R1-R4。根据各指标对制剂口感的影响程度,采用强制决定法,确定权重集(A), $A = (0.25, 0.25, 0.50)$,即苦味占25%,涩口感占25%,总体口感占50%;构建模糊关系综合评判集(Y_n), $Y_n = A \times R_n$ (式中 Y_n 为第n个样本的综合评判集, R_n 为第n个样本的模糊矩阵,n为样本总量),结果 $Y_1 = (0.13, 0.27, 0.50, 0.23, 0)$, $Y_2 = (0.07, 0.33, 0.43, 0.25, 0)$, $Y_3 = (0.17, 0.33, 0.33, 0.17, 0.03)$, $Y_4 = (0.20, 0.37, 0.43, 0.20, 0.03)$ 。根据公式 $Y'_n = (y_1/s, y_2/s, \dots, y_n/s)$ 进行归一化处理(式中 Y'_n 为归一化模糊关系综合评判集, $y_1 - y_n$ 为样本分量,s为样本分量和),结果 $Y'_1 = (0.12, 0.24, 0.44, 0.21, 0.00)$, $Y'_2 = (0.06, 0.31, 0.40, 0.23, 0.00)$, $Y'_3 = (0.16, 0.32, 0.32, 0.16, 0.03)$, $Y'_4 = (0.16, 0.30, 0.35, 0.16, 0.03)$;假设“很好”“好”“中”“差”“很差”分值(a)分别为100、90、70、-10、-20分,计算综合评分结果(Q), $Q_n = a \times Y'_n$,结果 $Q_1 = 61.76$ 分, $Q_2 = 59.54$ 分, $Q_3 = 65.48$ 分, $Q_4 = 65.41$ 分。

表7 感官评定结果[例(%),n=30]

Tab. 7 Sensory evaluation results [case(%),n=30]

供试品 溶液	苦味					涩口感					总体口感				
	很好	好	中等	差	很差	很好	好	中等	差	很差	很好	好	中等	差	很差
1	4(13.33)	9(30.00)	13(43.33)	4(13.33)	0(0)	0(0)	9(30.00)	14(46.67)	7(23.33)	0(0)	2(6.67)	8(26.67)	15(50.00)	5(16.67)	0(0)
6	6(20.00)	5(16.67)	16(53.33)	3(10.00)	0(0)	2(6.67)	9(30.00)	13(43.33)	6(20.00)	0(0)	2(6.67)	11(36.67)	13(43.33)	3(10.00)	1(3.33)
8	5(16.67)	12(40.00)	10(33.33)	2(6.67)	1(3.33)	3(10.00)	10(33.33)	12(40.00)	4(13.33)	1(3.33)	4(13.33)	10(33.33)	10(33.33)	5(16.67)	1(3.33)
9	6(20.00)	5(16.67)	16(53.33)	3(10.00)	0(0)	2(6.67)	9(30.00)	13(43.33)	6(20.00)	0(0)	2(6.67)	11(36.67)	13(43.33)	3(10.00)	1(3.33)

$$R1 = \begin{pmatrix} 0.13 & 0.30 & 0.42 & 0.13 & 0 \\ 0 & 0.30 & 0.47 & 0.23 & 0 \\ 0.07 & 0.27 & 0.50 & 0.17 & 0 \end{pmatrix}$$
$$R2 = \begin{pmatrix} 0.02 & 0.17 & 0.53 & 0.10 & 0 \\ 0.07 & 0.30 & 0.43 & 0.20 & 0 \\ 0.67 & 0.37 & 0.43 & 0.10 & 0.03 \end{pmatrix}$$
$$R3 = \begin{pmatrix} 0.17 & 0.40 & 0.33 & 0.07 & 0.03 \\ 0.10 & 0.33 & 0.40 & 0.13 & 0.03 \\ 0.13 & 0.33 & 0.33 & 0.17 & 0.03 \end{pmatrix}$$
$$R4 = \begin{pmatrix} 0.20 & 0.17 & 0.53 & 0.10 & 0 \\ 0.07 & 0.30 & 0.43 & 0.20 & 0 \\ 0.07 & 0.37 & 0.43 & 0.10 & 0.03 \end{pmatrix}$$

即供试品溶液8综合评分最高,其次为供试品溶液。

3 讨论

目前最常用的矫味效果评价方法为志愿者感官评价法,人感官评价作为“金标准”,是药物口感提升评价中运用范围最广、最能反映真实味觉的方法^[17-18],但存在安全性风险,且结果有一定的主观性^[19]。除志愿者感官评价外,近年来电子舌智能感官评价应用逐渐普遍,电子舌由味觉传感器阵列、信号处理系统和模式识别系统3个部分组成。味觉传感器阵列相当于生物系统中的舌头,感受不同的化学物质,采集各种不同的信号信息;信号处理系统将味觉信号转换成电信号并采集存储于计算机中;模式识别系统则是利用数学手段将采集的电信号进行识别、分析、处理^[20-21]。电子舌是模仿人体味觉机制研制出的一种智能识别电子系统,可根据响应值的高低量化味道,具有客观性强、重复性好、检测响应快等优点^[22-23],已被广泛应用于食品、调味品、中药及中成药等领域^[15,24]。基于模糊教学的综合感官评价是将模糊信息进行数值化定量的评价方法,在处理主观因素影响极大的评价研究方面,运用数学方法将其转换成客观数字,可使结果更易于分析^[25-26]。

本研究中通过“人工初筛-电子舌筛选-人工复评”的三级递进模式,系统优化了双苓止泻颗粒的矫味处方设计。在初步筛选阶段,通过小规模的口尝实验,筛选出不同种类及浓度的矫味剂,随后通过电子舌的智能分析揭示了不同矫味剂组合对味觉影响的差异性,如加入甜味剂、NHDC及香精对增加甜味作用显著,加入酸味剂对降低涩味作用显著。这一发现证实了电子舌在区分细微味觉差异方面的客观优势。电子舌优选的4个组合在一定程度上减轻了人工感官评价在处理大量组合时可能出现的误差,通过限制单次评价样本数(≤4种),能有效降低志愿者感官疲劳对排序准确性的影响^[27]。然而值得注意的是,尽管仪器检测能够客观反映化学刺激的强度,但其无法完全模拟人类的感官选择^[7,20],因此,后续再次采用人工感官评价进行验

证。最终通过大规模口尝实验,并结合模糊数学法构建了评价体系,结果显示,甜菊糖苷(0.7%)、L-苹果酸(0.5%)、NHDC(0.06%)和甜橙香精(0.3%)的矫味剂组合得分最高。但本研究的人工感官评价志愿者并非仅限于该药物的临床适用人群(1~5岁),未来可考虑仅针对适用人群,动态分析监测口感演变,并结合患者用药依从性评估,以完善评价维度。

参考文献

- [1] 王宝凤. 双苓止泻口服液治疗小儿轮状病毒肠炎疗效观察[J]. 中原医刊, 2005(2):48.
- [2] 轩振宇, 柳玉. 双苓止泻口服液治疗婴幼儿轮状病毒肠炎60例疗效观察[J]. 河南中医, 2002(4):61.
- [3] 黄延凤, 朱朝敏. 双苓止泻口服液治疗婴幼儿轮状病毒肠炎疗效观察[J]. 儿科药学杂志, 2003(3):60-61.
- [4] 李晨旭, 姚静, 任延娜, 等. 基于感官评价法的清热类中药口服液味觉评价研究[J]. 中草药, 2023, 54(1):81-91.
- [5] 郭冬雪, 胡凤, 韩园园, 等. 儿童中药制剂掩味及口感评价方法研究进展[J]. 亚太传统医药, 2023, 19(7):189-194.
- [6] 高群, 张迎庆. 颗粒剂掩味技术的研究进展[J]. 中小企业管理与科技:下旬刊, 2014(11):322.
- [7] 魏晓嘉, 万国慧, 李佳园, 等. 中药制剂矫味技术及评价方法的研究进展[J]. 中国药房, 2021, 32(8):1009-1013.
- [8] 黄日, 王涛, 杨茜, 等. 阿奇霉素掩味干乳的表征及体内外评价[J]. 药科学报, 2017, 52(5):795-801.
- [9] 康俊丽, 韩德恩, 黄海英, 等. 关于中药掩味新思路的探讨[J]. 中药材, 2017, 40(8):1987-1990.
- [10] 余明镜, 许锦珍, 孙函静, 等. 基于电子舌智能感官评定与人工口尝评价相结合的含片矫味技术研究[J]. 中国处方药, 2024, 22(4):22-25.
- [11] 韩雪, 姜红, 林俊芝, 等. 基于动物偏好指数与电子舌评价关联的中药涩味整体量化表征方法研究[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(3):486-492.
- [12] 刘瑞新, 王艳丽, 田亮玉, 等. 基于口尝法和电子舌法的多类苦味抑制剂对盐酸小檗碱的抑苦效能及抑苦规律研究[J]. 中国药理学杂志, 2019, 54(3):208-218.
- [13] 付继勇, 张绿凤, 张彦旭, 等. 基于电子舌结合偏好指数的健脑宁合剂矫味技术研究[J]. 中成药, 2024, 46(11):3585-3593.
- [14] 姜国志, 屈云萍, 李哲, 等. 舒筋通络颗粒矫味剂的筛选与评价[J]. 西北药学杂志, 2017, 32(3):337-340.
- [15] 饶智, 陈光宇, 何群, 等. 基于电子舌技术与人工口尝评价相结合的羌活胜湿汤矫味技术研究[J]. 中药材, 2021, 44(3):658-663.
- [16] 张亮存. 甜菊糖苷对黄柏苍术汤矫味及疗效影响的临床研究[J]. 中国民族医药杂志, 2021, 27(2):13-15.
- [17] 郭新雨, 吴志生, 陆影, 等. 基于人感官与电子舌的川贝枇杷糖浆滋味关键质量属性辨识及配方优化[J]. 中草药, 2025, 56(9):3073-3080.
- [18] 王琪. 多指标评价用于小儿感冒宁合剂的矫味处方及