

一种新型掩苦制剂针对清热类中药的效果

王英*, 关鑫, 张景亮, 刘晨煜, 张佳明, 韩东辰

郑州工业应用技术学院医学院 河南郑州

【摘要】目的 探讨分析新型掩苦制剂对于清热类中药的效果, 为其临床广泛使用提供参考依据。**方法** 选取 2023 年 9 月-2023 年 10 月招募收集的 60 名在校大学生作为志愿者, 随机分为对照组和试验组各 30 例。两组均口服极苦清热类中药。在此基础上对照组给予常规抑苦制剂(中药伴侣), 试验组给予新型掩味制剂。对比两组应用掩味制剂的苦度效果情况, 分析试验组和对照组掩味制剂使用前后的效果分析, 并采取问卷调查分析临床效果满意度、苦度评价表、焦虑抑郁评价。**结果** 试验组的总体满意度显著高于对照组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。试验组和对照组前后使用抑苦制剂前后对比效果具有差异性, 且试验组水平平均显著高于对照组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。试验组的焦虑评分、不良反应均显著低于对照组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。试验组的临床疗效、苦度降低值、作用持续时间、达峰时间显著高于对照组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 新型掩味制剂对于清热类中药的临床效果较为显著, 可大幅度降低中药苦度, 提升口感, 具有广泛应用价值。

【关键词】 掩味制剂; 清热中药; 满意度; 苦度评价

【基金项目】 河南省教育厅重点科研项目(基于苦味信号传导通路开发靶向掩苦口腔喷雾剂的技术研究 23B310009); 郑州工业应用技术学院校级课题: “临床疾病概要(神经病学)课程思政教学团队”(项目编号: 郑工政[2023]264 号); 教育部产学研育人项目: “虚实结合的神经康复学实践教学模式构建”(项目编号: 231107271083604)

【收稿日期】 2025 年 8 月 16 日 **【出刊日期】** 2025 年 9 月 25 日 **【DOI】** 10.12208/j.ircm.20250027

The effect of a new type of bitter masking preparation on traditional Chinese medicine for clearing heat

Ying Wang*, Xin Guan, Jingliang Zhang, Chenyu Liu, Jiaming Zhang, Dongchen Han

Zhengzhou University of Industry Technology, School of Medical Sciences, Zhengzhou, Henan

【Abstract】Objective To explore and analyze the effect of new bitter masking preparation on heat clearing traditional Chinese medicine, and provide reference for its wide clinical use. **Methods** 60 college students recruited from September 2023 to October 2023 were selected as volunteers and randomly divided into control group and experimental group, with 30 cases in each group. Both groups were treated with extremely bitter heat clearing herbs. On this basis, the control group was given conventional anti bitterness preparation (traditional Chinese medicine partner), and the experimental group was given new bitter masking preparation. The bitterness effect of the two groups was compared, and the effect of the experimental group and the control group before and after the use of the bitter masking agent was analyzed. The clinical effect satisfaction, bitterness evaluation form, anxiety and depression evaluation were analyzed by questionnaire survey. **Results** The overall satisfaction of the experimental group was significantly higher than that of the control group, the difference was statistically significant ($P<0.05$). The experimental group and the control group were significantly higher than the control group before and after the use of anti bitterness preparation, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The anxiety score and adverse

*通讯作者: 王英, 硕士, 郑州工业应用技术学院医学院教师, 讲师、主治医师, 研究方向: 创新创业教育、脑血管疾病、康复治疗学、中药研发, 专业方向: 高等医学教育、创新创业教育。

reactions of the experimental group were significantly lower than those of the control group, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The clinical efficacy, bitterness reduction value, duration of action and peak time of the experimental group were significantly higher than those of the control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** The new bitter masking preparation has a significant clinical effect on heat clearing traditional Chinese medicine, which can significantly reduce the bitterness of traditional Chinese medicine and improve the taste, and has a wide application value.

【Keywords】 Bitter masking preparation; Traditional Chinese medicine for clearing heat; Satisfaction; Bitterness evaluation

引言

随着“一带一路”战略,国际化的大背景下,中医药文化也在快速发展。中国的中医传统文化博大精深,尤其是中药治疗临床疾病,效果显著^[1-3],但是很多中药汤剂、中成药苦度较大,苦味口感已经成为制约其发展的一个重要因素,从而导致中药市场发展受到阻滞,因此,改善药物的口感,已经迫在眉睫,不仅可提高患者的服药依从性,对于疾病治疗、中医药文化的发展,也有重要作用^[4-5]。

由于人体味觉很敏感,分为酸甜苦辣咸,尤其对于苦味敏感度最高,为了解决上述问题,很多国内外学者对此进行了研究和探索,主要是为了掩盖苦味药物。采取很多的矫味方法,例如添加矫味剂、包和控制技术^[6]、离子交换树脂、阿魏酸钠、蔗糖、 β -环糊精等,也取得了一定效果^[7-8]。但是对于苦度降低值、作用持续时间、达峰时间、出现的不良反应等方面仍存在较大差距,因此,目前认为如果能够针对各种掩味关键技术作用机制进行深入研究,可能会有更好的效果^[9]。为了解决上述问题,我们研制新型掩味制剂,早期经过大量动物实验,结果表明对于苦度抑制效果较好。由于对于苦度测量有多种方法,比如经典口尝法^[10-11]、电子舌、味觉磁共振成像法等^[12-14];在所有的苦味评价方法中,人群口感实验最直观也最传统,实验过程中不需要额外的设备支持,可直接根据人自身的味觉能力进行感知,通过语言对感知结果进行准确描述,这种方法在味觉评价中常作为对照。

因此,本研究采取经典口尝法,探讨分析新型掩苦制剂对于清热类中药的效果,为其临床广泛使用提供参考依据,这将在一定程度上促进我国中医药事业的发展。现将本临床试验成果汇报如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

经郑州工业应用技术学院医学院伦理委员会审查批准后,对招募的评价员进行严格筛选,包括苦味敏感度等,最终选取2023年9月-2023年10月招募收集的60名在校大学生作为健康评价员,成为受试者,并签署知情同意书后方可进行测试。按随机数字表法分为对照组和试验组各30例。对照组中男16例,女14例,年龄为19-21岁,平均为 (20.00 ± 0.83) 岁。试验组中男15例,女15例,年龄为19-21岁,平均为 (20.03 ± 0.81) 岁,组间基本资料差异无统计学意义($P > 0.05$)。纳入标准:(1)年满18周岁,身体健康状况良好;(2)能够保证参与口尝评价时间;(3)有主观能动性(意愿和兴趣),具有基本认知水平;(4)均已签署研究知情同意书。排除标准:(1)有严重口腔疾病者;(2)心态过于紧张者,合并存在精神障碍相关症状表现;(3)对有苦味的志愿者进行口尝柠檬黄水溶液测评;(4)尝溶液(特别是刺激性食物)前6h进食的人;(5)怀孕、哺乳期、有遗传病史、对即将评价样品存在过敏的、有胆囊炎及胃肠道严重疾病者;(6)有抽烟、喝酒等可能影响味觉的其他不良嗜好;(7)味觉功能异常者;(8)对本研究涉及药物过敏者。本次研究,经过医学院医学伦理委员会同意,学生志愿者签署知情同意书。

1.2 研究方法

采取口尝法,两组均口服同类清热类中药:连翘、槐角、龙胆、山豆根(苦参)、莲心、川楝子、穿心莲、黄连,剂量均为5g,每种用50ml水溶解,从而测定标准苦度值(见表1)。同时去除混杂因素和个体差异等因素。对照组给予常规抑苦制剂(中药伴侣),试验组给予新型掩味制剂,采取口喷方式,具体用药方法如下:实验开始前清洁口腔持续1分钟,其次给予每位志愿者应用掩味制剂,舌根处喷2下,舌体处喷3下,口腔左侧和右侧各喷1下,

随后紧闭口腔持续 10 秒时间, (药物挥发时间快)。随后进行苦度测量、量表评价、临床效果分析、满意度结果评价。

表 1 中药苦度值 (I) 的定性描述、等级及定量范围

苦度口感描述	赋予等级的取值	范围
无苦味或几乎无苦味	1 级	[0.5,1.5]
略有苦味	2 级	[1.5,2.5]
有苦味但是可以接受	3 级	[2.5,3.5]
很苦, 但是仍可接受	4 级	[3.5,4.5]
不能忍受的苦味	5 级	[4.5,5.5]

1.3 观察指标

对比两组使用药物前后的苦度值、药物持续时间、满意度评价、临床疗效、不良反应、焦虑评价、饮水次数、饮水量等指标。

1.3.1 VAS 评分

VAS^[15]评分标准即疼痛等级评分标准, 是用视觉模拟的方法评判疼痛的严重程度。评分标准是使用尺子分为 10 等份, 0 是不疼, 1-3 是轻度疼痛, 4-6 是中度疼痛, 7-10 是重度疼痛。(见图 1)

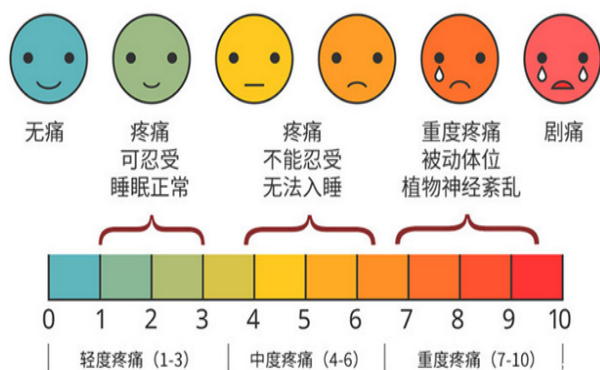


图 1 视觉模拟评分法

1.3.2 新型掩味制剂效果评价量表

掩味制剂效果评价表包括: 接受度、达峰时间、剂型、适口性、价格、不良反应、持续时间。

1.3.3 临床药物疗效

采用满意度量表测评满意度, 该量表的分值范围为 0-100 分, 80 分及以上为非常满意, 60-79 分为一般满意, 低于 60 分为不满意, 总满意率= (非常满意+满意) 例数/总观察例数 100%。

1.3.4 焦虑量表评价

焦虑自评量表^[16]是一种患者可以自行评分的量

表, 能够较好地反映患者焦虑状态的主观感受, 广泛适用于有焦虑症状的成年人。焦虑自评量表满分 100 分。按照中国的评分标准, 焦虑自评量表标准分的分界值是 50 分, 其中 50-59 分为轻度焦虑, 60-69 分为中度焦虑, 70 分以上为重度焦虑, 分值高则焦虑情绪越严重。

1.3.5 不良反应发生率

主要包括嘴麻、恶心呕吐、口苦、异味、头晕等不良反应。不良反应发生率=不良反应发生总例数/观察例数 100%。

1.3.6 对比不同清热类中药的掩味效果图分析

选择极苦清热类中药有 7 种, 分别是连翘、槐角、龙胆、山豆根 (苦参)、莲子心、川楝子、穿心莲、黄连, 剂量均为 5g, 每种用 50ml 水溶解。绘制组合图, 分析其有效率、完全掩苦率、无效率。

1.4 新型掩味制剂成分

该成分是由薄荷醇, 丁香油, 适量甜味剂等材料组成。

1.5 统计学分析

采用统计学软件 SPSS27.0 对研究数据进行处理, 观察组和对照组的计量资料采用 t 检验, 计数资料采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较

试验组和对照组的受试者在性别、文化程度、年龄三个方面对比, 均无统计学差异 ($P > 0.05$), 说明两组受试者具有可比性, 可进行分组实验, 具体见表 2。

表 2 两组一般资料比较

一般资料	对照组 (n=30)	试验组 (n=30)	t/ χ^2	P
性别			0.067	0.796
男	16	15		
女	14	15		
文化程度			0.601	0.438
本科	17	14		
专升本	13	16		
年龄	20.00±0.83	20.03±0.81	0.158	0.875

2.2 两组药物疗效比较

对照组受试者对于新型掩味制剂的总有效率为 50.00% (15/30), 试验组总有效率为 96.67% (29/30),

差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。其中, 对照组受试者认为明显显效有 10 例, 有效有 5 例, 无效有 15 例; 试验组受试者认为新型掩味制剂显效有 25 例, 有效有 4 例, 无效只有 1 例, 见表 3。

2.3 两组不良反应比较

试验组受试者在应用新型掩味制剂期间, 均未发生嘴麻、恶心呕吐、口苦、异味、头晕等不良反应, 不良反应发生率为 0.000%; 但对照组在口服清热类中药后, 服用中药伴侣, 其不良反应发生一共 8 例, 发生率为 26.670%, 见表 4。

表 5 统计结果表明对照组不良反应有 8 例, 观察组无不良反应, 观察组不良反应发生例数显著低于对照组, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。

2.4 疼痛、焦虑评分

试验组和对照组在使用掩味制剂之前, 两组的焦虑评分比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 用药后试验组焦虑评分均低于对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 6。

表 3 两组药物疗效比较 [n (%), n=30]

组别	显效	有效	无效	总有效
对照组	10 (33.33%)	5 (16.67%)	15 (50.00%)	15 (50.00%)
试验组	25 (83.33%)	4 (13.33%)	1 (3.33%)	29 (96.67%)
χ^2	18.790			
P	0.000			

表 4 两组应用掩味制剂不良反应发生率比较

组别	例数	不良反应					不良反应发生率
		嘴麻	恶心	口苦	异味	头晕	
试验组	30	0	0	0	0	0	0.000
对照组	30	1	3	1	2	1	26.670

表 5 两组应用掩味制剂不良反应总例数比较

组别	例数	不良反应		χ^2	P
		有	无		
对照组	30	8	22		
试验组	30	0	30	9.231	0.002

表 6 两组 VAS 疼痛评分及焦虑评分比较

组别	例数	VAS 疼痛评分		焦虑评分	
		用药前	用药后	用药前	用药后
试验组	30	6.80±1.12	2.50±0.57	62.33±5.59	51.77±5.97
对照组	30	6.87±0.86	4.87±0.86	63.53±5.54	64.60±3.51
t		0.258	7.491	0.834	10.151
P		0.319	0.008	0.408	0.000

2.5 两组苦度结果评价

试验组在掩味制剂的作用持续时间、达峰时间均明显高于对照组, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$); 试验组在掩味制剂起效时间、饮水量、饮水次数均低于对照组, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 7。

2.6 试验组新型掩味制剂效果评价

试验组受试者对于新型掩味制剂的接受度、达峰时间、剂型、适口性、价格、无不良反应、持续时间较长等方面均较满意, 满意率均在 85.00% 以上, 见表 8。

表 7 两组苦度结果比较

组别	例数	持续时间	起效时间	达峰时间	饮水量	饮水次数
试验组	30	51.83±9.39	2.90±1.32	21.40±6.08	35.00±23.30	0.73±0.45
对照组	30	29.77±7.88	9.37±2.95	10.23±4.18	143.33±43.02	2.87±0.86
t		9.853	10.946	8.290	12.128	12.036
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 8 试验组新型掩味制剂效果评价 (%)

评价内容	满意度例数	满意率 (%)
接受度	28	93.33
达峰时间	29	96.67
剂型	26	86.67
适口性	28	93.33
成本	30	100.00
不良反应	30	100.00
持续时间	28	93.33

3 讨论

中药汤剂是中国应用最早且最广泛的剂型, 随着时代的发展, 传统汤剂的弊端日益凸显, 如煎煮麻烦、量大味苦, 阻碍了中医药发展。其中中药汤剂的苦味是其最大的弊端, 且大多数中药都是苦的。据统计, 《中国药典》2020 年版收录的 618 种药材和饮片中, 苦味药材占 60% 以上^[17]。因此, 在保持汤剂原有疗效的前提下, 掩盖药物的苦味是十分必要的。这对于提高患者用药依从性, 推动中医药现代化进程均具有重要意义。

人体味蕾是味觉感受器, 大约有 50-100 个味觉细胞。大部分分布在舌体背部和舌缘的舌乳头中。目前, 人体基本味觉有 5 种, 包括酸甜苦辣咸^[18-20]。人体对于苦味感知主要通过影响细胞信号通路, 引

起细胞去极化, 导致生物电信号的生成, 通过神经传递到大脑^[21-22]。目前人类具有高达 25 种的苦味受体, 但只有两个 TRP 通道 (TRPM5, TRPM4) 证明与苦味感知有关^[23], 而 TRPM5 在检测苦味、甜味和鲜味刺激方面具有明确且显著的作用^[24]。国外的 Julius^[25-27]实验室、Lee 实验室报道了 TRPM 受体和人体感觉有关。因此, 针对 TRPM5 离子通路的研究, 国内外开展了多种掩盖苦味的方式, 包括添加矫味剂、味蕾麻痹剂、苦味阻滞剂以及采用包衣技术、微球及微囊化技术、包合技术、离子交换树脂吸附技术等^[28-30]。但是上述方法效果一般, 因此, 口服苦味中药掩味问题是一个世界普遍性问题, 更是一个到目前为止难以完全攻克的世界难题。国内外很多专家学者对此展开了多次研究, 但效果一般, 并没有真正意义上可以完全阻断苦味传导的药物或方法, 且实施起来较为困难。

本研究团队在 2016 年发现花椒素、辣椒素能够通过漱口方式抑制对黄连苦味的感知, 2017 年测试了针对更多苦味剂的掩盖效果, 发现其具备广谱掩味的特点; 随后在此基础上进行了一系列的实验研究, 采取以味道极苦的几味中药作为前期的研究基础, 主要是以龙胆、山豆根 (苦参)、莲子心、独活、川楝子、穿心莲、黄连等极具苦味药物单体为模型药物, 基于经典人群口尝法, 根据建立的苦味化合物标准表观苦度 (standard apparent bitterness, SAB) 的测定方法; 确定了中药苦度值 (I) 的定性描述、等级及定量范围, 具体结果如表 1 所述。在 2020 年通过对 10 种化合物以及 12 种植物提取物的筛选, 发现薄荷醇、丁香油、单宁酸、细辛水提物、阿替卡因可以通过提前用药而暂时抑制味蕾对苦味的感知, 并把其做成抑制苦味的口腔喷剂, 在 2021 年推向市场。在 2022 年更是发现薄荷醇衍生物以及柠檬醛、肉桂油也具有掩盖苦味的效果, 并优化了口腔抑制苦味喷剂的产品配方。前期经过动物实验等其他方法, 效果较好。因此本项目是基于人群的经典口尝法进行研究, 选择招募符合该实验的 60 名受试者, 通过表 2 比较分析可以得出两组受试者的一般资料, 包括性别、年龄、学历均无统计学意义 ($P>0.05$), 说明两组受试者具有可比性。

根据表 3, 可以得出试验组受试者在服用极苦清热类中药后, 服用新型掩味制剂喷剂在药物疗效方面显著高于对照组服用的普通掩味制剂 ($P<0.05$),

这与祝洪艳^[8]等人的研究结果相一致。根据表 4 和 5 的结果可以发现观察组受试者在研究期间内未发生嘴麻、恶心呕吐、口苦、异味、头晕等不良反应; 而且不良反应发生例数显著低于对照组, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。表 6 结果提示试验组和对照组受试者在服用掩味制剂以前, 对于极苦清热类中药的焦虑评分, 差异均无统计学意义, 两组具有可比性 ($P>0.05$); 用药后试验组焦虑评分低于对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 说明新型掩味制剂可以明显降低受试者服用极苦清热类中药的焦虑情况。这与欧阳小英的研究结果相一致^[31]。表 7 对比的是试验组和对照组苦度结果的评价, 显示出试验组在服用新型掩味制剂期间, 其药物的作用持续时间、苦度降低值、达峰时间均明显高于对照组, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$); 试验组在苦度消失时间、饮水量、饮水次数均低于对照组, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$), 说明新型掩味制剂在苦度抑制方面效果更好。

其次, 表 8 结果显示, 试验组受试者对于新型掩味制剂的接受度、苦味抑制持续时间、达峰时间、剂型、成本、适用性、不良反应均较满意, 说明新型掩味制剂受试者接受度较高、作用持续时间较长、达峰时间较短、采用喷剂方式更方便快捷, 无不良反应、成本较低等优点。说明该制剂具有普遍实用性, 可用于广大青少年以上人群, 市场应用范围较广。

本研究结果表明新型掩味制剂能够较好的达到掩盖苦味的效果, 并为今后进一步研究掩味技术提供理论支持。从实践意义上来说, 本文使用口尝法、问卷调查等研究方法为后续研究提供了新颖的思路。但本项目的研究还有进步空间, 如苦度值较大药物产品, 如何调整浓度和剂量处在适合范围; 其次, 部分人群对于产品不耐受, 尤其是丁香油有 5%-10% 的比例, 如何规避这个问题; 以及人群的区分, 尤其是针对婴儿的抑苦药物研发是今后应该继续研究的问题, 这有待于进一步考证与深入探索, 希望可以为以后在该领域进一步的研究和完善指明方向。

参考文献

- [1] 姚静, 施钧瀚, 桂新景等. 中药汤剂掩味技术发展现状、存在问题及应对策略研究[J]. 中国药物滥用防治杂志, 2023, 29(10): 1726-1730.

- [2] 邓晓彬.苦味形成机理与中药苦味掩味技术的研究概况[J].中医药导报,2008(05):119-121.
- [3] 李学林,王盼盼,刘瑞新等.3种掩味剂单独或联合应用对黄柏的掩味作用探究及掩味前后化学成分的比较[J].中国实验方剂学杂志,2017,23(02):7-11.
- [4] 刘斌斌,简晖,田佳明等.中药矫味与掩味技术的研究进展及问题分析[J].中国实验方剂学杂志,2016,22(16):229-234.
- [5] 龚伟玲,王乐,刘峰等.中药矫味及掩味文献的计量学分析[J].中成药,2021,43(02):471-475.
- [6] Waleed F,Fatma F,HAAA, e al.Taste Masking Approaches for Medicines.[J]. Current drug delivery,2018,15(2).
- [7] 孙艳冬,张然然,赵源等.离子交换树脂作为药物载体的应用进展[J].中国医药工业杂志,2016,47(06):802-806.
- [8] 祝洪艳,张秋梅,王国丽等.复方板蓝根口服液矫味的模糊数学综合评价[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(07):8-10.
- [9] Maik B ,Ming G ,Shengjie F , et al. Bitter substances from plants used in traditional Chinese medicine exert biased activation of human bitter taste receptors.[J]. Chemical biology & drug design,2018,91(2).
- [10] LI L,Naini V,Ahmed S U.Utilization of a modified special-cubic design and an electronic tongue for bitterness masking formulation optimization[J].J Pharm Sci,2007,96(10):2723-2734.
- [11] 刘瑞新,张杏芬,李学林等.3种口尝评价方法用于药物苦度评价的比较[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(20):118-122.
- [12] 瞿昊宇,刘玥含,刘恒杰等.基于电子舌智能感官评定与人工口尝评价相结合的山萸萸粉粉矫味技术研究[J].亚太传统医药,2022,18(03):28-34.
- [13] 荆文光,赵小亮,张权等.基于电子舌和多成分定量技术的厚朴“苦味”药性物质基础研究[J].中国现代中药,2022,24(02):258-264.
- [14] Courtney S ,F C R . Electronic Tongue and Consumer Sensory Evaluation of Spicy Paneer Cheese.[J]. Journal of food science,2019,84(6).
- [15] Yuping H ,Yao L ,Xiaolan H , et al. The conservative management for improving Visual Analog Scale (VAS) pain scoring in greater trochanteric pain syndrome: a Bayesian analysis.[J]. BMC musculoskeletal disorders, 2023, 24(1).
- [16] E. C P ,R. C H ,April K , et al. Testing Measurement Invariance of the 7-item Social Physique Anxiety Scale [J]. Measurement in Physical Education and Exercise Science, 2023, 27 (4): 293-304.
- [17] 田友清,丁平.2020年版《中国药典》一部中药制剂质量控制项目分析[J].中成药,2023,45(07):2327-2332.
- [18] Karaman R.Prodrugs for masking bitter taste of antibacterial drugs-a computational approach[J].J Mol Model, 2013,19(6):2399-2412.
- [19] Jiale L, Conghui L ,Hui Z , et al. Preparation of Azithromycin Amorphous Solid Dispersion by Hot-Melt Extrusion: An Advantageous Technology with Taste Masking and Solubilization Effects[J]. Polymers,2022,14(3).
- [20] Alessia G ,Enrico B .Occurrence and role of umami molecules in foods.[J]. International journal of food sciences and nutrition,2012,63(7).
- [21] Ninomiya ,Yuzo . Genetic, Molecular, and Neural Approaches for the Mechanisms of Detection, Transmission, and Modulation of Sweet Taste[J].Chemical Senses,2015,40(5).
- [22] Bala R ,Badjatya S ,Madaan R .Strategies practiced to perk up oral palatability and acceptance of bitter drugs[J]. Journal of Drug Delivery Science and Technology, 2020, 56(Pt A).
- [23] Yuki K,Riko I,etal. Activation of human bitter taste receptors by polymethoxylated flavonoids.[J]. Bioscience, biotechnology, and biochemistry,2016,80(10).
- [24] Zheng R ,Emery H ,J I O , et al. Structures of the TRPM5 channel elucidate mechanisms of activation and inhibition.[J]. Nature structural & molecular biology,2021, 28(7).
- [25] Yuan G,Erhu C,David J, et al. TRPV1 structures in nanodiscs reveal mechanisms of ligand and lipid action.[J]. Nature,2016,534(7607).

- [26] Kaihua Z, David J, Yifan C. Structural snapshots of TRPV1 reveal mechanism of polymodal functionality.[J]. Cell, 2021, 184(20).
- [27] Yin Y, Wu M, Zubcevic L, et al. Structure of the cold- and menthol-sensing ion channel TRPM8[J]. Science, 2018, 359(6372).
- [28] 赵生玉, 林俊芝, 姜红, 等. 中药制剂掩味评价新方法功能性磁共振成像技术应用的前瞻性分析[J]. 中草药, 2017, 48(20): 4139-4144.
- [29] 黄茜, 季巧遇. 中药苦味物质掩味技术及应用[J]. 亚太传统医药, 2017, 13(22): 74-76.
- [30] 李学林, 陈鹏举, 桂新景, 等. 电子舌在羟丙基--环糊精抑苦规律研究中的应用[J]. 中草药, 2017, 48(20): 4235-4244.
- [31] 欧阳小英. VAS 疼痛评分结合临床护理路径在腰椎间盘突出症的应用价值分析[J]. 基层医学论坛, 2022, 26(27): 30-32.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS