

中药咸味药性表达及在临证配伍中的应用

张静雅¹, 曹 煌², 龚苏晓³, 许 浚^{1,3}, 韩彦琪³, 张铁军^{3*}, 刘昌孝^{4*}

1. 天津中医药大学, 天津 300193

2. 天津医科大学, 天津 300070

3. 天津药物研究院 中药现代研究部, 天津 300193

4. 天津药物研究院 释药技术与药代动力学国家重点实验室, 天津 300193

摘要: 对中药五味中咸味的中医药内涵、咸味药基原的分布特征以及咸味与四气、归经等药性理论的关联关系进行归纳和总结, 并对咸味味觉受体、味觉表达及物质基础研究进行阐述。最后, 概述了咸味药物配伍理论在临床上的应用, 为咸味药性理论更好地指导临床实践提供参考。

关键词: 咸味药; 药性表达; 仿生技术; 味觉表征; 物质基础; 临证配伍

中图分类号: R28 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)16-2797-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.16.002

Expression of salt-taste herbs and their applications in clinical compatibility

ZHANG Jing-ya¹, CAO Huang², GONG Su-xiao³, XU Jun^{1,3}, HAN Yan-qi³, ZHANG Tie-jun³, LIU Chang-xiao⁴

1. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China

2. Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China

3. Department of Modern Chinese Materia Medica, Tianjin Institute of Pharmaceutical Research Co., Ltd., Tianjin 300193, China

4. State Key Laboratory of Drug Delivery Technology and Pharmacokinetics, Tianjin Institute of Pharmaceutical Research, Tianjin 300193, China

Abstract: Authors summarized the connotation of traditional Chinese medicine (TCM) theory on the salty in five flavors of TCM and the distribution of base resource of salt-taste herbs. At the same time, the correlation between salt-taste and four properties, meridian, and other herb property theory was analyzed. Then, the authors elaborated the gustatory receptor, taste representation, and research of material basis of salt-taste. Finally, the authors described the clinical applications of compatibility methods of salt-taste herbs, which will provide the references to guide the clinical applications of the theory on salt-taste herbs better.

Key words: salt-taste herbs; herb property expression; bionic technique; taste representation; material basis; clinical compatibility

中药药性理论是中医药理论体系的一个重要组成部分, 是指导中医临床用药的重要依据, 亦是研究和理解历代医家用药经验和药效规律的工具。其包括四气、五味、归经、升降浮沉、有毒无毒、功效、剂量、使用禁忌以及七情、配伍、君臣佐使、药对等理论内容, 而五味理论是整个中药药性理论的核心。五味指中药有酸、苦、甘、辛、咸5类不同的药味, 五味既体现药物的实际性能, 又反映药物的临床疗效。本课题组已对辛味^[1]、酸味^[2]、苦味^[3]及甘味^[4]的药性

表达及在临证配伍中的应用进行了整理, 并提出运用现代科学技术辨识和表征五味物质基础及“药物-五味-物质-效应-功用”5要素新型研究模式^[5-6]。本文则主要对咸味中药的药性表达及在临证配伍中的应用进行论述及探讨, 以期为中药的合理用药及遣药组方提供理论依据。

1 咸味含义及功效内涵

1.1 原始含义

关于“咸”的记载可追溯到春秋战国时期, 如

收稿日期: 2016-03-11

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(81430096)

作者简介: 张静雅(1991—), 女, 硕士研究生, 主要从事中药新药研发。Tel: (022)23006843 E-mail: 1057413725@qq.com

*通信作者 张铁军 Tel: (022)23006848 E-mail: zhangtj@tjpr.com

刘昌孝 中国工程院院士。E-mail: liuchangxiao@163.com

《荀子》中载：“甘、苦、咸、淡、辛、酸奇味以口异”。《管子》：“在味者酸、辛、咸、苦、甘也”。此时“咸”指通过口尝获得的滋味。《尚书·洪范》记载：“一曰水……水曰润下……润下作咸”，最初将“咸”配属与五行之中的“水”。此后“咸”逐渐被赋予深层的涵义，《黄帝内经》将五方、五色、五气候、五时、五谷、五畜、五果、五脏、五志、五华、五走等内容与“咸”建立联系，即方北、色黑、气寒、时冬、谷大豆、畜豕、果栗、脏肾、志恐、华发、走骨，味咸^[7]。《素问·五藏生成》云：“多食咸，则脉凝泣而变色，……此五味之所伤也”。《本经》中明确指出：“药有酸、咸、甘、苦、辛五味，又有寒、热、温、凉四气……”，将“咸”味视为药物的自然属性之一，并引入药性理论中，即“咸”不仅指真实的滋味，同时被赋予了功能性内涵，可用来解释和推论药物的作用，是一种功能（性质）的体现。

1.2 功效内涵

早在《褚氏遗书》中就有“酸通骨，甘解毒，苦去热，咸导下，辛发滞”的记载。《素问·至真要大论》中有“咸味涌泄”之说。《神农本草经》云：“咸属水属阴而润下”。清·汪昂《本草备要》云：“咸者能下、能软坚”。《素问·藏气法时论》中提出“辛散，酸收，甘缓，苦坚，咸软”的理论。再结合《中药学》第 2 版^[8]，总结“咸”味的基本功效为能软、能下。

咸能软，包括软坚散结、软坚化痰及活血化瘀^[9-10]。如《神农本草经》记载：“海藻咸寒，主癭瘤气，颈下核，破散结气……”；《本草纲目》：“海石，治老痰结块，咸能软坚也”，海藻、海石等主要通过软坚散结作用用于治疗结核、癭瘤类疾病。《本草纲目》：“浮石，入肺除上焦痰热，止咳嗽而软坚，清其上源”“海蛤壳咸寒，清热利湿，化痰饮，消积聚，除血痢，妇人血结胸”，浮石、海蛤壳等主要通过软坚化痰作用用于治疗痰热咳嗽、乳房结核、颈项结核及指、臂关节附近结核。《神农本草经》：“水蛭，主治恶血、淤血，月闭，破血逐瘀”；《海药本草》：“血竭，主打伤折损，一切疼痛，补虚及血气搅刺，内伤血聚”，水蛭、血竭等主要通过活血化瘀作用来治疗血滞经闭及扑损痛瘀等证。

咸能下，指泻下、润下、逐热。如《本草纲目》：“海藻，咸能润下，寒能泄热引水，故能消癭瘤、结核、阴溃之坚聚，而除浮肿、脚气、留饮、痰气之湿热，使邪气自小便出也”。《神农本草经》：“芒硝，

除寒热邪气，逐六腑积聚、结固、留癖，能化七十二石”，常与大黄配伍治肠燥便秘，大黄味苦泻下力强，芒硝味咸软坚泻下，可以说咸味药的泻下作用主要是通过软坚而产生的。

此外还有补虚、凉血、平肝等作用，不再一一阐述。

2 咸味药的基原及药性分析

2.1 咸味药的基原

以《中国药典》2015 年版一部^[11]为依据，收载 619 种中药中有 55 种咸味药，占总数的 8.89%，纯咸味药 18 种，兼甘味 22 种，兼苦味 11 种，兼辛味 6 种，兼涩味 2 种，无兼酸、淡味中药。55 种咸味药中动物药 29 种，占 52.7%，植物药 16 种，占 29.1%，矿物药 6 种，占 10.9%，其他类 4 种（树脂及藻菌类），仅占 7.3%，可以看出咸味药主要来源于动物。入药部位主要是动物干燥体及贝壳。

2.2 咸味药的四气分布

四气指药物具有寒、热、温、凉 4 种不同的药性，反映药物对于人体阴阳盛衰、寒热变化的作用倾向。《本草纲目》记载：“夫药有温凉寒热之气，辛甘淡酸苦咸之味也。一物之内，气味兼有，一药之中理性具焉。或气一而味殊、或味同而气异。”《本草经疏》：“药有五味，中涵四气，因气味而成其性”。明朝缪希雍云：“物有味必有其气，有气斯有性”。现代药学认为，药物作用于机体后，通过五味才产生寒、热、温、凉 4 种效应^[12]。这说明味必须与气相结合来认识药性，药物的味同性不同，或性同味不同，其作用就有差异。归纳总结《中国药典》2015 年版一部所载 55 种咸味药的四气属性，以寒性最多，约占 47.3%，其次为温性，占 29.1%，平性占 20.0%，凉性占 3.6%，无热性药，说明咸味药基本上以寒性、温性、平性为主。

2.3 咸味药的归经分布

《素问·五脏生成篇》谓“肾欲咸”是五合之一；《素问·宣明五气篇》曰“咸入肾”是五入之一；《素问·至真要大论》载“夫五味入胃，各归所喜……咸先入肾”。“欲”“入”与“先入”均说明咸味对脏腑有不同程度的选择性。归纳《中国药典》2015 年版一部收载的 55 种咸味药的归经属性（表 1），可看出咸味药以入肝经最多，肾经次之。需要强调的是，统计结果咸味药以入肝经为主与传统中医药理论“咸入肾”有所出入，可能因用药实践的发展，咸味破血逐瘀消癥药多入血分，可应用于瘀血所致的各

表 1 咸味药的归经分布

脏腑	咸味药	脏腑	咸味药
肝	15	大肠	1
肺	3	膀胱	2
肾	8	小肠	0
胃	5	胆	1
心	4	心包	0
脾	2	三焦	0

科病证，尤以妇科血瘀经闭、产后瘀滞、腹痛癥瘕等证最为常用，而肝主藏血，同时肝肾同源，乙癸相生，咸味补益药在入肾经的同时，也归入肝经，故造就咸味药入肝经者多于入肾经。

2.4 咸味药的升降浮沉属性

升降浮沉指药物作用于人体后药物作用的趋向性，包含药势的趋向和其作用部位的趋向，反映出 4 种不同、两两对立的作用趋势，属定向概念^[13-14]。药物的炮制、配伍、煎法等因素可影响药物的升降浮沉之性，但并非直接的影响因素，药物的气味厚薄决定其升降浮沉作用。《素问·阴阳应象大论》载：“阴味出下窍，阳气出上窍。味厚者为阴，薄为阴之阳。气厚者为阳，薄为阳之阴……”。《素问·至真要大论》：“辛甘发散为阳，咸味涌泄为阴……”。王好古主张：“气薄者降，甘寒、甘凉、甘淡寒凉、酸温、酸平、咸平之药是也”^[15]。明代李时珍提出“酸咸无升……”。从论述可知：咸为阴，为厚味，有沉、降之性。廖斌明等^[16]统计《中药学》教材中 48 种咸味药的中药性能，其中咸味药以沉降为主，与上述理论保持一致。

2.5 咸味药的毒性分布

五味是产生毒性的物质基础，是药物中各种成分引起味感的高度概括。本文以《中国药典》2015 年版一部收录的 619 种中药为依据，探讨五味与毒性的关系（表 2），可以看出纯单味中药中辛、苦味有毒药的比例较高，酸味次之，甘、咸味又次之；而总五味药中，辛、苦味有毒药的比例依然较高，但较纯单味中药有所降低，咸味次之，酸、甘味又次之，说明药物的毒性主要来自辛、苦味，尤以辛味最多。对于毒性比例居中的咸味药而言，55 种中药中只有蕲蛇、金钱白花蛇、土鳖虫、水蛭、猪牙皂、大皂角 6 种药具有不同程度的毒性。

表 2 五味与毒性的关系

味分组	药味数	有毒味数	占比/%
纯味 辛	81	21	25.9
苦	101	20	19.8
甘	90	2	2.2
酸	6	1	16.7
咸	18	1	5.6
总味 辛	231	50	21.6
苦	317	48	15.1
甘	238	9	3.8
酸	42	3	7.1
咸	55	6	10.9

3 咸味的表达研究

3.1 咸味的味觉受体

咸味是哺乳动物口腔内味觉器官的化学感受系统对矿物质和无机盐的感知^[17]。研究表明^[18-19]咸味信号传导机制分为 2 类，特异性响应（阿米洛利抑制类）和非特异性响应（阿米洛利非抑制类），因阿米洛利既可以抑制味觉细胞对 NaCl 的响应，也可在其高浓度状态下无法完全抑制对 NaCl 的响应。如上皮型钠离子通道（epithelial Na⁺ channel, ENaC）通过 Na⁺内流激活味觉细胞，阿米洛利抑制味觉细胞上的 ENaC 后识别钠盐^[20-21]，属特异性响应传导机制。

目前已发现咸味受体有 ENaC^[22]和辣椒素受体的非选择性阳离子通道（transient receptor potential vanilloid1, TRPV1）^[23]2 类，其中 ENaC 是阿米洛利敏感咸味的受体，且只对低浓度 NaCl 响应，被阿米洛利抑制，包括 α 、 β 和 γ 3 个亚基^[24]，分别在舌的轮廓乳头（舌后）、叶状乳头（舌两侧边缘）和菌状乳头（舌前）的受体细胞（TRC）中表达，其中 ENaC α 产生阿米洛利敏感的 Na⁺电流，而 ENaC β 联合 ENaC γ 共同作用后可使 Na⁺电流增强 100 倍左右^[25]。而 TRPV1 是阿米洛利非敏感性咸味受体，对 Na⁺无选择性，对 K⁺、NH₄⁺有响应，主要在背根神经节和三叉神经节的小型神经元中表达^[26]。可以说，咸味主要通过离子通道即一种能使钠离子在细胞内外穿梭的蛋白进行感受。

3.2 咸味的味觉表征

咸味是中性的盐呈现出来的特殊味感，与盐解离出的离子关系密切。中性盐解离的正离子易被味觉

感受器中蛋白质的磷酸或羟基吸附而呈现出咸味，主要是铵离子、碱金属及碱土金属离子，属于定味基；而负离子则影响咸味的强弱和副味，常是硬碱性的负离子（如 Cl^- ），属于助味基^[27]。在中性盐中，正负离子半径均小的盐有咸味（如 KCl 、 NaCl ）；半径大的盐有苦味（如 RbI 、 CsCl ）；介于二者之间的盐则呈咸苦味（如 CaCl_2 、 RbCl ）^[28]。对于咸味最为纯正的 NaCl 而言，其味也与浓度有关，在极稀浓度下有微甜味，在质量浓度较大（ $\geq 250 \text{ mg/L}$ ）时则呈现出纯咸味。

上述表征方法虽有一定评价标准，但存在一定局限性，不适用于中药药味的现代化研究。近年来，电子舌技术（味觉指纹技术）通过识别液体“味道”模拟人体味觉器官可分析和检测与化学物质相对应的味道^[29]，已逐渐被用于中药药味的表征。如杜瑞超等^[30]运用电子舌技术通过主成分分析（PCA）区分了 22 种不同滋味的药材，但咸味药 PCA 图上石决明、牡蛎、芒硝、海螵蛸与氯化钠却被归为 2 组，且 2 组之间无干扰，可能与样品浓度有关，其电子舌的响应规律还需进一步研究。本课题组拟以氯化钠、奎宁、蔗糖、醋酸作为咸、苦、甘、酸味的标准物质，利用电子舌检测这 4 种标准物质的不同浓度样品，再通过独立建模分析（SIMCA）、判别因子分析（DFA）等统计分析方法对检测数据进行分析，建立不同滋味的区域，再将未知样品检测数据投影到此模型中，旨在可更加直观地判定未知样品的滋味。

3.3 咸味物质基础研究

中药之所以有各种不同的药味，往往与其所含的化学成分有一定的联系。现代研究表明，咸味药多含有无机盐和矿物质，糖类、有机酸、蛋白质、氨基酸等也占有一定比例^[10,31]。如海蛤壳、海浮石等含有碳酸钙；芒硝含有硫酸钠、氯化钠及硫酸钙；生牡蛎含碳酸钙及硫酸钙^[32]；紫河车、鹿茸、冬虫夏草含蛋白质；玄参含糖类、氨基酸；昆布含多糖、藻胶酸、氨基酸等。微量元素不仅是中药的基本成分，亦是中药性效量化、判定功效的物质基础，其量与中药性味有关^[33-34]。龚跃新等^[35]研究发现咸味药中 Zn 平均量显著高于辛、甘、酸味药，而 Cu、Fe 平均量显著高于苦味药。李心河等^[36]研究发现，Zn、Al、Ca、Co、Li、Fe、Na、Mo、Ge、Cd、Pb 等 24 种微量元素的平均量在咸味药与非咸味药之间存在显著性差异。王健等^[37]研究发现咸味药中

Zn、Cu、Fe 等 11 种微量元素的总量明显高于甘、苦、酸、辛味药，同时 Zn、Na、Fe 平均量较高，而 Li 较低。现代药理学认为高 Zn、高 Na、高 Fe、低 Li 是咸味药的本质属性或元素谱征，是咸味药的突出特征^[12]。

4 咸味药性理论在临证配伍中的应用

咸味药治疗疾病有其独特的配伍应用，如“咸下苦寒”“咸寒甘寒”“酸咸涌泄”“咸寒辛散”“咸寒辛苦”“咸软苦泄”“咸寒苦甘”等均在临床应用时发挥显著的治疗效果，也是中医辨证用药的精髓所在。本文则简单概述咸味药在临证配伍中的应用。

4.1 咸味药在消化系统疾病中的应用

对于便秘证属“脾肾阳虚”者，可用济川煎，方中肉苁蓉咸温润降、补肾益精；枳壳辛、苦，温，理气健脾、宽中下气，“咸温辛苦”配伍共达补肾润下之效^[38]。证属“阳明燥热”者，可用调胃承气汤，方中芒硝咸寒，润燥软坚；大黄苦寒，泄热除实，“咸软苦泄”共奏泄热通便之效^[39]。证属“热结阴亏”者，可用增液承气汤，方中玄参咸，润滋肾阴；芒硝咸寒，软坚润燥；生地甘凉滋阴，大黄苦寒荡涤积热，“咸寒苦甘”配伍共达泄热通便、滋阴补液之效^[40]。此外，咸味药的合理配伍也可用于治疗肠梗阻、急性胰腺炎、胃脘痛、胃及十二指肠溃疡等消化系统疾病^[41]。

4.2 咸味药在妇科疾病中的应用

乳腺增生症属中医“乳癖”范畴，郁怒伤肝、肝郁气滞、气滞血瘀；劳倦忧思、脾失健运、痰湿内蕴等因素均为其发病机制。《外科正宗》记载的海藻玉壶汤已在临床上用于治疗乳腺增生症^[42]，方中海藻、昆布咸寒软坚散结化痰，配伍当归、川芎、独活辛温活血通络，“咸寒辛散”共达软坚散结、化痰、行气、消散癥瘤之效。《金匱要略》记载的大黄蟪虫丸在临床上对此病也有较好的治疗效果^[43]，方中蟪虫、水蛭等咸寒软坚、化痰、消积，配伍地黄、芍药等药滋阴养血、酸甘化阴、润养血脉，“咸寒辛散，酸甘化阴”共达破瘀消痈、活血通络之效。此外，咸味药的合理配伍在临床上也可用于治疗更年期综合征、乳腺癌、经闭、崩漏等妇科病。

4.3 咸味药在免疫系统疾病中的应用

系统性红斑狼疮属中医“痹证”范畴，分为阴虚内热型和热毒炽盛型，是一种自身免疫性慢性炎症结缔组织病。《温病条辨》记载的青蒿鳖甲汤对轻中度系统性红斑狼疮有较好的治疗效果^[44]，方中鳖

甲咸寒养阴清热、滋补肝阴，青蒿苦寒清热凉血、透邪外出，配伍生地、丹皮、知母共达清热生津、养阴透热之效。《备急千金要方》记载的犀角地黄汤在临床上用于治疗热毒炽盛型系统性红斑狼疮^[45]，方中水牛角咸寒清热凉血解毒，生地甘寒养阴清热、凉血止血，助水牛角清解血分热毒，全方配伍共达清热解毒、凉血化斑之效。此外，咸味药的合理配伍也可用于治疗荨麻疹、银屑病等免疫系统疾病。

4.4 其他

咸味药的合理配伍在临床上对于心血管疾病、神经衰弱、失眠、肝炎、脑炎、急性中风、颈椎病、发热等疾病均有一定治疗效果，不再一一阐述。

5 结语及展望

“咸”为中药五味之一，具有能软、能下等功效。本文主要总结归纳了《中国药典》2015 年版一部中咸味药的基原、咸味在四气、归经、升降浮沉及毒性理论的分布特征；论述了咸味味觉受体、味觉表达及其物质基础研究，最后概述了咸味药性理论在临证配伍中的运用。后期，本课题组拟制定咸味中药药性研究方案，基于“药物-五味-物质-效应-功用”五位一体的现代中药药味物质基础与应用转化研究，以“性效关联”“药证相关”为准则，在可控范围内坚持药性理论的完整性，注重现代新技术、新方法的应用，突破创新，采用多学科交叉及多元化因素的关联性研究手段，即采用系统化学分离分析技术对咸味药进行化学物质组拆分，再应用现代仿生技术电子舌对物质组群进行味觉表征以界定性味组分和非性味组分，同时采用代谢组学、网络药理学、血清药物化学及药动学等多学科交叉评价手段界定药效组分和非药效组分，再进一步采用系统化学分离、HPLC-MS、NMR 等方法，明确咸味药的化学物质基础构成，再应用分子对接技术从分子水平阐释咸味的物质基础及表达原理，在一定程度上揭示咸味中药药性理论，解释、还原其科学内涵。

参考文献

[1] 孙玉平, 张铁军, 曹 煌, 等. 中药辛味药性表达及在临证配伍中的应用 [J]. 中草药, 2015, 46(6): 785-790.

[2] 曹 煌, 张静雅, 龚苏晓, 等. 中药酸味的药性表达及在临证配伍中的应用 [J]. 中草药, 2015, 46(24): 3617-3622.

[3] 张静雅, 曹 煌, 许 浚, 等. 中药苦味的药性表达及在临证配伍中的应用 [J]. 中草药, 2016, 47(2): 187-193.

[4] 张静雅, 曹 煌, 许 浚, 等. 中药甘味的药性表达及在临证配伍中的应用 [J]. 中草药, 2016, 47(4): 533-539.

[5] 刘昌孝, 张铁军, 何 新, 等. 活血化瘀中药五味药性功效的化学及生物学基础研究的思考 [J]. 中草药, 2015, 46(5): 615-624.

[6] 张铁军, 刘昌孝. 中药五味药性理论辨识及其化学生物学实质表征路径 [J]. 中草药, 2015, 46(1): 1-6.

[7] 张 卫. “五味”理论溯源及明以前中药“五味”理论系统之研究 [D]. 北京: 中国中医科学院, 2012.

[8] 高学敏. 中药学 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2002.

[9] 陈震宏. 试论咸味药的软坚作用 [J]. 上海中医药杂志, 2013, 47(12): 65.

[10] 吴建新, 严永清. 药物的酸味、咸味与归经、作用及化学成分的关系 [J]. 现代应用药学, 1988, 5(1): 3-6.

[11] 中国药典 [S]. 一部. 2015.

[12] 刘 群, 杨晓农. 中药四气五味的现代认识 [J]. 西南民族大学学报: 自然科学版, 2006, 32(5): 981-985.

[13] 苗彦霞. 升降浮沉药性理论发微 [J]. 陕西中医, 2007, 28(5): 597-598.

[14] 于 虹, 刘 逸. 升降浮沉理论对临床用药的指导意义 [J]. 天津中医药大学学报, 1997, 16(2): 4-5.

[15] 秦修成, 张 亮, 姚瑞华, 等. 中药升降浮沉理论的源流与发展 [J]. 山东中医杂志, 2000, 19(10): 625-626.

[16] 廖斌明, 赖昌生. 咸味中药性能及功效特点的计算机分析 [J]. 湖南中医杂志, 2015, 31(6): 145-147.

[17] 张 敏, 魏书磊, 刘振辉. 哺乳动物的味觉受体及其介导的信号途径研究进展 [J]. 鲁东大学学报: 自然科学版, 2012, 28(2): 160-166.

[18] Miyamoto T, Fujiyama R, Okada Y, *et al.* Acid and salt responses in mouse taste cells [J]. *Prog Neurobiol*, 2000, 62(2): 135-157.

[19] Yoshida R, Horio N Y, Yasumatsu K, *et al.* NaCl responsive taste cells in the mouse fungi form taste buds [J]. *Neuroscience*, 2009, 159(2): 795-803.

[20] Gilbertson T A, Damak S, Margolske R F. The molecular physiology of taste transduction [J]. *Curr Opin Neurobiol*, 2000, 10(4): 519-527.

[21] Eylam S, Spector A C. Taste discrimination between NaCl and KCl is disrupted by amiloride in inbred mice with amiloride-insensitive chorda tympani nerves [J]. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2005, 288(5): 1361-1368.

[22] Kretz O, Barbry P, Bock R, *et al.* Differential expression of RNA and protein of the three pore-forming subunits of the amiloride-sensitive epithelial sodium channel in taste buds of the rat [J]. *J Histochem Cytochem*, 1999, 47(1): 51-64.

- [23] Vijay L, Heck G L, Vinnikova A K, *et al.* The mammalian amiloride-insensitive non-specific salt taste receptor is a vanilloid receptor-1 variant [J]. *J Physiol*, 2004, 558(Pt1): 147-159.
- [24] Shehata M F. Regulation of the epithelial sodium channel [ENaC] in kidneys of salt-sensitive Dahl rats: insights on alternative splicing [J]. *Int Archiv Med*, 2009, 2(1): 24.
- [25] 李燕, 刘清君, 徐莹, 等. 味觉传导机理及味觉芯片技术研究进展 [J]. *科学通报*, 2005, 50(14): 1425-1433.
- [26] Pedersen S F, Owsianik G, Nilius B. TRP channels: An overview [J]. *Cell Calcium*, 2005, 38(3/4): 233-252.
- [27] 毛羽扬. 咸味、鲜味和咸鲜调味平台的建立 [J]. *中国调味品*, 2001(12): 25-27.
- [28] 曾广植, 魏诗泰. 酸味、咸味和鲜味的化学 [J]. *中国调味品*, 1982(2): 7-12.
- [29] 刘瑞新, 吴子丹, 李学林. 电子舌在药学领域的应用 [J]. *中药与临床*, 2011, 2(5): 61-64.
- [30] 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.
- [31] 于培明, 田智勇, 陈随清. 咸味药的药性理论及其配伍探讨 [J]. *国医论坛*, 2005, 20(1): 48-49.
- [32] 殷健. 中药五味的化学药理学原理 [A] // 医药导报第八届编委会成立大会暨 2009 年度全国医药学术交流会和临床药学与药学服务研究进展培训班论文集 [C]. 北京: 中国药理学会, 2009.
- [33] 秦俊法, 陈磐华. 中国的中药微量元素研究 I. 微量元素: 一切中药的基本成分 [J]. *广东微量元素科学*, 2010, 17(11): 1-18.
- [34] 秦俊法. 中国的中药微量元素研究 III. 微量元素: 中药性效量化的物质基础 [J]. *广东微量元素科学*, 2011, 18(1): 1-10.
- [35] 龚跃新, 张恨海. 中药的性味与微量元素的关系探讨 [J]. *新疆中医药*, 1990, 9(44): 50.
- [36] 李心河, 刘少平, 高海青, 等. 313 种中药 35 种无机元素含量的研究 [J]. *山东医科大学学报*, 1994, 32(2): 174-179.
- [37] 王健, 黎晓敏. 368 味兽用中药材的性味, 归经, 毒性与 11 种元素含量关系的研究 [J]. *畜牧兽医学报*, 1997, 28(1): 90-96.
- [38] 徐冉. 济川煎加减治疗脾肾阳虚型便秘 60 例 [J]. *中国中医药现代远程教育*, 2011, 9(11): 33.
- [39] 张保国, 刘庆芳. 调胃承气汤实验研究与临床新用 [J]. *中成药*, 2012, 34(12): 2408-2411.
- [40] 尹艳芬, 周晋华. 增液承气汤临床研究进展 [J]. *中国中医药现代远程教育*, 2014, 12(16): 163-164.
- [41] 罗眈, 贺又舜. 论咸味药在脾胃病的应用 [J]. *四川中医*, 2010, 28(2): 50-53.
- [42] 郝福明, 李寿亭. 海藻玉壶汤外科临床应用 [J]. *内蒙古中医药*, 2001, 20(S1): 53.
- [43] 胡静, 赵丽红, 王颖. 大黄蟪虫丸合逍遥丸治疗乳腺增生症 50 例 [J]. *现代中西医结合杂志*, 2009, 18(29): 3595-3596.
- [44] 游越, 汲泓. 青蒿鳖甲汤加减配合西药治疗轻中度系统性红斑狼疮 82 例 [J]. *实用中医内科杂志*, 2011, 25(10): 26-27.
- [45] 陈倩倩. 犀角地黄汤化裁治疗系统性红斑狼疮 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2008.