Image by freepik on Freepik

化学与味觉

——解密酸甜苦辣咸鲜其四：辣

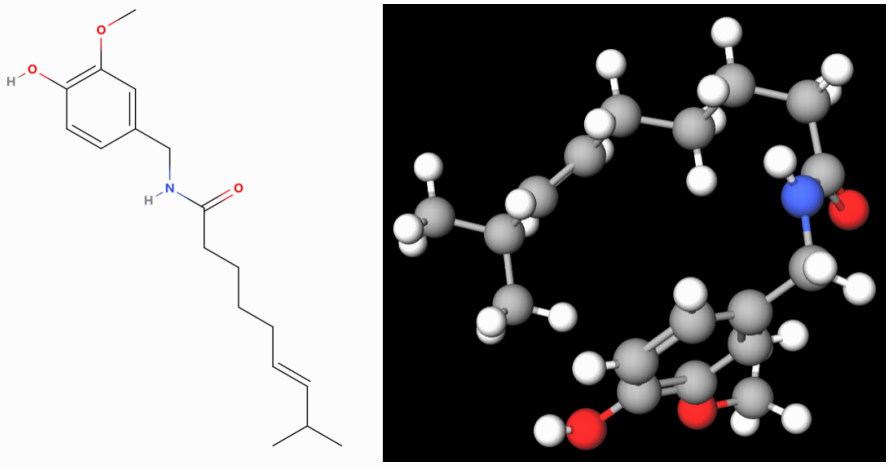
作者：何文绚；Email: 736030493@qq.com

在我们生活中，很多人无辣不欢。俗语云：四川人不怕辣，湖南人怕不辣，贵州人辣不怕。然而，辣味并不是科学意义上的味觉，而是一种痛觉。辣椒带来的辛辣和灼烧感，许多人因此会感到兴奋和愉悦。这种刺激感不仅能够激发食欲，还能在一定程度上带来心理上的满足感。辣在我国各地饮食文化中占据重要地位，如重庆火锅（图 1）、湖南辣椒炒肉、四川麻婆豆腐、南昌炒米粉和贵州酸汤鱼等，已经成为了许多人饮食中不可或缺的一部分。因此，辣味不仅存在于我们的舌尖，更深深融入到人类文化与生活中。

【图 1】辣的代表：辣椒与火锅（图片来源于 unsplash 网站）

辣味的来源

辣味的来源主要归因于辣椒中的活性成分——辣椒素，化学名反式 -8- 甲基 -N- 香草基 -6- 壬烯酰胺（图 2）。辣椒素的分子结构由 3 个关键部分组成：香草基、酰胺基和脂肪酸链 [1]。该分子的疏水尾部和含有 3- 甲氧基 -4- 羟基苯环的头部结构使其具备高生物活性，正是这种结构使其在与辣味受体结合时表现出强烈的辣感。辣椒素属于脂溶性酚类化合物，其熔点为 65 ℃，在 1.33 Pa 下的沸点为 210~220 ℃，具有较高的挥发性。



【图 2】辣椒素的分子结构与 3D 模型（图片来源于 MolView 网站）

辣味的感知是通过辣椒素与人体内一种被称为香草素受体亚型 1（TRPV1）的跨膜受体结合来实现的 [2]。TRPV1 受体在热、质子或物理刺激下会打开通道，允许阳离子流入细胞，导致神经元的去极化，从而产生动作电位。辣椒素分子与 TRPV1 受体结合后，引发的感知被描述为烧灼感或“辣味”，类似于身体受到高温或擦伤后的感受（图 3）。由于 TRPV1 离子通道对辣椒素的特殊反应性，这种灼烧感会相对持续。辣椒素的感知还会引发一系列生理反应，包括通过支气管 C 纤维释放神经肽诱导支气管收缩。身体将辣椒素的作用误解为受伤信号，导致炎性反应。尽管辣椒素并不直接引起组织损伤，但长期暴露于高浓度下可能会导致组织炎症和损伤。

温度、分散介质和其他感官刺激也会影响辣味的感知[4-6]。持续的辣椒素刺激会导致 TRPV1 钝化，降低对辣味的敏感性，称为脱敏作用。而短时间内之前的刺激增强了后续的敏感性，称为增敏作用。高油脂食品可能减轻辣味，因为辣椒素溶解于油脂后，难以接触并激活 TRPV1 受体。

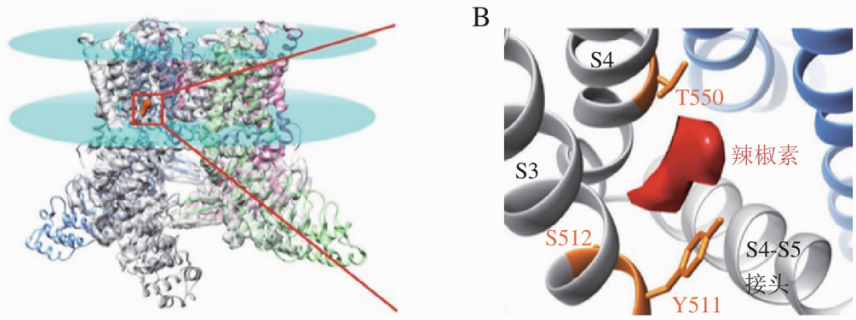
从进化生态学角度看，辣椒素的存在对植物繁殖具有保护意义。辣椒植物的种子常由鸟类散播，而鸟类的 TRPV1 受体对辣椒素不敏感，因此感受不到辣味；相对地，哺乳动物的 TRPV1 受体则对辣椒素敏感，会产生明显的灼烧感，从而避免其食用辣椒果实。鸟类食用辣椒后，其消化系统不会损害辣椒种子的发芽能力，从而有助于辣椒的繁殖和传播。相较之下，哺乳动物在食用过程中会咀嚼和破坏种子，这对植物的生存和繁衍不利。此外，辣椒素还能作为抗真菌剂，抑制对辣椒种子有害的镰刀霉菌的生长，从而进一步增强种子的生存能力。

辣味的评价

辣味的评价标准中，斯科维尔感官测试（Scoville Organoleptic Test）是历史最悠久且具有代表性的方法。此测试由美国药剂师威尔伯·斯科维尔于 1912 年创建，旨在为辣味提供一种定量评估的手段。这一方法基于人类味觉的敏锐度，将辣椒的辣度以“斯科维尔热单位”（Scoville heat units，SHU）表示，为科学家和辣椒爱好者提供了一个统一的衡量尺度。在斯科维尔感官测试中，辣味物质首先被制成粉末，溶解在酒精和水的混合物中，并添加糖浆以帮助控制味觉的刺激强度。溶液随后按照特定比例进行逐级稀释，再提供给受试者品尝。品尝者的任务是识别出辣味的存在。辣味物质在稀释到一定程度后，当辣味变得无法察觉时，所需的稀释倍数即成为该物质的辣度。例如，若某一辣椒的溶液需稀释至 5 万倍后才能令品尝者感受不到辣味，则该辣椒的辣度即为 50000 SHU。

虽然这种方法为辣味评价提供了基础标准，但由于依赖于主观品尝者的味觉反应，存在个体差异和感知敏感度的偏差。因此，在现代辣度测量中，斯科维尔感官测试逐渐被精确度更高的高效液相色谱法（HPLC）所替代[7-10]。HPLC 通过分析辣椒素类物质的含量直接计算辣度，无需依赖人类的主观体验，能更加准确地量化辣度。此外，HPLC 数据可转换为 SHU 单位，使其与传统的斯科维尔测试结果相对应，既满足了精确性要求，又尊重了传统衡量标准的应用。

高效液相色谱法利用不同化合物在液体中的分离特性，通过色谱柱和检测器，实现对辣椒素类物质的定量分析。通常操作如下：首先，提取辣椒样品中的辣椒素类物质。然后，将提取物注入高效液相色谱仪，通过色谱柱分离辣椒素类物质。最后，使用检测器检测辣椒素的含量，计算其浓度。这一方法结果不受人类



【图 3】(A) 冷冻电子显微镜下观测的大鼠 TRPV1 高分辨率结构及 (B) 辣椒素结合袋的放大视图[3]

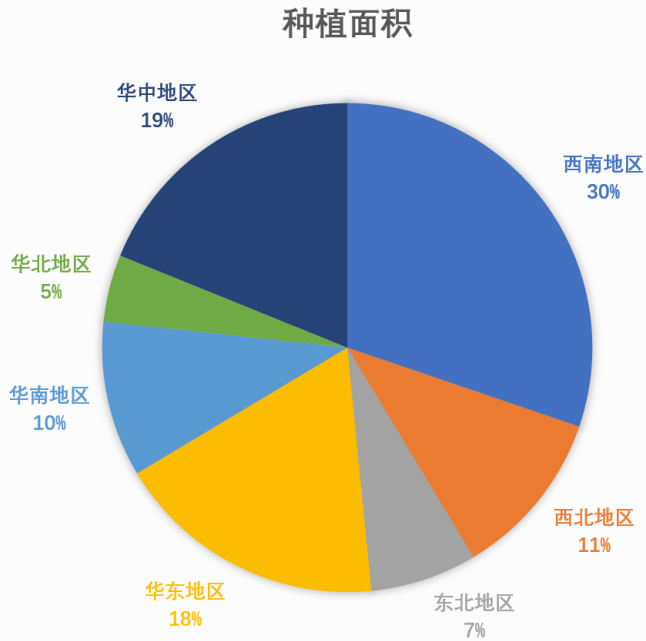
感知影响，更加客观，可用于各种辣椒及其制品的辣度测量。例如，华南农业大学研究人员通过 HPLC 测定小米辣辣椒素和二氢辣椒素的含量，结果显示在花后 19~25 天辣椒素含量最高，达到 11.418 mg/g，在果肉中最高达 0.780 mg/g [11]。武汉轻工大学研究人员通过 HPLC 法测定 6 种辣椒的辣度，分别为 3.91×10^4、4.04×10^4、4.42×10^4、5.84×10^4、9.39×10^4、3.67×10^4 SHU [12]。

辣椒与中国

辣味的体验主要源于辣椒素的作用，这种化合物通过刺激神经末梢引发灼烧感，产生独特的辣味体验。尽管辣椒并非中国本土植物，但作为日常生活中最常见的辣味来源，辣椒在中国饮食文化中占据了举足轻重的地位 [13]。辣椒原产于南美洲玻利维亚的半干旱地区，数千年来通过鸟类传播逐渐扩展至北美洲。16 世纪，辣椒伴随大航海时代传入欧洲，并通过欧亚航线由西班牙和葡萄牙带入亚洲和中国，成为中国广泛种植和食用的作物之一。辣椒（图 4）在中国已有 400 余年的历史，在传播过程中逐渐形成了不同的地方名称和多样的地方风味。

辣椒在中国的传播以南北两大中心为主，分别为北方的陕西、河北、山东和南方的福建、广东、台湾。其后，中国逐步形成了广泛的辣椒种植区域，如表 1。至 2022 年，辣椒种植已涵盖全国 28 个省（区、市），总种植面积达 223 万公顷，产量约 6400 万吨，干辣椒产量为 290 万吨，总年产值超过 2700 亿元（图 5）[14]。辣椒产业现已成为中国农业经济的重要组

【图 4】不同种类的辣椒（图片来源于 unsplash 网站）



【图 5】2022 年我国辣椒种植区域分布 [14]

成部分，带动了相关地区的农产品经济发展。

从地理分布来看，长江流域以其适宜的气候和丰富的水资源成为中国辣椒种植的重要区域，面积达 75.24 万公顷，占全国总面积的 33.7%。这里温暖湿润的自然条件极为适合辣椒生长，人口密集、市场需求旺盛，也进一步促进了辣椒种植的规模化。以云南、贵州、四川为代表的西南地区则因其独特的气候环境，成为中国最大的辣椒产区，种植面积约占全国总面积的 30.23%。贵州省尤其突出，2022 年辣椒种植面积达全国的 16.21%，种植单生朝天椒和线椒等品种，为国内辣椒市场提供了丰富的原料供应。在华中地区，辣椒种植面积占全国的 18.85%，而华东地区则占 17.97%。此外，新疆、内蒙古等西北地区的辣椒种植面积达 24.9 万公顷，占全国的 11.17%。新疆作为全球最大的色素辣椒种植基地，其色素辣椒种植面积达3.3万公顷，为食品、医药等行业提供了丰富的天然色素资源。内蒙古的开鲁县是北方最大的干辣椒生产基地，占该地区辣椒种植的 78.3%。

表 1 中国辣椒主要产区及对应的辣椒品种

辣椒主产区	省（自治区、直辖市）	主要品种
华南主产区	四川省、重庆市、贵州省、云南省、湖南省、江西省、湖北省等	线椒、干椒、朝天椒、薄皮泡椒、羊角椒等
北方主产区	山东省、河北省等	牛角椒、大果型黄皮椒、厚皮甜椒等
西北主产区	甘肃省、新疆维吾尔自治区、陕西省等	加工干椒、大果型螺丝椒、厚皮甜椒等
东北主产区	东北三省（辽宁省、吉林省、黑龙江省）、宁夏回族自治区、内蒙古自治区等	厚皮甜椒、粗黄绿皮尖椒、麻辣椒、沈椒等

辣味与文化

了解了辣味的化学原理后，我们接下来将探讨辣味在中国及其他国家的文化背景。辣味不仅仅是一种味觉体验，也在生活中赋予了更多的文化色彩。在中国，辣味有着广泛的地域文化特色，四川、湖南和贵州等地是著名的嗜辣地区。在川菜文化中，辣椒是不可或缺的元素。例如麻婆豆腐，辣味与花椒的麻味相结合，反映出四川地区湿热的气候特点。人们通过食用辣味食物来祛湿驱寒，在湖南，湘菜以辣著称，剁椒鱼头是其代表性菜肴。

除了中国，印度和墨西哥也对辣味十分喜爱（图 6）。

印度是一个对辣味有着独特热爱的国家。印度菜肴中大量使用各种辣椒和香料，如咖喱中就常常包含多种辣味香料的组合。印度的辣味文化与其湿热气候、宗教信仰和传统医学密切相关。在湿热环境下，辣味能够促进出汗，帮助人体散热，调节体温，成为应对气候挑战的天然

选择。此外，辣椒素具有抗菌特性，在热带高温高湿的环境中能够延长食物的保鲜时间，这一功能使得辣椒在印度饮食中广泛应用。印度的宗教信仰和哲学思想对辣味文化的形成亦有深远影响。印度的主要宗教如印度教和佛教，倡导以植物性食材为主的饮食习惯，而辣椒作为一种能够显著提升食物风味的植物性调料，在素食文化中扮演了重要角色。此外，在阿育吠陀医学理论中，辣椒的“热性”被认为能够平衡体内的能量系统，激发消化火，增强食物的营养吸收。辣味因此不仅是一种味觉享受，还被赋予了促进健康的功能。

墨西哥是辣椒的发源地，其辣味文化扎根于古老的玛雅和阿兹特克文明。作为饮食中不可或缺的元素，辣椒在墨西哥文化中不仅是一种调味品，更是一种象征性的存在。古代玛雅人和阿兹特克人将辣椒视为神圣的祭品，用于宗教仪式中象征火焰和力量。直到今天，墨西哥的辣味仍具有仪式感，代表着激情与生命力。墨西哥菜以辣椒为核心调料，例如墨西哥卷饼（Taco）中常常加入各种辣椒制品。墨西哥人对辣椒的热爱体现在日常生活、节日庆典等各个方面，辣椒节等活动展示了他们对辣椒文化的传承和弘扬。墨西哥的辣味文化与其民族认同密切相关。在墨西哥人眼中，辣味不仅是一种味觉体验，更是一种民族精神的象征，体现了他们对生命热情和热烈个性的表达。

【图 6】咖喱和墨西哥卷饼（图片来源于 unsplash 网站）

在中国文化中，辣椒因其外形鲜艳的红色以及味蕾上强烈的刺激，常被用来隐喻干练、果断、泼辣的性格。例如，在《红楼梦》中，王熙凤被称为“凤辣子”，这是对她爽朗果断性格的一种隐喻。这种隐喻不仅体现在文学作品中，还在日常生活中广泛使用。例如，“辣妹子”一词常用来形容性格直爽、热情奔放的女性。

辣味还在文化审美上形成了独特的风格。例如，我们把艺术品表现出的刚劲犀利之风，称为“老辣”，如宋代刘克庄评赵戣的歌行“悲愤慷慨，苦硬老辣”。言辞老练，举重若轻，更兼一针见血，便是“老辣”。辣味的文化隐喻还体现在语言表达中。例如，“辣手催花、心狠手辣”等词在中国文化中常用来形容坏人。这种语言表达不仅丰富了汉语的词汇，还反映了人们对辣味的文化认知。

结语

辣味作为一种独特的味觉体验，不仅在饮食中扮演重要角色，还在不同文化中具有丰富的

文化属性。它不仅是地域文化的象征，同时还承载着文化传承和创新的意义。辣味的文化属性不仅丰富了人类的饮食文化，也促进了文化的交流与融合，对人们的社会身份、健康以及生活方式产生了深远的影响。你认为辣味在不同文化中的象征意义有何共通之处？又有何不同？

参考文献

[1] 王光正. 辣椒素通过TRPV4调控猪肠上皮细胞Ca^{2+}内流抑制TGEV感染的机制研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2024.

[2] 熊宇. TRPV1配体辣椒素酯通过Hippo通路调节脂肪源性间充质干细胞的功能[D]. 南昌: 南昌大学, 2024.

[3] 王梓璇, 王童童, 王敏, 等. 辣味感觉的产生及其调控机制研究进展[J]. 食品科学, 2023, 44(9): 367-373.

[4] 范智义, 王俏君, 邓维琴, 等. 辣椒素类物质辣味的研究进展[J]. 食品科学, 2023, 44(7): 363-371.

[5] 韩新奇, 丛琳, 解笑宇, 等. 不同微生物菌剂对辣椒生长、品质及产量的影响[J]. 蔬菜, 2024(9): 34-38.

[6] 王楠艺, 付文婷, 孙思思, 等. 辣椒品质的综合评价方法及影响辣椒品质的关键气象因子[J]. 江苏农业学报, 2024, 40(8): 1483-1492.

[7] 曾昱, 陈季旺, 王欣欣, 等. 辣椒油树脂乳液在卤鸭脖中的应用研究[J]. 武汉轻工大学学报, 2024, 43(05): 41-49.

[8] 郝蔚. 高效液相色谱法测定辣椒制品中辣椒素含量及辣度差异性分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15(18): 306-312.

[9] 成璐瑶, 温雅君, 石文婷, 等. QuEChERS结合HPLC检测辣椒及其制品中天然辣椒素、二氢辣椒素和合成辣椒素[J]. 食品科学, 2025(2): DOI:10.7506/spkx1002-6630-20240602-001.

[10] 郑莎莎, 杨兰英, 令狐曼曼, 等. 辣椒酸的营养物质及滋味形成研究进展[J]. 食品科技, 2024, 49(8): 89-93.

[11] 吴奕敏, 李光光, 杨崇, 等. 小米辣辣椒素类物质含量测定[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(5): 52-56.

[12] 王茹, 陈季旺, 黄迪, 等. 酱卤鸭制品辣椒辣度分析方法的研究[J]. 武汉轻工大学学报, 2016, 35(3): 13-19, 24.

[13] 邹学校, 朱凡. 辣椒的起源、进化与栽培历史[J]. 园艺学报, 2022, 49(6): 1371-1381.

[14] 乔立娟, 赵帮宏, 宗义湘, 等. 我国辣椒产业发展现状、趋势及对策[J]. 中国蔬菜, 2023(11): 9-15.