

The background of the cover is a painting of a forest path. The path is a narrow, light-colored trail that leads from the bottom right towards the center of the image. On either side of the path are trees with green foliage and some trees with bright red flowers. The upper half of the image is dominated by a dense canopy of yellow and orange leaves, suggesting autumn. The overall style is impressionistic, with visible brushstrokes and a warm, golden light filtering through the trees.

食品风味物质 的 研究方法

王丽霞 编著

中国林业出版社

食品风味物质的研究方法

王丽霞 编著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品风味物质的研究方法/王丽霞编著. —北京: 中国林业出版社, 2011. 6
ISBN 978-7-5038-6226-7

I. ①食… II. ①王… III. ①食品风味—研究 IV. ①TS971

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 114992 号

出 版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

网 址: lycb.forestry.gov.cn

电 话: (010) 83223051

发 行: 中国林业出版社

印 刷: 北京顺诚彩色印刷有限公司

版 次: 2011 年 6 月第 1 版

印 次: 2011 年 6 月第 1 次

开 本: 170mm × 240mm

印 张: 10.5

字 数: 180 千字

定 价: 28.00 元

序 言

中华美食素以色、香、味、型俱佳而闻名于世，而风味堪称美食灵魂。中国菜好吃就是因为其有味道，那么构成这个味道的食品风味物质究竟是什么呢？食品科学家和食品工艺学家常把提高和改善食品风味作为食品质量最重要的手段之一，然而与发达国家相比，我国在食品风味物质的研究与相关产品的研发方面还存在很大的差距，要缩小这方面的差距，跟上新产品开发的趋势，就需要加强食品风味物质研究方面的人才培养。

随着生活水平的提高，人们对食品风味的要求不断提高，食品风味物质究竟是什么？这些物质在加工贮藏过程中可能会发生什么变化，如何创造条件使食品风味更佳，又如何采取相应措施避免或延缓不利因素的出现等，是现代食品研究要着力加以解决的重要课题。同时，研究食品风味物质的形成及其在加工贮藏过程中的变化规律，可以使我们在享受美味的同时充分感受到科学的神奇魅力。

《食品风味物质的研究方法》一书能够使读者深刻地理解食品风味物质的概念、形成机理、构效关系以及常用的分析研究方法，如果读者想要收集这些数据和资料的话，不仅需要付出很多的时间和精力，还需要花费相当多的资金成本。因此，本书将食品风味所涉及的信息加以汇总、阐述和分析，可以为有兴趣的读者提供方便。

鉴于食品风味物质的复杂性，研究方法的多样性，而且风味物质的形成机理目前还尚不完全明了，因此，风味化学的理论和技术是食品科学学科相对薄弱的环节，相关的教材和参考书也较少。为此，作者参阅了多种教材、专著和研究论文，结合作者在教学与研究过程中的体会和经验编著了此书。本书较全面、系统地论述了风味化学的基本知识、研究方法以及本领域最新研究进展和成果。本书对于食品科学专业的本科生、研究生的学习与科研具有很好的参考价值，同时也为他们今后从事风味化学的研究奠定良好的基础。

本书主要阐述了食品风味的概念，风味的感觉与分子理论（学说），风味物质的形成机理，食品加工中风味物质的产生与变化，以及风味物质的分离、分析与评价方法等。因此，本书可以作为高等学校食品学科相关课程的参考用书，也可为食品专业的技术人员、科研人员在科学研究、新产品开发时提供参考。

北京工商大学副校长、教授
中国工程院院士
中国著名香料专家



前 言

食品风味物质的研究始于 160 年前,刚开始时是作为一门艺术而非科学,目前许多香料公司对香气组分的分离已作了大量的研究,现已分离得到 5000 多种香气组分并在公司出售。香味的分析始于 20 世纪 60 年代气相色谱及随后的气相色谱-质谱联用的出现,距今已有 40 多年的历史。如今,多种现代分析仪器的应用使得香味分析工作得心应手,即使是极复杂的天然香味样品,往往也能迎刃而解。

食品风味物质的研究方法是香料香精行业的眼睛和先锋,通过分析天然芳香物质的构成,可以发现新的香味分子,促进新型香精的创制和发展。从实用的角度看,香味分析是食品行业、日化行业、香料香精行业产品质量控制的重要手段;香味分析还是香精配方剖析、模拟天然香料仿制香精产品的基本方法。

随着现代分析仪器的广泛使用,每年都有大量的文献报道香味的最新发展及研究成果。但国内较系统地介绍风味物质研究方法的书籍还很少。本书主要从风味物质的基本知识、仪器分析和感官分析的角度对风味物质的研究工作进行了论述,而对常规的酸碱滴定、折光率测定等理化分析方法没有涉及。本书的写作,参考了国内外近年发表的 100 余篇文献资料和本人的的一些工作。全书共五章:第 1 章对“食品风味物质”的基本内容进行介绍,然后从“食品风味物质的形成途径”(第 2 章)、“味感物质的研究方法”(第 3 章)、“嗅感物质的研究方法”(第 4 章)和“食品风味的感官鉴评”(第 5 章)等方面对食品风味物质及其分析技术进行了较详细的论述,对于气相色谱、气-质联用等其它书籍常涉及的内容,本书着重从风味物质分析应用上对其进行撰写,以突出其实用性。

我国著名的香料专家、北京工商大学孙宝国院士在百忙中为本书撰序,在此对孙院士深表谢意。本书参考和引用了国内外多位专家学者的研究成果,同时在出版过程中,得到了中国林业出版社编辑同志的热情支持和帮助,一并对他们表示感谢。

本书可供食品、香料香精、日化及其它相关领域从事分析工作的研究人员、技术人员、高校的教师及研究生等参考。由于时间仓促及水平有限,书中难免有错误或不妥之处,恳请各位同行专家和读者批评指正。

王丽霞

2011 年 6 月 1 日

目 录

序 言

前 言

绪 论 (1)

一、风味的概念 (1)

二、风味物质的特点 (2)

三、研究食品风味的重要性 (2)

第一章 食品的风味物质 (4)

第一节 味觉和味感物质 (4)

一、味觉 (4)

二、味感物质 (10)

第二节 嗅觉和嗅感物质 (35)

一、嗅感的概念 (35)

二、气味的分类 (37)

三、嗅觉生理学基础 (38)

四、原臭 (40)

五、嗅感理论 (43)

第三节 嗅感分子的构—性关系——从化学结构研究气味 (46)

一、功能团（嗅感基团） (47)

二、分子的结构参数 (52)

三、立体异构现象 (54)

第四节 嗅感分子的构—性关系——从气味研究化学结构 (55)

一、基本嗅感 (56)

二、立体结构学说 (63)

第二章 食品风味物质的形成途径 (65)

第一节 酶催化反应 (65)

一、以单糖、糖苷为前体的生物合成 (65)

二、油脂与脂肪酸的酶促氧化 (66)

三、芳香族氨基酸前体物 (68)

四、羧基酸前体物 (68)

五、蛋白质、氨基酸的转化·····	(70)
六、其它物质的转化·····	(70)
第二节 非酶反应·····	(71)
一、基本组分的相互作用·····	(71)
二、非基本组分的热降解·····	(71)
第三节 几类典型食品的风味·····	(72)
一、植物源食品的风味·····	(72)
二、动物源食品的风味·····	(75)
三、发酵食品·····	(78)
第三章 食品味感物质的研究方法·····	(83)
第一节 电子舌在食品风味物质研究中的应用·····	(83)
一、电子舌系统原理和结构·····	(83)
二、电子舌系统构建的主要技术方式·····	(86)
三、两类新型的电子舌系统·····	(90)
四、展望·····	(91)
第二节 液相色谱-质谱联用(LC-MS)在味感物质检测中的应用·····	(92)
一、API 接口·····	(92)
二、LC-MS 对液相色谱的要求·····	(94)
三、LC-MS 的几个技术特点·····	(94)
第四章 食品嗅感物质的研究方法·····	(96)
第一节 嗅探分析在香气组分鉴别中的应用·····	(96)
一、气相色谱—嗅觉探测(GC-O)·····	(96)
二、GC-O 中气味活性物质的筛选和鉴定·····	(97)
三、定量 GC-O 的发展——GC-“SNIF”方法·····	(98)
第二节 电子鼻在食品风味物质研究中的应用·····	(102)
一、电子鼻的构成及检测原理·····	(103)
二、电子鼻技术在奶制品中的应用·····	(105)
三、电子鼻的发展前景·····	(106)
四、仿生电子鼻在食品鉴评中的应用·····	(107)
第三节 食品嗅感物质的 GC/MS 检测方法·····	(110)
一、嗅感样品的预处理·····	(110)
二、嗅感物质的 GC/MS 分析·····	(123)
第四节 HS/SPME-GC/MS 方法分析果汁香气实例·····	(129)
一、实验材料及方法·····	(130)
二、结果与分析·····	(132)

三、结论	(141)
第五节 果汁酶解增香技术的研究方法实例	(141)
一、果汁中游离态芳香物质的测定	(142)
二、结果与分析	(143)
三、结论	(147)
第五章 食品风味的感官鉴评	(148)
一、视觉	(148)
二、听觉	(149)
三、嗅觉	(149)
四、味觉	(149)
五、化学感觉的偏好性：先天的或后天的	(150)
六、风味	(150)
七、三叉神经感觉	(150)
八、温度觉	(151)
九、触觉——与质地相关的感觉	(151)
十、质地	(151)
十一、简单描述检验法	(152)
十二、定量描述和感官剖面检验法	(152)
十三、食品产品风味评估的应用	(153)
参考文献	(157)

绪 论

一、风味的概念

通常指的风味(flavour)就是食品风味,食品风味的基本概念是:摄入口腔的食品,刺激人的各种感觉受体,使人产生短时的、综合的生理感觉。这类感觉主要包括味觉、嗅觉、触觉、视觉等。由于食品风味是一种主观感觉,所以对风味的理解和评价往往会带有强烈的个人、地区或民族的特殊倾向性和习惯性。

实际上,食品所产生的风味是建立在复杂的物质基础之上的,就风味一词而言,“风”指的是飘逸的,挥发性物质,一般引起嗅觉反应;“味”指的是水溶性或油溶性物质,在口腔引起味觉的反应。因此狭义上讲,食品风味就是食品中的风味物质刺激人的嗅觉和味觉器官产生的短时的、综合的生理感觉。嗅觉(smell)俗称气味,是各种挥发成分对鼻腔神经细胞产生的刺激作用,通常有香、腥、臭之分,嗅感千差万别,其中香又可描述为果香、花香、焦香、树脂香、药香、肉香等若干种。味觉(taste)俗称滋味,是食物在人的口腔内对味觉器官产生的刺激作用,味的分类相对简单,有酸、甜、苦、咸4种基本味。

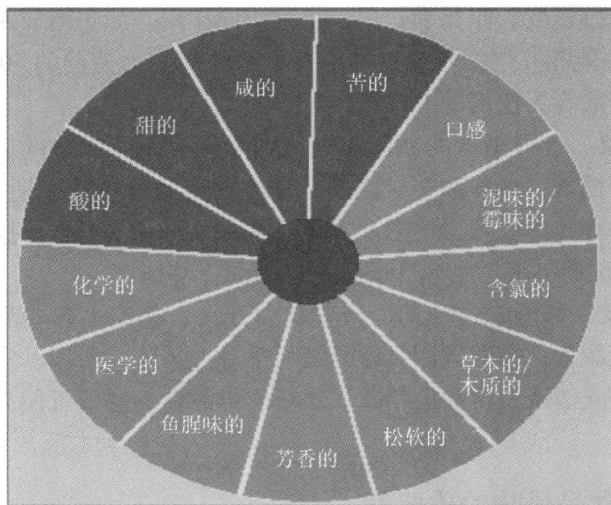


图1 饮用水的风味轮

二、风味物质的特点

风味物质是指能够改善口感,赋予食品特征风味的化合物,它们具有以下特点:

(1) 食品风味物质是由多种不同类别的化合物组成,通常根据味感与嗅感特点分类,如酸味物质、香味物质。但是同类风味物质不一定有相同的结构特点,如酸味物质具有相同的结构特点,而香味物质结构则差异很大。

(2) 除了少数几种味感物质作用浓度较高以外,大多数风味物质作用浓度都很低。很多嗅感物质的作用浓度在 ppm、ppb、ppt (10^{-6} 、 10^{-9} 、 10^{-12}) 数量级。虽然浓度很小,但对人的食感产生极大作用。

(3) 很多能产生嗅觉的物质易挥发、易热解、易与其它物质发生作用,因而在食品加工中,哪怕是工艺过程很微小的差别,将导致食品风味很大的变化。食品贮藏期的长短对食品风味也有极显著的影响。

(4) 食品的风味是由多种风味物质组合而成,如目前已分离鉴定茶叶中的香气成分达 500 多种;咖啡中的风味物质有 600 多种;白酒中的风味物质也有 300 多种。一般食品中风味物质越多,食品的风味越好。

(5) 呈味物质之间的相互作用对食品风味产生不同的影响。

① 对比现象 两种或两种以上的呈味物质适当调配,使其中一种呈味物质的味觉变得更协调可口,称为对比现象。如 10% 的蔗糖水溶液中加入 1.5% 的食盐,使蔗糖的甜味更甜爽;味精中加入少量的食盐,使鲜味更饱满。

② 相乘现象 两种具有相同味感的物质共同作用,其味感强度几倍于两者分别使用时的味感强度,叫相乘作用,也称协同作用。如味精与 5'-肌苷酸(5'-IMP)共同使用,能相互增强鲜味;甘草苷本身的甜度为蔗糖的 50 倍,但与蔗糖共同使用时,其甜度为蔗糖的 100 倍。

③ 消杀现象 一种呈味物质能抑制或减弱另一种物质的味感叫消杀现象。例如:砂糖、柠檬酸、食盐和奎宁之间,若将任何两种物质以适当比例混合时,都会使其中的一种味感比单独存在时减弱,如在 1% ~ 2% 的食盐水溶液中,添加 7% ~ 10% 的蔗糖溶液,则咸味的强度会减弱,甚至消失。

④ 变调现象 如刚吃过中药,接着喝白开水,感到水有些甜味,这就称为变调现象。先吃甜食,接着饮酒,感到酒似乎有点苦味,所以,宴席在安排菜肴的顺序上,总是先清淡,再味道稍重,最后安排甜食。这样可使人能充分感受美味佳肴的味道。

三、研究食品风味的重要性

人对某种食品风味的可接受性是一种生理适应性的表现,只要是长期适应了

的风味,不管是苦、是甜、是辣人们都能接受,如很多人喜欢苦瓜的苦味和啤酒的苦味。食品的风味与人的习惯口味相一致,就可使人感到舒服和愉悦,相反,不习惯的风味会使人产生厌恶和拒绝情绪。食品的风味决定了人们对食品的可接受性。一项调查指出:要消费者对食品的价格、品牌、便利性、营养、包装、风味等几方面确定首选项时,80%以上的消费者注重食品的风味。因此,研究物质的呈味特点,掌握人对食品风味的需求,是食品化学研究的重点。

第一章

食品的风味物质

风味是味觉和嗅觉感受的总和。在日常交谈中，我们通常会讨论食物的味道。我们认为当感冒的时候就会失去味觉，这实际上是不正确的。感冒的时候，我们是丧失了嗅闻食物的能力。鼻子被黏液堵住，因而挥发性物质不容易进入嗅觉接受器。事实上，在感冒的时候，味觉通常还是很正常的。举一个简单的例子，洋葱和苹果是风味完全不同的两种食物，但是当我们仅仅用嘴巴品尝，捏住鼻子时，两者的味道是完全一样的。也就是说，两者的差异主要表现在气味上。

第一节 味觉和味感物质

一、味觉

味觉是食物在人的口腔内对味觉器官化学感系统的刺激并产生的一种感觉。这种刺激有时是单一性的，但多数情况下是复合性的。

目前世界各国对味感的分类并不一致。例如日本将味感分成甜、苦、酸、咸、辣5类；欧美各国则再加上金属味，共分为6类；印度的分类没有金属味，却有淡味、涩味、不正常味，加上上述5类分成8类；我国的分类通常分成甜、苦、酸、咸、辣、鲜、涩7味。此外，还有些国家或地区的分类有凉味、碱味等。但从生理学的角度看，只有甜、苦、酸、咸4种基本味感。辣味仅是刺激口腔黏膜、鼻腔黏膜、皮肤和三叉神经而引起的一种痛觉；涩味则是口腔蛋白质受到刺激而凝固时所产生的的一种收敛的感觉，与触觉神经末梢有关。这两种味感与上述4种刺激味蕾的基本味感有所不同，但就食品的调味而言，也可看作是两种独立的味感。鲜味由于其呈味物质与其它味感物质相配合时能使食品的整体风味更为鲜美，所以欧美各国都将鲜味物质列为风味增效剂或强化剂，而不看作是一种独立的味感。但我国在食品调味的长期实践中，鲜味已形成了一种独特的风味，故在我国仍作为一种单独味感列出。

(一) 味觉的生理基础

食物的滋味虽然多种多样，但它使人们产生味感的基本途径却很相似：首先是呈味物质溶液刺激口腔内的味感受体，然后通过一个收集和传递信息的神经感

觉系统传导到大脑的味觉中枢，最后通过大脑的综合神经中枢系统的分析，从而产生味感。

味觉的形成一般认为是呈味物质作用于舌面上的味蕾(taste bud)而产生的。味蕾是由30~100个变长的舌表皮细胞组成，味蕾大致深度为50~60 μm ，宽30~70 μm ，嵌入舌面的乳突中，顶部有味觉孔，敏感细胞连接着神经末梢，呈味物质刺激敏感细胞，产生兴奋作用，由味觉神经传入神经中枢，进入大脑皮质，产生味觉。味觉一般在1.5~4.0毫秒内完成。人的舌部有味蕾2000~3000个。人的味蕾结构如图1-1。

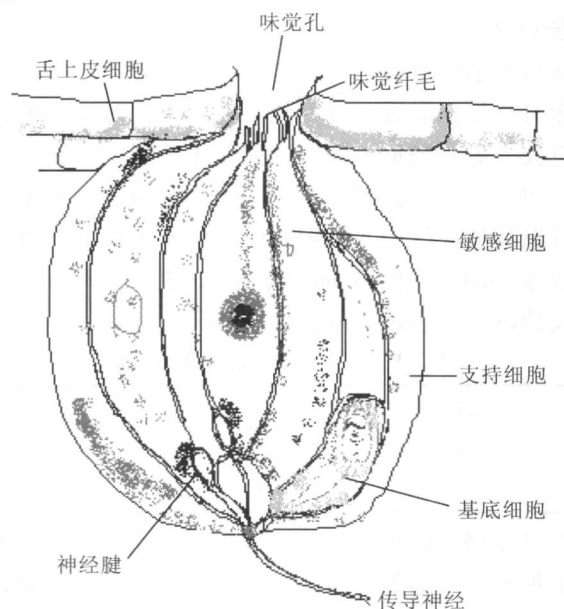


图1-1 味蕾的解剖图

由于舌部的不同部位味蕾结构有差异，因此，不同部位对不同的味感物质灵敏度不同，舌尖和边缘对咸味较为敏感，而靠腮两边对酸敏感，舌根部则对苦味最敏感。除上述情况外，人的味觉还有很多影响因素。俗话讲：“饥不择食”，当你处于饥饿状态时，吃啥都感到格外香；当情绪欠佳时，总感到没有味道，这是心理因素在起作用。经常吃鸡鸭鱼肉，即使山珍海味、美味佳肴也不感觉新鲜，这是味觉疲劳现象。

味蕾通常由40~150个味细胞所组成，大约10~14天更新一次。香蕉形的味细胞也叫味感受器，有点像木桶的桶板那样排列组成味蕾，内表面还形成凹凸不平的神经元突触。味蕾的味孔口与口腔相通。味细胞表面由蛋白质、脂质及少量的糖类、核酸和无机离子组成。不同的味感物质在味细胞的受体上与不同的组分作用，例如甜味物质的受体是蛋白质，苦味和咸味物质的受体则是脂质，有人认

为苦味物的受体也可能与蛋白质相关。味细胞后面连着传递信息的神经纤维,这些神经纤维再集成小束通向大脑。这些神经传导系统上有几个独特的神经节,它们在各自位置上支配着所属的味蕾,以便有选择地响应食物的不同化学成分。试验表明,不同的味感物质在味蕾上有不同的结合部位,尤其是甜味、苦味和鲜味物质,其分子结构有严格的空间专一性要求。这反映在舌头上不同的部位会有不同的敏感性。一般来说,人的舌前部对甜味最敏感,舌尖和边缘对咸味较为敏感,而靠腮两边对酸味敏感,舌根部则对苦味最为敏感。但这也不是绝对的,会因人而异。

(二) 味的阈值(CT)

从人对4种基本味感的感觉速度来看,以咸味感觉最快,对苦味反应最慢,当食品中带有苦味时总是在最后才觉察到。但从人们对味的敏感性来看,苦味却往往比其它味感更大,更易被觉察到。这涉及味感强度问题。对于味感强度的测量和表达,目前一般都采用品尝统计法,即由一定数量的味觉专家在相同条件下进行品尝评定,得出其统计值,并采用阈值作为衡量标准。所谓阈值是指能感受到该物质的最低浓度(mol/m^3 、%或 mg/kg 等)。表1-1列出了几种物质的味感阈值。一种物质的阈值越小,表示其敏感性越强。

表 1-1 几种基本味感物质的阈值

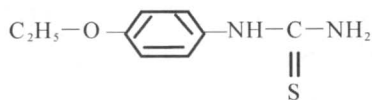
物质	食盐	砂糖	柠檬酸	奎宁
味道	咸	甜	酸	苦
阈值(%)	0.08	0.5	0.0012	0.00005

应当指出,对呈味物质的感受和反应,不仅依动物种类而不同,人与人之间也存在差异。由于种族、习惯等原因,一般西欧人比东方人味盲多一些。所以由人来比较味的强度是不够全面和准确的,这也是引起各文献中阈值差异的原因之一。目前有人采用通过电生理学的方法,记录鼓索神经的电反应来确定味的强度,以期在仪器检测方面有所突破。

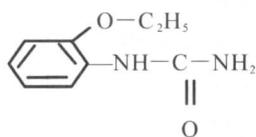
(三) 影响味觉的主要因素

1. 呈味物质的结构

呈味物质的结构是影响味感的内因。一般说来,糖类如葡萄糖、蔗糖等多呈甜味;羧酸如醋酸、柠檬酸等多呈酸味;盐类如氯化钠、氯化钾等多呈咸味;而生物碱、重金属盐则多呈苦味。但它们都有许多例外,如糖精、乙酸铅等非糖有机盐也有甜味,草酸并无酸味而有涩味,碘化钾呈苦味而不显咸味,等等。总之,物质结构与其味感间的关系非常复杂,有时分子结构上的微小改变也会使其味感发生极大的变化。例如苦味分子与无味物质分子结构的比较。



苦味



无味

2. 温度

从表 1-2 也可以看出温度对味觉有影响。所以相同数量的同一物质往往因温度不同其阈值也有差别。实验表明, 味觉一般在 30℃ 上下比较敏锐, 而在低于 10℃ 或高于 50℃ 时各种味觉大多变得迟钝。从表中还可看出, 不同的味感受到温度影响的程度也不相同, 其中对糖精甜度的影响最大, 对盐酸奎宁影响最小。

表 1-2 两种不同温度下味觉的阈值

呈味物质	味觉	阈 值 (mg/g)	
		25℃	0℃
食盐	咸味	0.8	2.5
蔗糖	甜味	5	8
柠檬酸	酸味	0.025	0.03
盐酸奎宁	苦味	0.001	0.003

3. 浓度和溶解度

味感物质在适当浓度时通常会使人有愉快感, 而不适当的浓度则会使人产生不愉快的感觉, 浓度对不同味感的影响差别很大。一般说来, 甜味在任何被感觉到的浓度下都会给人带来愉快的感受; 单纯的苦味差不多总是令人不快的; 而酸味和咸味在低浓度时使人有愉快感, 在高浓度时尝试则会使人感到不愉快。

呈味物质只有溶解后才能刺激味蕾。因此, 其溶解度大小及溶解速度快慢, 也会使味感受产生的时间有快有慢, 维持时间有长有短。例如蔗糖易溶解, 故产生甜味快, 消失也快; 而糖精较难溶, 则味觉产生较慢, 维持时间也较长。

4. 各物质间的相互作用

某物质的味感会因另一味感物的存在而显著加强, 这种现象叫味的相乘作用。例如谷氨酸钠 (MSG) 与 5' - 肌苷酸 (5' - IMP) 共用能相互增强鲜味; 麦芽酚都能协同, 在饮料、果汁中加入麦芽酚能增强甜味。有时由于两种味感物质的共存也会对人的感觉或心理产生影响, 也有人将这种现象称为味的对比作用。例如加入一定量的食盐使人感到味精的鲜味增强, 在西瓜上撒上少量的食盐会感觉到

提高了甜度,粗砂糖中由于杂质的存在有些人也会觉得比纯砂糖更甜。

一种物质往往能减弱或抑制另一物质味感的现象,称为味的消杀作用。例如在砂糖、柠檬酸、食盐和奎宁之间,若将任何两种以适当比例浓度混合时,都会使其中任何一种的味感比单独存在时减弱。有人发现在热带植物匙羹藤的叶子内含有匙羹藤酸,当嘴里咬过这种叶子后,再吃甜或苦的食物时便不知其味,它抑制甜味和苦味长达数小时,但对酸味和咸味并无抑制作用。有时两种物质的相互影响甚至会使味感改变。西部非洲有一种“神秘果”,内含一种碱性蛋白质,吃了以后再吃酸的东西时,口感反会有甜味。有时吃了有酸味的橙子,口内也会有种甜的感觉。有时人也将这种现象称为变调作用或阻碍作用。

当较长时间受到某味感物的刺激后,再吃相同的味感受物质时,往往会感觉到味感强度下降,这种现象称为味的疲劳作用,味的疲劳现象涉及心理因素。例如吃第二块糖感觉不如吃第一块糖甜;有的人习惯吃味精,加入量越多,反而感觉鲜味越来越淡。

除此之外,味感物与嗅感物之间相互也有影响。从生理学上讲,味感与嗅感虽有严格区别,但由于咀嚼食物时产生的由味与气相互混合而形成的复杂感觉,以及味感物质与嗅感物质间的转化作用,使两种感觉相互促进。

总之,各呈味物质之间或呈味物质与其味感之间的相互影响,以及它们所引起的心理作用,都是非常微妙的,机理也十分复杂,许多至今尚不清楚,还需深入研究。

(四) 味觉机理学说

目前人们对视觉和听觉产生的机理已有较深入的了解,而对味觉和嗅觉机理的研究尚处于探索阶段。当前有关味觉的学说仍寥寥无几。有人先后提出过定味基和助味基理论、生物酶理论、物理吸附理论、化学反应理论等。除了酶理论的证据不足以外,其它几种学说大都过于强调味觉是化学感觉这一方面,因而虽各有所见,也存在一定的片面性。

有人认为,最早从光谱获得启示而提出的定味基与助味基学说,若用近代化学键理论予以重新解释,不失为一种行之有效的较好理论。这种理论认为,酸、咸、甜、苦4类基本味感的定味基是指能分别形成质子键、氢键、盐键和范德华力4类不同化学键的结构,其它与受体结合的键合结构便通称为助味基。这种看法过于简单。

现在人们普遍认为,食物与味受体的结合是在味细胞膜表层进行的一种松弛可逆反应。结合过程是刺激物与受体彼此相互诱导适应的过程,即二者都需要改变其构象以相互匹配契合,才能产生适当的键合作用,并激发出特殊的味感信号。这种激发的状态是亚稳态,在其能量耗散以后即可恢复正常。对甜味剂结构的要求之所以严格,是因为甜受体穴位乃是有一定顺序的氨基酸组成的蛋白体,

如果刺激物极性基的排列次序与受体的极性不能互补,将会受到排斥。由脂质(很可能是与表蛋白结合的多烯磷脂)组成的苦味受体,对刺激物的极性和可极化性也有一定的要求。咸、酸两种味受体与磷脂头部的亲水基团有关,对咸味剂和酸味剂的结构要求限制较小。这些都要求人们进一步探索:味受体的实际构象是怎样的?不同的刺激物如何引起受体构象的不同变化?味感的传导为什么如此神速?为此,人们提出了多种味细胞膜模型来试图给予解释。

我国学者曾广植在总结前人研究成果后,于20世纪80年代初期提出了味细胞膜的板块振动模型。他认为构型相同或互补的脂质和(或)蛋白质按结构匹配结为板块:例如与体蛋白或表蛋白结合成脂质块,或以晶态、似晶态组成各种胶体脂质块。板块可以阳离子桥相联,也可自由漂动在有表面张力的双层液晶脂质中,如图1-2所示。这是一个动态的多相膜模型,其分子间的相互作用与单层单尾脂膜相比,多了一种键合形式:即在脂质的头部除一般盐键外还有亲水键键合,而其颈部有氢键键合,在其烃链的 C_9 前段还有新型的疏水键键合(2个烃链向两侧形成疏水键),在其 C_9 后段则有范德华力的排斥作用。必需脂肪酸和胆固醇都是形成脂质板块的主要组分,两者在生物膜中起着相反而相辅的调节作用。此外,无机离子也对胶体脂块的存在、存在面的大小和数目等关系很大。

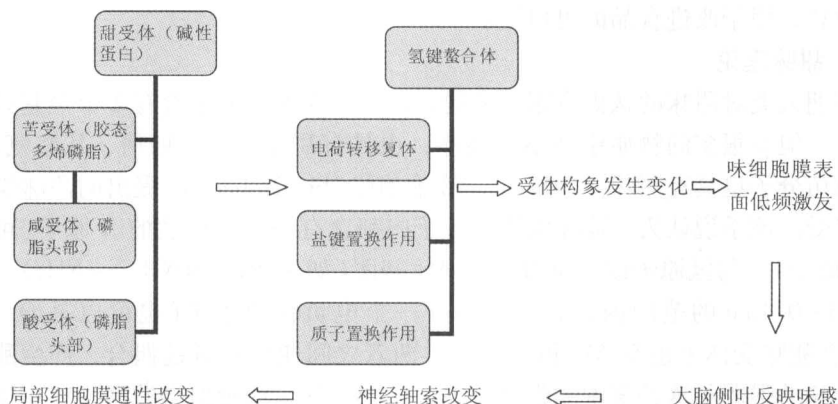


图 1-2 味细胞膜的板块振动模型

曾氏认为,味感始于呈味物质与味受体的结合,引起受体构象改变,产生量子交换,受体所处板块的振动受到激发,跃迁至某特殊频率的低频振动,然后通过其它相似板块的共振传导,就成为神经系统所能接受的信息。

按照这个低频振动理论,不同结构的呈味物之所以会产生相同味感,在于它们能使相同的受体板块产生相同的振动频率范围。曾氏通过计算得出,在食物能品的温度范围内,食盐咸味的初始反应的振动频率 $213s^{-1}$,甜味剂约在 $230s^{-1}$ 附近,苦味剂可能到 $200s^{-1}$ 以下,而酸味剂则超出 $230s^{-1}$ 。他认为这些在原则上均可用远红外或 Raman 光谱测定。对于一些味感现象,也可用这个学说给予解释。