

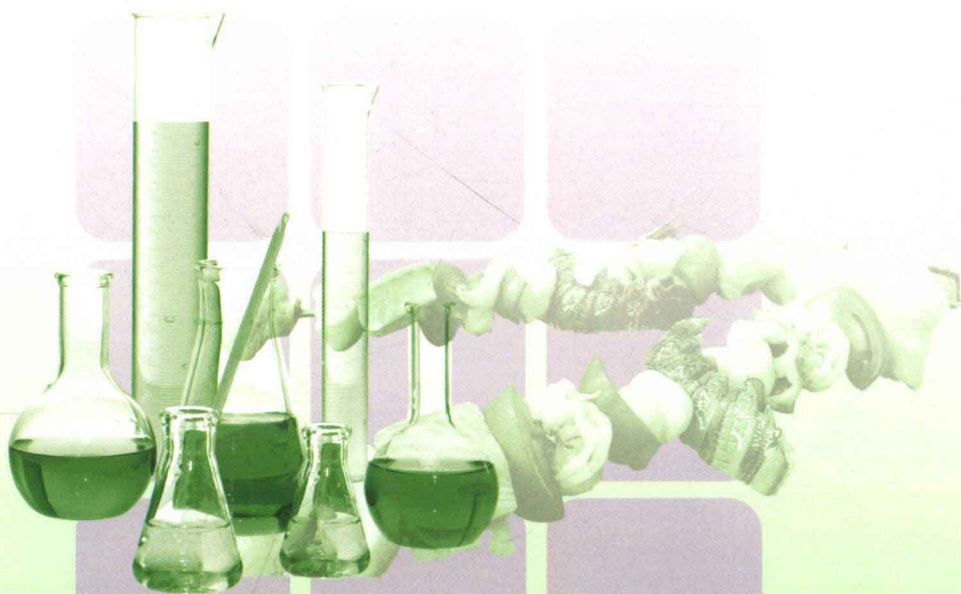


“十二五”普通高等教育规划教材

食品风味化学

SHIPIN FENGWEI HUAXUE

● 冯涛 田怀香 陈福玉 主编



中国质检出版社
中国标准出版社



“十二五”普通高等教育规划教材

Shipin Fengwei Huaxue

食品风味化学

冯 涛 田怀香 陈福玉 主编

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

食品风味化学/冯涛,田怀香,陈福玉主编.—北京:中国质检出版社,2013

“十二五”普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-5026-3601-2

I. ①食… II. ①冯… ②田… ③陈… III. ①食品化学—高等学校—教材 IV. ①TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 061005 号

内 容 提 要

本教材主要从味觉原理,嗅觉原理,风味物质形成途径,人工及电子感官在食品风味中的科学评价方法及应用,食品的调香与调味,食品风味的分析及鉴定技术等几个方面来介绍与食品风味化学有关的知识体系,涵盖了食品风味化学研究的最新动态。

本教材适用的学时数为 24 学时。适用于高校食品科学与工程、农产品贮藏与加工、水产品贮藏与加工、食品质量与安全、发酵工程、粮食与油脂及植物蛋白等相关专业的本科生与研究 生,也可作为食品企业研发人员的参考用书。

中国质检出版社
出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室:(010) 64275323 发行中心:(010) 51780235

读者服务部:(010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 386 千字

2013 年 6 月第一版 2013 年 6 月第一次印刷

*

定价: 34.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

— 审 定 委 员 会 —

陈宗道 (西南大学)

谢明勇 (南昌大学)

殷涌光 (吉林大学)

李云飞 (上海交通大学)

何国庆 (浙江大学)

王锡昌 (上海海洋大学)

林 洪 (中国海洋大学)

徐幸莲 (南京农业大学)

吉鹤立 (上海市食品添加剂行业协会)

巢强国 (上海市食品生产监督所)

— 本 书 编 委 会 —

主 编 冯 涛 (上海应用技术学院)

田怀香 (上海应用技术学院)

陈福玉 (吉林农业科技学院)

副 主 编 刘登勇 (南京农业大学)

黄赣辉 (南昌大学)

牛春艳 (吉林农业科技学院)

詹丽娟 (河南农业大学)

参 编 赵 勇 (上海海洋大学)

肖 瀛 (上海应用技术学院)

特约顾问 徐志明 (Louisiana University of America)

序 言

近年来，人们对食品安全的关注度日益增强，食品行业已成为支撑国民经济的重要产业和社会的敏感领域。随着食品产业的进一步发展，食品安全问题层出不穷，对整个社会的发展造成了一定的不利影响。为了保障食品安全，规制食品产业的有序发展，近期国家对食品安全的监管和整治力度不断加强。经过各相关主管部门的不懈努力，我国已基本形成并明确了卫生与农业部门实施食品原材料监管、质监部门承担食品生产环节监管、工商部门从事食品流通环节监管的制度完善的食品安全监管体系。

在整个食品行业快速发展的同时，行业自身的结构性调整也在不断深化，这种调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更高的要求，而与此相关的职业教育正是在食品科学与工程各项理论的实际应用层面培养专业人才的重要渠道，因此，近年来教育部对食品类各专业的高等教育发展日益重视，并连年加大投入以提高教育质量，以期向社会提供更加适应经济发展的应用型技术人才。为此，教育部对高等院校食品类各专业的具体设置和教材目录也多次进行了相应的调整，使高等教育逐步从偏重基础理论的教育模式中脱离出来，使其真正成为为国家培养应用型的高级技术人才的专业教育，“十二五”期间，这种转化将加速推进并最终得以完善。为适应这一特点，编写高等院校食品类各专业所需的教材势在必行。

针对以上变化与调整，由中国质检出版社牵头组织了“十二五”普通高等教育规划教材（食品类）的编写与出版工作，该套教材主要适用于高等院校的食品类各相关专业。由于该领域各专业的技术应用性强、知识结构更新快，因此，我们有针对性地组织了西南大学、南昌大学、上海交通大学、浙江大学、上海海洋大学、中国海洋大学、南京农业大学、华中农业大学以及河北农业大学等 40 多所相关高校、科研院所以及行业协会中兼具丰富工程实践和教学经验的专家学者担当各教材的主编与主审，从而为我们成功推出该套框架好、内容

新、适应面广的好教材提供了必要的保障，以此来满足食品类各专业普通高等教育的不断发展和当前全社会范围内对建立食品安全体系的迫切需要；这也对培养素质全面、适应性强、有创新能力的应用型技术人才，进一步提高食品类各专业高等教育教材的编写水平起到了积极的推动作用。

针对应用型人才培养院校食品类各专业的实际教学需要，本系列教材的编写尤其注重了理论与实践的深度融合，不仅将食品科学与工程领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过对教材的学习，可以深入把握食品行业发展的全貌，而且也将食品行业的新知识、新技术、新工艺、新材料编入教材中，使读者掌握最先进的知识和技能，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的成功推出，必将会推动我国食品类高等教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家的新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材审定委员会

2012年4月

前 言

• FOREWORD •

食品风味，自古有之。中华浩瀚之饮食文化，无不以此为追逐之目标。如今，随着食品工业的兴起，人们对于食品的要求已不仅仅局限在饱腹之基本要求，而是越来越多地注重食品的营养与色香味。因此，食品风味学这门新兴学科也应运而生。

食品风味化学已由简单地分析食品风味组成，向改造食品风味的加工方法过渡；由简单的人工感官评定，向借助人工智能的电子鼻、电子舌的分析过渡；由简单的调香技术，向以嗅（味）觉原理为基础，开发更为协调的食品调味料过渡。

在本书之前，已有几本关于食品风味学的教材问世，这些书各有其时代特点，同时，也有一些经典传承。

本书则从以下几个方面与以往教材有所不同：

1. 味觉原理中引入了新的有关味感理论及味觉相互作用模型的内容；
2. 嗅觉原理中专门从两个方面探讨了嗅味分子的构效关系；
3. 在风味物质的形成途径中，从天然风味和加工风味两个角度来介绍不同食品中风味物质的形成路径；
4. 人工感官部分，引入了对嗅（味）觉阈值的介绍，此外，还介

绍了化学计量学在人工感官评价中的应用；

5. 在电子感官中首次引入了电子舌的内容；

6. 在食品风味的分析与鉴定技术中，引入了有关热脱附、吹扫—捕集等新的内容。

本书可作为食品科学与工程、农产品贮藏与加工、水产品贮藏与加工、食品质量与安全、发酵工程、粮食、油脂及植物蛋白等相关专业本科生、研究生教学用书，亦可作为广大食品科技工作者的参考书。

参与本书编写的专家、学者有上海应用技术学院的冯涛（第二章）、田怀香（第七章第二节及第八章）、肖瀛（第一章），吉林农业科技学院陈福玉（第三章）和牛春艳（第七章第一节、第三节），南昌大学的黄贛辉（第五章的第三节、第四节与第六章的第二节），南京农业大学的刘登勇（第五章的第一节、第二节及第六章的第一节、第三节），美国 Louisiana University 的徐志明（本书特约顾问），上海海洋大学的赵勇（第六章第一节的第三小节），河南农业大学的詹丽娟（第四章）。

在本书编写的过程中，得到了各编者单位的大力支持，在此表示感谢！

由于编者水平有限，书中可能存在不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2013年4月

目 录

• CONTENTS •

| | |
|-------------------------------------|-------|
| 第一章 绪论 | (1) |
| 第一节 食品风味的概念 | (1) |
| 第二节 食品风味的分类 | (2) |
| 第三节 食品风味化学的研究历程 | (3) |
| 第四节 食品风味化学的研究重点 | (4) |
| 第五节 本课的学习目的和学习方法 | (9) |
| 第二章 味觉原理 | (12) |
| 第一节 味觉属性与其形成的分子机制 | (12) |
| 第二节 唾液与唾液的分泌 | (22) |
| 第三节 味觉的分类 | (27) |
| 第四节 味觉相互作用 | (32) |
| 第三章 嗅觉原理 | (40) |
| 第一节 嗅觉生理 | (40) |
| 第二节 嗅味分子的构效关系 | (48) |
| 第三节 嗅觉刺激理论 | (67) |
| 第四章 风味物质的形成途径 | (70) |
| 第一节 风味物质的天然形成途径(生物合成) | (70) |
| 第二节 食品加工过程中风味物质的形成 | (85) |
| 第五章 人工感官在食品风味中的科学评价与应用 | (116) |
| 第一节 阈值 | (116) |

| | | |
|-------------|---------------------------------|--------------|
| 第二节 | 人工感官评价的方法与技术 | (126) |
| 第三节 | 人工感官在食品风味中的科学评价与应用 | (135) |
| 第四节 | 化学计量学在人工感官分析中的应用 | (144) |
| 第六章 | 电子感官在食品风味中的科学评价与应用 | (149) |
| 第一节 | 电子鼻在食品风味中的科学评价与应用 | (149) |
| 第二节 | 电子舌在食品风味中的科学评价与应用 | (155) |
| 第三节 | GC-O 在食品风味中的科学评价与应用 | (161) |
| 第七章 | 食品的调香与调味 | (168) |
| 第一节 | 食品的调香 | (168) |
| 第二节 | 食品的调味 | (184) |
| 第三节 | 食用调香的标准与法规 | (203) |
| 第八章 | 食品风味的分析与鉴定技术 | (207) |
| 第一节 | 食品分析样品准备 | (207) |
| 第二节 | 风味物质的捕集方法 | (208) |
| 第三节 | 风味物质的分析与鉴定技术 | (223) |
| 附件 1 | 食用香料香精产品标准目录 | (237) |
| 附件 2 | 日用香料香精产品标准目录 | (241) |
| 参考文献 | | (243) |

第一章 绪论

第一节 食品风味的概念

当食物进入口腔咀嚼时,我们往往能感受到一种美妙的感觉,当然如果是腐败变质或厌恶的食物(芝士、皮蛋、榴莲等)时,这种感觉也可能是令人作呕的。在学术上这种感觉被称为风味,是由多种感受器在大脑中产生的一种综合的响应,包括味觉(滋味)、嗅觉(气味)和其他体感(或称为三叉神经感,如温感、痛感、触感等)。食品的风味对于平日生活来说是十分重要的,食物的品质特性如产地、品种、营养安全性可以凭借着风味来作出一个直观快速初步的判断,并且品尝自己喜爱的食物时可以使人们得到心理愉悦的享受。食品风味最重要的两个方面就是滋味(taste)和气味(odor)。食品的气味和颜色是诱发人们消费的“第一印象”,美味则是保证一种食品能持久地被特定人群接受的必要手段,因此,食品风味化学的研究进展成为推动食品工业发展的重要动力之一。

食品风味化学可以定义为食品中风味物质刺激味觉或嗅觉受体产生被称为风味的综合生理响应,它是一门研究食品风味物质的化学组成与特性、分析方法、形成机理及变化规律的科学。食品风味化学是食品化学的一个重要领域,与化学、生物化学、分子生物学、动植物学和食品加工工艺学有密切的关系。

滋味主要是由口腔内舌头的味蕾感知,也可由口腔内其他部位(软腭、咽喉)感知。在生理学上滋味可以分为酸、甜、苦、咸四种基本的味觉,舌头各部位对各类味觉的灵敏度是不同的(图1-1),舌尖对甜味比较敏感,舌尖和舌的两侧对于咸味比较敏感,而舌的边缘对于酸味较为敏感,舌的后端对于苦味比较敏感。1908年,日本科学家提出的味蕾对谷氨酸钠(或其他氨基酸)响应的鲜味,近年来也被视为第五种基本味觉,它的敏感部位还不是十分清楚,有学者认为它在舌头的中央比较敏感。此外,世界各国对味觉分类并不一致,如日本分为五种即咸、酸、甜、苦、辣,欧美则分为甜、酸、咸、苦、辣、金属六种味觉,我国除四种基本味觉外,还有辣、鲜、涩味,但其中的辣味属于三叉神经感,即一种痛感。

衡量味觉的敏感性的指标是呈味阈值。阈值是指某一种物质能被人的感觉器官辨认的最低浓度。一般来说,人对苦味最为敏感,苦味基准物奎宁的阈值为16mg/kg,而蔗糖的阈值为3g/kg,氯化钠为2g/kg,柠檬酸为0.2g/kg。

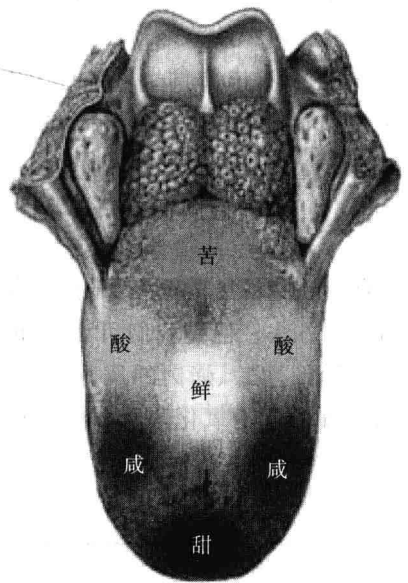


图1-1 舌头不同部位对味觉敏感性的示意图



气味主要由鼻腔上部的嗅觉上皮细胞感知,挥发性芳香物质通过刺激鼻腔内的嗅觉神经细胞而在中枢引起的一种感觉(图 1-2)。其中,所有能令人产生愉悦感觉的气味称为香气,食品香气可增加人们的食欲,刺激人体的消化机能。判断一种呈香物质在食品香气中起到作用的数值称为香气值,它是呈香物质的浓度和它的阈值之比。

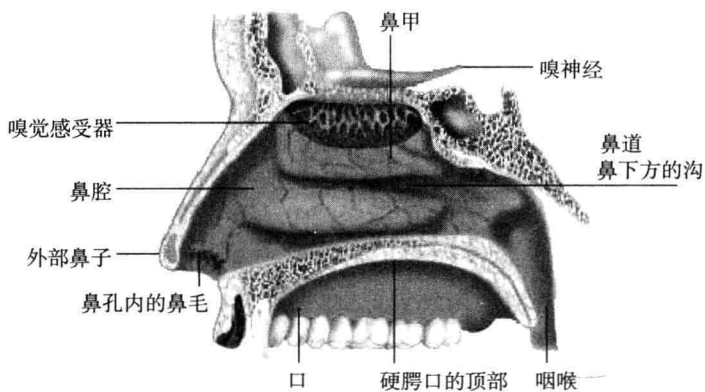


图 1-2 嗅觉器官示意图

除了味觉和嗅觉外,三叉神经感(即温感、痛感、触感等)也是食品风味组成的一部分。三叉神经感属于非口、鼻、耳的体觉感知系统,主要分布于鼻腔和口腔的黏膜和舌头表面,它们对刺激非常敏感,对感知辣味、涩味、清凉感等风味也是重要的。

由于风味是一种生理和心理感知现象,对于食物的风味常常会受到个人心理状态、区域和民族等因素的影响。

另外,还有一个概念食品调味料,常常涉及食品风味学,它的定义是:包含或不包含辅料的可赋予食品风味的浓缩产品,但有咸、甜或酸味的产品除外,食品调味料本身不直接食用。因此,食品调味料由对食品风味有作用的配料和没有贡献的辅料组成,辅料主要包括产品加工所必须的溶剂、载体和防腐剂等成分。

第二节 食品风味的分类

食品风味的种类繁多,千变万化,要进行系统的分类是十分困难的,目前尚无系统而又科学的分类方法。但是我们可以简单将食品风味分为两类,一种称为期望的风味(desirable flavor)如橙汁、薯片、烤肉的风味,另一种则称为非期望的风味(undesirable flavor)或异味(off-flavor),如油脂的氧化酸败(哈喇味)、不新鲜、腐臭、豆腥的风味。1972年,Ohloff提出一个分类方法,详见表 1-1。

表 1-1 食品风味的分类

| 风味类别 | 亚类 | 典型示例 |
|------|----------|-----------|
| 水果风味 | 柑橘类 | 柑、橙、柚、葡萄等 |
| | 草莓类(浆果类) | 草莓、苹果、香蕉 |
| 蔬菜风味 | — | 莴苣、芹菜 |

| 风味类别 | 亚类 | 典型示例 |
|-------|--------|-----------------|
| 香辛料风味 | 芳香类 | 肉桂、薄荷 |
| | 催泪类 | 洋葱、大蒜 |
| | 辣味类 | 辣椒、胡椒、花椒、生姜 |
| 饮料风味 | 非发酵类 | 果汁、牛奶 |
| | 发酵类 | 葡萄酒、啤酒、茶叶 |
| | 复配类 | 软饮料 |
| 肉制品风味 | 哺乳动物类 | 牛排 |
| | 海洋食品类 | 海鱼、贝类 |
| 脂肪风味 | — | 橄榄油、花生油、猪油、奶油 |
| 烹调风味 | 肉汤风味类 | 牛肉清汤、鸡肉汤 |
| | 蔬菜风味类 | 煮马铃薯、煮豆类 |
| | 水果风味类 | 柑橘果酱 |
| 加工风味 | 熏烟风味类 | 火腿 |
| | 烤、炸风味类 | 加工肉制品、咖啡、炸鸡和炸薯条 |
| | 焙烤风味类 | 谷物加工食品 |
| 恶臭风味 | — | 芝士(丁酸) |

第三节 食品风味化学的研究历程

食品风味化学作为一门独立的学科还很年轻,它的历史却源远流长。考古学家发现,在远古时代人类就用黄蒿和芝麻种子进行耕作;在我国,公元前 3000 ~ 2500 年间就开始使用肉桂皮和酱油;古埃及用香料作为防腐剂,将洋葱和大蒜作为辅助香料食品。几千年来,人们一直是靠自身的能力,用鼻、口去判断食品风味的优劣。

人类很早就开始利用动植物原料加工香味剂以供使用。公元前,人们就能从油橄榄中蒸馏出橄榄油了。尽管蒸馏技术在公元 9 世纪由阿拉伯人进行了改进,但风味剂的加工与应用在若干个世纪中基本没有变化。到了 13 世纪,药学的发展使风味剂的加工技术得到了发展,到了 19 世纪,已具有加工的经验、设备与一定的规模。在 19 世纪 30 ~ 50 年代,樟脑、茴香脑、冰片、肉桂、苦杏仁等中风味物质被提取出来。1850 年,人们首次合成了脂肪酸族的脂类,成为有用的合成风味剂。1859 年,人们生产出了人造水杨酸酯。1870 年,又生产出了“人造苦杏仁油”。1850 年,人们还用水杨醛反应制备非常重要的香料——香豆素。随后,人们从愈创木酚中用氯仿和碱合成香草醛,至此,风味化学产品合成开始了新的阶段。

20 世纪 50 年代末 ~ 60 年代初,气相色谱法(GC)普遍应用于风味的研究,标志着一门新的风味化学学科(领域)的开始。另外,低成本的四极质谱仪的出现也促进了风味研究的重大进展。起初,研究人员使用气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)和气相色谱-嗅闻(GC-olfactometry)检测技术来鉴定食品中各种芳香化合物,现在食品中有 7000 多种芳香物质被鉴别



出来。这些芳香物质中有很多是天然存在于食物中的,其他的是发酵或热处理等产生的。之后,研究人员意识到食品风味不能由这些配料简单的配制再现,必须按照合理的方法,来确定哪种芳香物质对食品的香味贡献程度大,而哪种气味物质的作用是可以忽略的。但多数食物是没有“特征性、有影响的化合物”,它们的香味是许多非独特的气味物质组合的结果。由此,研究人员提出了通过计算食物中香味成分的香味值来判断某一食品的风味。

在风味研究过程中植物风味、美拉德反应(热加工过程)和发酵风味形成的机理、异味产生的途径等曾是研究热点,但目前风味形成的机理的研究正在逐渐减少,新的热点有食品特征风味成分的分析(GC-MS、LC-MS)、电子舌技术、电子鼻技术、风味智能控释技术等。

风味化学领域的第一本图书在1860年在美国费城出版,此书介绍了关于人造风味配方。以后在1916年,由Walet搜集补充了大量的人造风味配方并出版,作为香精工业的手册应用。1968年,Merory又在AVI出版公司出版了《食品风味》一书。在20世纪70年代前,出版的相关文献极少,70年代中期,尤其是80年代,随着风味化学的兴起与人们的重视,这方面的文献日益增多,仅在80年代,风味方面的国际性会议就召开了10余次。目前,美国化学学会的农业与食品化学委员会(ACS Division Agricultural and Food Chemistry)是最主要的传播风味化学研究进展的机构,包括出版期刊(如Journal of Agricultural and Food Chemistry)、图书和举办学术会议等。

第四节 食品风味化学的研究重点

当前,食品风味化学研究发展的重点方向主要有以下几个方面:食品特征风味成分的分析、电子舌技术、电子鼻技术、风味智能控释技术、美拉德反应形成风味物质、风味生物技术等。

一、食品特征风味成分的分析

研究食品的风味,最为首要和关键的就是要了解风味物质的成分和组成,即要对风味物质进行成分分析。很难想象如果研究人员不知道保护什么风味物质,他该如何改进加工技术来保护某种食品的风味。

食品的风味是一种食品区别于另一种食品的质量特征,它是由食品中某些化合物体现出来的。食品的风味物质决定着食品的品质。食品风味物质的特点是:呈香物质组成复杂,任何一种食品的风味都是由多种组分组成的;含量极少,常以 $10^{-6} \sim 10^{-12}$ g/L计,但对食品香气贡献极大;且具有一定的挥发性和热不稳定性,对酸碱比较敏感,酶的存在使风味物质随时都有被破坏的可能;风味物质及其分子结构缺乏普遍规律性。鉴于风味物质上述特点,一般常规的分析方法已不能满足对其研究测定的需要。虽然近20多年来,分析仪器有了快速的发展,但对于许多风味物质,人类鼻子仍比现今的分析检测仪器灵敏,因此,往往需对食品风味物质进行分离提取浓缩才能进行分析、鉴定、合成、仿制。

对食品风味物质的分析鉴定,其一般的步骤是,从食品样品中提取、分离风味物质,经初步分级分离后,再对风味物质进一步分离出逐个组分,然后对全组分进行鉴定,最后还要对分析测定结果进行验证,要对其组分进行化学或生物合成,并混合为该物质的风味以确定分析鉴定的正确性。由于目前还没有任何一种仪器能准确的测定各个食品风味物质的类型和质量,所以,任何风味物质的鉴定还必须配合感官评定,包括香气质、香气量及对加香产品质量改善的

评价。

香味物质在进行成分分析之前,挥发性化合物需要从非挥发性基质中分离或浓缩。一般使用的提取和浓缩风味物质的方法需要满足不能使风味物质遭到破坏,不产生异味,所采用的萃取溶剂也不能与风味物质发生反应等要求。目前,风味物质浓缩提取方法主要包括馏蒸法(常压蒸馏、减压蒸馏、真空蒸馏、分子蒸馏)、顶空分析方法(静态顶空、动态顶空)、溶剂萃取法、同时蒸馏萃取法、固相微萃取法和超临界流体萃取法等。现在还没有一种单一的“完美”的方法可以很好地提取风味物质,每一种方法都会给气相色谱分析的结果带来不同类型和程度上的采样偏差。

对于分离浓缩得到的风味物质进行定性、定量测定,常用的方法有容量法、分光光度法、气相色谱法、液相色谱法,色(气、液)谱质谱联用测定法、核磁共振及红外光谱法等。其中,色(气、液)谱—质谱联用测定法是目前分析鉴定中应用最广泛、权威的分析仪器之一。色谱—质谱联机结合了色谱对复杂化合物的高分离能力与质谱独特的选择性、灵敏度、相对分子质量及结构信息于一体的特点,因而具有广泛的应用领域。目前,色谱—质谱主要是气相色谱—质谱(GC-MS)和液相色谱—质谱(LC-MS)。

GC-MS由GC和高分解能质谱仪直接连结而成,能把从气相色谱仪依次溶出的各种成分的裂解离子精密测定到1/10 000质量中位并决定分子式。目前,这种方法在食品风味物质的分离鉴定中应用广泛,如对不同品种苹果的主要芳香成分进行定性和定量分析,比较不同品种之间芳香成分在种类和含量上的差异。

LC-MS联用技术集液相色谱的高分离效能与质谱的强鉴定能力于一体,对研究对象不仅有足够的灵敏度、选择性,同时还能够给出一定的结构信息,分析快速且方便。LC-MS是色-质联用的一个新动向,这种联用比起GC-MS对样品的适用范围要更宽一些,特别是对难气化、易分解的大分子的试样更具优越性。目前,研究广泛开展了利用LC-MS技术来绘制风味物质的指纹图谱,从而为产品的质量控制和标准制定提供理论依据和指导。

二、电子鼻

电子鼻(Electronic nose)是人类嗅觉的延伸。第一台商业化的“电子鼻”于1994年诞生。电子鼻是一种包含电化学传感器阵列的具有部分专一性、以及恰当的模式识别系统的专门的仪器,具有人工智能的特点,是新颖的分析、识别和检测复杂嗅味和挥发性成分的仪器。它是目前世界上的热点研究课题。从事电子鼻开发研究的机构,欧洲有17家,美国和加拿大有9家,世界上电子鼻商业产品的供应商已达到约20家。代表性电子鼻产品如法国Alpha-MOS的桌面型FOX、美国加利福尼亚Cyransciences公司的Cyranose,中国台湾的Smdl1 Ween、日本的Frage等。

通常情况下,人们判定食品气味和香味主要靠嗅觉,但是这种方法主观性强,重复性差,存在较大的个体差异,没有统一的标准,同时人的嗅觉对气味具有适应性,容易出现疲劳而影响分析结果。目前,人们用常规的气体分析设备,如气相色谱—质谱(GC-MS)来分析食品中气味的成分和浓度,它的测定需要制备和处理样品,选择合适的萃取剂,以及合适的色谱分析条件,虽然这种方法能精确测定气味的组成和浓度,但是该操作比较烦琐、耗时久、分析费用高,而且无法建立它们与嗅觉效果之间的关系。而电子鼻则不同,得到的不是被测样品中某种或某几种成分的定性或定量的结果,而是样品中挥发性成分的整体信息,也称“指纹信息”。它模



拟人的鼻子“闻到”的是目标总体信息,不仅可以根据不同的气味测到不同的信号,而且可以将此信号与经训练后建立的数据库的信号加以比较,进行判断识别,因而具有类似鼻子的功能,从而在生产实践中得到了广泛的应用。国外对于电子鼻的研究比较活跃,尤其是在食品行业的应用,如果蔬成熟度检测、肉品新鲜度检测、判断发酵肉制品成熟度和对酒类、烟草、饮料、肉类、奶类、茶叶等具有挥发性气味的食品的认识和分类。例如,有研究根据猪肉的气味特征,建立了一套适用于猪肉新鲜度识别的电子鼻系统,识别率达到95%。人们也可以通过电子鼻技术来分析粮食的发霉、虫害、储藏、营养价值等。

三、电子舌

电子舌(Electronic tongue)是一种通过模仿生物味觉系统,能快速分辨甜、酸、苦、咸、鲜等存在于液体内的滋味的仪器。生物味觉模拟系统是利用多传感阵列感测液体样品的特征响应信号,通过信号模式识别处理及专家系统学习识别,对样品进行定性或定量分析的一类新型分析测试技术设备。它的使用原理是使用类似于生物系统的材料作传感器的敏感膜,当类脂薄膜的一侧与味觉物质接触时,膜电势发生变化,从而产生响应,检测出各类物质之间的相互关系。这种味觉传感器具有高灵敏性、可靠性、重复性,它可以对样品进行量化,同时可以对一些成分含量进行测量。

由电子舌的定义及原理可以将其结构分成3个主要部分:(1)交互感应传感器阵列;(2)自主学习专家数据库;(3)智能模式识别系统。交互敏感传感器阵列相当于生物系统的舌头,自主学习专家数据库仿生物体的记忆系统,模式识别系统如同生物体的大脑运算方式。

另外,从电子舌本身的原理及其与电子鼻的区别,还可以归纳出以下几个主要特点:(1)电子舌由多通道传感器阵列构成;(2)测试对象为溶液化样品;(3)采集的信号为溶液特性的总体响应强度,而非某个特定组分浓度的响应信号;(4)从传感器阵列采集的原始信号,通过数学方法处理,能够区分不同被测对象的属性差异;(5)它所描述的特征与生物系统的味觉不是同一概念。正是由于以上几个特点,电子舌作为一种新型的分析检测仪器与传统的分析化学思想具有一定的差异性。即电子舌所检测的不是溶液中某个具体化合物浓度的强度信号,而是与几个组分浓度相关的总体强度信号;电子舌重点不是在于测出检测对象的化学组成及各个组分的浓度多少,以及检测限的高低,而是在于反映检测对象之间的整体特征差异性,而且能够进行辨识,或是在特定条件下求出内部组分浓度,提取出被测对象方面的某些属性信息。

现在,国外主要有Toko和Beullens等对电位型电子舌、Winqvist等对伏安型电子舌、Riul等对阻抗谱型电子舌、Sehra等对声波型电子舌的研究以及近年出现的新型电子舌如光寻址型电子舌和多频脉冲电子舌等。目前,较典型的电子舌系统有法国的Alpha MOS系统和日本的Kiyoshi Toko电子舌。法国的Alpha MOS公司生产的电子舌系统占有全世界99%以上的电子舌市场,在食品、医药、环境、化工等领域都有很好的应用。

电子舌仪器由于对样品无需前处理,并且能够实现现场、快速、实时检测,特别适合于食品品质快速检测方面的应用,而且它可以克服常用食品品质分析方法的缺点。感官评定法依赖经过长期训练、拥有特殊味觉判别能力的品评专家来判断,特别是像酒类、茶类等风味消费食品,很多时候难以找到适合的人选;化学法繁琐、实时性差;物理化学法对仪器的要求比较高。此外,由于人的感觉器官在分辨力、敏感度、稳定性等方面的个体差异,以及极易受外界因素的