

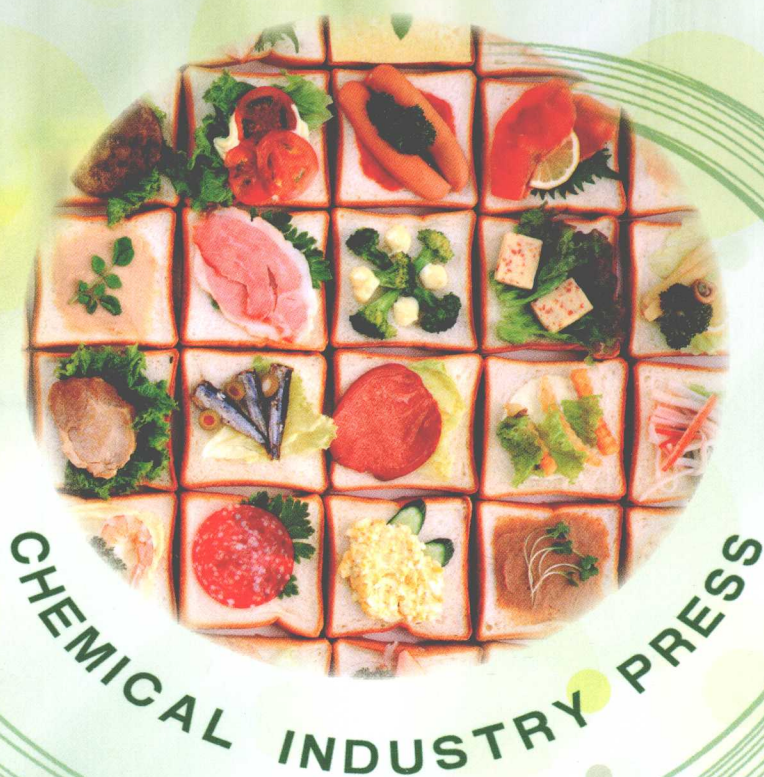


教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材

食品感官分析与实验

徐树来 王永华 编
张水华 主审

第二版



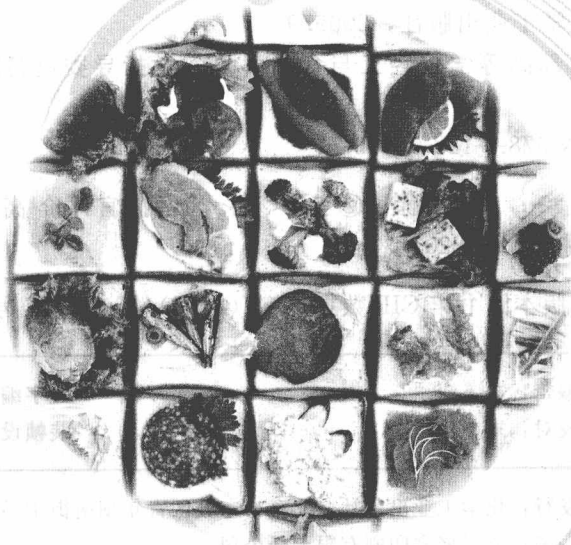
化学工业出版社

教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材

食品感官分析与实验

徐树来 王永华 编
张水华 主审

第二版



化学工业出版社

北京

ISBN 7-122-11339-9

定价：25.00元

《食品感官分析与实验》第一版作为教育部食品科学与工程专业教学指导分委员会“十五”期间推荐的特色教材，一经出版就得到了广大读者的认可与好评。应广大读者的要求，在对原版教材进行改进和修订的基础上，推出了本书的第二版。

第二版在保留原有教材特色的基础上，结合多所高校本课程的教学及科研实践发现的问题，对原教材存在的疏漏及不当之处加以修正；简化原有文字赘述之处，使概念及方法更便于理解；增加食品感官机器人等现代食品感官测试仪器的相关内容，以及食品感官检验与仪器测试一章，便于读者分析感官检验与仪器测试之间的相关性；同时新增了部分实例。修订后的教材更加易读、易懂，实用性更强，内容更新，但篇幅与第一版相近。

本书可作为食品科学与工程、食品质量与安全等食品专业的本科生教学用书，还可作为生物、制药、轻工、农林等相关专业人员的参考书，也可供食品工程技术人员、科研人员和教师参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品感官分析与实验/徐树来, 王永华编. —2版.—北京: 化学工业出版社, 2009.9

教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材

ISBN 978-7-122-06483-7

I. 食… II. ①徐…②王… III. 食品感官评价-高等学校-教材 IV. TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 140727 号

责任编辑: 赵玉清
责任校对: 郑捷

文字编辑: 周 侗
装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 305 千字 2010 年 1 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

《食品感官分析与实验》第一版作为教育部食品科学与工程专业教学指导分委员会“十五”期间推荐的特色教材，除介绍食品感官分析的原理，感觉的基础，食品感官分析的环境条件，评价员的选拔与培训，以及食品感官实验的设计、实施及统计分析等基础知识之外，力图结合中国的国情和课程特点，更加注重实用性和教学需要，尽量简化繁琐的统计学理论，加大了应用案例和实验内容比例，使教材可读性和实用性增强。本书一经出版就得到了广大读者的认可与好评，重印多次，销售一万多册，取得良好社会效益。

随着现代食品感官科学的不断发展，特别是现代仿生技术的发展，迫切要求对原版教材加以改进和修订，以更加适应现代教学和科研的实际需要。应广大读者的要求，我们推出了《食品感官分析与实验》的第二版。

第二版在保留原有教材特色的基础上，结合多所高校本课程的教学及科研实践，对原教材存在的疏漏及不当之处加以修正；简化原有文字赘述之处，使概念及方法更便于理解；增加食品感官机器人等现代食品感官测试仪器的相关内容，以及食品感官检验与仪器测试一章，便于读者分析感官检验与仪器测试的相关性；同时新增了部分实例。修订后的教材力求更加易读、易懂，实用性更强，内容更新，但篇幅与第一版相近，保持内容精炼的特色。

参加本书编写的有：哈尔滨商业大学徐树来（第一章、第二章、第三章、第五章、第八章、第九章、第十章、第十一章），华南理工大学王永华（第四章、第六章、第七章和第十二章）。全书由徐树来统稿。

本书在编写过程中得到了许多同志的支持和帮助。本书第一版主编华南理工大学张水华教授对第二版提了许多宝贵建议并担任主审工作，哈尔滨商业大学食品学院在读研究生范爱月和华南理工大学食品学院在读研究生徐迅为本书的文字、图表处理做了大量的工作，在此一并致谢。

限于编者的水平及经验，书中难免存在不足及疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年6月

第一版前言

食品感官分析自 20 世纪 90 年代在我国正式推广以来，得到了迅速发展和普及，已先后出版多部科技书籍和教材。国家技术监督局也已颁布了相关的国家标准。目前，感官分析已成为许多食品企业进行新产品开发、工艺改进、成分替换、市场调查、品质检验及质量控制等工作的重要手段。许多学校也相继开设了本课程，食品感官分析的技术和应用日趋成熟，其应用范围也越来越广泛。

本教材自 1994 年首次以《食品感官鉴评》出版以来，先后经过两次再版和多次重印。这次由教育部食品科学与工程专业教学指导分委员会推荐为该学科的特色教材，在保持原有教材特色的基础上，重新进行编写，并力图结合中国的国情和课程特点，更加注重实用性和教学需要，尽量简化繁琐的统计学理论，加大了应用案例和实验内容比例，使教材可读性和实用性增强。本教材不仅可作为高等院校教材，对食品企业和科研院所技术人员也具有一定的参考价值。

参加本书编写的有：华南理工大学张水华（第一章，第二章第一、二节，第三章，第九章，第十一章）；哈尔滨商业大学徐树来（第二章第三节、第五章、第八章、第十章）；华南理工大学王永华（第四章、第六章、第七章和第十一章部分）。全书最后由张水华统稿。

本书在编写过程中得到了许多同志的支持和帮助。哈尔滨商业大学的金万浩副教授提了许多宝贵建议，华南理工大学食品学院的在读研究生罗文、杨丽等同学为本书的文字、图表处理做了大量工作，在此一并致谢。

当然，感官分析技术国内起步较晚，许多资料出自外文，还有待于今后进一步消化和吸收。限于编者的水平及经验，书中难免存在不足及错误之处，殷请读者批评指正。

编者

2006 年 3 月

目 录

第一章 概述	1	一、感官功能的测试	34
一、食品感官分析的意义与特点	1	二、感官灵敏度的测试	36
二、食品感官分析的适用范围与法律 依据	2	三、表达能力的测试	38
三、食品感官分析与其他分析方法 关系	2	第四节 优选评价员的培训	40
第二章 感觉的基础	4	一、训练的目的与要求	40
第一节 感觉概述	4	二、培训方法的选择	41
一、感觉的定义和分类	4	三、考核与再培训	43
二、感觉与心理	4	第五章 检验方法的分类及标度	48
三、感觉定理	5	第一节 感官检验方法的选择及应用	48
第二节 影响感觉的因素	6	一、感官检验的定义及目的	48
一、影响感觉的几种现象	6	二、感官检验方法分类及其应用	48
二、温度对感觉的影响	7	三、感官检验的常用术语	52
三、年龄与生理	7	第二节 标度	55
第三节 食品感官分析中的主要感觉	7	一、标度种类	55
一、视觉	7	二、常用标度方法	56
二、听觉	9	第六章 差别试验	63
三、嗅觉	9	第一节 成对比较检验法	63
四、味觉	12	一、方法特点	64
五、触觉	15	二、问答表的设计和做法	65
六、感官的相互作用	18	三、结果分析与判断	66
第三章 食品感官分析的环境条件	20	第二节 二-三点检验法	69
第一节 食品感官分析实验室	20	一、方法特点	70
一、食品感官分析实验室应达到的要求	20	二、问答表设计与做法	70
二、食品感官分析实验室的设计	21	三、结果分析与判断	71
三、实验的设施和要求	24	第三节 三点检验法	72
第二节 样品的制备和呈送	25	一、方法特点	73
一、样品制备的要求	25	二、问答表设计与做法	74
二、样品的编码与呈送	26	三、结果分析与判断	74
三、不能直接感官分析的样品的制备	26	第四节 “A”-“非 A” 检验法	75
第三节 食品感官分析的组织和管理	27	一、方法特点	76
第四章 评价员的选拔与培训	29	二、问答表设计与做法	76
第一节 感官分析评价员的类型	29	三、结果分析与判断	76
第二节 评价员的初选	30	第五节 五中取二检验法	80
一、初选的方法和程序	30	一、方法特点	80
二、候选评价员的基本要求	33	二、问答表设计与做法	80
第三节 候选评价员的筛选	33	三、结果分析与判断	80
		第六节 选择试验法	82
		一、方法特点	82
		二、问答表设计与做法	82

三、结果分析与判断	82	第十章 食品感官检验与仪器测定的	
第七节 配偶试验法	84	关系	118
一、方法特点	84	第一节 感官检验与仪器测定的特点	
二、问答表的设计与做法	84	比较	118
三、结果分析与判断	84	第二节 食品物性指标的仪器测定	119
第七章 排列试验	86	一、质构仪	119
第一节 排序检验法	86	二、搅拌型测试仪	122
一、方法特点	86	三、电子鼻及其在食品嗅觉识别中的	
二、问答表设计与做法	87	应用	123
三、结果分析与判断	87	四、电子舌及其在食品味觉识别中的	
第二节 分类试验法	92	应用	125
一、方法特点	92	五、感官检验机器人	126
二、问答表设计与做法	92	第三节 感官检验与仪器测定的相关性	
三、结果分析	92	分析	127
第八章 分级试验	94	第十一章 食品感官分析的应用	133
第一节 评分法	94	第一节 消费者试验	133
一、评分法特点	94	一、消费行为研究	133
二、问答表的设计和做法	95	二、消费者感官检验与产品概念检验	133
三、结果分析与判断	95	三、消费者感官检验类型	134
第二节 成对比较法	97	四、家庭使用检验	136
一、成对比较法特点	97	五、问卷设计原则	138
二、问答表的设计和做法	97	第二节 市场调查	140
三、结果分析与判断	98	一、市场调查的目的和要求	140
第三节 加权评分法	100	二、市场调查的对象和场所	141
一、加权评分法的特点	100	三、市场调查的方法	141
二、权重的确定	100	第三节 质量控制	141
三、加权评分的结果分析与判断	101	一、产品质量	141
第四节 模糊数学法	102	二、质量控制与感官评价	142
一、模糊数学基础知识	102	三、感官质量控制项目开发与管理	142
二、模糊数学评价方法	103	四、感官质量控制方法	144
第五节 阈值试验	105	第四节 新产品开发	151
一、阈值和主观等价值的概念	105	一、设想	151
二、阈值的影响因素	105	二、研制和鉴评阶段	151
三、阈值的测定	106	三、消费者抽样调查阶段	151
第九章 分析或描述实验	109	四、货架寿命和包装阶段	151
第一节 简单描述实验	109	五、生产阶段和试销阶段	151
一、方法描述	109	六、商品化阶段	152
二、问答表设计与做法	110	第五节 主要食品与食品原料的感官检验要	
三、结果分析	112	点及应用举例	152
第二节 定量描述和感官剖面检验法	112	一、畜禽肉感官鉴别要点及应用举例	152
一、方法特点	112	二、蛋和蛋制品的感官鉴别要点及应用	
二、问答表设计和做法	113	举例	155
三、结果分析	115	三、乳和乳制品的感官鉴别要点及应用	
		举例	157

四、水产品及其制品的感官鉴别要点 及应用举例	160	实验五 评分试验 (白酒评比试验)	175
五、谷类的感官鉴别要点及应用举例	161	实验六 感官剖面试验	176
六、食用植物油的感官鉴别要点及应用 举例	164	实验七 果酱风味综合评价实验 (描述 检验)	177
七、豆制品的感官鉴别要点及应用 举例	166	附录	179
八、果品的感官鉴别要点及应用举例	167	附录 1 χ^2 分布表	179
九、蔬菜的感官鉴别要点及应用举例	168	附录 2 Spearman 秩相关检验临界值表	181
十、罐头的感官鉴别要点	169	附录 3 F 分布表	181
第十二章 实验	170	附录 4 方差齐次性检验临界值表	182
实验一 味觉敏感度测定	170	附录 5 顺位检验法检验表 ($\alpha=5\%$)	183
实验二 嗅觉辨别试验	171	附录 6 顺位检验法检验表 ($\alpha=1\%$)	186
实验三 差别试验 (啤酒品评员考核 试验)	172	附录 7 斯图登斯化范围表	189
实验四 排序试验 (以饼干为样品)	173	附录 8 随机数表	189
		参考文献	191

第一章

概 述

一、食品感官分析的意义与特点

与其他许多应用技术一样，食品感官分析或感官评价也在应用中不断发展和完善。食品感官分析技术已成为许多食品公司在产品质量管理、新产品开发、市场预测、顾客心理研究等许多方面的重要手段。食品感官分析的应用同时也促进了心理学、生理医学、仿生学的发展，以及现代食品感官检测设备的开发，如近年来开发的电子鼻、电子舌、食品感官机器人等。

食品感官分析是在食品理化分析的基础上，集心理学、生理学、统计学的知识发展起来的一门学科。该学科不仅实用性强、灵敏度高、结果可靠，而且解决了一般理化分析所不能解决的复杂生理感受问题。感官分析在世界许多发达国家已普遍采用，是从事食品生产、营销管理、产品开发以及广大消费者所必须掌握的一门知识。食品感官分析在新产品研制、食品质量评价、市场预测、产品评优等方面都已获得广泛应用。

与传统意义上的感官评价不同，现代感官分析不单只是靠具有敏锐的感觉器官和长期经验积累的某一方面的专家的评价结果，这是因为：由专家担任评价员，只能是少数人，而且不易召集；不同的人具有不同的感觉敏感性、嗜好和评判标准，所以评价结果往往不相一致；人的感觉状态常受到生理（如疾病、生理周期）、环境等因素的影响；专家对评判对象的标准与普通消费者的看法常有较大差异；不同方面的专家也会遇到感情倾向和利益冲突等问题的干扰。为了避免传统意义上的感官分析中存在的各种缺陷，现代的感官分析实验中逐渐引入了生理学、心理学和统计学方面的研究成果。

现代感官分析包括两个方面的内容：一是以人的感官测定物品的特性；二是以物品的特性来获知人的特性或感受。每次感官分析实验均由不同类别的感官评价小组承担，实验的最终结论是评价小组中评价员各自分析结果的综合。所以，在感官分析实验中，并不看重个人的结论如何，而是注重于评价小组的综合结论。

现代感官分析技术包括一系列精确测定人对食品中各种特性的反应，并把可能存在的各种偏见对消费者的影响降低到最低程度。同时，尽量解析食品本身的感官特性，向食品科学家、产品开发者和企业管理人员提供该产品感官性质的重要而有价值的信息。

食品感官分析是通过评价员的视觉、嗅觉、味觉、听觉和触觉而引起反应的一种科学方法。常包括四种活动：组织、测量、分析和结论。

组织：包括评价员的组成、评价程序的建立、评价方法的设计和评价时的外部环境的保障。其目的在于感官分析实验应在一定的控制条件下制备和处理样品，在规定的程序下进行实验，从而使各种偏见和外部因素对结果的影响降到最低。

测量：评价员通过视觉、嗅觉、味觉、听觉和触觉的行为反应、采集数据，在产品性质

和人的感知之间建立一种联系,从而表达产品的定性、定量关系。

分析:采用统计学的方法对来自评价员的数据进行分析统计,它是感官分析过程的重要部分,可借助计算机和优良软件完成。

结论:在基于数据、分析和实验结果的基础上进行合理判断,包括所采用的方法、实验的局限性和可靠性。

食品感官分析也是一门测量的科学,像其他的分析检验过程一样,也涉及精密度、准确度和可靠性。统计学的应用可将风险降到很低的水平,感官分析中通常采用的显著性 $\leq 5\%$ 。

感官分析的应用范围极为广泛,除了食品行业外,在机械、电子、纺织、印刷、化工等行业中也都涉及,如彩色电视的色调、音响器材的调音、塑料制品的外形、纺织品的手感等。

二、食品感官分析的适用范围与法律依据

食品的感官分析最早应用于食品的评比上,例如饮料酒的品评鉴定,我国人民习惯地称为评酒,在国内外文献中则有不同的名称,例如饮料酒的品评、品尝、感官检查等,其实都是对饮料酒的感官分析或感官评定。对其他食品也是一样,例如罐头食品评比、饼干评比、烹饪评比等。

对于广大消费者,食品的感官分析鉴定则是择良的最基本手段,人们每天都在自觉或不自觉地做着每一件食品的感官检查,但由于人类的某些功能已经退化,这种择良本能的可靠性已经降低了,然而对于动物来说,仍是它们生存的最可靠的技能。人类已很容易因辨别能力的退化而造成食物中毒,他们只能由知识和经验来判断,而动物因其保留了高度的感觉敏锐性,在复杂的自然界中它们很少发生食物中毒,如兔子不会采食毒蘑菇,牛不吃蕨类植物。

而现代食品感官分析更多地被食品开发商应用于考虑商业利益和战略决策方面,例如市场调查、消费群体的偏爱、工艺或原材料的改变是否对产品带来质量的影响,一种新产品的推出是否会受到更多消费者的喜欢等。这方面的应用,本书将在第十一章做详细介绍。

食品感官分析评价除了在产品开发方面应用较多外,还可给其他部门提供信息。产品质量的感官标准是质量控制体系的一个重要组成部分。政府服务部门,例如工商管理人员在查假冒伪劣食品时,最快速直接的方法是感官鉴别。食品质量的好坏,首先表现在感官性状的变化上,有些食品在轻微劣变时精密仪器也难以检出,但通过人体的感觉器官却可以判断出来。

食品感官分析所采用的方法和技术,也适用于产品质量标准中的感官指标检查。

我国自1988年开始,相继制定和颁布了一系列感官分析方法的国家标准,包括《感官分析方法总论》(GB 10220—88)、《感官分析术语》(GB 10221.1~GB 10221.4)、感官分析的各种方法(GB 12310~GB 12316),以及感官分析评价员的培训与考核(GB/T 14195—93)和建立感官分析实验室的一般导则(GB/T 13868)等。这些标准一般都是参照采用或等效采用相关的国际标准(ISO),具有较高的权威性和可比性,对推进和规范我国的感官分析方法起了重要作用,也是执行感官分析的法律依据。

三、食品感官分析与其他分析方法的关系

食品的质量标准通常包括感官指标、理化指标和卫生指标。理化指标和卫生指标主要涉及产品质量的优劣和档次、安全性等问题,由质检部门和卫生监督部门督查。感官分析除了

传统意义上的感官指标外，更多地还在于该产品在人的感受中的细微差别和好坏程度。感官指标通常具有否决性，即如果某一产品的感官指标不合格，则不必再做理化指标检测和卫生指标检测，直接判该产品为不合格品。所以，食品的感官分析不能单纯地代替理化指标和卫生指标检测，它只是在产品性质和人的感知之间建立起一种合理的、特定的联系。

现代感官分析是建立在统计学、生理学和心理学基础上的。在感官分析实验中，并不看重个人的结论如何，而是注重于评价员的综合结论。

由于感官分析是利用人的感觉器官进行的实验，而人的感官状态又常受环境、自体、感情等很多因素的影响，所以为尽量避免各种因素对感官评价结果的影响，人们也一直在寻求用理化分析，特别是用仪器测试的方法来代替人的感觉器官，以期将主观的定性化语言描述转化为客观的定量表达，如电子舌、电子鼻、食品感官机器人的开发和应用，可使评价结果更趋科学、合理、公正。

随着科学技术的发展及计算机技术的应用，将逐渐有不同的理化分析方法与分析型感官分析相对应，特别是随着现代仿生技术的发展及各种先进食品感官测试仪器的开发，食品感官检验与仪器测试相结合已成为食品感官科学发展的必然趋势，研究二者之间的相关性也将成为该领域的一个重要内容。

尽管理化分析方法不断发展和完善，且新型食品感官检测设备不断开发，但上述方法还无法代替感官分析，其主要原因如下：

- ① 理化分析方法操作复杂，费时费钱，不及感官分析方法简便、实用；
- ② 一般理化分析方法还达不到感官方法的灵敏度；
- ③ 用感官感知的产品性状，其理化性能尚不明了；
- ④ 还没有开发出能够完全替代感官分析的合适的理化分析方法；
- ⑤ 测试仪器一般价格昂贵，且仪器测试具有较强的专一性，仅限于有限指标的测试，很难获得感官分析的综合评价结果；
- ⑥ 食品感官测试仪器设备尚处于发展阶段，其准确度、数据库等尚需不断完善和提高。

对于嗜好型的感官分析，用理化方法或仪器测试代替感官测定更是不可能的。可见，无论是理化分析，还是仪器测试，都只能作为食品感官分析检验的辅助手段和有益补充。故食品感官分析检验具有其他方法无法替代的重要作用 and 地位。

第二章

感觉的基础

第一节 感觉概述

一、感觉的定义和分类

感觉是生物（包括人类）认识客观世界的本能，是外部世界通过机械能、辐射能或化学能刺激到生物体的受体部位后，在生物体中产生的印象和（或）反应。因此，感觉受体可按下列不同的情况分类。

- ① 机械能受体：听觉、触觉、压觉和平衡。
- ② 辐射能受体：视觉、热觉和冷觉。
- ③ 化学能受体：味觉、嗅觉和一般化学感。

以上三者也可更广义地概括为物理感（视觉、听觉和触觉）和化学感（味觉、嗅觉和一般化学感，后者包括皮肤、黏膜或神经末梢对刺激性药剂的感觉）。

人的感觉远比一般动物复杂，它除了感知外，还有复杂的心理活动。

任何事物都是由许多属性组成的。例如，一块面包有颜色、形状、气味、滋味、质地等属性。不同属性，通过刺激不同感觉器官反映到人的大脑，从而产生不同的感觉。人的感觉不仅反映外界事物的属性，也反映人体自身活动情况。人之所以知道自己是躺着或站立着，就是凭着对自身状态的感觉。

感觉虽然是低级的反映形式，但它是一切高级复杂心理活动的基础和前提，感觉对人类的生活有重要作用和影响。

在人类产生感觉的过程中，感觉器官直接与客观事物特性相联系。不同的感官对于外部刺激有较强的选择性。感官由感觉受体或一组对外界刺激有反应的细胞组成，这些受体物质获得刺激后，能将这些刺激信号通过神经传导到大脑。感官通常具有下面几个特征：

- ① 一种感官只能接受和识别一种刺激；
- ② 只有刺激量在一定范围内才会对感官产生作用；
- ③ 某种刺激连续施加到感官上一段时间后，感官会产生疲劳、适应现象，感觉灵敏度随之明显下降；
- ④ 心理作用对感官识别刺激有影响；
- ⑤ 不同感官在接受信息时，会相互影响。

二、感觉与心理

人的心理现象复杂多样，心理活动内容非常广泛，它涉及所有学科研究的对象与内容，从本质上讲，人的心理是人脑的机能，是对客观现实的主观反映。要想详细研究和认识，远非本书所能，这里之所以提出这个话题，是因为在人的心理活动中，认知是第一步，其后才

有情绪和意志。而认知活动包括感觉、知觉、记忆、想象、思维等不同形式的心理活动。感觉和知觉通常合称为感知，是人类认识客观现象的最基本的认知形式，人们对客观世界的认识始于感知。

感觉反映客观事物的个别属性或特性。通过感觉，人获得有关事物的某些外部的或个别的特征，如形状、颜色、大小、气味、滋味、质感等。知觉反映事物的整体及其联系与关系，它是人脑对各种感觉信息的组织与解释的过程。人认识某种事物或现象，并不仅仅局限于它的某方面的特性，而是把这些特性组合起来，将它们作为一个整体加以认识，并理解它的意义。例如，就感觉而言，人们可以获得各种不同的声音特性（音高、音响、音色），但却无法理解它们的意义。知觉则将这些听觉刺激序列加以组织，并依据人们头脑中的过去经验，将它们理解为各种有意义的声音。知觉并非是将各种感觉的简单相加，而是感觉信息与非感觉信息的有机结合。

感知过的事物，可被保留、贮存在头脑中，并在适当的时候重新显现，这就是记忆。人脑对已贮存的表象进行加工改造形成新现象的心理过程则称为想象。思维是人脑对客观现实的间接的、概括的反映，是一种高级的认知活动。借助思维，人可以认识那些未直接作用于人的事物，也可以预见事物的未来及发展变化。例如，对于一个有经验的食物感官分析人员，根据食物的成分表，他可以粗略地判断出该食品可能具有的感官特性。

情绪活动和意志活动是认知活动的进一步活动，认知影响情绪和意志，并最终与心理状态相关联，它们之间的复杂关系，这里不作进一步讨论。

三、感觉定理

感官或感受体并不是对所有变化都会产生反应，只有当引起感受体发生变化的外部刺激处于适当范围内时，才能产生正常的感觉。刺激量过小或过大都会造成感受体无反应而不产生感觉或反应过于强烈而失去感觉。例如，人眼只对波长为 380~780nm 光波产生的辐射能量变化有反应。因此，对各种感觉来说都有一个感受体所能接受的外界刺激变化范围。

19 世纪 40 年代，德国生理学家韦伯（E. H. Weber）在研究质量感觉的变化时发现，100g 质量至少需要增减 3g，200g 的质量至少需要增减 6g，300g 则至少需要增减 9g 才能觉察出质量的变化，由此导出了韦伯定律公式：

$$K = \Delta I / I$$

式中， ΔI 表示物理刺激恰好能被感知差别所需的能量； I 表示刺激的初始水平； K 表示韦伯常数。

德国的心理物理学家费希纳（G. H. Fechner）在韦伯研究的基础上，进行了大量的实验研究。在 1860 年出版的《心理物理学纲要》一书中，他提出了一个经验公式，用以表达感觉强度与物理刺激强度之间的关系，又称为费希纳定律：

$$S = K \lg I$$

式中， S 表示感觉强度； I 表示物理刺激强度； K 表示韦伯常数。

感觉阈值是指从刚能引起感觉至刚好不能引起感觉刺激强度的一个范围。依照测量技术和目的的不同，可以将各种感觉的感觉阈分为两种。

(1) 绝对阈 指刚刚能引起感觉的最小刺激量和刚刚导致感觉消失的最大刺激量，称为绝对感觉的两个阈限。低于该下限值的刺激称为阈下刺激，高于该上限值的刺激称为阈上刺

激，而刚刚能引起感觉的刺激称为刺激阈或觉察阈。阈下刺激或阈上刺激都不能产生相应的感觉。

(2) 差别阈 指感官所能感受到的刺激的最小变化量，或者是最小可察觉差别水平(JND)。差别阈不是一个恒定值，它会随一些因素的变化而变化。

第二节 影响感觉的因素

一、影响感觉的几种现象

1. 疲劳现象

疲劳现象是经常发生在感官上的一种现象。当一种刺激长时间施加在一种感官上后，该感官就会产生疲劳现象。疲劳现象发生在感官的末端神经、感受中心的神经和大脑的中枢神经上，疲劳的结果是感官对刺激感受的灵敏度急剧下降。嗅觉器官若长时间嗅闻某种气体，就会使嗅感受体对这种气味产生疲劳，敏感性逐步下降，随着刺激时间的延长甚至达到忽略这种气味存在的程度。例如，刚刚进入出售新鲜鱼品的水产鱼店时，会嗅到强烈的鱼腥味，随着在鱼店逗留时间的延长，所感受到的鱼腥味渐渐变淡。对长期工作在鱼店的人来说甚至可以忽略这种鱼腥味的存在。对味觉也有类似现象产生，例如吃第二块糖总觉得不如第一块糖甜。除痛觉外，几乎所有感觉都存在这种现象。感觉的疲劳程度依所施加刺激强度的不同而有所变化，在去除产生感觉疲劳的强烈刺激之后，感官的灵敏度会逐渐恢复。一般情况下，感觉疲劳产生越快，感官灵敏度恢复就越快。值得注意的是，强烈刺激的持续作用会使感觉产生疲劳，敏感度降低，而微弱刺激的结果会使敏感度提高。

2. 对比现象

当两个刺激同时或连续作用于同一个感受器官时，由于一个刺激的存在造成另一个刺激增强的现象称为对比增强现象。在感觉这两个刺激的过程中，两个刺激量都未发生变化，而感觉上的变化只能归于这两种刺激同时或先后存在时对人心理上产生的影响。例如，在15g/100mL浓度蔗糖溶液中加入17g/L浓度的氯化钠后，会感觉甜度比单纯的15g/100mL蔗糖溶液要高。在吃过糖后，再吃山楂会感觉山楂特别酸，这是常见的先后对比增强现象。同一种颜色，将浓淡不同的两种放在一起观察，会感觉颜色深的更加突出，这是同时对比增强现象。

与对比增强现象相反，若一种刺激的存在减弱了另一种刺激，称为对比减弱现象。各种感觉都存在对比现象。对比现象提高了两个同时或连续刺激的差别反应。因此，在进行感官检验时，应尽量避免对比现象的发生。

3. 变调现象

当两个刺激先后施加时，一个刺激造成另一个刺激的感觉发生本质的变化时的现象，称为变调现象。例如，尝过氯化钠或奎宁后，即使饮用无味的清水也会感觉有甜味。对比现象和变调现象虽然都是前一种刺激对后一种刺激的影响，但后者影响的结果是本质性的改变。

4. 相乘作用

当两种或两种以上的刺激同时施加时，感觉水平超出每种刺激单独作用效果叠加的现象，称为相乘作用。例如，20g/L的味精和20g/L的核苷酸共存时，会使鲜味明显增强，增强的强度超过20g/L味精单独存在的鲜味与20g/L核苷酸单独存在的鲜味的加和。相乘作用的效果广泛应用于复合调味料的调配中。

5. 阻碍作用

由于某种刺激的存在导致另一种刺激的减弱或消失，称为阻碍作用或拮抗作用。产于西非的神秘果会阻碍味感受体对酸味的感觉。在食用过神秘果后，再食用带酸味的物质，会感觉不出酸味的存在。匙羹藤酸（gymnemic acid）能阻碍味感受体对苦味和甜味的感觉，但对咸味和酸味无影响。

二、温度对感觉的影响

环境温度对感官品评的影响，将在第三章讨论。这里仅讨论食物温度对感觉的影响。食物可分为热吃食物、冷吃食物和常温食用食物。如果将最适食用温度弄反了，将会造成很不好的效果。理想的食物温度因食品的不同而异，以体温为中心，一般在士（25~30）℃的范围内。热菜的温度最好在60~65℃，冷菜肴最好在10~15℃。适宜于室温下食用的食物不多，一般只有饼干、糖果、西点等。

表2-1列举了几种食品的最佳食用温度，但它们也因个人的健康状态和环境因素的影响而有所不同。体质虚弱的人喜欢食用温度稍高，在35℃的气温下，品温6℃左右的啤酒更显可口。

表 2-1 食品的最佳食用温度

食品类型	食品名称	适温/℃	食品类型	食品名称	适温/℃
热的食物	咖啡	67~73	冷的食物	水	10~15
	牛奶	58~64		冷咖啡	6
	汤类	60~66		牛奶	10~15
	面条	58~70		果汁	5
	炸鱼	64~65		啤酒	10~15
				冰激凌	-6

注：资料来源 [日] 太田静行著. 食品调味论. 北京：中国商业出版社，1989：23。

三、年龄与生理

随着人年龄的增长，各种感觉阈值都在升高，敏感程度下降，对食物的嗜好也有很大的变化。有人调查对甜味食品的满意程度，发现孩子对糖的敏感度是成人的两倍。幼儿喜欢高甜味，初中生、高中生喜欢低甜味，以后随着年龄的增长，对甜味的要求逐步上升。老人的口味往往难以满足，主要是因为他们的味觉在衰退，吃什么东西都觉得无味，不如在年轻时觉得那么好吃，还以为是现在的食物不及从前的好。

人的生理周期对食物的嗜好也有很大的影响，平时觉得很好吃的食物，在特殊时期（如妇女的妊娠期）会有很大变化。许多疾病也会影响人的感觉敏感度，如果味觉、嗅觉突然发现异常，往往是重大疾病的讯号。

第三节 食品感官分析中的主要感觉

一、视觉

视觉是人类重要的感觉之一，绝大部分外部信息要靠视觉来获取。视觉是认识周围环境，建立客观事物第一印象的最直接和最简捷的途径。由于视觉在各种感觉中占据非常重要

的地位,因此在食品感官分析上(尤其是消费者试验中),视觉起到相当重要的作用。

(一) 视觉的生理特征及视觉形成

视觉是眼球接受外界光线刺激后产生的感觉。眼球形状为圆球形,其表面由三层组织构成。最外层是起保护作用的巩膜,它的存在使眼球免遭损伤并保持眼球形状。中间一层是布满血管的脉络膜,它可以阻止多余光线对眼球的干扰。最内层大部分是对视觉感觉最重要的视网膜,视网膜上分布着柱形和锥形光敏细胞。在视网膜的中心部分只有锥形光敏细胞,这个区域对光线最敏感。在眼球面对外界光线的部分有一块透明的凸状体称为晶状体,晶状体的屈曲程度可以通过睫状肌肉运动而变化保持外部物体的图像始终集中在视网膜上。晶状体的前部是瞳孔,这是一个中心带有孔的薄肌隔膜,瞳孔直径可变化以控制进入眼球的光线。

产生视觉刺激的物质是光波,但不是所有的光波都能被人所感受,只有波长在380~770nm范围内的光波才是人眼可接受光波。超出或低于此波长的光波都是不可见光。物体反射的光线,或者透过物体的光线照在角膜上,透过角膜到达晶状体,再透过玻璃体到达视网膜,大多数的光线落在视网膜中的一个小凹陷处。视觉感受器、视杆和视锥细胞位于视网膜中。这些感受器含有光敏色素,当它收到光能刺激时会改变形状,导致电神经冲动的产生,并沿着视神经传递到大脑,再由大脑转换成视觉。

(二) 视觉的感觉特征

1. 闪烁效应

当用一系列明暗交替的光线刺激眼球时,就会产生闪烁感觉,随刺激频率的增加,到一定程度时,闪烁感觉消失,由连续的光感所代替。出现上述现象的频率称为极限融合频率(CFF)。在研究视觉特性及视觉与其他感觉之间的关系时,都以CFF值变化为基准。

2. 颜色与色彩视觉

颜色是光线与物体相互作用后,对其检测所得结果的感知。感觉到的物体颜色受三个实体的影响:物体的物理和化学组成、照射物体的光源光谱组成和接收者眼睛的光谱敏感性。改变这三个实体中的任何一个,都可以改变感知到的物体颜色。

色彩视觉通常与视网膜上的锥形细胞和适宜的光线有关系。在锥形细胞上有三种类型的感受体,每一种感受体只对一种基色产生反应。当代表不同颜色的不同波长的光波以不同强度刺激光敏细胞时,产生色彩感觉。对色彩的感觉还会受到亮度(光线强度)的影响。在亮度很低时,只能分辨物体的外形、轮廓,分辨不出物体的色彩。每个人对色彩的分辨能力有一定差别。不能正确辨认红色、绿色和蓝色的现象称为色盲。色盲对食品感官鉴评有影响,在挑选感官评析人员时应注意这个问题。

3. 暗适应和亮适应

当从明亮处转向黑暗时,会出现视觉短暂消失而后逐渐恢复的情形,这样一个过程称为暗适应。在暗适应过程中,由于光线强度骤变,瞳孔迅速扩大以适应这种变化,视网膜也逐步提高自身灵敏度使分辨能力增强。因此,视觉从一瞬间的最低程度渐渐恢复到该光线强度下正常的视觉。亮适应正好与此相反,是从暗处到亮处视觉逐步适应的过程。亮适应过程所经历的时间要比暗适应短。这两种视觉效应与感官分析实验条件的选定和控制相关。视觉感觉特征除上述外,还有残像效应、日盲、夜盲等。

(三) 视觉与食品感官鉴评

视觉虽不像味觉和嗅觉那样对食品感官鉴评起决定性作用,但仍有重要影响。食品的颜色变化会影响其他感觉。实验证实,只有当食品处于正常颜色范围内才会使味觉和嗅觉在对

该种食品的鉴评上正常发挥, 否则这些感觉的灵敏度会下降, 甚至不能正确感觉。颜色对分析评价食品具有下列作用。

① 便于挑选食品和判断食品的质量。食品的颜色比另外一些因素(如形状、质构等)对食品的接受性和食品质量影响更大, 更直接。

② 食品的颜色和接触食品时环境的颜色显著增加或降低会影响食欲。

③ 食品的颜色也决定其是否受欢迎。备受喜爱的食品常常是因为这种食品带有使人愉快的颜色。没有吸引力的食品, 颜色不受欢迎是一个重要因素。

④ 通过各种经验的积累, 可以掌握不同食品应该具有的颜色, 并据此判断食品所应具有的特性。

以上作用显示, 视觉在食品感官分析尤其是嗜好性分析上占据重要地位。

二、听觉

听觉也是人类用作认识周围环境的重要感觉。听觉在食品感官分析中主要用于某些特定食品(如膨化谷物食品)和食品的某些特性(如质构)的评析上。

1. 听觉的感觉过程

听觉是接受声波刺激后而产生的一种感觉。感觉声波的器官是耳朵。人类的耳朵分为内耳和外耳, 内耳、外耳之间通过耳道相连接。外耳由耳郭构成; 内耳则由耳膜、耳蜗、中耳、听觉神经和基膜等组成。外界的声波以振动的方式通过空气介质传送至外耳, 再经耳道、耳膜、中耳、听小骨进入耳蜗, 此时声波的振动已由耳膜转换成膜振动, 这种振动在耳蜗内引起耳蜗液体相应运动进而导致耳蜗后基膜发生移动, 基膜移动对听觉神经的刺激产生听觉脉冲信号, 这种信号传至大脑即感受到声音。

声波的振幅和频率是影响听觉的两个主要因素。声波振幅大小决定听觉所感受声音的强弱。振幅大则声音强, 振幅小则声音弱。声波振幅通常用声压或声压级表示, 即分贝(dB)。频率是指声波每秒钟振动的次数, 它是决定音调的主要因素。正常人只能感受频率为30~15000 Hz的声波, 对其中500~4000 Hz的声波最为敏感。频率变化时, 所感受的音调也相应变化。通常把感受音调和音强的能力称为听力。和其他感觉一样, 能产生听觉的最弱声信号定义为绝对听觉阈, 而把辨别声信号变化的能力称为差别听觉阈。正常情况下, 人耳的绝对听觉阈和差别听觉阈都很低, 能够敏感地分辨出声音的变化及察觉出微弱的声音。

2. 听觉和食品感官分析

听觉与食品感官分析有一定的联系。食品的质感特别是咀嚼食品时发出的声音, 在决定食品质量和食品接受性方面起重要作用。比如, 焙烤制品中的酥脆薄饼、爆玉米花和某些膨化制品, 在咀嚼时应该发出特有的声响, 否则可认为质量已变化而拒绝接受这类产品。声音对食欲也有一定影响。

三、嗅觉

挥发性物质刺激鼻腔嗅觉神经, 并在中枢神经引起的感觉就是嗅觉。嗅觉也是一种基本感觉。它比视觉原始, 比味觉复杂。在人类没有进化到直立状态之前, 原始人主要依靠嗅觉、味觉和触觉来判断周围环境。随着人类转变成直立姿态, 视觉和听觉成为最重要的感觉, 而嗅觉等退至次要地位。尽管现在嗅觉已不是最重要的感觉, 但嗅觉的敏感性还是比味觉敏感性高很多。最敏感的气味物质——甲基硫醇只要在 1m^3 空气中有 $4 \times 10^{-5}\text{mg}$ (约为 $1.41 \times 10^{-10}\text{mol/L}$)就能感觉到; 而最敏感的呈味物质——马钱子碱的苦味, 也要达到