



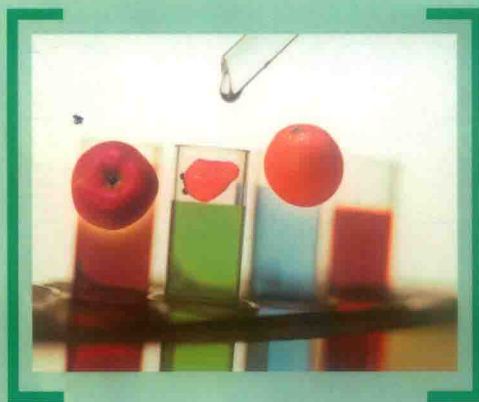
全国应用型本科院校化学课程统编教材

# 食品分析与检验

(第二版)

Food Analysis and Determination

刘绍 主编



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

# 食品分析与检验

(第二版)

主 编	刘 绍			
副主编	顾 英	杨武英	易翠平	肖作为
	徐君飞	丁建英		
参 编	刘 霞	刘卉琳	陈晓华	张东京
	卢 青	熊志勇	程 娟	贾 涛
	王晓英	王建化	郭丽萍	李清春
	谢凤英	周治德	成纪予	董欢欢
	韩雪飞			

华中科技大学出版社

中国·武汉

## 内 容 提 要

本教材分为14章,包括食品分析与检验简介、食品分析与检验的基本知识、食品的感官检验法、食品的物理检验法、水分及相关指标的测定、灰分及部分矿物元素的测定、酸度及有机酸的测定、脂类及相关指标的测定、碳水化合物的测定、蛋白质和氨基酸的测定、维生素的测定、食品添加剂的测定、食品中有毒有害物质的测定、现代食品分析与检验新技术等。各章后附有思考题,书后还附有一些实用附录。编写过程中,各章均以食品分析与检测的原理、操作技术以及操作过程中出现的问题为主导,以国家颁布的新标准方法为主线,着重注意内容的系统性、科学性、先进性、时效性、新颖性与实用性。

本教材可供高等轻工院校、农业院校、商学院以及独立学院的食物科学、食品分析、食品工程、食品质量与安全、农产品加工等专业作为教材,也可供食品卫生检验所、疾病控制中心、动植物检验检疫局、检验工培机构、食品加工企业、食品研究所的有关人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

食品分析与检验/刘绍主编. —2版. —武汉:华中科技大学出版社,2019.8  
全国应用型本科院校化学课程统编教材  
ISBN 978-7-5680-5529-1

I. ①食… II. ②刘… III. ①食品分析-高等学校-教材 ②食品检验-高等学校-教材 IV. ①TS207.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第164718号

### 食品分析与检验(第二版)

Shipin Fenxi yu Jianyan (Di-er Ban)

刘 绍 主 编

策划编辑:王新华

责任编辑:丁 平 王新华

封面设计:原色设计

责任校对:李 弋

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:24.5

字 数:641千字

版 次:2019年8月第2版第1次印刷

定 价:53.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

## 第二版前言

作为朝阳工业的食品工业在国民经济中占有极其重要的地位,食品分析与检测是食品工业健康发展的有力保障,是广大消费者保护自身利益和有关部门进行科学管理的重要工具之一。随着《中华人民共和国食品安全法》的实施,越来越多的营养检验指标与卫生检验指标将会出现在食品安全国家标准中,食品分析与检验在食品工业中将会发挥越来越重要的作用。

“食品分析与检验”作为一门重要的专业基础课程,所有食品类院校均对其相当重视。然而遗憾的是,应用型本科院校尚无具有自身特色的该类教材。因此根据食品分析与检验编写大纲的要求,结合应用型本科院校的教学经验,本着“能用、够用、适用”的原则,特编写了本教材。本教材尽可能地以食品分析与检验的最新国家标准方法(包括部分 2017 年食品安全国家标准)为主线,介绍了各种食品的主要成分的分析方法,其中着重介绍了食品分析与检验的原理、操作技术以及操作过程中出现的问题。标准在不断修订,食品分析与检验所遵循的原理、原则基本不变,因此本教材应能满足应用型本科院校教学的基本要求。编写中,鉴于篇幅,一些非典型的不太适合应用型本科院校教学的分析方法阐述中省略了试剂和仪器等的介绍。

本教材主要包括食品分析与检验简介、食品分析与检验的基本知识、食品的感官检验法、食品的物理检验法、水分及相关指标的测定、灰分及部分矿物元素的测定、酸度及有机酸的测定、脂类及相关指标的测定、碳水化合物的测定、蛋白质和氨基酸的测定、维生素的测定、食品添加剂的测定、食品中有毒有害物质的测定、现代食品分析与检验新技术共 14 章。参加编写工作的有湖南农业大学刘绍、刘霞、刘卉琳,锦州医科大学顾英,江西农业大学杨武英、杜娟,长沙理工大学易翠平,湖南中医药大学肖作为,怀化学院徐君飞,常熟理工学院丁建英,衡阳师范学院陈晓华,宿州学院张东京,聊城大学东昌学院卢青,北京理工大学珠海学院熊志勇,江苏省理化测试中心贾涛,吉林工商学院王晓英,青岛农业大学海都学院王建化,青岛农业大学郭丽萍,电子科技大学中山学院李清春,东北农业大学成栋学院谢凤英,桂林电子科技大学周治德,浙江农林大学成纪予,江西中医药大学董欢欢,开封市疾病预防控制中心韩雪飞。全书由刘绍审读、修改、定稿。

在编写过程中,得到了有关方面的大力支持,第一版作者付出了大量的劳动,打下了良好的基础,在此表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中难免存在不妥之处,衷心希望同行和读者提出宝贵意见。

编者

2019 年 5 月

# 目 录

第1章 食品分析与检验简介	(1)
第2章 食品分析与检验的基本知识	(6)
2.1 食品分析与检验的常识	(6)
2.1.1 实验室安全常识	(6)
2.1.2 检验的一般要求	(8)
2.1.3 仪器设备要求	(8)
2.2 溶液的配制与标定	(9)
2.2.1 试剂的要求及溶液浓度的基本表示方法	(9)
2.2.2 法定计量单位	(12)
2.2.3 溶液的配制	(12)
2.3 样品的采集、制备、预处理与保存	(14)
2.3.1 样品的采集	(14)
2.3.2 样品的制备	(18)
2.3.3 样品的预处理	(19)
2.3.4 样品的保存	(24)
2.4 实验误差与数据处理	(25)
2.4.1 误差的分类	(25)
2.4.2 控制误差的方法	(25)
2.4.3 分析数据的处理	(29)
思考题	(33)
第3章 食品的感官检验法	(34)
3.1 概述	(34)
3.1.1 感官检验的意义	(34)
3.1.2 食品感官检验的类型	(35)
3.2 食品感官检验的基本要求	(35)
3.2.1 对评价员的基本要求	(35)
3.2.2 对实验条件的要求	(36)
3.2.3 样品的准备	(37)
3.2.4 实验时间的选择	(37)
3.3 食品感官检验的原理	(38)
3.3.1 感觉的概念和基本规律	(38)
3.3.2 食品感官检验的原理	(39)
3.4 食品感官检验常用的方法	(41)

3.4.1	差别检验法	(41)
3.4.2	标度与类别检验法	(46)
3.4.3	描述性检验法	(50)
3.5	感官检验的应用及方法选择	(52)
3.5.1	原材料的检验	(52)
3.5.2	生产过程中的检验	(53)
3.5.3	成品检验	(53)
3.5.4	市场调查与新产品开发	(53)
	思考题	(53)
<b>第4章</b>	<b>食品的物理检验法</b>	<b>(54)</b>
4.1	相对密度检验法	(54)
4.1.1	密度与相对密度	(54)
4.1.2	测定相对密度的意义	(55)
4.1.3	液态食品相对密度的测定方法	(55)
4.2	折光法	(58)
4.2.1	光的折射与折射率	(58)
4.2.2	测定折射率的意义	(59)
4.2.3	折光仪	(60)
4.3	旋光法	(62)
4.3.1	偏振光的产生	(62)
4.3.2	光学活性物质、旋光度与比旋光度	(62)
4.3.3	变旋光作用	(63)
4.3.4	旋光仪	(64)
4.4	其他物理指标测定方法简介	(66)
4.4.1	黏度检验法	(66)
4.4.2	气体压力测定法	(67)
4.4.3	液态食品色度、浊度的测定	(67)
4.4.4	食品质构的测定	(68)
	思考题	(69)
<b>第5章</b>	<b>水分及相关指标的测定</b>	<b>(70)</b>
5.1	概述	(70)
5.1.1	水在食品中的作用	(70)
5.1.2	水分在食品中存在的形式	(71)
5.1.3	水分含量测定的意义	(71)
5.2	水分的测定方法	(71)
5.2.1	干燥法	(72)
5.2.2	蒸馏法	(75)
5.2.3	卡尔·费休法	(76)

5.2.4 食品中水分的其他检测方法简介 .....	(79)
5.3 水分活度的测定方法 .....	(81)
5.3.1 测定水分活度的意义 .....	(81)
5.3.2 食品水分活度的测定方法 .....	(81)
5.4 固形物的测定方法 .....	(85)
思考题 .....	(85)
<b>第6章 灰分及部分矿物元素的测定</b> .....	<b>(86)</b>
6.1 灰分的测定 .....	(86)
6.1.1 概述 .....	(86)
6.1.2 总灰分的测定 .....	(87)
6.1.3 水溶性灰分和水不溶性灰分的测定 .....	(89)
6.1.4 酸不溶性灰分的测定 .....	(89)
6.2 部分矿物元素的测定 .....	(89)
6.2.1 概述 .....	(89)
6.2.2 常见必需矿物元素的测定 .....	(91)
6.2.3 有毒有害矿物元素的测定 .....	(102)
思考题 .....	(117)
<b>第7章 酸度及有机酸的测定</b> .....	<b>(118)</b>
7.1 概述 .....	(118)
7.1.1 食品中有机酸的种类和分布 .....	(118)
7.1.2 有关酸度的概念 .....	(119)
7.1.3 测定酸度的意义 .....	(120)
7.2 酸度的测定 .....	(120)
7.2.1 总酸度的测定 .....	(120)
7.2.2 有效酸度的测定 .....	(122)
7.2.3 挥发酸度的测定 .....	(123)
7.3 食品中有机酸的分离与定量 .....	(124)
7.3.1 概述 .....	(124)
7.3.2 高效液相色谱法 .....	(124)
7.3.3 离子交换色谱法 .....	(127)
思考题 .....	(128)
<b>第8章 脂类及相关指标的测定</b> .....	<b>(129)</b>
8.1 概述 .....	(129)
8.1.1 食品中脂类的种类及存在形式 .....	(129)
8.1.2 测定脂类的意义 .....	(130)
8.1.3 脂类提取剂的选择 .....	(130)
8.2 脂类含量的测定 .....	(130)
8.2.1 索氏抽提法 .....	(131)

8.2.2 酸水解法(酸性乙醚法)	(132)
8.2.3 氯仿-甲醇提取法	(134)
8.2.4 碱水解法(碱性乙醚提取法)	(135)
8.2.5 盖勃法	(137)
8.3 脂肪酸的测定	(138)
8.3.1 脂肪酸的测定(内标法)	(138)
8.3.2 反式脂肪酸的测定	(144)
8.4 胆固醇的测定	(148)
8.4.1 气相色谱法	(148)
8.4.2 高效液相色谱法	(150)
8.4.3 比色法	(153)
8.5 油脂及含油脂类食品相关重要指标的测定	(154)
8.5.1 丙二醛的测定	(154)
8.5.2 过氧化值的测定	(158)
8.5.3 油脂酸价的测定	(163)
思考题	(170)
<b>第9章 碳水化合物的测定</b>	(171)
9.1 概述	(171)
9.2 可溶性糖类的测定	(172)
9.2.1 样品的前处理	(172)
9.2.2 还原糖的测定	(173)
9.2.3 蔗糖的测定	(184)
9.2.4 总糖的测定	(188)
9.2.5 可溶性糖类的分离与定量	(191)
9.3 淀粉的测定	(196)
9.4 纤维的测定	(204)
9.5 果胶物质的测定	(210)
思考题	(213)
<b>第10章 蛋白质和氨基酸的测定</b>	(214)
10.1 概述	(214)
10.2 蛋白质的一般测定方法	(215)
10.2.1 凯氏定氮法	(216)
10.2.2 分光光度法	(219)
10.2.3 燃烧法	(221)
10.3 蛋白质的快速测定法	(222)
10.3.1 双缩脲法	(222)
10.3.2 紫外分光光度法	(223)
10.3.3 染料结合法	(224)

10.3.4 水杨酸比色法 .....	(225)
10.4 食品中氨基酸态氮的测定 .....	(227)
10.4.1 酸度计法 .....	(227)
10.4.2 比色法 .....	(228)
10.5 氨基酸的分离及测定 .....	(230)
10.5.1 薄层色谱法 .....	(230)
10.5.2 氨基酸分析仪法 .....	(231)
思考题 .....	(236)
<b>第 11 章 维生素的测定</b> .....	<b>(237)</b>
11.1 概述 .....	(237)
11.2 脂溶性维生素的测定 .....	(238)
11.2.1 维生素 A 的测定 .....	(238)
11.2.2 $\beta$ -胡萝卜素的测定 .....	(245)
11.2.3 维生素 D 的测定 .....	(253)
11.2.4 维生素 E 的测定 .....	(260)
11.3 水溶性维生素的测定 .....	(264)
11.3.1 维生素 B <sub>1</sub> 的测定 .....	(264)
11.3.2 维生素 B <sub>2</sub> 的测定 .....	(271)
11.3.3 维生素 C 含量的测定 .....	(276)
11.3.4 高效液相色谱法同时测定食品中 B 族维生素和维生素 C .....	(284)
思考题 .....	(285)
<b>第 12 章 食品添加剂的测定</b> .....	<b>(286)</b>
12.1 概述 .....	(286)
12.1.1 食品添加剂的定义和分类 .....	(286)
12.1.2 测定意义 .....	(287)
12.1.3 食品添加剂的测定项目和方法 .....	(287)
12.2 防腐剂的测定 .....	(287)
12.2.1 概述 .....	(287)
12.2.2 苯甲酸(钠)和山梨酸(钾)的测定 .....	(288)
12.3 甜味剂的测定 .....	(291)
12.3.1 糖精钠的测定 .....	(292)
12.3.2 甜蜜素的测定 .....	(292)
12.4 发色剂——亚硝酸盐和硝酸盐的测定 .....	(296)
12.4.1 离子色谱法 .....	(296)
12.4.2 分光光度法 .....	(299)
12.4.3 蔬菜、水果中硝酸盐的测定 .....	(303)
12.5 漂白剂——二氧化硫及亚硫酸盐的测定 .....	(303)
12.6 着色剂——食用合成色素的测定 .....	(304)

思考题	306
<b>第 13 章 食品中有毒有害物质的测定</b>	307
13.1 概述	307
13.1.1 相关概念	307
13.1.2 食品中有毒有害物质的分类与来源	308
13.1.3 开展食品中有毒有害物质检测工作的意义	308
13.2 食品中农药残留量的测定	309
13.2.1 有机氯农药残留及其检测	310
13.2.2 有机磷农药残留及其检测	313
13.2.3 拟除虫菊酯类农药残留及其检测	315
13.2.4 食品中多农药残留的检测方法	316
13.3 食品中兽药残留的检测	317
13.3.1 四环素族兽药残留检测	318
13.3.2 动物性食品中克伦特罗残留量的测定	319
13.3.3 磺胺类兽药残留检测	320
13.3.4 食品中其他兽药残留的检测方法	321
13.4 微生物毒素的检测	322
13.5 动物毒素的检测	324
13.6 植物毒素的检测	326
13.7 污染物及其他有害物质的测定	326
13.7.1 食品加工过程中形成的有害物质的测定	326
13.7.2 来源于环境中的有害物质的测定	328
思考题	331
<b>第 14 章 现代食品分析与检验新技术</b>	332
14.1 概述	332
14.2 近红外光谱技术	332
14.2.1 近红外光谱技术简介	332
14.2.2 近红外光谱测定的基本原理	333
14.2.3 近红外光谱仪的基本结构	333
14.2.4 近红外光谱技术的特点	334
14.2.5 近红外光谱技术在食品检测中的应用	334
14.3 拉曼光谱技术	335
14.3.1 拉曼光谱技术原理	335
14.3.2 拉曼光谱技术在食品检测中的应用	335
14.4 质谱技术	336
14.4.1 质谱技术基本原理	336
14.4.2 质谱仪	336
14.4.3 质谱技术在食品检测中的应用	337

14.5 PCR 基因扩增技术 .....	(337)
14.5.1 PCR 技术的基本原理 .....	(337)
14.5.2 PCR 反应的特点 .....	(338)
14.5.3 PCR 反应体系与反应条件 .....	(338)
14.5.4 PCR 扩增产物的检测分析及其发展 .....	(340)
14.5.5 PCR 技术在食品检测中的应用 .....	(340)
14.6 免疫层析技术 .....	(341)
14.6.1 免疫层析技术的原理 .....	(341)
14.6.2 免疫层析技术的优点 .....	(341)
14.6.3 免疫层析技术在食品安全检测中的应用 .....	(342)
14.7 生物芯片技术 .....	(342)
14.7.1 生物芯片技术简介 .....	(342)
14.7.2 生物芯片在食品检测中的应用 .....	(343)
思考题 .....	(344)
附录 .....	(345)
附录 A 常用标准溶液的配制 .....	(345)
附录 B 常用指示剂的配制 .....	(352)
附录 C 缓冲溶液的配制 .....	(356)
附录 D $\chi^2$ 分布表( $\alpha=5\%, 1\%$ ) .....	(358)
附录 E 排序检验法检验表( $\alpha=5\%, 1\%$ ) .....	(359)
附录 F $t$ 分布表( $\alpha=5\%, 1\%$ ) .....	(361)
附录 G 观测糖锤度温度浓度换算表(标准温度 20 °C) .....	(362)
附录 H 酒精计温度浓度换算表 .....	(364)
附录 I 乳稠计读数变为 15 °C 时的度数换算表 .....	(366)
附录 J 糖液折光锤度温度换算表(20 °C) .....	(367)
附录 K 脂肪酸甲酯、脂肪酸和脂肪酸甘油三酯之间的转化系数 .....	(368)
附录 L 油脂试样的除杂和干燥脱水及含油样品的粉碎 .....	(370)
附录 M 氧化亚铜质量相当于葡萄糖、果糖、乳糖、转化糖的质量表 .....	(372)
附录 N 0.1 mol/L 铁氰化钾与还原糖含量对照表 .....	(377)
附录 O 热稳定淀粉酶、蛋白酶、淀粉葡萄糖苷酶的活性要求及判定标准 .....	(378)
参考文献 .....	(379)

# 第1章 食品分析与检验简介

## 1. 食品分析与检验的定义、任务、作用

食品是人类生存不可缺少的物质条件之一,是人类进行一切生命活动的能源。因此,食品品质的好坏直接关系着人们的身体健康。食品分析与检验就是研究和评定食品品质及其变化的一门专业性很强的实验科学。它依据物理、化学、生物化学的一些基本理论和国家食品安全标准(2009年6月1日起实施《中华人民共和国食品安全法》,食品安全标准是强制执行的标准,除食品安全标准外,不得制定其他的食品强制性标准),运用现代科学技术和分析手段,对各类食品(包括原料、辅助材料、半成品及成品)的主要成分及其含量和有关工艺参数进行检测,以保证生产出质量合格的产品。因此,对于与食品相关的专业的同学来说,学习食品分析与检验课程有重要意义。

食品分析与检验作为质量监督和科学研究不可缺少的手段,在控制和管理生产过程、保证和监督食品的质量以及开发食品新资源和新产品、探索新技术和新工艺、保障人们身体健康等方面都具有十分重要的作用。

## 2. 食品分析与检验的内容

由于食品的种类繁多,成分十分复杂,随分析目的的不同,分析项目各异,某些食品还有特定的分析项目,这使得食品分析与检验的范围十分广泛,它主要包括以下一些内容。

### 1) 食品的感官检验

食品都有各自的感官特征,除了色、香、味是所有食品共有的感官特征外,液态食品还有澄清、透明等感官指标,而固态、半固态食品还有软、硬、弹性、韧性、黏、滑、干燥等一切为人体感官判定和接受的指标。好的食品不但要符合营养和卫生的要求,而且要有良好的可接受性。因此,感官检验是食品质量检验的主要内容之一,也是一种最直接、快速且有效的检验方法。有时感官检验还可以鉴别出精密仪器也难以检出的食品轻微劣变。感官检验往往是食品各项检验内容的第一项。感官检验不合格的食品,即可判定为不合格产品,无须再进行理化检验。

### 2) 食品营养成分的分析与检验

食品的第一功能是营养功能,食品含有人体所需的营养成分,这些营养成分包括水分、无机盐、维生素、蛋白质、脂肪、碳水化合物等六大类共四十多种。然而没有一种食品含有人类所需的全部营养成分,不同的食品所含的营养成分的种类和数量各不相同,人们选择食品时需要根据人体对营养的需求,进行合理搭配,以获得较全面的营养,进行平衡膳食。为此需要对各种食品的营养成分进行分析,以评价其营养价值,为选择食品提供依据。特别是根据《预包装食品营养标签通则》,食品营养标签是向消费者提供食品营养成分信息和特性的说明,包括营养成分表、营养声称和营养成分功能声称,人们可以参照标签上标明的营养成分含量,然后根据自身体质状况选择食品及摄入量,避免摄入不足或者过量,避免出现营养不良现象,尤其是营养不均衡现象。此外,对工艺配方的确定、工艺合理性的鉴定、生产过程的控制及成品质量的监测等,都离不开营养成分的分析。尤其是我国相当一部分食品标准中,营养指标涉及不多,在讲究安全的同时,营养指标也应该越来越多地引起人们的关注。可见营养成分的分析是且应该是食品分析与检验的主要内容。人们相当关注功能食品,对于功能食品的功能成分、标

志性成分的检验至关重要,在这里,不妨将它们的分析与检验也纳入营养成分的分析与检验范畴。

### 3) 食品添加剂的分析与检验

在食品生产中,为改善食品品质和色、香、味以及为防腐、保鲜和加工工艺的需要而加入的一些人工合成或者天然物质,即为食品添加剂。天然的食品添加剂一般对人体无害,但目前使用的添加剂中,绝大多数是化学合成的食品添加剂,化学合成的食品添加剂大多有一定的毒性,如不加以限制使用,对人体健康将产生危害。故国家对其使用范围及用量均做了严格的规定。为监督在食品生产中合理使用食品添加剂,保证食品的安全性,必须对食品添加剂进行检验,这是食品分析与检验的一项重要内容。

### 4) 食品中有毒有害物质的分析与检验

正常的食品应当无毒无害,符合应有的营养要求,具有相应的色、香、味等感官特征。但食品在生产、加工、包装、运输、储藏、销售等各个环节中,常产生、引入某些对人体有害的物质。按其性质分,主要有以下几类。

#### (1) 有害元素。

食品中有害元素通常是由工业“三废”、生产设备、包装材料等污染食品所产生的,主要有砷、镉、汞、铅、铜、锡、铬等。

#### (2) 农药及兽药。

导致和影响农药残留的原因有很多,其中农药本身的性质、环境因素以及农药的使用方法是影响农药残留的主要因素。当农药过量或长期施用,导致食品中农药残留超过最大残留限量时,将对人和动物产生不良影响,或通过食物链对生态系统中其他生物产生毒害作用。

不遵守休药期的规定、非法使用违禁药物、不合理用药等是造成食品中兽药残留超标的主要原因。人长期摄入含兽药的动物性食品后,药物不断在人体内蓄积,当积累到一定程度后,就会对人体产生毒性作用。

#### (3) 细菌、霉菌及其毒素。

这是由于食品的生产或储藏环节不当而引起的微生物污染,此类污染物中,危害最大的是黄曲霉毒素。

#### (4) 食品加工、储藏过程中形成的有害物质。

在一些食品加工过程中,可形成有害物质。如在腌制、发酵等加工过程中,可形成亚硝酸盐;在烧烤、烟熏等加工过程中,可形成3,4-苯并芘。某知名品牌饮料中曾被发现苯,据称是维生素C与苯甲酸盐反应所形成的,这可能是食品储藏过程中形成的典型的有害物质。

#### (5) 包装材料带来的有害物质。

由于使用了质量不符合安全要求的包装材料,包装材料中的有害物质如聚氯乙烯、多氯联苯、荧光增白剂等,将对食品造成污染。

食品中有毒有害物质的种类很多,来源各异,且随着环境污染的日趋严重,食品污染源将更加广泛。为了保证食品的安全性,必须对食品中的有毒有害成分进行监督、检验。

## 3. 食品分析与检验的方法

### 1) 感官检验法

感官检验法又称感官分析法,是在心理学、生理学、统计学的基础上发展起来的一种检验方法。感官检验法是通过人体的各种感觉器官(眼、耳、鼻、舌、皮肤)所具有的视觉、听觉、嗅

觉、味觉和触觉,结合平时积累的实践经验,并借助一定的器具对食品的色、香、味、形等质量特性和卫生状况做出判定和客观评价的方法。

感官检验作为食品检验的重要方法之一,具有简便易行、快速灵敏、不需要特殊器材等特点,特别适用于目前还不能用仪器定量评价的某些食品特性的检验,如水果滋味的检验、食品风味的检验以及烟、酒、茶的气味检验等。

依据所使用的感觉器官的不同,感官检验可分为视觉检验、嗅觉检验、味觉检验、触觉检验和听觉检验五种。

感官检验法存在一定缺陷,由于感官检验是以经过培训的检验者的感觉器官作为一种“仪器”来测定食品的质量特性或鉴别产品之间的差异,因此,判断的准确度与检验者的感觉器官的敏锐程度和实践经验密切相关。同时检验者的主观因素(如健康状况、生活习惯、文化素养、情绪等),以及环境条件(如光线、声响等)都会对鉴定的结果产生一定的影响。另外,感官检验的结果大多数情况下只能用比较性的用词(优、良、中、劣等)表示或用文字表述,很难给出食品品质优劣程度的确切数字。

感官检验是与仪器检验并行的重要的检测手段,其重要性不仅在于有些产品的特性目前还不能用仪器检验,只能靠感官,即使能够得到先进的测量仪器,感官检验的重要性也不随之降低,因为感官指标与理化指标是互相补充的,只有仪器检验与感官检验相结合才能得到产品的完整信息。因此,感官检验法是食品重要的分析手段之一。

## 2) 物理分析法

通过对被检食品的某些物理性质(如温度、密度、折射率、旋光度、沸点、透明度等)的测定,可间接求出食品中某种成分的含量,进而判断被检食品的纯度和品质。

物理分析法简便、实用,在实际工作中应用广泛。如密度法可测定糖液的浓度、酒中酒精含量,检验牛奶是否掺水、脱脂等;折光法可测定果汁、番茄制品、蜂蜜、糖浆等食品的固形物含量,牛乳中乳糖含量等;旋光法可测定饮料中蔗糖含量、谷类食品中淀粉含量等。

## 3) 物理化学分析法

物理化学分析法是通过测量物质的光学性质、电化学性质等物理化学性质来求出被测组分含量的方法,又称仪器分析法。它主要包括光学分析法、电化学分析法、色谱分析法和质谱分析法。光学分析法又分为紫外-可见分光光度法、原子吸收分光光度法、荧光分析法等,可用于分析食品中无机元素、碳水化合物、蛋白质、氨基酸、食品添加剂、维生素等成分。电化学分析法又分为电导分析法、电位分析(离子选择电极)法、极谱分析法等。电导分析法可测定糖品灰分和水的含量等,电位分析法广泛应用于测定 pH、无机元素、酸根、食品添加剂等,极谱分析法已应用于测定重金属、维生素、食品添加剂等,这些方法解决了一些食品的前处理和干扰问题。色谱分析法是近些年迅速发展起来的一种分析技术,极大地丰富了食品分析与检验的内容,解决了许多用常规化学分析法不能解决的微量成分分析的难题,为食品分析与检验技术开辟了新途径。色谱分析法包含许多分支,食品分析与检验中常用的是薄层层析法、气相色谱法和高效液相色谱法,可用于测定有机酸、氨基酸、糖类、维生素、食品添加剂、农药残留量、黄曲霉毒素等。

仪器检验法具有灵敏、快速、准确、操作简单、易于实现自动化等优点。随着科学技术的发展,仪器检验法已越来越广泛地应用于食品分析与检验中。

## 4) 化学分析法

化学分析法是以物质的化学反应为基础,使被测成分在溶液中与试剂作用,由生成物的量

或消耗试剂的量来确定组分含量的方法。

化学分析包括定性分析和定量分析两个部分。但对于食品分析与检验来说,由于大多数食品的来源及主要成分是已知的,一般不必做定性分析,仅在个别情况下才做定性分析。因此,最经常做的工作是定量分析。化学定量分析法包括重量法和滴定法,食品中水分、灰分、脂肪、果胶、纤维等成分的测定的常规方法都是重量法。滴定法又包括酸碱滴定法、氧化还原滴定法、配位滴定法和沉淀滴定法四种,其中前两种最常用,如酸度、蛋白质的测定用到酸碱滴定法,还原糖、维生素 C 的测定用到氧化还原滴定法。

化学分析法是食品分析与检验的基础。即使是现代的仪器分析,也都是用化学方法对样品进行制备及预处理,而且仪器分析的原理大多数也是建立在化学分析的基础上的。为检验仪器分析的准确度和精确度,还需用规定的或推荐的化学分析标准方法作对照,以确定两种方法分析结果的符合程度。因此,化学分析法是食品分析与检验最基本的、最重要的分析方法。

#### 5) 生物分析法

目前,应用于食品分析与检验中的生物分析法主要包括微生物分析法与 PCR 技术等。

微生物分析法是基于某些微生物生长需要特定的物质的特性来进行分析的,此法条件温和,克服了化学分析法和仪器分析法中某些被测成分易分解的弱点,此方法的选择性也高。此法广泛应用于维生素、抗生素残留量、激素等类物质的分析中。

聚合酶链式反应(polymerase chain reaction,简称 PCR),是一种分子生物学技术,用于放大特定的 DNA 片段,然后采用电泳法或荧光探针检测食品中致病菌或用于转基因食品的检测。

#### 6) 生物化学分析法

酶分析法是目前应用得比较多的一种生物化学分析法。

酶分析法是利用酶的反应对物质进行定性、定量的方法。酶是生物催化剂,它具有高效和专一的催化特性,而且可在温和的条件下进行催化。酶作为分析试剂应用于食品分析与检验中,可从复杂的组分中检测某一成分而不受或很少受其他共存成分干扰,具有简便、快速、准确、灵敏等优点。目前已应用于食品中有机酸(柠檬酸、苹果酸、乳酸)、糖类(葡萄糖、果糖、乳糖、半乳糖、麦芽糖等)、淀粉、维生素 C 等成分的测定。

此外,食品分析方法还包括综合了分子生物学、免疫学、微电子学、微机械学、化学、物理、计算机等多项技术的生物芯片技术等。

食品分析与检验方法很多,上面介绍的只是食品分析与检验中基本的、常用的方法。本书中,感官检验法和物理检验法将在专门章节中介绍;化学分析法和物理化学分析法的有关理论在基础课程学习中已有介绍,为免重复,本书只介绍这些方法在食品分析与检验中的具体应用;此外在“现代食品分析与检验新技术”一章中,简单介绍了 PCR 技术与生物芯片技术在食品分析与检验中的应用。

### 4. 食品分析与检验的发展方向

国际上食品分析与检验的研究开发工作方兴未艾,一些学科的先进技术不断渗透到食品分析与检验中来,形成了日益增多的分析方法和分析仪器。如生物分析前处理方法简单,前处理误差小(而采用理化分析方法误差来源主要是前处理),分析速度快,灵敏度高,使得生物分析技术在食品分析中占有越来越重要的地位。又如目前科技水平发达的国家在食品分析与检验中已基本上采用仪器分析和自动化分析方法代替手工操作的老方法,气相色谱仪、气质联用仪、高效液相色谱仪、氨基酸自动分析仪、原子吸收分光光度计、氢化物原子荧光分光光度计以

及可进行光谱扫描的紫外-可见分光光度计、荧光分光光度计等均已在食品分析与检验中得到普遍应用。我国近十几年来也采用了上述仪器开展各种食品成分的分析工作。这些技术的使用不仅缩短了分析时间,减少了人为的误差,而且大大提高了测定的灵敏度和准确度。

随着科学技术的突飞猛进、食品工业生产的发展和人们生活水平的不断提高,人们对食品的品种、质量等要求越来越高,相应地要求分析项目也越来越多,对分析的准确度要求也越来越高,同时,食品单一组分的分析正发展为多组分的分析,食品纯感官项目的评定正发展为感官分析与仪器分析结果综合评定。总之,为适应食品工业发展的需要,食品分析与检验将在保证准确、灵敏的前提下,尽可能做到无损和在线分析检验,检验向着简易、快捷、微量、可同时测定若干成分的自动化仪器分析方向发展。

总之,从定性分析和定量分析技术两方面考虑,准确、灵敏、方便、快速、简单、经济、安全、自动化的检测方法和技术是食品分析目前的主要发展方向。

## 第2章 食品分析与检验的基本知识

### 本章提要

- (1) 掌握溶液的配制方法、样品的预处理方法、实验误差来源及数据处理方法。
- (2) 熟悉实验室安全常识、试剂的要求及样品的采集、制备与保存。
- (3) 了解溶液浓度的表示方法、法定计量单位及分析结果的表示方法。

### Question 生活小提问

1. 生活中经常用盐酸来清洁卫生间,一旦吸入大量其气体,该如何处理?被盐酸灼伤,该如何处理?
2. 金首饰很受大家的青睐,它的质量常以克来计算,称量时为何要用分析天平?
3. 生活中经常用到台秤、磅秤等,为什么要定期校正?如何校正?
4. 生活中经常用碘酒来消毒、擦洗伤口,碘酒为什么要放在棕色瓶中?
5. 平时消毒用的酒精的浓度是多少?为什么不用95%的酒精?
6. 饮料的种类很多,为什么有的饮料要求“喝前摇一摇”?

## 2.1 食品分析与检验的常识

### 2.1.1 实验室安全常识

#### 1. 实验室危险种类

##### 1) 有毒气体危险

食品分析中经常用到具有挥发性的有毒、有害试剂,这类试剂在实验过程中可能产生有毒气体,容易引起中毒。

##### 2) 易燃、易爆危险

实验室中使用易燃、易爆等化学危险品,高压气体钢瓶,低温液化气体,以及进行蒸馏、干燥、浓缩等操作时,如果操作不当,有可能导致安全事故的发生。

##### 3) 触电危险

实验人员经常接触电气设备及高压仪器设备,必须时刻注意用电安全。

##### 4) 机械伤害危险

安装玻璃仪器、连接管道等操作,可能因为操作者疏忽大意或思想不集中而导致事故发生。

##### 5) 其他危险

涉及放射性、微波辐射、电磁等的工作场所应有适当的防护措施,防止泄漏。

#### 2. 实验室安全要点

- (1) 实验室人员必须熟悉仪器、设备的性能和使用方法。