

# 食品分析 原理与技术

李超 编著

SHIPIN  
FENXI  
YUANLI YU  
JISHU

# 食品分析原理与技术

李超 编著

科学技术文献出版社

1987

## 内 容 简 介

本书根据食品分析的特点，详细论述了食品样品的处理和现代分析方法。在分析原理中，以样品中待测成分的分离理论为核心，介绍了萃取、挥发分离、色谱分离和离子交换等分离理论与技术。在分析技术中，主要介绍常用的现代分析仪器的分析原理及其使用方法。最后通过综合实例，论述了食品分析方法建立的一般原理。本书可作为高等院校食品专业的教科书，也可供食品工业的科技人员和管理人员参考，或作为普及食品科学知识的专业理论书籍。

## 食品分析原理与技术

李 超 编著

科学技术文献出版社出版

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

787×1092毫米 32开本 11.25印张 240千字

1987年5月北京第一版第一次印刷

印数：1—7000册

科技新书目：136—51

统一书号：15176·759 定价：2.35元

# 序

食品分析是根据食品的特点，利用分析化学的方法，对各类食品进行检测的一门专业性很强的实验科学，它在我国的科学技术发展史上，是属于起步比较晚、成长比较缓慢、受到冷遇的一门科学。加之“十年动乱”和片面强调理论轻视实验实践的偏见，致使它长期受到不公平的对待，所以关于这方面的著作极为少见。

用近代科学技术的观点来看，分析化学是一门信息科学，由分析手段测得的大量数据，通过整理，可以得到所需要的信息；把信息分门别类集合起来，便成为系统的知识。而知识之能转化为生产力，促进人类的物质文明和精神文明建设，已成为人们所公认的事实。食品是人类的物质资源（能源），科学地用好和管好这个资源，就要求食品分析这门实验科学首先提供可靠的信息。

李超同志对于食品分析这门学科有多年的教学经验，他在植物蛋白的开发与利用方面的科研工作又富有成果。他编著的《食品分析原理与技术》一书，根据食品分析的特点及基本规律，把样品前处理的分离理论与技术作为重点，将样品处理与现代仪器分析这两个方面有机地结合在一起，这样既有很好的科学体系，又能反映出现代科学技术水平。希望这本书的出版，能使在校的食品专业学生和从事这方面专业工作的同志们，得到教益和启发，从而使这门学科得到不断

的发展，为我国的食品科学的昌盛发达做出应有的贡献。

吴立民

一九八六年

# 前 言

食品分析过程主要包括三个步骤：样品处理；含量测定；分析结果的表示与数据的处理。其中样品的处理是非常重要的又是很复杂的，一般包括取样、样品的制备与保存、样品中待测组分的分离（提取、纯化、浓缩、富集等）与干扰物质的排除。食品分析的一些分析测定方法、分析结果的表示与数据处理，可以说基本上是借用其他学科的，但样品处理却已形成了食品分析这门学科的自身体系，它是食品分析研究的主要对象。各专业分析学科虽然都要应用分析化学、仪器分析等学科的理论与方法，但各专业分析学科都有本学科特定的研究对象；分析的样品不同，处理方法也就不同，对测定方法的选择也各有不同的要求。

食品分析的主要研究内容是食品（包括原材料）样品的处理和测定方法的选择与应用。食品的种类繁多，成分复杂，各种样品都具有特点，且干扰因素也特别多，因此处理方法都不尽相同。但是，它们之间存在着一定的共性和内在联系。本书就是从这点出发，试图从食品分析的基本规律中找出食品分析的共性，找出食品分析的基本原理与技术，使食品分析成为一个系统的科学体系。掌握这些基本原理与技术，可供建立新的分析方法，或为选用及改进一些现有的分析方法提供依据。

本书共分三个部分。第一部分重点介绍分离理论与技术

及其在食品分析中的应用；第二部分介绍几类常用仪器的基本原理、分析技术以及在食品分析中选择应用这些测定方法的实例；第三部分选择一些分析实例，来说明如何建立一个分析方法，即针对不同的食品样品和待测组分，如何选择适宜的样品处理方法及测定方法。所谓食品分析的原理，主要指的就是食品样品的处理及选择适宜的测定方法这两个方面的原理；所谓食品分析技术，也主要指的是在样品处理与测定方法这两个方面的一些基本的分析操作技术。

编者从教学实践及科学研究工作中遇到的一些实际问题中，感到食品分析中分析方法很重要，应重视实验操作，往往由于一个操作稍不注意，就会导致分析结果产生很大的误差。而这些分析方法的建立主要取决于两个方面，即测定前样品的处理与测定方法选择的适当与否。

本书承蒙轻工业部秦含章教授、无锡轻工业学院食品工程系向瑞春教授审阅，东北师范大学化学系吴立民教授为本书撰写了序言并提出了宝贵的意见，谨在此表示衷心的感谢。

由于时间及编者水平关系，不妥之处，恳切地希望广大读者给予批评指正。

编 者

一九八六年 于杭州

# 目 录

## 序 前言

## 第一部分 食品分析中的分 离理论与技术

<b>第一章 萃取分离</b> .....	(2)
<b>第一节 液—固萃取</b> .....	(2)
一、液—固萃取的基本原理 .....	(2)
二、影响萃取的因素 .....	(4)
三、在食品分析中的应用 .....	(5)
<b>第二节 液—液萃取</b> .....	(8)
一、液体样品的萃取原理 .....	(8)
二、萃取方法.....	(9)
三、在食品分析中的应用 .....	(11)
<b>第二章 挥发分离</b> .....	(12)
<b>第一节 常压蒸馏</b> .....	(12)
<b>第二节 减压蒸馏</b> .....	(14)
一、装置 .....	(14)
二、操作技术.....	(15)
<b>第三节 水蒸气蒸馏</b> .....	(17)

一、水蒸气蒸馏的基本原理 .....	(17)
二、水蒸气蒸馏装置 .....	(19)
三、操作技术 .....	(20)
第四节 分馏 .....	(20)
一、分馏的基本原理 .....	(21)
二、分馏柱 .....	(24)
三、操作技术 .....	(26)
第五节 在食品分析中的应用 .....	(27)
一、食品分析中溶剂的蒸馏除去——浓缩 .....	(27)
二、食品中所含挥发酸的测定 .....	(28)
三、蒸馏法测定食品中的水分 .....	(30)
<b>第三章 色谱分离 .....</b>	<b>(33)</b>
第一节 色谱法概述 .....	(33)
一、色谱法的原理 .....	(33)
二、色谱法的分类 .....	(34)
第二节 柱色谱法 .....	(35)
一、液—固吸附柱色谱法 .....	(35)
二、液—液分配柱色谱法 .....	(44)
三、凝胶色谱法 .....	(47)
四、应用实例——花生中黄曲霉毒素的微柱色谱 测定法 .....	(48)
第三节 纸上色谱法 .....	(52)
一、基本原理与分离机理 .....	(53)
二、操作方法 .....	(56)
三、在食品分析中的应用 .....	(61)
第四节 薄层色谱法 .....	(62)

一、概述 .....	(62)
二、薄层色谱分离技术 .....	(63)
三、在食品分析中的应用 .....	(70)
第五节 离心薄层色谱法 .....	(72)
一、离心薄层色谱的原理 .....	(72)
二、离心色谱仪的类型 .....	(74)
三、应用实例——食品中有机氯农药残留量的 分离测定 .....	(77)
<b>第四章 离子交换分离</b> .....	(79)
第一节 离子交换树脂 .....	(79)
一、离子交换树脂的种类和性质 .....	(79)
二、离子交换树脂的特性 .....	(81)
第二节 离子交换的亲合力 .....	(84)
第三节 离子交换分离操作 .....	(86)
一、树脂的选择与处理 .....	(86)
二、装柱 .....	(87)
三、柱上交换过程 .....	(88)
四、洗脱过程 .....	(89)
五、再生 .....	(90)
第四节 在食品分析中的应用 .....	(91)
一、离子交换法测食品中的脂肪含量 .....	(91)
二、在其他方面的应用 .....	(92)
<b>第五章 其他分离法</b> .....	(93)
第一节 化学分离法 .....	(93)
一、磺化法 .....	(93)
二、络合法 .....	(94)

三、沉淀法 .....	(95)
第二节 离心分离法 .....	(95)
一、离心分离法的基本原理 .....	(95)
二、离心分离仪器设备 .....	(99)
三、在食品分析中的应用 .....	(102)
第六章 各种分离方法在食品分析中的应用实例 .....	(103)
第一节 食品中金属的测定 .....	(103)
一、采样 .....	(103)
二、有机物的破坏 .....	(105)
三、分离与浓缩 .....	(107)
四、最终测定 .....	(108)
五、应用实例——测定食品中铅的含量(双硫 脒比色法) .....	(108)
第二节 食品中农药残留量的分离测定 .....	(110)
一、样品的提取 .....	(110)
二、提取液的净化 .....	(112)
三、样品溶液的浓缩 .....	(115)
第三节 食品中蛋白质的测定原理 .....	(116)

## 第二部分 仪器分析基础理论及技术

第七章 测定方法概述 .....	(117)
第一节 化学分析与仪器分析 .....	(117)
第二节 分析仪器的的重要组成部分 .....	(119)
一、取样装置 .....	(119)
二、预处理系统 .....	(120)

三、分离装置	(120)
四、检测器及检测系统	(121)
五、测量系统及信号处理系统	(122)
六、显示装置	(122)
七、补偿装置	(123)
八、保证操作条件的辅助装置	(124)
第三节 分析仪器的主要性能指标	(125)
一、灵敏度	(125)
二、精度	(127)
三、重复性	(128)
四、噪音	(128)
五、最小检测量	(129)
六、线性范围	(132)
七、响应时间	(134)
八、选择性和分辨率	(135)
第八章 分子吸收分光光度法	(136)
第一节 可见—紫外分光光度法	(136)
一、可见—紫外分光光度法的特点	(136)
二、吸收光谱	(138)
三、可见—紫外吸收光谱	(140)
四、分光光度计	(144)
五、分析技术	(153)
六、可见—紫外分光光度法的应用	(154)
七、在食品分析中的应用	(158)
第二节 红外光谱法	(162)
一、红外光谱法的基本原理	(162)

二、红外分光光度计 .....	(165)
三、在食品分析中的应用 .....	(166)
<b>第九章 原子吸收分光光度法</b> .....	(169)
第一节 引言 .....	(169)
第二节 原子吸收分光光度法的基本原理 .....	(170)
第三节 原子吸收分光光度计 .....	(174)
一、原子吸收分光光度计与可见—紫外分光光度计的比较 .....	(174)
二、光源 .....	(174)
三、原子化系统 .....	(176)
四、分光系统和检测系统 .....	(182)
第四节 原子吸收分光光度法的实验技术 .....	(182)
一、分析技术 .....	(182)
二、定量分析方法 .....	(182)
第五节 汞分析仪 .....	(185)
一、汞分析仪的工作原理 .....	(185)
二、汞分析仪的结构 .....	(187)
第六节 在食品分析中的应用 .....	(188)
<b>第十章 荧光分析法</b> .....	(192)
第一节 概述 .....	(192)
第二节 荧光法的基本原理 .....	(193)
一、荧光的本质 .....	(193)
二、荧光和分子结构的关系 .....	(197)
三、表示物质发射荧光的本领——荧光效率 .....	(199)
四、荧光强度的测定原理 .....	(200)
第三节 仪器装置 .....	(202)

一、与紫外分光光度计的比较 .....	(202)
二、荧光仪器的基本结构 .....	(203)
三、仪器的部件 .....	(206)
<b>第四节 荧光分析测定技术</b> .....	(208)
一、荧光计的校正 .....	(208)
二、定性、定量分析 .....	(208)
三、影响荧光测定的因素 .....	(210)
<b>第五节 荧光分析法的应用</b> .....	(213)
一、应用范围 .....	(213)
二、在食品分析中的应用 .....	(214)
<b>第十一章 气相色谱分析</b> .....	(218)
<b>第一节 概述</b> .....	(218)
一、气相色谱仪的流程 .....	(218)
二、气相色谱流出曲线及有关术语 .....	(220)
<b>第二节 气相色谱理论及应用</b> .....	(223)
一、气相色谱分离原理 .....	(224)
二、色谱柱的分离效能 .....	(227)
三、速率理论 .....	(231)
<b>第三节 气相色谱的分离系统</b> .....	(233)
一、色谱柱 .....	(234)
二、最佳分离条件的选择 .....	(243)
<b>第四节 气相色谱检测器</b> .....	(252)
一、检测器的性能指标 .....	(253)
二、热导池检测器 .....	(256)
三、氢焰离子化检测器 .....	(261)
四、电子捕获检测器 .....	(264)

五、火焰光度检测器 .....	(265)
第五节 气相色谱的定性、定量分析方法 .....	(267)
一、定性分析 .....	(267)
二、定量分析 .....	(268)
第六节 在食品分析中的应用 .....	(273)
一、食用植物油中溶剂残留量的分析测定 .....	(273)
二、粮食中混合熏蒸剂残留量的测量 .....	(274)
三、食品中亚硝酸盐的测定 .....	(275)
四、食品中农药残留量的测定 .....	(276)
五、检验啤酒的包装污染 .....	(277)
<b>第十二章 高效液相色谱法 .....</b>	<b>(279)</b>
第一节 引言 .....	(279)
一、高效液相色谱的特点 .....	(279)
二、高效液相色谱的类型 .....	(280)
第二节 高效液相色谱仪 .....	(281)
一、高效液相色谱仪的基本组成 .....	(281)
二、工作原理 .....	(281)
三、检测器 .....	(282)
第三节 高效液相色谱柱的固定相 .....	(285)
一、全多孔性固定相 .....	(285)
二、表面多孔性固定相 .....	(286)
三、化学键合固定相 .....	(286)
第四节 高效液相色谱的分析技术 .....	(287)
一、流动相的选择 .....	(287)
二、色谱类型的选择 .....	(288)
三、定性、定量方法 .....	(289)

第五节 在食品分析中的应用	(289)
一、氨基酸的分析	(289)
二、维生素的测定	(289)
三、食品中有害物质的分离测定	(290)
四、应用实例——测定果蔬中的维生素C	(291)
<b>第十三章 其他分析方法</b>	(292)
第一节 酶法分析	(292)
一、测定酶活性的几种主要方法	(292)
二、在食品分析中的应用实例——测定大豆中的尿素 酶的活性	(295)
第二节 氨基酸自动分析仪	(296)
一、概述	(296)
二、氨基酸分析仪的原理	(297)
三、835型高速氨基酸分析仪	(297)
第三节 食品物性测定	(301)
一、粘度的基本概念	(302)
二、粘度计的原理及分类	(302)

### 第三部分 食品分析方法的建立

<b>第十四章 食品分析原理与技术综合实例</b>	(305)
第一节 食品中3,4-苯并芘的测定	(306)
一、测定方法的建立	(306)
二、食品中3,4-苯并芘测定实例	(308)
第二节 组织蛋白中残留溶剂的气相色谱测定	(311)
一、样品处理	(311)

二、测定技术·····	(312)
第三节 食品中黄曲霉毒素的测定·····	(317)
一、样品处理·····	(318)
二、分析测定·····	(321)
第四节 食品中维生素 A、D、E 的分析·····	(324)
一、测定方法的选择·····	(324)
二、样品处理·····	(324)
三、分析方法简介·····	(325)
第五节 饮料酒中芳香成分的分析测定·····	(328)
一、分析方法的选择和样品处理·····	(329)
二、酒中醇酯类组分的分离测定·····	(330)
三、白酒中醛酮等主要羰基化合物的测定·····	(334)
<b>参考文献</b> ·····	<b>(338)</b>