

中等专业学校轻工专业试用教材

# 食品分析

《食品分析》编写组 编

轻工业出版社

中等专业学校轻工专业试用教材

# 食品分析

《食品分析》编写组 编

轻工业出版社

## 内 容 提 要

本书主要包括两大部分：一是食品检验基本方法的论述，即感官检验、物理检验、化学分析法、各种仪器分析法的论述；二是食品的成分分析，即一般成分分析、食品添加剂分析、微量元素分析及食品污染物分析。书中各章节附有思考题及有关实验，可供轻工业中等专业学校食品专业作试用教材，也可供有关科技人员参考。

中等专业学校轻工专业试用教材

### 食 品 分 析

《食品分析》编写组 编

轻工业出版社出版

(北京东直门外黄寺大街甲3号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

880×1168毫米 1/32 印张, 11.625 字数, 270千字

1988年10月 第一版第一次印刷

印数: 11,000 定价: 2.94元

ISBN7-5019-0848-6/TS·0550

## 前 言

全国轻工业中等专业学校《食品分析》教材，是根据轻工业部教育司关于轻工业中等专业学校教材建设的规划，由轻工业中等专业学校食品工艺专业教材编审小组组织编写的。

全书共分六章，着重介绍食品营养成分、微量元素、食品添加剂及污染物的分析测定。根据全国轻工中专《食品分析》教学大纲的要求，本书除适当介绍各分析方法、分析项目的基本原理及有关理论外，还根据中专的教学特点，加强了实践性部分的内容。除介绍一些常用的分析方法或部颁标准法外，也结合具体情况，介绍国内外一些新的分析技术。为方便教学，在各章节中还选编了有关实验。

本书是轻工业中等专业学校食品工艺专业的教学用书，也可供从事食品工业生产、科技、管理人员参考。

参加本书编写工作的有轻工业部广州轻工业学校张意静、江西省轻工业学校温德云、湖南省轻工业学校肖有阳，由张意静担任主编，华南理工大学凌希利主审。

在编写过程中广泛征求了有关的轻工业中等专业学校的意见，得到了各有关方面的支持和帮助，谨此表示感谢。

编 者

# 目 录

总 则	( 1 )
第一章 绪论	( 4 )
第一节 概 述	( 4 )
一、食品分析的性质和任务	( 4 )
二、食品分析的内容	( 4 )
三、食品分析方法及发展趋势	( 6 )
四、《食品分析》课程的学习要求	( 6 )
思考题	( 7 )
第二节 分析样品的准备	( 7 )
一、样品的采集与制备	( 7 )
二、样品的预处理	( 10 )
三、样品的保存	( 15 )
思考题	( 16 )
第三节 分析结果的数据处理	( 16 )
一、分析结果的表示方法	( 16 )
二、有效数字	( 16 )
三、分析结果的准确度和精密度	( 17 )
四、分析结果的数据处理	( 19 )
五、提高分析结果准确度和精密度的方法	( 24 )
思考题	( 27 )
第二章 食品分析的基本方法	( 28 )
第一节 感官检验法	( 28 )
第二节 物理检验法	( 28 )
一、密度法	( 28 )
二、折光法	( 35 )

三、旋光法.....	( 43 )
思考题.....	( 52 )
第三节 化学分析法.....	( 52 )
第四节 仪器分析法.....	( 52 )
一、电化学分析法.....	( 53 )
二、吸光光度法.....	( 59 )
三、荧光分析法.....	( 73 )
四、原子吸收分光光度法.....	( 75 )
五、薄层层析法.....	( 82 )
六、气相色谱法.....	( 96 )
思考题.....	( 114 )
第三章 食品的一般成分分析.....	( 116 )
第一节 水分的测定.....	( 116 )
一、概述.....	( 116 )
二、干燥法.....	( 117 )
三、蒸馏法.....	( 124 )
思考题.....	( 125 )
实验一 全脂乳粉中水分的测定.....	( 126 )
第二节 水分活度值的测定.....	( 127 )
一、概述.....	( 127 )
二、扩散法.....	( 128 )
三、溶剂萃取法.....	( 130 )
四、A <sub>v</sub> 测定仪法.....	( 133 )
思考题.....	( 134 )
第三节 灰分的测定.....	( 134 )
一、概述.....	( 134 )
二、总灰分的测定——直接灰化法.....	( 135 )
思考题.....	( 138 )
实验二 面粉中灰分含量的测定.....	( 138 )
第四节 酸度的测定.....	( 140 )
一、概述.....	( 140 )

二、食品中总酸度的测定	( 141 )
三、有效酸度——pH值的测定	( 142 )
四、挥发酸的测定	( 145 )
思考题	( 147 )
实验三 果汁饮料中酸度的测定	( 147 )
<b>第五节 脂类的测定</b>	<b>( 149 )</b>
一、概述	( 149 )
二、索氏提取法	( 150 )
三、酸分解法	( 153 )
四、氯仿-甲醇提取法	( 155 )
五、罗紫-哥特里法	( 157 )
六、巴布科克法	( 160 )
思考题	( 161 )
实验四 鲜乳脂肪含量的测定	( 162 )
实验五 麦乳精中脂肪含量的测定	( 162 )
<b>第六节 碳水化合物的测定</b>	<b>( 164 )</b>
一、概述	( 164 )
二、食品中还原糖的测定	( 165 )
三、总糖的测定	( 174 )
四、淀粉的测定	( 177 )
五、粗纤维的测定	( 182 )
六、果胶物质的测定	( 184 )
思考题	( 188 )
实验六 甜炼乳中乳糖及蔗糖量的测定	( 189 )
实验七 面粉中淀粉含量的测定	( 191 )
<b>第七节 蛋白质及氨基酸的测定</b>	<b>( 191 )</b>
一、概述	( 191 )
二、凯氏定氮法	( 193 )
三、氨基酸态氮的测定	( 201 )
思考题	( 203 )
实验八 豆乳中蛋白质含量的测定	( 204 )

实验九 酱油中氨基酸态氮的测定.....	( 204 )
第八节 维生素的测定.....	( 206 )
一、概述.....	( 206 )
二、维生素A的测定.....	( 207 )
三、维生素B <sub>1</sub> 的测定.....	( 216 )
四、维生素C的测定.....	( 222 )
思考题.....	( 233 )
实验十 水果蔬菜中维生素C含量测定.....	( 233 )
第四章 食品添加剂的测定.....	( 234 )
第一节 概述.....	( 234 )
第二节 甜味剂——糖精钠的测定.....	( 235 )
一、酚磺酞比色法.....	( 236 )
二、紫外分光光度法.....	( 239 )
第三节 防腐剂的测定.....	( 243 )
一、概述.....	( 243 )
二、苯甲酸的测定.....	( 244 )
三、山梨酸的测定.....	( 247 )
四、禁用防腐剂的定性分析.....	( 251 )
思考题.....	( 253 )
实验十一 汽水中糖精钠、苯甲酸钠的测定.....	( 253 )
第四节 发色剂——硝酸盐与亚硝酸盐的测定.....	( 254 )
一、概述.....	( 254 )
二、亚硝酸盐的测定——盐酸萘乙二胺法.....	( 255 )
三、硝酸盐的测定——镉柱法.....	( 258 )
第五节 漂白剂——二氧化硫及亚硫酸钠的测定.....	( 262 )
一、概述.....	( 262 )
二、滴定法.....	( 263 )
三、盐酸副玫瑰苯胺比色法.....	( 264 )
思考题.....	( 268 )
实验十二 香肠中硝酸盐、亚硝酸盐的测定.....	( 268 )
实验十三 蘑菇罐头中二氧化硫残留量的测定.....	( 269 )



<b>第五章 食品中微量元素测定</b> .....	( 270 )
<b>第一节 概述</b> .....	( 270 )
<b>第二节 微量元素的比色测定</b> .....	( 272 )
一、样品的制备.....	( 272 )
二、双硫腙比色法测定食品中铅、锌、汞、镉的含量.....	( 273 )
三、苯酚副法测定锡的含量.....	( 280 )
四、铜试剂比色法测定铜的含量.....	( 282 )
五、食品中砷的测定.....	( 285 )
思考题.....	( 292 )
实验十四 罐头食品中锡含量的测定.....	( 293 )
<b>第三节 原子吸收分光光度法测定食品中微量元素</b> .....	( 293 )
一、原子吸收分光光度法测锌.....	( 294 )
二、原子吸收分光光度法测镉.....	( 295 )
思考题.....	( 298 )
实验十五 苹果中锌含量的测定.....	( 298 )
<b>第六章 食品中有机污染物的测定</b> .....	( 299 )
<b>第一节 有机氯农药残留及黄曲霉毒素</b> .....	( 299 )
一、概述.....	( 299 )
二、测定方法简介.....	( 302 )
<b>第二节 样品的预处理</b> .....	( 302 )
一、提取.....	( 303 )
二、浓缩.....	( 304 )
三、净化.....	( 306 )
<b>第三节 薄层层析法测定黄曲霉毒素</b> .....	( 307 )
<b>第四节 气相色谱法测定食品中有机氯</b> <b>农药残留量</b> .....	( 311 )
思考题.....	( 316 )
实验十六 花生中黄曲霉毒素的测定.....	( 316 )
实验十七 乳品中残留农药的测定.....	( 317 )
附录.....	( 318 )
一、实验室安全要点.....	( 318 )

二、实验室技术.....	( 320 )
三、常用标准溶液的配制和标定.....	( 325 )
四、指示剂的配制.....	( 328 )
五、附表.....	( 330 )
主要参考资料和文献.....	( 361 )

## 总 则

1. 本书中所使用的水, 在没有注明其他要求时, 系指纯度能满足分析要求的蒸馏水或无离子水。

2. 本书中使用的液体化学试剂, 如乙醇、硫酸、盐酸等, 在没有注明浓度要求时, 系指不经稀释的试剂级浓度(见下表)。

名 称	密度(g/cm <sup>3</sup> )	含量%(g/g)	当量浓度(N)
乙 酸	1.045	36	6
冰醋酸	1.05	99.5	17
乙 醇		95(ml/ml)	
硫 酸	1.84	96	36
盐 酸	1.19	37	12
硝 酸	1.42	70	16
磷 酸	1.69	85	15或45
氨 水	0.90	28	15

### 3. 配制溶液

(1) 溶液未指明用何种溶剂配制时, 均指水溶液。

(2) 配制溶剂所用的试剂和溶剂: 一般试剂和提取用溶剂, 可用化学纯; 配制微量物质的标准溶液时, 试剂纯度应在分析纯以上。标定标准溶液所用的基准物质, 应选用优级纯; 若试剂空白值较高或对测定发生干扰时, 则需用纯度级别更高的试剂, 或将试剂纯化处理后再用。

### 4. 溶液浓度

(1) *N*指当量浓度, 表示1L溶液中含有溶质的克当量数。

(2) mol/L指摩尔浓度, 表示1L溶液中含有溶质的摩尔

数。

### (3) %指百分比浓度

① 容量百分比浓度 (%、V/V) 系指100ml溶液中含液体溶质的毫升数。如50%乙醇溶液，表示100ml溶液中含乙醇50ml。

② 重量容量百分比浓度 (%W/V) 系指100ml溶液中所含溶质的克数。如20%氢氧化钠，指取20g氢氧化钠溶于水，并稀释到100ml。10%盐酸指取22.7ml浓盐酸(密度1.19、浓度37%)，用水稀释至100ml。

(4) 按比例配制的液体组分溶液，系指各组分的体积比。例如三氯甲烷-丙酮-甲酸，(9:3:1)指9体积的三氯甲烷、3体积的丙酮和1体积的甲酸混合而成的溶液。

(5) ppm，表示百万分之一 ( $10^{-6}$ )，也可以表示为mg/kg或 $\mu\text{g/g}$ 。

ppb，表示十亿分之一 ( $10^{-9}$ )，也可以表示为 $\mu\text{g/kg}$ ， $1\text{ppb}=1/1000\text{ppm}$ 。

ppt，表示亿万分之一 ( $10^{-12}$ )，也可以表示为ng/kg。 $1\text{ppt}=1/1000\text{ppb}$ 。

### 5. 试剂与样品的量取

称取：指要求称量准确至0.1g。

精密称取：指按规定的数值称取，并准确至0.0001g。

精密称取约多少：指称量数不超过规定量的 $\pm 10\%$ ，且需准确至0.0001g。

量取：指用量筒量取溶液，量取体积应准确至量取体积数的 $\pm 10\%$ 。

吸取及准确吸取：指用容量吸管或适宜的刻度吸管吸取溶液。

### 6. 基本计量单位名称采用国际单位制。

#### (1) 长度

1米(m)=10分米(dm)=100厘米(cm);

1微米( $\mu\text{m}$ )= $10^{-6}$ 米(m);

1纳米(nm)= $10^{-9}$ 米(m);

1埃( $\text{\AA}$ )=0.1纳米(nm)= $10^{-10}$ 米(m)。

### (2) 重量

1千克(公斤, kg)=1000克(g);

1毫克(mg)= $10^{-3}$ 克(g);

1微克( $\mu\text{g}$ )= $10^{-6}$ 克(g);

1纳克(ng)= $10^{-9}$ 克(g)。

### (3) 容量

1升(L)=1000毫升(mL);

1微升( $\mu\text{L}$ )= $10^{-6}$ 升(L)。

## 7. 筛目与筛孔大小

各国筛目标准不一,我国目前的工业筛规定,以每英寸(2.54cm)长度上的筛孔数目为筛的目数。由于筛线粗细各国稍有不同,筛目数与筛孔间大小就各有差别,本书参照以下标准筛(见下表)。

筛目 (目/in)	12	20	30	40	60	80	100	140	200	325
筛孔内径	1.68	0.84	0.59	0.42	0.25	0.177	0.149	0.105	0.074	0.044

# 第一章 绪 论

## 第一节 概 述

### 一、食品分析的性质和任务

食品分析是食品工艺专业的专业课程之一，是应用物理、化学、生物化学等学科的基本理论及各种科学技术，对各类食品组成成分的测定方法及有关理论进行研究的一门技术性学科，是食品工业生产、食品质量及卫生管理中所必不可少的手段之一。

食品分析必须对食品工业生产进行指导和控制，对原料、辅助材料、半成品及成品进行检测；起到保证和监督食品质量和卫生指标的作用；为工厂成本核算、提高经济效益提供基本的数据；为开发新产品、新资源，为改革新工艺、制订合理的工艺参数提供依据。总之，食品分析是一门对社会生产、消费和人民身体健康都有十分重要意义的学科。

### 二、食品分析的内容

由于食品的种类繁多、组成复杂、分析的目的不同、项目各异，测定方法又多种多样，故食品分析的范围很广，它包括下述一些内容：

#### （一）食品感官鉴定

食品的感官特征，历来都是食品的重要质量指标，随着人民生活水平、消费水平的提高，对食品的色、香、味、外观、组织状态、口感等感观印象也提出了更高的要求。故在食品分析中，感观鉴定项目占有重要地位。国家标准对各类食品都制定有相应的感观指标。

## (二) 食品营养成分分析

食品是人类生存的要素之一。人类为了维持生命和健康、保证生产活动的正常进行，每天都必须从各种食品中摄取足量的、人体所需的营养成分。人体的营养要求是多种多样的，而各种食品所含有的营养成分是各不相同的，为保证人体的营养需要，人们必须进行合理配膳。为此必须对各种食物进行营养成分分析，根据食物中各种营养成分的含量，以营养学的观点来评价食品的营养价值，以便做到合理营养。此外，食品工业生产中，对食品工艺配方的确定、生产过程的控制、成品质量的监测、对食品加工工艺合理性的鉴定等，都离不开营养成分的分析。

食品营养成分的分析包括水及水分活度值、无机盐、酸、碳水化合物、脂肪、蛋白质、氨基酸、维生素等的分析。

## (三) 食品添加剂的分析

在食品工业生产中，为改善食品品质及感观性状，为延长食品的货架寿命；或因食品加工工艺所需而加入一些辅助材料，这一类物质我们称为食品添加剂。目前所使用的食品添加剂，大多是化学合成的工业产品，其中部分添加剂对人体具有一定的毒性，故对食品添加剂的使用，我国制订了严格的卫生标准。因此，食品添加剂的分析便成为食品分析的一项重要内容，食品分析工作者应严格把关，积极监督，确保食品的安全性及添加剂的合理使用。

食品添加剂的种类很多，本书将重点介绍甜味剂、防腐剂、发色剂、漂白剂及食用色素的分析。

## (四) 食品中有害污染物质的分析

食品中的有害污染物质，是指食品在生产、加工、包装、运输、贮存、销售等各个环节中产生、引入或污染的，对人体有毒害的物质。一般来说，食品中可能出现的有害因素，按其性质可以概括为以下几类：

### 1. 有害元素的污染

指有机、无机化合物及重金属等引起食物中存在有害微量元素的污染。

## 2. 农药污染

指农药的不合理施用造成食物中农药的污染，或动植物体对污染物的富集作用或通过食物链造成食品中农药的残留。

## 3. 微生物的污染

这里主要指因黄曲霉的繁衍引起食物黄曲霉毒素的污染。

近年来随着工业生产的不断发展，环境污染日趋严重。如果对“三废”的排放和治理不当，食品污染源将更加广泛，污染程度将日益严重。故通过对食品中污染物质的分析，可以了解污染物质的种类和数量，对防止污染物质对人体健康造成的危害、分析与控制污染源，起着积极的作用。

# 三、食品分析方法及发展趋势

食品分析方法有感官鉴定法、物理检测法、化学分析法、仪器分析法。随着科学的发展，食品分析的方法不断得到完善、更新，在保证分析结果准确度的前提下，食品分析正向着微量、快速、自动化的方向发展。例如：近红外线自动测定仪对食品营养成分的检测，样品不需进行预处理，直接进样，经过微机系统迅速给出蛋白质、氨基酸、脂肪、碳水化合物、水分等各种成分的含量；全自动全能牛乳分析仪能对牛乳中各组分进行快速自动检测。

在实际工作中，化学分析法还是食品分析中最基本、最常用的方法。对于食品分析中所应用的基本方法，如有关的物理检验方法、仪器分析法等将在第二章中专门介绍。

# 四、《食品分析》课程的学习要求

本课程是一门实践性较强的专业技术课程，要求学生在具备一般化学分析基本技能的基础上，掌握对各类食品分析前的样品



处理及各种项目的常量、微量以至痕量的分析方法，进一步熟练基本操作技能。学习本课程时要求学生树立辩证唯物主义的科学态度，理论与实践相结合。在课堂学习中，对各种分析方法及有关原理必须深刻理解、领会贯通。实验课前应预习，对所做实验的原理、操作要点做到心中有数，实验过程中，要求实事求是、耐心细致。养成良好的实验习惯。

通过本课程的学习，培养学生的动手能力、独立思考能力、分析问题与解决问题的能力；培养学生初步具备开展科学研究工作的能力。

## 思 考 题

1. 试简述食品分析的性质和任务。你准备怎样来学好这门课程？
2. 食品分析包含了哪些内容？

## 第二节 分析样品的准备

### 一、样品的采集与制备

在食品分析中，不管是成品，还是未加工的原料，即使是同一种类，由于品种、产地、成熟期、加工及贮存、保藏条件的不同，食品中成分及其含量都会有相当大的变动，另外，即使是同一分析对象，各部位间的组成和含量也有显著的差异。因此，要保证分析结果准确，前提之一，就是采取的样品要具有代表性。所谓代表性，是指采取的样品必须能代表全部被测物质。所以，应尽可能从一批样品的各个部位取出少量试样，经充分混合后，再取其中少部分作分析样品，确保它能代表整批样品的平均组成。否则，在以后的样品处理及分析过程中，再严格、精密、准确，也是毫无意义的。

要从一大批被测样品中，采取能代表整批被测物质量的小