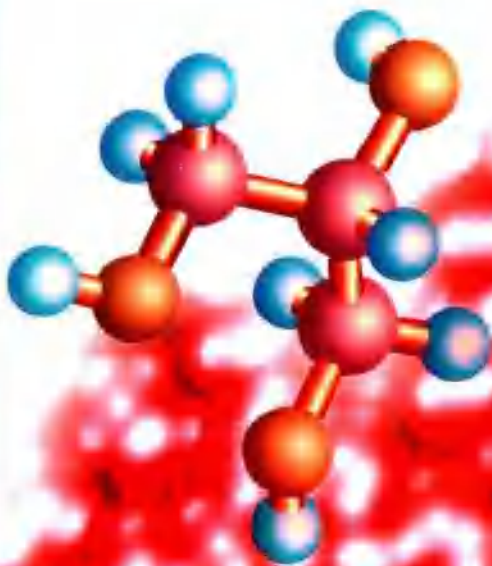



中等专业学校教材

食品分析

张意静 主编

SHIPIN
FENXI
(修订版)




 中国轻工业出版社

中等专业学校教材

食品分析

(修订版)

张意静 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品分析/张意静主编. -2 版. -北京: 中国轻工业出版社,
1999. 5

中等专业学校教材

ISBN 7-5019-2307-8

I. 食… I. 张… III. 食品分析-专业学校-教材
IV. TS207

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 39468 号

责任编辑: 沈力匀

策划编辑: 沈力匀 责任终审: 滕炎福 封面设计: 赵小云

版式设计: 智苏亚 责任校对: 燕杰 责任监印: 胡兵

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 中国人民警官大学印刷厂

经销: 各地新华书店

版次: 1999 年 5 月第 2 版 1999 年 5 月第 1 次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 13.625

字数: 354 千字 印数: 1-5000

书号: ISBN 7-5019-2307-8/TS·1420 定价: 27.00 元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

《全国轻工业中专食品工艺 专业建设指导委员会》

主任：张意静

副主任：奚培基 温德云

秘书：揭广川

委员：张学忠 阎瑞林 辛淑秀 杜苏英
贡汉坤 王尔茂 谢梅英 傅丽芳
赵 晴 侯建平 张兴洋 王国栋
刘用成 曾小兰

前 言

全国轻工业中等专业学校《食品分析》教材，是根据原轻工业部教育司关于轻工业中等专业学校教材建设的“九五”规划，由全国轻工业中等专业学校食品工艺专业指导与建设委员会组织修编的。

本书是在1990年版《食品分析》的基础上进行的修订，增、删了部分章节。全书共分十章，着重介绍食品的感官检验、物理检验、食品的一般成分、矿物质微量元素、食品添加剂及常见有害有毒物质的分析测定。根据全国轻工中专《食品分析》教学大纲的要求，本书除适当介绍各种分析方法、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行业标准法外，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，单列了第十章为食品分析实验，共选编了21个实验，在各章节中也列出了相应的思考题。

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。

全书由广州轻工业学校张意静为主编；江西轻工业学校温德云为参编；广西轻工业学校潘宁、广州轻工业学校郭利平也参与了本次修编工作，特请华南理工大学凌希利教授担任主审。

作者在编写过程中广泛征集了各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 食品分析的性质和任务	(4)
第二节 食品分析的内容	(4)
第三节 食品分析方法及发展趋势	(7)
第四节 食品标准	(8)
第五节 食品分析课程的学习要求	(10)
思考题 (一)	(11)
第二章 样品的准备及结果的数据处理	(12)
第一节 分析样品的准备	(12)
第二节 分析结果的数据处理	(16)
思考题 (二)	(32)
第三章 食品的感官分析	(33)
第一节 感官分析概述	(33)
第二节 感觉	(35)
第三节 食品的感官检验	(37)
第四节 食品感官分析常用的方法	(40)
第五节 感官分析的应用及方法选择	(53)
思考题 (三)	(54)
第四章 食品的物理检验法	(56)
第一节 密度法	(56)
第二节 折光法	(63)
第三节 旋光法	(70)
第四节 压力测定法	(76)

第五节	固态食品的比体积	(78)
思考题 (四)	.....	(81)
第五章	物理化学分析法	(82)
第一节	电化学分析法	(82)
第二节	吸光光度法	(88)
第三节	原子吸收分光光度法	(97)
思考题 (五)	.....	(103)
第四节	色谱分析法.....	(103)
思考题 (六)	.....	(128)
第六章	食品的一般成分分析	(129)
第一节	水分的测定.....	(129)
思考题 (七)	.....	(138)
第二节	灰分的测定.....	(138)
思考题 (八)	.....	(142)
第三节	酸度的测定.....	(143)
思考题 (九)	.....	(150)
第四节	脂类的测定.....	(151)
思考题 (十)	.....	(163)
第五节	碳水化合物的测定.....	(164)
思考题 (十一)	.....	(184)
第六节	蛋白质及氨基酸的测定.....	(184)
思考题 (十二)	.....	(198)
第七节	维生素的测定.....	(199)
思考题 (十三)	.....	(216)
第七章	食品添加剂的测定	(217)
第一节	概述.....	(217)
第二节	甜味剂——糖精钠的测定.....	(218)
第三节	防腐剂的测定.....	(225)
第四节	发色剂——硝酸盐与亚硝酸盐的测定.....	(234)

思考题 (十四)	.....	(241)
第五节 漂白剂——二氧化硫及亚硫酸钠的测定	.....	(242)
第六节 品质改良剂——磷酸及其盐类的测定	.....	(248)
第七节 抗氧化剂 (BHA、BHT) 的测定	.....	(251)
第八节 食品中色素的测定	.....	(255)
思考题 (十五)	.....	(261)
第八章 食品中矿物质元素的测定	.....	(262)
第一节 概述	.....	(262)
第二节 矿物质微量元素的比色测定	.....	(264)
第三节 原子吸收分光光度法测定食品中矿物质元素	.....	(286)
思考题 (十六)	.....	(290)
第九章 食品中常见有害有毒物质的测定	.....	(292)
第一节 概述	.....	(292)
第二节 有机氯农药残留量的测定	.....	(295)
第三节 有机磷农药残留量的测定	.....	(300)
第四节 薄层色谱法测定食品中黄曲霉毒素	.....	(304)
第五节 液相色谱法测定食品中苯并 (a) 比	.....	(310)
第六节 比色法测定食品中 <i>N</i> -亚硝胺类	.....	(312)
思考题 (十七)	.....	(314)
第十章 食品分析实验	.....	(315)
第一节 实验室安全要点	.....	(315)
第二节 实验室技术	.....	(317)
实验一 食品感官分析实验	.....	(321)
实验二 密度计的使用	.....	(332)
实验三 折光计的使用	.....	(334)
实验四 旋光计的使用	.....	(337)
实验五 碳酸饮料中 CO ₂ 含量的测定	.....	(340)
实验六 固态食品比体积的测定	.....	(341)

实验七	全脂乳粉中水分含量的测定	(343)
实验八	面粉中灰分含量的测定	(345)
实验九	汽水中总酸及 pH 值的测定	(347)
实验十	鲜乳中脂肪含量的测定	(350)
实验十一	麦乳精中脂肪含量的测定	(352)
实验十二	水果硬糖中还原糖量的测定	(354)
实验十三	面粉中淀粉含量的测定	(357)
实验十四	豆乳饮料中蛋白质含量的测定	(361)
实验十五	酱油中氨基酸态氮含量的测定	(364)
实验十六	新鲜果蔬中维生素 C 含量测定	(367)
实验十七	饮料中山梨酸含量的测定	(370)
实验十八	香肠中亚硝酸盐含量的测定	(373)
实验十九	植物油中抗氧化剂的测定	(376)
实验二十	罐头食品中锡含量的测定	(378)
实验二十一	矿泉水中微量元素的测定	(382)
实验二十二	乳品中残留农药的测定	(384)
附录		(388)
一、附表		(388)
附表(一)	部分元素相对原子质量表	(388)
附表(二)	常用酸和碱溶液的相对密度和浓度	(388)
附表(三)	排序检验法检验表 ($\alpha=5\%$)	(391)
附表(四)	排序检验法检验表 ($\alpha=1\%$)	(395)
附表(五)	χ^2 分布表	(399)
附表(六)	观测锤度温度改正表 (标准温度 20℃)	(401)
附表(七)	酒精计温度浓度换算表	(405)
附表(八)	乳稠计读数变为温度 15℃ 时的度数换算表	(409)
附表(九)	乳稠计读数变为温度 20℃ 时的度数换算表	(410)
附表(十)	糖液折光锤度温度改正表 (20℃)	(411)
附表(十一)	碳酸气吸收系数表	(413)

附表（十二） 相当于氧化亚铜质量的葡萄糖、果糖、乳糖、 转化糖质量表	(416)
二、浓度换算关系	(419)
主要参考资料	(423)

总 则

(1) 本书中所涉及使用的水, 在没有注明其他要求时, 都系指纯度能满足分析实验要求的蒸馏水或无离子水。

(2) 本书中所涉及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, 都系指不经稀释的试剂级浓度(见下表)。

名称	相对密度	质量分数/ (%)	量浓度 c / (mol/L)
乙酸	1.045	36	6
冰醋酸	1.05	99.5	17
硫酸	1.84	96	18
盐酸	1.19	37	12
硝酸	1.42	70	16
磷酸	1.69	85	15
氨水	0.90	28	15

(3) 本书的配制溶液按以下规定设置:

① 本书中溶液未指明用何种溶剂配制时, 均指水溶液。

② 配制溶液所用的试剂和溶剂: 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, 则需用比纯度纯级别更高的试剂, 或将试剂纯化处理后再用。

(4) 溶液浓度:

① c 指物质的量浓度 (mol/L), 表示 1L 溶液中含有溶质的摩尔数。

② φ 体积分数 (%), 指 100mL 溶液中含液体溶质的毫升数。如: 体积分数为 50% 的乙醇溶液, 表示 100mL 溶液中含乙醇 50mL。

③ w 质量分数 (%), 指 100g 溶液中溶质的克数。如: 质量分数为 37% 的盐酸溶液, 表示 100g 盐酸溶液中含盐酸 37g。

④ ρ 为质量浓度, 可表示为每升多少克或以其适当分倍数表示。如 (g/L) 或 (mg/mL)。

⑤几种固体试剂的混合质量份数或液体试剂的混合体积份数, 可表示为 (1+1) 或 (4+2+1) 等。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) 书中温度和压力以下列形式表示:

①一般温度以摄氏温度 (t) 表示, 单位符号为 $^{\circ}\text{C}$; 或以热力学温度表示, 单位符号 K ($T=t+273.15\text{K}$)。

②压力单位为帕, 写作 Pa (或 kPa、MPa)。

$$1\text{atm}=101325\text{Pa}=101.325\text{kPa}=0.101325\text{MPa}$$

(atm 为标准大气压, 此单位已不再使用)。

(6) 试剂和样品的量取按以下规则:

称取: 系指用天平进行称量操作, 其精度要求用数值的有效数位表示, 如“称取 20.0g……”系指称量的精密密度为 $\pm 0.1\text{g}$; “称取 20.00g……”系指称量的精密密度为 $\pm 0.01\text{g}$ 。

准确称取: 指用精密天平进行称量操作, 其精度为 $\pm 0.0001\text{g}$ 。

恒量: 指在规定的条件下, 连续两次干燥或灼烧后称定的质量差异不超过规定的范围。

量取: 指用量筒或量杯取液体物质的操作。其精度要求用数值的有效数位表示。

吸取：指用移液管、刻度吸量管取液体物质的操作。其精度要求用数值的有效数位表示。

定容：指将溶解后的试剂或溶液，定量地移入指定容量的容量瓶内，并稀释至刻度。

第一章 绪 论

第一节 食品分析的性质和任务

食品分析是一门研究和评定食品品质及其变化的学科，是运用物理、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检测原理、检测方法和检测技术进行研究的一门应用性科学，它是食品科学的一个重要分支，具有很强的技术性和实践性。

食品分析的任务是根据制定的技术标准，运用现代科学技术和检测分析手段，对食品工业生产的原料、辅助材料、半成品、包装材料及成品进行监测和检验，从而对产品的品质、营养、安全与卫生等各方而做出评定；对生产工艺过程及有关的工艺参数进行监控，以掌握生产情况，保证产品质量；为工厂成本核算、生产计划的制定提供基本数据；为新资源、新产品的开发；为新工艺、新技术的研究及应用提供可靠的依据。

食品分析是食品工业生产和食品科学研究的“眼睛”和“参谋”，是不可缺少的手段。在保证食品的营养与卫生，防止食物中毒及食源性疾病，确保食品的品质及食用的安全，研究食品化学性污染的来源、途径，以及控制污染等方面都有着十分重要的意义。

第二节 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、食品的感官分析

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、口感等感官印象也提出了更高的要求。故在食品分析中，感官鉴定项目占有很重要的地位。国家标准对各类食品都制定有相应的感官指标。

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对水及无机盐、酸、碳水化合物、脂肪、蛋白质、氨基酸、维生素等成分的分析。

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官性状，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中的一项重要检测内容，食品分

析工作者应严格把关，积极监督，以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，本书将重点介绍对甜味剂、防腐剂、发色剂、漂白剂、品质改良剂、抗氧化剂及食用色素的分析。

四、食品中常见的有害有毒物质的分析

食品中的有害有毒物质，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。

（一）有害元素

有害元素是指在食物中存在的有机、无机化合物及重金属等引起的有害微量元素，这主要是指由于工业三废、生产设备、包装材料等造成的污染。

（二）农药

农药污染主要是指因农药的不合理施用造成食物中农药的污染，或因动植物体对污染物的富集作用；或通过食物链而造成食品中农药的残留。

（三）微生物毒素

微生物毒素的污染主要是指由于微生物的繁衍，使食物中产生有害的微生物毒素，这里主要是指黄曲霉毒素。

（四）食品加工、贮藏中产生的有害物质

食品加工、贮藏中产生的有害物质主要是指在食品加工过程中如酒精发酵产生的醛、酮类物质；在腌制中产生的亚硝胺；在油炸、烧烤中产生的3,4-苯并比。也有因食品贮藏不当而引起食物组成成分的化学变化并产生的有害物质，如脂肪氧化并产生的过氧化物等。

本书将重点介绍食品中农药残留量、黄曲霉毒素、苯并比、亚硝胺类化合物的测定。

第三节 食品分析方法及发展趋势

一、食品分析方法

(一) 感官分析法

食品的感官分析是通过人的感觉器官，对食品的色、香、味、形、口感等质量特征，及人们自身对食品的嗜好倾向做出评价，再根据统计学原理，对评价结果进行统计分析，从而得出理性的结论。

感官分析有两种类型，一是以人的感官作为测量工具，测定食品的质量特性；一是以食品作为测试工具，测定人的偏爱、嗜好倾向。

(二) 物理检验法

食品的物理检验是根据食品的一些物理常数与食品的组成成分及含量之间的关系，通过测定的物理量，如对食品的密度、折光度、旋光度、沸点、凝固点、体积、气体分压等物理常数进行测定，从而了解食品的组成成分及其含量的检测方法。

物理检验法快速、准确，是食品工业生产中常用的检测方法。

(三) 化学分析法

化学分析法是以物质的化学反应为基础的分析方法，其中包括质量法及容量法。在食品分析中，化学分析法得到了广泛的应用，在食品的常规检验中相当部分项目都必须用化学分析法进行检测。化学分析法是食品分析最基础的方法。

(四) 物理化学分析法

物理化学分析法是以物质的物理及物理化学性质为基础的分析方法。由于必须借助一些分析仪器，故也称为仪器分析法。它具有灵敏、快速、操作简单、便于检测自动化等特点。对于食品中的一些微量成分，用化学分析法在检测的灵敏度、准确度等方