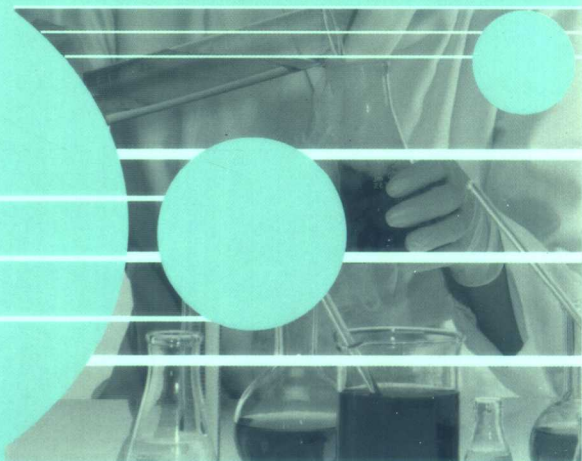


职业技能鉴定培训用书

——分析化验系列

食品分析

孙平 主编



化学工业出版社

职业技能鉴定培训用书——分析化验系列

食 品 分 析

孙 平 主 编



化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

食品分析/孙平主编. —北京: 化学工业出版社,
2004. 10

职业技能鉴定培训用书——分析化验系列
ISBN 7-5025-6203-6

I. 食… II. 孙… III. 食品分析-技术培训-教材
IV. TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 108372 号

职业技能鉴定培训用书——分析化验系列

食 品 分 析

孙 平 主 编

责任编辑: 王秀鸾 陈 丽

文字编辑: 温建斌

责任校对: 顾淑云 李 军

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 15½ 字数 408 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6203-6/TS·208

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

民以食为天。作为食品的营养卫生和食用安全问题一直是消费者、商家、质检单位、学术界、以至政府部门所关注的热点。如何评判食品的质量，哪些指标能反映其质量因素，怎样获得准确的质量指标，这些都是食品分析的主要内容。

食品分析作为专业知识应为食品科学专业学生的必修课程内容，涉及分析化学、无机化学、有机化学、物理化学、生物化学、微生物学、营养与毒理学等方面的基础理论。选修食品分析课程不仅有利于培养和提高食品检验技术和实验能力，而且有助于加深对“量”的理解和认识、增强对食品质量的管理意识和法制观念。

随着社会的进步与科学的发展，人们对食品的营养要求以及卫生安全的理念与日俱增。这无疑对食品管理和质量监督工作带来了新的挑战。食品质量的检验会愈加引起重视，质检机构及设施需要不断地扩大和调整，检验人员也需要具备更高、更专业的专业水平。因此，补充更多的懂专业理论、受过专业培训的人员来充实、扩大对食品质量的管理、监督和检验队伍是十分必要的。基于检验人员的进修和培训所需与现有专业教材的不切之处，我们综合了有关食品分析的教材，又根据专业授课及短期培训的教学实践编写了《食品分析》这本书。希望以此充实食品分析课程的理论内容，成为培训高级技术人员的专业教材。

《食品分析》中包括了有关食品检验的基础理论；评估食品感官指标的实验与要求；检测密度、黏度、折光与旋光等物理常数的意义与方法；对各类营养组分、添加剂、污染物质、转基因成分的分析以及微生物检验等内容。全书按基础知识、感官与物理常数测定、化学分析、仪器方法及微生物检验等五个单元分二十一章介绍。书中不仅涉及传统的检测基础和常规分析的内容，而且还根据

实际检验的要求与学科发展的需要，在同类教材基础上增加了测定物理常数与转基因成分的新内容。这些内容与工业检验、加工控制及质量监督等工作密切相关，有助于工作人员的实验技能培训与专业水平提高。为方便教学，书中在各章之前设有重点目录，以利于读者掌握自修和理解的侧重范围或根据教学课时筛选讲授内容；全书内容按分析类型及其理论、检验要点分章介绍，对讨论的项目均有实验范例，以利于掌握重点与主干；另外在每章后面均附有一定量的思考题，以帮助和加深读者学习及对一些基本理论和概念的理解。本书内容不局限在对所有食品成分的具体检测方法上，而是对食品分析涉及的内容进行分类讨论，并通过有限的范例来说明其原理与要求，使读者不仅能掌握基本的检验知识，而且能增强对其他实验的接受能力，同时更加领悟“量化”在食品分析中的重要意义。

编写人员在《食品分析》的选编过程中，除注重、加强对检验的基础知识、标准化计量概念等基本内容的介绍外，还结合具体的教学实践与科研成果刻意补充了一定的实验知识与检测内容，而在实际中却是极为重要的。这无论对专业理论的更新和发展，还是对食品专业人员的技术参考都有很多益处。本书囊括了感官评估、理化测定、仪器分析及微生物检验等全部食品检测的内容。纵观国内诸多相关的专业教材，《食品分析》是具有专业知识新、内容全面、技术完整的理论教材，也是一本将四项常规分析合编一起的专业书籍。因此《食品分析》对专业教学或短期培训都是理想、方便的理论教材。

《食品分析》全书内容的编写分工如下。

孙平、李兴林、张津风负责编写前言、第一章至第十四章中感官评估、物理常数营养成分、添加剂、污染物质、转基因成分的测定等内容。

杨志岩、高振中负责编写第十五章至第十八章中分子、原子吸收光谱分析及气相、液相色谱分析部分内容。

鲁梅芳负责第十九章至第二十一章中食品微生物基础及其检验

等部分内容。

全书内容的主审与统编工作由孙平负责。

在《食品分析》编写过程中曾得到许多同行、其他院系、图书馆等方面的专家、学者、研究生以及退休教师的热心帮助和指导，在此深表谢意。此外，由于编写人员业务水平有限，书中内容难免有不妥之处，恳望读者予以批评，更希望与我们进行探讨与交流。

编 者

2004年10月

目 录

基础知识

1 食品分析概况	1
1.1 食品分析	1
1.2 食品分析的工作范围	2
1.3 食品分析的方法类型	2
1.4 食品分析的项目内容	2
1.5 食品分析发展	3
1.6 食品分析总则	3
思考题	5
2 数据处理与方法评估	6
2.1 分析结果表示	6
2.1.1 表示单位	6
2.1.2 非标单位与标准单位换算	6
2.2 有效数字	7
2.2.1 有效数字及确定	7
2.2.2 数字的修约规则	8
2.2.3 有效数字运算法则	8
2.3 分析数据取舍	9
2.3.1 Dixon 检验法	9
2.3.2 Grubbs 检验法	11
2.4 标准曲线	12
2.4.1 直接绘制	12
2.4.2 回归方程式	12
2.5 精密度与准确度	14

2.6 测量误差及其控制	15
思考题	16
3 样品采取与预处理	17
3.1 采样	17
3.1.1 采样要求	17
3.1.2 采样步骤	17
3.1.3 采样方法	17
3.1.4 采样数量	19
3.1.5 采样的注意事项	19
3.2 样品的制备	20
3.2.1 一般成分分析的样品制备	20
3.2.2 对农药残留量测定的样品制备	20
3.3 样品的预处理	21
3.3.1 有机物破坏法	21
3.3.2 蒸馏分离法	23
3.3.3 溶剂提取法	25
3.3.4 色谱法	26
3.3.5 化学转化分离法	27
思考题	28

感官与物理方法

4 感官检验	30
4.1 感官检验的意义	30
4.2 感官及检验要求	31
4.3 感官检验条件	32
4.3.1 检验人员	32
4.3.2 感官实验室要求	33
4.3.3 样品的准备	34
4.4 检验方法种类	34
4.5 感官检验数据的统计分析	36

思考题	37
5 物理常数测定	38
5.1 相对密度	38
5.1.1 相对密度含义	38
5.1.2 测定方法	39
5.2 折射率(折光率)的测定	43
5.2.1 折射率的产生	43
5.2.2 测定折射率的意义	45
5.2.3 折光计的结构、原理及使用方法	45
5.3 旋光度	49
5.4 黏度	56
5.4.1 黏度及其种类	56
5.4.2 常用黏度计及测定方法	57
思考题	60

化学分析

6 水分、灰分与酸度	61
6.1 灰分(ash)	61
6.1.1 概述	61
6.1.2 灰化条件	62
6.1.3 灰化过程	62
6.1.4 灰分测定	64
6.2 酸度(acidity)	65
6.2.1 概述	65
6.2.2 总酸度的测定(滴定法)	68
6.2.3 挥发酸的测定	69
6.2.4 酸度(pH值)的测定	71
6.3 水分(moisture)	71
6.3.1 概述	71
6.3.2 干燥法测定水分	73

6.3.3	蒸馏法测定水分	75
6.3.4	化学法测定水分(卡尔·费休法)	77
	思考题	80
7	蛋白质与氨基酸	81
7.1	概述	81
7.1.1	蛋白质是不同氨基酸的聚合物	81
7.1.2	蛋白质是食品中重要的营养成分	82
7.1.3	食品中蛋白质的分析	82
7.2	理化性质	83
7.2.1	水溶性	83
7.2.2	蛋白质成分组成	83
7.2.3	特征反应	83
7.3	检测方法	84
7.3.1	凯氏(Kjedahl)定氮法	84
7.3.2	双缩脲(Biuret)法	88
7.3.3	紫外分光光度法	90
7.3.4	染料结合法	91
7.3.5	水杨酸比色法	92
7.3.6	甲醛滴定法(氨基酸态氮测定)	94
7.3.7	茚三酮法	95
7.3.8	氨基酸分析仪法、色谱仪法	97
7.4	氨基酸的分离与鉴别(薄层色谱法)	97
	思考题	98
8	碳水化合物	99
8.1	概述	99
8.2	理化性质	101
8.3	糖类分离	104
8.3.1	糖分提取	104
8.3.2	澄清剂的使用	104

8.4	分析方法	105
8.4.1	还原糖测定	105
8.4.2	蔗糖的测定	117
8.4.3	多糖测定	118
	思考题	125
9	脂类物质 (Lipids)	126
9.1	概述	126
9.1.1	结构与分类	126
9.1.2	理化性质	127
9.1.3	脂类物质的分析类型	128
9.2	脂质分析	128
9.2.1	酸价 (或酸值)	128
9.2.2	过氧化值 (过氧化价)	129
9.2.3	碘值 (碘价)	130
9.2.4	羰基价	131
9.3	脂类含量测定	133
9.3.1	重量法	133
9.3.2	容量法	139
	思考题	141
10	维生素	142
10.1	概述	142
10.1.1	维生素	142
10.1.2	维生素分类	142
10.1.3	分析意义	142
10.2	维生素 A	143
10.2.1	化学结构	143
10.2.2	存在形式	144
10.2.3	测定方法	144
10.3	维生素 D	148
10.3.1	化学特性	148

10.3.2	存在形式	148
10.3.3	紫外分光光度法	148
10.4	维生素 E	150
10.4.1	化学结构	150
10.4.2	存在形式	150
10.4.3	分光光度法	150
10.5	维生素 C	151
10.5.1	化学结构	151
10.5.2	存在形式	152
10.5.3	测定方法	152
10.6	维生素 B ₁ 的测定	156
10.6.1	概述	156
10.6.2	测定方法	156
10.6.3	偶氮染料比色法	157
	思考题	158
11	食品添加剂	159
11.1	概述	159
11.2	防腐剂测定	159
11.2.1	苯甲酸及其盐	159
11.2.2	山梨酸及其钾盐	160
11.3	亚硫酸盐测定	162
11.3.1	氧化滴定	162
11.3.2	盐酸副玫瑰苯胺比色法	164
11.4	发色剂——亚硝酸盐的测定	166
11.4.1	亚硝酸盐与硝酸盐性质	166
11.4.2	盐酸萘乙二胺法测定亚硝酸盐	166
11.5	甜味剂——糖精钠的测定	168
11.5.1	糖精及其钠盐	168
11.5.2	薄层色谱法测定糖精钠	169
	思考题	171

12 元素分析	172
12.1 概述	172
12.1.1 元素分类	172
12.1.2 元素的分离与分析	173
12.2 钙元素的测定	173
12.3 碘元素的测定	175
12.4 有害元素的测定	176
12.4.1 样品的预处理	176
12.4.2 双硫脲法测定铅	176
12.4.3 砷的测定	178
思考题	181
13 污染物质	182
13.1 二噁英 (dioxin)	182
13.1.1 概述	182
13.1.2 测定方法	183
13.2 多氯联苯 (Polychlorinated Biphenyls, PCBs)	185
13.2.1 概述	185
13.2.2 多氯联苯 (PCB ₃ 与 PCB ₅) 的测定	185
13.3 残留农药 (Agricultural Chemicals Residue)	187
13.3.1 概述	187
13.3.2 有机磷的检测	187
13.3.3 有机氯的检测	189
13.3.4 氨基甲酸酯的检测	192
13.4 黄曲霉毒素 (Aflatoxins, AFT)	193
13.4.1 概述	193
13.4.2 黄曲霉毒素的测定	194
思考题	195
14 转基因食品	196
14.1 转基因及其转基因食品 (genetically modified food, 简称 GM food)	196

14.2	转基因食品与非转基因食品的区别	197
14.3	转基因食品的影响与安全性评价	197
14.3.1	转基因食品对人体健康可能产生的影响	197
14.3.2	转基因材料对环境生态的可能影响	198
14.3.3	转基因食品的安全性评价	198
14.4	转基因食品的检测	199
14.4.1	蛋白质鉴定	199
14.4.2	DNA 鉴定	201
	思考题	204

仪器方法

15	紫外-可见分光光度法	205
15.1	概述	205
15.1.1	分子吸收光谱	205
15.1.2	朗伯-比尔定律 (Lambert-Beer Law)	207
15.2	有机化合物的紫外-可见吸收光谱	208
15.2.1	与吸收光谱相关的概念	208
15.2.2	判断紫外-可见吸收光谱的经验规则	211
15.3	无机化合物的紫外及可见光吸收光谱	216
15.3.1	无机化合物的电子跃迁形式	216
15.3.2	显色反应的选择	217
15.3.3	显色条件的选择	217
15.4	溶剂对紫外可见吸收光谱的影响	219
15.5	紫外及可见光分光光度计	221
15.6	紫外吸收光谱的应用	222
15.6.1	定性方法	222
15.6.2	定量方法	224
15.6.3	应用实例	227
	思考题	230

16 原子吸收分光光度法	231
16.1 概述	231
16.2 基本原理	232
16.2.1 共振线和吸收线	232
16.2.2 原子的积分吸收与原子浓度的关系	233
16.2.3 原子吸收的测量方法	234
16.3 原子吸收分光光度计基本结构	236
16.3.1 仪器结构及性能	236
16.3.2 光源系统	237
16.3.3 原子化系统	237
16.3.4 分光系统	239
16.3.5 检测系统	240
16.4 定量分析	240
16.4.1 直接测定法	240
16.4.2 间接测定法	242
16.4.3 标准溶液的配制	243
16.5 仪器最佳条件的选择	243
16.5.1 火焰原子吸收分析最佳条件的选择	243
16.5.2 石墨炉原子吸收分析最佳条件的选择	245
16.6 原子吸收分光光度法的应用	246
16.6.1 食品中铅的测定	246
16.6.2 食品中钙的测定——火焰原子吸收光谱法	249
16.6.3 食品中铁的测定——火焰原子吸收光谱法	251
16.6.4 食品中铜的测定——石墨炉原子吸收分光光度法	252
思考题	254
17 气相色谱法	255
17.1 概述	255
17.2 气相色谱分离原理	258
17.3 色谱柱与固定相	259

17.3.1	色谱柱的种类	259
17.3.2	固体固定相	260
17.3.3	液体固定相	261
17.3.4	毛细管柱	267
17.4	色谱分离条件的要求	268
17.4.1	总分离效能指标(分离度 R)	268
17.4.2	色谱分离基本方程式	270
17.4.3	色谱分离条件的选择	272
17.5	气相色谱检测器	276
17.5.1	检测器的主要技术指标	277
17.5.2	热导池检测器	279
17.5.3	氢火焰离子化检测器	283
17.5.4	电子捕获检测器	286
17.5.5	火焰光度检测器	287
17.6	进样前处理	288
17.6.1	转化成挥发性衍生物	288
17.6.2	利用化学反应除杂质	289
17.6.3	复杂混合物样品的初步分离	290
17.7	气相色谱定性分析	290
17.8	气相色谱定量分析	292
17.8.1	色谱峰面积的测量	293
17.8.2	定量校正因子的测定	295
17.8.3	色谱定量分析计算方法	297
17.9	气相色谱分析法的应用	301
17.9.1	白酒中微量醇、醛、酯的气相色谱分析	301
17.9.2	食品中有机磷农药残留量的测定方法	303
17.9.3	二十四种有机磷农药在毛细管柱上的分离	305
17.9.4	食品中山梨酸、苯甲酸的测定	307
	思考题	308

18 高效液相色谱法	309
18.1 概述	309
18.2 高效液相色谱法的主要类型及分离原理	310
18.2.1 液-液分配色谱	310
18.2.2 液-固吸附色谱	311
18.2.3 离子交换色谱	311
18.2.4 离子对色谱	312
18.2.5 离子色谱	312
18.2.6 空间排阻色谱	314
18.3 高效液相色谱中的固定相	316
18.3.1 液-液色谱法及离子对色谱法固定相	316
18.3.2 液-固吸附色谱法固定相	318
18.3.3 离子交换色谱法固定相类型	318
18.3.4 排阻色谱法固定相	319
18.4 高效液相色谱中的流动相	320
18.5 高效液相色谱仪	322
18.5.1 载液系统的结构	322
18.5.2 进样系统	325
18.5.3 分离系统	326
18.5.4 检测器	327
18.5.5 数据处理系统	329
18.6 高效液相色谱分离类型的选择	329
18.7 高效液相色谱法的应用	331
18.7.1 食品中栀子黄的测定	331
18.7.2 食品中游离棉酚的测定	332
18.7.3 畜禽肉中己烯雌酚的测定方法	334
思考题	336

微生物检验

19 微生物学基础	337
19.1 概述	337