

SPFX

食品分析理论与实践

郦伟章 编 著
叶立扬



食品分析理论与实践

郦伟章 编著
叶立扬

杭州市技术开发公司
杭州市食品工业协会

前 言

根据最近国家经委编写的“1984~2000年中国食品工业发展纲要”，我国食品工业总产值到2000年将达到3700亿元，占全部工业总产值的16.6%，居各工业部门的首位。食品工业的大力发展，必将带来对食品质量的严格要求。而目前各食品厂，特别是中小食品厂和乡镇食品厂，如何对食品进行全面的分析化验，既未引起重视，又缺乏办法。这必然会影响今后的发展和竞争。

杭州市科学技术开发服务公司和杭州市食品工业协会本着为食品工业的发展作些贡献，特聘请多年从事食品分析工作的工程技术人员编写了《食品分析理论与实践》一书，从理论和实践上详细地介绍了食品分析前的准备、分析试样的采取、处理、测定到计算等一整套基本方法。内容涉及饼干、糕点、糖果、酒类、饮料、发酵食品、粮食食品、水产品、畜产品、林产品等多种食品的分析；以及蛋白质、糖类、脂类、维生素、矿物质、纤维素、总酸、微量元素的具体测定办法。每章都有较多的实例并附练习题，书末还附有油类、酱油、味精、酒类、冷饮、乳品、奶油等19种食品的质量检验指标和国家卫生标准。因此，本书是食品行业进行食品分析必备的参考书，也是培训食品化验人员的理想教材。

一九八六年元月

绪 论



食品是维持人的生命活动和进行一切劳动的能源，任何人都离不开食品。因此，食品质量的好坏，关系重大。而食品质量的好坏，主要看其营养素含量的多少，存不存在有害物质，以及它的可接受性。食品分析就是专门研究和评定食品品质及其变化的一门学科。

在分析方法上，食品和其它物质之间没有严格的区别，因为都是要认识组成物质的成分（元素或其包含的化合物），从而确定它的百分组成。不同物质所含的成分是不同的，因此欲求食品分析结果的迅速准确，首先要知道食品的化学组成，进而进行食品范围内的分析方法。

食品的分析方法与其它物质一样，也包括化学分析法、仪器分析法、微生物分析法和生物鉴定法等。但本书介绍的主要是化学分析法，化学分析法是食品分析的基础，它包括定性分析和定量分析，而大部分食品的来源和主要成分都是已知的，因此，不需要进行定性分析，只需进行定量分析就可以了。也就是说，本书主要是介绍定量分析法。

食品定量分析是研究食品试样中某一特定物质含量的测定。按照测定方法的不同，可分为滴定分析、重量分析与仪器分析。滴定分析是将一种已知准确浓度的试剂溶液与待测物质作用，测量试剂溶液体积，再计算被测物质的含量，它包括酸碱滴定法、氧化还原滴定法、络合滴定法等。重量分析是根据称量来确定试样中被测组分含量的方法。仪器分析是

以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法，它包括光学分析法、电化学分析法、色谱分析法等。适用于低含量组分和微量试样的分析。

食品定量分析的另一种分类法是以所用试样多少为区分基础，一般以所用试样超过 0.1 克称为常量分析；所用试样为 0.01~0.1 克称为半微量分析；所用试样为 0.001~0.01 克称为微量分析；当试样用量为百分之几克时称为超微量分析。

在食品定量分析过程中，一般都包括这样四个步骤：

(1) 分析前仪器、试剂及水的准备；(2) 分析试样的采取及处理；(3) 根据不同情况采取不同的测定方法；(4) 将测定结果进行计算与解释。

本书献给广大中小食品厂和乡镇食品厂

※ ※ ※ ※

愿它是“星火”

将科技知识送往千万家

愿它是“情报”

为食品生产提供借鉴和参考

愿它是“动力”

推动食品质量大提高为人类造福

——编者

食品分析理论与实践

杭州市科技开发公司

杭州市食品工业协会

(培训教材·内部交流)

主 编：郑大鹏

目 录

绪 论

第一章 食品的成份和分析范围

§ 1—1	食品的化学成份	(1)
1—1	蛋白质	(1)
1—2	糖 类	(4)
1—3	脂 类	(6)
1—4	维生素	(8)
1—5	矿物质 (无机盐) 及微量元素	(11)
§ 1—2	食品及其分类	(12)
2—1	农产食品类	(12)
2—2	国产食品类	(13)
2—3	畜产食品类	(13)
2—4	水产食品类	(14)
2—5	林产食品类	(14)
2—6	其它食品类	(14)
§ 1—3	食品分析范围和方法	(14)
3—1	感官鉴定	(14)
3—2	营养成分分析	(15)
3—3	有害物质的分析	(15)
3—4	食品添加剂的分析	(16)

3—5	其他方面分析	(16)
-----	--------	--------

第二章 食品分析的准备及结果处理

§ 2—1	食品分析的仪器及使用	(17)
1—1	分析天平的使用	(17)
1—2	干燥器的使用	(18)
1—3	移液管、容量瓶和滴定管的使用	(19)
1—4	玻璃器皿的洗涤	(20)
1—5	溶液的转移	(20)
1—6	过滤和洗涤	(21)
§ 2—2	食品分析用的试剂及使用	(22)
2—1	试剂的规格和等级	(22)
2—2	试剂的保存和储备方法	(23)
2—3	试剂溶液浓度的表示法	(25)
§ 2—3	食品分析水及制备	(29)
3—1	蒸馏法制取纯水	(29)
3—2	离子交换法制取纯水	(30)
3—3	水质检查	(32)
§ 2—4	食品分析的样品及处理	(32)
4—1	样品代表性的重要意义	(32)
4—2	样品的分类	(33)
4—3	样品的采取	(33)
4—4	采样方式	(33)
4—5	样品的处理	(34)
§ 2—5	食品分析结果的处理	(36)
5—1	食品分析结果的表示形式	(36)
5—2	食品分析误差的来源	(37)

- 5—3 食品分析的准确度和精密度的测定 (38)
- 5—4 提高食品分析准确度的途径 (41)

第三章 酸碱滴定法

- § 3—1 食品中酸或碱的测定意义 (49)
- § 3—2 食品中酸的表示形式 (50)
 - 2—1 酸度 (50)
 - 2—2 百分数 (50)
 - 2—3 T° (51)
 - 2—4 酸价或酸值 (51)
- § 3—3 酸碱滴定等当点和酸碱指示剂的选择 (52)
 - 3—1 酸碱滴定的等当点和突跃范围 (52)
 - 3—2 酸碱指示剂的选择 (55)
 - 3—3 酸碱指示剂的用量 (58)
- § 3—4 酸碱标准溶液的配制及标定 (59)
 - 4—1 酸标准溶液的配制 (59)
 - 4—2 碱标准溶液的配制 (60)
 - 4—3 酸碱标准溶液相对浓度的测定 (61)
 - 4—4 酸碱标准溶液浓度的标定 (61)
- § 3—5 食品中酸碱测定实例 (63)
 - 5—1 总酸度的测定 (63)
 - 5—2 挥发酸的测定 (65)
 - 5—3 饼干、糕点中碱度的测定 (67)
 - 5—4 食用油脂酸值的测定 (67)
 - 5—5 蛋白质的测定 (69)
 - 5—6 油脂皂化值的测定 (73)
 - 5—7 酿造酒中总脂的测定 (74)

第四章 氧化还原滴定法

- § 4—1 基本原理·····(78)
 - 1—1 标准电极电势·····(78)
 - 1—2 氧化还原滴定的可能性·····(84)
 - 1—3 氧化还原滴定等当点和指示剂的选择(86)
 - 1—4 氧化还原滴定指示剂·····(87)
- § 4—2 高锰酸钾法标准溶液的配制和标定·····(89)
 - 2—1 0.1 N KMnO_4 溶液的配制·····(90)
 - 2—2 0.1 N KMnO_4 溶液的标定·····(91)
- § 4—3 高锰酸钾法应用实例·····(92)
 - 3—1 淀粉的测定·····(92)
 - 3—2 油脂中氧化值的测定·····(97)
- 4—4 碘量法·····(98)
 - 4—1 碘量法的反应条件和滴定条件·····(99)
 - 4—2 0.1N 碘液的配制·····(100)
 - 4—3 碘溶液浓度的标定·····(100)
 - 4—4 0.1N 硫代硫酸钠溶液的配制·····(101)
 - 4—5 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浓度的标定·····(102)
- § 4—5 碘量法应用实例·····(104)
 - 5—1 食品中水分活性的测定·····(104)
 - 5—2 油脂中过氧化物的测定·····(110)
- § 4—6 蓝—埃农法·····(111)
 - 6—1 斐林试剂配制·····(113)
 - 6—2 0.2%标准葡萄糖溶液配制·····(113)
 - 6—3 斐林试剂标定·····(113)
- § 4—7 蓝—埃农法应用实例·····(111)

7—1	糖果中还原糖的测定	(114)
7—2	甜饮料中蔗糖含量的测定	(116)
7—3	果糖的测定	(118)

第五章 络合滴定法

§ 5—1	络合滴定法概述	(123)
§ 5—2	金属指示剂	(128)
2—1	金属指示剂变色原理	(128)
2—2	常用金属指示剂	(129)
2—3	金属指示剂的选择	(130)
§ 5—3	缓冲溶液	(134)
3—1	缓冲溶液的作用原理	(134)
3—2	缓冲容量及缓冲范围	(135)
3—3	缓冲溶液的选择和配制	(136)
§ 5—4	EDTA 标准溶液的配制和标定	(138)
§ 5—5	络合滴定法应用实例	(139)
5—1	液体饮料用水的硬度测定	(139)

第六章 重量分析

§ 6—1	原理和方法	(143)
§ 6—2	重量分析的基本操作	(144)
2—1	沉淀	(144)
2—2	过滤和洗涤	(145)
2—3	烘干和灼烧	(151)
§ 6—3	重量法应用实例	(152)
3—1	食品中水分的测定	(152)
3—2	食品中总灰分的测定	(156)

- 3—3 食品中酸不溶性灰分含量的测定……(158)
- 3—4 粮食、果蔬中粗纤维素的测定……(159)
- 3—5 食品中脂肪的测定……(161)
- 3—6 砂糖中总胶体的测定……(165)

第七章 比色分析法和分光光度法

- § 7—1 基本原理……(168)
 - 1—1 有色物质的吸收光谱……(168)
 - 1—2 朗伯——比尔定律……(171)
- § 7—2 比色分析的方法……(179)
 - 2—1 目视比色法……(179)
 - 2—2 可见分光光度法……(180)
- § 7—3 可见分光光度法测定条件的选择……(184)
 - 3—1 参比溶液的选择……(184)
 - 3—2 吸光度范围的选择……(184)
- § 7—4 显色剂……(186)
- § 7—5 比色分析应用实例……(189)
 - 5—1 果酒、白酒、啤酒中铁的测定……(189)
 - 5—2 食品中铜的测定……(193)
 - 5—3 食品中铅的测定……(197)
 - 5—4 食品中砷的测定……(201)
 - 5—5 食品中汞的测定……(204)

第八章 色谱分析法

- § 8—1 柱色谱法……(210)
 - 1—1 柱色谱法概述……(210)
 - 1—2 吸附剂的选择……(212)
 - 1—3 洗脱剂的选择……(213)

§ 8—2	纸上色谱法	(214)
2—1	比移值	(215)
2—2	基本操作	(220)
§ 8—3	薄层色谱法	(228)
3—1	吸附剂	(229)
3—2	展开剂	(230)
3—3	薄层板的制备	(232)
3—4	薄层色谱法操作	(236)
§ 8—4	色谱法应用实例	(239)
4—1	食品中胡萝卜素的测定	(239)
4—2	发酵食品(酱油、醋、黄酒、啤酒等) 中氨基酸测定	(243)
4—3	食品中有机氯农药残留量的测定	(248)

附 录

附录一	常用的酸和碱溶液的比重和浓度	(259)
附录二	弱酸和弱碱的离解常数	(261)
附录三	常用缓冲溶液	(263)
附录四	难溶化合物的溶度积常数	(267)
附录五	络合物的稳定常数	(271)
附录六	式量表	(272)
附录七	食品卫生标准	(278)
1.	食用植物油卫生标准	(278)
2.	酱油卫生标准	(278)
3.	酱卫生标准	(279)
4.	食醋卫生标准	(280)
5.	味精卫生标准	(281)

6. 冰鸡蛋白卫生标准.....	(282)
7. 鸡全蛋粉卫生标准.....	(282)
8. 鸡蛋黄粉卫生标准.....	(283)
9. 鸡蛋白片卫生标准.....	(284)
10. 发酵酒卫生标准.....	(284)
11. 冷饮食品卫生标准.....	(285)
12. 食品添加剂使用卫生标准.....	(286)
13. 全脂乳粉卫生标准.....	(292)
14. 全脂加糖乳粉卫生标准.....	(293)
15. 脱脂乳粉卫生标准.....	(294)
16. 甜炼乳卫生标准.....	(295)
17. 淡炼乳卫生标准.....	(296)
18. 奶油卫生标准.....	(296)
16. 消毒牛奶卫生标准.....	(297)
附录八 原子量表.....	(298)

第一章 食品的成份和分析范围

§1—1 食品的化学组成

一切食品可简单归纳为由水分、挥发性成分和固形物成分所组成，其中固形物成分可分为有机物和无机物两大类，有机物中最主要的有蛋白质、糖类、脂类和维生素等，而无机物有无机盐类和其他无机物。这些化学成分大部分都是人体必需的营养素。为了了解和熟悉它们的一些基本性质，现将食品中固形物的主要成分分别介绍如下：

1—1 蛋白质

蛋白质的种类繁多，化学结构极其复杂，但其组成元素极其相近，主要由碳、氢、氧、氮四种元素组成，此外，还含相当数量的硫，有少数蛋白质还含有磷、铜、锰、铁、锌和碘等。蛋白质所含主要元素的百分组成大体是：碳50.6~54.5%、氢6.5~7.3%、氧21.5~23.5%、氮15~17.6%、硫0.3~2.5%。由此可见，大多数蛋白质的含氮量都约为16%。

蛋白质分子主要是由多种 α -氨基酸单元相互作用脱水缩

合形成多肽键而成。由于蛋白质的多肽键中仍有游离的氨基和羧基，故它属于两性化合物。在酸性溶液中碱性基团的解离增大使蛋白质带正电荷，在碱性溶液中酸性基团的解离增大，蛋白质带负电荷，而当溶液到达某一 PH 值时蛋白质分子内酸性基团和碱性基团的解离程度相等而呈等电状态，此时溶液的 PH 值叫做蛋白质的等电点。

不同蛋白质有不同的等电点。在等电点时蛋白质的溶解度、粘性、渗透性、膨胀性和稳定性等都达到最低限度。

蛋白质受光、热、酸、碱和醇等作用时，其溶解度、粘度、膨胀性、渗透性和稳定性等都会发生明显的变化，这种性质的改变称为蛋白质的变性。因此含蛋白质的食品必须妥善保存以免变性。

蛋白质与矿物酸或碱一起加热，或加胰蛋白酶能发生水解，水解后生成各种氨基酸。由蛋白质水解所得到氨基酸可分作下列各类：

(一) 脂肪族类

1. 中性氨基酸（即分子中只存在一个氨基和一个羧基的酸）。如甘氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}\right)$ 、丙氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCOOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}\right)$ 、丝氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{HOCH}_2\text{CHCOOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}\right)$ 、半胱氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2\text{CH}- \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}\right)$ 、亮氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{COOH} \qquad \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \qquad | \qquad \qquad | \\ \qquad \qquad \text{CH}_3 \qquad \text{NH}_2 \end{array}\right)$ 、异亮氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \qquad \qquad | \\ \text{CH}_3 \qquad \text{NH}_2 \end{array}\right)$ 、苏氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}-\text{CH}- \\ | \qquad \qquad | \\ \text{OH} \qquad \text{NH}_2 \end{array}\right)$

COOH) 和缬氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array} \right)$ 等。

2. 酸性氨基酸 (即分子中存在一个氨基和二 个羧基的酸)。如天门冬氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} \right)$ 、谷氨

酸 $\left(\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} \right)$ 等。

3. 碱性氨基酸 (即分子中存在两个氨基和一个羧基的酸)。如精氨酸 $\left(\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}(\text{CH}_2)_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ || \quad | \\ \text{NH} \quad \text{NH}_2 \end{array} \right)$ 等。

(二) 芳香族及杂环类

它们有苯丙氨酸、酪氨酸、色氨酸、组氨酸和辅氨酸等。

上述氨基酸有20余种, 其中的8种 (如缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、色氨酸和赖氨酸), 在人体内无法合成的, 称为必需氨基酸, 只能从食品中摄取, 我们评定某种蛋白质食品的营养价值时, 也是看它所含有的必需氨基酸是否全面来确定的。

蛋白质水解后的产物只有氨基酸成分的蛋白质叫做单纯蛋白质。如白蛋白、球蛋白、谷蛋白、白精蛋白、组蛋白和硬蛋白等。

蛋白质水解后的产物, 除了有氨基酸外, 还有糖、色素、磷酸酯、核酸、金属和卟啉等的蛋白质叫做结合蛋白质, 如核蛋白、色蛋白、磷蛋白和糖蛋白等。

含有八种必需氨基酸的蛋白质称为完全蛋白质, 动物性