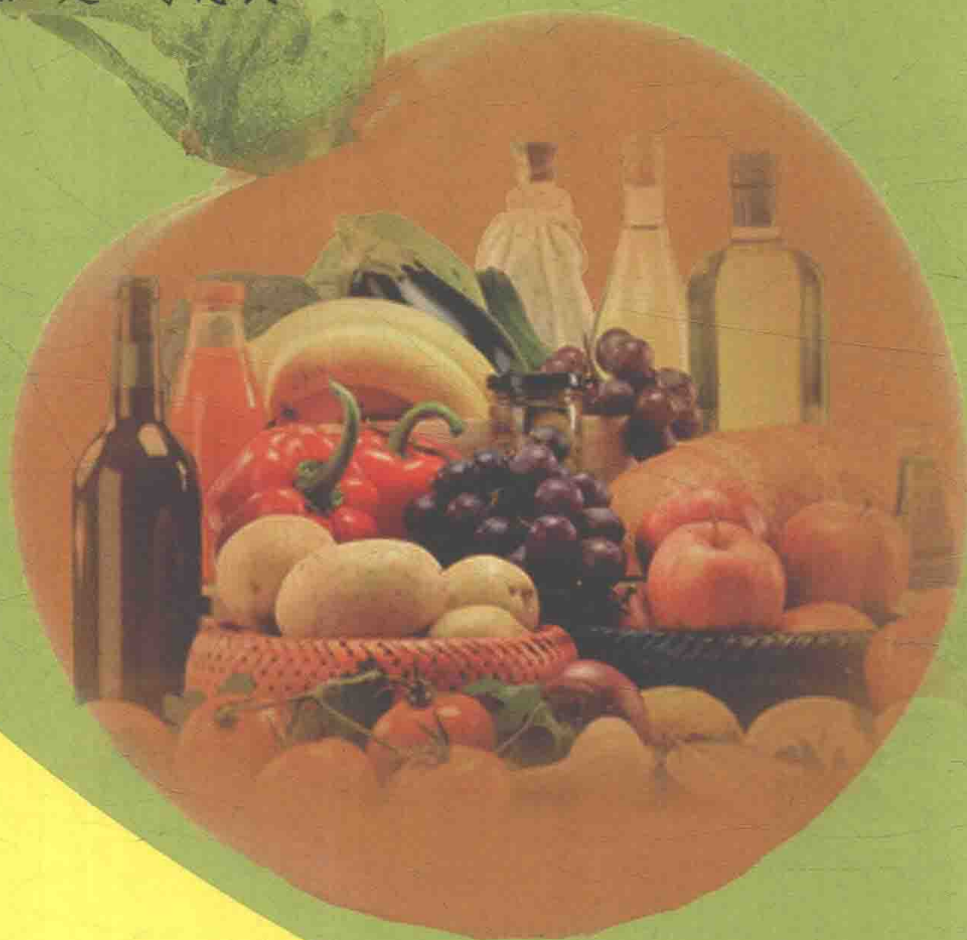


全国各类高等院校食品加工工艺专业“十三五”规划与创新系列教材



食品 SHIPIN FENXI JIANCE JISHU 分析检测技术

◎ 主编 蔚慧 张建 李志民



中国商业出版社

全国各类高等院校食品加工工艺专业“十三五”规划与创新系列教材

食品分析检测技术

主 编 蔚 慧 张 建 李志民
副主编 李慧婉 赵 贇 姜海云
郭 伟 王 丽

中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品分析检测技术/蔚慧、张建、李志民主编. —北京:
中国商业出版社, 2018. 9

ISBN 978 - 7 - 5208 - 0126 - 3

I. ①食… II. ①蔚…②张…③李… III. ①食品分
析 - 高等学校 - 教材②食品检验 - 高等学校 - 教材
IV. ①TS207. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 209867 号

责任编辑:蔡凯

中国商业出版社出版发行

010 - 63180647 www. c - cbook. com

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店经销

北京世嘉印刷有限公司印刷

* * * * *

787 × 1092 毫米 1/16 印张 17 320 千字

2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

定价:56.00 元

* * * * *

(如有印装质量问题可更换)

前 言

本教材是由从事食品检测教学工作十余年的一线教师,通过总结多年教学经验,结合食品检验工国家职业资格考试的要求、标准和多届毕业学生在企业从事食品检验与安全管理实际岗位职业能力要求精心编写,同时邀请食品质量检测技术人员参与编写工作。注重以国家职业资格鉴定标准与企业用人实际需求为依据,适当融入我国食品行业发展预期。坚持以学生为主体,充分考虑学生学习兴趣和特点,将促进学生认知能力发展和建立职业认同感相结合,力争实现知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观学习的统一。

本教材以食品企业及质量检测部门、农产品质量检测部门、质量技术监督部门的任职要求为依据,以任务教学为线索,即以食品检测的工作能力、工作任务为线索,选取学生必需的基础知识、基本操作技能和食品检测工作岗位的典型工作任务进行编写,注重培养学生从事食品检测职业的综合素质能力。教材中的试剂配制、操作步骤、理论基础、检测方法、结果分析主要参考国家现行标准进行编写,体现了食品检测工作岗位的实际需要。

本书将教学内容模块化,强化实用性,并尽可能反映食品分析的新技术、新成果。内容包括食品分析与检测知识概述、样品制备、感官检验、物理检验、水分测定、矿物质的测定、酸度的检测、蛋白质的测定、碳水化合物的测定、脂类的测定、维生素的测定和食品添加剂的检测、食品包装材料及容器的检测和食品中有毒物质的检测,另外还包括食品分析与检测的典型实验十一例。

本书由邯郸职业技术学院蔚慧(模块一、二、十、十四)、张建(模块四、六、十一、十二)、李志民(模块三、九)担任主编,副主编为邯郸职业技术学院李慧婉(模块十五)、赵赞(模块十三)、姜海云(模块八)、邯郸一中郭伟(模块五)、王丽(模块七),蔚慧、张建负责全书的设计、统稿工作。

本书适合高职高专层次食品营养与检测技术、食品加工技术类、食品质量与安全、食品药品监督管理专业等食品相关专业使用的教材,亦可作为食品生产、科研和管理人员的参考用书。本书在编写过程中得到学校领导和教研室同仁们及中国商业出版社编辑的热情支持与大力帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏或不当之处,恳请各位专家与读者批评指正。

编者

2018年9月

目 录

模块一 概述	(1)
项目一 食品分析的目的	(2)
项目二 食品分析的内容	(2)
项目三 食品分析检验的方法	(4)
模块二 食品样品的采集与处理	(7)
项目一 采样	(8)
项目二 样品预处理	(10)
项目三 食品分析的数据处理	(17)
模块三 食品的感官检验法	(21)
项目一 概述	(22)
项目二 感官检验常用的方法	(27)
项目三 感官检验数据的统计分析	(28)
模块四 物理检验	(31)
项目一 相对密度法	(32)
项目二 折光法	(36)
项目三 旋光度的检测	(40)
项目四 黏度检验	(41)
项目五 气体压力测定法	(43)
模块五 水分的测定	(45)
项目一 概述	(46)

项目二	重量法	.....	(47)
项目三	容量法	.....	(50)
项目四	仪器法	.....	(52)
模块六 灰分及几种矿物元素的测定			(57)
项目一	概述	.....	(58)
项目二	灰分的测定	.....	(58)
项目三	食品中营养元素的测定	.....	(62)
项目四	食品中有害元素的测定	.....	(70)
模块七 酸度的测定			(77)
项目一	概述	.....	(78)
项目二	食品中总酸度的测定	.....	(79)
项目三	挥发酸的测定	.....	(81)
项目四	有效酸度(pH值)的测定	.....	(82)
项目五	乳及乳制品酸度的测定	.....	(85)
模块八 蛋白质和氨基酸的测定			(88)
项目一	概述	.....	(89)
项目二	凯氏定氮法	.....	(89)
项目三	蛋白质的快速测定法	.....	(96)
项目四	氨基酸总量的测定	.....	(99)
项目五	氨基酸的分离定量	.....	(102)
模块九 碳水化合物的测定			(105)
项目一	概述	.....	(106)
项目二	还原糖的测定	.....	(106)
项目三	蔗糖的测定	.....	(115)
项目四	总糖的测定	.....	(118)
项目五	淀粉的测定	.....	(119)
项目六	纤维的测定	.....	(123)
项目七	果胶物质的测定	.....	(128)

模块十	食品中脂类物质的测定	(133)
项目一	概述	(134)
项目二	重量法	(135)
项目三	容量法	(140)
项目四	仪器分析法	(142)
模块十一	食品添加剂的测定	(145)
项目一	防腐剂的测定	(146)
项目二	护色剂的测定	(152)
项目三	抗氧化剂的测定	(157)
项目四	漂白剂和着色剂的测定	(160)
模块十二	维生素的测定	(168)
项目一	维生素的种类	(169)
项目二	维生素 A 的测定	(169)
项目三	维生素 D 的测定	(173)
项目四	维生素 E 的测定	(175)
项目五	维生素 C 的测定	(177)
项目六	维生素 B ₂ 的测定	(180)
模块十三	食品包装材料及容器的检测	(183)
项目一	概述	(184)
项目二	食品包装用塑料成型品的检测	(186)
项目三	食品用橡胶制品及容器内壁涂料的检测	(189)
项目四	食品包装用纸的检测	(192)
模块十四	有毒物质的测定	(196)
项目一	农药	(197)
项目二	兽药	(205)
项目三	毒素	(208)
模块十五	实验	(213)
实验一	乳粉中水分含量的测定	(213)

实验二	面粉中灰分含量的测定	(214)
实验三	木耳中铁的测定	(216)
实验四	汽水中总酸度的测定	(217)
实验五	牛乳中脂肪的测定	(219)
实验六	水果硬糖中还原糖的测定	(220)
实验七	豆乳饮料中蛋白质的测定	(223)
实验八	酱油中氨基酸态氮含量的测定	(225)
实验九	果蔬中维生素 C 含量的测定	(227)
实验十	番茄酱中番茄红素的测定	(229)
实验十一	咸肉中亚硝酸盐的测定	(230)
附录		(233)
附表		(241)

模块一 概述

◆基础理论和知识

1. 食品分析检验技术的目的。
2. 食品分析检验的主要内容。
3. 食品分析检验的常见方法。

◆基本技能及要求

1. 掌握食品分析的定义。
2. 掌握食品分析的作用。
3. 了解食品分析的范围。

◆学习重点

食品分析的检验内容。

◆学习难点

掌握食品分析检验的方法。

◆导入案例

市场中食品种类繁多，怎样才能保证我们买到的是安全卫生的食品呢？根据我国《食品安全法》食品出厂之前，必须经过检验，出厂检验是食品生产中的最后一道工序，是食品生产者能够控制的最后一道关卡。食品生产者如果不能严格把关，就有可能使不符合食品安全标准的食品流入市场。出厂后出现问题，食品生产企业即使召回食品，也会对其声誉造成不同程度的影响。查验出厂食品，更是对消费者的身体健康负责。企业作为食品安全的第一责任人，有责任、有义务对自己生产的食品检验，确保出厂食品合格、安全。

◆讨论

1. 食品分析的主要内容是什么？
2. 食品分析常用方法有哪些？

项目一 食品分析的目的

任务1 食品分析的意义

一、食品分析的目的

食品分析检验就是专门研究各类食品组成成分的检测方法、检验技术及有关理论的一门技术性和应用性学科。

食品是人们日常生活不可缺少的物质，还是人类的能量来源。因此，食品品质的好坏，直接关系着人们的身体健康，而评价食品品质的好坏，就是要看它的营养性、安全性和可接受性，即营养成分含量多少，存不存在有毒有害物质和感官性状如何。

二、食品分析的任务

食品分析的任务是运用物理、化学、生物化学等学科的基本理论及各种科学技术，对食品工业生产中的物料(原料、辅助材料、半成品、成品、副产品等)的主要成分及其含量和有关工艺参数进行检测。

任务2 食品分析的作用

在食品科学研究中，食品分析是不可缺少的手段，不管是理论性研究还是应用性研究，几乎都离不开食品分析。例如，在开发新的食品资源，试制新产品、新设备，改革生产工艺，改进产品包装、贮运技术等方面的研究中，常需选定适当的项目进行分析，再将分析结果进行综合对比，得出结论。

项目二 食品分析的内容

任务 食品分析的主要对象

由于食品的种类繁多，组成成分十分复杂，分析的目的不同分析项目也各不相同，某些食品还有特定的分析项目，这使食品分析的范围十分广泛，它包括以下一些内容。

一、食品营养成分的分析

食品是供给人体能量，构成人体组织和调节人体内部产生的各种生理过程的原料，因此，一切食品必须含有人体所需的营养成分。食品的种类繁多，但从营养成分来看，主要有水分、灰分、矿物元素、脂肪、碳水化合物、蛋白质与氨基酸、有机酸、维生素八大类，这是构成食品的主要成分。

不同的食品所含营养成分的种类和含量是各不相同的,在天然食品中,能够同时提供各种营养成分的品种较少,人们必须根据人体对营养的要求,进行合理搭配,以获得较全面的营养。为此必须对各种食品的营养成分进行分析,以评价其营养价值,为选择食品提供资料。此外,在食品工业生产中,对工艺配方的确定、工艺合理性的鉴定、生产过程的控制及成品质量的监测等,都离不开营养成分的分析。营养成分的分析是食品分析的主要内容。

二、食品添加剂的分析

在食品生产中,为了改善食品的感官性状,为改善食品原来的品质、增加营养、提高质量,为延长食品的货架期而加入食品添加剂。由于目前所使用工艺需要,常加入一些辅助材料。

食品添加剂多为化学合成物质,有些对人体具有一定的毒性,故国家对其使用范围及用量均作了严格的规定。为监督在食品生产中合理地使用食品添加剂,保证食品的安全性,必须对食品添加剂进行检测,这是食品分析的一项重要内容。

三、食品中有害物质的分析

正常的食品应当无毒无害,符合应有的营养素要求,具有相应的色、香、味等感官性状,但食品在生产、加工、包装、运输、贮存、销售等各个环节中,常产生、引入某些对人体有害的物质,按其性质分,主要有以下几类:

1. 有害元素

这是由工业“三废”、生产设备、包装材料等对食品的污染所造成的,主要有砷、铅、镉、汞等。

2. 农药

由于不合理地施用农药造成对农作物的污染或因工业“三废”对动植物生长环境造成污染,再经动植物的富集作用及食物链的传递,最终造成食品中农药的残留。

3. 细菌、霉菌及其毒素

这是由于食品的生产或贮藏环节不当而引起的微生物污染,此类污染物中,危害最大的是黄曲霉毒素。

4. 食品加工中形成的有害物质

在一些食品加工中,可形成有害物质。如在腌制、发酵等加工过程中,可形成亚硝胺;在烧烤、烟熏等加工中,可形成3,4-苯并芘。

5. 来自包装材料的有害物质

由于使用了质量不符合卫生要求的包装材料,其中的有害物质如聚氯乙烯、多氯联苯、荧光增白剂等对食品造成污染。食品中有害物质的种类很多,来源各异,且随着环境污染的日趋严重,食品污染源将更加广泛。为了保证食品的安全性,必须对食品中的有害成分



进行监督检验。

四、食品的感官鉴定

各种食品都具有各自的感官特征,除了色、香、味是所有食品共有的感官特征外,液态食品还有澄清、透明等感官指标,固体、半固体食品还有软、硬、弹性、韧性、黏、滑、干燥等一切能为人体感官判定和接受的指标。好的食品不但要符合营养和卫生的要求,而且要有良好的可接受性。因此,各类食品的质量标准中都有感官指标。感官鉴定是食品质量检验的主要内容之一,在食品分析中占有重要的地位。

项目三 食品分析检验的方法

在食品分析过程中,由于分析目的的不同,干扰成分的性质及它们在食品中存在的数量的差异,所选择的分析方法也各不相同。食品分析采用的方法有感官检验法、化学分析法、仪器分析法、微生物分析法和酶分析法。

任务1 感官检验法

感官检验又称感官分析,是在心理学、生理学和统计学的基础上发展起来的一种检验方法。它是借助人的感觉器官的功能,如视觉、嗅觉、味觉和触觉等感觉来检验食品的色、香、味和组织状态等。

感官检验是与仪器检验并行的重要的检测手段,其重要性不仅在于有些产品的特性目前还不能用仪器检验,只能靠感官,即使能够得到先进的测量仪器,感官检验的重要性也不随之降低,因为感官指标与理化指标是相互补充的,只有仪器分析与感官分析相结合才能得到产品质量的完整信息。因此,感官检验法是食品重要的分析手段之一。

任务2 化学分析法

化学分析法是以物质的化学反应为基础,使被测成分在溶液中与试剂作用,由生成物的量或消耗试剂的量来确定组分和含量的方法。化学分析法包括定性分析和定量分析两部分。但对于食品分析来说,由于大多数食品的来源及主要成分都是已知的,一般不必作定性分析,仅在个别情况下才作定性分析。因此,最经常的工作是定量分析。

化学定量分析法包括重量法和容量法,食品中水分、灰分、脂肪、果胶、纤维等成分的测定,常规法都是重量法。容量法又包括酸碱滴定法、氧化还原滴定法,络合滴定法和沉淀滴定法四种,其中前两种最常用,如酸度、蛋白质的测定用到酸碱滴定法,还原糖、维生素C的测定用到氧化还原滴定法。

化学分析法是食品分析的基础。即使是现代的仪器分析,也都是用化学方法对样品进行预处理及制备标准样品,而且仪器分析的原理大多数也是建立在化学分析的基础上的。

为检验仪器分析的准确度和精密度,还须用规定的或推荐的化学分析标准方法作对照,以确定两种方法分析结果的符合程度。因此,化学分析法是食品分析最基本的、最重要的分析方法。食品中大多数成分的分析都可以靠化学分析方法来完成。

任务3 仪器分析法

以物质的物理或物理化学性质为基础,利用光电仪器来测定物质含量的方法称为仪器分析法。它包括物理分析法和物理化学分析法。

物理分析法是通过测定密度、黏度、折光率、旋光度等物质特有的物理性质来求出被测组分含量的方法。如密度法可测定糖液的浓度、酒中酒精含量,检验牛乳是否掺水、脱脂等等;折光法可测定果汁、番茄制品、蜂蜜、糖浆等食品的固形物含量,牛乳中乳糖含量等;旋光法可测定饮料中蔗糖含量、谷类食品中淀粉含量等。

物理化学分析法是通过测量物质的光学性质、电化学性质等物理化学性质来求出被测组分含量的方法。它包括光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、质谱分析法和放电化学分析法等,食品分析中常用的是前三种方法。

光学分析法又分为紫外—可见分光光度法、原子吸收分光光度法、荧光分析法等,可用于测定食品中无机元素、碳水化合物、蛋白质、氨基酸、食品添加剂、维生素等成分。

电化学分析法又分为电导分析法、电位分析(离子选择电极)法、极谱分析法等。电导法可测定糖品灰分和水的纯度等;离子选择电极法广泛应用于测定pH值、无机元素、酸根、食品添加剂等成分;极谱法已应用于测定重金属、维生素、食品添加剂等成分,这些方法解决了一些食品的前处理和干扰问题。

色谱法是近些年来迅速发展起来的一种分析技术,它极大地丰富了食品分析的内容,解决了许多用常规化学分析法不能解决的微量成分分析的难题,为食品分析技术开辟了新途径。色谱法包含许多分支,食品分析中常用的是薄层色谱法、气相色谱法和高效液相色谱法。可用于测定有机酸、氨基酸、糖类、维生素,食品添加剂、农药残留量、黄曲霉素等成分。

仪器分析法具有灵敏、快速、操作简单、易于实现自动化等优点。随着科学技术的发展,仪器分析法已越来越广泛地应用于食品分析中。

任务4 微生物分析法

微生物分析法是基于某些微生物生长需要特定的物质,方法条件温和,克服了化学分析法和仪器分析法中某些被测成分易分解的弱点,方法的选择性也较高。此法广泛应用于维生素、抗生素残留量、激素等成分的分析中。

任务5 酶分析法

酶分析法是利用酶的反应进行物质定性、定量的方法。酶是生物催化剂,它具有高效



和专一的催化特征，而且是在温和的条件下进行。酶作为分析试剂应用于食品分析中，解决了从复杂的组分中检测某一成分而不受或很少受其他共存成分干扰的问题，具有简便、快速、准确、灵敏等优点。目前已应用于食品中有机酸(柠檬酸、苹果酸、乳酸等)、糖类(葡萄糖、果糖、乳糖、半乳糖、麦芽糖等)、淀粉、维生素 C 等成分的测定。

任务 6 国内外食品分析检验技术发展动态与进展

随着科学技术的迅猛发展，各种食品分析检验的方法不断得到完善、更新，在保证分析检验结果准确度的前提下，食品分析正朝着微量、快速、自动化的方向发展。许多高灵敏度、高分辨率的分析仪器越来越多地应用于食品分析检验中，为食品的开发与研究、食品的安全与卫生检验提供了强有力的手段。例如色谱分析、核磁共振和免疫分析等一些分析新技术也在食品分析中得以应用。另外，食品快速检测技术正在迅猛发展。例如，农药残留试纸法、硝酸盐试纸法及兽药残留检测用的酶联免疫吸收试剂盒法等。

目前，对转基因产品的检测是一个热门话题。国内外转基因检测方法有三种：

第一种是以核酸为基础的 PCR 检测方法，包括定性 PCR、实时荧光定量 PCR、PCR - ELISA 半定量和基因芯片等方法；

第二种是检测外源基因的表达产物——蛋白质检测方法，分为试纸条、ELISA 和蛋白芯片三种方法；

第三种是利用红外检测转基因产品化学及空间结构。

思考题

1. 食品分析的意义是什么？
2. 食品分析检验包括的内容是什么？
3. 食品分析检验有哪些方法？每种方法的特点是什么？

模块二 食品样品的采集与处理

◆基础理论和知识

1. 样品的采集。
2. 样品预处理。
3. 样品的数据分析。

◆基本技能及要求

1. 掌握有机物破坏法、溶剂提取法及蒸馏法等各种食品样品的预处理方法，以适应不同食品类型的分析需要。
2. 了解食品分析的一般程序，学会食品样品的采集、制备和保存方法。

◆学习重点

样品预处理的方法。

◆学习难点

样品分析数据的处理。

◆导入案例

我国是全球茶叶最大的产场地，面对国际市场“绿色壁垒”的盛行，我国茶叶出口受到极大影响，尤其是欧盟、日本等国的标准极为严格，美国在食品及药物管理局(FDA)内设立茶叶检验部，对进口茶叶进行抽样检验，德国、法国、日本等均有政府指定的机构对进口茶叶进行抽样检查，如不符合本国对茶叶的品质和质量要求，禁止进口，甚至销毁。茶叶出口中的贸易壁垒主要是技术标准方面，并且许多标准一直在改变，日趋严格，为减少茶叶出口中的摩擦，必须做好茶叶各项指标的检测，而检测时样品的采集应该严格遵循相应的标准。

◆讨论

1. 数量多且包装完整的茶叶怎样抽取样品呢？
2. 样品可以直接检验吗？

项目一 采样

任务1 样品采集

样品的采集是从大量的分析对象中抽取有代表性的一部分样品作为分析材料(分析样品)。

采样是食品分析检验的第一步工作,它关系到食品分析的最后结果是否能够准确地反应它所代表的整批食品的性状,这项工作必须非常慎重地进行。不同食品具有不同质地、不同形状,即便是同一类产品也会因为品种、产地、成熟期、加工条件或保藏方法的不同,其成分含量也有明显的不同,这就要求必须用科学的方法,遵循相应的规则,采用适当的标准,从大量的、成分不均的全部被检食品中采集能代表被检物质的分析样品,否则即便是操作再细心、分析再精确,都不能准确地反映被检对象的真实状况,甚至会出现错误的结论。

一、食品采样的原则

1. 代表性采集样品能够代表整批被检食品的性状。
2. 真实性采集样品必须由采集人亲自到实地进行该项工作。
3. 准确性样品采集过程必须科学、细致,避免外来物的进入,同时防止发生食品成分的化学变化。
4. 及时性采集样品要及时送检。

二、采样步骤

采样一般分为三步,依次获得检样、原始样品和平均样品。由分析对象大批物料的各个部分采集的少量物料称为检样;许多份检样综合在一起称为原始样品;原始样品经过技术处理,再抽取其中的一部分供分析检验的样品称为平均样品。

三、食品采样的方法

食品采样通常采用随机抽样和代表性抽样相结合的方式。具体的取样方法,因分析对象的性质而不同。

1. 均匀固体物料(如粮食、粉状食品)
有完整包装(袋、桶、箱等)的,可先按总件数确定采样件数,然后从样品堆放的不同部位,按采样件数确定具体采样袋(桶、箱),在每袋的上、中、下三层取出三份得到检样,多个检样综合起来成为原始样品。用“四分法”将原始样品做成平均样品,即将原始样品充分混合均匀后堆集在清洁的玻璃板上,压平成圆饼形,并划成“十”字线,将样品分成四份,取厚度在3cm对角的两份混合,再如上分为四份,取对角的两份混合,再用同样方法