

## 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:

本书中溶液未指明用何种溶剂配制时, 均指水溶液。

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 $\varphi$ 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

$w$ 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 $\rho$ 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:

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 ( $T=t+273.15\text{K}$ )。

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……”系指称量的精密度为  $\pm 0.1\text{g}$ ; “称取 20.00g……”系指称量的精密度为  $\pm 0.01\text{g}$ 。

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、安全与卫生等各方面做出评定；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-苯并芘。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、苯并芘、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

面往往达不到要求，特别是存在干扰物质的情况下检测更加困难。因此现代食品分析已越来越多的使用物理化学分析法进行分析，如吸光光度法、原子吸收光度法、荧光法、色谱法等。

## 二、现代食品分析的发展趋势

随着科学技术的迅猛发展、各种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：近红外自动测定仪对食品营养成分的分析，样品不需进行预处理可直接进样，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；全自动牛乳分析仪能对牛乳中各组分进行快速自动检测。现代食品分析中涉及了各种仪器分析方法，许多新型、高效的仪器分析技术也在不断地应运而生，随着微电脑的普及应用更使仪器分析提高到一个新的水平。

## 第四节 食品标准

产品的质量是其使用价值的体现。食品是具有一定营养价值、可供食用、经过一定加工程序制作出来的食物。作为一种特殊的产品，其使用价值体现在其所具有的质量特性上，如食用特性、营养特性、安全特性、卫生特性、感官特性等，而食品的质量特性是以食品标准的形式体现的。

产品的质量是食品工业生产中至关重要的问题，如何衡量、评定及保证食品的质量，有赖于食品生产的标准化及食品质量管理与质量监督。

### 一、食品标准

所谓标准就是经过一定的审批程序，在一定范围内必须共同遵守的规定，是企业进行生产技术活动和经营管理的依据。

食品企业标准化包括了技术标准、管理标准和工作标准，而技术标准是直接衡量产品质量的尺度。它对产品的性能、规格以及检验方法做出统一的技术规定，是食品质量特性的定量表现，是企业开展质量管理的主要依据。

产品的技术标准即是质量标准，需要经常对产品的规格、理化指标、感官指标、卫生指标、微生物指标、包装材料、包装方法、贮藏条件、贮藏期及上述指标的检验分析方法做出规定。食品工业生产要求产品符合质量标准，同时要求用标准分析方法对其各项指标进行检测、验证，确定产品符合质量标准的程度。

## 二、食品标准分类

根据标准性质和使用范围 食品技术标准可分为国际标准、国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等多种。

### (一) 国际标准

国际标准是由国际标准化组织 (ISO) 制订的 随着国际贸易的发展 各国对 ISO 标准越来越重视 中国标准化协会在 1978 年 9 月 1 日正式参加了 ISO。除 ISO 标准外，由联合国粮农组织 (FAO) 和世界卫生组织 (WHO) 共同设立的食品法典委员会 (CAC) 也制定了有关的食物标准。目前，食物分析国际标准方法多采用 (CAC) 的标准。(CAC) 食物法典委员会是一个政府间组织，它的宗旨是保护消费者的健康，促进食物的国际贸易，目前有包括我国在内的 138 个成员国 (1989 年 12 月 31 日会员数) 另外，美国公职分析家协会 AOAC 也制订有食物分析的标准方法，其在国际食物分析领域有较大影响，被许多国家所采纳。

为使我国的食物符合国际市场要求，使企业生产与国际接轨、参与国际竞争，我们必须逐步采用国际标准以排除因国家标准不同所造成的生产障碍。

### (二) 国家标准

我国的标准体制分国家、行业、地方、企业四级标准。国家

标准是在全国范围内统一技术要求，由国务院标准化行政主管部门编制的标准，国家标准有“GB”字样。

### （三）行业标准

行业标准是在全国某个行业范围内统一技术要求，由国务院有关行政主管部门编制的标准，如原轻工业部部颁标准为“QB”、“SG”，原商业部标准为“SB”、“GH”、“LS”，原农牧渔业部标准为“SC”，卫生部标准为“WS”。

### （四）地方标准及企业标准

地方标准是在省、自治区、直辖市范围内统一技术要求，由地方行政主管部门编制的标准，只能规范本区域内食品的生产与经营。对企业生产的产品，尚没有国际标准、行业标准及地方标准的，如某些新开发的产品，企业必须自行组织制订相应的标准，报主管部门审批、备案，作为企业组织生产的依据。

标准经制订、审批、发布、实施，随着生产发展、科学的进步，当原标准已不利于产品质量的进一步提高时，就要对原标准进行修订或重新制订。为促进生产发展应尽量采用国际标准和国外先进的标准。

## 第五节 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技能的基础上，重点掌握对各类食品在分析前的样品处理方法；掌握食品分析中常用的各种化学分析法、感官检验、物理检验方法、常用的仪器分析方法；掌握食品营养成分分析的标准方法、食品添加剂、矿物质元素、部分有害有毒物质等常见项目的常用分析方法；进一步熟练掌握分析操作技能。

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、融汇贯通。实验过程中要求耐心细致、实事求是，养

成良好的工作作风。

通过的本门课程的学习，培养学生的动手能力、独立思考能力、分析问题和解决问题的能力，培养学生初步具备开展科学研究工作的能力。

### 思考题（一）

1. 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. 食品分析包含了那些内容？
3. 什么是食品标准？它具有什么作用？其分类如何？国家食品卫生标准所规定的指标有什么实际意义？请举例说明。
4. 你是否掌握分析检验的一般常识及基本技能？如实验用水的要求；化学试剂等级的选择；溶液的配制及浓度表示方法；试剂与样品的量取方法等？你是否希望通过本门课程的学习，能熟练掌握分析检验的知识与技能？

## 第二章 样品的准备及结果的数据处理

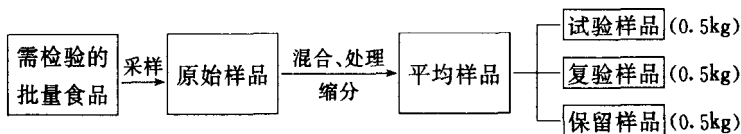
食品分析检验必须按以下程序进行。首先，是分析样品的准备过程，包括采样及样品处理过程；然后选择适当的分析方法进行定量测定及结果计算；最后进行数据处理。本章将讨论分析样品的准备及结果的数据处理。

### 第一节 分析样品的准备

#### 一、采样及采样的程序

样品的采集简称采样。从一批食品或食品原材料中抽取一定量的样品进行检测，最后得到一个分析结果，这个结果只表示了所取的试样中，某个组分的含量。在这一个意义上，这个测定结果是毫无价值的。我们希望这个结果不仅反映试样的情况，还要能真实反映某一批量食品的情况。这除了靠准确的测定之外，还要靠正确合理的采样，使所采试样，能够代表一整批食品的平均情况，这样，测定结果才能真正代表被检食品的平均含量，否则这个结果将毫无意义。

采样需按以下程序进行：



原始样品：从一批待检食品的各个部分按一定规程采集少量的小样，混合在一起组成能代表该批食品的原样品。

平均样品：将原始样品混合均匀按四分法平均地分出一部分作为全面检验用的平均样品。

试验样品：由平均样品中分出用于全部项目检验用的样品。

复检样品：对检验结果有怀疑有争议或分歧时可根据具体情况进行复验，故必须有复检样品。

保留样品：对某些样品需封存保留一段时间，以备再次验证。

四分法缩样按图 2-1 方法进行。

将采得的样品置于一大张干净的纸上，或一块干净平整的玻璃板上，用洁净玻璃棒充分搅拌均匀后堆成一圆锥形，将锥顶压平，使厚度约为 3cm 左右，然后等分成四份，弃去对角两份，将剩下两份按上法再行混合，分四份，重复上述操作至剩余量为所需的样品量为止。

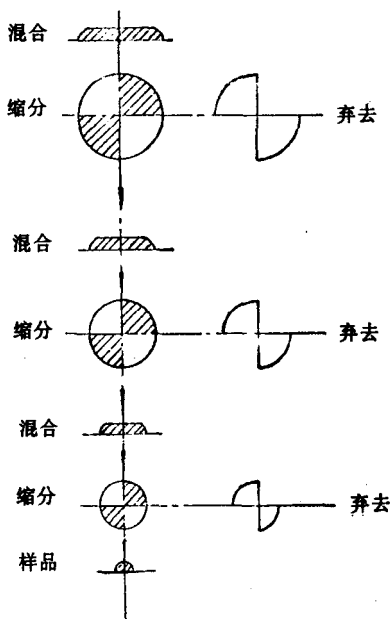


图 2-1 四分法取样图解

## 二、采样的方法

### (一) 小量食品的采样

#### 1. 原始样品的采样

对均匀液体或混合均匀的粉末状食品，如瓶装饮料或奶粉等小包装食品，只要随机从各部位抽检若干包即可。但在第一次检验发现有小时，应重复采取较多数量做证实检验。混有少量粉

末颗粒或液体的食品（如桶装牛奶），采样前应在至少大于全部食品容量 1 倍以上的密闭容器中旋转摇荡，或用两个容器互相倾倒，反复数次。乳状液、酱、粥类流动性食品，可在大容器内用棒或电动搅拌器搅拌一定时间。易氧化食品，搅拌时应避免与空气混合；挥发性液体食品可用虹吸法取样，粉末或颗粒状食品，可在洁净平面上堆成锥形，用铲将堆从上至下堆移到另一处，反复几次即可混匀。袋、桶、罐大型包装食品，可用包装采样器，从容器一边、一角，穿过中心至对边或对角，插入数次取样。

## 2. 平均样品和试样的采取

液状原始样混匀后即可按需要量取出平均样及试样。颗粒、粉状原始样用四分法或分样器混匀缩分，直到所需的质量。

### （二）大量 不均匀食品采样

可采用几何法采样，区分分层采样，按批次件数比例采样，流动定时采样，分档采样。

#### 1. 几何法

对大量物品（整仓、整船不均匀的散装或包装食品）如粮食、油料、鱼、肉等，可以使用各种特殊工具，在堆积食品的上、中、下层或中心及四角、梅花五点；或周边或等距离所分的更多层的各处先采出一批样品，然后从取出的样品中再采样。依次重复取样多次，得到一连串数量递减的样品，称为初级、二级、三级……样品。对桶、袋、箱装食品，可按总件数  $x$  的 10%~20% 或  $\sqrt{x}$  或 2‰ 等确定采样件数。然后去除包装，均匀取样、混合缩分为原始样。

#### 2. 流动定时采样

对食品生产或装卸过程，可在食品流经的运输线上，从食品流的横断面，定时、定量地采取小样。若食品在若干仓库、船、车厢等装卸时，应从各处流动定时采样，每处为一件原始样。

#### 3. 分档采样

如食品质量相差较大，不均匀或发生污染、霉变，则可根据

现场观察，由食品堆积形状大小和感官差异等，先进行分类分档，再从各档食品分别采集原始样。

#### 4. 分区分层采样

对大量的液体食品，可依容器大小及形状，分区分层采取小样汇总混合成原始样。

#### 5. 按批次件数比例采样

对大量的小包装食品、瓶装及罐装食品可连同包装按批次、件数以一定的比例采样。例如罐头食品，可按生产班次、日期，将产品分成若干批次，各批产品按一定的比例采样。

各种各类食品采样的数量、采样方法，均有具体规定，可参照有关标准。

### 三、采样的要求

(1) 采样必须注意样品的生产日期、批号、代表性和均匀性，采样数量应能反映食品的卫生质量及检验项目对试样量的要求，一式三份供检验、复验与备查用，每 1 份不少于 0.5kg。

(2) 盛放样品的容器不得含有待测物质及干扰物质，一切采样工具都应清洁、干燥无异味，在检验之前应防止一切有害物质或干扰物质带入样品。

(3) 要认真填写采样记录。写明采样单位、地址、日期、样品批号、采样条件、包装情况、采样数量、现场卫生状况、运输、贮藏条件、外观、检验项目及采样人等。

(4) 采样后应在 4 小时内迅速送检验室检验、尽量避免样品在检验前发生变化，使其保持原来的理化状态。检验前不应发生污染或变质、成分逸散、水分增减及酶的影响。

(5) 一般的样品在检验结束后应保留 1 个月以备需要时复查，保留期限从检验报告单签发日计算；易变质食品不予保留。保留样品应加封，存在适当的地方，避光、选择适宜的保存温度，尽可能保持其原状。

## 四、样品的制备

食品的种类繁多，许多食品各个部位的组成都有差异，故样品在化验之前，都需经过制备的过程。样品制备的目的在于得到一个十分均匀的试验样品，使混合的样品在取任何部分检验时都能代表全部样品的成分。食品的种类不同，其样品制备的方法也不同。

(1) 对液体或酱体食品，可用玻棒或电动搅拌器将样品充分搅拌均匀。如饮料、调味品。

(2) 对含水量较低的固态食品，可用研钵或磨粉机磨碎、磨均匀。如粮食。

(3) 对含水量较高的肉类、鱼类、禽类等食品，可取其可食部分，放入绞肉机中绞匀。

(4) 对含水量更大的果、蔬等食品，可取其可食部分，放入高速组织捣碎机中捣匀（有时加等量蒸馏水）。

(5) 罐头食品可取可食部分并取出各种调味料（如八角、辣椒等）后，再制备均匀。

(6) 对蛋类食品，去壳后可用打蛋器打匀。

有些食品经简单制备后还需进行均质处理；有些带核、带骨、带鳞等样品，需事先去除核、骨、鳞等非食用部分后再进行制备。

制备好的样品应尽快检验，否则应把制备好的样品放干燥处或冰箱中保存备用。

## 第二节 分析结果的数据处理

### 一、分析检验的结果

#### (一) 检验结果的单位表示

食品分析检验的结果将报告出被测物质的含量，根据被测试

样的状态及被测物质的含量范围，检验结果可用不同的单位表示。

对常量组分检验的结果可用以下单位表示：

- (1) 毫克百分含量： $\text{mg}/100\text{g}$  或  $\text{mg}/100\text{mL}$ ；
- (2) 百分含量（%）： $\text{g}/100\text{g}$  或  $\text{mg}/100\text{mL}$ ；
- (3) 千分含量： $\text{g}/\text{kg}$  或  $\text{g}/\text{L}$ 。

对微量组分检验的结果可用以下单位表示：

- (1) 百万分含量： $\text{mg}/\text{kg}$  或  $\text{mg}/\text{L}$ ；
- (2) 十亿分含量： $\mu\text{g}/\text{kg}$  或  $\mu\text{g}/\text{L}$ ；
- (3) 万亿分含量： $\text{ng}/\text{kg}$  或  $\text{ng}/\text{L}$ 。

## (二) 检验报告

食品分析检验的结果，最后必须以检验报告的形式表达出来，检验报告单必须列出各个项目的测定结果，并与相应的质量标准相对照比较，从而对产品做出合格或不合格的判断。报告单的填写需认真负责、实事求是、一丝不苟、准确无误，按照有关标准进行公正的仲裁。检验报告的形式见表 2-1、表 2-2、表 2-3。

表 2-1

检测报告单

1996 总 字第 96-141

( ) 检 字 第 号

样品名称	西番莲汁	商 标		
样品规格	241mL 罐装	检验目的	营养成分分析	
样品来源 及 封样单位	自送	生产厂名		
		生产日期		
检测所依据 的标准编号	取(收)样 日 期	96.04.20	完 成 日 期	96.04.29