

食品化学分析

上册

[美] M. B. 郝可白 著

轻工业出版社

食品化学分析

上册

[美] M. B. 郊可白 著
李 颖 川 译

轻工业出版社

1959年·北京

內 容 介 紹

食品化学分析, 可应用于以下几方面: 分析和鑑定食品的质量、纯度和营养价值; 研究食品在貯藏时發生分解变质的一些問題; 进行各种研究工作, 借以改进或控制天然食品和加工食品的质量, 以及提高食品加工技术等等。

本書是一本比較全面的介紹食品分析方法的書, 現分上下兩册出版, 上册除对食品的一般分析法, 物理化学分析法, 食品中的着色剂和化学防腐剂的使用、分析、檢驗和測定, 化学性食物中毒, 無机物的測定以及維生素等作了理論上的闡述外, 对其化驗分析的步驟和手續的講述尤为詳細具体。

本書可供食品工業的化驗分析人員、科学研究人員、工程技術人員和商品檢驗人員, 以及衛生部門的工作人員有关大專院校的師生參考。

Morris B. Jacobs, Ph D.

Chemical Analysis of Foods and Food Products

Second Edition, 1954

本書根据美国 D. Van Nostrand Company 1954年第2版譯出

食 品 化 学 分 析

上 册

[美] M. B. 郊 可 白 著

李 穎 川 譯

輕 工 業 出 版 社 出 版

(北京广安門內白廣路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 090 号

北京市印刷一厂印刷

新华書店發行

850×1168 公厘 1/32·40¹⁶/₃₂ 印張·1 擇頁·255,000 字

1959 年 1 月 第 1 版

1959 年 1 月 北京第 1 次印刷

印数: 1—2400 印。定价: (10) 4.76 元

統一書号: 15042·447

目 录

译 后	(7)
一些名词的定义及符号的解释	(8)
第一章 一般方法	(10)
第一节 緒論.....	(10)
第二节 試样的采取.....	(14)
第三节 貨品的淨量.....	(18)
第四节 試样的制备.....	(21)
第五节 比重的測定.....	(22)
第六节 水份的測定.....	(26)
第七节 灰份的測定.....	(35)
第八节 氮的測定.....	(36)
第九节 萃取及分离.....	(42)
第二章 物理化学分析法	(47)
第一节 折射法.....	(47)
第二节 比色法.....	(50)
第三节 光譜測定法.....	(60)
第四节 旋光測定法.....	(62)
第五节 色層分离法.....	(65)
第六节 离子交换.....	(67)
第七节 电測定法.....	(69)
第八节 食物的流变学.....	(79)
第九节 粘度.....	(79)
第十节 表面張力仪.....	(83)
第十一节 極譜法.....	(85)
第十二节 凝固点測定法.....	(92)
第三章 食品中的着色料	(96)
第一节 着色料的分类.....	(96)

第二节	純染料的百分率	(101)
第三节	水溶性食物色料	(101)
第四节	油溶性食物色料	(110)
第五节	水溶酸性染料的簡易檢驗法	(112)
第六节	水溶性染料的系統檢驗法	(113)
第七节	許可的煤落水溶性染料的分離	(116)
第八节	用点滴試驗法鑑定染料	(120)
第九节	普通混合色料	(120)
第十节	酸性淡黃或苯胍黃	(124)
第十一节	油溶性色料和天然色素的簡易檢驗法	(125)
第十二节	油溶黃 A B 和油溶黃 OB 的分離	(126)
第十三节	油溶染料的分離	(127)
第十四节	柑桔屬水果色料	(129)
第十五节	橄欖油中人造色素的檢驗法	(130)
第十六节	天然色素的分離	(131)
第十七节	胡蘿卜素	(132)
第十八节	蕃茄制品中的甜菜染料	(133)
第十九节	焦糖色 (醬色)	(134)
第二十节	FD&C, D&C 和 Fxt. D&C 三类色料混合物的分 組分离法	(135)
第二十一节	矿物色料	(141)
第四章	食品中的化学防腐剂	(143)
第一节	概論	(143)
第二节	硼酸和硼酸鹽	(146)
第三节	二氧化硫和亞硫酸鹽	(148)
第四节	氟化物	(151)
第五节	碘酸鹽	(152)
第六节	游离氯	(152)
第七节	氧化剂	(153)
第八节	过氧化物	(153)
第九节	有机防腐剂	(154)
第十节	甲醛	(154)

第十一节	甲酸	(156)
第十二节	乙醚萃取的防腐剂	(156)
第十三节	乳酸	(158)
第十四节	阿散普 (Aberastol)	(158)
第十五节	有机防腐剂和人造甜味料的分离	(159)
第十六节	面包制品中的揮發脂肪酸	(161)
第十七节	一氯乙酸	(162)
第十八节	硫脲	(163)
第十九节	桔中 α -氨基吡啶	(165)
第二十节	季銨化合物	(167)
第二十一节	人造甜味料	(172)
第五章	食品中的金屬	(173)
第一节	概論	(173)
第二节	食品灰的制备	(174)
第三节	重金屬	(175)
第四节	砷	(175)
第五节	銻	(182)
第六节	鉛	(187)
第七节	汞	(206)
第八节	鎘	(209)
第九节	鉍	(211)
第十节	鋅	(213)
第十一节	銅	(218)
第十二节	錫	(220)
第六章	化学性食物中毒	(222)
第一节	毒物的作用	(222)
第二节	急性和慢性中毒	(223)
第三节	食物中金屬和非金屬染污物的来源	(223)
第四节	毒物的檢驗和測定	(236)
第五节	食品中化学毒物的系統分析法	(231)
第六节	牛乳和水中毒物的檢驗	(238)
第七章	無机物的測定	(244)
第一节	氟化物的測定	(244)
第二节	碘的測定	(248)

第三节	磷的測定	(251)
第四节	硫酸鹽的測定	(255)
第五节	碘化物的測定	(256)
第六节	氯化物的測定	(257)
第七节	硝酸鹽与亞硝酸鹽的測定	(260)
第八节	肉类食物中硝酸鹽的測定	(261)
第九节	亞硝酸鹽的測定	(263)
第十节	氮的測定	(266)
第十一节	鈉的測定	(267)
第十二节	鉀的測定	(269)
第十三节	鉄的測定	(271)
第十四节	錳的測定	(275)
第十五节	鎳的測定	(277)
第十六节	鈷的測定	(279)
第十七节	鈣的測定	(279)
第十八节	鋁的測定	(281)
第八章	維生素	(283)
第一节	概論	(283)
第二节	維生素 A	(288)
第三节	維生素 B ₁	(296)
第四节	維生素 B ₂	(305)
第五节	菸酸和菸酰胺	(307)
第六节	維生素 B ₆ (羥甲氮因)	(308)
第七节	环己六醇	(312)
第八节	泛酸	(312)
第九节	氨基苯甲酸	(314)
第十节	維生素 H (促生素)	(315)
第十一节	叶酸	(315)
第十二节	維生素 B ₁₂	(316)
第十三节	維生素 C (抗坏血酸)	(317)
第十四节	維生素 D	(326)
第十五节	維生素 E (生育酚)	(330)
第十六节	維生素 K	(334)

譯 后

因原書篇幅較大，現分為上下兩冊出版，為使兩冊的篇幅上求得平衡並在性質上便于划分起見，將原書第十八章“無機物測定”和第十七章“維生素”移前作為第七和第八章。

譯者發現原著錯誤的地方均用括號註明修改。又原文意義有不够明了或欠妥之處，譯者亦加附註。

關於譯名方面，主要參照“化學化工術語”“化學物質命名原則”“生物化學名詞”“俄中英有機染料名詞”“綜合英漢大辭典”“儀器分析大綱”等等。上述幾本辭典不能解決的名詞，尤其關於染料名詞及生物化學名詞，即由譯者暫定，或請別位專家協助擬定，並在字前加有*號，字後均註原文以待修改。

限于譯者水平，謬誤之處，在所難免，甚盼讀者指正。

李 穎 川 一九五七年六月於浙江大學

一些名詞的定義及符號的解釋

1. 方法中所有“水”的意義是蒸餾水。
2. 所稱“酒精”和“醚”是指 95% 乙醇和乙醚。
3. 下列試劑，除書中另有特別規定外，其大概濃度如下述其純度按照一般標準。

硫酸	比重 1.84
鹽酸	比重 1.184
硝酸	比重 1.42
氫溴酸	比重 1.38
冰醋酸	比重 1.048(25°C)
磷酸	以重量計 85%
氫氧化鈉	比重 0.90

4. 其他各種試劑及試驗液酸，除書中另有說明者外，都按照一般標準。所用的鹽類都是指結晶制品，要用無水鹽時均特別加以說明。

5. 在試劑名稱後附註的(1:2)、(5:4)等符號，系表示作用試藥與水的體積比。例如，鹽酸(1:2)表示這種試劑是 1 體積鹽酸和 2 體積水配制而成的。若試藥是固體，則表示試藥與水的重量比。

6. 在配 7% 的溶液時，則表示把 X 克數的物質溶解於水，而充滿至 100 毫升。

7. 下列是所用的簡字表示的意義：

g.	克
ml.	毫升
°C.	攝氏溫度
°F.	華氏溫度
p. p. m.	百萬分數之几

N.	当量濃度(指溶液而言)
mm.	毫米
mg.	毫克
e. m. f.	电动势
r. p. m.	每分鐘轉數
lb	磅
sp. gr.	比重

8. 按原著者一般規定,在方法中試剂名詞之后立即將試剂的配法說明,而不是將試剂編号或按字母排列在方法之前。原著者認為在閱讀方法时遇到“于是加 5 毫升試剂 A……”这种情况是太不方便,因为这样分析者必須翻閱到方法的前面来看試剂 A 是什么。但对于較复杂的試剂仍預先說明其配制方法。

做一实验操作的正确方式是先閱讀全部方法至少兩遍,在讀第三遍时即將試剂配就。若分析者对那种測定还没有做过,則应先用已知样品試做;只有在从已知样品获得經驗之后方可分析未知样品。

第一章 一般方法

第一节 緒論

初学者就知道，化学是一种数理的科学，沒有严密清楚的界線可以划分化学的几个大的分枝部門：無机化学、物理化学、分析化学或有机化学。所以化学上的基本定律在各个分枝中都需要不断地學習。無机化学和物理化学的教科書上都詳細叙述了原子的構造。元素的鑑別試驗是分析化学的主要任务，同样也是無机化学中的重要部分。有机金屬化合物在有些有机化学教科書中和較高深的無机化学書中都作了詳細的論述。同样，在食物和食物制品的化学分析与其他物質的化学分析之間沒有严格的區別。因为这兩方面的目的都是要認識組成物質的元素或其包含的化合物，从而确定它的百分組成。当然，欲求分析結果的迅速而准确，就需完备食品范围以內的分析方法。

食品的化学分析使我們可以知道一些物質的組成，並借营养学和生物化学知識的帮助而知道哪些是應該吃的，哪些是應該避免吃的。如以这一点作为推論的基础，則食品分析在太古时代就已經开始了。因为我們可以說，用器官分析一就是用人、嗅觉、味觉、視覺和触觉一可以知道某些物質不适于食物用，因为这些物質或者可使人生病，或者是沒有食用的价值。后来，基督教徒、希伯来人、回教徒及其他教徒的飲食規条，整理了他們祖先的嚐試分析的結果。近代，对于一个人在相当長的时期內吃了多量的食物，而沒有显著地增加体重，將被作为研究的对象。

据記載，最早对食物作定量分析的是1795年英国的皮尔松。在这些分析中，皮尔松測定腎形馬鈴薯 (kidney-potatoes) 中的水份、淀粉、纖維質、萃出物和灰份等的比例。他承認有脂肪、

酸类和糖的存在。欧洲最早的分析结果，可与近代相比的是1836年培理各脱 (Peligat) 对于牛乳的分析，1836~1838年波辛哥尔脱 (Boussingault) 对于饲料的分析，1839年波辛哥尔脱和雷贝而 (Le Bel) 对于牛乳的分析。美国最早的分析是歇福尔特 (Shephard) 在1845年对于米的灰份的分析，以及萨里斯貝銳 (Salisbury) 在1848年对于玉蜀黍的分析。

在这些早期的研究以后，人们就致力于研究各种食物中碳和氮的比例问题。那时利比喜及其学生柏来泛、包克满等，约在1840至1865年之间，首先用多少近乎现代的方法，对食物和饲料作了系统的研究。在亨耐保及其同事们苦心作出食物的实用分析法以后，就得到很大的进步。实用分析与元素分析的区别在于前者不需要测定各个元素或化合物，而是测定某种形态的组份，如挥发物、水份、脂肪、碳水化合物、灰份、含氮物质等。实用分析比较容易，且一般可得更多有用的学識。

根据这些早期的分析和营养的研究，那时人们产生一种信念——适当的食物必须含有适当量的蛋白质、脂肪、碳水化合物、水份和灰份。这些物质的百分数说明营养成分所必需的，所以要用分析法来测定这些物质。因而这些组份的分析方法就成为食品分析文献中的重要部分。

在近代，人们认识到食物的问题不仅仅依靠一定部分的蛋白质、脂肪和碳水化合物三种主要物质的适当利用以后，就对维持生命和健康的其他物质，作了有效的研究。现在我们知道维生素、维生食物 (Vitagens)，某些极少量的金属、碘及其他物质和元素，是必需的。与这种知识成长的同时产生了测定和估计这些物质的微量方法和手续，因而使食品分析的科学，充满了有机、无机、定性和定量的方法。

食品分析大体上是分析化学的一个分枝，它既需定性分析又需定量分析。它不仅要解答食品中可能存在的组份是什么？且需解答有多少？正如奥塞 (Oser) 所指出，食品化学分析方法

应用于下列几方面：(1)發展和實施关于食品的鑑定、純度或价值的标准；(2)解决食品在正常或反常的貯藏情况下的分解問題；(3)研究关于設法改进或控制天然和加工食品的品质；(4)为科学研究食物的营养价值、定量或食物的标签等目的而进行測定。

食品分析要求的准确度是随几种因素决定的，这些因素在其他分析中通常是不考虑的。例如关于营养学和生物学的研究工作，需要較控制工作更正确的分析結果，因为后者的主要目的仅是測定食品是否适合于規定的范围以內。另一因素是許多食品分析工作的法律規定，也需要十分注意。

但是，在測量这些分析的量时，初学者，甚至熟練的分析者，常有一种太想正确的傾向。要知道每一种測量，总不可避免地帶來一些誤差。若工作远超过了誤差的限度，即包含一部分無用的劳动，对正确度没有什么好处。一个誤差，在科学上的意义是解釋为真实的偏差。測定的正确度系依靠它所根据的数据的正确度。不过誤差与錯誤或失錯不同。所以如果一滴定管的正确讀数为17.68毫升，而被讀成和記錄成17.66毫升，則相差的0.02毫升可視為讀数的誤差。但若滴定管的讀数被記为16.66毫升，那就是錯誤了。

最后結果的正确度，是定量地被正确測量所能达到最小限度的正确度所控制。譬如我們做一分析，其中用到一种仪器只能讀到千分之一，則不必耗費時間和力气去称量被分析的原物質正确到大于千分之一。

假定我們在奶油中測定水份，我們用的分析天秤正确到0.1毫克，所得的結果如下：

皿重	15.6028克
奶油重	3.0006
合併重量	18.6034
加熱后重量	18.1553

水份.....0.4481

水份百分数.....14.94%

假使我們不称到0.1毫克,而称到最接近于毫克,則:

皿重.....15.603克

奶油重.....3.001

合併重量.....18.604

加热后重量.....18.155

水份.....0.449

水份百分数.....14.9%

由此可見,称量到最近于毫克数也能得到需要的正确度,因为奶油中所含水份是14.94%还是14.9%在食品的分析化学上是無关重要的。的确,从实验証明,奶油采样的誤差比这大得多。

当然,若我們需要分析的正确度到千分之一,則我們对于小于1克的样品至少要称到0.1毫克,才能达到这样精密程度。相反地,若我們称量的物質会很快損失或吸收水份,則精密称量时所多耗的时间,由于水份的得失而發生的誤差,將大部分抵消其正确度。

若計算时不用算术的方法而用10吋長的計算尺,則正确度將降低百分之一或八百分之一,因为我們不可能讀計算尺比这个数字还精密一些。常常正确度只到1%或10%,甚至誤差可达100%。例如一种食物原料中含有鉛0.1 p. p. m. (百万分)或是0.5 p. p. m. 通常認為是沒有重大差別的;但若0.05 p. p. m. 是正确的結果,則0.1 p. p. m. 將是100%的誤差。

我們應該要做到愈正确愈好,但不是要做到不切实际。这一点是必要的且必須強調的,那就是:食品分析的正确度是与实际密切联系的。

本書中对于任何特殊的測定,常詳述几种方法,其目的是便于分析者对方法有所選擇。且原著者認為,从各种方法核對結果,比用一种方法核對結果更易証明測定的正确性。

第二节 試样的採取

食品分析家認為最重要的一件事，就是被分析食物或食品的适当采样方法，虽然这不是他直接管轄的职权。

由于采样不适当而使分析結果錯誤的机会可能与由于制备試样、操作方法、計算結果等合併起来造成錯誤的机会相等。若不得到适当的試样，將使以后的分析毫無价值。

采样注意事項——要采取一个确实能代表一批全部物品的試样，是非常不容易的。但一般規則是將貨品充分混和，然后在混和物中采取一份試样，或在大量貨物中按照一定規律来采取許多个小样，而后將这些小样混合起来再在其中取一份試样，其方法如下：

为了使所采的样品与它所代表的貨品相符合，必須記錄許多数据，如原貨品的总量、采样的数量、貨品的批号、日期、所有者、采样的地点，等等。貨物上如有原标签，則应取其一張或照抄一份。

采样前后必須注意观察貨物的自然环境，如热和光常能影响样品的本質，有时气候冷也有影响。采样时必须防止：(1)細菌的侵蝕而致分解；(2)酵素的作用而致损坏，或受光和热致腐臭；(3)受其他物質的染污。故必須將样品貯藏在适当的容器中，使不受以上各种干扰。

將某些样品置于冷处如电气冰箱中，常能防止細菌的增長和物品的分解。但除冰淇淋等外，一般是不宜放在固体二氧化碳中，因这种干冰能使物品冻结而损伤其組織。

市場上零售的小包裝食品的取样很容易，只要取出几个整包作为样品即可。因为这些大都是制成品，各包品質相仿，任取几包足以代表这一批貨品。

較大的包裝采样就較困难，若貨品为液体或粉末，則应先將其充分攪和或反复几次地从一个容器倒入另一容器，然后抽

取适当部分作为試样。若貨品为半固体,如奶油或人造奶油,則最好用适当的采样器分層采取試样混合;若为冻结的貨品如冻蛋,則用鑽头分層鑽取試样。

大批貨物如整船或整車的谷类、水果或硬壳果等,則很难采取适宜的試样。因为不可能把全部貨物充分混合,只有在貨物起卸时,就車船的上下前后左右各部,分別采取若干份試样,把它們充分混合后,再采取其适当部分作为这一車或船的試样。若有几車几船貨品,則再以各車船的試样混合后采取总的試样。若貨品是箱裝或袋裝的,則取出具有代表性的几箱或几袋貨品,再就其中取出部分混合后采取試样。若大量貨物品質相差較大不易取得一个代表性的試样,則可分采几个試样,分別檢驗。

样品容器——裝置样品的容器極关重要,若样品的目的是为檢查染污物,則显然裝置它的容器需要进行关于物理和細菌方面的清潔,而这种容器需事先特別准备(杀菌消毒)。若为檢驗水份的試样,需用干而有螺旋帽的玻璃瓶。若在采样后很短的时间內就进行分析,則有时可用塗腊的厚紙包裝。若欲測定脂肪,則宜用玻璃瓶。对于罐頭食品,則用其原容器瓶不必打开,而取其同一批号的作为双份。对于要檢驗的全固体的冰淇淋,采样必須取其原容器,並保持其質量不变,故宜用固体二氧化碳来保藏。

各种食品的試样若不是在其原裝密封的容器中,很容易失去水份或变質,最好由采样者自己設法密封在适当的容器中,以免样品到达分析者手中已經染污或变質。

采样工具——有各种器具适合于各种采样之用。主要有下列几种:(1)油类采样器;(2)粉末采样器;(3)半固体采样器;(4)固体采样鑽;(5)谷类采样器。現分述如下:

油类采样器为一直立的金屬長管,約2~3呎長,底部有一帶孔的活塞,用以采取液体物質。將管子插入欲采样的液体中至所需的深度,則液体上升至与管外水平相等,于是將底部的活

塞塞紧(該活塞可在管的上端控制)取出管子,放出样品于采样瓶內。圖 1 是另一采样管的形式,适用于鼓形油桶中采样。这



圖 1 油类采样管

是一根銅管子,約 3 呎長,直徑 $1\frac{1}{4}$ 吋。兩端各有錐形頭,尖頭口子的直徑約 $\frac{3}{8}$ 吋,下端有三只脚,以便管子直立在油桶底上時使管口离桶底 $\frac{1}{8}$ 吋。上端的西側有兩個環,以便用兩手的手指拉住管子放下油桶,取出時用大姆指按住上端口子,則油不致流下,而隨管子取出。

粉末采样器为一銅管,約 2~3 呎長,直徑 $\frac{1}{2}$ ~1 吋,一端为尖頭,另一端为一柄。管上有一条開口槽,几乎从尖端直通到柄。采样時,將管橫插入容器內(如布袋等),插時先將槽口向下方,插入后再轉向上方,則样品由槽口流入管中,抽出試样。此器适用于采取奶粉或谷类等試样。圖 2 为另一形式,适用于在容器內采取各平面的代表試驗,这是内外套筒的兩根銅管子,每隔一定的距离,兩管上有互相符合的眼子,將內管轉移可以开閉这些眼子,外管有尖端以便插入样品至管子的全長。插時將孔关闭,然后旋轉內管开孔放入样品。



圖 2 粉末采样管

半固体采样器实际是一很長的半圓鑿,長約 2~3 呎,直徑



圖 3 半固体采样器

$\frac{3}{4}$ ~1 吋,如圖 3 所示。头上及兩边都很銳利,以便在插入样品后(例如奶油或人造奶

油),將器旋轉,則把样品切成圓柱形的一長条,可以取出裝入采样瓶中。另有一种螺絲鑽式的采样器,用 $\frac{3}{8}$ 吋厚的鋼条弯曲