

中等专业学校教材

粮 油 分 析

粮食部南京粮食学校主编

中国财政经济出版社

中等专业学校教材

粮 油 分 析

粮食部南京粮食学校主编

中国财政经济出版社

1962年·北京

中等专业学校教材
粮 油 分 析

粮食部南京粮食学校王編

*

中国财政经济出版社出版

(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第111号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店經售

*

850×1168毫米 $1\frac{1}{32}$ •11 $\frac{22}{32}$ 印张•304千字

• 1962年4月第1版

1962年4月北京第1次印刷

印数: 1~2,200 定价: (9)1.36元

統一书号 K4166•029

前 言

本書是根据大办农业大办粮食和国民經济調整、巩固、充实、提高的方針，以南京粮食学校“粮油化学分析”和“谷物学”講义为基础，密切結合生产需要，刪去了重复、繁瑣和理論脱离实际的部分；充实了生产部門迫切需要的各种快速和簡易的測定方法等。全書共分八章，主要內容包括分析化学基本理論和粮油理化分析方法。系統地闡述了粮油的重量分析、容量分析、仪器分析、工艺品質分析、粮油技术标准的制訂和檢驗。可以作为粮食中等专业学校粮油貯藏专业、加工专业的教科書。出版前，經我們最后审查定稿。

参加本書編写的单位有南京粮食学校、辽宁省粮食技术学校、河北粮食学校和北京市財貿学校、上海市商业学校。

在編写过程中，粮食部儲运司、粮食科学研究設計院等单位提供了宝貴資料，并参与了审查工作；但由于編写人員水平限制，時間比較短促，难免存在一些缺点，希望讀者給予批評指正，以便再版时补充修改。

粮食部教材編审委员会

1961年10月

目 录

第一章 緒論.....	(7)
第一节 粮油分析的意义和发展.....	(7)
第二节 粮油分析方法的分类.....	(9)
第三节 分析结果的准确性.....	(11)
第四节 粮油分析样品.....	(17)
第二章 分析天平	(32)
第一节 分析天平的构造.....	(32)
第二节 天平的安装.....	(37)
第三节 天平的使用.....	(38)
第四节 天平的维护和检修.....	(43)
第三章 粮油重量分析	(47)
第一节 原理和方法.....	(47)
第二节 基本操作.....	(48)
第三节 粮食和油料水分的测定.....	(68)
第四节 油脂水分和挥发物的测定.....	(78)
第五节 粗脂肪的测定.....	(81)
第六节 灰分的测定.....	(87)
第七节 粉状粮食含砂量的测定.....	(90)
第八节 粗纤维素的测定.....	(91)
第四章 粮油容量分析	(95)
第一节 容量分析的原理和计算.....	(95)
I 中和法.....	(106)
第二节 中和法理论.....	(106)
第三节 粮食酸度的测定.....	(113)
第四节 粮食脂肪酸的测定.....	(113)
第五节 油脂酸值的测定.....	(137)
第六节 油脂皂化值的测定.....	(139)
第七节 蛋白質的测定.....	(141)

II 氧化——还原法	(152)
第八节 氧化——还原法理論	(152)
第九节 糖的測定	(162)
第十节 淀粉的測定	(180)
第十一节 淀粉酶活动度的測定	(184)
第十二节 过氧化氢酶活动度的測定	(187)
第十三节 去氢酶活动度的測定	(189)
第十四节 鈣的測定	(191)
第十五节 油脂碘值的測定	(193)
第十六节 油脂酸价的測定	(199)
第五章 粮油仪器分析	(203)
第一节 概述	(203)
I 比色分析	(204)
第二节 比色分析理論	(204)
第三节 粮食中毒气残留量的測定	(219)
第四节 油脂色度的測定	(227)
第五节 磷的測定	(230)
第六节 鉄的測定	(232)
第七节 还原糖的測定	(233)
II 荧光分析	(236)
第八节 螢光分析理論	(236)
第九节 維生素的測定	(241)
III 折射分析	(247)
第十节 折射分析理論	(247)
第十一节 油脂折光指数的測定	(252)
第十二节 折射計測定含油量	(254)
第六章 粮油工艺品質分析	(257)
第一节 粮油工艺品質分析的意义	(257)
第二节 粒状粮食和油料的工艺品質	(257)
第三节 粉状粮食的工艺品質	(281)
第四节 油脂工艺品質	(292)

第五节 油脂定性試驗.....	(304)
第六节 雜草种籽.....	(314)
第七章 糧油感官鉴定	(329)
第一节 概述.....	(329)
第二节 色、气、味和牙碇的鉴定.....	(330)
第三节 水分和硬度的鉴定.....	(333)
第四节 純度、雜質及其它項目的鉴定.....	(334)
第八章 糧油技术标准	(336)
第一节 标准化的重要意义.....	(336)
第二节 糧油技术标准的制訂.....	(338)
第三节 原糧技术标准.....	(343)
第四节 米类技术标准.....	(348)
第五节 粉状糧食技术标准.....	(352)
第六节 薯类糧食技术标准.....	(354)
第七节 油料技术标准.....	(356)
第八节 油脂技术标准.....	(360)
附录	(363)
I. 酸和硷溶液的比重	(363)
II. 容量分析中的当量	(370)
III. 緩冲溶液的配制	(372)
IV. 百分浓度溶液混合图解	(373)

第一章 緒 論

第一节 粮油分析的意义和发展

一、粮油分析的意义

粮油分析是研究和評定粮油品質的一門学科。它的主要目的是給粮油儲藏、加工、購銷等方面提供粮油品質的科学驗証和依据，促使粮油純度和产品率的提高，控制、杜絕病虫害和草籽以及有害雜質的为害，减少損耗，保質保量，合理利用，从而正确地貫徹党的依質論价的价格政策，更好地維護人民的身体健康，加快社会主义經濟建設速度和滿足人民生活日益提高的需要。它的任务是調查研究粮油品質，分析粮油的化学成分和工艺品質，研究改进粮油分析方法和制訂粮油技术标准等。

本書所講的粮油包括粮食、油料和油脂三部分。粮食是指原粮和薯类及其加工成品，油料是指制油用的油料作物种子，油脂是指植物油脂。粮食和油料主要是由蛋白質、淀粉、糖类、脂肪、纖維素、灰分、維生素和水分等化学成分所組成。由于化学成分的種類和含量对粮油的物理性質和生物性質等起決定作用，所以在研究和評定粮油品質上，既可以化学成分为根据，又可以各种性質为根据，有时还可根据各方面的綜合情况来决定。可見，粮油品質的含义是多方面的，既包括化学性質，又包括物理性質和其它各种性質。

各种粮油的品質不仅不相同，而且在儲藏过程中仍然維持生命活动，其品質随之逐漸变化，尤其經過加工后，成品的品質比原料的变化更大。因此，必須应用各种方法，进行粮油分析以掌握粮油品質情况，作为決定粮油用途、儲藏工艺、加工工艺以及

貫徹依質論價的科學依據。同時農村人民公社生產的糧食和油料，不論出售、分配或種子檢驗等，也都必須應用物理分析法、感官鑑定法等來解決糧油品質問題。這樣，不僅能提高糧食和油料的純度，保證國家糧油入庫質量，而且也能促進社員生產勞動的積極性和農業生產的發展。

糧油分析的工作範圍較廣。分析工作者的責任是重大的，任務是光榮的。因此，在學習糧油分析過程中，必須認真地掌握糧油分析的理論知識和實際操作技術，把實踐和理論密切結合起來。同時要牢固地記住，糧油分析必須為生產服務，所得的分析結果必須準確。作分析工作要抱着嚴肅、認真、細心和實事求是的科學態度，分析結果必須是實際測得的數值，不得有絲毫的臆造。如果用不準確的分析結果解決生產問題，那就會影響社會主義建設的質量和速度，並將招致經濟上和政治上的損失。

作糧油分析工作和作其他工作一樣，也必須走群眾路綫，堅決反對脫離實際。在工作上要因地制宜地選擇適合要求的分析方法，正確地應用理論知識和操作技術，更好地為祖國社會主義建設服務。

二、我國糧油分析的發展概況

糧油分析和其他科學一樣，也是廣大群眾生產活動實踐經驗的產物。我國古代勞動人民很早就知道應用感官鑑定法評定糧油品質。在“齊民要術”中記載得很多。如對黍稷（糜子）收穫時的品質要求是“稷青喉，黍折頭”（意思是在稷穗基部發青，黍穗下垂時即可收割）。對稻穀加工時的品質要求是“積日燥爆一夜，置霜露中即舂。”“不經霜不燥爆則米碎矣”。對飧飯中“折粟米”品質的要求是“粒似青玉，滑而且美”等等，都是說明我國古代人民對於糧食所提出的品質標準。

解放前，在半封建半殖民地的舊中國，由於帝國主義和國內反動派長期對科學的重重束縛和摧殘，工農業生產落後，所以糧

油分析也得不到发展。既有的粮油分析知識零乱无章，而当时的檢驗工作也只是为帝国主义和資本家的利益服务的。

自从建国以后，在党和政府的领导与重視下，粮油分析随着工农业生产的迅速发展，而逐步成为一門学科。

建国初期，各級粮食部門設立了粮油保管和檢驗机构，同时在全国各地培养了成千上万的粮油分析人員。由于分析人員人数的迅速增加，和分析技术水平的不断提高，不到三年時間全国絕大部分粮庫都建立了實驗室。1957年中华人民共和国粮食部設立了粮食科学研究設計院，使粮油分析工作向前推进了一步。

从1958年大跃进以来，在党的总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的光輝照耀下，随着农业生产的发展，对粮油分析提出了新的要求。为了适应新形势的发展和需要，各省市和自治区先后成立了粮食科学研究所。部分地区粮食部門开展了出口粮油原始檢驗。国家为人民公社培养了大批的檢驗人員，有些生产大队建立了簡易實驗室。粮油分析应用仪器的种类和数量不断增加，分析方法不断改进和完善。粮油分析在生产和科学研究部門中的作用越来越大，工作范围越来越广泛。現在不仅要为儲藏、加工、購銷等服务，而且在指导粮油綜合利用方面，也起着积极的作用。

我国的粮油分析工作，在提高粮油純度和产品率，维护人民身体健康，正确貫徹粮油价格政策，促进农业增产等方面，都取得了一定的成績。我們确信在党的正确领导下，随着我国社会主义經濟建設和工农业生产发展的要求，粮油分析和其他科学一样，一定能获得更快的发展。

第二节 粮油分析方法的分类

粮油分析方法的分类，就是将各式各样的分析方法系統地归纳成类，以便学习和应用。分类方法有以下两种方式。

一、按照分析所用試样重量来分类（如表1—1）可以分为：

表 1-1

按照試樣重量分類表

类 别	试样重量 (mg)
常量法	在100以上
半微量法	10~100
微量法	0.01~10
超微量法	少于0.01

二、按照分析方法（包括所根据的原理和具体操作方法）的不同可以分为：

(一) 化学分析法

- 重量分析法
- 容量分析法
 - 中和法
 - 氧化—还原法

(二) 仪器分析法 (或称 { 电化学分析法
物理化学分析法 } 光学分析法

(三) 物理分析法

(四) 感官鉴定法

在第二类分类方法中，第（一）、（二）两种适用于化学成分的分析，第（三）种适用于物理性质的测定，第（四）种适用于色、气、味和部分的物理性质的鉴定。

知道分析方法的分类，在分析工作上就会选用适合要求的分析方法。例如有的分析项目可以采用好几种分析方法，如果按照分类加以比较，从中就能选出设备简单，操作迅速，结果准确的

符合要求的分析方法。

第三节 分析結果的准确性

一、誤差及其来源

誤差是測得結果与真实数值的差別，是判断分析結果准确度用的。分析結果应当达到准确，但是无论怎样細致和謹慎地进行分析，总会带来一些誤差。因为分析結果是經過一系列的操作过程得到的，所以不可避免地要有些誤差。

誤差来源可分为两方面：一方面是經常出現的誤差，叫作系統誤差或称可測誤差；另一方面是由于偶然或不慎所引起的誤差，叫作偶然誤差或称未定誤差。分析工作必須謹慎細致，这样可使誤差减少到最低限度，能够得到准确度相当高的分析結果。一般对同一項目的分析都是做几次重复或做双試驗，然后取其平均值作为分析結果，其目的就是为了减少誤差，提高分析結果的准确度。

(一) 系統誤差 主要来源是由于：

1. 仪器誤差 一切量度仪器很难作到绝对准确，必然带有或大或小的誤差，如天平和一切量器等都有一定的誤差。

2. 方法誤差 属于分析方法本身所产生的誤差，如被測物在沉淀后有少量的溶解，吸附或吸留少量杂质以及不可避免的操作誤差，如沉淀的損失等。

3. 主观誤差 如观察溶液顏色深度或量度时由于目測所引起的誤差。

4. 試剂誤差 例如試剂中可能含有的杂质。

系統誤差可以通过仪器的校准、校正值的应用（例如溶解度和温度影响的校正）、空白試驗、对照試驗、工作細心、正确操作等办法使之减小。

(二) 偶然誤差 主要来源是由于温湿度或压力的改变，工

作偶然疏忽致使試剂或試样沾污或丢失等所发生的誤差。偶然誤差能使几次的重复分析結果不相符合。但是必須知道，在分析上有严重錯誤时不能算作偶然誤差，这种結果應該不要。实际上只要在分析工作中，小心細致从事，对于所用仪器能够保持干净，不沾污，不丢失試剂和試样，就能够使偶然誤差减少到最小限度。

二、准确度和精密度

(一) 准确度 准确度是測得数值和真实数值之間的相似程度。两数值之間的差异可用絕對誤差和相对誤差来表示。

絕對誤差是測得結果和真实結果的差数，用百分比表示。

例如，測得水分含量是15.20%，真实含量为15.40%，絕對誤差为：

$$15.20\% - 15.40\% = (-) 0.20\%$$

相对誤差是絕對誤差占真实結果的比值，用千分比表示。

例如上述水分含量的相对誤差为：

$$\frac{(-) 0.20\%}{15.40\%} \times 1000 = -12.98\%$$

用絕對誤差来衡量誤差的大小，有时没有什么意义。例如同样大小0.10%的絕對誤差，对于70%的总数來說不大，若是对于2.0%的总数來說便显的太大。由此可知，衡量結果的准确度应以相对誤差为标准。在实际应用上由于真实結果很难得到，所以絕對誤差和相对誤差也不易直接求得。因此，通常不用誤差而用偏差，也就是不用准确度而用精密度来确定分析結果的准确性。

(二) 精密度 精密度就是在相同条件下重复試驗中的个别測得結果和所有測得結果平均值之間的偏差程度。偏差越小，精密度越高。必須知道，在几次重复試驗中，如果都有同样大小的誤差时虽然也能得到很高的精密度，但是却不能得到很高的准确

度。反之要获得很高的准确度，則必須有很高的精密度。因此，分析工作必須謹慎細致，應尽力避免发生錯誤。

分析結果各数值的平均偏差或平均值的平均偏差就是确定分析結果精密度时所采用的数值。例如一种試样經過四次分析，其各数值、平均值以及各数值与平均值的偏差（不分正負）如表 1—2。

表 1—2 分析結果数值表

分析四次的各数值%		各数值与平均值的偏差%	
31.62		0.003 = d_1	
31.47		0.153 = d_2	
31.64		0.017 = d_3	
31.76		0.137 = d_4	
4	126.49	4	0.310
31.623 = 平均值		0.078 = 平均偏差	

从上表可以看出，平均值等于各数值的总和除以分析結果的次数（ n ）。平均值的有效数字可以允許比各数值多一位。如表內各数值的有效数字是四个，而平均值 31.623，有五位有效数字。每个数值与平均值的差数就是各数值与平均值的偏差%（ d ）。偏差的平均值叫作平均偏差（ $a \cdot d$ ）。

$$a \cdot d = \frac{d_1 + d_2 \cdots d_n}{n}$$

表內的 0.078 就是偏差的平均值——平均偏差（ $a \cdot d$ ）。平均偏差是判断各数值的精密度时使用的。通常对于 d 应当保留的数值以不超过 $a \cdot d$ 的 4 倍或 2.5 倍为度，如超过时則不能采用。假設采用 $a \cdot d$ 的 2.5 倍来确定表內 d 值是否可以保留时，則用

$2.5 a \cdot d = 2.5 \times 0.078 = 0.1950$ 来判断。表內 d_1, d_2, d_3, d_4 均未超过 0.1950, 所以都应当保留。

平均偏差只能判断各数值的精密度, 而不能判断平均值的精密度。平均值是确定分析结果的数值, 所以平均值的精密度更为重要。平均值精密度的确定方法是用平均值的平均偏差(A·D), 它等于各数值的平均偏差除以测定次数的平方根:

$$A \cdot D = \frac{a \cdot d}{\sqrt{n}}$$

表內平均值(31.623)的平均偏差等于0.039。从0.039可以知道平均值的真实数值应该在 $31.623 - 0.039$ 和 $31.623 + 0.039$ 之间的限度內, 也就是說分析結果應該是 $31.623\% \pm 0.039\%$ 。

在粮油分析上除个别情况需要采用几次重复分析外, 一般均采用双試驗, 所以可应用下列簡式来确定分析结果的精密度。如果将双試驗两次数值的差数以 r , 平均值以 b 来表示时, 精密度等于:

$$\text{精密度}\% = \frac{r}{b} \times 100$$

一般对于精密度的要求为千分之二。例如双試驗, 其中一个結果是35.45%, 另一个結果是35.49%, 两数值的差数(r)是0.04%, 平均值(b)是35.47%, 其精密度为0.11%, 不超过千分之二, 于是就采用35.47%作为分析結果。

三、有效数字的确定方法

分析結果的准确度应该适应于該分析方法的准确度, 分析結果的数据不仅要表现出組分的含量, 而且也要表现出在分析中决定这一数据时的准确度。但是必須知道, 对于一切实验記錄数据和中間計算, 沒有必要作到比符合于分析方法准确度更高的准确

度。为了使记录数据和结果计算适应于该分析方法和使用仪器的准确度，一般采用有效数字来表明数值的精确程度。

有效数字是表示测得数值的数字。在记录数据和计算结果时究竟应当保留几个有效数字，须根据分析方法和使用仪器的准确度来决定。通常在应当保留的有效数字中，只有最后一位数字是可疑的。例如用感量十分之一克的粗天平称量物体重量为12.3克时，不能改写为12.30克，因为该称量的误差是 ± 0.1 克，并不能达到 ± 0.01 克，数据中最后一位数字“3”是可疑的，所以物体的真实重量是在12.2~12.4克之间，这个数据的有效数字是三个。

在数字中的“0”字有两种用法，一种作为有效数字，一种仅用以定小数点位置。

当0指出一个比其它数值更接近于0的量时，它是有效数字。例如称得坩埚重10.205克，包括0在内都是有效数字。又如坩埚的重量为10.220克，意思是指称得的重量比10.221或10.219更接近于10.220，所以这个数值中的两个0也都是有效数字。因此，数值中的0，在其他数字之间和在小数末尾时都是有效数字。

当用0定小数点位置时，则不是有效数字。例如由分析求得定量滤纸的灰分重量为0.00003克，这里的0不是有效数字，它仅指出数字3是在小数点右边的第五位，任何其他数字也可以满足这个目的。

对于整数末尾的0须根据测量的准确度来决定是否有效数字。例如数值356.000，当测量只精确到三位数字时，三个0都不是有效数字，为了防止混淆，将此数值应写作 3.56×10^5 。如果测量精确到四位数字时，则将它写成 3.560×10^5 表示其中一个0是有效数字。

在计算过程中，对于有效数字的取舍应当严格遵守下列规则：

(一) 在要弃去过多或不正确的数字时，須按四舍五入来舍取。

(二) 各数值相加或相减时，小数点后面应当保留的数字位数，应以其中小数位数最少的为标准。例如 0.0221，1.007，11.21 三数相加时，其中 11.21 小数位数最少，在相加时应改成 $0.02 + 1.01 + 11.21 = 12.24$ 。

(三) 各数值相乘或相除时，其积或商应保留的有效数字，则以因数中有效数字位数最少的为标准，即保留的有效数字的准确度，不能高于所有因数中准确度最差者。例如 0.0121，25.64，1.05782 三数相乘时，其中 0.0121 有效数字位数最少，而百分偏差最大，所以其积应为 $0.0121 \times 25.6 \times 1.06 = 0.328$ 。

总之，有效数字的取舍取决于分析方法和所用仪器的准确度，而仪器的准确度又取决于分析对象和实际需要。因此对于分析结果的有效数字究竟应当保留几个，不能籠统规定。

对于粮油分析结果应当保留的有效数字位数，按千分之二的精密度来说，一般可以采用四位有效数字，必要时也可以采用五位有效数字。

在分析结果的计算上，为了计算精确和方便，可以应用对数表来计算。

例如用对数表来计算 $\frac{28 \times 0.0049}{98}$ ：

$$\log 28 = 1.4472$$

$$\log 0.0049 = \overline{3}.6902$$

$$\text{和} = \overline{1}.1374$$

$$\log 98 = 1.9912$$

$$\overline{1}.1374 - 1.9912 = \overline{3}.1462$$

$$\text{Antilog } \overline{3}.1462 = 0.0014$$