

实用蔬菜水果分析方法



孙永芳 编著

四川科学技术出版社

实用蔬菜水果分析方法

成都市第一农业科学研究所

孙永芳 编著

四川科学技术出版社

1990年·成都

责任编辑：杨 旭

封面设计：朱德祥

技术设计：杨璐璐

责任校对：郭俊铨

实用蔬菜水果分析方法

孙永芳 编著

四川科学技术出版社出版发行

(成都盐道街三号)

四川省新华书店经销

雅安地区印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.5 字数 114千

1991年3月第一版 1991年3月第一次印刷 印数 1—3000册

ISBN 7-5364-1735-7/S·263

定价：2.20元

前 言

蔬菜、水果分析是农业化学分析的一部分。我国农业化学分析中的土壤、肥料分析工作较早较为普及，而植物分析，尤其是蔬菜、水果分析工作正处于发展之中。随着国民经济的发展和现代科学技术的应用，蔬菜、水果的研究已从追求产量转向到以质量为重点的高标准研究。保持传统优良品种，开发品种资源，增加花色品种，提高品种质量，使其营养丰富、拮抗力强而无毒害等，已为人们越来越重视。这就促使农业生产部门和农艺工作者必须加强优良品种选育，提倡科学化生产管理；促使科技工作者既要从宏观的研究着手，又要从微观的理化性质去探索。蔬菜、水果的理化分析是科学研究者的“眼睛”，它为科技工作提供科学依据，它既可以诊断可见症状，又可分析不可见的有益、有害成分或微量元素。蔬菜、水果的生产管理和研究，是离不开理化分析工作的。它可以从植物生长发育、人体营养、食品卫生、环境污染等不同角度提供可靠的数据。凡是有常规化验室的部门，都能从事蔬菜、水果的分析工作。

本书介绍的项目多是蔬菜、果树植株以及瓜果、茎、叶、块根与种籽等常规测试项目。适用于品种选育、生育期营养诊断、成熟期的品质鉴定、加工原料与产品的质量检验，以及由于工业废气、废水、废渣的毒害和施用化肥污染的测试。所选择方法是以简易的化学分析为主，也有一些仪

器分析供参考。广为各行各业生产、管理、加工、科研等部门应用。

由于笔者水平有限，书中错误难免，敬请专家和读者指正。

本书插图承蒙卢国富同志绘制，谨致谢意！

编 者

1989年8月15日

目 录

第一部分 概述.....	(1)
一、蔬菜、水果分析样品的采集、制备与保存.....	(1)
二、蔬菜、水果化学分析的要求.....	(4)
第二部分 蔬菜、水果一般近似成分分析.....	(8)
一、水分与干物质的测定.....	(9)
二、粗灰分的测定.....	(12)
三、粗脂肪的测定.....	(15)
四、蛋白质的测定.....	(17)
五、氨基酸总量的测定.....	(22)
六、水溶性糖的测定.....	(26)
七、淀粉的测定.....	(38)
八、粗纤维素的测定.....	(43)
九、植物无氮浸出物的计算.....	(46)
十、酸度的测定.....	(46)
十一、类胡萝卜素的测定.....	(51)
十二、维生素C的测定.....	(53)
十三、茄红素的测定.....	(59)
十四、叶绿素的测定.....	(64)
十五、辣椒素的测定.....	(66)
十六、果胶质的测定.....	(73)
十七、单宁的测定.....	(77)
十八、亚硝酸盐的测定.....	(80)

十九、硝酸盐的测定.....	(84)
二十、氯化物的测定.....	(83)
第三部分 蔬菜、水果中元素分析.....	(91)
一、总碳的测定.....	(92)
二、总氮的测定.....	(95)
三、总磷的测定.....	(100)
四、全钾的测定.....	(103)
五、钠的测定.....	(106)
六、钙的测定.....	(108)
七、镁的测定.....	(110)
八、硅的测定.....	(112)
九、硫的测定.....	(116)
十、硼的测定.....	(118)
十一、锰的测定.....	(122)
十二、钼的测定.....	(124)
十三、锌的测定.....	(127)
十四、铁的测定.....	(130)
十五、铜的测定.....	(132)
十六、铅的测定.....	(135)
十七、汞的测定.....	(138)
十八、铬的测定.....	(141)
十九、镉的测定.....	(144)
二十、砷的测定.....	(147)
二十一、氟的测定.....	(150)
附录.....	(154)
一、名词术语及计量单位.....	(154)
二、常用标准溶液的配制与标定.....	(156)
参考文献.....	(166)

第一部分 概 述

一、蔬菜 and 水果分析样品的采集、制备与保存

1. 样品的采集

采集样品是分析工作中非常重要的一步。采取样品必须能代表全部被测物质；否则，即使以后的样品处理与测定工作无论怎样严格、精确，也是无价值的。

(1) 蔬菜植株组织样品的采取，首先要选定样株。按照一定路线在采样区内多点采取，组成混合样品。每一个平均样品的样株数目，应以菜类、株型大小、生育期以及要求的精密度而定。选择样株要注意一致性，株体过大过小，或受病虫害或机械损伤以及路旁的不能采取。若有典型的样株，须作特殊样品采取，应同时采取附近的正常样株作对照，使分析结果能互相比较。采样时间最好一致，以上午10点钟左右为宜。因为这时植物生理活动正常，其地下部分根系吸收与地上部分光合作用强度接近动态平衡，最具有植物的诊断价值。采集样品，一般要求在2.5kg以上。

(2) 蔬菜瓜果（泛指果实、浆果和块根、块茎）与水果样品的采取，在采样区内确定植株，每株采取1个瓜果以上；水果类还要注意树身的方位与上下层次。已包装成箱的水果，可以随机取样，任选一箱，或根据日期（标签上）定

量取样。有病虫害或机械损伤的要去除。瓜果取样量应在5个以上，水果采样量应在2.5公斤以上。

2. 平均样品的制备

制备的目的在于保证样品十分均匀，在分析时取任何部分都能代表全部被分析样品的物质成分。按分析要求，通过取舍，一般保证制成均匀的样品1000g待测定用。除去损伤者，其余的备用。

测定蔬菜与水果体内易起变化的成分（例如硝态氮、氨基态氮、氰、无机磷、水溶性糖、维生素等），须用新鲜样品；测定不易起变化的成分可以用干燥样品。

（1）新鲜叶菜类样品的制备：新鲜植株样品需要分不同器官（例如叶片、叶鞘或叶柄、茎、果实等部分）测定的，要立即切（剪）开，以免养分转运。不分器官的植株样品，临测前，应去外叶，保留可食部分，快速冲洗泥土、灰尘、肥料、农药等（但不能漂洗），立即擦干水分，用不锈钢刀切碎或剪碎，混匀。这时可以称取200g测定水分；另称取1份于组织捣碎机（如图1—1）内，加定量蒸馏水捣成匀浆备用。这里需说明一点：一般按样品与水的比例为1：1捣成匀浆，最好形成浆糊状，这样宜称取测定样品。否则在称取测定样品浆前，要在搅拌均匀

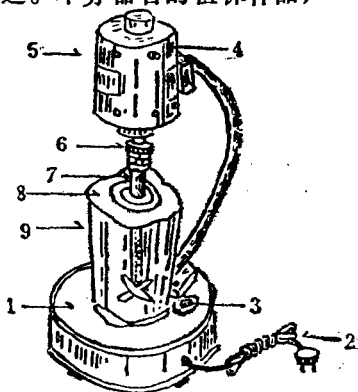


图1—1 组织捣碎机

- 1.底座 2.电源线 3.变速开关
- 4.炭刷 5.电动机 6.联轴节
- 7.刀轴 8.杯盖 9.玻璃杯

的同时取浆称重。一定要记录样品与水的比例，标明实际样品重。如按样品与水为 1 : 1 的比例，称取匀浆 50g 时，实际样品为 25g。特别是在计算中要注意样品的实际重量。

(2) 新鲜瓜果、水果样品的制备：在临测时才迅速冲洗泥土、灰尘、肥料与农药，迅速擦干水分。一般来说，柑桔类果品用水果刀横切，于果汁器上挤压汁水作待测液。苹果、梨、番茄等不必削皮，直接切碎、混匀。带壳坚果，剥壳取出果肉或果汁，并从果肉或果汁中挑出果壳碎屑和种籽。除特殊规定外，所有坚果果肉都应包括外皮或种皮，混匀，称样于组织捣碎机内，再加定量蒸馏水，捣成匀浆。瓜类可快速剥皮，去掉瓢子，保留可食部分，切碎，混匀，称样于组织捣碎机内，再加定量蒸馏水，捣成匀浆。

这里需要注意：有些待测项目易于氧化变质，制样时是不能加蒸馏水捣碎，必须加保护剂才能测定其实际含量。例如测定维生素 C 时，制样须用草酸溶液加以防护；测定单宁时，制样须用 95% 乙醇溶液加以防护。

(3) 冻菜、冻果样品的制备：对整装的用整包或一个完整的样品单元，对于散袋产品可用其中 1 ~ 2 kg 有代表性的样品。选择什么解冻方法要视产品种类而定。

A. 间接水解冻法：一般适宜多种蔬菜解冻。把样品放入防水塑料袋中，除掉大部分空气，封口。将塑料袋浸没在流水或静止的水中进行解冻。必要时可用重物压住或夹住，以免晃动，水温应低于 30℃。一旦整体松懈，立刻取出，放在筛子上滤掉多余的附着水，放在浅方盘上空气解冻，擦净水分。按前述 (1) 新鲜叶菜类样品制备。

B. 空气解冻法：一般适宜多种水果解冻。在室温下，

于未开封的原容器中进行解冻。为了加速解冻，可以把果品包分散，并用鼓风机吹风。解冻后，擦净水分。按前述（2）新鲜瓜果、水果样品制备。但是，浅色水果杏、桃和红色櫻桃易被氧化，其颜色检查应在果品中还有冰晶时进行。

（4）干燥样品的制备：蔬菜与水果的大批样品要保存较长时间，又使其体内成分不发生变化，一般条件达不到要求。而鲜菜鲜果放置过久，可能发生霉烂，影响测定结果。除了及时完成必须用鲜样品测定的项目外，可以用干燥样品测定的项目，按后述第二部分中，（一）水分与干物质的测定方法：常压恒温干燥法、或减压干燥法、或蒸馏法干燥新鲜样品。根据分析样品是否含易热解易挥发组分，选择不同的干燥方法。

3. 样品的保存

（1）采取的新鲜样品：在分析前应妥善保存，要放在避风、避阳光、避高温、防潮的地方，以确保品质成分无变化为好。

（2）制备好的匀浆样品：需要暂时存放时，装入磨口瓶，置于冰箱中保存；特殊情况下，允许加入适量的不影响结果的防腐剂。

（3）制备好的干燥样品：要防吸潮。最好是放入塑料袋，用橡筋套紧，放入有变色硅胶的干燥器内贮存。也可装入磨口瓶保存。

二、蔬菜、水果化学分析的要求

1. 化学试剂的要求

常用的化学试剂以纯度分为四级：一级为优级纯

(GR)，用作基准物质；二级为分析纯（AR），用作一般分析或较高的分析；三级为化学纯（CP），用作一般较低的分析；四级为实验试剂（LR），纯度较低，分析中少采用，多用于配制洗涤剂。各种试剂的标签上分别署明优级纯、分析纯、化学纯、实验试剂外，属于国家标准和部颁标准的品种都附有GB、HG和HGB为代号的统一标准。没有统一标准的附有“参考规格”字样的试剂，是根据生产厂家的企业标准而选定，仅供参考。

应当根据分析项目和方法选择试剂。本书中用试剂、除注明者外，均为分析纯级。

2. 一般器皿的要求

分析测试中使用的天平、砝码、滴定管、容量瓶、刻度吸管和分光光度计等，需按国家有关规定及规程进行校正。

一般分析选用玻璃器皿以硬质玻璃为好。因为软质玻璃有较强的吸附力，有可能将待测液中某些离子吸附在玻璃上，而玻璃中的钠离子溶入溶液中。吸附在玻璃壁上的金属离子要用盐酸或硝酸洗涤。勿用硬质刷猛刷玻璃器皿，以防玻壁划伤。具有强碱性的溶液，选用塑料瓶贮存。

比色皿的洗涤，先用水冲洗，再用中性洗衣粉或铬酸溶液荡涤，然后用水冲或蒸馏水冲。最后用甲醇或乙醇或乙醚除尽水分，保护好透光面无损伤。

玻砂坩埚或玻砂漏斗（图 1—2）和分液漏斗（图 1—3），

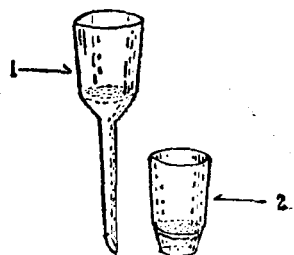


图 1—2 坩埚式滤器
1. 玻砂漏斗 2. 玻砂坩埚

用后要用洗液浸泡，再精细洗涤，烘干，确保分析无误而又耐用。

使用贵重的铂金器皿，要特别注意遵守使用规则。

3. 蒸馏水的要求

一般的测定项目，用普通蒸馏水；要求较高的分析项目，用二次蒸馏水；进行灵敏的微量元素分析时，需用纯水，即全玻璃重蒸馏水或离子交换纯水器处理的高纯度的纯水。

4. 有效数字

有效数字，是分析工作者十分熟悉的一个概念，无论记录测量或计算结果都要用到它，它是表示数字的有效意义。在记录或者计算结果中，小数点后面的位数应根据有效数字的位数保留。例如，在分析天平上称取样品0.1035g，确定数字是103，最后一位5是不确定数字，所以说0.1035有四位有效数字。

5. 有效数字的计算规则

(1) 记录测量数字只保留一位可疑数字；在结果中也只能保留到可疑的那位数。

(2) 可疑数字以后的数可以根据“四舍六入五留双”的原则处理，例如，12.655，取四位，有效数字应为12.66；取三位有效数字应为12.6。

(3) 在加减计算中，各数保留的小数点后的位数，应与各个数中，小数点后位数最少的相同。例如 $2.03 + 1.0 +$

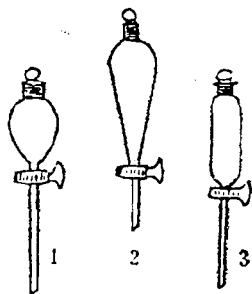


图 1—3 分液漏斗

1. 球形 2. 梨形

3. 筒形

1.2034, 结果应为4.2而不是4.2334。在乘除中,各因子保留的位数,以百分误差最大或有效数字位数最少的为标准,所得积或商的精确度,不应大于精确度最小的那个因子。例如0.0121、25.64、1.05782,三个数字的百分误差分别为0.8、0.04、0.001,其积应为0.328。

(4) 平均值的计算时,有四个或四个以上的数平均,其平均值的有效数字可增加一位。在所有的计算式中,常数 π 、 e 以及换算系数的有效数字,除特殊情况外,按计算中需要几位就写几位。

第二部分 蔬菜、水果

一般近似成分分析

蔬菜与水果的成分十分复杂，它取决于种类和生长条件，也受环境污染和生物富集作用的影响。因此，要测定蔬菜与水果的所有成分是相当困难的。虽然各种蔬菜与水果的成分各不一样，但是，有不少成分却是都有的。例如：水分、碳水化合物（还原糖、蔗糖、淀粉、纤维素、果胶等）、氨基酸与蛋白质、脂肪与类脂化合物、有机酸、无机盐（矿物质）和维生素等营养成分。还有些少数蔬菜类具有特殊成分，例如辣椒的辣味素、茄果中红色素等天然的调味品和色素之类。总的来说，蔬菜与水果的一般成分分析就是营养成分的分析。

蔬菜是人类的重要食品，也是人体所需营养的主要来源之一。随着国民经济的发展，水果已是人们普遍所需的营养食品。随之而来的是人类对果蔬的要求不仅是数量大，而且还要求质量不断提高，无毒害且营养更加丰富。这给广大农艺工作者和生产部门提出了更广泛、更深入的微观的研究内容。

这里介绍的一般成分是常测项目。其方法是常用的化学分析法，也有个别的仪器分析，供选择。

一、水分与干物质的测定

1. 测定意义

蔬菜与水果体内绝大部分是水分，通过水分的测定，确定其干物质量。蔬菜与水果体样品内的水分受采集时间和环境影响很大。各组分测定的结果以全干样品为基础来计算百分含量，是表示测定值的最好准则。无论是品种间比较或是类别之间的鉴别都能增强其可靠性。同时，蔬菜与水果各成分以鲜样基础计算的百分含量仍有其参考价值。

2. 方法原理

常压恒温干燥法，是基于样品中的水分受热后产生的蒸汽压高于它在烘箱中的分压，样品干燥的速度取决于这个压差的大小。

微波加热能使样品内部与表面均匀加热，使水分迅速向表面移动。

真空干燥能使水分迅速离开样品表面。

蒸馏法是利用两种互不溶解的液体的二元体系的沸点低于各组分（易挥发性或干性油）的沸点。水与甲苯（或二甲苯）等溶剂不混溶，利用它们来蒸馏测定蔬菜与水果中的水分。

（1）常压恒温干燥法（适用不含易热解和易挥发成分的样品）

① 主要仪器

电热恒温鼓风干燥箱或微波炉、扁型铝盒（或塑料薄膜）、不锈钢刀（剪刀）、1/100托盘扭力天平、1/1000

分析天平称。

②操作步骤

按平均样品的制备法，制备均匀的叶菜类（瓜果、水果类样品，可先切成薄片）样品，称取200g于铝盒（或塑料薄膜）内，置于105℃鼓风干燥箱内将样品中水分烘掉（无鼓风的干燥箱，要将箱门留缝，不关闭），约8小时烘至易脆，放入干燥器内约30分钟，冷至室温，称重。

微波炉干燥法：是利用微波分解样品中的水分子，去掉植株、瓜果与水果内的水分，能保持样品组织无变化。一般将称取的样品直接放入微波炉内，约60分钟可干燥200g鲜样品，取出冷却称重，效果极好。

③结果计算

$$\text{干物质}\% = \frac{W_1 - W_0}{W} \times 100$$

$$\text{水分}\% = \frac{W - (W_1 - W_0)}{W} \times 100$$

式中：

W_0 ——铝盒重（g）

W_1 ——烘干样及铝盒重（g）

W ——鲜样重（g）

测定结果水分计算至小数点一位，干物质计算到小数点两位。以算术平均值表示。两次平行测定结果允许差0.5%和0.05%。

经测定水分后的干物质，若须测干样组分时，称重后立即磨碎，全部通过1mm或0.5mm或0.25mm筛，于磨口瓶或塑料袋内（橡筋套紧）贮存备用。