

农产品贮藏运销学 实验教程

NONGCHANPIN
ZHUCANGYUNXIAOXUE
SHIYANJIAOCHENG

陈秀伟 冯叙桥

西南农业大学食品学系

QK-33
17

目 录

实验须知	(3)
实验记录及实验报告	(7)
样品的采取、处理与保存	(10)
实验一 水分的测定	(14)
实验二 可溶性糖分的测定	(26)
实验三 酸度的测定	(51)
实验四 淀粉的测定	(62)
实验五 蛋白质的测定	(73)
实验六 脂肪和脂肪酸的测定	(90)
实验七 纤维的测定	(103)
实验八 维生素C的测定	(113)
实验九 胡萝卜素的测定	(130)
实验十 果胶物质的测定	(138)
实验十一 单宁的测定	(145)
实验十二 果实中乙醛的测定	(154)
实验十三 果实中乙醇的测定	(157)
实验十四 油料籽粒的酸值、皂化值、碘值和过氧化物 值的测定	(162)
实验十五 果蔬呼吸强度的测定	(173)
实验十六 粮食种籽生活力的测定	(182)
实验十七 果实内源乙烯的测定	(187)
实验十八 核酸的提取和测定	(193)
实验十九 果蔬细	(207)

实验二十	果胶酶活性的测定.....	(211)
实验二十一	α -淀粉酶和 β -淀粉酶活性的测定...	(215)
实验二十二	多酚氧化酶活性的测定.....	(220)
实验二十三	过氧化物酶活性的测定.....	(223)
实验二十四	过氧化氢酶活性的测定.....	(225)
实验二十五	贮藏环境中 O_2 和 CO_2 含量的测定.....	(229)
实验二十六	多种农药残留量的快速测定.....	(234)
附录一	各种缓冲溶液的配制.....	(238)
附录二	常用洗涤液的配制.....	(250)
附录三	常用指示剂的配制.....	(251)
附录四	常用玻璃仪器的规格用途.....	(253)
附录五	常用酸碱及其主要性质.....	(259)
附录六	常用有机溶剂及其主要性质.....	(260)
附录七	常用试剂分子量和当量表.....	(264)
主要参考文献		(267)

Q5-33

17

实验须知

(一) 经常保持实验室的清洁和整齐是作好实验最基本的条件。

室内要做到地面清洁,窗明桌净。使用的仪器药品应分类有秩序地放在取用方便而不易被碰撞的地方,用后及时放回原处。药品取用后,应及时加盖。仪器如吸管、滴管等应放在架上,绝不能直接放在台面上。

(二) 凡未使用过的仪器,必须请示教师或仔细看了使用说明之后才许使用。使用时必须按正规操作。

(三) 一切电源仪器在接插头之前必须弄清要求的电压是多少,接在所需电压的插座上。在接插头之前,应将仪器上的开关关上,插头接稳后,再开仪器上的开关。关仪器时,应先关仪器开关,后取电源插头。

(四) 使用冰箱及电热恒温箱、烤箱时,应注意以下事项:

1. 应轻轻地开关箱门,物品取放后马上关闭。
2. 在放入物品之前,应先看箱上温度计所指示的温度是否与你所需的相符,若相符则可放入,若不相符,则应调整至所需温度后才能放入;但应注意若箱内已放有他人的物品,则放入或调整温度都必须取得他人同意后才能进行。
3. 一切放入箱内的物品必须作好标记(包括编号、品名、分析项目、时间、试验者姓名等)。

(五) 凡产生刺激性或毒性气体的实验必须在通风橱中

进行。若无通风橱则应在空旷处进行。

(六) 玻璃仪器的洗涤和干燥:

1. 一般玻璃仪器如烧杯、烧瓶、试管、量筒等不必使用洗液, 按下列程序洗涤:

- (1) 普通自来水冲洗;
- (2) 用肥皂或洗涤剂刷洗;
- (3) 用自来水冲净肥皂或洗涤剂;
- (4) 用蒸馏水冲洗三次;
- (5) 倒置在适合的架上滴干。

2. 滴定管、吸管、滴管及容量瓶等不宜刷洗或不易刷洗的仪器的洗涤程序如下:

- (1) 普通自来水冲洗;
- (2) 洗液浸泡;
- (3) 取出后, 用自来水冲净洗液;
- (4) 用蒸馏水冲洗三次 (吸管或滴管最好是吸放蒸馏水三次);
- (5) 倒置适合的架上滴干。

3. 若洗后马上要用, 则不必进行倒放滴干。可根据不同情况作不同的处理。

(1) 若器皿需要干燥, 则可用以下方法:

- a. 先用酒精后用乙醚洗, 最后用热风吹干。
- b. 放烘箱烘干。

(2) 若器皿中残存水份只是对欲取试剂或样品液的浓度有影响, 此时可用原液冲洗3次即可。

4. 必要时按附录二选择适当洗涤剂进行洗涤。

(七) 废物处理:

1. 一般实验废液可直接倒入水槽中。
2. 强酸、强碱对水槽及下水道金属管有腐蚀性，绝不能倒入水槽，只能倒入特设的废液缸中。
3. 一切固体废物如滤纸、火柴杆、棉花等绝不能丢在水槽中，应丢在特设的固体废物框或缸中。
4. 若废物中尚含有大量可以回收使用的成份，如用过的有机溶剂则应分别倒入待回收的专用瓶中。

(八) 试剂瓶上必须贴上标签(最好先贴后装)。标签应标明试剂名称、浓度、用途、配制日期，贴在瓶身上部三分之一处。若试液放置时间较长或有腐蚀性，标签上最好涂上一层石蜡。

(九) 在同一实验中，使用的器皿应作上标记，专药专用，不得混淆。不得直接从标准溶液瓶或大试剂瓶中取用溶液，应先倒在小烧杯中，再吸取。已取出而未用完的溶液绝不能倒回原瓶。取用试剂后应马上盖紧瓶塞。易潮解的药品，取用后马上蜡封。存放浓碱液宜用塑料瓶或在玻璃瓶内壁涂上一层石蜡膜并盖以橡皮塞。稀碱液可盛入带橡皮塞的玻璃瓶中。

(十) 用标准碱溶液滴定时，必须用碱式定管。

(十一) 使用具有玻璃活塞的仪器时(如滴定管、分液漏斗、气体分析器等)，必须事先检查活塞是否已涂油，是否畅通，是否漏气，漏液，是否旋转灵活。

(十二) 使用吸管前必须事先看明是否要放完，是否需要吹，再行使用。流出过慢的吸管，不适于微生物学实验用。吸管使用后，应放在吸管架的固定位置上，吸管尖端应低于上端，不能直接放在实验台上。

(十三) 干燥器盖取下后, 不能将涂凡士林的一面放在桌上, 应翻转放。搬动时, 注意防止盖子滑落。

(十四) 防止实验事故及玻璃仪器的破损:

1. 用试管加热时, 应用试管夹夹住加热, 且不能管口对着人, 以免溅出烫伤。

2. 分液漏斗排气时, 也不能对着自己或旁人放气。

3. 非硬质玻璃器皿不能用以烧浓硫酸或干烧。

4. 溶液在加热前, 所用玻璃盛器外壁必须干燥无水。

5. 加热粘稠的液体, 特别是在加热过程中有固体物质不断析出可能粘附于器皿底部的液体(如牛奶、较浓的淀粉溶液及浓糖液等), 在加热过程中, 应随时搅拌或振摇。

6. 防止玻璃器皿因骤冷骤热破裂。

7. 配制硫酸溶液时, 应将酸倒入水中, 切不可把水倒入酸中。

(十五) 防止火灾:

1. 不能直接用明火(包括电炉、酒精灯等)蒸发乙醚, 酒精及其它易燃液体, 只能通过水浴, 蒸气浴或电热板等间接加热。

2. 在向器皿中加入或由器皿中倒出易燃液体时, 必须事先将附近的火焰熄灭后, 方能进行。

3. 不能将挥发性可燃液体放入冰箱, 恒温箱和烤箱内。

(十六) 打开水、电、气管开关后, 若发现无水、电、气, 应立即关上开关, 绝不能打开开关等水、电、气来。

(十七) 作完实验后应立即将仪器清洗干净放还原处, 将实验台抹干净, 离开实验室前, 注意检查门窗、水、电、气是否关好。

实验记录及实验报告

一、实验记录

实验课前应认真预习，将实验名称、目的和要求、原理、实验内容、操作方法和步骤等简单扼要地写在记录本上。

实验记录本应标上页数，不要撕去任何一页，更不要擦抹及涂改，写错时可以准确地划去重写。记录时必须使用钢笔或圆珠笔。

实验中观察到的现象、结果和数据，应该及时地直接记在记录本上，绝对不可以用单片纸做记录或草稿。原始记录必须准确、简练、详尽、清楚。从实验课开始就应养成这种良好的习惯。

记录时，应做到正确记录实验结果，切忌夹杂主观因素，这是十分重要的。在实验条件下观察到的现象，应如实仔细地记录下来，在定量实验中观测的数据，如称量物的重量、滴定管的读数、光电比色计或分光光度计的读数等，都应设计一定的表格准确记下正确的读数，并根据仪器的精确度记录有效数字。例如，光密度值为0.050，不应写成0.05。每一个结果最少要重复观测两次以上，当符合实验要求并确知仪器工作正常后再写在记录本上。实验记录上的每一个数字，都是反映每一次的测量结果，所以，重复观测时即使数据完全相同也应如实记录下来。数据的计算也应该写在记录本的另一页上，一般写在正式记录左边的一页。总之，实验

的每个结果都应正确无遗漏地做好记录。

实验中使用仪器的类型、编号以及试剂的规格、化学式、分子量、准确的浓度等，都应记录清楚，以便总结实验时进行核对和作为查找成败原因的参考依据。

如果发现记录的结果有怀疑、遗漏、丢失等，都必须重做实验。将不可靠的结果当做正确的记录，在实际工作中可能造成难于估计的损失。因此，在学习期间就应一丝不苟，努力培养严谨的科学作风。

二、实验报告

实验结束后，应及时整理和总结实验结果，写出实验报告。按照实验内容可分为定性和定量实验两大类，下面分别列举这两类实验报告的格式，仅供参考。

1. 关于定性实验报告：

实验(编号) (实验报告)

- (1) 目的和要求
- (2) 内容
- (3) 原理
- (4) 操作方法
- (5) 结果与讨论

一般每次实验课做一个定性实验，实验报告中的实验名称和目的要求应该是针对这次实验课的全部内容而必须达到的目的和要求。在写实验报告时，可按实验内容分别写原理、操作方法、结果与讨论等。原理部分应简述基本原理。操作方法(或步骤)可以用工艺流程图的方式或自行设计的表格来表示。某些实验的操作方法可以和结果与讨论部分合并，

自行设计各种表格综合书写。结果与讨论包括实验结果及观察现象的小结、对实验课遇到的问题和思考题进行探讨以及实验的改进意见等。

2. 关于定量实验报告:

实验(编号) (实验名称)

- (1) 目的和要求
- (2) 原理
- (3) 试剂配制及仪器
- (4) 操作方法
- (5) 实验结果
- (6) 讨论

通常每次实验课只做一个定量实验,在实验报告中,目的和要求、原理以及操作方法部分应简单扼要的叙述,但是对于实验条件(试剂配制及仪器)和操作的关键环节必须写清楚。对于实验结果部分,应根据实验课的要求将一定实验条件下获得的实验结果和数据进行整理、归纳、分析和对比,并尽量总结成各种图表,如原始数据及处理的表格、标准曲线图以及比较实验组与对照实验结果的图表等。另外,还应针对实验结果进行必要的说明和分析。讨论部分可以包括:关于实验方法(或操作技术)和有关实验的一些问题,如实验的正常结果和异常现象以及思考题进行探讨;对于实验设计的认识、体会和建议;对实验课的改进意见等。

样品的采取、处理与保存

生物化学分析的准确性，除取决于分析方法的选择是否合适以及全部分析工作是否严格按照要求进行外，在很大程度上还取决于样品的采取是否有最大的代表性。如果不遵循科学方法采样，样品缺乏代表性，即使分析工作严谨无误，也得不到正确的结论。因此，必须对样品的采取、处理和保存给予足够的重视。

从大田或实验田采回的样品，一般数量较大，称为“原始样品”。再按原始样品的种类（如根、茎、叶、花、果实等）分别选出“平均样品”。再根据分析任务的要求和样品的特征，从平均样品中选出供分析用的“分析样品”。由此可见，分析样品的获得须经一系列复杂而仔细的步骤，在实际工作中一定要以高度认真负责的态度对待。

一、原始样品及平均样品的采取、处理与保存

原始样品及平均样品的采取，按分析目的可有两种方法：一种是为了鉴定品质而进行的混合取样，另一种是按植物生育期取样。

1. 混合取样法：

一般种子样品可用混合取样法。把代表一定面积的收获物先经脱粒，然后在木板或牛皮纸上铺成均匀的一层，再按对角线把样品分成四个三角形，取两个相对的三角形的样品，而将另外两个三角形的样品淘汰。如此操作，一直淘汰到所要求的数量为止。这种取样法叫做“四分法”，这样取得的平均样品在实验室经适当处理即可制成分析样品。

豆类及油料种子选取平均样品的方法与谷类种子取样法相同。注意：样品中不要有未成熟的种子或混杂物，不要将簸出去的种子加到平均样品中。

如果直接从田里采取植株样品，在生长均一的情况下，可按对角线或沿平行的直线等距离采样。如果植株长势不均匀，则应根据生长的强弱，按比例采取大约五个点的样品后混合。每个样品采取的植株数随植物的种类和采样的时间有所不同。如小麦等密植型作物或其它作物幼苗，可按面积采取或采取样品束（一束样品的植株数视需要而定），象玉米、甘蔗等作物，每个样点采取一株就够了。

选取甘薯、马铃薯、甜菜、萝卜等块根、块茎的平均样品时，必须注意到大、中、小三类样品的比例。然后纵切取其一部分（二分之一至四分之一）组成平均样品，否则就失去其应有的代表性。

一般蔬菜样品也按对角线法采取。番茄样品应选择簇位相同、成熟程度一致的果实，取果实的 $1/4$ 组成平均样品。

采取苹果、梨、桃、柑桔等水果的平均样品时，一般选1—3株果树为代表，从植株的全部收获物中选取大、中、小以及向阳、背阳部分的果实混合成平均样品。葡萄等浆果，采取时可在不同地点的5—10株植物上的各个部位包括向阳、背阳以及上、下各部位采样。

2. 按生育期取样法：

在幼苗期取样，因植株较小，采取的株数就比较多，尽管各种作物有所不同，总的原则是所取样品的干重应当是分析用量的二倍。

植株逐渐长大，每次采取的株数也相应减少，但绝不能

采单株作样品。在各个生育期取样时，都应作观察记录。

取样地点一般在边行区，取样品的四周不应有缺株现象。

取样后，按分析目的分成各个部分，如根、茎、叶、穗等，然后捆好，附上标签，分别装入样品袋。

瓜果、蔬菜取回后因水分较多，容易霉烂，可在冰箱冷藏，或用干燥灭菌，或用酒精处理或烘干，以供分析之用。

二、分析样品的处理与保存

采回的新鲜植株样品如果混有泥土，不应用水冲洗，可用湿布擦净，然后置空气流通处风干或烘干。烘干样品时，可把植株放入80℃烘箱中，以停止酶活动并驱除水分。注意温度不能过高，以免把植株烤焦。最好不要晒，以免灰尘沾染或被风刮走。全植株样品应按根、茎、叶、种子等分开。果实必须刮出时，要用锋利的不锈钢刀子，不允许将其中汁液流失。

为了避免糖、蛋白质、维生素等成分的损失，可采用真空干燥或冷冻真空干燥法。

风干或烘干的样品，根据其特点分别进行以下处理：

1. 种子样品的处理：

一般谷物种子的平均样品可用电动样品粉碎机粉碎。事先要把机器内收拾干净，最初粉碎出的少量样品可弃去不用，然后正式粉碎，使全部样品通过一定筛孔的筛子，混合均匀，按四分法取出一定数量的样品细粉作为分析样品，贮存于干燥的磨口广口瓶中，同时贴上标签，注明样品的名称、编号、采取地点、处理、采样日期和采样人姓名等。长

期保存时，标签应涂石蜡，并在样品中加适当的防腐剂。

蓖麻、芝麻等油料种子应取少量样品在研钵内研碎，以免脂类损失。

2. 茎秆样品的处理：

干燥后的茎秆样品也要磨碎。粉碎茎秆的粉碎机不同于种子粉碎机，其切割部分由几付排列方向相反的刀片组成。粉碎后的样品按上法保存。

3. 多汁样品的处理：

一般多汁样品，如瓜果蔬菜等，其化学成分（糖、蛋白质、维生素等）在保存中易发生变化，往往多用新鲜样品进行各项测定。将它们的平均样品切成小块，放入电动捣碎机中打成匀浆，如果样品含水量较少，可按样品重量加入适量水，然后捣碎。样品量少时可用手持匀浆器或在研钵内研磨，必要时可在研钵内加少量石英砂。如果所测物质不稳定（如某些维生素和酶等），则上述操作均应在低温下进行。样品匀浆如来不及测定，可暂存冰箱内，或灭菌后密封保存。

4. 丙酮干粉的制备：

在分离、提纯或测定某种酶的活力时，丙酮干粉法是常用的有效方法之一。将新鲜材料打成匀浆，放入布氏漏斗，按匀浆重量缓缓加入10倍在低温冰箱内冷却到 -15°C — -20°C 的丙酮，迅速抽气过滤，再用5倍冷丙酮洗三次，在室温下放置1小时左右至无丙酮气味，然后移至盛五氧化二磷的真空干燥器内干燥。丙酮干粉的制备在低温下完成，所得丙酮干粉可长期保存于低温冰箱。用这种方法能有效地抽提出细胞中的物质，还能除掉脂类物质，免除脂类干扰，而且使得某些原先难溶的酶变得溶解于水。

实验一 水分的测定

一 概 述

各类农产品的含水量差异很大，如鲜果为70~93%、鲜菜为80~97%、脱水蔬菜为6~9%、面粉为12~14%。同一种类的农产品在不同的发育阶段，其含水量亦有很大的变化。农产品中的水分以自由水和束缚水两种形式存在，自由水不被细胞中的胶粒或渗透物质所吸引，能在组织内自由移动，具有溶媒的性质。由于农产品的各种生理过程或是酶促的生化反应须在以水为介质的环境中进行，故农产品的代谢强度与自由水的数量有直接关系。自由水大体上与液泡溶液相同，只受流体静压的影响，其浓度经常变化，高温下易变成水汽蒸散，低温下易结冰。相反，束缚水是被细胞中的胶粒或渗透物质所吸引的水，牢牢地被束缚在胶粒或渗透物质的周围，不起溶媒的作用，不能自由移动，高温下很难蒸发，低温下也不易结冰。

农产品的水分是品质评价中最基本的测定项目：用以编制农产品主要成分表；为考察贮藏中营养成分变化的实际情况，也需测定水分以取得干物质换算值；在贮藏实践中，水分含量的变化直接反映水果、蔬菜的新鲜度，另一方面，水分含量与粮食的贮藏期限有密切的关系，如谷物贮藏多以含水量小于14%为必要条件。

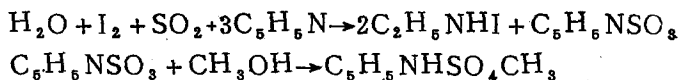
有人认为，水分测定作为近似分析，只要达到一定的精

确度即可。不过，寻求准确而简便的水分测定方法，却一直是人们所期待和努力的方向，用于农产品水分测定的方法有：

加热干燥法：将试样在一定温度下，进行一定时间的干燥，测定加热干燥前后的重量以求得水分含量。此法操作方便，被例为许多农产品水分测定的标准方法。加热干燥时，提高农产品试样的水汽压力，使周围气体介质的水蒸汽压力相对降低，促失水分蒸发，温度越高，蒸发效率越高。许多由热稳定成分构成的农产品如谷物等，多选择100~135℃和常压下进行干燥。有些农产品（如水果、蔬菜）含有对热不稳定的成分，在过高的干燥温度下易受热分解或挥发，这类农产品宜选择较低的温度（40~70℃）和一定真空度下进行干燥。

蒸馏法：把试样与不溶于水的有机溶剂一同加热，以共沸混合蒸汽的形式将水蒸馏出，冷凝后测定分离出来的水之容积。测定对热不稳定成分含量多的农产品时，须选用沸点低的溶剂。这种方法的优点是，如能确定所使用的溶剂，并保持固定的加热温度，蒸馏装置、溶剂以及试样采集量等，则可比较简易的决定测定条件，对于含有水分以外的蒸发成分和含油多的农产品，适用与此法，其准确度能满足常规分析的要求。

卡尔·费歇尔法：是一种以滴定法测定水分的化学分析法，其原理基于水存在时碘与二氧化硫的氧化还原反应。



此法历来用于准确地定量微量水分，是一种迅速而又准

确的水分测定法，很适用于含受热易分解成分多的农产品如脱水果蔬。但对不均匀和水分含量高的农产品则不宜采用此法。

电测法：是通过测定与农产品中水分变化相对应的电量变化，间接地测得水分含量。通常只要将试样装入测定盒里，就能简易、快速地测定出水分。此法的原理是，在适当的水分含量范围内（10~20%），水分以外的其它成分变化所引起的电阻值和介电常数的变化很小，在测定水分这一实用目的上可以忽略不计，而水分变化所引起的电阻和介电常数的变化则非常明显。据此原理所设计的专用仪器有电阻式水分测定仪和电容式水分测定仪。

红外线加热干燥法：以红外线灯管作为加热源，利用红外线的辐射热与直射性加热试样，高效地使水分蒸发，根据干燥减量测定水分。已有各种型式的红外线水分测定仪，装有精密度较高的盘式天平，能直接读出水分的蒸发减量。一般而言，红外线加热干燥法比标准的加热干燥法精密度低，但操做简便，可用于一定偏差范围内水分含量的快速测定。

二 谷物、油料作物种子水分测定

（中华人民共和国国家标准，1982年）

（一）测定程序

称量容器→在105℃干燥2h.→冷却30min.→称量→干燥1h.→冷却30min.→称量→达到恒重→精确称量试样4.5~5g→干燥8h.→冷却30~40min.→称量→计算。