

果蔬贮运学实验指导

北京农学院食品科学系

授课教师 张海英

2007年3月

实验一 不同品种果品的观察、鉴别及糖、硬度、有机酸的测定

一、按果品特征区分品种

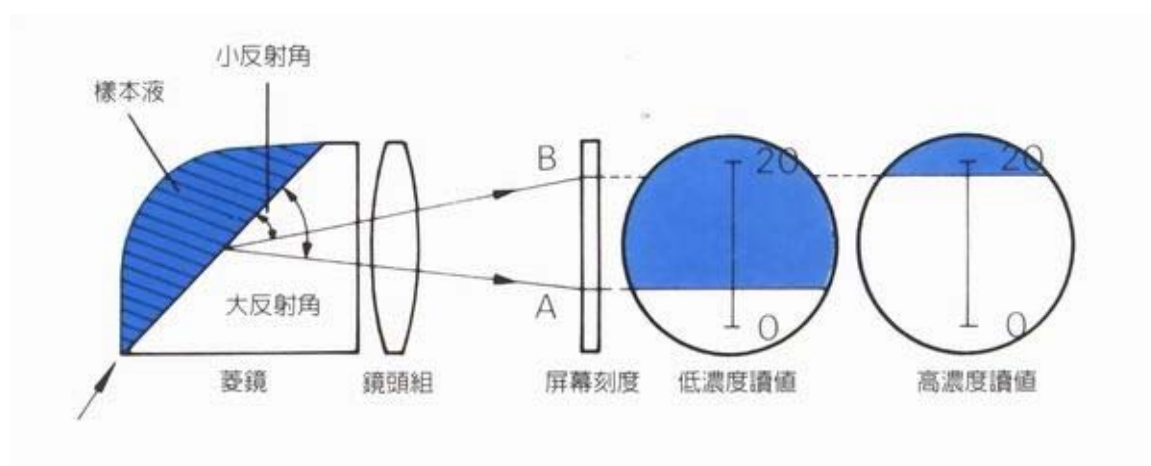
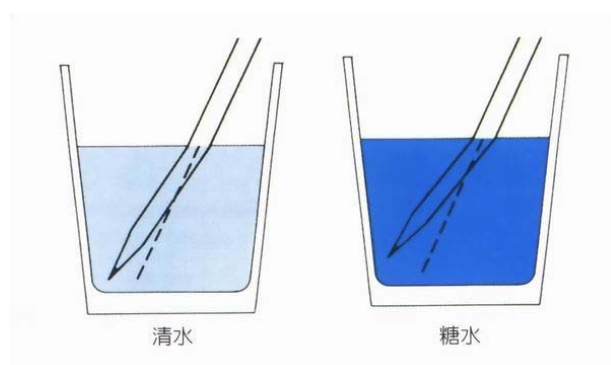
三种不同品种的苹果，根据品种特性加以区分，写出不同的品种特征。

◆ 总可溶性固形物含量的测定（折光仪法）

一、目的及原理

利用手持式折光仪测定果蔬中的总可溶性固形物（Total Soluble Solid, TSS）含量，可大致表示果蔬的含糖量。

光线从一种介质进入另一种介质时会产生折射现象，且入射角正弦之比恒为定值，此比值称为折光率。果蔬汁液中可溶性固形物含量与折光率在一定条件下（同一温度、压力）成正比例，故测定果蔬汁液的折光率，可求出果蔬汁液的浓度（含糖量的多少）。



常用仪器是手持式折光仪，也称糖镜、手持式糖度计，该仪器的构造如下图所示



通过测定果蔬可溶性固形物含量（含糖量），
可了解果蔬的品质，大约估计果实的成熟度。

二、药品与器材

苹果

蒸馏水

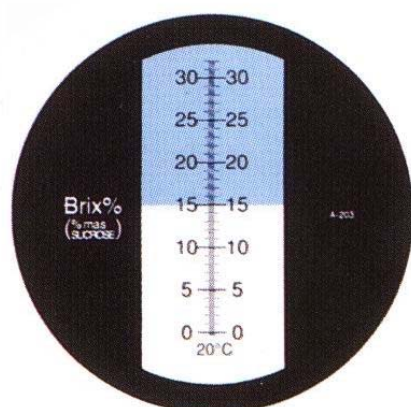
烧杯、滴管、卷纸、手持式折光仪

三、操作步骤

打开手持式折光仪盖板(a)，用干净的纱布或卷纸小心擦干棱镜玻璃面。在棱镜玻璃面上滴 2 滴蒸馏水，盖上盖板。

于水平状态，从接眼部 (b) 处观察，检查视野中明暗交界线是否处在刻度的零线上。若与零线不重合，则旋动刻度调节螺旋，使分界面刚好落在零线上。

打开盖板，用纱布或卷纸将水擦干，然后如上法在棱镜玻璃面上滴 2 滴果蔬汁，进行观测，读取视野中明暗交界线上的刻度，即为果蔬汁中可溶性固形物含量（%）（糖的大致含量）。重复三次。



四、结果与计算

汁液种类	总可溶性固形物含量 (%)			平均 (%)
	读数 1	读数 2	读数 3	

◆ 果品硬度的测定

操作方法：测定时，将果实待测部分的果皮削掉，使硬度计插头和削去果皮的果肉相接触，并与果实切面垂直，左手握紧果实，右手持硬度计，缓缓增加压力，直到果肉切面到达压头的刻线为止。这时，游标尺随压力增加而被移动，它所指的数值即表示每 cm^2 上的千克数。

GY-1 型果实硬度计：这种硬度计虽然也是采用压力来测定果实的硬度，但其读数标尺为圆盘式，当压头受到果实阻力，推动弹簧压箱，使齿条向上移动，带动齿轮旋转，与齿轮同轴的指针也同时旋转，指出果肉硬度的数值。本硬度计可测定苹果、梨等的硬度。测定前，转动表盘，使指针与刻度 2kg 处重合。

压头有圆锥和平压头两种，平压头适用不带皮果肉硬度的测定，圆锥形压头可用于带皮或不带皮的果实硬度的测定。测定方法和 HP-30 型果实硬度计相同。



注意事项：

1、测定果实硬度时，最好是测定果肉的硬度，因为果皮往往掩盖了

果肉的真正硬度。

2、加压力时，用力要均匀，不可转动压入，亦不能用猛力压入。

3、探头必须与果面垂直，不要倾斜压入。

4、果实的各个部位硬度不同，所以，测定同一种果实硬度时，必须采用同一部位，以便比较。

◆ 含酸量的测定(中和法)

一、目的及原理

果蔬中含有各种有机酸，主要的有苹果酸、柠檬酸、酒石酸、草酸等。果品品种种类不同，含有有机酸的种类和数量也不同。果蔬含酸量测定是根据酸碱中和原理，即用已知浓度的氢氧化钠溶液滴定，故测出来的酸量又称为总酸或可滴定酸。计算时以该果蔬所含主要的算来表示，如苹果、梨、桃、杏、李、番茄、莴苣主要含苹果酸，以苹果酸计算，其毫克当量为 0.067g；柑橘类以柠檬酸计算，其毫克当量为 0.064g；葡萄以酒石酸计算，其毫克当量为 0.075g。

二、药品与器材

苹果

0.1N 氢氧化钠、1%酚酞指示剂；

50ml 或 10ml 滴定管、200ml 容量瓶、20ml 移液管、100ml 烧杯、研钵、分析天平、漏斗、棉花或滤纸、小刀、白瓷板、滴定管。

三、操作与步骤

称取均匀样品 20g，置研钵中研碎，注入 200ml 容量瓶中，加

蒸馏水至刻度。混合均匀后，用棉花或滤纸过滤。

吸取滤液 20ml 放入烧杯中，加酚酞指示剂 2 滴，用 0.1N NaOH 滴定，直至成淡红色为止。记下 NaOH 液用量。重复滴定三次，取其平均值。

某些果蔬容易榨汁，而其汁液含酸量能代表果蔬含酸量，可以榨汁，取定量汁液(10ml)稀释后(加蒸馏水 20ml)，直接用 0.1N NaOH 液滴定。

$$\text{果蔬含酸量}\% = \frac{V \times N \times \text{折算系数}}{b} \times \frac{B}{A} \times 100$$

V = NaOH 液用量 (毫升)

N = NaOH 液当量浓度 (N)

A = 样品克数

B = 样品液制成的总毫升数

b = 滴定时用的样品液毫升数

折算系数 = 以果蔬主要含酸种类计算，如苹果或番茄用 0.067

四、结果与计算

1.将测定数据填入下表中

样品名称	NaOH 浓度(N)	NaOH 用量 (ml)	含酸量 (%)	以何酸计

2.列出计算式并计算结果

实验二 果蔬呼吸强度测定

果蔬的呼吸强度是指单位重量的果蔬，在单位时间内所释放的 CO_2 量或所消耗的 O_2 量，它是反映果蔬呼吸水平的指标。呼吸强度的测定方法很多，在此只介绍测定果蔬呼吸强度时常用的两种方法，即滴定法和二氧化碳分析仪测定法。

一、滴定法

原理：利用氢氧化钠吸收测试果蔬品种呼吸放出的 CO_2 ，然后加 BaCl_2 进行反应，终止 CO_2 和氢氧化钠的反应。再用已知浓度的草酸溶液滴定，根据所用去的草酸量即可求出呼吸放出的 CO_2 量，即测定果蔬品种的呼吸强度值。

材料及用品：待测果蔬样品(苹果)，真空干燥器，吸收管，滴定管架，铁夹；大气采样器，25ml 滴定管，100ml 容量瓶，150ml 三角瓶，500ml 烧杯，蒸发皿，小漏斗，10ml 移液管，洗耳球，万用试纸，台秤。

0. 4N 氢氧化钠，0. 2N 草酸，饱和氯化钡溶液，酚酞指示剂。

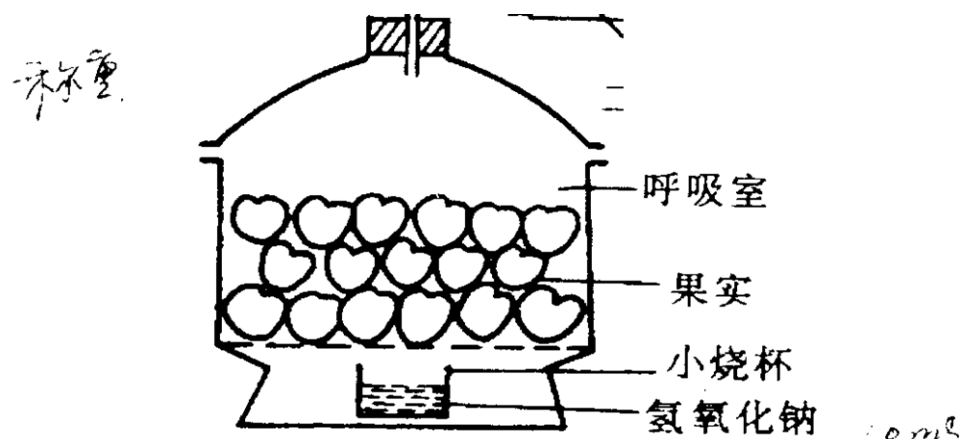


图 23 滴定法测定呼吸强度

操作步骤:

1. 先用移液管吸取氢氧化钠 20ml 放入蒸发皿中, 并将其置于干燥器底部, 然后放置隔板, 将称重后的待测样品(约 1kg)放入干燥器并迅速封盖, 同时记录封盖时的时间。

静置 1 小时后, 打开干燥器, 取出蒸发皿将碱液移入三角瓶中(冲洗 4~5 次), 然后加饱和氯化钡 5ml, 酚酞指示剂 2 滴, 用草酸滴定至红色刚刚消失为止, 记录草酸用量。

3. 用同样的方法做空白对照实验, 并记录滴定草酸用量。

4. 最后根据下述公式计算样品的呼吸强度:

$$R_{\text{CO}_2} = \frac{(V_1 - V_2)}{W \cdot t} \times 22$$

式中, R_{CO_2} ——每千克果蔬样品每小时放出的 CO_2 毫克数
 $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,

V_1 ——空白滴定草酸用量 ml,

V_2 ——吸收 CO_2 后滴定草酸用量 ml,

W ——测定果蔬样品的量 kg,

t ——测定时间。

实验三 贮藏环境中氧气和二氧化碳测定

1.目的及原理

采后的果蔬仍是一个有生命的活体，在贮藏过程中不断地进行着呼吸作用，必然影响到贮藏环境中 O_2 及 CO_2 含量，如果 O_2 过低或 CO_2 过高，或两者比例失调，会危及果蔬正常生命活动。特别是在气调贮藏中，要随时掌握贮藏环境中 O_2 及 CO_2 的变化，所以果蔬在贮藏期间需经常测定 O_2 及 CO_2 的含量。

测定 O_2 及 CO_2 含量的方法有化学吸收法及物理化学测定法，前者是应用奥氏气体分析仪或改良奥氏气体分析仪以氢氧化钠溶液吸收 CO_2 ，以焦性没食子酸碱性溶液吸收 O_2 ，从而测出它们的含量。后者是利用 O_2 及 CO_2 测试仪表进行测定，即使有较高级的测氧和二氧化碳仪器，也要用奥氏气体分析仪作校正，以便减少或消除仪器的误差。

2.仪器、试剂

(1) 仪器 奥氏气体分析仪，其结构如图所示。



梳形管：是带有几个磨口活塞的梳形连通管，

其右端与量气筒连接，左端为取样孔；吸气球；

量气筒；调节瓶；三通话塞（磨口）；取气囊。

（2）试剂 焦性没食子酸、氢氧化钾、氯化钠、液体石蜡

①氧吸收剂：取焦性没食子酸 30 克于第一个烧杯中，加 70 毫升蒸馏水，搅拌溶解，定容于 100 毫升；另取 30 克氢氧化钾或氢氧化钠于第二个烧杯中，加 70 毫升蒸馏水中，定容于 100 毫升；冷却后将两种溶液混合在一起，即可使用。

②二氧化碳吸收剂：30%的氢氧化钾或氢氧化钠溶液吸收二氧化碳（以氢氧化钾为好，因氢氧化钠与二氧化碳作用生成碳酸钠的沉淀量多时会堵塞通道）。取氢氧化钾 60 克，溶于 140 毫升蒸馏水中，定容于 200 毫升即可。

③封闭液的配制：在饱和的氯化钠溶液中，加 1~2 滴盐酸溶液后，加 2 滴甲基橙指示剂即可。在调节瓶中很快形成玫瑰红色的封闭指示剂。当碱液从吸收瓶中偶然进入量气筒内，会使封闭液立即呈碱性反应，由红色变为黄色，也可用纯蒸馏水做封闭液

3.操作步骤

①清洗与调整 将仪器的所有玻璃部分洗净，磨口活塞涂凡士林，并按图装配好。在吸气球管中注入吸收剂，3 中注入二氧化碳吸收剂，4 中注入氧气吸收剂，吸收剂不宜装得太多，一般装到吸收瓶的 1/2（与后面的容器相通）即可，后面的容器加少许（液面有一薄层）液体石蜡，使吸收液呈密封状态，调节瓶中装入封闭液。将吸气孔接上待测气样。

调整：将所有磨口活塞关闭，使吸气球管与梳形管不相通，转动 8 呈卜状，高举调节瓶，排出 2 中空气，以后转动 8 呈十状，打开活塞 5 并降下 1，此时 3 中的吸收剂上升，升到管口顶部时，立即关闭 5，使液面停止在刻度线上，然后打开活塞 8，同样使吸收剂液面达到刻度线。

②洗气 用气样清洗梳形管和量筒内原有空气，使进入中的气样保持纯度，避免误差。打开三通活塞，箭头向上，调节瓶向下，气样进入量气筒，约 100 毫升，然后把三通活塞箭头向左，把清洗过的气样排出，反复操作 2~3 次。

③取样 正式取气样，将三通活塞箭头向上，并降低调节瓶，使液面准确达到 0 位，取气样 100 毫升，调节瓶与量气筒两液面在同一水平线上，定量后关闭气路，封闭所有通道。再举起调节瓶观察量气筒的液面，堵漏后重新取样。若液面稍有上升后停在一定位置上不再上升，证明不漏气后，可以开始测定。

④测定 先测定二氧化碳，旋动二氧化碳吸气球管活塞，上下举动调节瓶，使吸气球管的液体与气样充分接触，吸收二氧化碳，将吸收剂液面回到原来的标线，关闭活塞。调节瓶液面和量气筒的液面平衡时，记下读数。如上操作，再进行第二次读数，若两次读数误差不超过 0.3%，即表明吸收完全，否则再进行如上操作。以上测定结果为 CO_2 含量，再转动氧气吸气球管的活塞，用同样的方法测定出 O_2 含量。

(4) 计算

$$\text{CO}_2\text{含量}(\%) = 100 \times (V_1 - V_2) / V_1$$

$$\text{O}_2\text{含量}(\%) = 100 \times (V_2 - V_3) / V_1$$

- V_1 ——量气筒初始体积（毫升）；
- V_2 ——测定二氧化碳时残留气体体积（毫升）；
- V_3 ——测定氧气时残留气体体积（毫升）。

5. 注意事项

①举起调节瓶时量气筒内液面不得超过刻度 100 处，否则蒸馏水会流入梳形管，甚至到吸气球管内，不但影响测定的准确性，还会冲淡吸收剂造成误差。液面也不能过低，应以吸收瓶中吸收剂不超出活塞为准，否则吸收剂流入梳形管时要重新洗涤仪器才能使用。

②举起调起瓶时动作不宜太快，以免气样因受压力大冲过吸收剂成气泡状而漏出，一旦发生这种现象，要重新测定。

③先测二氧化碳后测氧气。

④焦性没食子酸的碱性溶液在 15~20℃时吸收氧的效能量大，吸收效果随温度下降而减弱，0℃时几乎完全丧失吸收力。因此，测定，室温一定要在 15℃以上。

⑤多次举调节瓶读数不相等时，说明吸收剂的吸收能力减弱，需重新配制吸收剂。

实验四 果蔬细胞膜透性测定

原理：植物细胞的细胞质由一层质膜包着。这种质膜具有选择透性的独特功能，植物细胞与外界环境之间发生的一切物质交换都必须通过质膜进行。各种不良环境因素对细胞的影响往往首先作用于这层由类脂和蛋白质所构成的生物膜。极端温度、干旱、盐渍、重金属(如 Cd^{2+} 等)和大气污染物(如 SO_2 、 HF 、 O_3)等)都会使质膜受到不同程度的损伤，而往往表现为膜透性增大，细胞内部分电介质外渗。因此，质膜透性的测定常作为植物抗性研究中的一个生理指标。测定质膜透性变化最常用的方法是测定组织外渗液的电导率变化，外渗液电导率的增大可反映质膜受损伤的程度。

所需仪器：电导仪、硬质玻璃小(烧)杯、小玻璃棒、不锈钢打孔器。



操作步骤：

- ① 取 4 个果实，用四号打孔器（直径为 0.5cm），将果实纵向打

孔，使果肉成一条肉柱。

- ◎ 然后用刀片将其切成 3mm 厚的圆片，共 100 片，分装到 4 个 50mL 的小烧杯中，加去离子水洗涤 3-4 次。
- ◎ 加 30mL 去离子水，测其电导值 L_0 。
- ◎ 放置 1 小时后测电导值 L_1 。
- ◎ 然后将小烧杯放入微沸水浴中煮 5 分钟，静置变凉，加水至 30ml 后，测其电导值 L_2 。
- ◎ 根据以下公式计算出膜渗透率。
- ◎ 公式：百分率= $[(L_1 - L_0) / (L_2 - L_0)] * 100\%$

实验五 果蔬产品的贮藏方案设计和实施

- ▣ 用苹果、葡萄、香蕉为试验材料，每班分为四个小组设计贮藏方法。
- ▣ 按所设计贮藏方法实施
- ▣ 按一定周期观察试验效果，并测定相关指标确定贮藏潜力。