

“验证呼吸过程中气体的变化”实验装置的改进

蔡新祥 苏利娟 (江苏省泰兴市洋思中学 泰兴 225400)

摘要 针对苏科版初中生物学教材中“验证呼吸过程中气体的变化”实验装置在变量控制方面存在的局限性,笔者尝试进行了改进。改进后,不仅可以定量检测二氧化碳和氧气,还可以拓展应用于验证光合作用过程中气体变化等实验。

关键词 呼吸作用 气体检测 实验装置 改进

1 原实验装置的局限

苏科版初中生物学教材七年级(上)第 7 章第 1 节中有两组“验证呼吸过程中气体的变化”的实验^[1]。教材中的实验具有取材方便、易于实践等优点。但从控制变量的角度来看,却存在一定的局限性。

1.1 第一组实验装置的局限 在教材第 111 页上的该装置,难以确保密封袋口后,A、B 两袋内气体量会相等,也难以确保两个塑料袋通入澄清石灰水的速率相同、通入气体的总量相等。此外,本实验是利用二氧化碳使澄清石灰水变浑浊的特性,来鉴定呼吸作用过程中二氧化碳含量的变化。但对浑浊程度的判断相对比较主观,难以精确地判断。

1.2 第二组实验装置的局限 在教材第 112 页上该实验是利用氧气可以助燃的特性,来鉴定呼吸作用过程中氧气的变化。蜡烛的燃烧会使氧气减少,二氧化碳增多。由于二氧化碳具有阻燃的特性,故较难判断蜡烛熄灭是氧气减少,还是二氧化碳增多造成的。实际上,蜡烛的熄灭是多种因素共同作用的结果。蜡烛燃烧时广口瓶的密封状态、火焰的大小和蜡烛所处的位置等因素,都会对实验造成不确定的影响。因此,仅靠用蜡烛燃烧时间的长短或火焰的大小,来鉴定氧气的含量多少难以得出令人信服的结论。

此外,这两组实验用不同的实验装置,分别鉴定二氧化碳和氧气的含量变化,实验材料未能处于相同的状态中。同时,实验操作相对比较繁琐,学生需要分别理解实验示意图,在操作和思维两个层面上都不能做到简洁明了。

2 装置的改进

2.1 所需材料及处理 ①反应容器组件:取饮料瓶(530 mL 饮料瓶,内径与所用的 60 mL 注射器外径要相等)洗净、晾干、灭菌,在瓶身约 15 cm 高度处钻一个圆孔,使圆孔直径与输液软管外直径相等;②定量排气组件:60 mL 注射器;③排气控制组件:20 cm 长的输液软管,输液器的流速调节器;④气体检测设备和材料:氧气检测仪、烧杯、BTB 溶液;⑤气密材料:热熔胶、凡士林等(图 1)。

2.2 改进装置的组装 ①将注射器插入饮料瓶口,用凡士林密封;②将输液软管插入饮料瓶瓶身小孔内,用

热熔胶连接(图 1)。

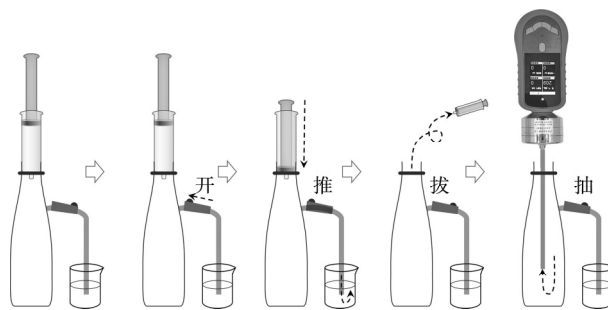


图 1 改进装置使用方法示意图

3 改进装置的使用

将实验材料(新鲜豆芽或其他材料)装入饮料瓶内,插入注射器,把注射器推杆回抽至 60 mL 刻度处,关闭流速调节器,使装置处于密封状态。把装置放在温暖黑暗处,一段时间后取出(©电子资源)。

3.1 二氧化碳的测定 打开流速调节器,推动注射器推杆,将 60 mL 气体缓缓通入 BTB 溶液中,观察颜色变化。测定完毕后关闭流速调节器,此时瓶内的气体浓度不变。

3.2 氧气的测定 取下注射器,立即将氧气检测仪的软管伸入饮料瓶内测定,显示的极值为氧气浓度。如果没有氧气检测仪,也可以把带火星的卫生香伸入瓶内,通过比较燃烧时长来判断氧气含量的多少(多组同时测量对比更直观)。

4 改进装置的价值

本改进装置成本适中,氧气检测仪的市场价格在 1 000 元左右,其余材料价格也低廉,易于获得。装置的使用方法比较简单,适于学生完成分组实验。改进后的装置还具有其他的优势。

4.1 将两次实验改为一次实验 原实验装置所用的材料和器具较多,需要多次组装,再分别测定二氧化碳和氧气的含量。改进后的实验装置操作简便,可以先测定二氧化碳,再测定氧气。检测二氧化碳时只需要推注射器的推杆,观察 BTB 溶液颜色的变化;检测氧气时只需要插入氧气检测仪,读取数值即可。原实验装置测定完成约需 8 min,改进后的实验装置测定完成约需 1 min,提高了实验效率。改进后的实验装置在用

利用希尔反应探究环境因素对光合作用的影响

周丹阳 朱涵钰 胡桢靓 陈文荣* (浙江师范大学化学与生命科学学院 金华 321004)

摘要 受到光合作用研究史的启发,本实验用希尔反应代替传统叶圆片上浮法,探究环境因素对光合作用的影响,以光照强度为例进行说明。实验过程操作简单,所需时间较短,实验现象直观明显,定性定量结合,通过真实情境使学生理解光反应实质,提升对氢载体等概念的掌握。

关键词 光合作用 环境因素 希尔反应

探究环境因素对光合作用的影响是浙科版高中生物学教材必修 1 光合作用将光能转化为化学能中的重要内容,是一个开放性探究实验。该实验有助于深化学生对光合作用原理、过程的理解,并以此分析不同环境因素对光合作用可能造成的影响,预测实验结果并通过证据进行论证,得出结论。整个探究过程有助于培养学生的观察能力、操作能力、数据获得及分析能力和小组合作能力等。鉴于该实验的开放性,浙科版教材仅提供了若干可选材料和用具,要求学生进行自主探究;而人教版生物学教材则直接利用叶圆片上浮法分析环境因素对光合作用的影响,即利用注射器排除细胞间隙的空气、充以水分,由于光合作用释放的 O_2 降低了叶圆片密度,使其上浮,根据同一时间段内各实验装置中叶圆片浮起的数量,判断比较光合作用强度,该实验是从宏观的角度对光合作用进行研究。已有不少研究对叶圆片上浮实验的不同方面做了改进,包括选材、打孔方法、光强和温度控制、 CO_2 来源

于多组同时测定时,效率更高。

4.2 将定性实验改为定量实验 原实验装置在测定过程会受到多种因素的干扰,难以控制无关变量,测定方法较粗放,只能用目测法定性检测,结论说服力不够强。改进后的实验装置在实验前气体容量相同,通过 BTB 溶液的气体量相同,氧气测定前气体浓度不变,可较好地控制无关变量,确保气体浓度变化是由不同的测试材料所引起。此外,通过比较 BTB 溶液变色程度、读取氧气检测仪数值可以定量比较各组呼吸作用的强度,实验结论更具有说服力。即使没有氧气检测仪,使用卫生香测量也能最大限度地减小因火焰大小不同而造成的误差。

4.3 将单一实验改为多种实验 原装置只能定性检测氧气和二氧化碳含量。改进后的实验装置能间接测定二氧化碳的浓度变化、直接测定氧气的浓度变化,故能用于测定不同实验材料呼吸作用的强度。“光合作用过程中气体的变化”实验和“呼吸作用过程中气体的变化”实验的过程相类似,主要区别在于是否需要避光处理。所以,改进后的实验装置还可以用于光合作用

以及光合作用强度检测^[1]等,但叶圆片抽真空的实际操作较为困难,实验效果也常出现不理想的情况,并且叶圆片上浮实验不能较好地反映光合作用的内在机理。

受到光合作用研究史的启发,笔者用希尔反应代替传统叶圆片上浮法,以探究环境因子对光合作用的影响。以菠菜的离体叶绿体为实验对象,由离体叶绿体悬浮液在光下能还原某些氧化剂,根据 2,6-二氯酚靛酚在光下从蓝色到粉红色再到无色的变化,观察希尔反应。2,6-二氯酚靛酚颜色变化会引起吸光率的变化,用分光光度计在 620 nm 处测定吸光度值^[2]。定性和定量分析相结合,可进一步提高学生对探究实验的兴趣和思维。

1 材料与方法

1.1 材料 菠菜叶绿体悬浮液:菜市场购入新鲜菠菜,洗净擦干,按 2:5 的质量体积比加入预冷提取液研磨充分;两层纱布过滤,滤液置于离心管;以

用过程中气体变化的测定和碳氧平衡实验中气体的测定。

综上所述,改进后的装置利用率较高、操作难度降低,提高了生物学实验教学的效率,使学生有了更充裕的时间去进行实验分析和交流。

(基金项目:江苏省教育科学规划课题“初中生物学实验教学中‘科学探究’能力提升的实践研究”,No. XC-b/2020/19;江苏省教育科学规划课题“基于‘泰微课’的初中生物学课程教学研究”,No. B-b/2020/02/140)



④ 电子资源

主要参考文献

- [1] 匡廷云,曹惠玲.义务教育教科书·生物学·七年级(上)
[M].江苏:江苏凤凰科学技术出版社,2012:111-112.◇