

实验一：探究酶催化的高效性

实验目的：

比较过氧化氢自然分解，以及分别在酶及无机催化剂催化作用下的分解情况。

实验原理：

生物体中有较多的过氧化氢酶，例如新鲜肝脏（猪或其他动物的肝脏，土豆、洋葱、西红柿等）中都含有过氧化氢酶，铁离子也可作为无机催化剂分解过氧化氢，一般情况下，生物酶催化效率比无机催化剂高。

实验器材：

器材：计算机、智能数字实验盘、化学反应速率实验器、绝对压强传感器

其他耗材：烧杯*3、胶头滴管*3、洗瓶、研钵加研磨杵、小刀

实验药品：

1%氯化铁溶液、蒸馏水、3%过氧化氢溶液、土豆研磨物

实验装置图：




实验步骤：

1. 连接装置：按照实验装置搭建实验环境,将绝对压强传感器与智能数字实验盘连接。
2. 查看蓝牙编号：长按开机键将智能数字实验盘开机，点击【系统信息】，查看对应蓝牙编号，如SD9FABBAB4。
3. 连接软件：打开实验系统软件，进入软件界面，点击左侧的，在“设备列表”中找到智能数字实验盘对应的蓝牙编号，点击连接，当图标变为即连接成功。
4. 设置实验模板：点击按钮，在“快速添加线”中选中绝对压强传感器，并选中“描点”和“描线”，点击，建立“时间-绝对压强”坐标，设置“采集时间”为5min，“采集间隔”为100ms。
5. 传感器校准：点击蓝牙编号左侧图标，出现传感器下拉框，点击对应传感器右侧的按钮，在弹出

的传感器设置对话框中选择“校准”，校准值默认值为101.3，直接点击确定即校准完成，校准完成之后关闭传感器设置对话框。



6. 设置实验条件：在化学反应速率实验器中加入10g新鲜土豆研磨物，摇晃使土豆均匀散开，盖上密封盖。

7. 检查装置气密性：向锥形瓶中注入空气，并关闭二通阀，通过观察压强传感器数值是否保持稳定不变来检查装置气密性。

8. 采集数据：用注射器吸取8mL过氧化氢溶液，点击“开始按钮”开始采集数据，将注射器中的溶液压入锥形瓶中，关闭二通阀，等待数据采集；采集完成时，点击停止实验或等待采集时间结束自动停止。

9. 改变实验条件：取下锥形瓶，将瓶中溶液倒入废液缸中，用蒸馏水洗净后再加入10mL氯化铁溶液，重复操作步骤7，再次检查装置气密性。

10. 重叠显示：点击软件界面右上方的曲线操作按钮，选择重叠显示，选择上方的时间-绝对压强，点击改变点和线条颜色。

11. 采集数据：用注射器吸取8mL过氧化氢溶液，点击“开始按钮”开始采集数据，将注射器中的溶液压入锥形瓶中，关闭二通阀，等待数据采集；采集完成时，点击停止实验或等待采集时间结束自动停止。

12. 再次改变实验条件进行数据采集：向锥形瓶中加入10mL蒸馏水，重复操作步骤7、10、和11。

13. 采集结束与整理：数据采集完成之后，点击“停止”按钮停止实验，点击“截图”按钮保存实验数据。将pH电极清洗干净并将保护盖拧好，整理实验器材。

实验结果：



由实验结果可知：土豆研磨液和氯化铁溶液作为催化剂时，都可以使过氧化氢溶液产生气体从而增大瓶内压强，且相同时间内，马铃薯研磨液作为催化剂时压强变化最大，说明产生的氧气量最多。马铃薯中含有

过氧化氢酶，比无机催化剂氯化铁的催化效率更高。

注意及建议：

1. 化学反应速率更换药品或使用完毕后，注意先拧开盖子，再打开双通阀置。
2. 用注射器吸取液体时，螺纹口会粘有少许反应物液体，请擦拭干净后再拧到橡胶塞螺口

思考与探究：

实验二：探究酵母菌的呼吸方式

实验目的：

利用溶解氧-气中氧一体传感器、二氧化碳传感器、气体酒精传感器来探究酵母菌的呼吸方式。

探究细胞呼吸是否需要氧，生物在有氧和无氧条件下是否都能进行细胞呼吸。

实验原理：

呼吸作用的实质是细胞内的有机物氧化分解，酵母菌在有氧和无氧条件下都能生存，属于兼性厌氧菌，在有氧条件下产生二氧化碳和水，无氧条件下产生二氧化碳和酒精，可用于研究细胞呼吸的不同方式。

实验器材：

器材：计算机、玻璃棒、气液相密封实验器、智能数字实验盘、溶解氧-气中氧一体传感器、二氧化碳传感器、气体酒精传感器、通用接口、小胶带、烧杯*2

实验药品：



酵母菌 5g、红糖约 5g，温水 200ml

实验装置图：



实验步骤：

1. **连接装置**：按照实验装置搭建实验环境，将二氧化碳传感器、溶解氧-气中氧一体传感器、气体酒精传感器与智能数字实验盘连接，密封塞封住不用的孔，胶带封住小出气孔，再将智能数字实验盘与计算机连接。
2. **查看蓝牙编号**：长按开机键将智能数字实验盘开机，点击【系统信息】，查看对应蓝牙编号，如SD9FABBAB4。
3. **连接软件**：打开实验系统软件，进入软件界面，点击左侧的，在“设备列表”中找到智能数字实验盘对应的蓝牙编号，点击连接，当图标变为即连接成功。
4. **进入实验界面**：点击，在搜索框中输入“酵母菌的呼吸方式”，选择并进入实验主界面。

5. 采集数据：将5g红糖加入200mL温水中搅拌均匀，再将配制好的红糖水加入气液相密封实验器，再将酵母菌倒入，用玻璃棒搅拌均匀，盖上盖子；点击  开始，记录实验数据，实验结束后，点击  停止。

实验结果：



通过实验数据分析，可以得知：酵母菌有氧呼吸消耗氧气，产生二氧化碳，无氧呼吸产生酒精。

注意及建议：

1. 整个实验装置应水平放置。
2. 二氧化碳传感器有反应延迟，一定要等数据稳定后，再记录数据。
3. 气液相密封实验器有个小孔注意用胶带封住。

思考与探究：

实验三：探究光照强度对光合作用强度的影响

实验目的：

使用溶解氧-气中氧一体传感器、二氧化碳传感器测量光合作用过程中氧气和二氧化碳的变化量，探究光照强度对植物光合作用强度的影响。

实验原理：

一般情况下光照强度增加，光合作用增强，实验中利用人工光源改变光照强度，根据氧气和二氧化碳的变化快慢，来判断不同光照强度照射下植物的光合作用强弱。

实验器材：

器材：计算机、智能数字实验盘、光合作用实验箱、溶解氧-气中氧一体传感器、二氧化碳传感器、通用接口*2、补光灯*4、灯座*2、插排




实验药品：


新鲜绿植、蒸馏水


实验装置图：








实验步骤：


1. 加入填充液：将溶解氧-气中氧一体传感器的膜帽旋下，分别用去离子水冲洗电极膜帽和金属管部分，然后分别甩干；向膜帽内注入约三分之二体积的溶解氧电极填充液，然后将膜帽旋回到电极上，直到旋紧为止。
2. 连接装置：将溶解氧-气中氧一体传感器、二氧化碳传感器与智能数字实验盘连接，将探头插入光合作用实验箱中，并用密封塞封住其他孔。
3. 查看蓝牙编号：长按开机键将智能数字实验盘开机，点击【系统信息】，查看对应蓝牙编号，如SD9FABBAB4。
4. 切换为氧气模式：点击智能数字实验盘的【采集】功能，点击【溶解氧】，切换为【氧气】模式。
5. 连接软件：打开实验系统软件，进入软件界面，点击左侧的，在“设备列表”中找到智能数字实验盘对应的蓝牙编号，点击连接，当图标变为即连接成功。

6. 进入实验界面：点击 ，在搜索框中输入“探究光照强度对光合作用强度的影响”，选择并进入实验主界面，设置采集时间10min，采集间隔2s。

7. 传感器校准：将传感器接入光合作用实验箱密封好，氧气示数稳定后，点击校准  按钮，即完成氧气的校准。

8. 采集数据：在自然光环境下，点击  按钮，进行实验，待实验结束后，点击  按钮。

9. 改变实验条件并进行数据采集：点击  按钮，打开LED补光灯，在强光照射的环境下，点击  按钮，进行实验，待实验结束后，点击  按钮。

10. 数据分析：点击  按钮，对比两种不同光照强度下，氧气与二氧化碳的变化量。也可点击

  表格观察数据。

实验结果：



根据实验数据分析，可以得知：在一定光照强度范围之内，光合作用随光照强度的增强而增强。

注意及建议：

- 1.光合作用所用的绿植一定要是新鲜的。
- 2.溶解氧-气中氧一体传感器使用前，一定要加电极填充液。

思考与探究：

实验四：模拟生物体维持 pH 稳定

实验目的：

通过向缓冲液加入酸或碱后 pH 的变化，推测生物体是如何维持 pH 稳定的。

实验原理：

人体内环境中有很多缓冲对，其中最重要的是 $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ ，其次还有 $\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 等。当一定量的酸性或碱性物质进入后，内环境的 pH 仍能维持在一定的范围内。

实验器材：

计算机、智能数字实验盘、pH 传感器、通用接口、多功能电极支架、超薄磁力搅拌器、

其他耗材：250mL 烧杯、50mL 烧杯*2、胶头滴管*2、洗瓶

实验药品：

磷酸缓冲液、0.1mol/L HCl 溶液、0.1mol/L NaOH 溶液



实验装置图：



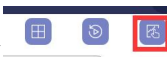
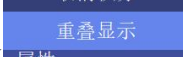
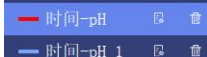





实验步骤：

1. 连接装置：按照实验装置搭建实验环境，将pH传感器与智能数字实验盘连接，用多功能电极支架固定住pH传感器探头。
2. 查看蓝牙编号：长按开机键将智能数字实验盘开机，点击【系统信息】，查看对应蓝牙编号，如SD9FABBAB4。
3. 连接软件：打开实验系统软件，进入实验界面，点击左侧的，在“设备列表”中找到智能数字实验盘对应的蓝牙编号，点击连接。
4. 调节磁子：向烧杯中加入50mL磷酸缓冲液，将超薄磁力搅拌器的磁子放入烧杯中，再将烧杯放在超薄磁力搅拌器上，将pH传感器探头放入待测液体中，调节位置保证磁子不会碰撞到探头，接通电源，调节合适的磁子转速。
5. 设置实验模板：点击按钮，在“快速添加线”中选“pH传感器”，点击确定，建立时间-pH坐

标，设置采集时间5min、采集间隔100ms。

6. 采集第一组数据：点击“开始”按钮开始采集数据，用胶头滴管向烧杯中滴加0.1mol/L HCl溶液，待实验结束后，点击“停止”按钮。

7. 采集第二组数据：将烧杯中溶液倒入废液缸中，用蒸馏水洗净后再加入20mL磷酸缓冲液，点击软件界面

右上方的“曲线操作”按钮，选择“重叠显示”，选择上方的时间-pH，点击“线”，改变线条颜色颜色后，点击“开始”按钮开始采集数据，用胶头滴管向烧杯中滴加 0.1mol/L NaOH 溶液，待实验结束后，点击“停止”按钮；

实验结果：

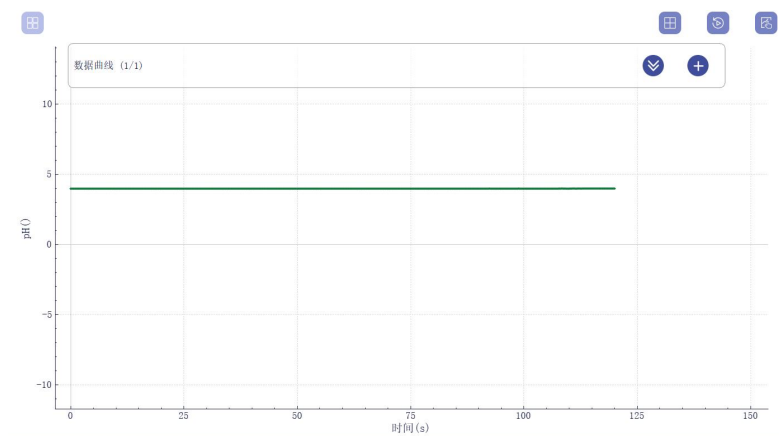


图 2 实验结果图

根据实验数据分析，可以得知：磷酸缓冲液在一定范围内缓冲酸性或碱性物质带来的 pH 变化，但超过这一范围，缓冲能力也会丧失。

注意及建议

1. HCl溶液与NaOH溶液有一定腐蚀性，注意自我保护。

思考与探究：

实验五：叶绿素的提取及成分分析

实验目的：

提取叶片中的叶绿素并分析叶绿素的吸收光谱。

实验原理：

绿叶中含有多种色素，不同色素对光的吸收度不同，可利用光谱仪测出叶绿素的可见光吸收光谱。

实验器材：

器材：计算机、光纤光谱仪

其他耗材：烧杯、洗瓶、铁架台、铁圈、漏斗、剪刀、研钵、研杵、玻璃棒、滤纸

实验药品：

二氧化硅粉末、碳酸钙（沙粒）、绿叶 20g 左右、乙醇 10mL、蒸馏水

实验装置图：



实验步骤：

1. 溶液配制：


（1）制取叶片中的叶绿素。首先分别称取5g的绿叶（尽可能避免叶片的静脉和茎），用剪刀剪碎后分别放入研钵中加入干净的砂浆、1g二氧化硅粉末、1g碳酸钙粉末和20mL 95%的乙醇，用研杵研磨2~3min使混合物尽可能的混合，用铁架台、滤纸、玻璃棒过滤溶液保存在烧杯中；

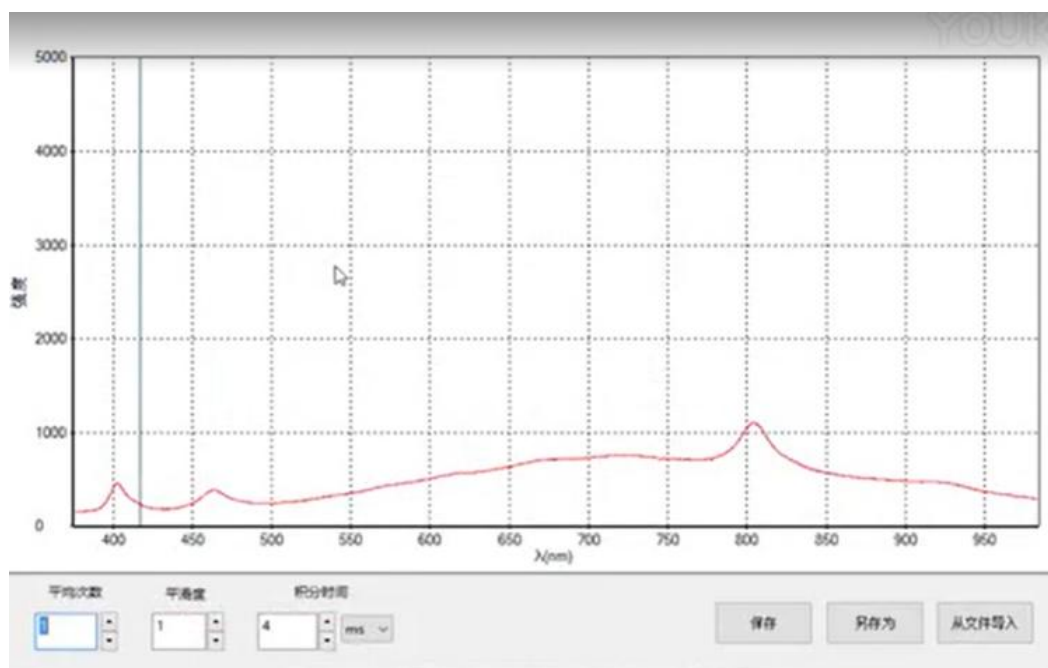
（2）用2mL的乙醇加入蒸馏水至10mL，得到20%的乙醇溶液。

2. 连接装置：将光谱仪与电脑连接，打开“Spectrometer”软件，界面左下角显示“准备就绪”，右下角按钮变绿，则仪器连接完成；



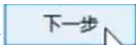
3. 软件设置：



（1）点击工具栏上的  按钮，选择  新建测量，弹出新建测试的界面；

点击  吸光度测量 按钮，开始吸光度测试，并弹出测试向导；

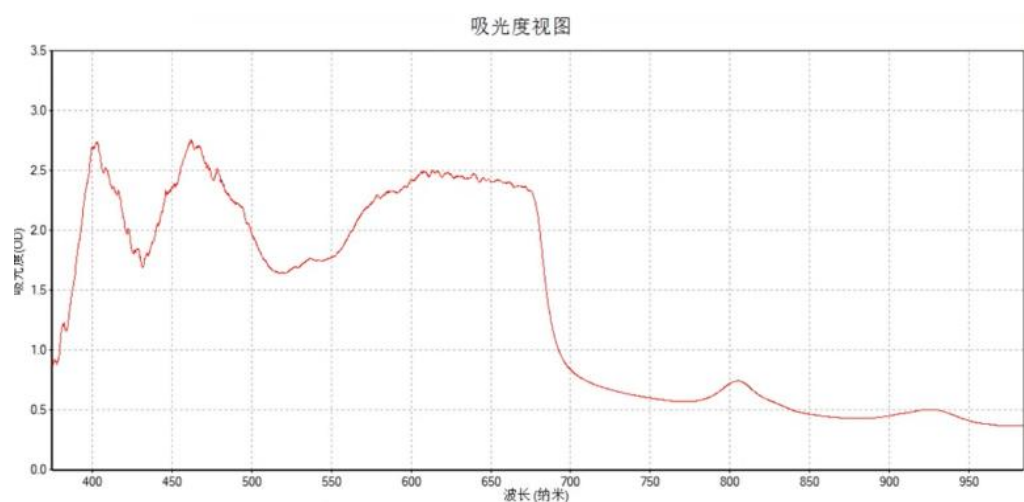


选择吸光度测量后进行校准，用箭头滴管将 20%的乙醇溶液滴入比色皿的 3/4 处，放入比色皿槽中；

根据测试向导，调整积分时间 （使最高波峰峰值在饱和强度值的 80%为宜）、平滑系数和取样平均次数（当存在较大噪声或者波形变化较大时，可以设置合适的取样平均次数，降低噪声和获得稳定的数据），修改完成后，点击  按钮，保存参考光谱数据，然后，点击  按钮；

（2）遮挡光源，采集暗光谱。把光纤黑色插头端插入比色皿槽遮挡光源，使光源光线无法进入光谱仪，然后点击 ，保存背景光谱；点击  按钮，结束测试向导，进入吸光度测试界面。

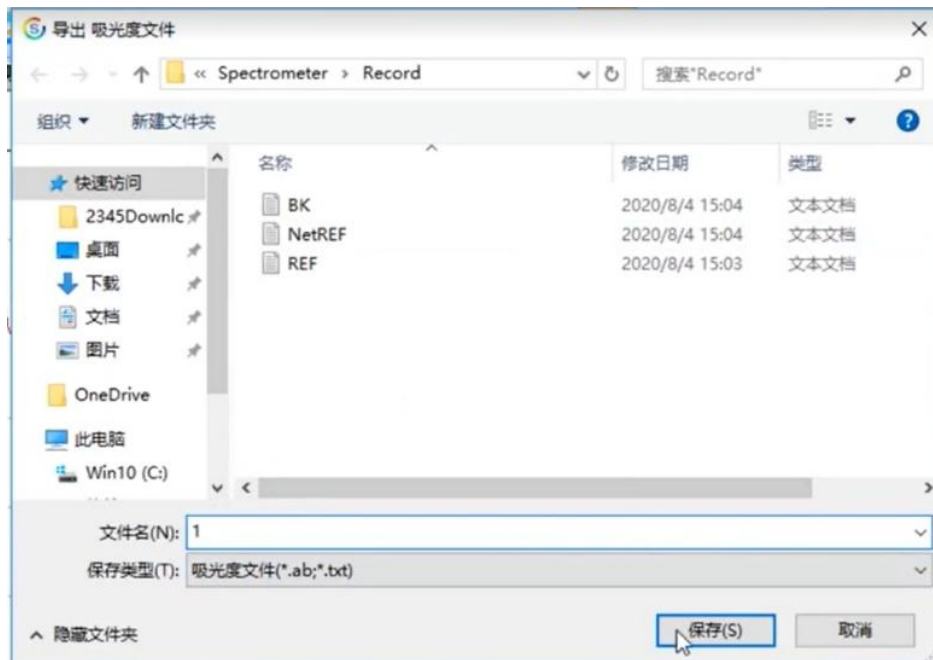
4.采集数据：用胶头滴管将提取的烧杯 1 中的叶绿素溶液滴入到比色皿 3/4 处，放入比色皿槽中，得到如下吸光度图：



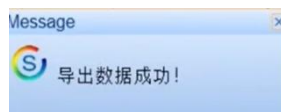
叶绿素溶液吸光度图示例



点击 导出数据按钮，弹出界面：



存储界面

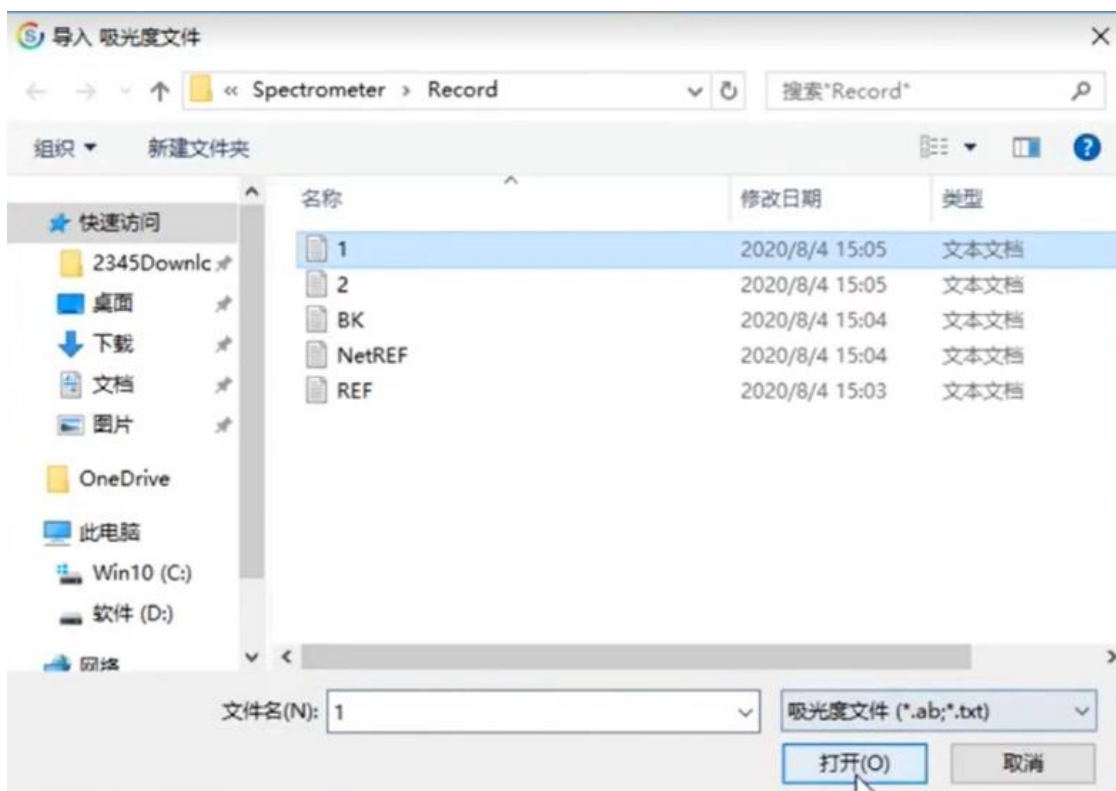


将数据命名 1，导出保存，右下角弹出界面：

更换溶液进行数据测量：依照上述步骤，测量烧杯 2 和烧杯 3 中的叶绿素提取液的吸收光谱，测量完毕后进行数据处理。



5. 数据处理：点击 数据导入按钮，弹出界面：

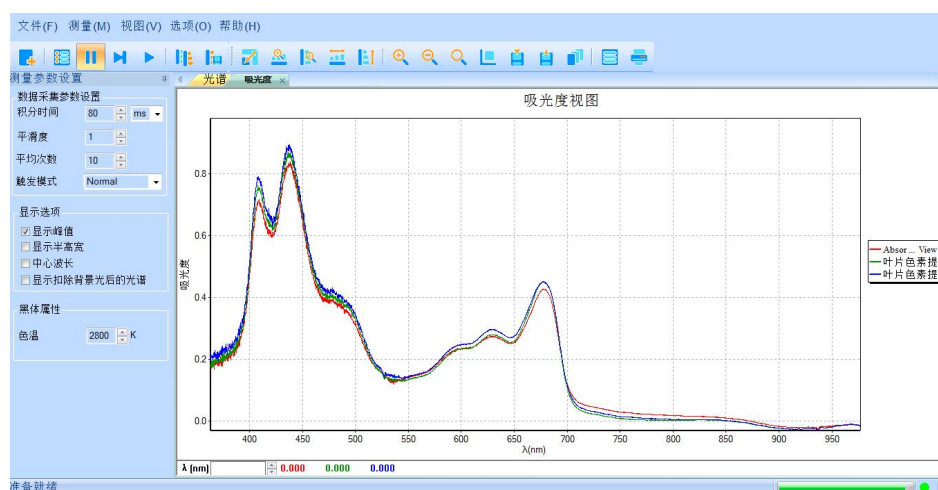


存储界面

将所有叶绿素的吸光度数据导入分析。

所有叶绿素提取液的吸光度数据导入后，即可直观的观测吸光度值，由于叶绿素提取液中含有不同的叶绿素种类，而不同种类的叶绿素有不同的吸收波长，我们可以参考标准的叶绿素吸光度进行吸光度分析。

实验结果：



实验结果图

(1) 由实验结果图可知，同一种植物的叶绿素含量有所差异，所以吸光度存在一些明显差异。

(2) 对比实验结果

色素	吸收峰色素波长(nm)
----	-------------

叶绿素 A	430 和 662
叶绿素 B	453 和 642
叶黄素	446
花青素	520
类胡萝卜素	460~550

上表是最常见的植物色素吸收峰的波长，从上一步骤的实验结果图可以得到该叶片主要吸收了红光和蓝紫光，又因叶绿素 A 主要吸收红光，叶绿素 B 主要吸收蓝光。我们实验中的吸收峰分别是 423、458、630、679，对应上表中的叶绿素 A 在 430 和 662 具有色素吸收峰，叶绿素 B 在 453 和 642 具有的吸收峰，得出实验结果。

注意及建议：

先安装专用软件 Spectrometer，再安装 USB 驱动，安装时要保证光纤光谱仪处于连接状态。

思考与探究：