

探究性实验



实验九



不同浓度 CO_2 对C3和C4植物 光合和呼吸速率以及生长的影响



Contents



目录

- 1 实验目的
- 2 实验背景
- 3 实验原理
- 4 实验材料
- 5 实验步骤
- 6 小结





实验目的

1. 探究 CO_2 浓度变化对植物光合和呼吸作用的影响;



2. 掌握氧电极的测定原理和方法;



3. 了解植物的光合作用与气候和农业种植之间的关系。





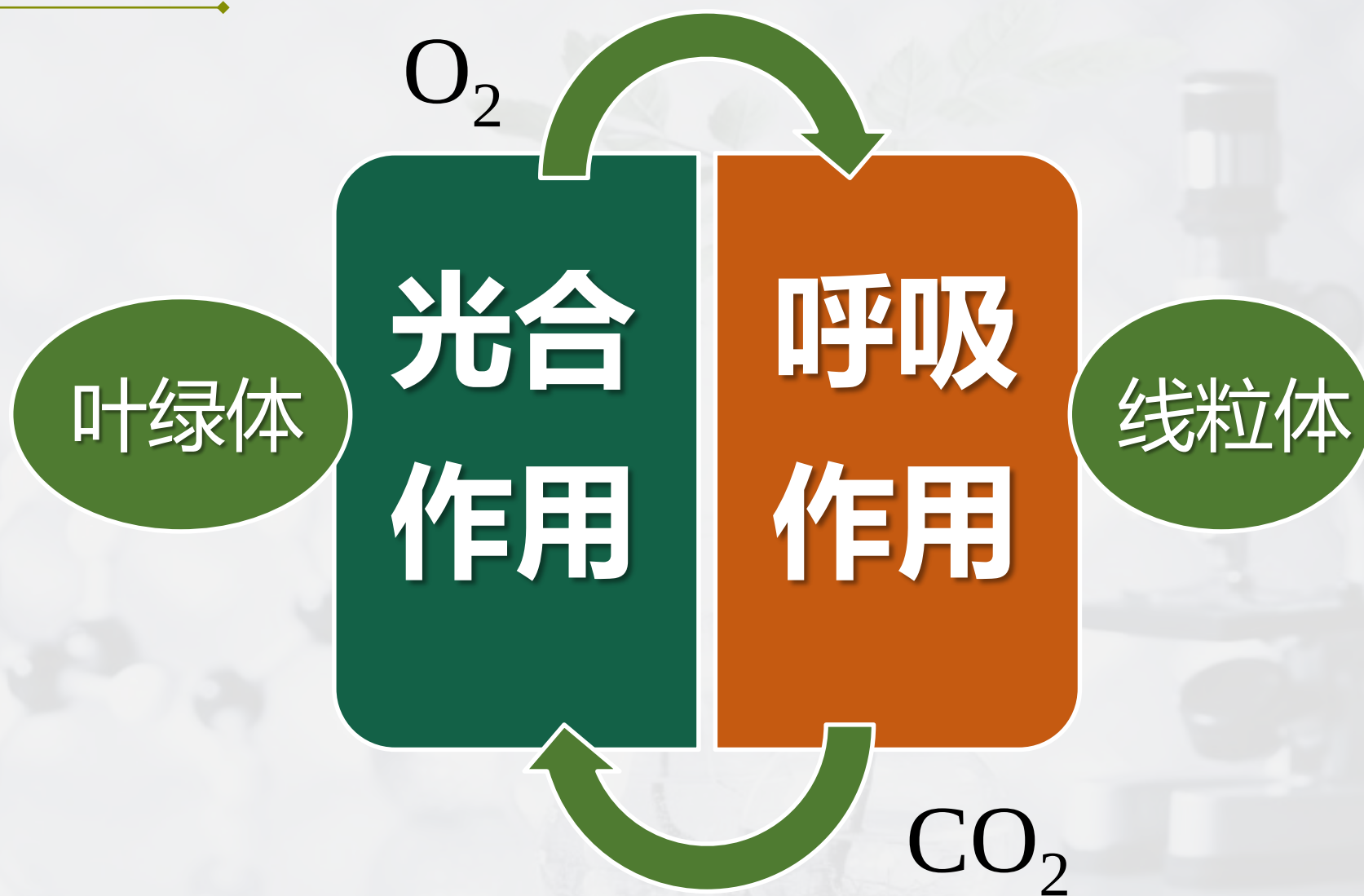
实验背景

植物 CO_2 O_2



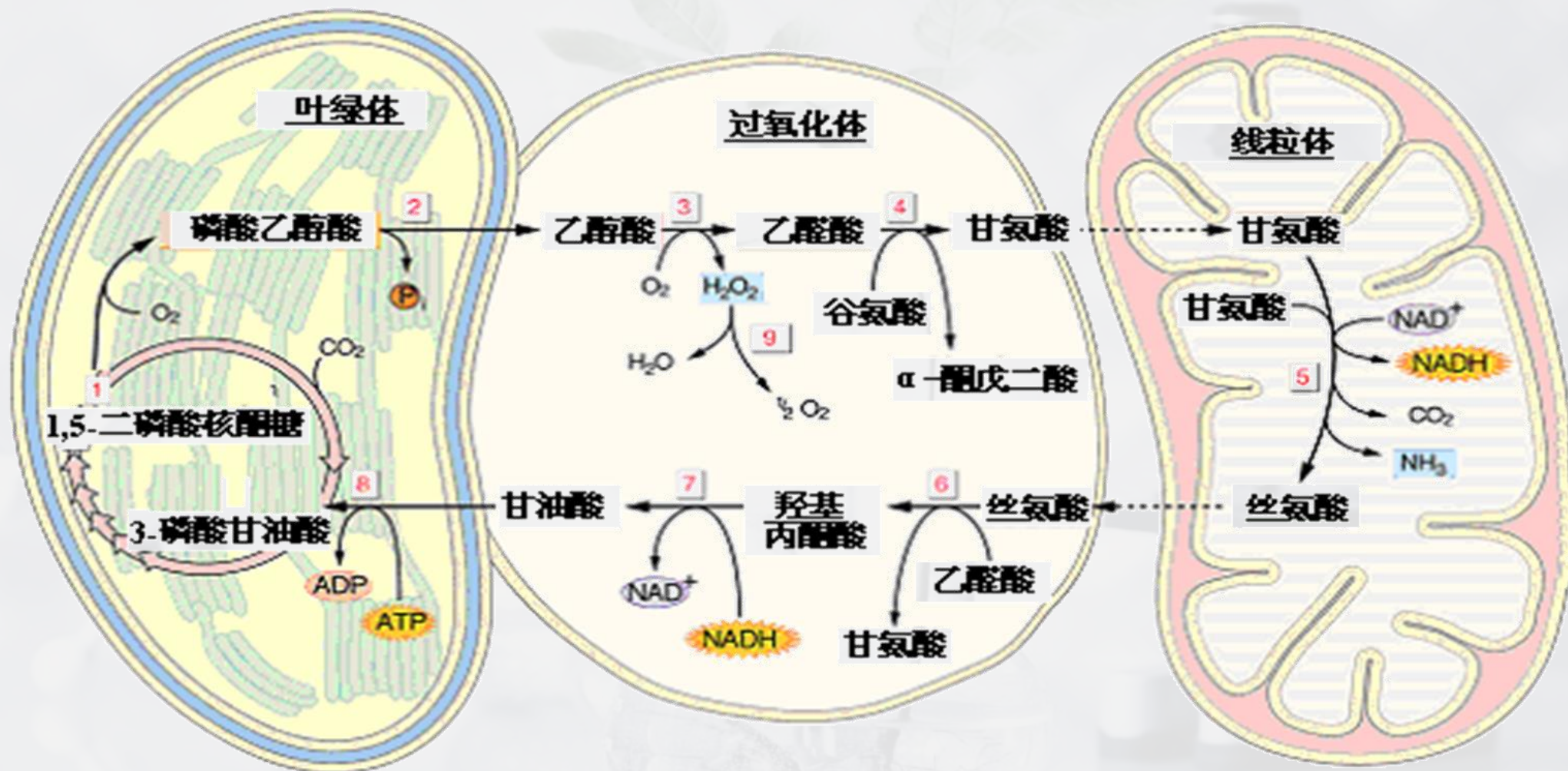


实验背景





实验背景





实验背景



光呼
吸

CO₂

光合
作用

呼吸
作用





C3 植物

正常空气CO₂ 浓度360mg/L



最适浓度1000mg/L



光合作用

提高CO₂浓度，在一定浓度范围内能促进光合效率的增加，提高产量。



C4 植物

01

可以高效利用CO₂

02

如果进一步提高
CO₂浓度，还会影
响呼吸作用

03

高CO₂浓度又会抑
制光呼吸，减少
光合作用所固定
的能量损耗，一
定程度增加作物
产量



实验背景

温室气体(Greenhouse gases) :

指大气中能吸收地面反射的长波辐射，并重新发射辐射的一些气体。



水汽
(H_2O)



二氧化碳
(CO_2)



氧化亚氮
(N_2O)



氟利昂



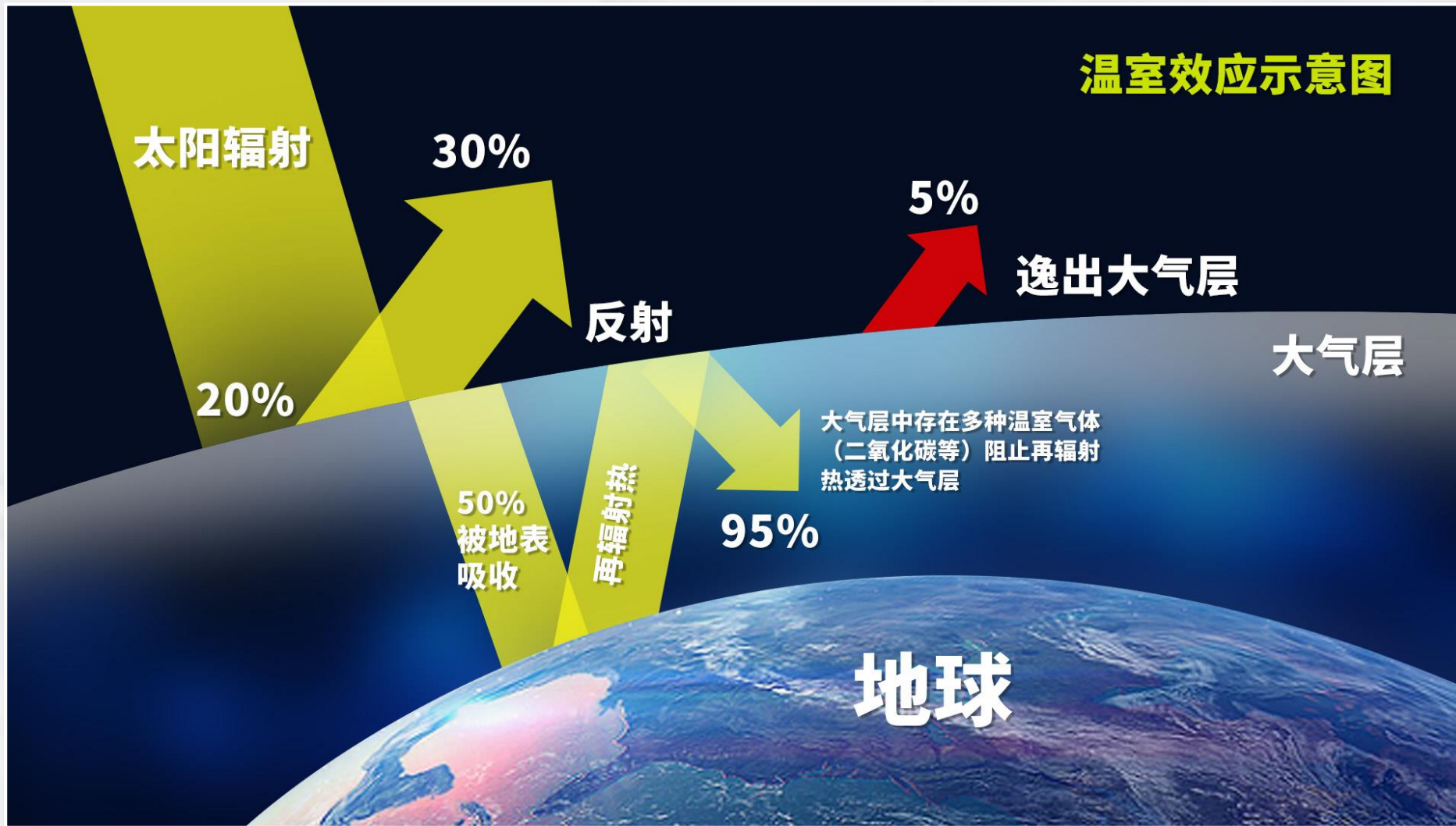
甲烷
(CH_4)



地球大气中主要的温室气体



实验背景





实验背景

温室效应(Greenhouse Effect)：

大气能使太阳短波辐射到达地面



地表受热后

向外放出的大量长波热辐射线



这些长波辐射却被大气吸收



这样就使地表与低层大气层作用，类似于栽培农作物的温室，故名温室效应。



植物如何面对增高的CO₂?

二氧化碳 增加

虽然有利于增加绿色植物的光合产物，随着温室效应的日益严重，CO₂的增加在引起的气温和降水变化的同时，也在影响和改变气候生产潜力，从而改变生态系统的初级生产力和农业的土地承载力。



气候生产 潜力

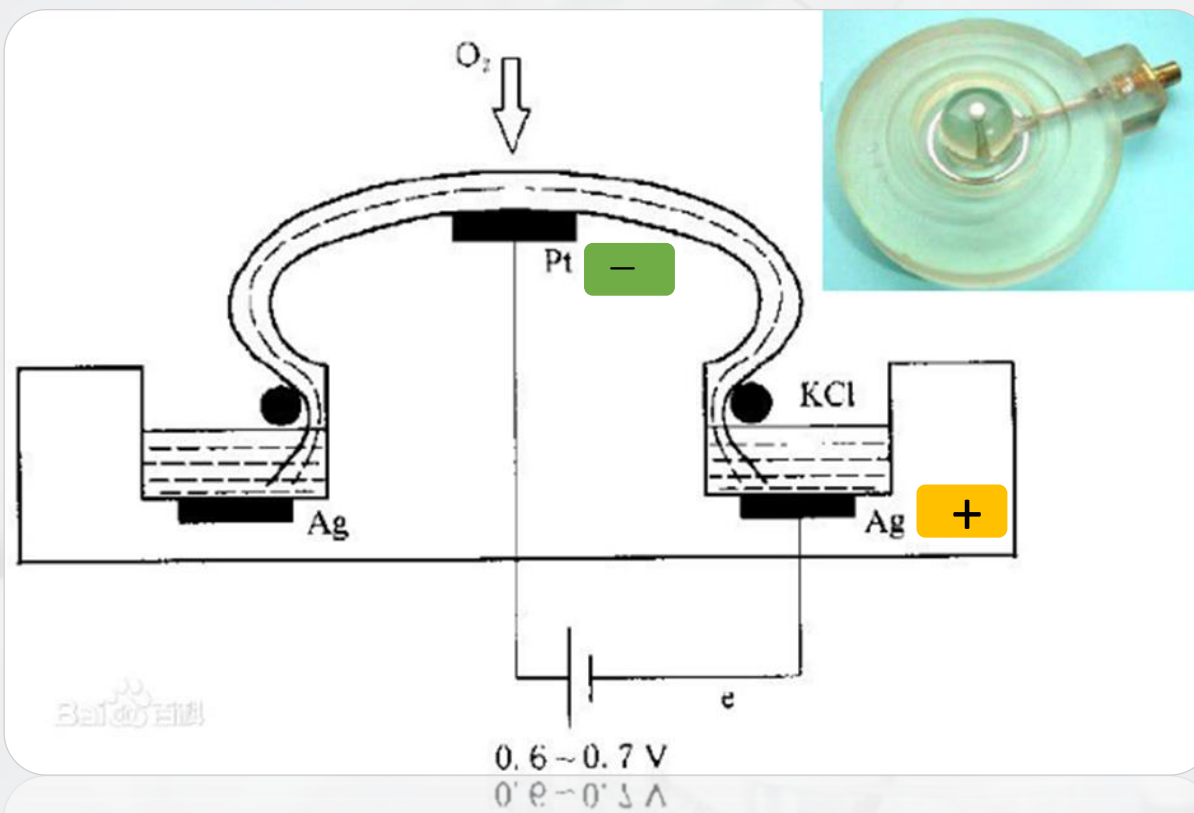
指一个地区当土壤肥力和农业技术措施等指标都在最适宜条件下，由太阳辐射、温度和水分等因素共同决定的单位面积的可能作物产量。单位:吨/公顷·年





实验原理

氧电极测定原理：



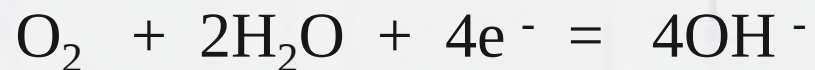


实验原理

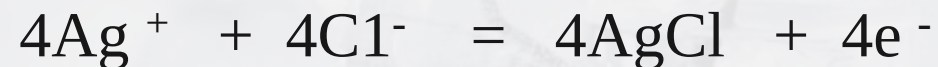
氧电极测定原理：

当两个电极之间未加极化电压时，回路里几乎没有电流通过；
当外加一个直流电压为氧的极化电压（0.7V）时，

则氧分子在铂阴极上得到电子， O_2 被还原



在阳极上；发生银的氧化反应：



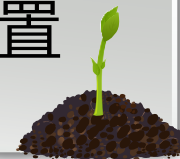


叶碎片光合与呼吸测定原理

离体的叶碎片在水溶液中能进行呼吸作用，如供给 CO_2 底物并给予光照，叶碎片便进行光合作用。



呼吸的耗氧量与光合的放氧量能被氧电极测氧装置所测定。



由于测定的叶片浸在水溶液中，气孔在这种条件下通常是张开的，这就免除了气孔开度变化的干扰。





实验材料



小麦



玉米



黄瓜





实验流程

01

培养材料



02

不同浓度CO₂
培养



03

测定植物的鲜重
和干重



04

剪取叶片
进行排气



05

氧电极的调试



06

光合放氧和呼吸
放氧速率的测定





实验步骤



1. 用含有不同浓度CO₂的空气培养植物

培养条件包括：

正常空气，和CO₂浓度分别为0.1，0.2，0.3，0.4和0.5% 的空气。





2. 鲜重和干重的比较

01

分别收获单株培养苗的地上部分



02

称鲜重



03

80度烘干后，
称干重



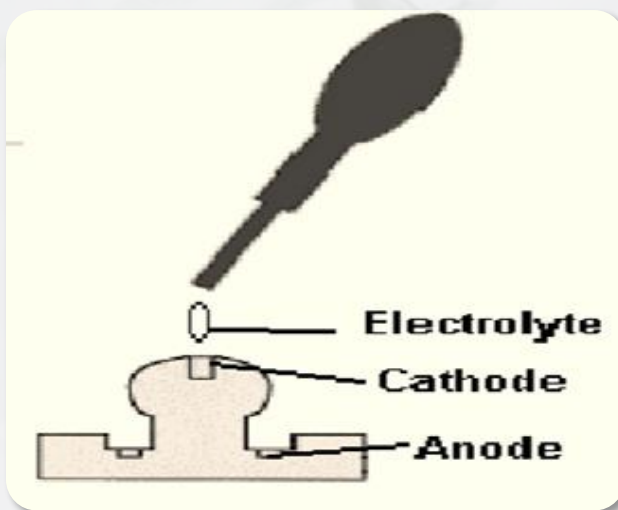


3. 光合和呼吸速率的测定

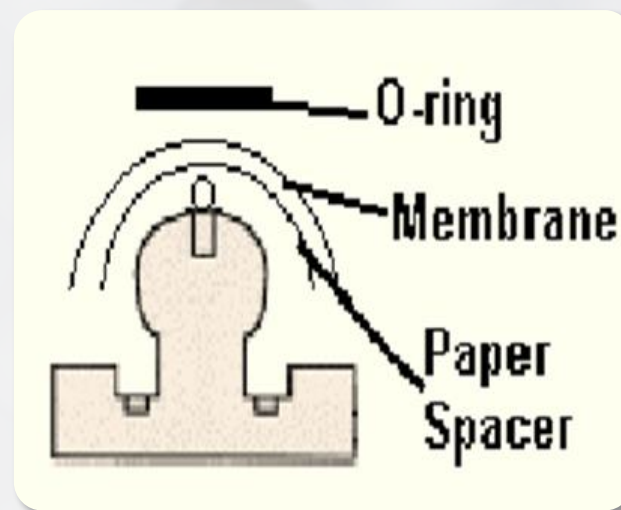
(1) 电极膜的安装



1. 清洁电极



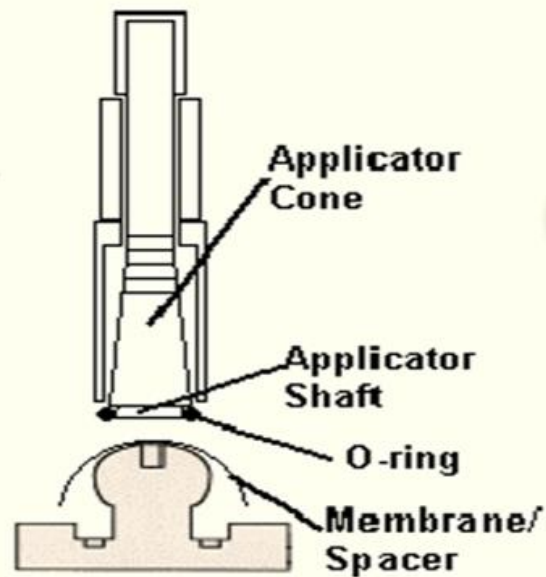
2. 滴加1小滴 电解液，并覆盖盐桥纸（宽5mm）



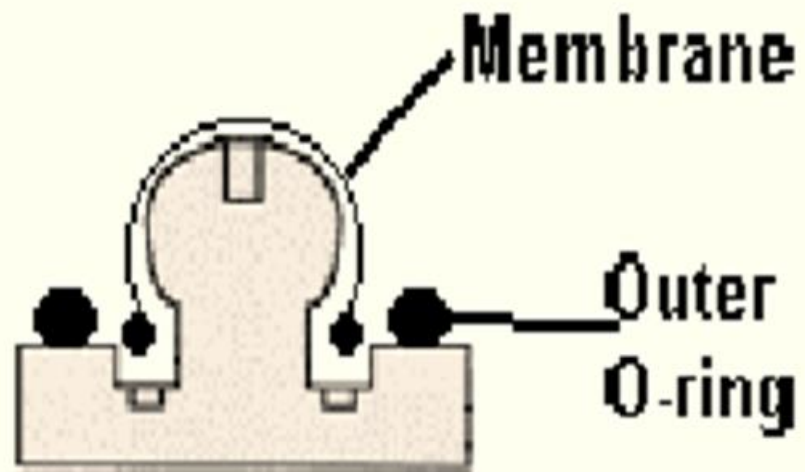
3. 电极膜覆盖在盐桥纸片上面



(1) 电极膜的安装



5. 安装电极膜



6. 检查膜的完整性



(2) 氧电极系统的安装

01

将电极和反应杯安装在一起

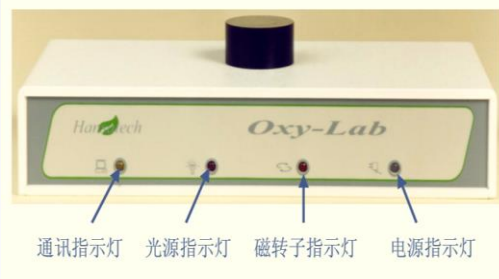


顺时针旋转底座安装电极

02

将电极系统安放在控制盒上

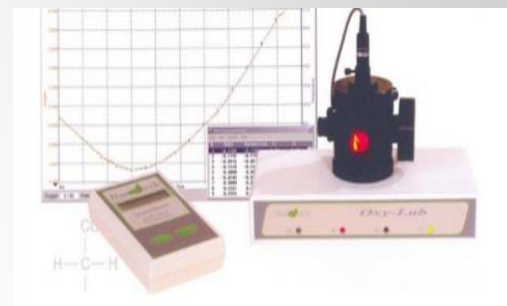
OXYG1 氧电极控制盒



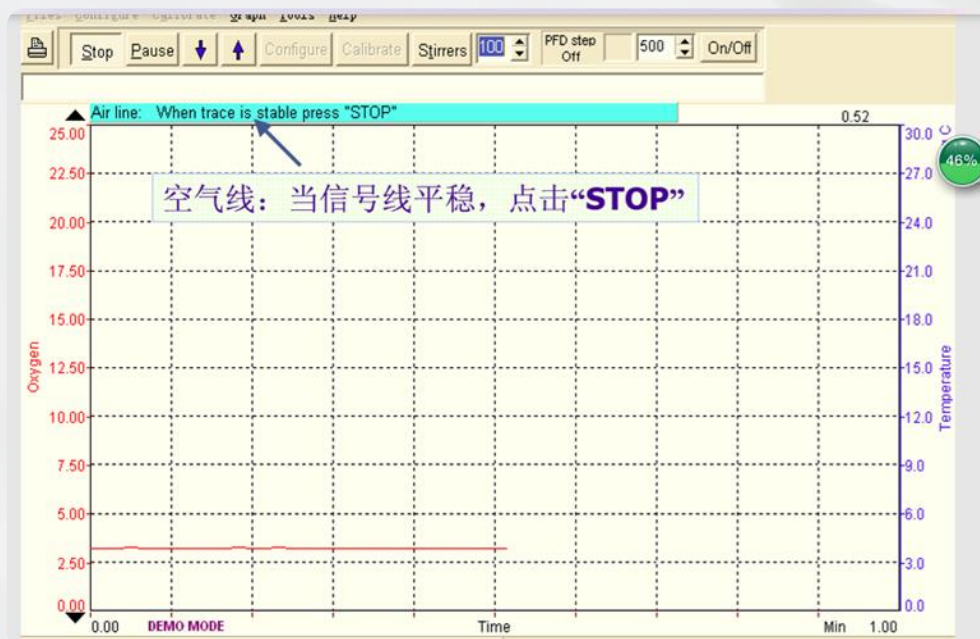
03

连接线路:

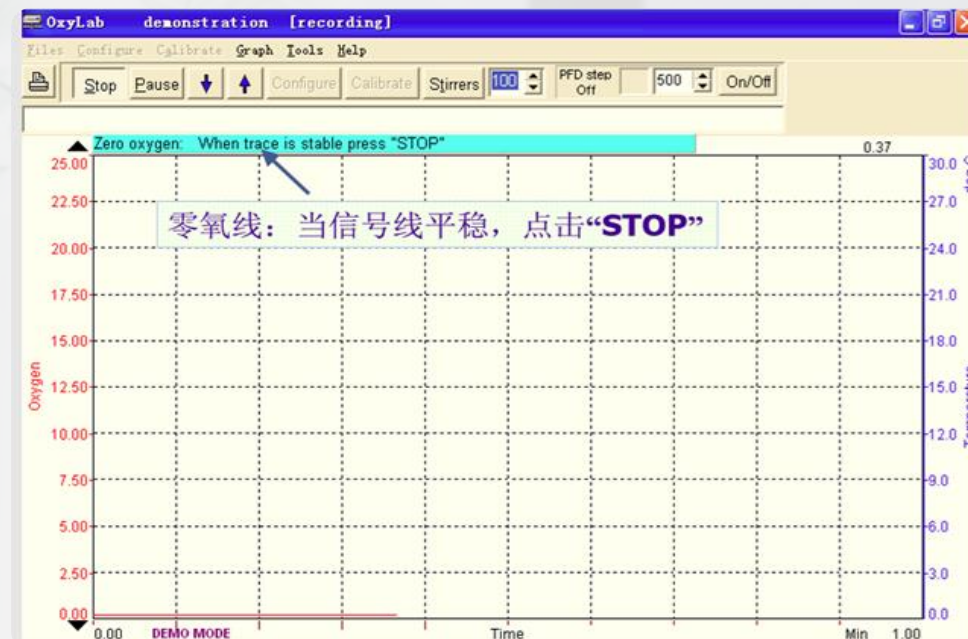
1. 控制盒与电脑
2. 控制盒与氧电极



(3) 氧电极的校正



1. 建立空气线

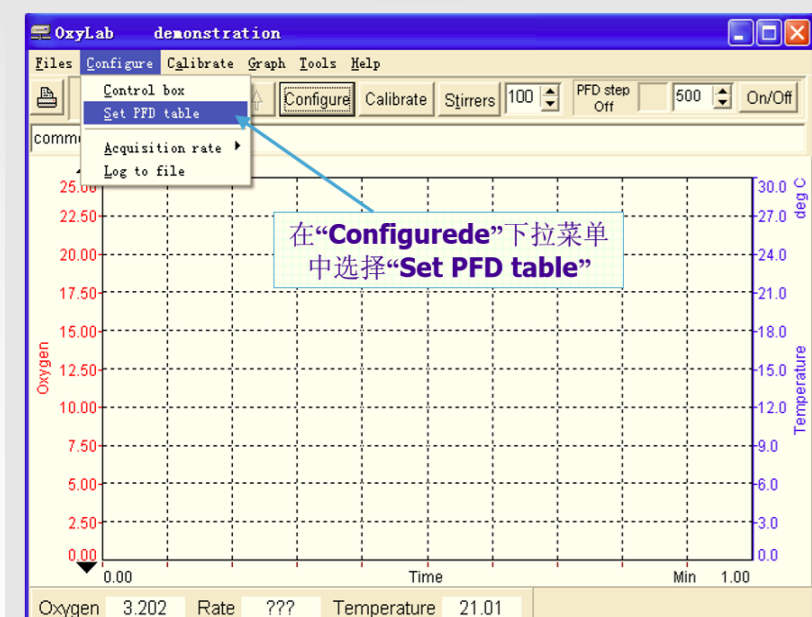


2. 建立零氧线

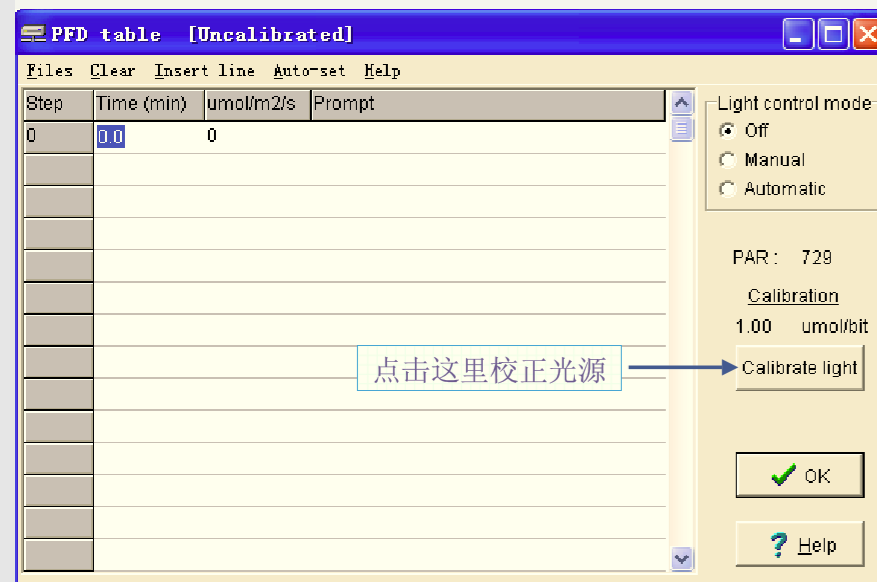


(4) 光源的校正

01



02



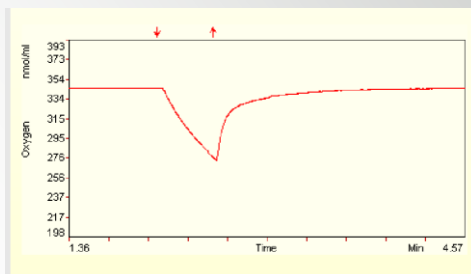
(5) 电极敏感性测试

01

取充分搅拌后被空气氧饱和的水加入反应杯中，启动磁转子进行平衡。然后点击“Star”按钮进行记录，得到记录信号。

02

点击“Stirrers”关闭磁转子停止搅拌，这时记录信号下降（因为靠近电极膜水层的氧被耗尽）。



03

重新启动转子，这时记录信号上升（因为在转子的搅拌下，反应杯中的水又重新达到了平衡）。



氧电极安装和校准的网址



<https://v.qq.com/x/page/g0682tv3bc5.html>?氧电极的安装



<https://v.qq.com/x/page/e0807yb398i.html>?氧电极的校准



实验步骤



1. 材料准备，排除叶内气体

01

取小麦、水稻等植物叶片，用双面刀片划取或剪成面积约为 $1\sim 2\text{mm}^2$ 的碎片（按每毫升反应体积需 0.5cm^2 叶碎片取样）



02

将叶块放入盛有测定介质的离心管中



03

手工真空渗入或真空泵进行





实验步骤



2. 样品测定

01

把下沉叶碎片连同测定介质一起倒入反应杯，盖上反应杯塞。



02

打开光源



03

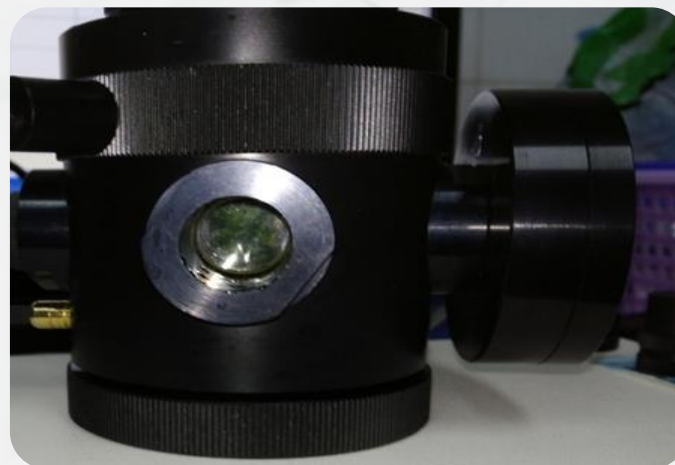
开启电磁搅拌器，显示器给出测定曲线



补充：测定叶片放氧速率的2种方法



剪碎叶片法



完整叶片法



测定氧电极时注意事项



- 耗氧剂和 NaHCO_3 溶液要现用现配。
- 电极在使用过程中会发生污染，电解液浓度也会逐渐改变，使灵敏度下降。因此每次使用前，需用专用清洗剂擦洗电极，重新安装电极膜。
- 单独测定呼吸速率时，测定介质中不必加 NaHCO_3 。
- 室内培养的材料，应该预先用强光照射，以促使气孔打开。
- 若反应杯内存在气泡，或叶片切得过大，或搅拌速率不匀时，都会使记录曲线扭曲，应注意避免。

氧电极校准（液相体系）-步骤4/5 在反应室中建立“零氧”环境

- ◆ 使用耗氧剂（**连二亚硫酸钠**）耗尽空气饱和水中氧气
- ◆ 注意检查耗氧剂有效性，如无**臭鸡蛋味**则已失效
- ◆ 注意耗氧剂如使用溶液则需**现用现配**，约**18mg**（体积约半个大米粒大小）即可，请勿过量意使信号反弹，约**20μl**水溶解加入反应室
- ◆ **加入耗氧剂后再点击OK键进行匹配！**

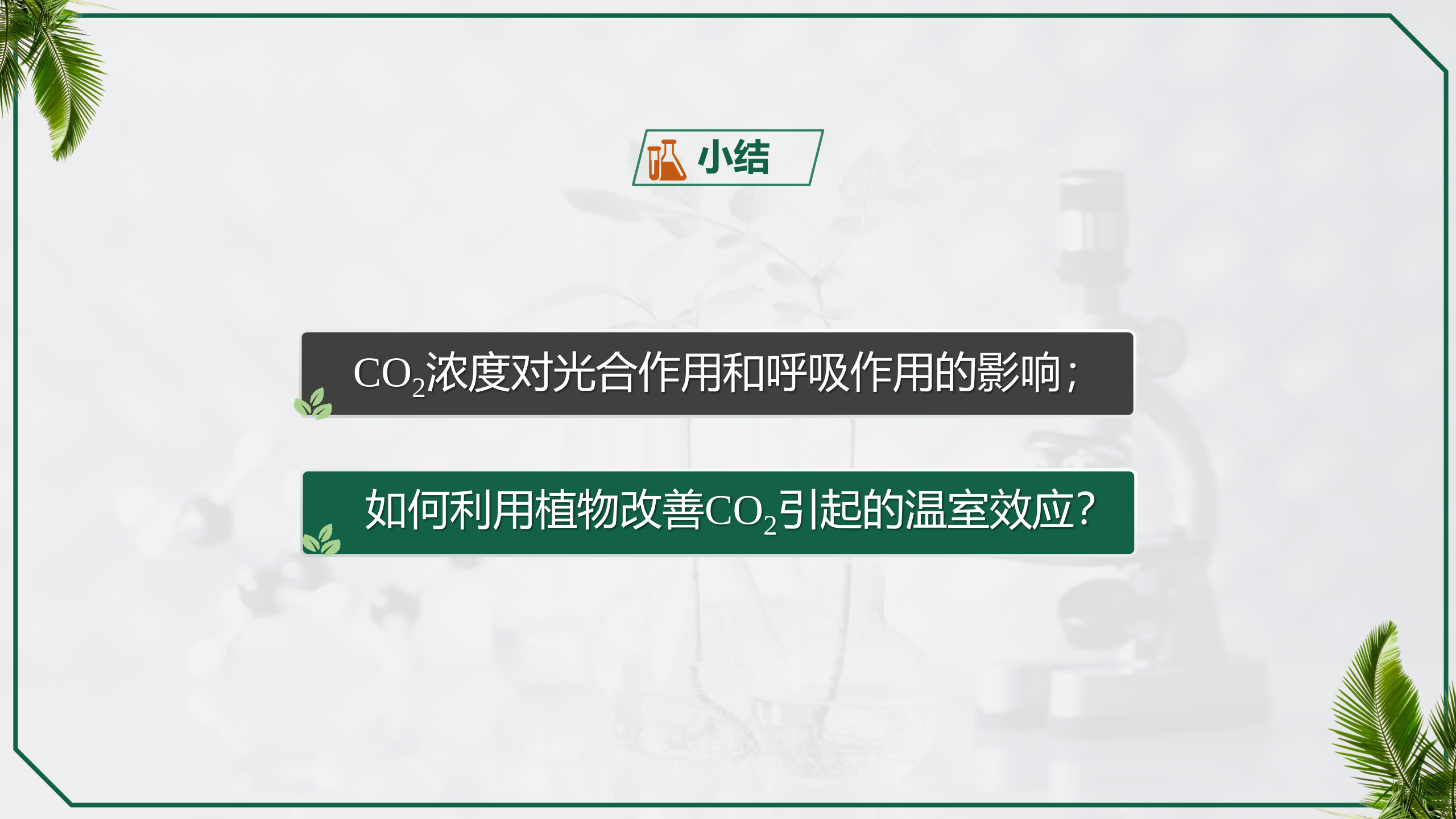
Oxygen Calibration (Liquid Phase) - Step 4 of 5

Establish zero Oxygen in the chamber.

OK

Cancel

Help



小结



CO₂浓度对光合作用和呼吸作用的影响；



如何利用植物改善CO₂引起的温室效应？





延伸问题

 CO_2 浓度变化对光呼吸的影响？

 CO_2 和全球气候变化对农业发展的影响？