

# 探究光照强度对篁藻光合作用强度的影响

张 妮 (广东省佛山市南海区第一中学 佛山 528200)

**摘要** 针对人教版高中生物学教材中“探究环境因素对光合作用强度的影响”在实验教学中存在的问题,选取篁藻作为实验材料,并设计了新的实验装置探究光照强度对篁藻光合作用强度的影响。实验过程操作简单、所需时间短,实验现象直观明显,使学生真正参与到实验探究活动中。

**关键词** 篁藻 光合作用强度 实验装置 实验探究

## 1 问题的提出

“探究环境因素对光合作用强度的影响”是人教版高中生物学必修1第5章第2节“能量之源——光与光合作用”中的一个探究实验。该实验不仅可以帮助学生理解光合作用的原理和过程,而且还能够提高学生实验设计能力和培养学生探究性思维,是高中生物学实验教学的好素材。然而,在实际的实验教学中,发现该实验操作复杂、耗时长,很难在一节课的时间内有效完成。相关调查发现,只有18.67%学校开展该实验,而开展该实验的学校中有83.87%的老师表示该实验效果一般或很难成功<sup>[1]</sup>。在实验教学中主要存在以下两个问题:

**1.1 实验材料** 该实验在教材中建议选择菠菜叶作为实验材料,并用1 cm的打孔器制取菠菜圆形叶片。然而在实验教学中发现,用厚实的菠菜叶制取的圆形叶片因叶片较厚、重量重,用24 W台灯进行照射时,很难有圆形叶片上浮。而当用幼嫩菠菜叶制取的圆形叶片并用24 W台灯进行照射时,25~30 min后逐渐有叶片上浮。

**1.2 实验方法** 教材中建议用“真空渗水法”将菠菜圆形叶片内气体逸出。操作过程中需要用一根手指堵住注射器前端的管口,同时用另一只手反复拉动注射器活塞。在这个过程中学生容易出现漏气或堵紧注射器前段管口却拉不动活塞的现象。导致无法快速除去叶片细胞间隙内的空气,严重影响实验课堂的进程。

为了确保该实验如期进行,笔者利用简单的实验器材设计了新的实验装置,简化了实验操作,缩短了实验时间,同时获得更加明显、直观的实验现象,提高实验课的效率 and 成功率,使这一探究实验能真正在课堂中进行(©电子资源)。

## 2 实验材料器具和实验装置

**2.1 实验材料** 选用单子叶沉水草本植物——篁藻(图1)作为实验材料,取材便利,价格便宜(采购于广州市花地湾花鸟市场)。将生理状况相同的篁藻,平均分成三组并用剪刀剪成小段,使篁藻叶片舒展开并悬浮在溶液中,避免因篁藻叶相互挤压影响受光面积。



图1 实验材料篁藻

**2.2 实验器具和试剂** 10 mmol/L NaHCO<sub>3</sub> 溶液、有色液滴(龙胆紫或有色墨水)、6 W、12 W、24 W LED台灯、250 mL抽滤瓶、1 mL刻度移液管、三角架、乳胶管、温度计、2 L烧杯、秒表。

**2.3 实验装置** 实验装置如图2所示,首先在抽滤瓶内加入400 mL富含CO<sub>2</sub>溶液(10 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>溶液),然后放入实验材料篁藻,接着用洗耳球吸取少量有色液滴(龙胆紫溶液或有色墨水等)到移液管中,再用乳胶管连接抽滤瓶口和带有有色液滴的移液管,盖上抽滤瓶塞子。为防止移液管从三角架中滑落引起安全性问题,可用透明胶和小纸条在三角架设置2个卡槽,卡住移液管。

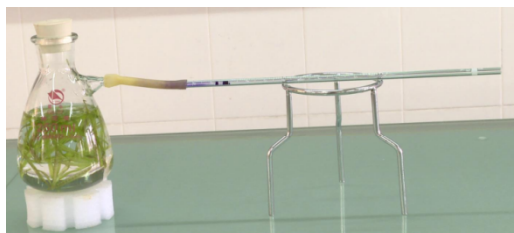


图2 测定光合作用强度实验装置

## 3 实验操作

取A、B、C三个抽滤瓶,分别加入400 mL 10 mmol·L<sup>-1</sup> NaHCO<sub>3</sub>溶液,然后在A、B、C三个抽滤瓶中分别放入等量的准备好的篁藻,注意尽量使篁藻叶片舒展,悬浮。接着按图2组装实验装置,分别用6 W、12 W、24 W LED台灯等距离直接照射实验装置,并记录有色液滴在移液管中的起始位置。然后,分别于5 min、10 min、15 min、20 min后记录有色液滴在移液管中的位置,并重复实验3次。

#### 4 实验结果与分析

在光照条件下藻类进行光合作用产生  $O_2$ , 导致抽滤瓶内压强增大, 有色液滴在移液管中向右移动。为便于学生观察和理解, 该实验将相同时间内有色液滴在移液管中向右移动的体积 (mL), 作为不同强度的光照条件下光合作用强度的测量指标。结果显示, 在相同时间内, 有色液滴向右移动的体积与光照强度呈明显的正比关系, 说明藻类的光合作用强度随着光照强

度的增强而增强。当光照强度为 24 W 时, 有色液滴在移液管中移动的体积最大, 藻类的光合作用强度最大 (表 1)。单位时间内有色液滴在移液管中向右移动的速率, 在一定程度上可以反映藻类的净光合作用效率, 结果如图 3 可知, 藻类的净光合作用效率随着光照强度的增大而加快, 当光照强度为 24 W 时, 藻类的净光合作用效率最大。

表 1 不同光照强度下有色液滴在移液管中向右移动体积 (mL)

组次	6 W				12W				24 W			
	5 min	10 min	15 min	20 min	5 min	10 min	15 min	20 min	5 min	10 min	15 min	20 min
1	0.04	0.09	0.14	0.19	0.12	0.19	0.29	0.36	0.34	0.44	0.69	0.89
2	0.08	0.14	0.2	0.26	0.11	0.2	0.29	0.38	0.24	0.54	0.75	0.89
3	0.09	0.14	0.24	0.28	0.12	0.2	0.26	0.34	0.36	0.62	0.82	1
平均	0.07	0.12	0.19	0.24	0.12	0.20	0.28	0.36	0.31	0.53	0.75	0.93

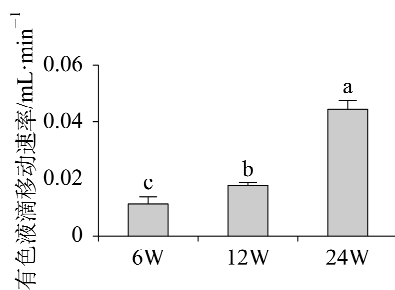


图 3 不同光照强度下有色液滴在移液管中向右移动速率

#### 5 实验的评价

笔者通过选取藻类作为实验材料和设计新的实验装置, 有效解决了实际教学中遇到的问题。优化后实验材料成本低, 实验仪器简单常见, 容易操作、易于推广。同时, 实验时间短, 实验效果直观、明显, 大大提高实验课堂效率和学生的学习兴趣。此外, 实验过程中增加对无关变量温度和  $CO_2$  的控制, 使实验更加科学、严谨, 提高实验的可信度, 有利于培养学生严谨的科学态度和创新精神。

该实验装置除了应用于探究光照强度对光合作用

强度的影响外, 还可应用于探究其他环境因素, 如光质、温度、 $CO_2$  浓度等对光合作用强度的影响。若将该装置置于黑暗条件下, 藻类不能进行光合作用, 但其本身的呼吸作用消耗抽滤瓶内的  $O_2$ , 导致抽滤瓶内压强减小, 有色液滴在移液管中向左移动。因此, 该装置还可以应用于探究“不同环境因素对呼吸作用的影响”等实验。以此开展学生的第二课堂实验, 不仅可以解决教学中的难点内容, 呼吸速率、总光合作用速率、净光合作用速率的重点、难点内容, 还可以有效培养学生的实践能力、实验探究能力, 以提高学生的生物学学科核心素养。



④ 电子资源

#### 主要参考文献

- [1] 胡秀美. 高中生物实验教学的优化研究——以高中生物必修 1 为例[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2016. ◆