

教学园地 Teaching

“环境因素影响光合作用的叶圆片上浮法”实验的改进

江月玲*, 刘顺枝, 胡位荣, 姚美玲

广州大学生命科学学院, 广州 510006

“环境因素影响光合作用的叶圆片上浮法”实验是植物生理实验课中的经典性实验之一(张志良和瞿伟菁2003), 在多年的实验教学过程中, 我们感到实验指导书中所介绍的实验方法, 无论从实验内容还是从实验的具体操作过程来说, 都显得比较简单, 实验中的光照、温度和 CO_2 这三个环境因素的设定也不够严谨, 缺少代表性和普遍性, 体现不了自然界中一般植物的环境生存状态。学生做过实验后, 对各种外界因素影响光合作用的印象不够深刻。为了解决这一问题, 近年来我们将这个实验作为设计性实验, 并对这个实验作了一些改进, 实验时由学生自主选择实验材料, 独立制定实验方案和进行实际操作, 教师只为学生准备必需的实验药品、仪器和必要的实验条件, 实验过程中给予必要的帮助和指导(江月玲 2006), 具体做法如下。

1 实验材料多样化

在这一实验中, 不同组的学生分别选取几类比较有代表性和对比性的不同植物作实验材料, 其中有阴生和阳生植物[如白蝴蝶(*Syngonium podophyllum* var. *albolineatum*) and 番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)], 单子叶和双子叶植物[如水稻(*Oryza sativa* L.) and 番薯(*Ipomoea batatas* Lam.)], 经济作

物、蔬菜和花卉[如大豆(*Glycine max* Merr.)、芥蓝(*Brassica alboglabra*) and 月季(*Rosa hybrida*)], 水生植物和陆生植物[如荷花(*Nelumbo nucifera* Gaertn.) and 花生(*Arachis hypogaea* Linn.)], C_3 植物和 C_4 植物[如小麦(*Triticum aestivum* L.) and 玉米(*Zea mays* L.)]等。实验时学生用叶圆片上浮法探究不同的光照强度、光质、温度、 CO_2 浓度等环境因素对光合作用的影响, 记录实验时的温度、光照强度、光质、温度、 CO_2 浓度等, 比较各种植物光合作用的差异, 并得出相关的结论, 从而巩固了理论课中的基础知识, 设计实验、科学思维和综合分析能力也有了提高。

2 实验条件设定的多元化

原有的实验环境因素有3个, 即光照、温度和 CO_2 , 其中光照因素分强光和弱光, 温度分高温和低温, CO_2 也设2个处理: 即加 CO_2 (用玻璃管向冷开水中人工吹气数分钟直至水中 CO_2 饱和。)和没有 CO_2 (用冷开水)。我们认为以上因素的设定过于简单, 没有真正体现出自然界中植物所处的实际环境状态, 针对这些问题, 我们做了以下的改进(表1)。

2.1 光照 光照条件设定为3种, 以人工光照调节成

表1 环境因素对光合作用的影响(叶圆片上浮法)

环境因素	改进前	改进后
光照	强光和弱光	强光、中等光照强度和弱光
光质	没有设定	红、橙、黄、绿、青、蓝、紫7种不同光质
温度	高温和低温	高温、中温和低温
CO_2	加 CO_2 和不加 CO_2	不加 CO_2 、0.5% NaHCO_3 、1% NaHCO_3 和3% NaHCO_3

不同的光照强度, 分别是高光强($1\ 500\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)、中光强($1\ 000\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) and 低光强($300\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)。

2.2 光质 除了设定不同的光照强度以外, 还建议学生探讨不同光质光对光合作用的影响, 通过用一些具有红、橙、黄、绿、青、蓝、紫(光照强

度均为中光强即 $1\ 000\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 因为实验室条件有限, 七色光质并未测定其波长。)等7种不同颜

收稿 2008-12-30 修定 2009-04-28

* E-mail: lindajt@126.com; Tel: 020-39366915

色的透明玻璃纸包裹照明用具,得到不同的光质光,并比较不同光质光对光合作用的影响。

2.3 温度 将原有的实验指导书中的温度(高温和低温)再细分为高温、中温和低温3种。其中高温为45~50℃,中等温度(也就是大多数植物的最适温度)为25~30℃,低温为0~5℃,高温和中温两种温度分别用恒温水浴箱调节而成,低温用冰浴调节而成。

2.4 CO₂ 原有的实验指导书中的CO₂设定比较单一,不能反映出植物所处的实际环境状态,为此,特把CO₂分为4个水平:即没有CO₂(用冷开水)和在浸泡植物材料的水中加入浓度分别为0.5%、1%和3%的NaHCO₃。用不同浓度NaHCO₃调节CO₂的浓度,这比原来用的吹气效果好一些。

3 实验结果的整理

改进前的实验结果相对简单,学生对得到的实验结果分析讨论也相对简单。改进后,由于实验材料的多样化和实验条件的多元化,因此实验结果也比较复杂多样,为此,我们又布置学生按下述要求撰写实验报告。

(1)实验结果的表述形式 为了更直观更清晰地反映出各种不同的环境因素对植物光合作用的影响情况,我们要求学生绘制以下的不同曲线,即:①光合作用与不同类型植物的关系;②光合作用与不同浓度NaHCO₃溶液的关系;③光合作用与光照强度的关系;④光合作用与温度的关系;⑤光合作用与光质的关系。通过曲线图的绘制,学生整理和归纳实验数据的能力得到了锻炼,对实验内容的印象也有所加深。

(2)实验结果的总结 要求学生按如下几个问题总结。即:①相同的温度、光照和CO₂条件下不同植物的植物光合作用变化;②相同的温度和CO₂条

件下不同光照强度对植物光合作用的影响;③相同的温度、光照和CO₂条件下不同光质对植物光合作用的影响;④相同的光照和CO₂条件下不同温度对植物光合作用的影响;⑤相同的光照和温度条件下不同浓度CO₂对植物光合作用的影响;通过以上实验结果的总结,学生归纳和总结实验现象、数据和结果的能力都得到了锻炼和提高。

4 实验报告的写作

要求学生一律按科学论文的写作格式撰写实验报告,实验报告的内容有中文摘要、关键词、前言、材料与方法、结果与分析、讨论、参考文献等。

5 几点建议

(1)材料选择可因地制宜;(2)用光照培养箱调节光照强度和温度等环境因素的实验效果更好;(3)用光学仪器设备设定不同光质光,其间生理辐射比较接近,因而实验结果可能更准确和可能说明问题;(4)探讨一种因素对植物光合作用的影响,应将其他的因素设定在一个比较正常和相同的水平上,这样的实验结果才比较科学和有可比性。

改进的实验有以下的优点:(1)实验材料多样化,实验结果更有普遍性;(2)实验条件多样化,实验结论更严谨和更科学;(3)实验结果表示的改进,可以锻炼学生整理和归纳实验数据的能力,学生总结和归纳实验现象、数据和结果的能力也得到提高,对实验内容的印象也随之加深。

参考文献

- 江月玲(2006). 一种自主、互动式的“蒸腾强度的测定”实验教学模式. 植物生理学通讯, 42 (1): 103~104
张志良, 瞿伟菁(2003). 植物生理学实验指导. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 85~86