

## 植物生理学设计性实验教学的尝试

李忠光\*, 杨仕忠, 龚明

云南师范大学生命科学学院, 昆明 650092

设计性实验是指教师给出实验目的和实验条件, 让学生自行设计并以实验加以证明的实验, 旨在培养学生的质疑能力、探索精神和创新的能力。多年来, 植物生理学实验教学改革大多侧重于实验方法的改进(陈彦等 2006; 刘亚丽和赵喜婷 2006)、教学方法的改革(李忠光和龚明 2002)和考核方法的尝试(李忠光和龚明 2004)等, 而以培养学生综合能力的综合性实验较少, 培养学生创新能力的设计性实验则更少。我们结合植物生理学实验教学的实际, 在完成 6 个基础性实验和 1 个综合性实验(李忠光和龚明 2007)的基础上, 将已经结题的国家自然科学基金、云南省应用基础研究重点项目资助的“植物对逆境胁迫交叉适应的启动信号与适应机制”的部分研究成果转化为植物生理学教学中的设计性实验内容——“热激诱导的玉米幼苗耐热性形成的可能生理基础”, 在一定程度上培养了学生的创新能力。

### 1 实验的安排

设计性实验是在学生完成综合性实验“热激诱导的玉米幼苗耐热性”的基础上开设的。在设计性实验教学中, 将学生分为 5 个小组, 分别以过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)、超氧化物歧化酶(SOD)、抗坏血酸(AsA)、热激蛋白(HSP)和脯氨酸(Pro)等 7 项生理指标为研究的切入点, 探讨“热激诱导的玉米幼苗耐热性形成的可能生理生化机制”。

(1)结合综合性实验内容定出研究方向。在设计性实验教学中, 综合性实验是设计性实验得以顺利完成的基础, 学生在完成综合性实验内容后, 已经对综合性实验内容有了较深入的了解。所以, 教师可结合学生所做的综合性实验内容给出设计性实验的研究方向, 即各实验小组分别以上述 7 个生理指标之一为研究方向, 分别研究各生理指标在“热激诱导的玉米幼苗耐热性形成中的生理作用”。如“POD 在热激诱导的玉米幼苗耐热性形成中的生理效应”等。

(2)查阅文献和设计、修改实验方案。各小组在确定自己的研究方向后, 要求每个小组成员通过查阅大量的文献资料(至少 5 篇中文、1 篇英文), 设计出自己的实验方案, 然后用 5 min 的时间向组员介绍自己的设计方案, 也可以说是答辩。最后, 在老师的指导下, 各小组对每位组员提出的实验方案的质量及可行性共同修改完善, 形成小组的实验方案。

(3)实验方案的完成和科技论文的撰写。此种设计性实验除了上述两个环节在课外完成以外, 还需要 6 周的时间。在这 6 周的时间里, 以开放实验的形式让学生在课余时间自行完成自己的实验方案, 教师只起监督、答疑作用。实验结束后, 要求学生对自己的实验结果进行统计学分析, 制出相应的可以说明问题的具体格式视情况而定的图或表格, 并按照撰写科技论文的格式, 分别将自己的研究内容写出实验报告, 如“CAT 在热激诱导的玉米幼苗耐热性形成中的调节作用”等。

### 2 教学的效果

设计性实验经过在我校生物科学、应用生物教育和生物技术 3 个专业中的探索和尝试, 取得了一定的成绩。

(1)学生的实验设计能力有提高。传统的验证性实验仅要求验证某个理论知识或学会某种实验技能, 学生缺少设计实验的锻炼机会, 缺乏阐明设计方案后的成就感和自豪感, 所以学生对实验的兴趣不大, 实验设计能力不强。而在设计性实验中, 虽然整个实验都在课余时间完成, 但学生的学习热情很高, 哪怕是晚上或周末, 他们都在实验室里查阅资料, 设计实验方案, 做实验。他们各自的实验方案都是经过多次修改完成的, 有的学生修改次数竟达到 5 次之多。每种实验方案都能写出为什么这样做而不那样做的理由。完全

收稿 2007-08-16 修定 2007-08-31

资助 云南师范大学综合性、设计性实验项目。

\* E-mail: zhongguang\_li@163.com; Tel: 0871-5517394

改变了以往仅是千篇一律的验证性实验报告情况。如,有一个以“脯氨酸在热激诱导的玉米幼苗耐热性形成中的作用”为研究内容的小组,他们6个成员提出6种不同的实验方案,有的方案提出要确定脯氨酸处理玉米幼苗的适宜浓度,有的方案提出要确定脯氨酸处理玉米幼苗的最佳时间,有的方案提出研究脯氨酸合成的途径,等等。所有这些实验方案,虽然有者深些,有者浅些,但都抓住了实验设计的关键。

经过设计性实验锻炼后,有些学生获得我校“大学生科研训练基金”,说明他们已经具备初步的设计一个生物学问题研究的能力和素养。正如一位学生在设计性实验体会中写到,“我原先不知道什么是设计性实验,更不知道如何去做设计性实验。通过植物生理学设计性实验的锻炼,让我知道了如何设计、修改、完善和实现自己的实验方案,并从设计性实验中尝到了甜头和乐趣。”

(2)学生的质疑能力和探索问题欲望得到提高和激发。以往的实验课,学生问的和想的都少,老师让他做什么就做什么,不愿多走一步。对实验中出现的一些“奇怪”现象和结果,学生既不想,也不去探究。对于一些选做的实验内容,更是如此。学生只会照葫芦画瓢,由老师牵着鼻子走,表现为质疑能力和探索精神较差。在设计性实验中,学生常常用比较法分析实验内容和方法,找出其中的异同点,并能在实验过程中提出许多很有研究价值的问题。例如,在用邻甲氧基苯酚法测定POD活性时,学生观察到加入终止酶促反应的三氯乙酸后,POD反应产物颜色明显变浅。为了解决这个问题,他们通过反复实验,证

实这种变浅是由于反应的产物4-邻甲氧基苯酚在酸性环境中不稳定所致,因而得出“不能用三氯乙酸终止酶促反应方法测定POD活性”的结论,并认为如果完全按照实验指导(白宝璋和汤学军1993)中的方法测定POD活性,POD活性会严重偏低。还有一个小组在用连苯三酚法测定SOD活性时,见到反应体系中加入SOD后,酶促反应速度不仅没有受抑制,反而加快,学生已经多次重复,但都是这样的结果。后来他们证实测定系统中pH值不能偏高,否则,连苯三酚的自氧化速度会加快,因此认为pH值稳定与否是用连苯三酚法测定SOD活性的关键。经过这样的探索,学生不仅从中感受到成功的喜悦,而且质疑的能力和求索精神都得到锻炼和提高。

总之,设计性实验的开设,对学生的精神和学习态度、实验设计的能力和研究方法都得到综合性的训练,对提高学生的质疑能力、激发学生的求索精神和培养学生的创新能力等都有明显的作用。

#### 参考文献

- 白宝璋, 汤学军(1993). 植物生理学测试技术. 北京: 科学技术出版社, 148~149
- 陈彦, 朱奇, 周坚(2006). 钾离子影响气孔开度实验条件的优化选择. 植物生理学通讯, 42 (1): 101~102
- 李忠光, 龚明(2002). 植物生理学实验教学中的启发式教学. 云南师范大学学报, 3 (1): 42~44
- 李忠光, 龚明(2004). 植物生理学实验的考核方法. 实验科学与技术, 2 (3): 56~57
- 李忠光, 龚明(2007). 科研成果转化为综合性实验内容的尝试. 植物生理学通讯, 43 (2): 345~347
- 刘亚丽, 赵喜婷(2006). 教学实验中硝酸还原酶活性测定方法的改进. 植物生理学通讯, 42 (3): 502