

## 以提高科研能力为目标的植物组织培养实验教学设计与实践

张伟, 李小方, 孙越<sup>(✉)</sup>

华东师范大学生命科学学院, 上海, 200241

**摘要:** 本文主要介绍了以植物组织培养技术为载体, 以提高学生科研能力为目标的植物组织培养实验教学的改革设计与实践研究。本实验课程依托实验教学中心开放平台和植物生理学实验课程网站, 引导学生探究植物激素和培养环境对烟草愈伤组织的诱导作用, 达到提高教学质量, 全面培养学生科研能力的目标。

**关键词:** 组织培养, 实验教学, 科研能力

## Design and Practice of Problem Based Learning in Plant Tissue Culture Experiments

ZHANG Wei, LI Xiao-Fang, SUN Yue<sup>(✉)</sup>

School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China

我国大多数师范和综合院校都普遍开设植物生理学或植物生物技术实验课程, 其中植物组织培养技术作为一项应用领域广泛的重要技术成为该课程的代表性实验。要想通过这样一个以学习培养基配制和无菌操作技术为主的基础实验提高学生综合科研能力、培养学生探究习惯, 无疑对指导教师提出了很高的要求。华东师范大学生命科学学院针对烟草叶片脱分化实验<sup>[1]</sup>进行了大胆改革, 在强化学生实验技能的基础上, 引导学生以小课题的形式进行自主研究。本实验课程注重实验过程的研讨, 重视科研能力的锻炼, 通过严谨的实验数据分析, 促进学生对植物细胞全能性和植物激素的理解。本文对该课程的实施细节进行具体介绍。

### 1 明确教学目标

与传统实验要求学生系统掌握培养基配制、灭

菌和无菌操作技术的目标不同, 改革后的实验课程目标为: 以实验技术为载体, 充分锻炼和培养学生科研思维能力、操作能力、观察和分析能力。为了达到以上目标, 本实验采用探究式教学方法, 要求在掌握植物组织培养技术的同时, 由学生自主探究影响愈伤组织脱分化的因素, 从而提高学生对植物细胞全能性<sup>[2]</sup>基本原理的认识, 理解组织培养技术在生产和科研实践中的应用。本实验将实验技术的学习融入到探究具体问题的过程中, 给予学生更多动手的机会, 引导学生观察现象, 发现问题, 尝试设计研究方案, 让学生在实验教学中心开放平台和植物生理学实验课程网站的支持下, 完全实现全过程的自主实践。

经历这样集综合型和探究性为一体的实验后, 学生能够充分体会到观察能力是科研工作的首要保证, 严谨和艰苦的工作是解决这个问题的必要条件, 从而能够树立起正确的科研态度, 为今后的科研工作奠定基础。

收稿日期: 2014-01-20; 修回日期: 2014-05-15

基金项目: 上海市教委本科重点课程资助

通讯作者: 孙越, E-mail: sunyue@bio.ecnu.edu.cn

## 2 改革实验内容

为了达到上述教学目标，本实验安排 12 个学时，分三周进行，包括理论讲解 2 学时，实验部分 6 学时，研讨 4 学时。在学生完成诱导烟草叶片脱分化形成愈伤组织的基础上，由学生自主设计一个植物激素或培养环境对植物脱分化影响的实验方案，通过具体的操作实施完成研究报告，强调实验技术与具体问题相结合，突出学生主体地位。

理论讲解主要是从外界环境对愈伤组织诱导的关系以及不同植物外植体脱分化和再分化的两个研究案例入手，全面剖析组织培养技术在植物学研究和应用领域的作用，从而促进学生对知识的理解和掌握。

实验部分则依托学生拟定的小课题，在教师指导下由学生自主配制各自研究所需的培养基（3 学时），并统一完成无菌操作（3 学时）。实验结束后，教师布置一个实用性很高的作业来检验学生对植物组织培养技术的掌握程度。例如：请你帮助某中学（大学）设计一个 100 m<sup>2</sup> 的植物组织培养实验室，并简述设计理念。这个作业不仅能够体现出学生对植物组培知识、无菌操作技术的掌握程度，而且也通过案例让学生拓宽了知识的视野。

实验报告的反馈虽然繁琐，但是对学生的提高异常重要，因此研讨课就是提供一个师生平等的面对面机会，总结实验报告，将优秀的部分、错误的实验结果、使用不当的照片都列出来一一分析。此外，研讨课还利用半个小时左右的时间与学生交流课前推荐的课外读物的心得。

经过几年的教学实践，学生的学习主动性明显提高，一方面对实验技术的掌握更加熟练。另一方面学生对植物营养、植物激素和培养环境等知识的理解也更加透彻。大部分学生通过课内学习与课外阅读，端正了学习生命科学知识的态度，对农业问题产生了深刻的理解，愿意将自己的学业与国家发展紧密联系。

## 3 调整考核方式

实验成绩分为实验技术、实验报告和基本情况三个部分。实验技术占 30 分，主要评价学生对无菌

操作技术的掌握情况；实验报告占 60 分，主要评价学生的整个课题过程，包括设计思路是否可行，过程方法是否合理，数据是否真实，图片是否清晰，结果分析是否正确，是否包括反思与改进；基本情况占 10 分，主要评价学生的科研习惯，包括实验报告排版是否美观、报告是否准时提交等。

这样的考核方式，第一关注学生的研究能力，每一份实验报告都可以反映出学生的设计、操作和分析能力，例如实验样本数量选择的合理性、观察的现象是否准确、照片拍摄是否合理、数据是否具有统计学意义。第二关注学生实验技术的掌握程度，但是在打分的同时也要参考学生对污染原因的分析。最后还要关注学生的科研道德，从排版格式可以看出学生是否认真，从提交时间可以看出学生是否能够合理安排时间。

## 4 改善实验条件

为了确保提高学生科研能力，植物组培实验室在非实验课时向学生全面开放，同时实验中心的自主实验平台也配合本实验教学工作，接受学生的实验要求，免费开放。每次实验都不能保证每一个学生都不污染，因此只要提供时间和空间给学生，学生就可以彻底掌握无菌操作技术；其次，探究性实验必定涉及显微设备和生化分析类仪器，足够的条件支撑是实验水平的重要保证。本实验将实验报告的研讨安排在接种四周后进行，留给学生充足的时间，将烟草愈伤组织诱导成功；另一方面，我院实验教学中心的开放平台可以满足学生多次操作、自主实验的要求。例如学生测定愈伤组织诱导过程中某种矿质元素含量的变化，就是申请使用开放平台的大型仪器独立完成的。

## 5 构建网络资源

“植物生理学实验”课程网站是配合《植物生理学实验指导》（第 4 版）而开发的，2011 年加入我院本科课程网。课程开课两周前发布教学计划，学生可以从网站了解每一次实验的课程安排和要求。植物组织培养实验下属四个栏目，“实验课件”提供中英文课件的下载，“参考文献”筛选提供十余篇植物离体组织再生和诱导脱分化的文献以及书籍章节，“实验仪器”提供了相关仪器的操作手册和

注意事项，以及数码相机的拍摄技巧，“实验报告”列出五年来优秀的烟草叶片脱分化实验报告。课程网站运行以来，丰富的教学信息逐步改变“重教轻学”现状，学生对技术学习和知识应用有了明显的提高，组织培养有关知识的名词解释在期末考试中的正确率从 75.7%（2010—2011 年度）上升到 96.8%（2012—2013 年度）。对于探究性实验，开放，丰富的教学资源，教师可以更深入地开展探究性教学活动，学生则通过互动性、自主性的学习活动，明显提高实验技能和科研思维能力。

## 6 实验教学效果

经过两年的改革实践，组织培养实验显著提高了学生的实验技能和科研能力。一方面，传统教学的照猫画虎式学习导致学生缺乏主动学习意识，改革后的教学，学生主动性明显提高，常能够提出很多关键问题，实验的污染率明显下降，学生操作技能更扎实；另一方面，在实验技术的全面提高的前提下，在愈伤组织诱导的 2~3 周时间，学生有更多的时间观察和分析自己设计的实验，科学研究的技能得到充分锻炼。在三年级下，学生陆续进入课题组开展大学生课外创新项目，他们普遍反应植物组织培养实验对他做课题起到很大的帮助。

此外，部分优秀的学生完成实验基本的要求后，还拓展许多课外实验，例如有的学生验证了维管组织脱分化能力强的现象（图 1），有的学生发现缺铁条件下愈伤组织衰老的现象（图 2）。还有个别学生在课程前通过“植物生理学实验”课程网站了解到本实验的要求，提前确定探究不同位置叶片脱分化能力的差异，并且在无菌操作前独立完成叶面积、叶绿素含量、叶绿素荧光参数的测定，数据对叶片脱分化能力的结论具有重要的意义。这些学生先后将实验拓展到课外实践项目，分别申请了大学生课外科技项目和本科毕业设计，进一步对这些问题进行研究。

组织培养技术是生物类专业学生必须掌握的实验技术，通过我们的教学改革让技术与植物学科学问题良好结合，学生在牢固掌握组织培养技术的同时，对该技术的认识和理解得以加深。例如通过从叶片外植体取材的不同验证了植物生长素分布不同的现象，从干物质的积累与快速再分化理解了组织培养技术在生

产应用中的重要作用，这些小问题的解决提高了学生解决生命科学大问题的信心，改变了学生对实验的认识，激发了学生对通过实验来解决问题的积极性和创造性。学生的认可和支持也进一步促进任课教师的工作方式和教学态度的修正，教学相长的良性循环得以建立，促进了科研与教学更好的结合。



图 1 维管组织形成愈伤组织

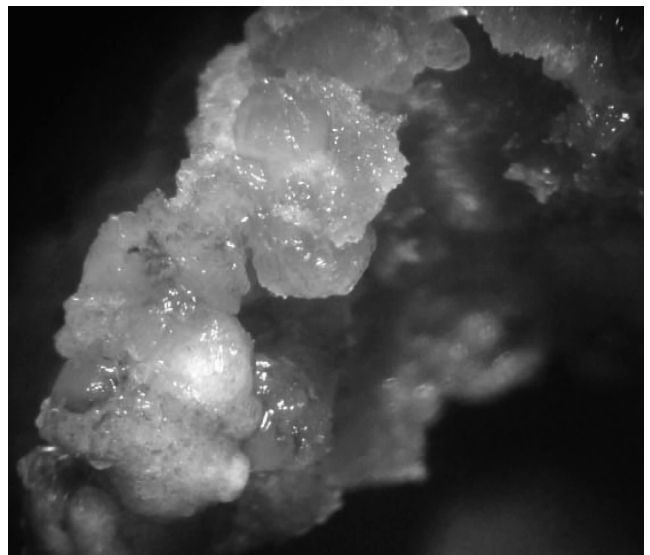


图 2 衰老的愈伤组织

## 参考文献

- [1] 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2009: 200 - 202.

- [2] Taiz L, Zeiger E. Plant Physiology. 3rd ed [M]. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. , 2002: 519.
- [3] 孙越, 张伟, 李小方. 植物生理学半自主性综合实验教学的实践与探讨 [J]. 高校生物学教学研究 (电子版), 2013, 3 (3): 53 - 56.
- [4] 李颖岳, 荆艳萍, 李云. 现代教育技术手段在植物组织培养教学中的实践 [J]. 高校生物学教学研究 (电子版), 2012, 2 (4): 44 - 46.
- [5] 李小方, 张晓玲, 孙越. 植物生理学实验课教学改革初探 [J]. 植物生理学通讯, 2006, 42 (5): 937 - 938.

(责编 高新景)