

“矿质元素对植物代谢的调控”综合性实验设计探析

郭朋 林楠 尚富德 王一涵^(通讯作者)

河南农业大学生命科学学院, 河南 郑州 450046

摘要: 高等院校教育的目标, 一是培养人的创新精神, 二是培养人的实践能力。实验是课堂理论知识与课下实践过程中间的重要环节, 是将抽象的知识转化为实践操作的重要过程。然而, 传统的实验教学存在各实验教学相对独立、学生只专注于完成实验任务、考核形式不够全面等问题。综合性实验可以将多项实验内容或多种实验方法结合在一起, 不仅使学生能完成实验的基本操作, 同时也在实验过程中深度思考, 综合运用各项知识和技能, 从而提高其分析解决复杂问题的能力和综合素质。植物生理学是实践性较强的一门专业课, 本文整合了植物生理学验证性实验对综合性实验的设计和实验, 以及过程性考核的评价方法进行了探索, 以期为植物生理学工作者提供参考。

关键词: 植物生理学; 综合性实验; 教学实践; 设计性实验; 过程性考核

中图分类号: G640 **文献标识码:** A

高等院校培养的是人的创新精神和实践能力^[1]。实验环节将抽象的理论与具体实践相结合, 是高等教育的重要组成部分^[2]。植物生理学以植物生命活动规律为研究对象, 是农林院校植物生产类专业重要的基础课。植物生理学课程包括理论与实验两个环节, 两者相辅相成, 保障了学生综合素质的培养要求。实验课的开展培养了学生的动手能力及实验技能, 提高了学生的综合素质及运用植物生理学知识解决实际问题的能力, 同时, 有利于指导学生开展植物相关创新创业项目及毕业设计^[3]。

然而, 传统的植物生理学实验内容存在较多问题, 比如①各实验之间相对独立缺少联系, 验证性实验较多; ②学生过度依赖教师授课, 缺少思考; ③考核形式主要以实验报告为评判依据, 较为单一^[4]。传统实验教学模式导致学生缺乏对问题的整体认识, 缺乏深入思考和探索的能力^[5]。并且, 实验教学评价方法过于主观和单一, 显然已经不适于植物生理学学科的发展趋势和社会对人才培养的需求^[6]。

综合性实验是指综合多项实验内容或应用多种实验方法的实验^[7]。综合性实验的开展不仅满足学生对实验基本操作进行训练的需求, 也可在实施过程中综合运用所学知识和技能, 从而提高自身综合素质, 以及分析和解决较复杂问题的能力^[8]。通过在课堂讲授过程中引导学习专业知识, 并利用小组讨论, 不断激发学生潜能, 促进学生深入思考和交流, 充分发挥“教师

为主导, 学生为主体”的教育教学新理念^[9]。因此, 本教学团队提出了在植物生理学课程体系中改革综合设计实验的教学模式和过程性考核的评价方法。本文以“矿质元素对植物代谢的调控”为题对综合性实验进行探索, 这将为植物生理学工作者进行课程体系的改革提供依据。

1 实验目的

矿质元素是植物维持正常的生理活动的必要条件。矿质元素种类和功能存在多样性, 如构成植物体组成成分、调节植物体生理功能等。矿质元素的过量或缺失影响植物的生长, 极易造成植物体代谢的紊乱, 严重时甚至导致植物死亡。植物的水分吸收、光合和呼吸作用、细胞膜结构和功能、活性氧积累、渗透调节等是反映植物生理水平的主要代谢指标。本课程团队设计“矿质元素对植物代谢的调控”综合性实验, 主要实验目的如下: ①了解不同矿质元素的作用, 并探究不同浓度处理对植物生理生化水平的影响; ②综合所学知识解释测定的结果, 并分析可能产生的原因; ③根据实验结果和所学的理论知识分析矿质元素过量或缺失对植物的伤害机理; ④运用各项生理指标的测定来研究具体的植物生理问题。

2 实验教学流程

2.1 预习报告及准备工作

实验开始之前, 将学生按 4-5 人每组进行分组。

学生根据理论课中植物逆境生理的相关背景知识,通过查阅相关文献,充分理解实验原理及实验目的。在此基础上,学生自主设计实验,选择植物生长所必需的某一矿质元素,并选择所需要的胁迫浓度,以及各项生理指标的测定方法等,并形成实验设计报告,例如“硼毒害对沙田柚生理代谢的调控”实验设计(图1)。教师组织学生以小组为单位讨论实验方案的可行性,如营养液配制的合理性、实验处理的严谨性,以及实验指标的测定方法和相关注意事项等。教师提前准备好实验所需的药品及仪器设备,学生根据实验指导进行药品配制,并针对实验设计的每一步列出详细的步骤及药品或试剂配制体系,如营养液各元素的配比、实验材料用量、胁迫时间、测定波长和单位换算等。从实验设计到实验过程的实施,学生作为主体,充分调动自身主观能动性和积极性,主动讨论完成综合性实验的整个过程。教师的角色主要为指导和纠正,在实验的过程中,主动融入到学生活动的全阶段,指导学生采用正确的方式思考问题,并对学生出现的错误及时纠正,同时,也可采用提问等其它方式引导学生分析问题和解决问题。

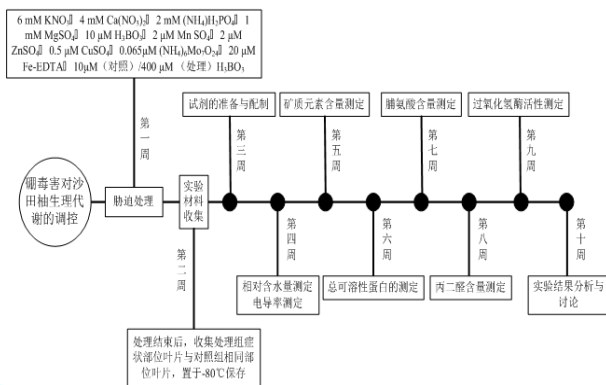


图1 “硼毒害对沙田柚生理代谢的调控”实验设计图

2.2 植物材料的种植和培养

本实验所用植物材料为沙田柚实生苗,在每年春季播种,采用砂培法在自然光照条件下进行培养。由学生负责每天对实验材料浇灌 Hoagland 营养液与处理液。如“硼毒害对沙田柚生理代谢的调控”实验中,对照与处理组营养液浓度为:6 mM KNO₃、4 mM Ca(NO₃)₂、2 mM (NH₄)₂HPO₄、1 mM MgSO₄、10 μM H₃BO₃、2 μM MnSO₄、2 μM ZnSO₄、0.5 μM CuSO₄、0.065 μM (NH₄)₆Mo₇O₂₄、20 μM Fe-EDTA 和 10 μM (对照) / 400 μM (处理) H₃BO₃^[10]。待长出 8 片真叶时开始胁迫处理,每隔一天

浇灌一次营养液。处理组植株出现典型症状时,收集植株症状部位叶片圆片保存备用,进行生理指标的测定。例如,硼毒害处理的柑橘叶片失绿黄化,呈斑块状。其余部分用于测定植物生长状况。

2.3 不同矿质元素浓度下各项生理指标测定

本实验每组处理 5 棵植株,每个生理指标测定 5 次重复。使用称重法测定相对含水量,称取新鲜叶片重量 M1 后,用水浸没叶片,完全吸水饱和后测定重量 M2,再将叶片置于烘箱中充分烘干,测定重量 M3,后利用公式 (M1-M3) / (M2-M3) 计算相对含水量。电导率的测定使用电导率仪测定法,在测定新鲜叶片电导率 D1 后,经煮沸后冷却,测定电导率 D2,从而计算相对电导率,计算公式为 D1/D2。总可溶性蛋白质的含量使用考马斯亮蓝法进行测定,即通过配制牛血清蛋白标准梯度溶液,经与考马斯亮蓝反应后,计算标准曲线,将样品与考马斯亮蓝混合反应后,计算样品总可溶性蛋白含量。使用酸性茚三酮法测定脯氨酸含量,首先利用脯氨酸标准溶液绘制标准曲线,测试样品利用茚三酮法进行提取,然后与茚三酮显色测定,利用分光光度计计算样品脯氨酸含量。使用硫代巴比妥酸法测定丙二醛含量,首先利用三氯乙酸研磨样品,提取上清液后,与硫代巴比妥酸溶液反应,测定吸光度值并计算丙二醛浓度。过氧化氢酶活力通过 H₂O₂ 含量的减少量测定。矿质元素含量的测定参照《中华人民共和国林业行业标准-森林植物与森林枯枝落叶层粗灰分的测定》,教师可根据实验设计适当选择对某些矿质元素进行测定。

2.4 撰写实验报告

综合实验报告要求按科研论文的格式撰写,具体格式参照教师指定文献。实验内容要完整的体现在科研论文中,如在研究背景中详细说明选择某矿质元素的原因及研究进展;在材料方法中完整的体现实验测定中所用到的试剂和操作步骤;在结果与讨论中用文字、图表等形式表达实验数据;通过结果与讨论部分对实验结果的深入分析,最后得出结论。

以“硼毒害对沙田柚生理代谢的调控”实验为例,研究背景中需详细说明硼元素的重要性、硼元素在植物体内的转运方式、硼元素极易产生过量毒害的原因、硼毒害对植物生长发育等的影响、柑橘对硼毒害胁迫的响应机制,以及本实验开展的重要意义。材料方法

中需明确柑橘实生苗的培养过程,使用的营养液浓度、所需试剂清单及详细的测定方法等。结果与讨论中不仅要展示硼毒害对柑橘生长指标、相对含水量、电导率、脯氨酸含量、丙二醛含量、总可溶性蛋白含量、过氧化氢酶活性及矿质元素含量测定的结果,辅助必要的图表等结果信息,还需针对实验结果展开讨论,揭示实验结果对于后续实验的影响,并说明对于实验目的达成的重要作用。在最后的结论部分,需根据实验结果综合分析,揭示硼毒害胁迫对柑橘生长代谢的影响,深入分析产生原因及机理,并提出后续实验开展计划。

2.5 实验考核

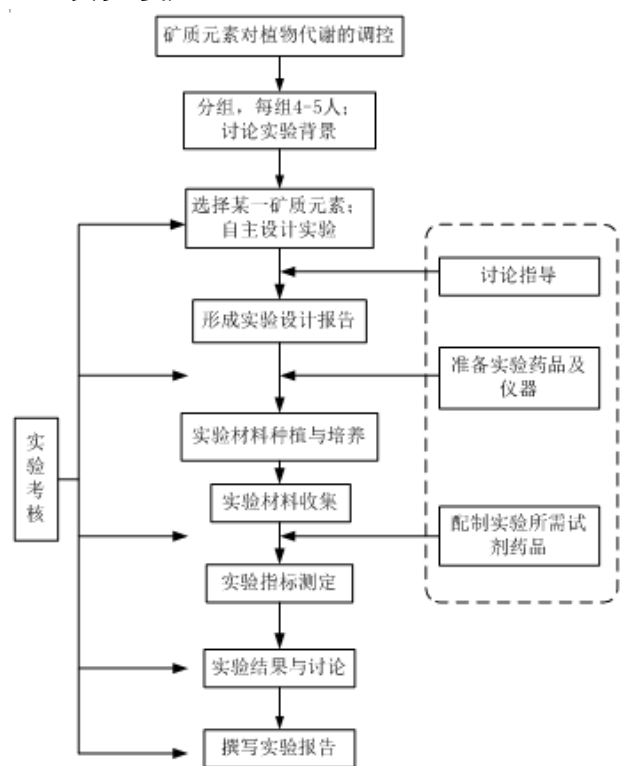


图2 “矿质元素对植物代谢的调控”综合性实验实施流程

实验考核采用综合评定的方法,由实验理论的理解程度、实验设计的完整度、实验操作的熟练度、实验结果的准确度、讨论的深入程度、论文的规范程度等综合评定学生的技能掌握程度,以及实验过程中独立思考、发现问题、分析问题、解决问题的能力等。综合性实验的总成绩为100分,其中实验预习环节和实验设计环节共占20分,主要根据学生上课纪律、实验设计完整性等进行评定;实验操作环节占30分,判定时,需根据学生实验过程中步骤的完整程度、操作过程的规范程度和熟练程度、实验方案的创新程度等进行判定;实验结果占10分,以实验结果的准确性、

完整性及展示独特性等因素进行综合判定;实验讨论20分,主要根据学生独特性见解能力、对实验结果的改进性措施等进行判定;论文写作20分,主要根据论文格式是否规范、论文要素是否完整、论文观点是否明确等进行判定。这种考核方法以实验过程评分为主,不仅充分调动了学生的学习积极性,又可提高成绩评定的客观性和公正性。另外,通过过程考核,可不断培养学生的科研思维,提高学生的科研素质,不断提高学生的学习能力。

3 结语

本校所开设的植物生理学实验较为传统,主要是常规的生理学实验,较少涉及植物逆境生理方面的实验内容,本实验提出的方案可作为综合性、设计性实验开设。在本实验的预习报告环节,学生会主动查阅文献,深入挖掘实验内容与目的,从而对植物逆境生理的相关知识更加了解,更进一步为讨论植物逆境生理机制提供理论支撑;在分组讨论和自主设计实验环节,学生通过综合运用所学知识,如植物学、植物生理学、生物化学等专业课所授内容,结合植物逆境生理理论知识与相关前沿研究,使理论知识落地,加深对本专业知识的理解;在实验材料准备、指标测定与结果讨论等环节,由于学生亲自操作并且带着科学问题去进行实验,极大的调动了学生的求知欲,通过综合植物学实验技术、植物生理学实验技术、生物化学实验技术、生物统计和数据分析技术等进行训练,全方位、多层面提高了自己的综合素养,以及综合运用多种方法和技术解决复杂问题的能力。

综合性实验的设计和 implementation 尽管优势明显,但实施过程仍需解决以下问题,如:需要进一步从政策和宏观上对植物生理学实验体系进行改革,从而保证课程的实施条件和时间;进一步探索实验过程中仪器使用、实验室安全、以及授课教师参与综合性实验过程的工作量等问题。

参考文献

- [1] 教育部. 关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见教高[2007]2号[J]. 科技资讯, 2007(1).
- [2] 肖爱萍. 综合性和设计性实验教学浅谈[J]. 中山大学学报论丛, 2006, 26(7): 229-231.

- [3]陆长梅,沙莎.植物生理学"模块化"实验教学模式:提高学生创新能力的新模式[J].高等教育研究(成都),2013,30(4):4.
- [4]李璐,胡永峰,左雪枝,等.基于创新能力培养的《植物生理学实验》课程考核改革研究[J].科技资讯,2020,18(13):96-97.
- [5]王庆国,罗平,吴锋,等.高校实验室开展综合性实验项目的探索[J].实验室科学,2022,25(3):9-12.
- [6]陈模芳,李小霞,徐晓舒.植物生理学实验教学中存在的问题及建议[J].科技视界,2019(1):211-211.
- [7]张芳,张强,高瑞如.植物生理实验教学中开设设计性和综合性实验的思考与探索[J].教育现代化,2018,5(13):80-81.
- [8]叶尚红,林春.植物生理生化综合实验类型的设计与探讨[J].中国农业教育,2004(4):36-37.
- [9]赵南晰,王春梅,王曼力,等.基于综合性特点的药
- 学主干课程实验课教学体系改革研究[J].黑龙江科学,2022,13(19):102-104.
- [10]Guo P,Qi Y P,Yang L T,et al.Long-term boron-excess-induced alterations of gene profiles in roots of two citrus species differing in boron-tolerance revealed by cDNA-AFLP[J].Frontiers in plant science,2016(7):898.
- 作者简介:**郭朋(1987—),男,汉族,山东淄博,博士,讲师,研究方向:资源植物种质与功能基因组学。
- 通信作者:王一涵(1988—),女,内蒙古族,河南南阳,博士,副教授,研究方向:植物分类与系统进化。
- 基金项目:河南省高等教育教学改革研究与实践项目(学位与研究生教育)(2021SJGLX154Y)。河南省高等教育教学改革研究与实践项目(2021SJGLX347)。