

基于 PBL 模式的自主设计性实验在教学中的应用^①

毛巧芝, 胡 斌, 周 洪, 王恒伟, 王小燕, 辜夕容

西南大学 资源环境学院 重庆 400715

摘要: 为应对“双一流”高校发展的需要, 结合林学人才培养要求及植物生理学实验特点, 应用问题式学习(Problem Based Learning, PBL)模式进行林学植物生理学实验教学的探索. 在课程结束后对学生展开教学效果评估, 结果显示, 该教学方法可以提高学生的有效学习时长, 提高学生的互动次数, 且记忆中长期存有该实验的印象, 对实验课程满意度高. 从林学植物生理学实验课程教学的实际出发, 分析了 PBL 模式的优势, 探讨了实验中的实施步骤.

关 键 词: PBL 模式; 实验课程; 自主设计性实验; 验证性实验

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2021)01-0187-06

问题式学习(Problem Based Learning, PBL)即“以问题为核心的学习”, 是以问题为基础, 以学生为主体, 以能力培养为导向的教学方法^[1]. 目前高校实验室作为实践教学的重要平台, 在培养基础扎实、素质高、动手能力强、具有创新精神的新型大学生方面担负着不可替代的作用^[2-4]. 以往教学以知识传授为主, 导致目前教学中实验课多以验证性课程内容为主, 部分高校为启发同学们的科研创新能力增加了部分研究性的实验, 然而大多数学校学生自主设计实验占比不足^[2,5-6]. 在西南大学林学专业教学大纲中植物生理学总计为 54 个课时, 其中验证性实验占约 90%, 研究性实验占比约为 10%, 而将主动权交给学生的自主设计实验尚未进行过尝试^[7]. 验证性实验课程由任课老师事先安排好内容与步骤, 准备好相关试剂, 调试好相关仪器, 学生按照老师演示或指导的步骤按部就班地做实验^[8]. 是“从书本中来, 到书本中去”的教学模式. 这样的教学方式有其翔实、安全、成功率高的优点, 但是也会让学生觉得教条、单一、缺乏兴趣, 一定程度上束缚了学生的思维 and 创新能力^[9].

在当下以“双一流”建设为目标的方针指引下, 本科生实验、实践教学应做到及时调整^[10]. 众所周知, “双一流”建设要求建设强大学科, 一个学科强大就需要做到“顶天立地”. 所谓“顶天”就是发展基础理论, 完善以往理论的不足, 并有所创新. “立地”既是科研的理论需要转化为科技, 解决现实生产问题, 实现创收, 服务社会. 与此同时, 在新时代的感召下, 经过最近几年“创新创业”的鼓励和实践, 同学们已经不满足于传统的实验教学方式, 渴望着对真实世界进行科学探索^[11-12]. 因此基于 PBL 模式, 以现实生产生活问题为导向引入植物生理学实验教学变得十分必要^[13]. 由教师指导学生利用基础阶段已掌握的基本知识和技能, 进一步学习和掌握典型的实际应用的技能, 教师的任务是引导和启发学生通过具体的实验来学会如何剖析问题, 如何制定最佳解决方案, 并给学生留下很多启发性和能够开阔视野的思路和问题, 让同学们接触到真实的自然、社会, 开阔视野, 启发其科学研究思维. 基础性实验课程采用的传统教学方式已经有大量的经验和理论, 但是针对研究性的实验课程, 利用自主设计性实验的方式进行授课可供参考的案例不

① 收稿日期: 2020-04-17

基金项目: 重庆市高等教育教学改革研究项目(193032); 西南大学教育教学改革研究一般项目(2019JY150).

作者简介: 毛巧芝, 博士, 讲师, 主要从事植物生理学研究.

通信作者: 辜夕容, 副教授.

多. 因此本研究主要针对研究性实验课程的优化, 提出一些合理的探索. 本文基于 PBL 模式对实验课程进行了可行性探索, 并对课程效果进行了初步的满意度调查.

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究选取的对象为西南大学资源环境学院 2016 级和 2017 级林学专业开设植物生理学实验课, 并在课程实施过程中开设基础验证性实验和基于 PBL 的自主设计实验.

1.2 研究方法

植物生理学实验课的内容分为基础验证性实验课和研究性实验课, 并同时将其中的验证性实验和研究性实验课对所有同学进行课程教学. 本研究将部分研究性实验课根据 PBL 模式由教师通过启发性引导改进为自主设计实验, 在课程结束后进行匿名问卷调查.

2 结果与讨论

分别在 2016 级和 2017 级林学班级进行了基于 PBL 模式的实验课程探索, 并在课程结束后对学生进行了匿名问卷调查. 调查内容包括实验预习时间长度、实验报告完成需要的时间长度以及每个实验中小组成员互动的次数, 还有对整体课程的记忆印象深刻程度、知识点理解深刻程度和总体满意度.

2.1 课程用时与互动

验证性实验中平均预习时间少于 20 min 的比例为 21.05%, 超过 20 min 的占比为 52.63%. 自主设计实验中平均预习时间高于 20 min 的比例为 76.32%, 是验证性实验课程的 1.45 倍. 验证性实验的实验报告用时少于 60 min 的比例为 61.54%, 超过 60 min 的比例为 7.69%. 自主实验设计的实验报告用时均超过 60 min. 在验证性实验中小组成员间的互动次数多于 10 次的占比为 17.14%. 但是在自主设计实验中多于 10 次的占比为 37.50%. 说明基于 PBL 的自主实验设计大大提高了小组成员间的交流(表 1).

表 1 传统验证性实验与 PBL 自主设计性实验的学习时间、成员互动对比

		验证性实验人数占比/%		PBL 自主设计实验人数占比/%	
预习时长/min	<20	21.05		5.26	
	≈20	26.32		18.42	
	>20	52.63		76.32	
实验报告时长/min	<60	61.54	<120	58.97	
	≈60	30.77	≈120	33.33	
	>60	7.69	>120	7.69	
小组成员互动频次/次	(3,5]	34.29		25.00	
	(5,10]	48.57		37.50	
	>10	17.14		37.50	

2.2 知识点认知度

由表 2 可知, 对知识点的理解自我认知为“不理解”的均为 0, 理解“浅”的在验证性实验中占比为 56.41%, 在自主实验设计中的比例为 23.68%, 认为“理解深刻”的在验证性实验中占 43.59%, 在自主实验设计实验中的比例为 76.32%. 由此看来, 同学们通过较长时间的预习、实验中较高频率的交流, 以及课后较高时长的实验报告大大提高了对理论知识的理解和认知, 这是高校开展实验课程的主要目的. 在评比更喜欢哪种实验方式的实验课程中, 验证性实验的“喜欢”比例占 89.66%, 在自主设计的实验中“喜欢”的比例为 86.21%. 可以看出两种实验形式同学们都是欢迎的; 在课程结束后对实验内容的印象记忆清晰度调查显示, 对验证性实验的内容“记得”的比例为 59.46%, “很模糊”的比例为 37.84%. 对自主设计的实验内容“记得”的比例为 91.89%, “很模糊”的比例为 8.11%; 对实验课程安排总体满意度打分为(80,100]分的验证性实验比例为 52.94%, 自主设计性实验比例为 73.53%. 由此可见, 基于 PBL 的实验课程设计可以更好地调动同学们的积极性, 也可以提高同学们的实验积极性、创造性, 是一种值得提倡的实验形式.

表 2 传统验证性实验与 PBL 自主设计性实验知识点认知度、满意度对比

调查项目	程 度	验证性实验 人数占比/%	PBL 自主设计实验 人数占比/%
知识点理解认知	不理解	0	0
	浅	56.41	23.68
	深刻	43.59	76.32
喜欢	喜欢	89.66	86.21
	不喜欢	10.34	13.79
	其他	0	0
实验内容印象清晰度	记得	59.46	91.89
	很模糊	37.84	8.11
	不记得	2.70	0
实验安排满意度	≤60 分	0	0
	(60,80]分	47.06	26.47
	(80,100]分	52.94	73.53

3 PBL 模式实验教学具体实施步骤探讨

3.1 丰富实验课教学形式

理论课教学中常常引入多媒体、互联网教学等方式,但是在实验课授课过程中互联网的使用还在尝试阶段^[14]. 互联网像一把双刃剑,撼动着传统大学课堂的教学地位,同时我们也要注意互联网极大地拓展了现代知识获得的途径^[15]. 尤其 2020 年新冠疫情暴发后,特殊时间段内多数课程转移到线上开展,极大地丰富了课堂的形式. 要克服传统大学课堂的困境,必须因势利导,充分利用互联网的信息化特点. 实验课前老师可以通过互联网将相关信息与同学们进行分享,探讨具体的问题,然后针对其中特定的问题展开启发式教学. 将一些经典的生理学实验操作视频短片、照片、目前先进的实验方法、相关仪器操作技术以及数据处理软件等方面的内容共享上去,供学生课堂实验前学习. 例如,将现实生产中很多的林木会发黄、枯萎、死亡的视频、图片介绍给同学们,让同学们发散思维,寻求改善林木发黄症状的方法,挽救濒死木、保产等. 同学们可以利用课堂理论知识,从营养元素、水分状况、环境胁迫等植物生理学指标方面入手形成解决问题的思路,利用前期实验课中学习的实验手段完成实验设计,并进行验证,找出问题所在. 让学生既了解当今生理学研究的热点问题,又对具体的实验仪器操作形成比较直观的认识,合理利用课堂实验时间.

3.2 学生参与选题和实验方案设计环节

经过基础实验训练后同学们具备了基本的独立思考、查找资料、提出问题和提出解决方案的能力. 因此在本科课程的适当阶段,加入一部分的自主设计性实验内容,并通过课题组的头脑风暴,提出解决方案. 由学生根据实验的假设设计实验方案,根据实验内容设计影响因素,每个因素设置不同的处理水平. 讨论每个处理如何确定设置的重复数,如何规避误差等问题. 为学生们充分发挥思维能动性提供积极的引导和锻炼机会.

3.3 学生参与实验前后准备和处理环节

实验前的准备和实验过后的处理环节也是传统实验课程中学生很少接触到的内容,比如试剂的安全回收、样品的保存与丢弃、实验室台面的清洁与安全维护等^[16]. 这些一般都是由实验员或者实验指导老师按照实验指导书事先配制好实验过程中使用的试剂,准备好实验材料,准备好学生验证过程中需要用到的玻璃器皿,调试好仪器. 甚至在仪器操作过程中,都由实验员或者实验指导老师来操作,学生们仅可以利用双眼来观察. 但是这些实验前和实验后的准备处理工作在以后的科研工作、生产流程当中都是非常重要和不可马虎的事项. 在本项目开展的实验性课程探索中,都会让学生接触到这些事项,从而使学生们对整个科研流程有一个更全面和整体的认识. 自主设计性实验步骤大致分为以下几个重要的内容:

3.3.1 头脑风暴

针对问题提出假设. 如在重庆酉阳某镇种植有大面积的花椒,但是近年来椒农反映花椒植株开花时花

朵较大、花色较黄,并且出现此种现象的花椒植株产量降低,直接影响了花椒种植的经济效益,希望林业工作者可以找出原因,保障花椒产量。教师可以引导同学们从花椒植株本身、环境因素、管护因素等几个方面探索原因,针对原因实施改良措施^[17]。如花期花椒植株所含各类激素含量和比例是否正常(对应植物生理学中植物生长物质知识点,以及植物生理学实验中蛋白质和有机物的测量知识),叶片元素含量是否出现缺素(对应植物生理学中营养元素知识点,以及植物生理学实验中元素含量测定知识),收获后花椒主要成分的含量(对应植物生理学中次生代谢物知识点,以及植物生理学实验中有机物的测量知识)等,让同学们提出假设、进行实验设计并完成实验验证。例如我国种植了大面积的桉树^[18],但是大面积的桉树纯林也带来了一些对生物多样性不利的影响,其中人工桉树纯林的林下物种多样性就较低。请同学们预先搜查相关桉树林下生物多样性的材料,然后在课堂上展开头脑风暴,分析产生生物多样性低下的植物生理原因,提出改进的建议,依据同学们对某个问题的兴趣与探索欲望分组,然后实验老师诱导每个小组的同学们针对不同的问题进行深度讨论,这个过程正是走向社会后分析问题、寻求解决方案的过程。如分析林木根系分泌物种类(对应植物生理学中次生代谢物知识点和植物生理学实验中酶和有机物的测量知识)、林下光照强度(对应植物生理学中光合作用知识点和实验课中光合有机物积累的知识点)、林地土壤元素含量(对应植物生理学营养元素知识点和实验课中元素含量测量)等与林下植物生长相关的各种因子,完成实验设计,并验证,锻炼同学们分析问题、解决问题的能力。

3.3.2 实验设计

针对头脑风暴中确定的问题以及提出的假设,设计恰当的实验进行验证。当实验内容选定后即可让小组同学们讨论实验方案,也就是进行实验设计。本科生课程中均开设了实验设计与数理统计课程,那么在实验设计的过程中就可以进行实战演练了。实验设计内容一般要确定的主要点包括:

1) 确定实验步骤。确定实验的先后顺序及每一步的技术要点。确定了实验方案后,让学生们从具体如何实施实验方案着手,制定实验的操作步骤。每一步都需要考虑到,包括试剂的配制、取样的技术要点、样品的测量顺序等。

2) 开展实验。按照设定的实验步骤开展实验,并观测实验过程中相关指标。然后是实验的前期准备工作:首先准备试剂,试剂要考虑到安全性,包括对环境的安全性和对实验人员的安全性。准备实验对象材料,分为植物材料和动物材料,准备各种器具等。然后就是植物样品的采集与处理,包括各种相关仪器的操作。

3) 搜集实验数据。在实验过程中密切观察实验材料所表现出来的特征,并将实验对象的变化采用合适的指标进行量化。数据的搜集是科学工作中非常重要的一个环节,如果数据搜集出现差错可以严重影响到实验结果以及实验结论。在实验的开展过程中必须严格要求同学们实事求是地记录实验数据,培养同学们严谨的做事态度和行事作风。这将为他们毕业后从事科研或其他各种工作培养良好的习惯。

4) 处理实验数据。运用数理统计学的相关知识,深度挖掘数据所展现出来的内在规律。掌握数据处理的一些软件操作,并对数据进行分析。比如 office 中的 Excel、R 语言、SPSS 等各类常用的数据分析软件的操作。这个过程可以锻炼同学们的数据处理能力。在传统实验中,往往都是得到一两组简单的数据。而数据的处理也多停留在生长率、发芽率、生活率等简单的数据编辑中。这些在实际的应用中是远远不够的,尤其是探究事物现象之间所隐含的规律时。这就需要用到统计分析的方法,来揭示两个指标之间的关系,如方差分析、回归分析等。并学会将实验统计分析得到的结果与假设进行相互的印证,最终得出一个可以反映事物规律或者原因的结论。

5) 妥善处理实验物品。将实验过程中的废弃物、废弃试剂、器具等按照相关规定合理处置。有些试剂有可能是有毒的,不可以随便倒入下水道,必须经过安全处理才可以排放。这就可以培养同学们环境安全的意识,不随意乱丢试剂、物品。如果是科研工作,还必须按照规定保留一定年限的实验样品,以备后查。但是在传统实验中同学们由于课堂时间的限制,实验后的处理多数为整理台面、清洗烧杯等简单的后期处理工作,有毒有害试剂的处理往往留给实验指导老师来完成。

6) 形成报告并汇报实验结果。将实验结果整理为完整的科技报告。传统课程中,实验结束后同学们需要提交一份实验报告,这份实验报告多数会由于实验的统一性而大同小异。但是在自主设计性实验课程中,每一

组的实验内容都不尽相同,实验结果不同,实验报告就不同,这就避免了个别同学抄作业情况的发生。

3.4 多样化的实验考核体系

对学生的考核在传统的验证性实验课程中,主要靠实验后的实验报告来反映。但是同学们做的同一个实验,采用相同的实验步骤,因此实验结果也往往大同小异。这就造成很多同学在实验预习时抄袭实验指导书,提交实验报告时抄袭其他同学的作业。为避免这种状况的出现,在探索自主设计性实验时可根据不同小组的兴趣特点选定不同的实验内容^[19]。通过头脑风暴提出假设,设计实验验证假设,整个自主设计性实验包括了分析问题、提出假设、实验设计、实验步骤、实验操作、实验数据的处理等,均与实验指导老师等一起完成。这样可以充分提高同学们的参与度,在分析问题、解决问题的过程中锻炼同学们的思维活跃度。在本探索项目中,每一个过程都可以调动同学们的积极性,因此在考核环节,也可以摆脱仅仅依靠感性的课堂表现与课后的实验报告来评价。在实验结束后让同学们将实验中取得的数据进行统计分析,与实验前提出的假设进行印证。可以以撰写科技报告、成果发表等形式汇报实验结果。这样可以避免为了实验而实验,从而做到从问题出发,再回到解决问题上来。根据实验的结果分析解决问题的方案,从而为解决问题提供依据。这样有利于锻炼同学们的分析问题—实验验证—解决问题的思维习惯。

植物生理学是植物生产类专业的专业基础课及生物类专业主干课程,是一门实践性较强的课程^[8]。实验教学在植物生理学课程学习中占有十分重要的地位,学生的实践动手能力、综合分析能力和创新能力的培养都主要依靠实验教学来完成^[5,19]。以 PBL 技术为切入点,针对传统实验课教学的不足,以培养学生的动手能力、激发学生的创新性、综合提高学生能力为核心,结合植物生理学实验的特点,以生产实际中常见的农林问题为切入点,将一些科研和生产相关的内容引入到本科实验教学中,通过让学生自主设计实验方案,增强其对植物生理学知识运用的思考。

基础实验是培养学生规范的基本实验操作技能以及实验数据采集、数据处理和实验报告撰写的课程设置,因此基础实验部分课程有必要保留。以往由任课教师与实验员开展准备实验材料与试剂、调试仪器等工作,在此要求同学们在教师与实验员的指导下,参与实验前的准备工作与仪器的调试、操作,提升对实验准备工作的认知,训练学生把控实验全程的能力,锻炼其独立开展工作的能力。传统的实验课课程授课形式具有非常好的示范性,对基本技能的掌握教学效果非常理想。因此针对此部分的实验课程可以仍然采用传统教学的方式,只需要让同学们参加实验全程的准备、验证和反馈。针对研究性的实验课程,可以设计得更加开放,互动性更强,学生参与度更高。自主设计性实验可以让学生在面对问题时经历理论求证、逻辑思考、系统规划、动手操作、实验总结等整个过程,充分地自主学习和研究,从而掌握完整的理论体系,并具备解决各种疑难问题的能力。

目前西南大学林学专业同其他专业开展的实验课一样进行着传统的实验教学,一般采用单项实验为主,实验内容以验证性实验为主,按照实验指导的设计,进行实验操作。因此建议在本课程的实验课中加入综合自主设计类实验分量,以便达到在实验设计、操作、科技论文的撰写等方面对学生进行全面训练的目的。

4 结 论

基于 PBL 模式的自主设计实验可以很好地弥补验证性实验中同学们没有机会接触的实验、项目全过程,可以很好地提高同学们对理论知识的理解和实际操作过程中的技术技能,符合高校“双一流”建设的目标。通过对两个年级同学们进行的问卷调查可以发现,同学们对基于 PBL 模式的自主设计实验接受度较高,认可度较高,是一种可以进一步推广的教学模式,可以在教学大纲中加入适当比例的自主设计实验。基于 PBL 模式的自主设计实验在进一步的实施过程中难免会碰到一些实践中尚未遇到的问题,因此,适时地收集同学的反馈,及时作出调整是非常必要的。

参考文献:

- [1] 马文生,栗孟飞,孙 萍,等. PBL 结合开放性实验教学模式在植物组织培养教学中的应用 [J]. 生物学杂志, 2015, 32(5): 104-107.
- [2] 刘章琴,魏沙平,苏学素,等. 农林类有机化学自主学习教学改革探索 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(7): 168-172.

- [3] 马 明, 杜红霞, 王定勇. 生态学教学改革方式探讨 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(3): 219-224.
- [4] 杨金水, 袁红莉, 李宝珍. “双一流”建设背景下农业微生物学课程教学改革的探索 [J]. 微生物学通报, 2020, 47(2): 641-648.
- [5] 李忠光, 杨仕忠, 龚 明. 植物生理验证性实验转变为综合性实验的几个实例 [J]. 植物生理学通讯, 2008(1): 137-138.
- [6] 李忠光, 杨仕忠, 龚 明. 植物生理学设计性实验教学的尝试 [J]. 植物生理学通讯, 2007, 43(5): 935-936.
- [7] 辜夕容, 练彩霞, 张 勇, 等. 按大类招生模式下林学专业核心课程的构建 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(12): 212-216.
- [8] 郝宝红. 植物生理学教学特点与创新——评《植物与植物生理》[J]. 植物学报, 2020, 55(4): 531.
- [9] 冯艺萍. 混合式教学法在药学专业《药理学》教学中的应用 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(6): 157-160.
- [10] 冉 艳. “双一流”背景下高校财务管理框架创新——环境嬗变观下的探讨 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(5): 69-74.
- [11] 秦 波. 新时代视域下大学生创新创业教育的路径研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(8): 143-148.
- [12] 孟 庆, 陈应娟, 童华荣. “双创”背景下“茶叶加工学”教学模式研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(1): 149-153.
- [13] 余沛涛. 加强植物生理学实验课程中学生设计性实验指导的一些体会 [J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(5): 602-603.
- [14] 王立言, 刘尚明, 李 莉, 等. 依托组织学实验教学平台构建二维码电镜资源库的实践与思考 [J]. 中国组织化学与细胞化学杂志, 2020, 29(3): 287-290, 281.
- [15] 刘尚礼, 尹燕涛, 周文芳. 基于 Mini-MOOC 的 O2O 教学模式在大学体育教学中的应用 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(4): 97-102.
- [16] 闫旭宇, 李 玲, 王延峰. “双一流”建设背景下高校实验室队伍建设研究 [J]. 教育现代化, 2019, 6(27): 85-87.
- [17] 杨林生, 杨 敏, 彭 清, 等. 重庆市九叶青花椒施肥现状评价 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2020, 42(3): 61-68.
- [18] 任世奇, 卢翠香, 邓紫宇, 等. 修枝对大花序桉幼林生长和木材密度的影响 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(11): 45-50.
- [19] 李忠光, 龚 明. 植物生理学综合性和设计性实验的考核方法 [J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(3): 551-553.

Application of PBL Teaching Model Combined with Self-Designed Experiment in Plant Physiology Experiment Education

MAO Qiao-zhi, HU Bin, ZHOU Hong,
WANG Heng-wei, WANG Xiao-yan, GU Xi-rong

College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Problem Based Learning (PBL) model to Plant Physiology Experiment course has been applied, under the “double first-class” construction background, considering the Forestry personnel training, combined with the Plant Physiology Experiment course characteristics. PBL is an essential method in teaching. After the course, questionnaire survey has been carried out. The results show that this PBL teaching method can improve the effective learning time of students, improve the interaction times of students, and has the impression of the experiment for a long time, and has a high degree of satisfaction with the experimental curriculum. And this study discussed how to promote PBL model in experiment course.

Key words: Problem Based Learning model; plant physiology experiment; self-designed experiment; replication experiment