

教学研究

基于深度参与模式的研究生课程实践与探索 ——以植物细胞生物学课程为例

罗寒 彭婷婷 易培珊*

(四川大学, 生命科学学院, 成都 610064)

摘要 研究生课程具有专业性、前沿性、灵活性等特点, 往往没有可以参考的统一教学标准。如何提高研究生课程的教学质量是一线教学人员面临的重要课题。为提升研究生课程教学质量与效果, 该研究以面向植物学硕士研究生开设植物细胞生物学课程为例, 开展研究生课程改革探索与实践。课程从实际科研技能需求出发, 采用“读-教-写”三结合的深度参与模式, 结合前沿研究讨论与同行评议等多元化机制进行教学。这一深度参与模式既保证基础内容教学, 又提供多维度科研素质与能力培养途径, 受到学生认可。基于教学内容的高度可操作性, 深度参与模式可作为相关学科研究生课程教学改革的一种参考模式。

关键词 研究生课程; 深度参与模式; 同行评议; 生物学; 植物细胞生物学

Exploration and Practice of Graduate Courses Based on Deep Engagement Model: a Case Study of the “Plant Cell Biology” Course

LUO Han, PENG Tingting, YI Peishan*

(College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

Abstract Due to the flexibility, cutting-edge nature, and specialism of graduate courses, there aren't any cohesive standards for teaching to refer to. Therefore, improving the quality of graduate courses is a major concern for front-line faculty. Using the Plant Cell Biology course for master's students in botany as an example, this study investigates and implements reforms in graduate course teaching to enhance the caliber and efficacy of graduate instruction. This course takes into account the real demands for research skills and uses an intense participation mode that integrates modules for reading, teaching, and writing. It includes several processes such as peer evaluations and discussions on cutting-edge research. This deep participation strategy offers multifaceted instruction in scientific research skills and capabilities while guaranteeing the teaching of essential fundamental topics and has been well-received by students. Because of its high operability, this strategy serves as a potential model for future enhancements in graduate teaching across related fields.

Keywords graduate course; deep engagement model; peer review; biology; Plant Cell Biology

1 研究生课程与人才培养

2023年9月15日, 习近平总书记在《求是》杂志

发表文章《扎实推动教育强国建设》, 强调“加快建设高质量教育体系”的必要性^[1]。在当前经济发展局

收稿日期: 2024-05-21

接受日期: 2024-06-12

四川大学研究生教育教学改革研究项目(批准号: GSSCU2023058)资助的课题

*通信作者。Tel: 028-85412053, E-mail: yipeishan@scu.edu.cn

Received: May 21, 2024

Accepted: June 12, 2024

This work was supported by the Graduate Education and Teaching Reform Research Project from Sichuan University (Grant No.GSSCU2023058)

*Corresponding author. Tel: +86-28-85412053, E-mail: yipeishan@scu.edu.cn

势下,国际竞争已经演变为科技竞争和人才竞争^[2]。随着研究生数量的不断增长^[3],社会对提高研究生教育质量的诉求越发明显。如何有效地培养人才一直备受关注^[4-6]。

高等教育侧重培养创新能力、思辨能力和实践能力突出的青年人才。由于专业性质不同,不同学科领域的研究生培养方案和目标往往存在差异。2023年,教育部发布《关于深入推进学术学位与专业学位研究生教育分类发展的意见》,强调学术学位和专业学位研究生分类培养机制^[7]。学术学位研究生教育注重学术创新型人才培养,专业学位研究生教育注重实践创新型人才培养。对于学术型研究生培养,课程和研究相结合是最普遍的形式^[8]。研究生教育学科专业门类众多^[9],每个学科的知识体系和技能特点不尽相同。因此,培养目标具有多元化特点。

目前,理学类研究生课程教学效果有待改善。在2023年的一项全国研究生满意度调查中,研究生对课程教学的总体满意度为78.7%,其中理学类研究生的满意度为78.4%,在14个学科门类中居倒数第二位^[10]。理学类学科包括数学、物理学、化学、生物学、天文学、地质学等15个学科^[9]。显然,不同学科的研究方法、技术手段、研究思路等存在较大差异。研究生课程的设置和讲授方式,应该根据需要进行探索,建立适合于相应学科的体系或思路。即使同一个学科,不同院校在考虑自身学科发展特色、师资组成、专业需求的情况下,也需要对课程的设置和教师的授课方式进行差异化调整。院校单位如何从社会需求出发,建立适用于自身研究特色的研究生课程教学方式,以及不同学科专业在课程教学中是否可以探索出具有一定普遍适用性的模式是当前研究生培养和课程教学面临的重要问题。

2 研究生课程教学模式与特点

尽管不同学科的技能培养要求不同,但研究生教育的总体目标有一定的共识。例如,与本科教育相比,研究生教育更注重科学思维和实践能力的培养,培养方式具有多元化^[11-12]、培养与研究相结合^[13]等特点。研究生阶段应该培养批判性思维^[14-15]、自主学习能力^[15]、交往与合作能力^[15]。实践技能涵盖文献查阅、论文写作、实验设计与操作等能力^[12,16]。实践与调查研究显示当前的研究生课程教学存在不足,如教学内容单一^[17]、缺乏互动性^[18]、课程内容

前沿性不突出^[19-20]等。笔者所在学院研究生课程多采用文献解读和汇报方式进行,尽管内容比较前沿,但缺乏对基础内容的整合铺垫,不利于学生掌握核心知识。此外,教学手段比较单一,兴趣引导和技能培养效果有待提高。

在生命科学领域,研究生课程与本科生课程相比,在教学目标、教学方法和考核方式等方面存在明显差异^[21]。各院校长期在研究生课程教学中开展改革与探索。仅细胞生物学方向,在知网数据库中以“细胞生物学”和“研究生”为关键词进行检索,获得的教学改革讨论与研究达490项,万方数据库为659项(截至2024年1月31日)。在实践中,课程改革与探索形式多样,包括基于科学发展史和研究技术的授课模式^[22]、项目式教学法和分组讨论形式^[23]、翻转课堂^[24]、全英文教学^[25]、理论与实验结合的多模块教学方式^[26]等。总体上,改革措施具有鲜明的专业特色,呈现多元化发展趋势。探索和建立适用于院校专业特点的研究课程授课模式十分必要。

3 研究生课程设置的现实考虑——以植物细胞生物学为例

为探索适用于四川大学生命科学学院的研究生课程授课模式,我们以开设一门新的研究生课程植物细胞生物学为例进行探讨。课程定位方面,新课程的开设应服务于学院学科特色和发展需求。植物学是四川大学生命科学学院国家级重点学科,植物学与动物学位列ESI世界排名前0.5%。目前植物学研究呈现交叉融合趋势,植物学的基础领域“植物细胞生物学”内容还未在研究生课程中进行更新。因此,开设植物细胞生物学课程符合前沿研究趋势和学院学科发展需求。

本课程拟面向硕士研究生,在一年级集中授课阶段进行授课。授课方式有如下考量因素:(1)植物学实验周期长、过程复杂,不宜使用项目式教学或理论与实验结合的授课形式;(2)授课对象为一年级硕士研究生,他们的前期专业背景多样,涵盖林学、生态学、农学等非传统细胞与植物学领域,课程内容不宜繁重,应化繁为简、突出基础;(3)授课对象的前期基础参差不齐,全英文和翻转课堂等形式难度较大,容易导致教学目标过高、教学效果差。综合以上因素,课程组拟定如下授课思路:(1)保证基础知识讲授,同时引入前沿进展研究;(2)设置实践

模块,提高学生参与度与积极性,培养学生的学术能力和素养;(3)教师引导与学生参与紧密融合,学生深度参与整个教学过程。课程设置3个环节:基础知识授课,前沿文章讲读与点评,期末论文写作。基础知识与文献研究内容相关联。教师引导学生对文献进行分析,学习文献研究思路、实验设计、相关技术原理,对创新点进行凝炼等。文献讲读以小组形式进行,可以培养学生协作和讨论的能力。论文写作允许学生把文献讲解所习技能付诸实践,锻炼其文献搜索阅读能力和写作能力。此外,课程设置学生互评环节,进一步提高学生参与度并培养“同行评议”意识与能力和批判性思维。以上考量符合以“研究引领教学”的研究生课程教学模式^[27],即:(1)运用多种教学方式讲授专业前沿知识;(2)注重新的实验技术和实验方法的引进;(3)关注培养学生文献阅读和信息获取能力、知识语言能力、科学思维;(4)“以学生为主体、以教师为主导”组织课堂教学。学生全过程深度参与课程讲授与学习,既可掌握基础知识,又可完成动手、动脑和动笔三方面的技能培养。

总体上,本研究对植物细胞生物学这一门课程的开设和实施进行探索,结合学院自身专业特色和研究生学情,将课程的开展思路和实施过程进行分享与讨论,期望为同类型研究生课程的授课模式提供一定思路。

4 植物细胞生物学课程探索案例

4.1 授课思路和评价模式

4.1.1 学情分析和课程目标 本课程面向以植物学为背景的一年级硕士研究生。由于部分研究生无细胞生物学基础,因此本课程以基础知识为主,结合前沿研究进展讨论与学习进行。教学目标包括以下3个部分。(1)建立符合研究生培养需求的基础知识体系。教师依据当前植物学研究所亟需的细胞学知识,设置课程大纲,大纲内容涵盖植物细胞结构与功能、植物细胞生命活动、植物细胞研究技术三大板块,通过梳理和讲授章节要点等方式帮助低年级研究生掌握植物细胞基础知识。(2)培养文献查找、阅读、分析总结能力以及论文写作能力。本部分由教师引导,学生主导参与完成。教师选择与课程章节紧密相关的前沿文献,确保基础知识内容与前沿研究相结合。学生被随机分组,以小组为单位进行文献讲解,学习文献中的知识点、研究思路、实验

方法、写作技巧等。论文撰写由学生自主选题,鼓励选题与学生自身研究内容相关,通过实践进一步提升其文献阅读与写作能力。(3)培养科研逻辑思维和批判性精神。本部分主要由教师引导和学生同行评议完成。教师提前撰写文献讲解和评议要点,学生在教师引导下对他人的文献讲解效果进行评价。讲解人在文献讲读过程中了解和掌握当前植物细胞研究的基本思路,评议人在评价过程中锻炼批判性思维。

4.1.2 课程大纲和授课思路 课程围绕“研究引领教学”这一核心思想展开,基于“以学生为主体、以教师为主导”的模式组织课堂教学^[27]。课程内容包含植物细胞结构与功能、植物细胞生命活动和植物细胞研究技术3个部分。作为试点课程,设置学时为36学时,开课时长为12周,每周授课3学时共135分钟。基于学时要求,共设置12个章节,教学周次为秋季学期第3—14周(本校研究生教学从第3周开始)。课程核心内容设置如表1。其中,第1章绪论讲授植物细胞的基本特点,以及在生命进化 and 实践应用中的价值和意义,帮助学生从进化和社会需求角度了解植物细胞研究的重要性。第2~7章为植物细胞结构与功能板块,本部分详解植物细胞的关键亚细胞结构、组织方式和功能,帮助学生掌握植物细胞的基本组成和生理特性。第8~10章为植物细胞生命活动板块,本部分关注植物细胞进行生命活动的基本行为和调节机制,帮助学生从发育和生理功能等角度深入认识植物细胞。第11章为植物细胞研究技术板块,本部分讲授植物细胞研究前沿技术和原理,帮助学生为将来开展植物细胞研究奠定基础。每章节匹配一篇与章节核心内容相关的前沿文献,用于学生分组汇报和解读。文献选择由教师完成,一般采用近年发表于国际高水平期刊上的研究成果。文章涵盖不同的研究方向以及植物细胞生物学各类主流实验手段和技术。除绪论课外,其余每章节均由一组成员进行前沿文献讲读(表1),时长为45~60分钟。分组情况根据实际选课人数进行调整。组员汇报过程中,非汇报人针对不详之处进行提问,由汇报人回答。不足之处,由教师进行补充,补充内容主要针对章节知识点和实验技术原理。汇报完毕后,教师正式授课,从基础知识要点到前沿研究进展进行系统讲解,其间穿插讲读文献中的相关内容,形成反馈学习路径,巩固核心知识点。

表1 课程章节设置和前沿文献讲读分组
Table 1 Chapters and groups for literature reading

知识板块 Category	章节 Chapter	周次 Week	小组 Group	人数 Group size	文献 Literature
-	第1章 绪论	3	-	-	-
-	节假日停课	4	-	-	-
植物细胞结构与功能	第2章 细胞壁	5	1	3	[28]
	第3章 微丝	6	2	2	[29]
	第4章 微管	7	3	2	[30]
	第5章 液泡	8	4	2	[31]
	第6章 胞间连丝	9	5	2	[32]
	第7章 内膜运输	10	6	2	[33]
	第8章 细胞生长	11	7	2	[34]
植物细胞生命活动	第9章 细胞分裂	12	8	2	[35]
	第10章 细胞死亡	13	9	2	[36]
植物细胞研究技术	第11章 生物技术	14	10	2	[37]

-: 无相关内容。

-: no relevant contents.

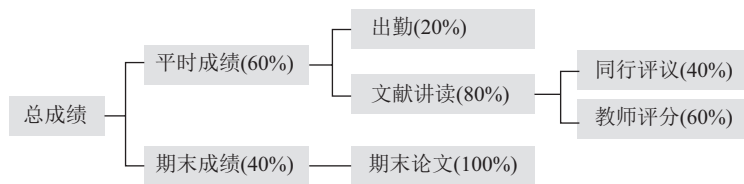


图1 课程成绩组成比例

Fig.1 Course grading components

4.1.3 考核与评价措施 课程考核以评价学生的参与度、科研思维能力为主,课程成绩包括平时成绩和期末成绩两部分,评分占比情况见图1。平时成绩包括出勤和文献讲读两个部分。文献讲读的评价包括同行评议和教师评分。同行评议由全班同学在小组讲读文献时进行,汇报人员不自行打分,其余同学评分后取平均值。为保证评分一致性,培养学生在同行评议过程中进行科学评价的能力,由教师给出详细的评分标准供同学参考(表2)。低年级研究生的论文写作水平处于入门阶段,其对论文的写作质量缺乏评价能力,期末论文的评分由教师独立完成,评分标准见表3。

4.1.4 授课过程中科学素养和能力的培养 课程运用多种教学方式将基础知识讲授与前沿研究相结合,学生全过程深度参与教学,全方面锻炼自身的科学素养和思维。具体能力培养目标包括文献查阅能力、文献剖析能力、要点总结与表达能力、论文写作能力、同行评议能力、科学逻辑与分析能力、发现问题和提出问题的能力等。相较于以往的教学

方法,本课程给出了文献讲读与论文写作的详细评分标准,可以引导学生动脑和动手。例如,通过调研论文作者的研究经历挖掘研究历史和前沿研究进展;通过思考研究的创新性了解如何评价科学研究成果;通过分析研究的逻辑思路,了解实验设计技巧与方法;通过分析未解决的问题,培养提出问题的能力;通过撰写论文,掌握文献搜索整理和要点总结的能力;通过小组汇报,锻炼合作、沟通和表达能力。此外,期末论文着重强调学术规范,对培养学生的学术道德意识具有引导意义。

4.2 课程实践与效果分析

课程在设置内容与授课模式方面充分考虑了现实因素,包括:(1)学院专业特色和前沿研究发展需求;(2)学生前期基础和自身研究项目可能的需求;(3)根据授课条件,确定与之匹配的核心教学目标。下面对2023年秋季学期课程实践过程和效果进行分析。从选课同学专业背景看(图2),大部分同学研究方向与课程核心内容高度相关,课程内容整体上符合学院研究生课程体系的建设导向。授课阶段,为

表2 文献讲读评分标准
Table 2 Criteria for grading literature presentation

评分项目 Assessment	报告人的讲解是否帮助回答下列问题 Whether questions below are fully addressed	分值 Score
A. 报告人对该研究的背景调查是否充分	1. 主要作者的学术背景和目前的主要研究方向是什么 2. 研究想要回答什么重要科学问题 3. 相关领域已有哪些进展, 还有哪些没有解决的问题或存在的困难	25分
B. 报告人是否清楚该研究的思路、方案和结论	4. 为了回答这一科学问题使用了怎样的研究体系、研究思路和技术方法 5. 研究取得了哪些发现和结论	25分
C. 报告人是否明确知道研究的创新性和不足	6. 研究结果中哪些是最具创新性的内容, 哪些不是 7. 研究是否围绕核心问题系统且具有逻辑性地开展 8. 研究的实验数据是否充分支持其结论 9. 研究是否存在不足和缺陷 10. 研究发表在相应期刊上是否合理	25分
D. 报告人是否知道后续研究的可能方向	11. 研究完成之后可以开展哪方面的后续课题	10分
E. 小组成员是否共同合作讨论以理解研究内容	12. 组内成员是否有分工、协作和互助讨论	10分
F. 汇报的整体表现	13. 言谈举止是否得体, 语言逻辑是否合理清晰, 汇报内容是否层次分明等	5分

表3 期末论文评分标准
Table 3 Criteria for grading the final paper

评分项目 Assessment	分值 Score
A. 论文是否提出一个明确且适合探讨的科学问题(摘要和引言)	20分
B. 针对这一问题进行的文献搜索和分析是否全面(引言)	20分
C. 论文的结构层次、分点论述是否清晰(正文主体)	20分
D. 是否提出与科学问题相关的见解看法或尚未解决的研究内容或方向(展望)	20分
E. 论文的格式是否规范, 排版是否美观(全文, 含参考文献)	20分
F. 论文是否存在学术不端[如抄袭或直接翻译外文文献(全文)]	如无, 则此项为0分; 如有, 则总分为0分

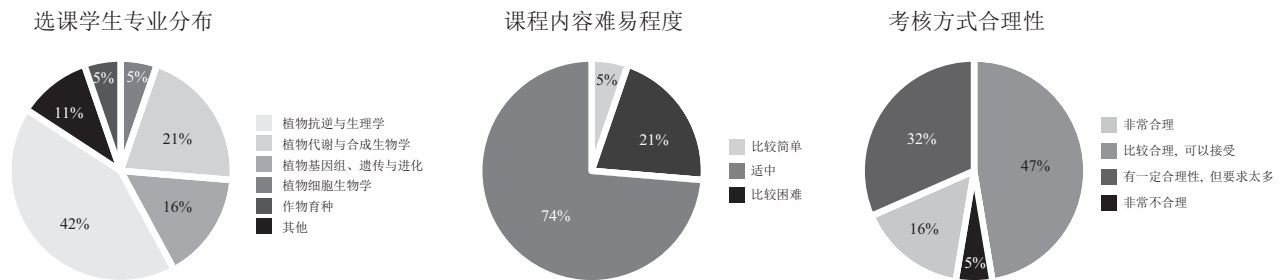


图2 课程设置的合理性调查
Fig.2 Survey on the rationality of curriculum design

帮助同学学习文献整理和论文撰写技能, 课程组在哔哩哔哩网站发布自制的Endnote文献管理软件使用视频(<https://www.bilibili.com/video/BV1Sw411K7di/>; <https://www.bilibili.com/video/BV14u4y1L7QB/>), 供课程组和其他有需要的同学进行学习, 取得较好的反

响效果。

课程实施的一般流程和教学情况如下。教师以数分钟的开场白介绍本章节主要内容及其与前后章节的联系。小组按课程安排进行文献讲读汇报。整体而言, 在考核标准的指导下, 每个小组均能围绕

“研究人员介绍”-“研究背景”-“实验结果”-“总结与讨论”流程进行汇报,对实验发现和主要结论比较清楚。部分同学可以根据好奇心或基于文章中不解之处进行提问和深入挖掘,获取更多知识,甚至找出文章中的不足之处。少数同学仅停留于论文文字面内容,对研究的整体框架和逻辑不清楚。教师在文献讲读过程中予以随机点评与补充,第一时间对学生未能掌握的部分进行释疑和帮助。汇报人通常对教师的点评十分感兴趣,能从中吸收更多新的内容。文献讲读完毕后,教师回归课程核心内容,讲解基本知识点,与文献中的要点紧密结合,进一步巩固相关知识。尽管不同的章节内容存在差异,但文献中常用的实验方法反复出现,经过汇报人和老师讲解,同学对相关技术(如酵母双杂交、pull-down、荧光成像、突变体遗传分析、电镜成像、数学模拟等)的原理有了更清晰的认识和理解。非汇报人参考评分标准对文献讲读成员进行同行评议。在实践过程中,多数非汇报人仅进行打分过程,没有对汇报人进行现场提问和互动,与原有的设定情况不符。期末论文的撰写主要评价论文的基本格式规范和主体框架的合理性。大部分同学能很好地选择一个恰当的主题进行讨论,并且与自己的研究课题相关联,少数同学选题过宽或者文献阅读量过少。总体而言,课程的教学环节在实践过程中没有出现较大的偏差。

下面以第5章液泡为例,对教学过程的实施和效果进行分析。本节内容相关文献为2023年发表于*Nature Plants*的文章“A whole-cell electron tomography model of vacuole biogenesis in *Arabidopsis* root cells”。上课第一阶段,两位小组成员对论文作者和研究背景开展调查,发现论文作者所在研究室长期从事植物液泡、膜运输和自噬机制研究,并且培养了一批研究液泡发生与生理功能的青年学者。通过这一调查,学生可以关注到领域内的重要研究人员,以及掌握通过作者的人际关系追踪前沿研究进展的技巧与思路。汇报人随后对研究背景展开调查,发现植物液泡存在裂解液泡和贮存液泡两种类型,液泡的起源有高尔基体反面囊泡和内质网起源两种学说,论文的目标是回答液泡通过哪种机制发生。该调查锻炼了汇报人提出科学问题的能力。随后,汇报人总结目前研究液泡发生的主要实验手段——高分辨率荧光成像和电镜成像,并对这两种实验方法的原理和优缺点进行分享。该部分内容提升了学生

自主查阅实验方法和原理的能力,同时对其他人了解相关知识颇有助益。汇报成员进一步对实验结果各部分进行分析,从提出问题、设计实验方案和分析实验结果3个层次展开,对科学研究的逻辑思维有较深入的认识。最后汇报小组对论文的主要发现和创新点进行了汇总和点评,对研究中存在的不足和未来需要研究的方向提出了自己的看法,拓宽了自身的研究视野,培养了一定的批判性思维。文献讲解完毕后,教师从动物和植物液泡基本特点,植物中两种液泡的结构和功能,研究液泡的思路方法,当前对植物液泡发生机制的认识,液泡动态与细胞生命活动,液泡蛋白分选机制等方面展开授课。教授内容与文献讲解内容互为补充,核心知识点通过不同的形式被反复提及,进一步得到加深和巩固。

课程结束后,我们针对上课同学进行问卷调查,以了解实际教学效果。如图2所示,调查结果显示,79%的同学认为课程的难度适中或简单,表明教师对课程内容难易程度的把握比较恰当。考核方式方面,63%的同学认为考核方式比较合理,32%的同学认为要求过多。考虑到研究生一年级整体课程数量较多,多元化的考核方式可能造成学生课业量偏大。教学效果方面主要调查授课模式和学生参与方式对学生自己研究生阶段的课题开展是否有帮助。如图3所示,95%的同学表示文献汇报结合教师点评和讲课的授课方式对自己非常有帮助。这一模式受到同学们一致好评。同行评议的形式效果不佳,大部分同学认为这一形式对培养批判性精神有帮助,但考核方式不够合理。关于文献讲读和撰写论文两种考核方式,大部分同学均认为对自己的研究有帮助。

本课程尝试采用“同行评议”机制对学生文献讲读情况进行评价。为了评估学生打分情况的可靠性,我们将教师评分与学生评分结果进行比较(图4)。大多数情况下,学生评分的平均值和教师评分十分接近。学生打分方差在3分左右,方差一致性较好[平均值=(3.2 ± 0.6)分],表明整体打分情况比较可靠。教师和学生打分差值基本在 ± 5 分以内[平均值=(0.1 ± 2.8)分],且不存在明显偏向性。基于以上结果,我们认为多数人参与的同行评议机制对评价学生的随堂表现具有可靠性,没有明显出现故意打高分或低分的情况。

4.3 经验总结与教学反思

总体而言,本课程在教学效果上取得较好的反

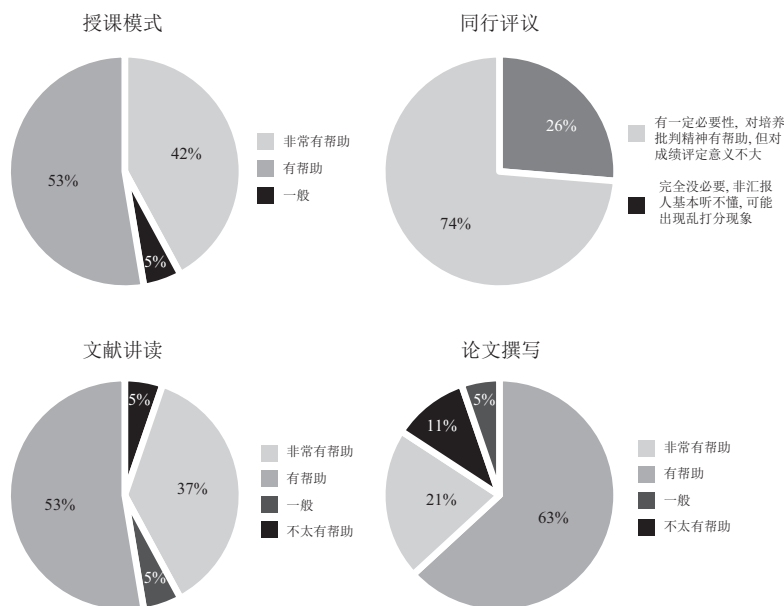
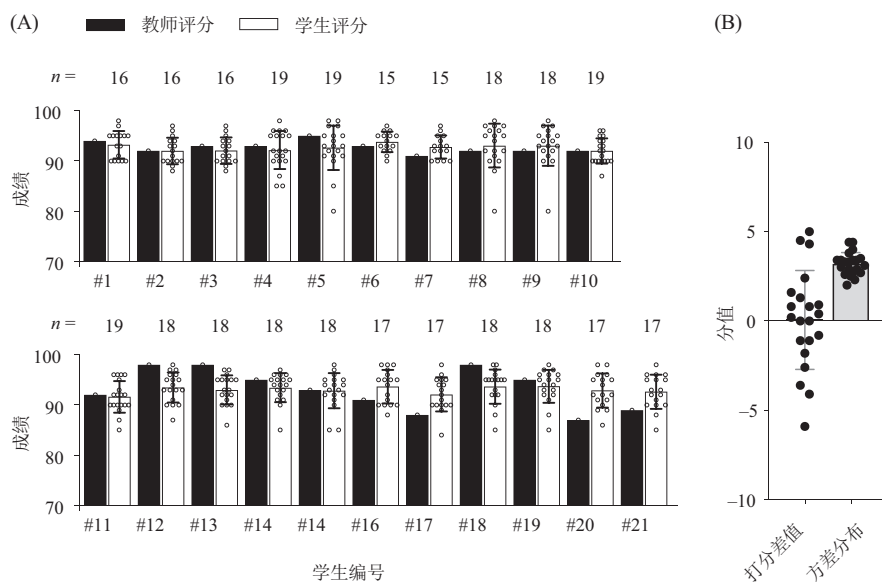


图3 教学环节对科研能力培养的帮助效果调查

Fig.3 Investigation on the effectiveness of teaching components in cultivating research abilities



A: 教师和学生文献讲读情况打分成绩分布。横轴表示学生编号。纵轴为每位学生所得成绩分布。由于请假等原因, 同学获得的有效打分成绩份数略有差异。实际评分人数位于相应柱图上方。学生打分数据为平均值 $\pm$ 标准差, 同时显示实际数据点。B: 教师与学生打分差值与学生打分方差分布。数据为平均值 $\pm$ 标准差, 同时显示实际数据点。

A: distribution of scores assigned by teachers and students for literature presentation. The horizontal axis represents student IDs, while the vertical axis depicts the score distribution obtained by each student. Due to absences and other reasons, there are slight variations in the number of valid scores received by students. The actual number of evaluators is indicated above the corresponding bar on the graph. Student scoring data is presented as $\bar{x} \pm s$, with actual data points also shown. B: distribution of the difference between scores assigned by teachers and students and the variance of student scores. Data is presented as $\bar{x} \pm s$, with actual data points displayed as well.

图4 文献讲读同行评议打分情况分析

Fig.4 Analysis of peer review scores for literature presentations

响。学生反映最有帮助的环节是文献讲读与教师现场点评。尽管非主讲同学在文献讲读过程中参与度不高, 但参讲同学均认为收获较大。特别是参讲同

学在对文献进行调研、分析和总结之后, 仍存在研究技术和研究逻辑不清晰的地方, 教师现场给予指导, 对学生进一步掌握文献相关知识和实验方法帮

助非常大。这一实践过程既保证了学生的深度参与,又通过老师的答疑解惑巩固和拓展了知识点,对培养学生的自主学习能力和激发求知欲望有很好的效果。此外,在老师的引导下反复推敲文章的研究思路,对培养学生发现问题和提出问题的能力有很大帮助。

从教学目标和实践效果上看,本课程紧抓核心内容,通过不同的教学手段和方法,全方位保证基础内容教学的展开和科学思维与能力的培养。课程涉及的教学方法可操作性强,可以推广至生物学甚至其他理学类研究生课程。比如提供个性化的软件使用教程,通过明确评价标准引导学生掌握阅读文献和撰写论文的一般思路,将课程章节内容与前沿研究一一对应结合起来,指导学生进行文献讲解。在文献讲解过程中,帮助学生掌握科学研究的基本思路与逻辑,熟悉前沿技术方法,激发对未知领域的认识与思考。此外,课程中引入同行评议机制,可以促进认识科学研究过程中的论文发表与评价机制,学会批判性思考。论文撰写要求敦促学生坚守学术规范和树立学术道德意识。分组汇报方式既可以促进同学间的合作交流,又可以培养学生梳理知识要点、进行自我表达的能力。

本课程中使用的深度参与教学模式仍处于探索阶段,经实践发现目前存在以下几方面问题。首先,学生参与需要较多精力投入,对于课程总量大的专业或院系可能需要考虑平衡学生精力。必要的情况下,可将论文撰写和文献讲读只取其一进行。其次,同行评议机制的必要性有待进一步讨论。尽管大多数学生认为同行评价对成绩的考核不具有合理性,但数据分析显示,同行评价仍然具有较高的公平性和准确性(图4)。本课程中,打分人数在16~19人之间。班级人数更多时,评分效果理论上可能更好。因此,我们认为同行评议机制仍然值得在课程中采用。根据实际需要,教师也可以通过调整同行评议成绩占比的方法,减少不当评议带来的不利影响。另外,同行评议最大的问题在于非讲读人往往没有了解文献内容的主动性,对文献讲读小组的现场讲解也不是十分感兴趣,参与度较低。理想的情况下,非汇报人应该进行现场提问,一方面批判汇报人的准备是否充分,另一方面帮助彼此了解和掌握更多知识点。如何更好地激发同行评议的作用有待进一步探索。最后,文献讲读暴露出许多同学在科研思

维方面的不足。共性问题包括思考深度不够,容易停留于文字表面,被动接收文章的观点和结论,不能自主思考作者如何提出一个假设,为什么进行某一个实验,也不能从整体上去评价一项工作的完整性、创新性。这可能与缺乏相关训练有关。这也进一步表明研究生课程中应该加大对科学逻辑与思维的培养,特别是提高学生提出问题、思考问题,以及尝试自行寻找答案和设计实验方案探索未知的能力。

5 结束语

本研究提供了一项基于深度参与模式的研究生课程探索与实践案例,希望以此为生物学专业的研究生课程改革提供一定思路。研究不仅将基础知识与前沿进展融合于教学,还创新性地提出了采用同行评议方式,提升学生参与度,培养同行评审意识和锻炼批判性思维的设计理念。这对提高学生的科学素养和从事科学研究的能力有重要意义。此外,尽管开设或改进一门研究生课程没有统一标准,本案例研究可以为生物学研究生课程的设计思路提供借鉴和思考。例如,在研究生课程的改革过程中应该综合考虑院系特色与需求,关注学生学情和前期基础,把握核心内容,注重与前沿研究的对接,从学生实际需求出发,多方面多维度进行科研技能的培养、科学思维的锻炼和科研素质的提升。

参考文献 (References)

- [1] 习近平. 扎实推动教育强国建设[J]. 大社会(XI J P. Steadily advance the building of a strong education nation [J]. Da Shehui Magazine), 2023(9): 7-8.
- [2] 新华社. 习近平: 在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话[EB/OL](Xinhua News Agency. XI Jinping: speech at the 20th academician conference of the Chinese Academy of Sciences, the 15th academician conference of the Chinese Academy of Engineering, and the 10th national congress of the China Association for Science and Technology [EB/OL]) (2021-05-28) [2024-01-21]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5616154.htm.
- [3] 杨明, 韩龙祥, 张学博, 等. 2001—2020年我国研究生教育发展状况分析[J]. 高教学刊(YANG M, HAN L X, ZHANG X B, et al. Analysis on the development of Chinese graduate education from 2001 to 2020 [J]. Journal of Higher Education), 2023, 9(14): 21-5.
- [4] 别敦荣, 易梦春, 李家新. “十三五”时期研究生教育发展思路[J]. 中国高教研究(BIE D R, YI M C, LI J X. The development strategy of graduate education in the thirteenth Five-Year Plan period [J]. China Higher Education Research), 2016(1): 83-90.
- [5] 王小栋, 王战军, 蔺跟荣. 中国研究生教育70年发展历程、路

- 径与成效[J]. 中国高教研究(WANG X D, WANG Z J, LIN G R. The graduate education development for 70 years in China [J]. China Higher Education Research), 2019(10): 33-40.
- [6] 杨红霞. 改革人才培养模式提高人才培养质量——国家教育体制改革试点调研报告[J]. 中国高教研究(YANG H X. On the pilot of reform university students cultivation mode, improve higher education quality [J]. China Higher Education Research), 2014(10): 44-51.
- [7] 中华人民共和国教育部. 教育部关于深入推进学术学位与专业学位研究生教育分类发展的意见[EB/OL](Ministry of Education of the People's Republic of China. Opinion on promoting the differential development of academic and professional graduate education [EB/OL]) (2023-11-30) [2024-01-21]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_826/202312/t20231218_1095043.html.
- [8] 冉亚辉. 中国研究生教育基本理论论纲[J]. 研究生教育研究(RAN Y H. On the principles of the basic theory of postgraduate education in China [J]. Journal of Graduate Education), 2020(2): 6-13.
- [9] 国务院学位委员会. 教育部关于印发《研究生教育学科专业目录(2022年)》《研究生教育学科专业目录管理办法》的通知[EB/OL](Academic Degrees Committee of the State Council. Notice of the Ministry of Education on issuing “catalog of discipline majors for graduate education (2022)” and “administrative measures for the management of discipline majors for graduate education” [EB/OL]) (2022-09-13) [2024-01-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_833/202209/t20220914_660828.html.
- [10] 周文辉, 黄欢, 刘俊起, 等. 2023年全国研究生满意度调查[J]. 学位与研究生教育(ZHOU W H, HUANG H, LIU J Q, et al. Survey of the satisfaction degree of graduate students in China (2023) [J]. Academic Degrees & Graduate Education), 2023(9): 48-54.
- [11] 王亮亮, 雯博, 刘辉, 等. 浅析本科生与研究生的教育差异[J]. 教育教学论坛(WANG L L, WEN B, LIU H, et al. Analysis on the differences of undergraduate and postgraduate education [J]. Education and Teaching Forum), 2020(37): 72-4.
- [12] 肖川, 胡乐乐. 论研究生学术能力的培养[J]. 学位与研究生教育(XIAO C, HU L L. On cultivating academic abilities of graduate students [J]. Academic Degrees & Graduate Education), 2006(9): 1-5.
- [13] 赵炬明. 学科、课程、学位: 美国关于高等教育专业研究生培养的争论及其启示[J]. 高等教育研究(ZHAO J M. Discipline, program, and degree: reflections on the debates over graduate training and researches in higher education studies in USA [J]. Journal of Higher Education), 2002(4): 13-22.
- [14] 董云川, 李敏. 研究生教育规律初探[J]. 研究生教育研究(DONG Y C, LI M. A preliminary study on the law of postgraduate education [J]. Journal of Graduate Education), 2018(5): 1-6.
- [15] 赵蒙成. 研究生核心素养的框架与培养路径[J]. 江苏高教(ZHAO M C. Framework and training path for core competencies of graduate students [J]. Jiangsu Higher Education), 2018(2): 50-5.
- [16] 井乐刚, 满朝来, 刘玉芬, 等. 硕士研究生科研能力培养的探索与实践[J]. 黑龙江畜牧兽医(JING L G, MAN C L, LIU Y F, et al. Exploration and practice of cultivating scientific research ability of graduate students [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine), 2020(21): 162-5.
- [17] 尹振东, 吴芝路, 赵雅琴. 科研创新能力三要素及研究生创新人才培养途径[J]. 黑龙江高教研究(YIN Z D, WU Z L, ZHAO Y Q. Three elements of scientific research innovation ability and pathways for cultivating innovative talents of graduate students [J]. Heilongjiang Researches on Higher Education), 2014(10): 152-5.
- [18] 孙冬丽, 蒋建东, 赵静. 生物学领域研究生课程存在问题与建设思考[J]. 高教学刊(SUN D L, JIANG J D, ZHAO J. Problems in biology graduate courses and considerations for construction [J]. Journal of Higher Education), 2020(22): 27-9,33.
- [19] 范晓东, 乐涛. 生物学硕士研究生创新能力培养模式的探索与实践——基于三方协同育人模式[J]. 教育教学论坛(FAN X D, LE T. Exploration and practice of innovation ability training model for postgraduates of biology: based on the tripartite collaborative education model [J]. Education and Teaching Forum), 2021(3): 105-8.
- [20] 汪霞, 卞清, 孙俊华. 论学术学位研究生课程体系建设[J]. 学位与研究生教育(WANG X, BIAN Q, SUN J H. On the construction of curriculum system for academic graduates [J]. Academic Degrees & Graduate Education), 2015(10): 30-4.
- [21] 谢浩, 李默怡, 张子超. 研究型大学本科生与研究生分子生物学课程教学差异性的思考与实践[J]. 生命的化学(XIE H, LI M Y, ZHANG Z C. Differences between undergraduate and graduate course teaching of Molecular Biology in a research university [J]. Chemical of Life), 2021, 41(7): 1600-7.
- [22] 王毅刚, 孙延芳, 周秀梅. 基于学科发展史和前沿技术应用的细胞生物学研究生课程教学的探索[J]. 课程教育研究(WANG Y G, SUN Y F, ZHOU X M. Exploration of cell biology course teaching for graduate students based on discipline development history and application of frontier technology [J]. Course Education Research), 2016(22): 165-6.
- [23] 胡红刚, 晏琼, 侯玲玲, 等. 以《细胞生物学》课程为依托开展生物学研究生科研素质训练[J]. 中国细胞生物学学报(HU H G, YAN Q, HOU L L, et al. Scientific research qualities training of biology graduate students based on “Cell Biology” course [J]. Chinese Journal of Cell Biology), 2015, 37(1): 79-83.
- [24] 刘大丽. 新农科背景下细胞生物学翻转课堂教学设计探索[J]. 黑龙江教育(理论与实践)(LIU D L. Design and exploration of cell biology flipped classroom teaching under the background of new agricultural science [J]. Heilongjiang Education, Theory & Practice), 2020(9): 65-6.
- [25] 邢永华, 苏占海, 张昱, 等. 细胞生物学课程全英语教学研究与实践[J]. 中国高等医学教育(XING Y H, SU Z H, ZHANG Y, et al. Research and practice of full English teaching of Cell Biology course [J]. China Higher Medical Education), 2019(9): 64-5.
- [26] 曲学彬, 李凤, 张宝乐, 等. 多模块化的医学研究生细胞生物学教学改革[J]. 继续医学教育(QU X B, LI F, ZHANG B L, et al. Modularized teaching reform for medical graduate Cell Biology [J]. Continuing Medical Education), 2017, 31(10): 10-2.
- [27] 汪铭, 陈聚涛, 杨昱鹏, 等. 研究型教学在研究生课程教学中的应用[J]. 研究生教育研究(WANG M, CHEN J T, YANG Y P, et al. On application of research-oriented teaching in course teaching for postgraduates [J]. Journal of Graduate Education), 2018(1): 33-7.
- [28] YANG J, BAK G, BURGIN T, et al. Biochemical and genetic analysis identify CSLD3 as a beta-1,4-glucan synthase that func-

- tions during plant cell wall synthesis [J]. *Plant Cell*, 2020, 32(5): 1749-67.
- [29] WANG J, SHEN J, XU Y, et al. Differential sensitivity of ADF isoforms to a pH gradient promotes pollen tube growth [J]. *J Cell Biol*, 2023, 222(11): e202206074.
- [30] LINDEBOOM J J, NAKAMURA M, SALTINI M, et al. CLASP stabilization of plus ends created by severing promotes microtubule creation and reorientation [J]. *J Cell Biol*, 2019, 218(1): 190-205.
- [31] CUI Y, CAO W, HE Y, et al. A whole-cell electron tomography model of vacuole biogenesis in *Arabidopsis* root cells [J]. *Nat Plants*, 2019, 5(1): 95-105.
- [32] LUNA G R, LI J, WANG X, et al. Targeting of plasmodesmal proteins requires unconventional signals [J]. *Plant Cell*, 2023, 35(8): 3035-52.
- [33] GRONES P, DE MEYER A, PLESKOT R, et al. The endocytic TPLATE complex internalizes ubiquitinated plasma membrane cargo [J]. *Nat Plants*, 2022, 8(12): 1467-83.
- [34] CUI X, WANG S, HUANG Y, et al. Arabidopsis SYP121 acts as an ROP2 effector in the regulation of root hair tip growth [J]. *Mol Plant*, 2022, 15(6): 1008-23.
- [35] KUMARI P, DAHIYA P, LIVANOS P, et al. IQ67 DOMAIN proteins facilitate preprophase band formation and division-plane orientation [J]. *Nat Plants*, 2021, 7(6): 739-47.
- [36] VOLZ R, HARRIS W, HIRT H, et al. ROS homeostasis mediated by MPK4 and SUMM2 determines synergic cell death [J]. *Nat Commun*, 2022, 13(1): 1746.
- [37] SUN C, LEI Y, LI B, et al. Precise integration of large DNA sequences in plant genomes using PrimeRoot editors [J]. *Nat Biotechnol*, 2024, 42(2): 316-27.