

科教融合与课程思政在分子生物学实验《PCR 扩增 ITS 序列》中的应用

尚常花

广西师范大学生命科学学院 广西桂林

【摘要】 本文针对科教融合和课程思政在课堂教学中有待加强的问题，以分子生物学实验《PCR 扩增 ITS 序列》为授课内容，详细描述了科教融合与课程思政的具体实施方法，全面提升大学生的科研创新能力，引领大学生的价值观，实现科教融合与课程思政协同育人的最终目标。

【关键词】 科教融合；课程思政；科研创新；价值观

【基金项目】 教育部产学合作协同育人项目 (No.220603893233509)；广西研究生教育创新计划项目 (No.XJCY2022011)；广西师范大学教育教学改革工程项目重点项目 (No.2021JGZ18)；广西师范大学 2021 年研究生全英文课程建设项目 (No.2021XJQYW11)

【收稿日期】 2023 年 2 月 10 日

【出刊日期】 2023 年 4 月 10 日

【DOI】 10.12208/j.jlsr.20230005

Application of science and education fusion and curriculum thinking and politics in molecular biology experiment "PCR amplification of ITS sequence"

Changhua Shang

College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi

【Abstract】 In view of the problems that the integration of science and education and curriculum ideology and politics need to be strengthened in classroom teaching, this paper takes the molecular biology experiment "PCR amplification of ITS sequence" as the teaching content, describes in detail the specific implementation methods of the integration of science and education and curriculum ideology and politics, comprehensively improves the scientific research and innovation ability of college students, and leads the values of college students. To achieve the ultimate goal of the integration of science and education and the collaborative education of curriculum ideology and politics.

【Keywords】 Integration of science and education; Curriculum ideological and political; Scientific research and innovation; Value

1 教学改革背景

《分子生物学》以生物大分子核酸和蛋白质为研究对象，是生物学专业非常重要的一门理论课程，可以从分子水平揭示生命的奥秘^[1]。《分子生物学实验》是生物学专业一门重要的实验课程，是《分子生物学》的配套课程，担负着将分子生物学的理论知识具体化的重任，从实践的角度来讲，实验课程的教学质量对学生创新能力的影响更大^[2,3]。分子生物学实验可以将理论课程学到的知识具体化，加深对理论知识的理解，为学生将来从事相关的科研

活动奠定良好的基础。

目前国内大学普遍存在着科研与教学脱节的现象，科教融合亟待加强。究其原因，一方面科研更容易在短期内获得可以量化的成果，导致部分大学出现“重科研，轻教育”的不正常现象。另一方面，部分很少从事科研的教师课讲得很好，但只是教给学生最基础的知识，难以提高学生的创新能力。因此，科教融合是教育的主流趋势，对于实验课程而言更是意义重大^[4,5]。

课程思政指以构建全员、全程、全课程育人格

*通讯作者：尚常花（1980-），山西泽州，广西师范大学生命科学学院副教授，博士，研究方向：分子生物学、微生物学

局的形式将各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应，把“立德树人”作为教育的根本任务的一种综合教育理念。课程思政主要形式是将思想政治教育元素，包括思想政治教育的理论知识、价值理念以及精神追求等融入到各门课程中去，潜移默化地对学生的思想意识、行为举止产生影响^[6]。《分子生物学实验》课程中涉及诸多国内外著名科学家的辉煌科研业绩，思政元素丰富，是进行课程思政的优秀载体。基于科教融合和课程思政的双重考虑，笔者计划将两种理念具体应用至《分子生物学实验》中的“PCR 扩增 ITS 序列”，以提升学生的价值追求，提高学生的科研创新能力。

2 教学目标

2.1 知识目标

了解 PCR 原理，理解影响 PCR 结果的因素。

2.2 能力目标

通过具体的 PCR 扩增操作，培养科研动手和实验设计的能力。

2.3 课程思政目标

树立勇攀科学高峰加快我国科技发展的理念，培养从事科研要一丝不苟的精神。

3 教学过程

3.1 (第 1-5 分钟) 课程教学内容设计

首先，请同学们回忆理论课讲过的 PCR 知识。PCR 是一种在体外扩增特定核酸序列的技术，包括变性、退火和延伸 3 个基本步骤。为了强化学生对 PCR 的直观理解，在教学过程中辅以 Flash 动画，让学生对 PCR 原理和指数式扩增过程产生深刻的印象。

其次，简单讲述 Kary Banks Mullis 博士发明 PCR 的故事。1983 年，Cetus 生物公司的职员 Mullis 驾车在高速公路飞驰时，路边的两排路灯在他眼前幻化作 DNA 双链，不断离合、延伸。他意识到自己发现了扩增 DNA 的方法。此后，在 Cetus 生物公司的技术员帮助下研发 PCR 技术。1985 年，Mullis 阐述了 PCR 技术，但是，大肠杆菌 DNA 聚合酶 Klenow 片段不耐热，每次变性 DNA 后都要重新补加，耗时、费力、易出错。1988 年，Saiki 等在黄石公园温泉中分离的一株水生嗜热杆菌(*Thermus aquaticus*, Taq) 中提取到一种耐高温 DNA 聚合酶 Taq。Taq 酶的发现，使得 PCR 真正变为现实，为其自动化铺平了道

路。1993 年 Mullis 博士因 PCR 技术荣获诺贝尔化学奖。

最后，基于科教融合，简单介绍 PCR 的应用(穿插小组讨论)。通过小组讨论+教师指导归纳出当前 PCR 的主要应用领域：检测突变、基因重组、亲子鉴定和侦破案件，了解 PCR 技术是生物学的一把利器，体验 PCR 的神奇魅力。

(第 2-4 分钟) 结合课程内容融入案例 1—通过 Mullis 博士历经多年发明和完善 PCR 的故事，激发学生勇攀科学高峰的精神和科研创新精神，使学生树立为我国科技高速发展不断进行科研创新的意识，达到思政育人的目的。

3.2 (第 6-10 分钟) 课程教学内容设计

现场示范引物设计软件的使用，简要讲解常规 PCR 的种类。PCR 看似不难，但其中涉及诸多方面的考虑。其中的引物设计就是重要的一环，引物设计不合格就难以获得理想的 PCR 结果。基于科研融合的考虑，现场指导学生以 Primer Premier 软件进行引物设计实战训练，彻底掌握引物设计的核心知识。此外，特意指出本次实验所用的引物出自《PCR Protocols》中内容 38-Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics。同时，该内容中还列出了很多用于扩增 rDNA 的引物供选用，本次实验所用的扩增 ITS 序列的引物只是其中的一对，通过对 ITS 序列的扩增、测序及 Blastn 比对，可以对所使用生物材料的属有清晰的鉴定，了解本实验的具体科研应用(生物的属水平鉴定)。此外，简单讲解反向 PCR、染色体步移、RACE、巢式 PCR、多重 PCR 等常规 PCR 的种类，拓展学生的科研视野，而不是仅仅局限于本实验所述的普通 PCR。

3.3 (第 11-15 分钟) 课程教学内容设计

首先，讲解 PCR 反应体系。以本实验为例，讲清每一种成分的终浓度，而不是让学生死记硬背每一种成分的加样量，培养学生灵活应用的能力(穿插小组讨论)。在小组讨论过程中引导学生树立严谨的科学意识。当前，有众多的生物公司，每一家生物公司又有多种用于 PCR 的耐高温 DNA 聚合酶。本次实验所用的 2×PCR Master Mix 中所包含的 rTaq 只是最基础的 DNA 聚合酶。此外，还有很多不同类型的 DNA 聚合酶，例如扩增长片段的 LA Taq，进

行高保真扩增的 PrimeSTAR 和 Pfu。不同公司的不同酶要依据各自的说明书进行规范的使用，不能混合使用，更不能把教学实验中的 PCR 体系认为是通用的、万能的。

在灭菌 0.2mL PCR 管中依次加入（总体积 50 μ L）

ddH ₂ O	22 μ L
2 \times PCR Master Mix	25 μ L（含 rTaq 酶、dNTP、缓冲液、Mg ²⁺ ）
引物 NS1（20 μ M）	1 μ L
引物 NS8（20 μ M）	1 μ L
模板 DNA	1 μ L

其次，现场示范移液器加微量样品的细节；最后，详解 PCR 试剂的加样顺序。

（第 13-15 分钟）结合课程内容融入案例 2—通过 PCR 加样时各种试剂需要按照顺序加入的现象，引导学生树立遵纪守法的良好意识；通过移液枪加微量样品的注意事项，树立学生的精益求精精神和大国工匠精神。

3.4（第 16-20 分钟）课程教学内容设计

讲解 PCR 程序的设计和 PCR 仪的使用，学生进行实验操作。除了引物设计之外，PCR 程序的设计也是非常重要的一环。基于科教融合的考虑，本次授课向学生强调了 3 个重要参数：退火温度、延伸时间、循环数。以本实验为例，ITS1/ITS4 的 T_m 值分别为 60.4 $^{\circ}$ C/51.7 $^{\circ}$ C，对于通用引物一般以一对引物中较低的 T_m 值进行 PCR 扩增。对于自己设定的引物，一般以一对引物中较低的 T_m 值 \pm 5 $^{\circ}$ C 的范围来优化。因此，本实验中退火温度最终确定为 51.7 $^{\circ}$ C。延伸时间与所要扩增片段的长度密切相关，一般认为 rTaq 等 DNA 聚合酶最差的扩增速度也可以达到 1kb/min。结合本实验中扩增片段长度约为 700bp，将本实验中延伸时间设定为 40s。循环数一般设定为 30-35 个，在本实验中设定为 35 个。同时，指导学生有时需要根据实验结果对 PCR 程序进行动态优化，而退火温度则是重要的优化参数。如果条带不出现则降低退火温度，如果杂带过多，则提高退火温度，进而提高 PCR 扩增的特异性。最后，现场指导学生如何实际在 PCR 仪器上设定程序，树立学生实践出真知的意识。

本次课程中除了课程思政外，笔者还积极进行

了科教融合的探索。长久以来，在我国大学（尤其是非 211、非 985 的大学）里面，不少教师存在一种误解，认为本科生的实验课程不需要讲解得太深入，知道简单操作就可以了，实际上这是极端错误的想法。我国现在非常重视科教兴国，非常看重科研在教学中的作用。实际上，科研和教学是相辅相成、互相促进的关系。仅仅让学生机械地做一些实验操作并不利于学生创新能力的提高，学生甚至都不明白做的是是什么，只是知道简单地加样。在这种情况下，学生将来独立从事科研的时候，根本不知道如何设计实验。

4 教学反思

关于教学手段的多样化和可视化。讲解 PCR 原理的时候引入了 Flash 动画，大大增强了学生对抽象原理的理解。长久以来，我国的中小学教育和高等教育存在较为严重的满堂灌输现象。不少教师（尤其是年龄较大的教师）不愿意接受和学习新事物、新的教学手段，喜欢用一套过时的纸质教案进行教学。分子生物学实验属于微观学科，很多东西看不到摸不着，仅仅靠学生的抽象想象来掌握相关知识，难度很大，容易引起学生的厌学情绪。随着科技日新月异的进步，Flash 动画、微视频、虚拟仿真等先进的教学技术理应不断融入教学，实现更好的教学效果。

关于课程思政要素的挖掘和有机融入。目前，课程思政是我国教育的一个重要方向。但是，教育界的部分教师存在一种错误的认知。将课程思政简单等同于思想政治教育，简单生硬地将思政元素引入课堂，结果教学效果适得其反。本次教学实践中，我们也在多个地方有机地引入了课程思政元素。例如，本次实验课程涉及 PCR 扩增，这是一个绝好的引入 PCR 之父-Kary Banks Mullis 博士科研经历的切入点。通过 Kary Banks Mullis 博士历经多年发明和完善 PCR 的故事，激发学生勇攀科学高峰的精神和科研创新精神，使学生树立为我国科技高速发展不断进行科研创新的意识，达到思政育人的目的。这样有机融入学生不会觉得很突兀，能够收到较好的教学效果。

另外一个课程思政元素出现在 PCR 的加样操作中。PCR 操作是一项非常细致的工作，每种样品需要加的量非常少，而且对移液枪的精确加样有严格

的要求。这些操作属性正好可以结合到我国当前的科技现状。当前,我国在诸如芯片制造等涉及精细加工的科技领域受到美国为代表的西方国家的无理打压,例如华为公司被美国等西方国家肆意摸黑,在全球范围内进行打压的极端事件,严重影响了我国的科技发展进程。而本次实验课程中 PCR 加样操作也是一个非常注重精细的工作,正好可以结合我国当前的科技现状挖掘相关的思政元素,引导学生价值观。通过 PCR 加样时各种试剂需要按照顺序加入的现象,引导学生树立遵纪守法的良好意识;通过移液枪加微量样品的注意事项,树立学生的精益求精精神和大国工匠精神。只有我们每个人追求精益求精,才能有效解决我国科技领域诸多卡脖子的重大问题,实现中华民族的伟大复兴。

关于科教融合育人的思考。长久以来,受到各种评价政策的影响,不少高校、不少教师存在着极端重视科研、对教学不上心、敷衍了事应付教学等问题。受各种利益驱使,不少高校教师对申报和执行科研项目非常认真,而对教学则存在得过且过的思想。这部分教师存在严重的“科研至上”的错误思想。与此相反,部分教师存在严重的“教学至上”的观念。这一类老师往往脱离科学研究,近乎于照本宣科。以上两种极端现象都不利于课堂教学的完善和学生创新能力的培养,只有将教学、科研有机融入,用授课教师自身鲜活的科研实例来对学生进行创新能力的培养和科研意识的启蒙,才能收到更好的效果。

以本节课 PCR 扩增 ITS 序列为例,在只重视教学不重视科研的老师看来,本节课的内容非常简单。只需要首先让学生回忆一下《分子生物学》理论课中 PCR 的定义,其次告诉学生 PCR 各种试剂的加样顺序和具体的加样体积,最后让学生等待 PCR 的结果。如果这样组织课堂,学生能学到的知识特别少,几乎可以忽略不计。笔者结合自己多年的科研经验,敏锐地意识到本节课看似一个简单的小实验,实则蕴含着众多相关知识,具体如下所述。

从 PCR 的种类而言,非常繁多。然而,在本次实验课程中所涉及的 PCR 仅仅是一个最常规的 PCR,其实还有多种多样的 PCR,例如反向 PCR、多重 PCR、荧光定量 PCR、巢式 PCR 等。在教学中教师一定要根据自己的科研经验,给学生介绍相关

的科研知识,拓宽学生的科研视野非常重要。不然,学生会以为 PCR 就这么简单。当然,也要分清主次关系,对于其余的 PCR 种类可以进行概括性介绍,指出这些 PCR 主要涉及的场景,不需要太详细。将来,学生从事科研活动如果涉及到相关类型的 PCR,再去深入学习。

关于引物设计,一直是生物学专业学生的一个弱项。长期以来,很多教师对这个方面也不重视。不少教师认为,这些知识应该是硕士甚至博士阶段才需要学习的。当今社会,生命科学技术的进展日新月异,教师一定要尽早将相关核心知识和技能传授给学生,提高学生的综合科研能力。对软件知识的传授最忌讳空讲理论,所以,本次课程中教师现场以具体的序列为例,带着学生实际操作 Primer Premier 5 软件,让学生彻底掌握使用软件设计引物的技术。

关于 ITS 序列的实际应用和 PCR 程序设计。笔者在多年的教学实践中发现很多教师授课的时候就是简单告诉学生加什么引物加多少,然后放到 PCR 仪器里面就可以了。这种教学方式使得学生做完实验根本不知道自己做了什么,也不知道做这个实验有何用途,更不知道 PCR 程序是如何设计的,教学效果极差。在本实验中,笔者首先给学生讲授了 ITS 序列可用于真核生物属水平的鉴定,其次给学生讲解 PCR 程序设计需要特别注意的几个因素(例如:退火温度、延伸时间、循环数)。此外,针对目前生物公司众多、Taq 酶的种类众多这一现象,给学生讲解了 Taq 的选择原则,避免学生误认为今后所有的相关实验都只是使用 rTaq 酶。

综上所述,笔者在教学过程中发现虽然一节实验课的内容表面看起来很简单,但是,要想通过一节实验课全面提高学生的科研创新能力,关于实验设计教师一定要下大力气才能做好。教师结合自身科研经验,充分挖掘本节实验课所涵盖的相关知识点、实验设计能力及前沿拓展知识,才能让学生收获颇丰,充分提高其学习的主动性和综合科研能力,获得良好的教学效果。

5 结语

本次教学以分子生物学实验《PCR 扩增 ITS 序列》为具体的讲解内容,将 PCR 引物设计、常见 PCR 的种类、ITS 序列的实际应用、PCR 程序设计、加

样等核心知识和操作通过科教融合的方式传授给学生,培养了学生的科研创新能力,使学生通过本次实验课程真正掌握了 PCR 相关的核心知识点,具备了实验设计能力。同时,融入案例 1—通过 Mullis 博士历经多年发明和完善 PCR 的故事,激发学生勇攀科学高峰的精神和科研创新精神,融入案例 2—通过 PCR 加样时各种试剂需要按照顺序加入的现象,引导学生树立遵纪守法的良好意识;通过移液枪加微量样品的注意事项,树立学生的精益求精精神和大国工匠精神。最终,本次课程通过科教融合和课程思政进行协同育人,获得了良好的教学效果。

参考文献

- [1] 王洁华, 杨少辉《.分子生物学》教学改革探讨[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(22):157-159.
- [2] 刘文, 胡巍, 盛桂华, 等. 课题驱动的分子生物学实验教学探索与评价[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(5): 197-200.
- [3] 谭树华, 主编. 分子生物学实验指导[J]. 北京: 高等教育出版社,2015.
- [4] 曹小华,赵亚飞,于蒙.基于协同创新与科教融合的创新型物流人才培养模式[J].物流工程与管理, 2022, 44(08): 149-151.
- [5] 张炜,张维佳,赵文鹏.创新范式变革与科教融合发展暨第十六届科教发展战略国际研讨会综述[J].高等工程教育研究,2022(05):197-200.
- [6] 王学俭,石岩.新时代课程思政的内涵、特点、难点及应对策略[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2020, 41(02):50-58.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS