

发育生物学实验课程建设与思考

李洁^(✉), 翟永功, 靳溪, 薛秀花

北京师范大学生命科学学院, 北京, 100875

摘要: 本文总结了近年来北京师范大学发育生物学实验课程体系建设的经验和成效, 即在课程教学内容、教学方法与手段以及人才培养模式等方面的探索与实践, 形成了具有一定特色的发育生物学实验教学体系, 促进了高校人才培养和课程体系建设。

关键词: 发育生物学, 实验教学, 课程建设, 人才培养

Construction and Reflection of Developmental Biology Experiment Course

LI Jie^(✉), ZHAI Yong-gong, JIN Xi, XUE Xiu-hua

School of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

发育生物学是当今生命科学领域进展最为迅速、成果较为丰硕的分支学科之一。发育生物学作为本科生物类高年级的主干专业课程, 具有理论性与实践性并重的特点^[1]。目前, 国内各大高等院校都已先后开设了发育生物学理论课程, 并陆续出版了相应的教材。然而, 实验课程体系建设一直相对滞后, 仅有少数院校开设了发育生物学实验课程^[2]。实验内容也主要依据授课教师的研究方向设计, 学科框架和理论体系都不够完善, 且没有统一的、可广泛接受和采纳的实验教材^[1-3]。因此, 对于发育生物学实验这样一门既年轻又发展迅速的实验课程, 还有太多内容和环节有待探索和完美。

自2007年起北京师范大学生命科学学院开始规划建设发育生物学实验课程。课程依据发育生物学的学科特点和本院建设精品实验课程的要求规划设计^[4-6], 通过几年的教学探索和实践, 课程体系逐渐走向成熟和完美。同时, 我院教师参加了北京大

学承办的“理科生物学人才培养基地发育生物学实验骨干教师研修班”, 与全国21所理科基地院校的骨干教师就发育生物学实验的课程定位、教学内容、教学方法和手段等方面进行了学习交流和探讨。通过学习探讨和多轮教学实践的总结, 发育生物学实验课程体系也得到进一步优化和完美, 并取得较好的教学效果。文章从不同的角度和层面介绍我院发育生物学实验教学体系的建设与成效, 以期能为其他兄弟院校提供经验与参考, 共同促进发育生物学实验教学的进步和完美。

1 科学设计教学内容, 注重科研能力培养

1.1 明确课程定位、系统构筑课程内容体系

我院发育生物学实验课程是为生物科学专业三年级本科生开设的一门“综合性、研究型”实验课程。课程以“拓展发育生物学基础理论、解析动植物发育分子机制、培育科学思维与创新能力、提高综合实验技能”为主要教学目标。发育生物学实验课程组认真研究教材, 遵循发育生物学课程的特点和规律, 结合

发育生物学领域的研究进展和前沿技术设计实验内容。课程以模式生物为主要研究对象,从分子、细胞和组织器官等不同层次和不同发育阶段探知动植物发育的现象以及分子机制^[7-8]。同时,我们注重科学思维与创新精神的培养和训练,将部分科研训练与实验教学有机结合,提供良好的开放创新实验平台,激发学生的实验兴趣和积极性。

1.2 以模式生物为主线,开展系列实验

在实验内容设计上,以模式生物为线索,将基础性实验与综合性实验有机结合,围绕发育现象,探寻发育机制。课程设计了四个不同层次的实验内容:①利用显微观察和切片技术,以模式动植物形态发育观察为主的基础性实验。我们在教学中设计了鸡、果蝇、斑马鱼、拟南芥和烟草等模式生物形态发育过程的观察实验。②在观察模式动植物发育现象的基础上利用转基因、荧光实时定量 RT-PCR、免疫组化、组织培养和原位杂交等技术,以研究发育相关基因表达与功能分析为主的综合性实验。这一部分内容旨在探寻发育现象的分子机制,从而理解发育现象蕴含的基本规律,同时掌握现代发育生物学前沿技术。③在完成实验课程内容的基础上鼓励学生开展自主开放性实验。学生可进一步探索感兴趣的发育现象及分子机制,自主设计完成实验内容。④课程为学生提供本科科研

创新和毕业设计的实验平台,为希望课后继续深入钻研发育生物学研究的学生提供平台和支持(表1)。课程组希望通过这四个层次的实验训练,拓展学生学习的深度和广度、探索的时间和空间,使实验课程“综合性、研究型”的培养目标得以实现。

实验教学环节以模式生物为主线,从现象到本质,从基础到综合,通过开展系列实验使教学目标得以实现。例如,我们以经典的发育生物学模式生物鸡为研究对象设计了以下几个实验。首先我们设计了鸡胚胎发育观察实验,让学生了解鸡胚胎发育的全部过程;其次,为了让学生从分子、细胞水平理解鸡胚发育的机制,同时掌握荧光实时定量 RT-PCR 技术和原位杂交技术,我们设计了发育相关基因在不同发育阶段鸡胚的时空表达分析实验^[9],从而揭示发育现象所蕴含的分子机制;再次,设计了鸡胚血管阻断实验,通过药物和外界刺激对鸡胚的血管发育进行干扰,从而了解药物和环境因素对生物发育的影响。目前这一系列实验已经成为我们实验课程的经典特色实验,并且取得了不错的教学效果。遗憾的是,虽然斑马鱼为经典的发育生物学模式生物,但由于我们实验条件、师资力量以及课程时间的限制,斑马鱼相关实验内容还没有转化为教学实践环节。这些不足也成为我们今后继续努力的目标和动力。

表1 发育生物学实验教学内容

模式生物	基础性实验	综合性实验	开放性、研究型实验
鸡	鸡胚发育观察 鸡胚血管发育阻断实验	功能基因在不同发育阶段鸡胚的时空表达分析(荧光实时定量 RT-PCR 技术) 鸡胚石蜡切片及功能基因的原位杂交分析	1. 学生选择感兴趣的发育现象设计开放性实验并自主完成。 2. 学生通过科研创新课题和毕业设计,继续探究感兴趣的发育现象和机制。
果蝇	果蝇胚胎发育观察	外界刺激对果蝇发育的影响	
小鼠	动物实验基本操作技能	小鼠不同器官的石蜡切片及免疫组化分析 功能基因在小鼠不同器官的时空表达分析	
斑马鱼	斑马鱼胚胎发育观察	发育轴向图示信息的建立(借鉴北京大学)	
烟草	烟草无菌培养、生长发育观察	烟草愈伤组织的诱导以及器官的发生 功能基因转化以及转基因植株的筛选鉴定和表型观察	
拟南芥	拟南芥的栽培、生长发育观察	外界刺激对拟南芥生长发育的影响 发育调控基因在植物发育中的功能分析(拟南芥转化和表型观察)	

2 优化教学方法，注重过程培养

合理的教学方法与手段有利于知识体系的传授和教学过程的开展。在把握实验内容的基础上，合理优化教学方法与手段，强调实验过程的训练，注重“科学思维、创新精神”的培育，以确保达到预期教学目标。

2.1 改变角色，注重教学过程和环节

发育生物学实验教学打破以往“学生手持实验指导，教师主讲实验过程，助教准备实验器材，学生依照老师所讲的具体内容、方法，快速完成实验”的传统实验教学方式，即将所谓的“老师讲实验，学生做实验”，转变为“学生思考实验、准备实验、完成实验”的过程。在实验过程中，让学生成为实验的主角，教师和助教是学生的向导和助手。充分发挥学生的自主能动性、创新精神和实践能力，注重科学研究基本能力与素质的培养，强调协作精神的塑造。总结起来主要有如下方面：

(1) 抓住三个环节完成教学内容。根据实验课程的培养目标，每一个教学项目主要通过三个环节来实现，即“课前预习、设计，课中分析、实践，课后讨论、总结”。学生通过课前预习查阅文献、方法等资料，理解实验原理、确定实验方案，拓展实验内容的广度和深度。课上师生互动，讨论实验方案；学生分工协作，完成实验内容。课后学生分析总结实验数据，以小论文的形式完成实验报告和讨论汇报。通过三个教学环节，形成一个由理论到实践再到理论的教学实践过程^[6]，促进学生对实验理论和实验技能的理解掌握。

(2) 开展讨论式教学，发挥学生的主观能动性。将讨论式教学融入实验教学中的每一个环节。无论是实验设计，还是实验过程中遇到的问题以及实验结果的分析讨论，都通过小组讨论、师生讨论以及班级讨论的形式开展。这种教学方式不仅有益于提高学生的科学思维能力和创新精神，还能够促使教师不断加强自身学习，有利于教学水平的提高。

例如每学期在实验完成之余，会请各小组学生就本组实验结果以及在实验过程中的关键点、难点、遇到的各种问题以及心得体会以报告的形式为全班同学总结汇报。为了解决遇到的实验问题，大部分学生通

过 NCBI 网站以及各数据库查阅相关文献资料，总结思考相关研究报道后提出自己的想法，并在讨论课上与全班同学分享探讨，最后全班共同给予评价。这个过程将讨论式教学与自主学习有机结合，且赋予学生“研究者”的角色，有利于激发他们自主学习的热情和动力。同时，学生的科学思维能力、创新精神以及独立分析解决问题的能力也得到全面的锻炼和提高。

(3) 开展开放式教学。开放式教学主要体现在三个方面。首先，每个实验班都配备了两名教师和两名助教，教学实验室基本上能实现对学生全天开放。学生有更多的时间和机会进入实验室进行实验操作和技能训练。其次，利用本课程综合性强的特点，鼓励学生综合运用所学知识 with 技能开展自主设计性实验^[10]。如原位杂交实验由于实验操作的严格性、复杂性以及实验时间的限制，很难在有限的课堂教学中完成，因此我们鼓励学生课后继续在开放教学平台进行自主探索性实验。再次，课程为对发育生物学感兴趣的同学提供开展科研创新课题和毕业论文的机会，鼓励学生继续深入学习和探究感兴趣的发育现象和机制。我院生物科学专业的多位同学已在发育生物学实验室完成了自己的本科毕业论文，有些同学在论文答辩中取得了相当优秀的成绩。

(4) 采用现代教学技术。除了常规的多媒体课件、录像、动画等教学工具之外，课程组开通了 ipv6 网络教学平台。在该平台上将发育生物学实验的教学大纲、教学内容、参考书及资料、实验仪器与技术、思考题、交流讨论等发布给学生，与学生建立了一个课前课后交流沟通的有效平台，提高学生学习的效率^[4]。

2.2 注重实践过程，多种评价方式相结合

传统实验课程的成绩一般仅以实验报告的质量来评定，导致学生在实验过程中重结果、轻过程，既不利于学生的综合能力的提高，也不能对学生树立科学严谨的实验态度起到导向作用^[3]。因此，发育生物学实验课程的成绩主要由平时成绩构成。课程对平时成绩的强调主要是希望学生在实验过程中认真地完成每一个实验环节，达到最佳训练效果。平时成绩包括两个部分：第一部分占 80%，包括平时实验态度（出勤、实验习惯及素养）、实验设计、实验记录、实验报告、课堂讨论、实验汇报等方面；第二部分占 20%，则是对自主设计实验的考察，主要包括自主实验的实验设计、操作、分析、总结、小论文的完成和

汇报等部分。这样的一种成绩评定方式不但可以充分检验学生在课上的学习情况还能考察学生实验技能的运用能力。

3 亟待解决的问题

虽然在几年的发育生物学实验课程建设中取得了一些进展和成绩,但课程建设过程中存在的问题依然不可忽视。这也是我们继续努力改进和完善实验教学体系的方向和动力。

(1) 实验内容综合性强、难度大,学生不易在短时间内获得实验结果,且实验结果也存在一定的不确定性。对于学生自主设计的一部分综合性实验,还有得不到实验结果的情况出现,从而对学生实验的积极性、主动性产生一定的影响。这不仅充分体现了发育实验探索性强、难度大的特点,对教师也提出了更高的教学要求。我们在教学中引导学生能够理解包容科学研究的枯燥性和实验结果的不确定性,对于得不到结果的实验鼓励学生分析原因,给出合理的解释和提出更好的改进思路^[2]。科学研究不是一帆风顺的,我们希望学生明白得到预期的实验结果不是唯一的实验目标,重要的是对科学思维、创新精神的培养以及独立分析、解决实验问题等能力的训练和铸造。

(2) 实验教材没有统一的规划和建设。随着发育生物学学科的成熟,以及它在生命科学中的重要地位,加强发育生物学实验教材建设、规范发育生物学实验教学内容显得十分必要,并呈迫在眉睫之势。有了实验指导教材,才能规范实验教学内容的广度和深度,引导教学单位开设相应的实验内容,使发育生物学这一新兴学科的教材环节和教学体系得以完善,教学水平得以提高^[3]。

(3) 发育生物学实验课程的建设难度相对较大,且由于实验条件、师资力量的限制,部分学校还没有或正准备建设这门课程,需要有建设经验的高校提供帮助和支持。开设该课程的院校大都处于摸索阶段,课程建设还未形成统一的规划和共识,也没有合适的机会进行同行间的交流探讨,深入建设和完善的方向还不够清晰。因此,我们希望通过介绍本院发育实验课程的建设能与更多的同行交流探讨,以促进发育生物学实验课程体系的完善和提高。

4 总结

综上所述,发育生物学实验教学不仅仅是理论教学的延伸,也不仅仅是实验技术的重复,而是有其自身特点和价值的。它在培养学生科学思维、创新精神和独立分析解决问题的能力上具有独特的作用。发育生物学实验也不再是传统意义上的胚胎发育观察实验,而是整合了细胞生物学技术、分子遗传学技术、基因工程技术、显微技术于一体,以培养学生综合能力为目标的教学课程。因此,我们不但要继续探索发育生物学的实验内容体系,还要不断寻求科学的人才培养方式,充分体现发育生物学实验培养综合性、研究型人才的价值所在。

参考文献

- [1] 丁乃峥,李善妮.浅谈发育生物学实验教学改革及创新能力培养[J].生物学杂志,2011,28(3):103-105.
- [2] 董巍,张媛,樊启昶.改革创新发育生物学实验教学的实践与思考[J].高校生物学教学研究(电子版),2014(1):46-50.
- [3] 郭炳冉,鲍淑兰.规范发育生物学实验教学内容的思考[J].实验技术与管理,2008(9):23-24.
- [4] 彭安,桑建利.细胞生物学实验教学的创新探索[J].实验室科学,2007(5):42-44.
- [5] 尹燕霞,魏群,向本琼,等.分子生物学及生物技术实验教学创新体系的建立与实践[J].高等理科教育,2010(1):61-64.
- [6] 向本琼,王海龙,孙秀英,等.浅谈“分子生物学实验”国家精品课程的建设[J].高等理科教育,2006(6):85-87.
- [7] 张红卫.发育生物学.3版.[M].北京:高等教育出版社,2013.
- [8] 樊启昶,白书农.发育生物学原理[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [9] 靳溪,薛秀花,李洁,等.实时荧光定量PCR技术在发育生物学实验[J].实验室研究与探索,2014(33):215-217.
- [10] 苗艳丽.关于提高学生创新精神和实践能力的对策研究[J].实验技术与管理,2006(2):8-10.

(责编 高新景)