

# 生物类专业生物信息学课程教学探索 ——华南农业大学生物类专业生物信息学课程的教改实践与思考

易继财 (华南农业大学生命科学学院, 广东广州 510642)

**摘要** 基于华南农业大学的生物信息学课程教学改革实践,从教材编选、教学内容优化、教学模式改革等方面进行了探索,取得了良好效果,并提出一些思考,以期生物类专业的生物信息学课程教学提供参考。

**关键词** 生物信息学;教学改革;生物类专业

中图分类号 S-01 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)26-0231-03

**Exploration on the Teaching of Bioinformatics Course in Biology Specialty—Teaching Reform Practice and Thoughts on Bioinformatics Course in Biology Specialty in South China Agricultural University**

YI Ji-cai (College of Life Sciences, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642)

**Abstract** Based on the teaching reform practice of bioinformatics course in South China Agricultural University, the selection of teaching material, optimization of teaching content, reform of teaching model were explored, and good effect was achieved. Finally, some thoughts were proposed so to provide reference for the teaching of bioinformatics course in biology specialty.

**Key words** Bioinformatics; Teaching reform; Biology specialty

由于新一代高通量测序技术的迅速发展,测序的成本急剧降低。迄今为止,地球上几乎所有重要物种的基因组测序都已启动或基本完成,各类组学(omics)的数据(包括转录组、蛋白质组、宏基因组、代谢组)和重测序(re-sequencing)的数据迅猛增长,于是管理、注释和应用这些海量生物学数据成为亟待解决的问题,从而导致生物信息学(bioinformatics)的诞生和迅速发展<sup>[1-2]</sup>。

生物信息学是一门由生物学、数学、信息科学和计算机科学交叉的新兴前沿学科,具有数据量庞大、与计算机技术和信息技术紧密结合、多学科交叉、内容丰富等特点<sup>[3]</sup>,其研究内容主要包括收集和管理海量数据、分析数据、挖掘生物学奥秘等。在生命科学领域,生物信息学从基因克隆、序列分析到重要性状基因的挖掘、分子标记、发育与进化等方面,为现代分子生物学研究提供先进手段和分析方法。因此,掌握生物信息学的相关理论和技术,已成为当今生物类专业学生的必备素质,也是生物科技公司对当代毕业生的基本要求。

自2002年起,国内大多数高等院校都已开设了生物信息学课程<sup>[4]</sup>。华南农业大学生命科学学院也自2009年起,为全校生物类本科生开设生物信息学选修课,并针对计算机算法与理论知识不足,对生物信息学知识和技能又有迫切需求的农业院校生物类专业学生的教学进行了改革,取得了良好的效果。从近几年调查结果来看,学生满意度在90%以上。

## 1 以“激发兴趣、立足实践应用”为核心,实施教学改革

针对如何培养新世纪生物信息学人才,近十多年来各校教师积极实践,进行了许多有益的探索和思考<sup>[5-8]</sup>。但是,各

校关于生物信息学人才培养目标、教学内容和教学方法各有不同,教学模式也各有差异,尚无成熟模式可供参考。从2009年起,围绕“激发兴趣、立足实践应用”的核心,摸索既适合生物信息学的学科特点,又适合全校生物类专业学生的教学模式。

生物信息学的发展日新月异,教师需时刻紧跟学科发展动态,让学生随时了解其现状和应用前景,首先激发他们的学习兴趣。在该课程教学中,通过邀请校外生物信息学相关公司的从业人员,如广州瑞科基因科技有限公司的总经理陈杰湖先生、北京博奥生物有限公司的广州部经理莫墩洲先生和北京百迈客生物科技有限公司的广州部经理周晓伟先生等,来到课堂讲座,为学生介绍DNA重测序、宏基因组测序、基因芯片、RNA-seq等技术的理论知识以及相关的数据分析方法,旨在帮助学生准确了解生物信息学行业的动态和发展趋势,了解企业对生物信息学技术人才的要求,对此学生们反响热烈。通过邀请学校知名专家、同课题组的优秀教师走进课堂,为学生讲解生物信息学在生命科学领域研究中的具体应用和实际意义,以此激发学生对该课程的兴趣。

与计算机专业不同,生物类专业的教师和学生虽然具有深厚的生物化学、分子生物学、遗传学和基因组学等方面的背景,但是在数学和计算机知识方面较为薄弱,导致在算法、模型和数据库构建等方面,无论是教师“教”还是学生“学”都不够透彻,教学效果不好。针对这一特点,该课程教学不强求生物类专业的学生掌握复杂的算法和模型原理,而侧重于注重网站资源和软件的使用以及如何利用生物信息学软件和工具进行信息的有效提取和分析,揭示蕴藏的生物学意义。在教学中,增加课堂实践的比重,鼓励学生将本科毕业论文的项目带到课堂中来讨论,让学生能在自己的科研中真正学以致用,解决实际问题。笔者还设计了生物信息学课程网站(ITB, <http://202.116.160.98:8000/course/swxxdl/index.html>),将生物信息学常用的数据库和软件工具链接到该网站中,方便学生自学时和科研中使用,同时还将生物信息学

**基金项目** 国家自然科学基金项目(30671279);华南农业大学教育教学改革与研究项目(JG14103)。

**作者简介** 易继财(1971—),男,湖南常德人,副教授,博士,从事基因组学与分子生物学研究。

**收稿日期** 2018-05-02

相关的研究进展、学习方法以及该课程的教学内容、参考序列、PPT课件和实际应用案例等资料全部公布给学生,方便学生课后操练。此外,通过建立课程互助微信群,随时回答学生提问,指导学生操作实践,还可即时把握学生学习的动态,评估教学效果,调整教学方案,从而提高学生学习的兴趣。

## 2 围绕生物类专业特点 编选教材和优化教学内容

目前国内大多数生物信息学教材偏重于算法原理和数据模型等内容,对计算机专业知识要求较高,而少数的通用性教材又过于简单,因此现阶段尚无适合生物类专业的统一教材。根据华南农业大学生物类专业建设的需要和学生特点,缩减算法原理、数据模型等计算机专业较强的内容,编选适合生物类专业的实用教材。通过教改实践,该课程的教材内容主要由以下部分组成:生物信息学概述、基因组学基础、生物学资源与生物数据库、序列获取与数据库文件格式、序列比对原理与 Blast 搜索、核酸序列分析、蛋白质序列与结构分析、基因功能注释、系统发生树构建。同时,通过查阅生命科学领域文献,吸收兄弟院校经验,结合教师的科研工作,精选常用的生物信息学网站(NCBI、EBI、ExPASy、SoftBerry、ABC和RGP等)以及常用的生物信息学分析软件(DNASTAR、BLAST、ClustalX、PdbViewer和MEGA等),作为该课程教材的重点内容。

实践性强是生物信息学课程的主要特点,对生物类专业学生而言,应用能力尤为重要。通过该课程的学习,学生不仅要掌握基本理论知识,而且要熟练运用生物信息学网站资源和软件工具以及进行“网上实验”的技能。因此,在该课程的教学内容设置上,忽略算法和编程细节,以“实用、高效”为原则,将重点放在生物信息学分析软件的“会用”和“用好”上。采取的教改措施包括:一是突出专业特点,加大该课程在华南农业大学生命科学领域,特别是功能基因组学、分子生物学研究中的实际应用篇幅。二是增加实践教学比重、充实实践内容。华南农业大学生物信息学课程为24学时(1.5学分),全部改为电脑上机实践教学,一人一机。将生命科学领域,特别是与华南农业大学教师科研活动密切相关的内容和最新进展,包括组学数据分析、宏基因组测序分析、基因编辑技术分析等,融入到实践教学中,使其更符合学生未来发展和科研的需要。三是将教学内容模块化。依据一个模块解决一个大类问题的原则,该课程内容分为四大模块,即生物信息学原理模块、生物信息学资源模块、序列分析模块和基因功能注释模块。在每个大类模块中,又再细分为更小的模块,来解决一些小问题。譬如,生物信息学原理模块包含概述和基因组学基础模块,生物信息学资源模块包括生物学网站、软件工具和生物数据库模块,序列分析模块包括序列比对、查询与搜索、核酸序列分析、蛋白质序列分析模块,基因功能注释模块则包括基因预测、蛋白质结构预测、GO分析、KEGG分析、PATHWAY分析和系统进化分析模块。

## 3 探索多形式运用的综合教学模式

理论与实践的教学联系不够紧密,即以教师、课堂和教

材为中心,重视理论知识的传授和计划的完成,轻视实践,是我国高等教育传统教学模式中长期存在的通病。在该课程教学的初期,也存在这种现象。学生经常反映生物信息学的概念抽象难懂,容易遗忘。造成此现象的最主要原因,就是在教师“教”和学生“学”的过程中缺乏理论与实践教学的有机整合,从而导致学生的理论知识把握不牢、应用能力严重不足。对生物类专业学生而言,实际应用能力的培养是生物信息学教学的首要目标。根据生物信息学实践教学的要求,该课程采取问题(任务)式教学与启发性教学相结合、“讲、学、练”融为一体、以能力测试为中心的考核等多种教学形式。

参考当前流行的先进教学模式,无论问题式教学(problem-based learning,PBL)<sup>[9-10]</sup>还是任务式教学(task-based learning,TBL)<sup>[11-12]</sup>都强调以学生为中心,因此在该课程教学中以学生为实践的主体,而教师只担任“导演”角色,负责设置科学问题(任务),启发和引导学生讨论与思考,然后由学生独立探索问题、完成任务。问题或任务的设置应符合生物类专业的特点,可以围绕学生自己本科论文选题的目的基因,或者生命科学领域中令人感兴趣的基因,或者教师指定的基因来设置问题或任务。每个学生选定好目标基因后,整个学期的操作实践,都围绕各自的目标基因进行,完成文献查找、序列比对、蛋白质结构预测、功能注释、分子进化、引物设计、载体构建等一系列“任务”,让学生在实践中切实感受到生物信息学知识是如何帮助解决生物科研问题的。由此,教师发挥在“教”中的主导作用,同时充分调动学生在“学”中的能动性,学生的独立思维能力和动手能力都得到极大提高。

“讲、学、练”融为一体,即将教学与科研实际和学生训练紧密结合。在课堂中,大多采用实际应用案例教学,这些案例主要来自教师自身的科研工作,或者生命科学领域的最新研究,或者本校专家教师的研究成果。笔者曾将自身科研中克隆到的水稻卷叶基因*OsFMO<sub>1</sub>*、华南农业大学生命科学学院洪梅教授课题组研究的人类有机阴离子转运多肽基因*OATP1A2*以及生命科学领域中感兴趣的基因(如人类编码血红蛋白亚基的基因*HBA1*)带到课堂中来,提供给学生练习,取得了良好的效果。教师在“教”的同时对学生进行操作训练,采取“边讲授理论、边操作演示、边让学生上网实践”的一体化教学,避免理论讲授与学生实践脱节,使学生的理论知识、动手能力和思维能力同步协调发展。围绕选定的实际应用案例,从项目立项、文献查阅、候选基因确定到核酸序列的查找和比对、引物设计、载体构建、结构预测、调控元件预测、系统进化树构建、功能注释等一系列与生物信息学分析相关的流程,启发和引导学生独立操作完成。在此过程中,学生的“练”得到很好落实,能真正掌握解决问题的思路,从而应用到今后科研实践中。

以能力测试为中心进行考核,重点考查学生运用所学知识解决科研问题的实际能力。学生只有注重平时的表现和训练,才能获得理想成绩,从而避免期末“临时抱佛脚”“一纸

定终身”的弊端。该课程总评综合考虑学生在考勤、课堂表现(包括提问、小测、上机操作)、期末 PPT 交流和期末考试中的表现来进行考核。各部分所占的比例如下:考勤 10%、课堂表现 20%、期末 PPT 交流 20%、期末考试 50%。课堂表现从回答教师提问、随堂小测验(5 次)和平时上机操练的表现来综合评定。期末的 PPT 交流,要求以小组为单位完成,每个小组由 3~5 名学生自愿组合。在学期初第一课将任务布置下去,然后由学生自己选题,在生物信息学课程平时的学习中“边学、边练、边做”。最后,在学期末由各个小组以 PPT 形式向全班演讲,汇报各自的成果和心得,教师则对各个小组的表现进行评分。期末考试的形式,采取开卷和上机操作的方式。考试的内容以完成生物信息分析任务为主,重点考核学生的操作技能和阐释结果的能力。上机考试时,学生通过电脑上网操作,将分析流程中的每个关键步骤都截图保存,建成一份 WORD 文档作为期末考试的答卷,最后当场提交给教师评分。

#### 4 课程教改实践的效果与思考

自从实行生物信息学课程教改以来,每年都对华南农业大学生物类专业选修的学生进行问卷调查,搜集教改中暴露的问题以及学生的心得和建议,不断完善课程教学。调查显示,绝大部分学生都非常喜欢和认可该课程所采用的教学模式。通过改革,学生的学习兴趣和学习成绩明显提高,杜绝了不及格现象,85%以上学生的综合成绩都能达到优良。

PPT 的设计和交换环节质量逐年上升。在选题时,学生们“八仙过海、各显神通”,涉及课题和涵盖范围非常广泛。从近几年的实践情况来看,有的小组结合本科论文项目选题,如“水稻抽穗调控基因 *RFT-1* 的分析”“芦荟 GDP-D-甘露糖焦磷酸转移酶基因 *GMPase* 的分析”“拟南芥自噬蛋白 *ATG8A* 的分析”等,有的选择当前生命科学领域中的热点问题,如“药物转运蛋白 *ABCG2* 的分析”“人类白细胞介素基因 *IL-4* 的分析”“肿瘤抑制蛋白 *TP53* 的分析”“生物钟核心基因 *LHY* 的分析”等,还有的则从公众关注度较高的话题中选择 PPT 交流设计的课题,如“乳糖不耐症基因 *Lactase* 的分析”“冰桶挑战的源头基因 *SOD1* 的研究”“偷情相关的多巴胺合成关键基因 *DRD4* 的分析”“无梦基因 *Nalcn* 的分析”“基因组打靶关键基因 *Crispr/Cas9* 的分析”等。每个小组围绕各自选定的课题,各个成员分工合作,很好地完成了文献查阅、Reference 序列获取、同源基因搜索、序列比对、分子进

化树构建、蛋白质结构预测、基因功能注释等内容的 PPT 制作和汇报。通过这种形式,学生们不仅理论知识得到巩固,而且实际动手能力得到提高,团队协作精神也受到培养,将对今后的工作和学习有很好的帮助。对于这种教学安排,学生们的积极性和参与程度得到极大提高。每年的反馈意见都显示,大部分学生都很喜欢这种形式,认为“通过 PPT 设计和交流才真正学到了技能”“通过汇报和交流还扩大了知识面”“形式非常好、希望教师继续保留”,还有学生反映“PPT 设计完成后很有成就感”,甚至有学生建议“PPT 设计最好由每个学生各自独立完成”。

总的来说,该课程教学改革取得了较理想的效果,有利于进一步指导今后的生物信息学课程教学实践。在新的措施下,对教师的知识面和科研素质也提出了更高的要求。因此,笔者在课余时间积极参加进修,近些年分别参加了由深圳华大基因研究院举办的“生物信息学前沿技术专题培训班”、浙江大学举办的“基因组科学”研习班、北京市计算中心举办的“实用生物信息技术及应用”讲习班以及自身科研相关的重要学术会议“全国植物基因组学大会”等,及时追踪最新技术和进展。同时,根据学生的反馈意见和最新进展,每年更新一次教学内容,开拓学生视野,为培养跨生命科学、信息科学领域的复合型创新性人才服务。

#### 参考文献

- [1] 陈润生.生物信息学[J].生物物理学报,1999,15(1):5-12.
- [2] 王正华,王勇献.后基因组时代生物信息学的新进展[J].国防科技大学学报,2003,25(1):1-6.
- [3] 冉景盛,姚启伦.生物信息学创新教学模式初探[J].生物学通报,2009,44(1):46-48.
- [4] 周玮,易图永,何建云.生物信息学专业高素质应用型人才培养模式的关键问题解析[J].教育教学论坛,2014(3):156-157.
- [5] 寻萌,陈艳炯,杨娥.《生物信息学》教学实践探讨[J].西北医学教育,2011,19(6):1220-1223.
- [6] 戴凌燕,姜述君,高亚梅.《生物信息学》课程教学方法探索与实践[J].生物信息学,2009,7(4):311-313.
- [7] 吴风瑞,陈德宇,姜双林.等.PBL 教学法在硕士研究生生物信息学教学中的应用[J].阜阳师范学院学报(自然科学版),2017,34(2):109-111.
- [8] 王兴平,罗仍卓,李峰.地方本科高校生物信息学课程教学改革与实践[J].安徽农业科学,2017,45(8):245-246.
- [9] 朱柳村,李嘉睿.生物信息学创新教学模式的探究[J].安徽农学通报,2017,23(6):179-181.
- [10] 李晓华,黄小凤,曾怡.等.PBL 教学法在医学微生物学中的应用探索与体会[J].微生物学通报,2012,39(4):572-577.
- [11] 邹先琼,林军,廖锦锋.任务驱动教学法在生物信息学教学中的实践与思考[J].教育教学论坛,2017(28):209-210.
- [12] 杨海秀.浅谈任务驱动模式在生物信息学专业教学中的推动作用[J].黑龙江科学,2016,7(15):100-101.

(上接第 222 页)

#### 参考文献

- [1] 孟勤国.公有制与中国物权立法[J].法学,2004(2):44-53.
- [2] 简新华.中国土地私有化辨析[J].当代经济研究,2013(1):17-25.
- [3] 乔木森,陈晓旭.俄罗斯关于土地所有制问题的争论[J].东欧中亚研究,2000(5):24-28.
- [4] 慈鸿飞.农地产权制度选择的历史和逻辑:论国家与农民二元产权[J].江海学刊,2007(4):144-151.

- [5] 马立新.论恢复土地农民所有制[J].当代经济管理,2009,31(2):5-14.
- [6] 蔡继明,方草.对农地制度改革方案的比较分析[J].社会科学研究,2005(4):28-32.
- [7] 张志强,高丹桂.关于近二十年来农地归农民私有的思考[J].内蒙古农业大学学报(社会科学版),2008,10(5):20-23.
- [8] 贾金荣.试论建立有限土地私有制和集体所有制并存的农村土地制度的可能性[J].华中农业大学学报(社会科学版),2004(2):48-50.
- [9] 李峰,姚树洁,龙建成.新时期农地私有的缺陷分析[J].西安交通大学学报(社会科学版),2012,32(6):16-19,71.