

农业院校生物信息学本科教学的实践与心得

吕巍, 李滨^(✉)

山东农业大学生命科学学院, 泰安, 271018

摘要:通过分析农业院校生物信息学本科教学中出现的具体问题, 为不断提高课堂教学的针对性与实效性, 强调实践教学的普及性与实用性, 本文从以下三方面进行教学探索: ①通过对现有生物信息学教材进行总结, 针对农业院校学生的特点, 自主编写了教学大纲及教学内容; ②根据农业院校的人才培养目的和学生的专业特色, 设定课程的教学内容, 从而做到因材施教; ③加强实验教学内容, 改革考核方法。

关键词: 生物信息学, 课程教学, 实验教学

Practice and Insight of Undergraduate Education of Bioinformatics in Agricultural University

LV Wei, LI Bin^(✉)

School of Life Sciences, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China

1 引言

随着人类基因组工程的顺利完成, 植物全基因组测序的工作也进展迅速, 除了拟南芥、苜蓿等模式植物的全基因组测序完成外, 大豆、水稻、玉米、小麦等重要农作物以及番茄、马铃薯等重要经济作物的全基因组测序工作也已完成。与此同时, 计算机科学无论在硬件还是软件方面都有了质的飞越。因此人们开始应用计算机来存储和处理海量生物学数据, 并从中提取有用的信息, 如挖掘并识别农作物的重要基因、发现新基因、加快基因克隆等。这就要求农业院校培养大量的了解农业知识的生物信息学人材来完成以上工作^[1-3]。

2 生物信息学课程教学的问题与挑战

2.1 教材针对性较差、时效性较低

近年来, 随着生物信息学在国内的不断发展, 其在本科教育领域的重要性越来越被大家认可, 介绍和讲授生物信息学的书籍^[4-6]也不断涌现, 但是由于编者的学科背景不同, 各种专著的侧重点和针对性也不尽相同。而在农业院校, 大部分学生对生物学知识了解较多, 而缺乏计算机及数学理论方面的知识, 因此我们的教学重点不应该放在算法的开发和研究上, 而应该放在如何应用现有软件解决实际生物学问题上。

另外, 生物信息学是一门前沿学科, 不像数学、物理一样属于理论基础课。随着生物技术的迅速发展, 生物学数据每年都会成倍增加, 生物信息学的研究内容也随之增加, 因此用一本或几本固定教材进行教学势必造成时效性的下降。例如, 绝大部分教材在介绍

收稿日期: 2014-08-25; 修回日期: 2014-12-25

基金项目: 2014年山东省自然科学基金(ZR2014CQ055)

通讯作者: 李滨, E-mail: sdaubio@163.com

已测序核酸碱基数时，还停留在 2000 年的 60 亿个碱基，而现在的碱基数早已超过 1 500 亿。

2.2 学生的专业结构和理论知识差距较大

作为一所以作物学研究为特色的农业院校，我校学生在知识面及综合技能上较综合性大学理工科学生还存在着一定的差距。这主要表现为以下三点：①我校生源主要来自发展相对落后的二三线城市及农村，相对于综合性大学来自一线城市的学生，其接触到的新鲜事物及前沿科学要少很多。因此我们的学生在思想上对生物信息学的认识只是停留在一门普通的专业课上，认为学习本课程的目的就是通过考试，拿到学分。②作为农业院校，开设的课程必须以为培养农业人材为目的。另外，我校绝大部分老师以农业作物学为主要研究方向，因此学生在日常专业课的学习中潜移默化地接触到的都是与农作物相关的一些知识。比如，在分子生物学的教学中，当讲到核酸复制、蛋白翻译及基因调控等知识点时，教师总是会以自己最为熟悉的拟南芥、玉米、水稻等作物为例进行讲解。而对人类基因组、动物基因组等研究热点了解较少。③由于专业限制，学生对计算机的了解和使用只停留在文本编辑及上网等基础应用上，而对深入一些的编程知识和专业软件的应用却知之甚少，并且很难意识到这些知识对将来学习和工作的重要性。

2.3 实验教学学时少、考核方法落后

由于生物信息学的自身研究内容、农业院校的专业培养目标和学生的专业知识结构，要求我校的生物信息学课程必须理论教学与实践教学相结合，并且重点在于如何应用现有软件去处理所获得生物学数据、解决生物学问题。因此，需要有足够的实验学时供学生上机操作实践。但在我校生物信息学课程中实验课占 9 学时，学时数较少，因此实验课程只介绍了生物信息学的最基本的实验技能，对于大多数有实际应用价值的软件都无法去进一步的讲解和实践。

另外实验课考核方法以应试考核为主，无法体现学生的主观能动性，不能真实地体现学生在实际学习和工作中对生物信息学软件的应用技能。

3 生物信息学课程教学的改革与创新

对于以上存在的问题与挑战，我们从如下三方面

进行了改革与创新，力求最大限度地解决教材实用性差、学生专业基础及综合能力差距较大，以及实践课程学时较少等困难。

3.1 结合专业特点，因材施教

作为农业院校，我校主要培养具有扎实、宽广的农业科学基本理论、基本知识和基本技能，掌握现代农业科学领域的基础和实验技能，了解农业科学的理论前沿、应用前景及发展趋势的现代化农业人才；另外我校学生有着自身的特点和不足之处，因此在我校开展生物信息学课程的教学不能生搬硬套他人的教学模式，必须根据我校的人才培养目的和学生的专业特色，设定课程的教学内容，从而做到因材施教。这就需要从以下三点不断提高课程的教学质量，培养适合现代农业发展的生物信息学人材。

(1) 在教学过程中，尤其是概论的讲解中，通过列举大量的成功案例，让学生从思想上认识到生物信息学对于生命科学的作用就像计算机对于我们日常生活的作用一样，是必不可少的。对于生物信息学不仅要作为一门必修课来学习，更要把它当做一种研究生命科学的基本技能来学习。例如：给学生讲解生物信息学在人类基因组计划中起到的重要作用，像基因组序列的组装、基因预测、基因注释以及 SNP 的预测等工作都是由生物信息学家完成的。当给学生们介绍这些生物学上重大发现与生物信息学密切相关时，可以使学生充分认识到生物信息学的重要性，从而激发学生的学习兴趣。

(2) 充分发挥农业院校教师的专业优势，将教学与日常科研相结合，举例说明生物信息学在平时的科学研究中是如何处理数据、分析问题、从繁杂的数据中发现生命现象的本质。例如：生物表达芯片的数据处理，首先给学生一个复杂的数据文件，然后利用生物信息学方法一步一步将数据文件归纳整理，最终获得简单易懂的基因表达图谱，让学生能轻松地找到自己感兴趣的基因在组织中的表达情况。另外还会将一些发表过的科研论文给学生讲解。例如：如何在玉米的所有基因中去寻找 MAPKKK 家族基因，并对其进化分析，研究不同亚家族之间的关系，从而为进一步的实验研究奠定基础^[7]。除了将自己的科研与教学相结合，同时还需要将最新最热的科研进展融入到教学中，比如人类基因组计划的发展与完成，小 RNA 的预测与分类等等。

(3) 由于农业院校学生的专业基础以生物学为主, 在教学过程中, 尽量避免对计算机知识、数学知识的过于深入的讲解。例如, 序列比对算法的原理、隐马尔科夫模型的原理, 以及神经网络算法的基础等等。而对于一些算法的应用则需要找一个经典案例, 带领学生通过实际的操作一步一步完成, 并获得一个简单易懂的结果。例如^[8], 通过分析玉米所有基因的序列文件, 可以让学生学习 fasta 格式序列文件应如何书写, 其中内容所代表的含义; 通过序列搜索, 预测玉米中所有 CDPK 家族成员的基因, 可以让学生学习如何使用序列比对程序 BLAST 构建本地数据库, 并进行序列相似性搜索; 通过对所有 CDPK 家族成员序列进行发育分析, 可以让学生学习如何使用 ClustaW 程序进行多序列比对, 使用 phylip 软件包构建系统发育树。

3.2 加强实验教学内容, 改革考核方法

在我校生物信息学课程中实验课占 9 学时, 由于学时数较少, 将其分为三个大实验。分别是实验一、生物信息学资源的利用——核苷酸序列及蛋白序列的查找; 实验二、序列比对软件——BLAST 和 Clustal 的使用; 实验三、进化分析软件——MEGA 和 phylip 的使用。三个实验环环相扣, 实验一获取序列资源, 让学生认识和了解生物信息学数据库网站, 并通过关键词检索获得所研究的核酸或蛋白序列; 实验二利用实验一所得序列数据通过双序列比对方法在相关网站查找与目标序列相似的所有序列, 从而得到与目标序列同家族的所有物种中的基因序列。用 Clustal 软件将 BLAST 搜索得到的同家族所有序列进行多序列比对, 观察比对结果; 实验三分别利用 MEGA 和 phylip 对实验二中的多序列比对结果进行发育进化分析。

实验课考核作为生物信息学课程考核的重要一部分, 应该充分发挥学生的主观能动性和动手操作能力, 培养其科学研究的意识与思维方式。因此实验课考核方法: 要求一组学生对一个实际的生物学问题, 利用所学的生物信息软件以及网络资源, 进行生物信息数据分析, 获得分析结果, 并提出自己的观点和意见, 最后以科技论文的形式提交, 作为考核结果。例如: 让学生通过网络查找, 序列比对等方法获取所有拟南芥的 NAC 转录因子家族基因, 再利用多序列比对和进化分析软件对其构建进化树并分类, 从而获取大量与拟南芥 NAC 转录因子相关的知识。

由于课时数较少, 大大限制了实验课的教学, 从

而不能完全发挥生物信息学在农业院校本科教学中应起的重要作用。因此应该增加实验课教学时间, 让学生有更多的上机操作机会, 才能更好地领悟生物信息学在科学研究中的意义。

3.3 编写适合教材、增强时效性

我们对多本教材进行总结, 针对农业院校学生的特点, 自主编写了教学大纲及教学内容。教学内容主要包括五章: 第一章“概述”, 介绍了生物信息学的发展及一些必要的计算机和生物学的基础知识; 第二章“序列比对算法”, 介绍了双序列比对及多序列比对, 及在实际数据搜索中的应用; 第三章“核酸序列分析”; 第四章“蛋白质序列及结构分析”; 第五章“常用生物信息学软件应用及举例”。而我们的教学重点放在第三章到第五章。例如: 在第三章中, 我们不但讲解了核酸序列分析的一些基本理论, 还从实际应用出发, 向学生们介绍了一些相关软件的使用, 像转录组数组的组装分析软件 (bowtie2、tophat2), 基因组数据的组装分析软件 (velvet、soapdenovo), 基因预测软件 (genscan、glimmer) 等。使学生能够将生物信息学知识更好地应用到实验研究中, 为将来的工作学习奠定基础, 从而使生物信息学教学的针对性更强。另外, 教师必须紧跟学科发展方向, 随时进行知识体系的更新补充, 了解国际最新的前沿动态, 适时调整教学内容, 将最新的知识传授给学生, 从而在教学中激发学生对本课程的兴趣, 并鼓励学生通过各种途径自觉地关注生物信息学发展动态, 拓宽知识面。只有这样, 才能增加课程教学的实效性。

4 总结

随着生物技术的飞速发展, 生物学数据急剧膨胀, 社会对生物信息学人才需求不断增加, 因此加大生物信息学本科教学力度, 提高教学质量, 势在必行。作为普通农业院校, 我们应该清楚地认识学校的专业定位及学生的知识结构特点, 从以下三点作好生物信息学的本科教学工作。第一, 结合学校办学特色和自身特点, 制定适合的生物信息学教材; 第二, 教学与科研相结合, 多为学生提供科研科题, 让学生在科研中利用所学知识分析和解决问题, 从而更好地理解生物信息学的作用和应用; 第三, 增加实验课教学内容, 生物信息学是一门理论与实践相结合的课程, 必

须让学生通过大量的实验去熟悉生物信息学软件的应用，从而达到将生物信息技术应用于实际问题的教学目的。

总之，生物信息学教学是生物学教学的全新内容之一。通过上述教学措施，提高了学生的学习积极性、实践操作能力、解决实际问题的综合应用能力及创新能力，收到了良好的教学效果。但是课程的教学还有许多需要不断改进的地方，在今后的教学实践中，随着教师自身素质的提高和教学经验的积累，会不断完善生物信息学教学，并形成自己的独特体系。

参考文献

- [1] 梁琛, 张建海. 农科类生物信息学课程教学中存在的问题及对策 [J]. 农业与技术, 2010, 30 (5): 136-138.
- [2] 李红梅. 生物信息学课程教学实践与心得 [J]. 农业与技术, 2007, 27 (1): 165-167.
- [3] 韩毅强, 王伟东, 等. 农业院校生物信息学课堂教学模式的探索 [J]. 安徽农学通报, 2012, 18 (15): 176-177.
- [4] 罗静初. 生物信息学概论 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2002.
- [5] 钟扬, 张亮, 赵琼. 简明生物信息学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [6] 于浩, 张晶, 张英. 生物信息学实验指导 [M]. 长春: 吉林大学出版社, 2009.
- [7] Kong X P, Lv W, Zhang D, et al. Genome-wide identification and analysis of expression profiles of maize mitogen-activated protein kinase kinase kinase [J]. PLOS one, 2013, 8 (2): e57714.
- [8] Kong X P, Lv W, Jiang S S, et al. Genome-wide identification and expression analysis of calcium-dependent protein kinase in maize [J]. BMC Genomics, 2013, 14: 433.

(责编 高新景)