

生物信息学跨学科研究生培养模式探索与实践

祁婧, 张红雨^(✉), 陈玲玲, 唐广燕, 李金山, 陈春芬

华中农业大学生命科学技术学院, 武汉, 430070

摘要: 生物信息学是典型的交叉学科, 华中农业大学生物信息学团队在研究社会对生物信息学人才质量要求的基础上, 追踪调查生物信息学研究生培养情况, 通过灵活招生、分层次指导、营造学术氛围、提高科研能力等一系列措施, 形成了一套具有农业高校特色的生物信息学跨学科研究生培养体系。

关键词: 生物信息学, 跨学科, 研究生, 培养

The Practice and Exploration of Training Patterns of Interdisciplinary Bioinformatics Postgraduate

QI Jing, ZHANG Hong-yu^(✉), CHEN Ling-ling, TANG Guang-yan, LI Jin-shan, CHEN Chun-fen

School of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

随着科学技术向纵深发展, 当不同的学科、理论相互交叉结合, 同时一种新技术达到成熟的时候, 往往就会出现理论上的突破和技术上的创新。目前科学界对于学科交叉的研究体现了科学向综合性发展的趋势。生物信息学属于典型的交叉学科, 主要任务是对生物信息的获取、加工、存储、分配、分析和解释, 并综合运用数学、计算机科学和生物学的各种工具, 来阐明和理解海量生物信息学数据所蕴含的生物学意义。由于生物信息学涉及生物学、数学、计算机科学、化学、信息学等多个学科, 要求生物信息学研究生能够综合运用多种学科知识解决分析问题, 对研究生综合素质要求高。而目前国内生物信息学研究生培养规模较小, 根据国务院学

位委员会学位办 2011 年 26 号文的附件统计, 2008—2010 年, 全国生物信息学专业毕业博士生 61 人, 毕业硕士生 65 人。生物信息学跨学科人才已经成为社会最紧缺的人才类型之一。

华中农业大学生命科学技术学院自 1999 年起开设生物信息学课程, 2007 年被评为国家级精品课程, 迄今仍是生物信息学方面唯一的国家级精品课程。从 1999 年起开始在生物化学与分子生物学硕士点招收生物信息学方向的硕士生和博士生。依托生科院在生物学领域的雄厚的科研实力, 十余年来培养了一批生物信息学研究方向的优秀毕业生, 相关科研成果在 *Nature*、*PNAS* 等国际顶级期刊发表。随着生物信息学研究团队力量不断增强, 学科发展势头迅猛, 生物信息学发展为二级学科, 学院从 2009 年开始招收生物信息学专业研究生。目前在读硕士生 38 名, 博士生 1 名, 在站博士后 2 名。在农业高校环境下如何开展理工结合、理农结合, 探索多学科交叉培养高质量的生物信息学研究生具有十分重要的现实意义。项目组在全面分析学科发展趋势、

收稿日期: 2013-09-25; 修回日期: 2013-10-25

基金项目: 华中农业大学“研究生教育创新工程”项目“生物信息学跨学科人才培养模式与机制构建研究”研究成果(项目编号: 2009MS014)

通讯作者: 张红雨, E-mail: zhy630@mail.hzau.edu.cn

研究新形势下社会经济发展对生物信息学人才要求的基础上，立足学院学科起点高，科研实力强，研究生培养质量高的基础，从招生体系、课程体系、培养体系等环节着手，积极探寻农业高校生物信息学跨学科研究生培养模式。

1 根据学科特色，实现灵活招生

因为交叉学科的属性，生物信息学在研究生招生过程中对学生本科专业的要求比较宽泛，具有生物学、化学、计算机科学、数学、物理等专业背景的本科生都可以报考。因此在初试科目的设置上采取了灵活可选的方式，科目一为数学或化学，科目二将微型计算机原理及应用和物理化学列入可选的考试科目，即不同的专业背景的学生可以自主选择考试科目，也便于选拔计算机背景或者是物理和化学背景的本科生。在复试过程中对于报考生物信息学专业的非生物类本科毕业生进行单独命题，重点考核学生是否具备一定的生物学基础知识，本科所学专业基础知识是否扎实，科学灵活地选拔研究生。

2 根据生源情况，实现分层次指导

生物信息学是一门由计算机科学、数学、生物学等多学科综合交叉的产物。生物学是生物信息学的核心和灵魂，数学与计算机技术则是它的基本工具。因此，对于专业课程学习，除了要求学生掌握获取和利用大量信息的基本知识和技术之外，还应更多的掌握相关的数学、物理学、计算机程序设计等知识和技术，培养复合型、交叉型人才。2010年项目组对生物信息学专业全体在读研究生开展问卷调查。结果显示，在读生中第一志愿上线录取生占23.8%，调剂生占到38.1%，推免生占到33.3%。其中，生物类相关专业生源达89.8%，计算机科学、化学、食品等专业背景生源分别为4.1%、4.1%和2%。以上两组数据综合说明，学生本科所学主要是生物类相关专业，大多数学生的计算机和数学基础较为薄弱，调剂生占了相当大的比例。学生生源情况不理想、专业基础较差、专业思想不稳定是共性问题。在研究生阶段最想学习的课程中：23.1%的学生选择计算机技术及编程课程学习，27%的学生选择生物信息类（包括系统生物学、计算生物学、合成生物学）。项目组在总结分析了调查结果的基础上，提出了“强化基础知

识、融合学科精华、因人而异”的课程设置方案。

1.1 课程总体方案设置上遵行“厚、宽、融、广”的原则，即厚基础、宽口径、融学科、广涉猎

课程体系包括以下三大块：

(1) 学科基础课：厚实基础、宽广口径。作为生命科学和信息科学的交叉学科，生物信息学的基础课覆盖两大主干学科，包括生命科学的基础课程和信息科学的基础课程。要求学生在本科阶段至少学过某一个方面的基础课程，未学过的要求补修相应本科课程。

(2) 专业核心课程：融合学科、交叉内容。在具备学科基础课的基础之上，将生物信息学、计算生物学、系统生物学、分子模拟与药物设计、Perl/Python语言编程这五门课程设置为研究生学位课，体现了交叉学科特点。

(3) 专业特色课程：多样选择、广泛涉猎。针对生物信息学的应用领域，设置一些相关前沿学科的课程，为学生应用生物信息学解决实践中的问题，提供指导。除了基因组学、蛋白质组学和代谢组学等面向海量数据处理的信息生物学应用课程之外，还包括结构生物学、分子进化、病毒学等。为了突出生物信息学作为重要方法论学科的特点，另外设置了像Unix系统、模式识别、计算机图形学、算法分析与设计、Java语言等信息学领域的课程，以强调生物信息学算法平台建设的意义，增强学生在生物信息软件设计和数据处理实践中的能力。

1.2 因材施教，个性化指导

根据学生背景差异，合理安排选修和补修课程。对于生物学背景学生着重加强数学、计算机、统计、化学类课程比重，增强学生在生物信息软件设计和数据处理实践中的能力。对于非生物学背景学生要求重点补充生命科学基础课程，如分子生物学、蛋白质化学、生物化学等课程，强化学生对于生命科学基础知识的理解和掌握。此外，针对许多生物学背景本科生需要补修计算机、数学类本科课程，学院经过研讨同意补修本科相关的课程可以计入研究生总学分，打通了本科与硕士课程的界限，有利于学生集中精力学习补充基础性课程。

3 营造浓郁科研氛围，激发学生科研激情

由于生物信息学科是交叉学科，多学科的学术交

流和思想碰撞就显得尤为重要。生物信息学科十分注重国内外交流与合作，拓展学生学术视野。2011年9月，在我校召开“芯片、计算机、作物”国际学术研讨会，来自国内外近20所著名大学和研究机构的100余名代表参加了本次研讨会。来自诺丁汉大学的 Sean May 教授、埃塞克斯大学的 Andrew Harrison 教授、中科院计算所的孙瑞祥研究员、厦门大学的纪志梁教授等十余位知名学者进行主题发言，并与学生进行了深入交流。

生物信息学课题组讨论具有辐射宽，参与广，频率高的特点。为了营造开放自由的学术氛围，大课题组每周一次例会，向全校开放，许多植科院、园林学院、理学院的老师、同学来参与讨论交流。小课题组则每周两到三次讨论，个别课题组每天都有讨论。讨论交流已经成为课题顺利进展的重要保障。

此外，项目组坚持以“兴趣”为导向，围绕基础科学问题，开设各类研究兴趣小组，激发学生的科研兴趣，培养科学问题意识。

4 精心培养学生科研能力，彰显交叉学科特色

4.1 导师悉心指导，毫无保留传授技术

由于学生学科背景基本为生物学，对于计算机语言和编程等技能掌握不够，难以独立完成课题研究，加之是首届研究生，因此生物信息团队导师花费大量时间和精力来具体指导学生课题。导师在学生进入课题之初基本是手把手教算法，教编程，教语言。为了加快学生的学习速度，提高理解能力，导师把自己的实践经验融合到教学和指导学生科研当中，毫无保留的传授给学生。例如，为了让学生更快地学会并掌握 Python 语言，马彬广老师曾把自己写过的一些程序包，发给研究生郝保海和王双寅使用，并亲自讲解这些程序包的用法。一些其他课题组的学生慕名而来请教学习生物信息学知识，团队老师也是热情接待，精心指导。

4.2 加强校内各院系课题组合作，提高科研实践能力

生物信息学是一门新兴的交叉学科，多学科交叉融合是学科研究的特点。在美国，生物信息学教学非常重视大学内的合作，教师往往具有其他学科的背景或相关的实践工作经验，或者由大学其他院

系（如公共卫生学院、计算机系等）的教师兼任，既保证了师资来源的广泛，又能促进学科的充分交叉和融合。

华中农业大学在农学、生物学、园艺学等领域学科实力雄厚，在基础实验数据方面有相当的积累。近年来，以“水稻基因组计划”为代表的农作物基因图谱研究为生物信息学的农业应用打下了良好的基础。生物信息学与传统农科的结合将提升传统农业学科的研究水平，促进生物学新兴领域的发展。以上研究现状决定了生物信息学研究生课题呈现出多学科交叉、跨课题组合作、多手段分析的特点。三年来，生物信息学团队与水稻团队、柑橘团队、生物固氮团队、理学院多个课题组等进行合作研究，近10名生物信息学研究生参与相关课题研究。研究生的课题依托学校优势学科，占据了科研起点高的先机，再学习和运用最新信息分析手段，容易产生好的研究结果。研究事实也证明，计算与实验生物学之间的合作，有利于完整地揭示生物系统的规律。陈玲玲教授指导研究生常继伟、陈迪俊、焦文标等与柑橘团队合作，分析了用保鲜剂2,4-D处理前后椪柑果肉组织的芯片数据；解析了甜橙双单倍体纯系基因组，将为柑橘遗传与育种改良提供科学的依据，具有重要的理论意义及广阔的应用前景。马彬广老师指导研究生郝保海与农业微生物国家重点实验室的固氮课题组开展了关于华癸中慢生根瘤菌7653R菌株的合作。

5 结语

项目组通过灵活招生、分层指导、学术氛围营造、学科交叉研究等一系列着实有效的创新策略，形成了一套具有农业高校特色的生物信息学跨学科研究生培养体系，取得了良好效果。拓展了传统农科的研究渠道，提升了我校包括农学、生物学、园艺学、果树学等相关学科的发展空间与研究水平。培养了一批综合素质突出、基础知识扎实、创新意识较好的研究生。据统计，2009—2012年，以研究生为第一作者发表的SCI收录论文共有14篇，其中平均影响因子达到4.669，最高影响因子达到10.355，影响因子大于9的有1篇，影响因子大于5的有6篇，有2人获得研究生国家奖学金。其中2012届硕士王忠义提出进化启发的药物靶标与先导发现策略，成果在生物医学权威期刊 *Trends Mol. Med.* (IF: 10.355) 发表；2012届硕士陈

迪俊构建了国际上第一个植物天然反义转录本数据库，在生命科学重要期刊 *Nucleic Acids Res.* (IF : 8.026) 发表。生物信息学科与北京基因组研究所、浙江大学、上海交通大学等一批科研院所和高校建立了良好的关系，在全国的影响力不断扩大。

参考文献

[1] 廖明宏, 王宽全, 张宏志. 生物信息技术专业人才培养方案

[J]. 计算机教育, 2005, (4): 21-24.

[2] 邢军, 王兆月, 耿鑫, 等. 生物信息学科研转化教学的方法与实践 [J]. 中国高等医学教育, 2010, (7): 113-114.

[3] 魏毅, 胡德华, 邓昊. 生物信息学课程“开放式、研究性”教学模式的探讨 [J]. 生物信息学, 2009, (9): 227-228.

[4] 李兰芝. 计算生物学本科教学探讨 [J]. 现代农业科技, 2010, (10): 28-29.

(责编 高新景)