

# 山东大学生物类拔尖人才培养模式的探索

王明钰<sup>1,2</sup>, 沈煜<sup>1,2</sup>, 徐孝刚<sup>2</sup>, 邵明<sup>1,2</sup>, 魏天迪<sup>1,2</sup>, 方诩<sup>(✉)1,2</sup>

1. 山东大学生命科学学院, 济南, 250100

2. 山东大学泰山学堂, 济南, 250100

2009年, 为了回应钱学森先生所提出的“为什么我们的大学总是培养不出杰出人才”的“钱学森之问”<sup>[1]</sup>, 教育部在全国部分高校开展实施了“基础学科拔尖学生培养试验计划”<sup>[2,3]</sup>, 力图通过对数学、物理、化学、生物和计算机五个学科拔尖学生培养的模式创新、资源倾斜和教学方法方式改革, 提高这些学生的科研水平和能力, 并最终培养出跻身世界一流的科学家。作为“基础学科拔尖学生培养试验计划”的一部分, 山东大学于2010年设立了“泰山学堂”, 并于2010年9月招收了包括生物学科(称为“生命取向”)学生15名在内的共75名拔尖学生按照新的模式进行培养<sup>[4]</sup>。

自2010年第一次招生以来, 泰山学堂生命取向招收了四批本科生, 共计62名学生。其中2010级已经进入四年级, 保研的同学已经开始进入硕士生课程, 初步实现了学堂建立之初所设计的学生培养计划目标。三年多的探索与实践, 在吸取山东大学生命科学学院多年历史所沉积的优秀教学经验的基础之上, 泰山学堂生命取向对培养模式和教学方法等进行了多项改革创新, 并根据实际情况进行了不断微调。在不急不躁, 集思广益, 总结经验而又不囿于成规的思想指导下, 生命取向的培养模式已经基本成熟。我们认为, 在这套教学模式中包含了很多有益的经验 and 深刻的教训可以指导今后的教学工作, 并可作为同类生物教学改革改革的借鉴。

## 1 教师队伍建设和选拔

泰山学堂生命取向从一开始就采用了设立教学指导特

聘教授小组的方式对学生全过程指导。指导小组负责设计教学培养方案和学生指导。

教授小组由生命科学学院教学副院长领导, 并由4名指导教师(1名组长), 1名学术秘书, 4名班主任(每年级1名)和1名督导员构成。教授小组成员年龄结构合理, 既有多年参与教学, 有着丰富经验的老教授; 也有毕业或留学于海外, 富有冲劲和想象力的年轻教师。在专业知识结构上, 教授小组的组成充分考虑了生物学科跨度大的特点, 涵盖了微生物学、结构生物学、植物学、动物学、细胞生物学、分子生物学、生物信息学、遗传学、生态学等学科, 具有广泛的代表性, 避免了学科盲点的产生。教授小组成员的一个突出的特点在于其国际化的视野。小组成员的大部分都有着较长时间的海外学习和工作经历: 教授小组组长方诩在日本国立京都大学获得硕士和博士学位, 班主任王明钰博士和魏天迪博士分别在美国和德国获得博士学位, 教授小组的其他成员均在美国、法国、瑞典等国家有着长时间的博士后经历。

泰山学堂是一种新型的教育模式, 其教学的目的与传统的本科教育有着很大的不同。因此在教学培养过程中所遇到的很多特殊情况 and 特殊问题都是前所未有的。在这种情况下, 一个老中青紧密合作, 各学科紧密合作, 具有国际化视野的教授指导小组具有特别重大的意义。在大家一起商议问题, 一起讨论问题, 一起解决问题的过程中, 各位成员的不同学习生活经历为设计符合山东大学实际情况的新型国际化教学培养方案提供了最优的指导。团体的国际化智慧在生命取向三年的工作中发挥了巨大的作用。

同时, 为泰山学堂上课的专业教师都是选聘学院最优秀的授课教师, 每年进行选聘和评估, 不适合的教师及时退出。学院对任课教师进行专门培训, 提出

具体要求，保证了教学质量。学生对授课教师普遍反映良好。

## 2 学生选拔机制

在拔尖学生培养中，能否选出优秀且具备巨大发展潜力的顶尖学生是关键的一步。而生命学科不同于其他学科，学生的创新思维、逻辑分析和实验能力比学习知识、掌握知识更为重要。但是限于高考制度对公平性的追求，仅仅从高考分数上难以考察拔尖学生的创新思维、逻辑分析和实验能力。有鉴于此，我们经过3年的摸索，形成了一套较为成熟的、合理可行的选拔模式。

以选拔2011和2012级新生为例，我们首先从大一各专业新生中征集报名的学生并加以初步筛选。在初筛过程中，我们并非单纯以高考成绩作为是否入围下一步筛选的条件，对于没有完全满足报名条件学生，只要他能够在教授小组面前表现出其科研方面的潜力，就可以被推荐进入选拔程序。例如2011级的自振涛同学就是采用此种制度破格进入选拔程序，并通过考试进入泰山学堂学习。经过1年半的观察，该生不仅学习扎实，而且在科创实践中体现了很强的创新能力和科研潜力，并表现出较强的组织能力，一定程度上证明了这种选拔制度的可行性和有效性。

在正式选拔程序中，我们采用了无领导小组讨论(LGD)的方式进行面试为主的考察方式，把考察重点放在全面考察学生的先天禀赋、对于生命科学的兴趣、思维敏捷程度、科学研究思维、逻辑分析和创新能力、表达能力、心智和身体健康水平等几个考察目标上，而将高考分数和奖励等“硬条件”放在次要的地位。在面试制度上，为了排除人为的干扰，保证程序的公平和透明性，面试专家组由8~10名教授组成，其中包括了1/3~1/2的校外专家。例如，在2012年的面试专家组中，我们聘请了4位校外专家(国家精品资源共享课负责人南开大学李明春教授、杰出青年基金获得者中科院海洋研究所孙黎研究员、千人计划中科院上海生命科学研究院秦越研究员和中组部青年拔尖人才江南大学刘立明教授)作为面试专家。我们同时邀请了部分高年级本科生作为学生面试组，单独对考生进行一轮面试，并将学生面试结果作为参考。此外，为了保证泰山学堂的学生拥有足够健康的体魄来进行高强度的科研工作，我们自2013年起在面试中增加了

体育测试一项，以长跑测试的成绩作为是否录取的参考之一。从四年的选拔结果来看，我们的选拔程序不仅避免了一部分高分低能的学生进入泰山学堂，而且将部分高考分数不高，但是专家一致认为具备潜力的学生选入了泰山学堂。在四年的教学培养过程中，我们发现学生在面试选拔时的表现和他们在期间的表现具有很高的相关性，这也证明了选拔方式的有效性。

在培养过程中也实行淘汰制，不适合的学生及时退出，或进入国家基地，或转到普通班。考虑到培养的长期性和连续性，一般不再增加新学生。

## 3 学生培养模式

### 3.1 教学计划的国际化和前沿性设计

本科教学效果的关键之一在于对教学计划的设计，其中的核心部分是课程的设置。泰山学堂生命取向在课程设计的过程中着重强调了课程的国际性和前沿性。由于生物学研究的主流语言使用的是英语，因此泰山学堂生命取向的大多数课程都以中文和英文教材并用，英文幻灯片板书和中文讲授形式并用等形式进行双语教学，在保证学生知识点掌握的前提下避免在毕业以后进入实际科研工作中对专业英语出现不熟悉的现象。在双语教学之外，我们还采取了邀请外教全英文讲授一年级的“普通生物学”，开设“免疫学”、“化学生物学”等高级全英文授课的课程，以及在一年级暑假开设英语暑期学校等方式强化对于专业英语的训练。通过以上国际化教学的方法，泰山学堂的学生在文献阅读和科研能力上均有了显著的提升。在三年级开设的“英文文献阅读与演讲技巧”课程中，所有的学生均具备了快速阅读英文文献与独立进行全英文学术报告的能力。

在传统的生物类课程之外，我们开设了如“数学实验与数学建模”、“结构化学与生物物理化学”、“化学生物学”和“模式动物发育生物学实验”等紧扣生物科学的最新进展和趋势的课程，使得学生可以在进入实际科研工作之前就了解到科学界思想的最新趋势。我们改革了教学方式，每门主要课程由1位主讲老师作为课程组织者，并由几位老师分别担任自己最擅长的部分进行授课，而且还可以从校外聘请优秀师资进行授课，例如“结构化学与生物物理化学”课程就从中科院专门聘请了一位老师讲授质谱方面的内容。此外，我们采取了多种形式来拓展学生们的学术视野。

我们特别聘请了校外乃至国外的杰出科学家来泰山学堂开设短期的、紧扣科研最前沿的选修课程。这些课程面向高年级学生，着重讲授某一方面的科研最新进展，使得学生们可以紧跟科研的最前沿。我们也开办系列的“泰山学堂名家讲坛”，聘请国内外的著名科学家（院士、国家“千人计划”获得者、杰出青年基金获得者、“长江学者”或国外一流大学的教授）来学堂介绍自己的科研之路以及国际最前沿的学术动态，并为学生在成长道路上的困惑提出了宝贵的建议。通过这些方式，学生们不仅吸取到最新科研进展、热点，也能从名家身上学习到献身科学的奉献精神。

在请著名科学家“走进来”的同时，我们也注重将学生“送出去”，扩展学生们的国际化视野。我们采用奖学金资助的形式，选拔部分英文水平高、专业课程好的学生在大二暑假阶段到国外著名高校参加暑期学校，以及在大三派出进行短期留学。生命取向已有4名同学赴瑞典乌普萨拉大学参加生态学的暑期学校，另有两名同学到荷兰乌得勒支大学参加“探索自然的分子机制”的暑期学校。乌普萨拉大学的教授对山东大学的学生在暑期学校时表现出的自信、好学、团队精神、外语水平等给予充分肯定，所以在2010级大三的下学期，乌普萨拉大学同意学堂选拔了两名同学到该大学生态中心和RNA中心进行为期1学期的短期留学。通过本科阶段到海外著名大学的短期留学，开拓了学生的思路和视野，让学生充分接触到国际上的学术最前沿。

### 3.2 师生之间的充分沟通

在泰山学堂生命取向的学生培养模式中，我们特别注重了在师生之间建立充分的沟通渠道，以保证学生有充分的机会接受教师们的指导和帮助。我们设立了“泰山学堂生命科学前沿沙龙”，每个月举办一次沙龙以促进师生之间的交流。教授小组成员实施轮值制，每周有两位老师在泰山学堂值班半天，让学生有问题可以单独和老师交流。每个班的班主任选定的都是30岁左右的年轻学者，和学生的年龄较为接近，沟通更为容易。我们还定期和学生举行午餐会，让科研有成就的教授以及任课老师在午餐时间和学生充分接触。在教学上，专业课程采取小班教学，在时间分配上老师们给学生更多的交流时间，可以促进老师充分接触每个学生，根据每个学生的个性进行教学指导。在“遗传学”等专业课课堂上学生可随时提问，通过问和

答的交流和师生的充分讨论，让每个学生能够基于自己的水平在重点和难点问题上得到不同深度的理解。在“分子生物学”课程课堂上，教师选择部分主题通过角色互换的方式教学，通过学生临时担任教师角色，讲授课程的一部分内容，促进学生的自主学习和知识面的拓展。而老师基于每个学生的原有知识基础进行点评，不仅修正了学生理解上的不足，提高了全班同学的水平，而且能让拔尖的同学能学习到更深更新更前沿的知识。

## 4 科研与创新能力的培养

### 4.1 在教学中对学生科研创新能力的培养

生命科学是一门实验科学，因此动手能力具有特别重要的地位。在教学中，我们着重注意了对学生科研能力和动手能力的培养。譬如说，“分子生物学实验”课程为学生提供了四个科研课题，分散在四个先进的实验室中。将现代常用分子生物学技术以课题为主线串联，在锻炼学生动手能力，接触先进仪器设备的同时培养学生的科研课题整体设计理念。此外，生命取向设立了“生物科学理论”和“生物科研实践”两门不占学分的课程。“生物科学理论”课程要求每位同学就一个小科学问题进行讨论，并在开学的第一、第二、第三月末各提交一个研究课题的选题报告，技术方法报告和综述报告。“生物科研实践”课程要求同学们组成1~3人的小组，就一个简单的科学问题进行研究，并完成1个简单的研究项目。以上的教学创新在教学过程中就开始对学生的科研能力进行初步的培养，并为后续更加复杂的科研训练提供基础。

### 4.2 借助导师制进行一对一培养

生命取向的学生在第三学期开始实施导师制。利用生命科学学院丰富的科研资源，让学生选择一名博士生导师作为导师，并进行一对一的培养。这种培养方式将学生培养与实际科研工作紧密结合起来，有助于因材施教的具体实施。在培养模式上，导师制的实施使得我们的教学更偏向科研型，更符合生命科学对人才的要求。通过导师的言传身教，更加能够促进学生科学观的形成和对未来的深远规划。我们还鼓励学生们在不同的实验室之间进行轮转，在最终确定自己的研究方向前对多个领域的科研工作都有初步的了解。

在导师制的一对一教学过程中，导师们普遍对泰

山学堂的学生非常重视，并鼓励他们积极参加课题组科研活动，依靠课题组承担的课题，在实际科研中对泰山学堂的学生进行科研方法和学术思想的培养。泰山学堂的学生往往独立承担课题中的一部分，使得他们提前进入科研状态，并培养他们独立思考问题，解决问题的能力。部分同学的科研工作已经取得了显著的成果。

## 5 拔尖学生培养的效果

经过三年的探索与实践，目前泰山学堂生命取向的学生培养已经形成了一套卓有成效的模式，并取得了较好的结果。2010级13名同学除1人坚持放弃保研资格外均已确定出国深造或在清华大学、中科院神经生物所等国内顶级高校院所继续研究生阶段的学习。在繁重的课业之余进行的科研活动也取得了较好的成果。两位2010级同学已经有共同撰写的论文投稿到国际一流的SCI杂志上。两位2012级同学已经有工作成果申请了中国发明专利<sup>[5]</sup>。在瑞典乌普萨拉大学举办的暑期学校中，乌普萨拉大学生物教学中心主任Torgney Persson教授对山东大学泰山学堂生命取向学生的交流和科研能力十分赞赏，并认为是同行的国内五所大学的学生中素质水平最高的。2010级张晴晴和孙磊两位同学在2013年上半年赴乌普萨拉大学进行了为期一个学期的研究生课程学习，并取得了非常好的成绩。以上的培养效果说明了生命取向培养出来的学生具有非常好的适应能力和学术水平，并在一个侧面说明了我们的培养体系的成功。

## 6 现行培养模式存在的问题及展望

“基础学科拔尖学生培养试验计划”和泰山学堂本身是仅有四年的新生事物，在我们的教学培养中也存在着各种各样的制度上或者教学模式上的问题亟待解决。

首先，小班制的精英教学容易造成学生的心理问题。由于山东大学泰山学堂是拔尖学生培养，部分被选拔进泰山学堂的学生往往以精英自居，无法认清自己是尚待培养的未来科学家的位置。另一方面，泰山学堂的学生脱离了原来的学院，接触的同专业同学较少。这两者相结合，特别是在与普通班的优秀同学接

触后，容易产生一种落差，从而造成心理问题。

其次，制度对我们的培养模式的设计限制较大。从培养顶尖科学家的角度来说，进入泰山学堂生命取向的同学应该从大一开始就以将来从事科研工作为目标，并将这个目标贯穿整个本科和硕士、博士研究生学习过程。这种培养思想的一贯制要求了学制的一贯制，即最好让这些同学可以本硕博连读并在全程接受一致的指导。但是目前制度不允许我们这么做，在本科教育和后续研究生阶段教育的对接上难度较大。

最后，对我们的资源倾斜力度不够大。实验学科本身对实验室、经费、导师的要求非常高，再加上我们对国际化培养的要求，这使得培养优秀的科学家所需要的资源非常庞大。而我们目前的资源仅仅能够满足支持一小部分同学进行国际化培养和高水平科研培养的要求。由于资源的限制，经费用在学生身上尚显不足，参与教学模式设计、参与学生工作和指导学生的导师们更是几乎在义务甚至倒贴经费与个人收入在工作。在短期内尚可可通过老师们的热情来解决这个问题，但是这无疑是泰山学堂培养模式长期化的阻碍。

尽管有着这样那样的问题，目前泰山学堂生命取向的培养模式无疑是成功的，前景也是美好的。在阻碍进一步改革的制度与资源等问题得到解决后，在进一步优化现有的培养模式后，我们认为，“钱学森之问”必将在不久的将来有一个满意的答案。

## 参考文献

- [1] 王朔. “钱学森之问”研究述评[J]. 上海教育科研, 2012, 3: 31-34.
- [2] 宋秋蓉. 宁静致远: 当前我国培养拔尖人才的一种思想境界——基于“基础学科拔尖学生培养试验计划”的分析[J]. 复旦教育论坛, 2013, 4: 18-23.
- [3] 金祥雷, 姚岚, 付景川. 推进三个创新、构筑四个平台致力培养基础学科拔尖人才[J]. 中国高等教育, 2011, 13-14: 51-52, 57.
- [4] 徐孝刚, 杨唯希. 在“基础学科拔尖学生培养试验计划”中实践管理制度化和服人人性化的探索[J]. 山东师范大学学报: 自然科学版, 2013, 28(2): 152-153.
- [5] 方诩, 侯少莉, 韩丽娟, 等. 一种提高含有木质纤维素原料的沼气产量的方法[P]. 中国专利申请: 201310125472. 5, 2013.