



高校教改纵横

微生物学课程“创新设计”探索与实践

安登第*

新疆师范大学生命科学学院 新疆 乌鲁木齐 830054

摘要: 21 世纪大学生素质教育不仅要求他们掌握扎实的理论知识,更重要的是培养科学思维并激发创新思想。为拓展大学生的创新思维、促进素质教育,我们探索了“理论课程+创新项目设计”的微生物学教学模式,并在课程内容调整、案例引入、考核等方面进行了实践,结果证明这一教学模式对促进学生巩固课堂知识、拓宽知识视野、培养科学思维、激发创新精神、促进素质教育都有积极的作用。

关键词: 微生物学, 创新设计, 素质教育, 教学模式改革

Model exploration of innovation design on Microbiology course

AN Deng-Di*

College of Life Sciences, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China

Abstract: Quality education for college students imposes certain requirements in the 21st century. They should not only have a good command of theoretical knowledge but also with greater attachment on cultivating scientific thinking and inspiring innovation. In order to cultivate their ability on innovation and promote quality education, a teaching mode of “theoretical courses+innovative project design” were explored in Microbiology. In the process, some practices, including the course content adjustment, case introduction, and evaluation system were implemented. The results showed that this mode exert significant influence on the knowledge grasping and expanding, scientific thinking cultivation, along with innovation stimulation. This exploration also roles as a strong boost for quality education in colleges and universities.

Keywords: Microbiology, Innovation design, Quality education, Teaching model reform

21 世纪被称为生命科学的世纪,而微生物学被认为是促进人类进步的重要学科。近年来,微生物在环境保护方面的作用日益受到重视,而微生物功能菌群与人体健康特别是与疾病关系的揭示,使得这一学科的重要性更进一步显现。微生物学课程作为生命科学领域一门重要的基础专业

核心课,其教学效果对培养新型人才至关重要。

尽管微生物无处不在,其功能也多种多样,但目前被人类应用的微生物功能尚不多,大多数仍处于探索阶段。由于微生物的重要性,特别是

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (31570109)

***Corresponding author:** Tel: 86-991-4332474; E-mail: anddg@yeah.net

Received: 30-10-2019; **Accepted:** 04-02-2020; **Published online:** 03-03-2020

基金项目: 国家自然科学基金(31570109)

***通信作者:** Tel: 0991-4332474; E-mail: anddg@yeah.net

收稿日期: 2019-10-30; 接受日期: 2020-02-04; 网络首发日期: 2020-03-03

与人类生活密切相关,因此让学生以微生物功能的应用为切入点,更多地掌握微生物学知识并将之应用于生产、生活,是大学生素质教育的重要内容。但由于传统教育模式中微生物学课程都是按部就班地讲授,造成了学生接受知识被动、思维难以被充分调动的现状。作为新世纪的大学生,必须具有广博的知识和开拓的思维,更重要的是要有创新意识和创新能力。为此,结合课程教学,在有限的时间内对他们进行创新思维的训练就显得尤为重要,但目前的教学模式尚不能满足这一需要。

多年来教育工作者对素质教育进行了有益的探索,如开设“走进微生物世界”素质教育课程^[1]、以“推崇学科名人,弘扬科学精神;关注社会焦点,激发学习兴趣;引入学科前沿,培养创新意识”为主要内容的“研究型”教学模式^[2]等提高学习兴趣、促进素质提高等措施,以及以创新实验内容为主的创新能力培养^[3]等。本文作者也曾以“课堂讲授-实验课程-课题研究”三位一体、“理论-技能-创新实践”同步训练、“教师-研究生-小组”交互学习为主题的“创新实践”教学模式进行了探索^[4],取得了积极效果。但是在我们进行“创新实践”教学改革探索中,诸多因素限制了其推广与应用。首先,我校每年开设微生物学课程的有5个班200多名学生,以本校目前的实验室空间无法满足全部学生进行“创新实践”;其次,此前进行的“创新实践”是针对生物技术/生物工程(非师范类)专业学生进行的以技能训练为主要内容的探索,未顾及到生物科学(师范类)专业学生的需求;其三,限于试验条件及技术,“创新实践”被限制在“可实现性”框架内,严重制约了学生“天马行空”般的思维与创造力^[4]。为此,结合大学生素质培养与微生物学应用潜力,我们进行了以开拓学生创新思维为主要内容的微生物学课程“创新设计”探索与实践,在课程内容、设计目标、设计实施及考核等方面进行了探索,取得了良好成效。

1 课程内容设计

为了使學生全面掌握微生物学知识并将之应用于创新设计,我们对课程讲授内容进行了调整优化。具体措施包括重点内容调整和课外案例引入。

1.1 课程内容调整

鉴于创新设计是以微生物功能的应用为主,则包括微生物种类、功能、代谢特点等是必须掌握的重点。为此对课程内容作了如下调整:为增强学生对微生物种类的学习和理解,将课本第十三章“微生物物种多样性”内容合并到第三章“微生物细胞的结构与功能”一同讲解,从微生物种类、细胞结构、基本功能、代谢特点等由细菌-放线菌-真菌进行比较讲授,如由细胞的结构揭示为何原核生物代谢中心在细胞膜而真核生物在线粒体;由细胞膜成分讲解微生物进化与地球物质循环[干酪根(kerogen)与二氧化碳转化]的关系;在第五章“微生物代谢”章节,以微生物初级与次级代谢为纽带,将与人类生活密切相关的部分微生物发酵作为拓展内容,结合微生物代谢途径,讲解通过微生物发酵可产生哪些有价值的产物,特别讲解了微生物产生“手性”产物的原理与应用;在第十章“微生物与基因工程”章节,对第七节“基因工程的应用及展望”展开讲解,不仅让学生了解基因工程的原理与应用,还特别讲解了基因工程的风险及控制。通过对课程内容的调整和优化,使学生在微生物功能应用方面有了较为深入的了解,为他们开展创新设计提供了理论支持。

1.2 案例引入

将已经发生的重大微生物应用事件引入课堂,结合相应章节内容,以实例形式讲述特定条件下微生物的功能及应用,具有目的性、针对性强的特点。如针对微生物在地球物质循环中的功能,重点介绍了焦念志院士的“微生物泵”概念^[5],并结合自己课题研究新疆罗布泊干涸后(有机物输入终止)的有机物演变与微生物类群变化的关系,

讲解微生物对地球健康特别是碳循环的贡献;针对微生物代谢产物的应用,以具有治疗癌症功能的紫杉醇的来源及紫杉霉的人工培养,讲述如何通过微生物生产重要代谢产物;以微生物与植物共代谢讲述“道地药材”的产生基础及微生物对宿主的调控等。案例引入对加强学生对微生物基础的理解、开拓微生物功能应用的思维有重要的促进作用。

2 创新设计的目标

此前进行的“创新实践”是以技能训练为目的,“强迫”学生进入实验室,让他们在实践中激发认识、探索微生物的兴趣,制定并完成具有一定完整性的实验目标,为后续相关专业课程学习及毕业论文奠定基础。而“创新设计”是以开拓思维为目的,让学生们“异想天开”,在理解微生物基本功能的基础上发挥想象力,利用微生物的某个特性实现“不一般”的目标或解决特定的科学问题,最终目标是拓展创新思维、践行素质教育。

3 创新设计实施

创新设计是微生物学课程的附加内容,与课堂教学同步进行,而学生对微生物基础知识和功能的掌握需要逐步积累,所以创新项目的设计要求在期末考试之前完成即可。

对“创新设计”的任务和要求,我们在开学第一课即布置给学生,并提供简洁模板,包括项目名称、摘要(200字)、关键词、概述(100–200字)、设计方案(重点描述部分,1 000–1 500字)、预期结果(100字)。鉴于此前“创新实践”以“可实现性”为目标,难以发挥学生活跃思维的问题,“创新设计”不强求设计内容的“可行性”,只要求“思想新颖、目标明确、原理正确、流程合理”。

3.1 选题

依据教学改革宗旨,“创新设计”的选题“思想新颖、目标明确”是关键。

“思想新颖”是在理解微生物功能的基础上“异

想天开”,利用微生物实现“几乎不可能”的目标,最大限度地发挥学生的创新思维。而“目标明确”是完全理解自己所要达到的目的,包括是利用微生物菌体?还是利用代谢产物?是利用微生物的基础代谢?或是特殊转化功能等,甚至包括转基因微生物。明确创新设计所要达到的最终目标是这一教学改革实施的关键。

为引导学生们进行创新思维但不超越生物学理论,在选题方面给他们提供一个大概的范围,由学生自由选择。选题包括资源开发(以新疆某一特色资源,经微生物发酵开发特色产品)、环境保护[污染物处理、农药降解、食品(产品)防腐]及任何自己感兴趣的内容。提供选题方向仅起引导作用,实施中不设任何限制。

基于新疆广阔的地域、丰富的资源及多民族的饮食习惯,资源开发和特色食品是大多数学生关注的重点。为此我们将日常可接触到的资源及可能的开发工艺等结合在课堂讲授中,引导和激发学生的思维,使他们对这些资源的特点,特别是经微生物加工后的价值有所了解,不仅给学生提供完成课程设计任务的材料,更重要的是引导学生认知身边的资源,对此后的毕业论文选题及毕业后的就业、创业提供帮助。

3.2 项目设计

创新设计尽管鼓励“天马行空”式的思维原则,但“原理正确、流程合理”是设计的核心。

所谓“原理正确”是无论选择何种设计思想,都必须遵从生物学原理,任何超出已知生物学知识的“假设”不在设计范畴之内。如果设计是利用微生物菌体,则需说明该菌株的生物学特性,其菌体蕴含何种功能或成分可供实现某一特定目标,包括菌体蛋白或活菌酶功能等;如果是利用菌株的代谢产物,则需说明是基础代谢或是次级代谢,或是将某一物质转化为另一高价值物质的功能,该代谢产物是目前化学方法所无法生产或成本太高等;如果选择转基因微生物,则需说明该基因

的功能与来源，以及宿主菌的选择和表达等，而对转基因技术不做要求，“默认”该基因是可以在异种菌体内表达的。

“流程合理”是要求学生对所设计项目的生物学过程有完整的描述，从材料的选择到微生物培养以及产品收集处理等，均需符合生物学规律和技术规范。如果是微生物菌体，需说明包括培养基、培养条件、菌体收集及加工等；如果是代谢产物，则除培养基、培养条件外，还需说明培养的调控(菌体生长与代谢产物积累)和产物收集(胞外分泌物的培养物上清分离，或胞内产物的菌体收集加细胞破碎等)，而若是将一种物质转化为另外的物质，则需说明该转化功能的条件和原料添加(开始或中途添加)、产物分离等；如果为转基因微生物，则将该转基因菌株与普通菌株同等对待，只需简单说明该基因的克隆和转化，重点描述转基因菌株的培养和产物收集。

基于微生物学知识的获取是随课程的进行而循序渐进的，学生们的选题与设计也是在变化与完善，为此我们充分利用课堂、课间及课外时间，对学生们的选题和设计多次进行讨论，从目标、原理流程等各个环节进行详细的探讨，并结合老师的研究工作以及文献报道，及时提供新的思想或技术等，使学生的科学思维逐步成熟，项目设计也逐步完善，既巩固了课堂知识、拓宽了视野，又培养了科学思维、践行了素质教育。

4 创新设计考核

将微生物学课程的创新设计按比例计入期末成绩中。期末成绩组成包括平时成绩(考勤、提问、课堂笔记等)占 20%，创新课题占 30%，期末考试占 50%。

在占总成绩 30%的创新设计考核中，以表 1 进行赋分。

表 1 创新设计赋分表

Table 1 Assignment for innovative project design

考核项目	评分标准	得分
Items	Standard	Scores
思想新颖 50 Ideas novelty, 50	40-50 分：全新思想， 独出心裁 40-50: Totally novelty & unique	30-40 分：借用他人试验 但有创新 30-40: Ideas was borrowed but have some improve
目标明确 10 Target, 10	8-10 分：设计目标明确 清晰 8-10: Clear & definite on design objective	20-30 分：移植他人思路 解决自己问题 20-30: Ideas was transplanted but solve own problems
原理正确 30 Design mechanism, 30	25-30 分：充分利用 微生物生物学特性及 延伸技术 25-30: The microbial potential was full used & the technology expanded	20 分及以下：照搬他人技术 及内容 <20: Totally copied from others'
流程合理 10 Technical process, 10	5-8 分：设计目标较为 清晰 5-8: The objective is clear	3 分及以下：未明确自己的 设计目标 <3: No clear target about the design
	5-8 分：技术流程符合生 物学规律或加工规范 5-8: The process is correct	10-15 分：满足微生物生物 学特性 10-15: The microbial characteristics was used
	8-10 分：技术流程完全 符合生物学规律或加工 规范 8-10: The process is completely correct	10 分及以下：能利用微生物 特性但缺乏部分知识 >10: The microbial characteristics was used but lacks on some knowledge
		3 分及以下：技术流程基本 尚不符合生物学规律或加 工规范 >3: The process does not conform the biological laws

5 创新设计成效

自 2017 年实施微生物学课程创新设计教学模式探索以来, 2017–2019 年度我院生物科学专业 3 个年级 3 个班的 125 名学生参与了这一教学实践, 取得了显著的素质培养效果。在共 125 个创新设计项目中, 涉及环境保护, 包括农药降解、塑料降解、微生物除臭、垃圾分解等内容占 23%; 涉及农产品开发和食品添加剂, 包括桑葚酒、苹果醋、西红柿饮料等内容的占 19%; 涉及护肤保健的占 15%; 涉及生物农药和微生物肥料的占 9%。值得一提的是, 部分学生提出了前卫的设计思想, 如利用产氧光合小球藻的产氧特性设计“私家氧吧”; 利用产色素细菌设计可持续利用、永不褪色的“微生物笔芯”; 利用可生物降解的聚- β -羟丁酸(poly- β -hydroxybutyrate, PHB)与聚乳酸(poly-lactic acid, PLA)制作“一次性雨衣”; 利用发光细菌制作“微生物照明灯”等设计均属于“思想新颖”; 而占 7% 比例的涉及生物电池设计, 更是将污水处理与微生物电池偶联, 利用污染物降解的能量产生电力, 其创新性思维具有较高的价值。

依据对设计项目的赋分分析, “思想新颖”得高分的比例不高, 原因是大多数学生的选题拘泥于诸如环境保护、食品开发等常见材料和日常生活, 对具有创新性的诸如“私家氧吧”“一次性雨衣”等新颖的选题涉及不多。分析造成这一结果的原因是: 尽管我们在课程中穿插讲解了包括地方资源特色、微生物发酵等基础知识, 但作为刚刚接触微生物学的大学二年级学生, 对利用微生物解决什么科学问题尚未形成完整的概念, 因此选题也就难以突破既定思维。其次在“目标明确”赋分项得分均较高, 显示学生们确实理解了自己的设计到底要达到什么目的。在“原理正确”赋分项得分也较高, 说明学生们很好地掌握了微生物的基础知识, 包括微生物生长和代谢等, 也达到了本项

课程改革探索的目标。在“流程合理”赋分项得分参差不齐, 明显表现出在“思想新颖”得高分的设计在此项的得分较低, 而前项得分低的设计在此项的得分却较高, 原因是越新颖的设计, 其所涉及的技术流程越复杂或尚未开发, 如将污水处理与微生物电池偶联的设计在可实现性上尚欠缺, “流程合理”得分显然不会高, 但作为大学生的创新设计已经具备了开拓思维的科学素养。

通过本项微生物学课程的“创新设计”实践, 采用将创新设计计入成绩的方式, “逼迫”学生全面参与到创新思维培养实践中, 使其不仅可以巩固课堂知识, 还可综合利用与分析这些知识并将之应用到生活实践中来解决问题, 这对拓宽学生们的知识视野、培养科学思维等都有显著的促进作用, 更重要的是对践行素质教育有积极的推动作用。

REFERENCES

- [1] Wu WB, Jia R. The construction and practice of the course Walking into the Microbial World, a scientific quality education course for college students[J]. Microbiology China, 2018, 45(8): 1817-1823 (in Chinese)
吴旺宝, 荚荣. 大学生科学素质教育课程“走进微生物世界”的建设与实践[J]. 微生物学通报, 2018, 45(8): 1817-1823
- [2] He J, Tang Q, Chen WL, et al. Exploration of research-oriented Microbiology teaching model based on innovative creativity[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 635-641 (in Chinese)
何进, 唐清, 陈雯莉, 等. 基于创新能力培养的“微生物学”研究型教学模式探索[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 635-641
- [3] Wang SM. Exploration on the teaching reformation of environmental engineering microbiology and cultivation of students innovative ability[J]. Microbiology China, 2019, 46(4): 940-943 (in Chinese)
王世梅. 环境工程微生物学教学改革探索与学生创新能力的培养[J]. 微生物学通报, 2019, 46(4): 940-943
- [4] An DD, Zeng XC, Nurgul R, et al. Model exploration of innovation practice on Microbiology course[J]. Microbiology China, 2016, 43(4): 877-882 (in Chinese)
安登第, 曾献春, 努尔古丽·热合曼, 等. 微生物学课程创新实践教学模式探索[J]. 微生物学通报, 2016, 43(4): 877-882
- [5] Jiao NZ, Herndl GJ, Hansell DA, et al. Microbial production of recalcitrant dissolved organic matter: long-term carbon storage in the global ocean[J]. Nature Reviews Microbiology, 2010, 8(8): 593-599