

“互联网+”背景下“酶工程”多元化教学改革的实践与思考

梁丽琴¹ 王振锋² 段江燕^{1*}

(1. 山西师范大学生命科学学院 山西 临汾 041004)

(2. 山西师范大学化学与材料科学学院 山西 临汾 041004)

摘要: “酶工程”是生物工程与生物技术专业的主干课程,是衔接微生物学、生物化学、分子生物学、细胞工程、基因工程、发酵工程及化学工程的纽带,具有很强的理论性和实践性。为提高酶工程的本科教学质量,增强学生的自主学习和探究能力,适应社会发展对人才的综合需求,本文结合课堂内外自身教学实际及信息技术的发展,在“互联网+”背景下对“酶工程”课程进行了多元化教学改革实践与思考。

关键词: “互联网+”, 酶工程, 多元化教学改革

Practice and thinking of diversified teaching reform in Enzyme Engineering under the background of “Internet+”

LIANG Li-Qin¹ WANG Zhen-Feng² DUAN Jiang-Yan^{1*}

(1. College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004, China)

(2. College of Chemistry and Materials Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004, China)

Abstract: Enzyme Engineering is one of major courses of bioengineering and biotechnology major, and is the bond among these courses of Microbiology, Biochemistry and Molecular Biology, Cell Engineering and Genetic Engineering, Fermentation Engineering and Chemical Engineering, it has very strong theory and practicality. To improve the quality of undergraduate teaching, strengthen the autonomous learning ability of students, and adapt to the society that needs comprehensive talents, combined with the practical teaching inside and outside the classroom and the development of information technology under the background of “Internet+”, this paper performed practice and thinking of diversified teaching reform in Enzyme Engineering.

Keywords: “Internet+”, Enzyme Engineering, Diversified teaching reform

Foundation items: Reform of Undergraduate Teaching Foundation of Shanxi Normal University (SD2015JGKT-30); High Quality Enzyme Engineering Curriculum of Shanxi Normal University (2017YZKC-12); Biotechnology Advantage Profession of Shanxi Normal University (2017YSZY-01); Reform of Postgraduate Teaching Foundation of Shanxi Province (20142040)

*Corresponding author: Tel: 86-357-2053665; E-mail: duanjiangyan123@163.com

Received: November 04, 2017; **Accepted:** July 05, 2018; **Published online** (www.cnki.net): July 30, 2018

基金项目: 山西师范大学教改项目(SD2015JGKT-30); 山西师范大学酶工程优质课程(2017YZKC-12); 山西师范大学生物技术优势专业项目(2017YSZY-01); 山西省研究生教改项目(20142040)

*通信作者: Tel: 86-357-2053665; E-mail: duanjiangyan123@163.com

收稿日期: 2017-11-04; **接受日期:** 2018-07-05; **网络首发日期**(www.cnki.net): 2018-07-30

酶作为生物催化剂,不但是生物体代谢循环的重要执行与调控分子,也是生物技术研究中的重要分子工具,在实际生产中的应用更是广泛,涉及食品、医药、环保、工业、农业、美容等领域,因而酶是理论研究与实践应用的核心。“酶工程”是我校生物工程与生物技术专业的主干课程(36学时),一般在三年级分班(班容量平均40人)开设,是衔接前序课程如植物学、动物学、微生物学、生物化学、细胞生物学、分子生物学、发酵工程和细胞工程与后续课程如基因工程、蛋白质工程和化学工程等的纽带,具有很强的理论性和实践性,因此,如何上好酶工程课对培养具有扎实理论与实践性强的专业人才具有举足轻重的作用。

目前,随着生物科学的迅速发展,酶学理论与生物技术发展迅速,而教科书的更新速度相对滞后。加之生物学相关仪器涉及量较多、价格昂贵,高校实验室无法满足仪器的全面购置以及与时俱进的更新换代,这就使得酶工程课程的教学内容与社会生产应用相脱节。如果再用传统单一满堂灌的教学方式去面对在信息化时代成长起来的新一代大学生,无疑会让酶工程课程变得枯燥乏味,学生为考试而被动性汲取知识,人才培养与社会需求相脱节,失去教育的真正目的。基于此,为提高酶工程的本科教学质量,充分调动学生的自主探究学习兴趣,适应社会发展对人才的综合需求,本文结合课堂内外自身教学实践及信息技术的发展,在“互联网+”背景下对酶工程进行了多元化教学改革实践与思考。

1 上好绪论课

兴趣是最好的老师,因而绪论的授课效果具有关键作用。在传统绪论内容的基础上,重点选取典型的、与生活实践相关的酶^[1],如收集帮助食物消化的复合酶片、可作为肠溶性片剂的消炎酶、防血栓的溶血蛋白酶原、治疗白血病的抗肿瘤酶、用于化妆品抗衰老的超氧化物歧化酶等与人类生活相关酶的生产及应用材料,并以问题的形式引发学生

思考后再告诉答案,从而让学生明白“为什么学”“学什么”及“如何学”,并对学生加以引导,师生共同分析酶工程课程内容(图1),从而让学生对本门课程有全面的了解,便于今后的学习。

2 教学内容的优化与处理

基于“互联网+”背景下的知识信息化及酶工程的快速发展,结合酶工程课程的特点以及学生的知识结构,对课程内容进行了全面优化。

2.1 教学内容的优化

2.1.1 结合学生已有知识结构确定课程重点,避免内容重复

根据学生所学课程内容,对酶工程课程内容进行适当的重点调整。如微生物发酵产酶中酶蛋白的合成,微生物菌种的选育、培养基的组成、发酵工艺条件的优化与设计,动植物细胞培养产酶中细胞的培养等内容在分子生物学、微生物学、发酵工程及细胞工程中已经重点学过,因而只需要让学生复习即可,重点突出“酶工程”的特色内容,如微生物和动植物细胞中酶生物合成的调节、酶分子修饰、酶固定化、酶非水相催化、酶定向进化、酶反应器、酶的应用及酶工程发展概况。

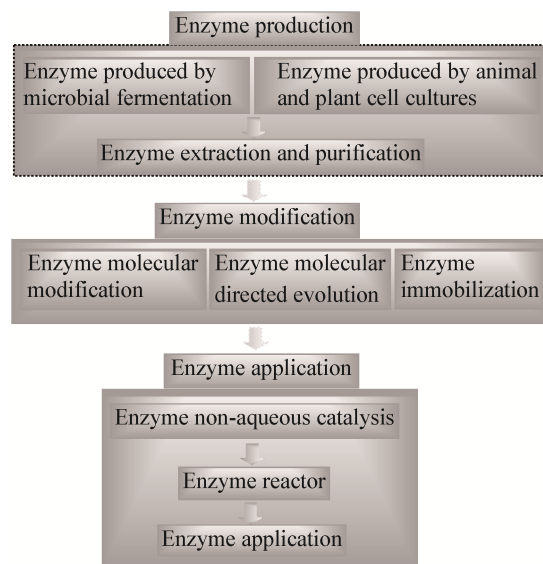


图1 “酶工程”课程内容

Figure 1 Enzyme Engineering course content

2.1.2 紧跟学科发展, 融入学术前沿

酶工程发展迅速, 因而需要不断加入相关中英文学术论文资料。比如硕士论文“纤维素降解菌的筛选、鉴定及发酵产酶特性研究”^[2], 可以让学生全面掌握产酶微生物的选育、酶发酵条件的优化、酶的提取分离纯化、酶性质的测定等整体实验设计; 比如英文论文“Industrial applications of enzyme biocatalysis: Current status and future aspects”^[3], 可以让学生快速了解酶生物催化剂在当前的工业应用现状及未来的发展趋势。

2.2 教学内容的处理

除了传统的把教学内容制作成幻灯片(PPT)之外, 运用 Camtasia Recorder 等录课软件制作微课、小规模限制性在线课程(Small private online course, SPOC)。一般将实践性强的内容进行实物或实际操作过程拍摄(每年生产实习时进行), 将实验技术内容用互联网上的相关操作视频结合本校往年开设的实验视频制作成微课或 SPOC, 将理论性较强的内容做成 Flash 形式, 从而让学生理解起来更加形象易懂。

3 “互联网+”背景下教学手段的灵活运用

传统的教学方式是以教师为中心, 教师在课堂上结合 PPT 与板书单向地向学生灌输知识。学生在认真听讲的前提下可快速获取重点知识, 课下如能

进行重点知识的记忆就能获取高分。但是在此过程中, 学生、教师与 PPT 及板书之间, 生生与师生之间互相分离, 不能达到协同互动, 学生的知识仅局限于教师的传授范围, 综合能力得不到提升, 无法适应社会快速发展对人才质量的需求。而且在长期的教学过程中, 教师的知识结构及教学水平虽然能够不断精简, 但是由于缺少师生互动的督促, 教学内容及模式会逐步故步自封, 成为培训式的教学。随着“互联网+”时代的到来, 教育信息技术发展迅速, 网络学习已成为获取知识的重要方式。因此, 除了利用传统的板书加多媒体辅助教学之外, 教师应积极进行教育技术培训与交流, 合理利用各种教学平台进行教学改革, 可大大提高学生的学习兴趣, 提高教学效率。目前, 除了多媒体与板书之外, 我们主要用以下几种教学手段辅助教学, 从而让师生之间达到更好的双向交流, 总体应用情况见图 2。

3.1 校园网络教学平台

基于学校购买的超星泛雅网络教学平台(<https://mooc1-2.chaoxing.com/course/100734964.html>), 我们将教学大纲、教学计划、自主学习任务单、教学课件、教学视频、课外习题、课外阅读资料及单元测验等内容上传, 并不断更新(图 3)。学生可以根据教学计划及自主预习任务单上的内容预习, 并在每章结束后进行单元测验, 系统自动生成成绩。

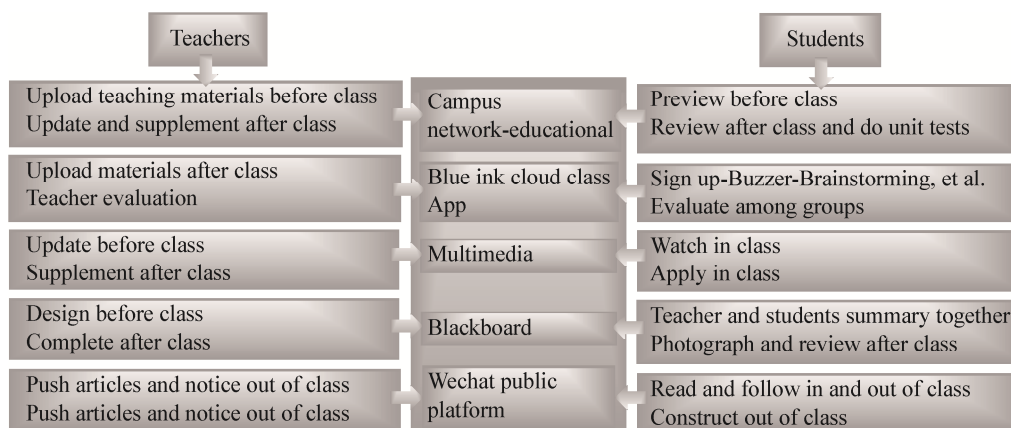


图 2 基于多元化教学手段的师生双向交流

Figure 2 The two-way communication between teachers and students based on the diversification teaching methods



图3 酶工程校园网络教学平台

Figure 3 Enzyme Engineering course on the campus network-educational platform

3.2 蓝墨云班课移动教学助手应用程序

在手机移动端使用蓝墨云班课移动教学助手应用程序,可以方便快捷地进行课堂签到、课堂抢答、头脑风暴、学术前沿推送、作业上传、小组间互评等(图4),激发学生的学习兴趣与学习热情。现代社会的个人时间都被碎片化,教师可以利用碎片化时间获取学术前沿信息,并快速上传至蓝墨云平台与学生分享。学生的作业等可以及时上传至蓝墨云平台,随时随地进行小组互评。

3.3 微信平台

目前,有关生物学术前沿方面的微信公众平台有很多,如“科研圈”“生物谷”“基迪奥生物”“解螺旋”“中国生物技术网”等系列公众号,这些公众号每天都有最新科研资讯,可在开课前让学生关注这些公众号。如微信公众号“羊奶100网”中科研成果显

示羊奶中含有“抗衰老奇酶”(图5A),这种“抗衰老奇酶”可以有效抵抗细胞衰老等,能让学生迅速获取前沿信息,同时鼓励学生阅读文章所涉及的原文文献,提高了学生的专业英语水平。除此之外,我们每年让学生建立自己的课程微信公众号,如14级学生建立了“酶工程PRE”(图5B),由学习委员负责公众号管理,各小组负责不同章节内容的搜集与整理,班级成员为负责的小组提供素材等,并在下一级学生上课时进行公众号移交。一方面保证了公众号的连续建设,另一方面可以督促学生关注学术前沿,并能让让学生体验自己建设公众号的乐趣,提高了学生的学习积极性与合作能力。

4 “互联网+”背景下多元化教学方法与教学手段的深度融合

随着社会发展对人才综合能力需求的不断提高,对传统的酶工程教学模式进行改革势在必行。我们以学生为中心,基于上述“互联网+”背景下教学内容的优化及教学手段的多样化,针对不同的教学内容,选取有效的教学方法及相应的教学手段,将教学方法与教学手段进行了深度融合。近几年来主要采用基于小组合作讨论的翻转课堂模式,对酶工程课程进行直观教学、实例教学、问题式学习(Problem-based learning, PBL),结合“头脑风暴”教学及思维导图教学,活跃了课堂气氛,提高了学



图4 蓝墨云班课移动教学助手应用程序

Figure 4 Blue ink cloud class mobile teaching assistant APP



图5 微信平台

Figure 5 WeChat platform

生的学习兴趣、学习效率、表达能力、沟通能力及协调能力,促进了情感交流,达到了教学相长,提升了教师的组织协调及管理能力,同时学生的各种疑问也会触到教师的知识盲角,引发教师思考,不断完善自身知识结构,深化对课程内容的理解,提升教学技能。

4.1 直观教学

酶工程中的一些内容比较抽象,如酶的提取、分离与纯化中的电泳与层析技术理论讲起来晦涩难懂,因而通过互联网搜索在课件中插入图片、实验视频及动画等进行讲解,可以让学生学起来更加直观易懂。

4.2 阅读前沿文献进行实例教学

酶工程发展迅速,因而在理论教学的同时,需要结合实例进行教学,不但能够提高学生的学习兴趣,拓宽学生的知识面,更能加深学生对理论知识的理解。例如在“酶分子修饰”一章中,针对酶分子修饰的应用一节,课前让学生阅读中英文前沿资料(在往年资料的基础上,教师指导学生查阅近一年的最新文献资料),并将其核心内容做成微课,然后上传至蓝墨云班课,课上师生进行难点交流,课后教师指导有科研潜力的学生对文献内容进行整理、归纳与分析,撰写相关综述。2016年指导学生撰写综述论文“CRISPR 技术的研究进展”发表在《生物技术通报》上^[4],2017年指导学生撰写综述论文“超氧化物歧化酶的研究进

展”及“端粒酶与疾病”,不但加深了学生对专业知识的掌握,提高了学生综合分析问题与撰写科技论文的能力,同时教师在教学中也达到了教学相长与教研相长。

4.3 “问题式学习”结合“头脑风暴”教学法^[5]

酶工程的创新性与实践性都很强。为了激发学生的科研创新与实践应用能力,针对酶分子的定向进化课程内容,在书本理论学习的基础上,让学生以小组为单位查阅最新文献资料,并分析资料中待解决的问题,由教师进行审查后将文献资料放于蓝墨云班课平台上让其它小组先熟悉文献,然后在课上各小组轮流提问,师生对各小组所提出的问题行头脑风暴,即让学生从各自的知识背景与思维习惯出发,各抒己见,从而产生不同角度的思维碰撞或对某一问题的争论,通过师生共同讨论、互相启迪,从而打破个体思维局限,使学生形成发散性思维,进一步形成创造性思维。通过这种头脑风暴的方式,学生的学习由被动变为自主、合作与探究,教学内容得到了丰富,课堂气氛更加活跃,学生的思辨与口头表达能力更是得到了极大的锻炼,学生因此更加乐学与会学。

4.4 师生互动总结,运用思维导图对所学知识构建知识结构

对涉及到已学过的生物化学、微生物学、分子生物学等基础课程中的内容,设置合理的问题进行引导。这样既能巩固所学知识,又能激发学生思考的积极性,并引导学生总结每章思维导图,从而让学生能够不断对所学的大量知识进行知识结构的构建,加强知识之间的联系,逐渐提高学生对知识的整体把握能力。

4.5 “教-学-做”相结合提高学生理论联系实际的能力

为提高学生理论联系实际的能力,同时对酶工程实验课(24个学时)进行了改革。早期开设的酶工程实验仅包含基础实验与验证实验,学生的综合分析问题能力及动手操作能力无法得到进一步提升。基于此,将酶工程实验与基因工程、发酵工程及细

胞工程实验进行了整合,整体形成一系列综合型设计大实验,即在基因工程实验及发酵工程实验获得的含改良蔗糖酶酵母发酵液基础上,在实验室开放的情况下,从配试剂开始对酵母发酵液中的蔗糖酶进行了系统的提取、分离、纯化、分子量鉴定、分子修饰及固定化等实验。具体采用的实验方法由小组同学进行设计,这样不但将基础实验、验证试验与综合实验有机结合起来,更能让学生充分认识到四大工程实验之间的联系,对所学知识能够进行系统化与整体建构,避免了不同工程实验之间的内容重复,节约了成本,尽最大可能地让学生对酶工程理论涉及到的内容进行了全面的实践操作;同时,在开放自主的实验室条件下,学生在教学中的主体地位不断凸显,学生的自主探究能力得到了提高。

4.6 重视参观生产实习

除了“教-学-做”相结合提高学生的实践能力之外,加强生产实习过程及考核管理,并不断拓展与

高端生产实习基地的联系,加强校企合作,让学生了解企业生产的关键与核心,培养学生的产业化及创业思想。

5 “互联网+”背景下考核方式的改革

改变传统的一张试卷评定成绩的单一模式,以提高学生的综合能力与素质为目标,充分利用“互联网+”背景下各种教学平台的优势,对考核方式进行了不断的改革与尝试。现阶段,我们对酶工程理论课与实践课的考核方式如表 1 所示。理论课考核主要是从课堂表现、单元测验、科研创新能力、追踪学术前沿能力及综合分析问题能力五方面进行,实验课主要是从实验方案、实验过程、实验报告及微课答辩四方面进行,既突出对学生基础知识的考核,又提高了学生理论联系实践的能力、合作与沟通能力、科研创新能力、教育信息技术的运用能力、写作能力及语言表达等方面的能力。

表 1 酶工程课程成绩评定比例

Table 1 The reform of examination and assessment of students' achievement in Enzyme Engineering course

类别 Types	考核内容 Assessment content	考核方式 Assessment methods	考核比例 Assessment percentage (%)
理论(100 分) Theory score (100)	课堂出勤及课堂表现	蓝墨云平台签到、抢答、头脑风暴等,以最高经验值为 10 分,其余经验值相对最高经验值的百分比乘以 10 为其分数	10
	课后作业及拓展习题	校园网络教学平台单元测验,取各单元测验平均分最高值为 10 分,其余各单元测验平均分相对最高平均分的百分比乘以 10 为其分数	10
	科研项目设计与 PPT 答辩	课堂上组间互评 5 分、教师评价 5 分(随机提问各小组内每位同学问题)	10
	文献阅读与微课制作	蓝墨云平台上进行组间互评 5 分、教师评价 5 分(平台上随机提问各小组内每位同学问题)	10
	期末成绩	以考查学生的综合分析问题能力为主	60
实验(100 分) Experiment score (100)	实验方案	蓝墨云平台上教师评价可行性	10
	实验过程	蓝墨云平台上组间互评 15 分、组内互评 15 分	30
	实验报告	蓝墨云平台上组间互评、教师评价(评价标准:内容完整性 6 分、结果合理性 8 分、书写规范性 6 分)	20
	微课答辩	蓝墨云平台上组间互评 10 分、教师面对面提问及评价 30 分(依次与每个小组进行面对面批改实验报告)	40

注:每个小组平均 5 人,采取自愿组合的方式。

Note: Each group has an average of five students, and these students take the way of voluntary association.

6 教学效果与反思

6.1 教学效果

对在校学生(2014级和2015级生物技术及生物工程专业)进行了多元化教学改革的满意度调查,主要包括4个方面,即教学内容、多元化教学手段、教学方法及考核方式,结果如图6所示。由图6调查结果可以看出,学生整体上对多元化教学改革都满意,其中学生对教学手段的满意度较高,这与现代学生从“互联网+”环境长大有关,相对于教室来说,他们更加适应于使用多元化的教学平台开展学习;其次是教学内容,教学内容穿插生活实践与学术前沿后,极大地拓展了学生的专业知识面,激发了学生的学习热情;学生对教学方法与考核方式的满意度较前二者低,尤其是考核方式。相较于传统的一次性期末考试只用两三天突击记忆来说,改革后的考核需要花费时间与精力,虽然学生对多元化教学过程满意,但是却不愿意面对多元化考核,因此,今后还需转变学生的考试观念。

另外,对“相比于传统教学方式,多元化教学改革是否能提高综合能力”也进行了调查,结果如图7所示。由图7可以看出:(1)与传统教学方式相比,多元化教学改革对学生综合能力的提升很有帮助,尤其是通过基于小组合作讨论的多种课堂教

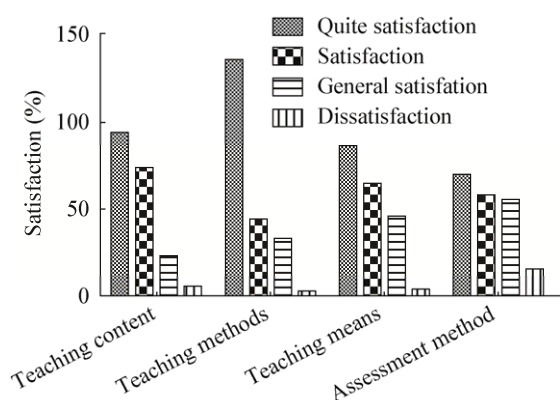


图6 学生对酶工程课程教学内容、教学手段、教学方法及考核方式的满意度

Figure 6 Students satisfaction with teaching content, teaching methods, teaching means and assessment methods of Enzyme Engineering course

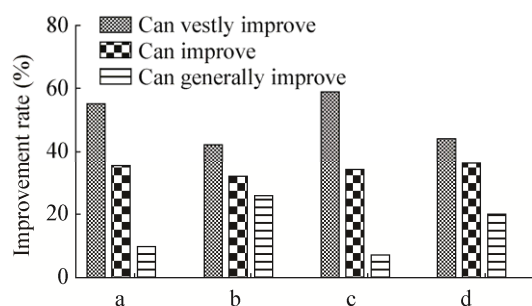


图7 与传统教学方式相比,多元化教学改革对学生综合能力的提升

Figure 7 Compared with the traditional teaching method, diverse teaching reform improved students' comprehensive ability

注: a: 理论联系实践与追踪学术前沿的能力; b: 自主探究学习能力,发现、分析与解决问题的能力; c: 合作沟通与情感交流能力; d: 教育信息技术的掌握与自我展现能力。

Note: a: The ability of theory with practice and tracking academic frontier; b: The ability of self-learning and inquiring learning, the ability of discovery, analysis and solving problem; c: The ability of cooperative communication and emotional communication; d: The ability of mastering education information technology and expressing themselves.

学方法,学生的学习不再是自我封闭式的学习,通过互相交流,增强了合作能力、沟通协调能力,促进了情感交流与个性的展现;(2)理论联系实践与追踪学术前沿的能力也得到了很大提高,学生的知识面不再局限于书本知识,对酶工程内容的社会生产应用及前沿理论研究都有了全面的了解,更有利于学生今后的学术研究或生产实践;(3)通过多元化教学手段及小组间的互相展示,教育信息技术水平与自我展现能力也得到了提高,这对学生今后从事教育或者在工作中的积极展现都有潜移默化的作用;(4)多元化教学改革对学生的自主探究学习能力及发现、分析与解决问题的能力也有很大提高,相比于前三者程度较低,这与图6所得结果相一致,即部分学生还是停留在传统的教学模式,在享受多元化教学改革所带来的快乐之外,不愿意付出太多时间主动参与或积极表现,因此如何改变学生的态度,让他们愿意更积极地参与进来是关键。

6.2 教学反思

随着“互联网+”时代的快速发展,教育信息技

术在不断推陈出新,教学方法与教学手段也在不断改革与更新,因而对教师提出了更高的要求,教师必须不断学习与培训教学理论才能跟上时代。另外,酶工程发展迅速,教材的改编无法紧跟日新月异的学术研究,因而教师需要在对课程内容的深度理解与精准把握基础上,提高自己的科研水平,才能更好地引导学生追踪学术前沿,优化课程体系与内容,并根据不同的教学内容采用合适的教学方法与手段,不断进行教学改革与创新。但是“教无定法”,具体采用什么样的教学方法,还要根据学生和课程的具体特点而定,不能走入只追求教学方法的误区。此外,教师应如何潜移默化地改变学生传统的高中学习习惯,提高学生的学习兴趣及自主探究能力是关键,作为师范类院校,培养具有自主探究精神的未来中学教师,才能更好地促进基础教育改革,形成良性循环,从而提高我国公民的整体创新精神与综合能力,进而加速我国的各项社会发展。

REFERENCES

- [1] Cheng SW, Miao J. Exploration of industry cases assisted the theory teaching of Enzyme Engineering[J]. Microbiology China, 2011, 38(6): 942-945 (in Chinese)
程仕伟, 缪静. 产业化案例辅助“酶工程”理论教学的探讨[J]. 微生物学通报, 2011, 38(6): 942-945
- [2] Yang Y. The study on screening, identification of cellulose-degrading bacteria and the conditions of cellulose production[D]. Nanchong: Master's Thesis of China West Normal University, 2016 (in Chinese)
杨艳. 纤维素降解菌的筛选、鉴定及发酵产酶特性研究[D]. 南充: 西华师范大学硕士学位论文, 2016
- [3] Choi JM, Han SS, Kim HS. Industrial applications of enzyme biocatalysis: current status and future aspects[J]. Biotechnology Advances, 2015, 33(7): 1443-1454
- [4] Liang LQ, Yan J, Zhang X, et al. Research progresses on the development and application of CRISPR technology[J]. Biotechnology Bulletin, 2018, 34(5): 9-16 (in Chinese)
梁丽琴, 阎婧, 张鑫, 等. CRISPR 技术的发展及应用研究进展[J]. 生物技术通报, 2018, 34(5): 9-16
- [5] Chen HM, Kan GS, Ma D. The application of 'brainstorming' in participating learning of enzyme engineering[J]. Agriculture of Jilin, 2015(7): 119-120 (in Chinese)
陈红漫, 阚国仕, 马镒. “头脑风暴法”在酶工程参与式课堂教学中的应用[J]. 吉林农业, 2015(7): 119-120