

# 基础生物化学实验教学改革的探索与实践

李欣, 赵玉红, 周浩, 张翠竹, 张钧,  
段亚君, 水雯箐, 赵立青, 李登文  
(南开大学 生命科学学院 生物实验教学中心 天津 300071)

**摘要:** 基础生物化学实验是面向本校药学、医学、环境科学和物理学等非生物学专业开设的基础性实验课程,具有上课人数多,学生理论和实验水平参差不齐,而课时却相对较少的特点。为了取得良好的实验教学效果,经过不断的努力探索和实践,通过优化实验教学内容、改进实验教学方式、构建双向评价体系和建立长效激励机制等方式,将夯实实验基本技能与提高学习能力有机结合起来,突出了学生在学习中的主体地位,充分调动起师生在实验教学活动中的积极性,获得了实验教学效果的全面反馈,促进了实验教学的积极发展,为提高实验教学质量 and 培养实践型人才奠定了基础。

**关键词:** 基础生物化学实验; 非生物学专业; 教学改革

中图分类号: Q 5-33 文献标志码: A 文章编号: 1006-7167(2016)03-0161-04



## Exploration and Practice on the Teaching Reform of Basic Biochemistry Experiment

LI Xin, ZHAO Yu-hong, ZHOU Hao, ZHANG Cui-zhu, ZHANG Jun, DUAN Ya-jun,  
SHUI Wen-jing, ZHAO Li-qing, LI Deng-wen

(Biological Experimental Center, College of Life Science, Nankai University, Tianjin 300071, China)

**Abstract:** Basic biochemistry experiment is a non-biological major-facing course for pharmacy, medicine, environmental science and physics. This course has a large number of students who have different levels in theory and experiment, and its class hour is relatively short. After continuous efforts on exploration and practice, many aspects have been improved in College of Life Science, Nankai University, such as optimizing teaching content, improving teaching methods, establishing evaluation system and incentive mechanism. These methods have combined basic skills and learning abilities, highlighted the dominant position of students in learning, fully mobilized the enthusiasm of teachers and students in the experimental teaching activities, promoted the positive development of teaching, and laid the foundation for improving the quality of experimental teaching and cultivating practice talents.

**Key words:** basic biochemistry experiment; non-biological majors; teaching reform

### 0 引言

随着生物化学发展的突飞猛进,其影响力不但在生命科学领域中举足轻重,更不断渗透到诸多相关领域,如药学、医学、环境科学、物理学等,成为这些学科学习的重要基础和理论先导<sup>[1-2]</sup>。而生物化学本身又是一门实践性非常强的学科,为此,南开大学生命科学学院面向生命科学相关专业开设了“基础生物化学实

收稿日期: 2015-02-28

基金项目: 国家基础学科人才培养基金项目(J1103503)

作者简介: 李欣(1985-),女,天津人,硕士,实验师,主要从事生物化学和分子生物学实验教学管理工作。

Tel.: 13682032704; E-mail: stjkhxf@126.com

通信作者: 李登文(1974-),女,天津人,博士,教授,从事细胞形态结构与功能方面的研究和基础生物化学实验教学管理工作。

Tel.: 022-23505070; E-mail: dwli@nankai.edu.cn

验”课程,旨在激发学生学习兴趣,让非生物专业学生在动手操作中夯实生物化学基础理论,提升实践能力,为其专业领域的后续学习和深入研究奠定良好的基础,也满足专业人才培养对基础实验教学的本质要求。

## 1 基础生物化学实验课程特点

基础生物化学实验是生命科学学院面向非生物专业学生开设的实验课程,是药学和医学专业大二年级学生的必修基础前导课,也是环境科学和物理学专业的热门选修课。课程共计54个学时,每学年选课人数近200人之多,教学对象及课程本身的特殊性,赋予了基础生物化学实验诸多特点。

### 1.1 学生水平和上课积极性参差不齐

由于选课学生来自不同专业,而各个专业所设置的前导课程又不尽相同,学生在各自院系中所受到的实验操作训练内容也各有差异,因此无论是在基础理论知识层面,还是在实验动手操作技能方面,学生水平会表现出参差不齐<sup>[3]</sup>。另外,学生选课目的各异,有的是迫于学分压力,所以不得不选,这样的学生只会跟着实验步骤应付差事,知其然而不知其所以然。而也有不少学生对生物化学实验抱有极大兴趣,特意选修这门课程,则必然在实验中乐于多动手多思考,课堂表现非常活跃。因此,出于不同的心理,学生上课的积极性也会表现不一。

### 1.2 课时相对于实验教学内容较少

开设基础生物化学实验,目的就是让生命科学相关专业的学生能够在实验教学中强化生化理论知识,提高生化基本实验技能水平,掌握常用仪器的使用方法和注意事项。而生化实验本身所涉及的实验内容和仪器设备多样,涵盖基本技能项目广泛,再加上选课人数众多,相对于丰富的教学内容而言,基础生化实验的课时则显得非常有限<sup>[4]</sup>。

针对基础生物化学实验课程教学对象特殊、课时相对较少的特点,课程组的任课教师和实验技术人员经过不断的探索与实践,在教学内容、教学方法、评价体系和激励机制等诸多方面进行了改进,为进一步提高基础生化实验教学质量做出了不懈努力。

## 2 优化实验教学内容

基础生物化学实验的教学目标是面向非生物专业低年级学生,通过教师讲授和自身实践,从而加强对基础理论知识的认知和理解,掌握常用仪器的正确操作规则,提高学生基本实验技能水平,培养学生观察能力、动手能力及分析问题和解决问题的能力,并了解学科应用与前沿知识进展,为培养实践型创新人才做出良好的铺垫<sup>[5]</sup>。

生化课题组基于上述人才培养目标,结合学生和

课程特点,将实验教学内容在原有基础上进行了精心筛选和组织,具体课程内容安排如下:

- (1) 实验室开放日(教学计划和教学内容介绍,实验室安全教育等);
- (2) 酵母蛋白质的制备;
- (3) 多酚氧化酶的制备和性质研究;
- (4) 质粒DNA的提取;
- (5) 琼脂糖电泳法分离酶切质粒DNA;
- (6) 胰蛋白酶米氏常数的测定;
- (7) 维生素C的定量测定;
- (8) 离子交换树脂分离氨基酸;
- (9) DNA的制备和含量测定;
- (10) 转氨基作用;
- (11) SDS-PAGE分离蛋白质。

特别是将原有的“醋酸纤维膜电泳法分离血清蛋白质”实验替换为“SDS-PAGE”实验,虽同为电泳技术分离蛋白的实验,但后者的分离效果更好,应用也更加广泛。

经过系统的整合和优化,目前实验教学内容涵盖了生物化学领域最基本、最常用的多种实验技术,如滴定技术、电泳技术、层析技术、分光光度分析技术、生物大分子提取技术等。实验中涉及到多种常见仪器设备的使用,如离心机、水平电泳和垂直电泳装置、凝胶成像分析系统、分光光度计等,有助于夯实基本实验技能,锻炼学生的实际操作能力,为适应日后的科研学习打下了坚实基础。

值得一提的是,为满足学有余力的同学希望增加实验内容的需求,课题组还在原有基础实验上进行了拓展。如在利用经典滴定法进行“维生素C的定量测定”实验之余,增加了利用高效液相色谱法(HPLC)测定维生素C含量的教学环节。该实验为选做内容,是由实践能力强并对HPLC技术感兴趣的同学在完成课堂滴定法测定之后,在教师的指导下,利用实验室配备了6000 PVW可见/紫外检测仪及Accusil C18-40u-250×4.6 nm色谱柱的2台高端高效液相色谱仪进行维生素C含量的测定,并对结果进行分析处理。拓展环节的加入,将经典实验与现代技术结合在一起,在注重基础技能训练的同时,加强能力培养,充分体现出“以人为本”和“因材施教”的教育理念,激发学生的学习兴趣 and 探索精神,培养学生的科研思维和创新意识,让学有余力的同学有更广阔的能力提升空间<sup>[6]</sup>。

## 3 改进实验教学方式

良好的教学方式是教师向学生传授知识的重要桥梁,而实验教学既是理论的延伸,又是实践的平台,其教学方式的重要性显而易见。为此,基础生物化学实验打破传统的“填鸭式”教学,充分以学生为主体,以

教师为主导,形成“双主”教学模式,增加了学生的主人翁意识和责任感,提高了自主学习兴趣,在提升实验教学质量和人才培养方面中起到至关重要的作用<sup>[7]</sup>。

### 3.1 实施探究式教学方式,培养学生的自主能力

在实验教学过程中开展探究式教学,即在教师和实验技术人员的指导下,让学生自主选择实验材料或实验方法,在探索中形成自己的研究思路,并对结果进行分析<sup>[8]</sup>。如在“维生素C的定量测定”实验中,不但为学生提供具有“维生素C之王”美誉的猕猴桃,还准备了青椒、松针等,并鼓励学生自带感兴趣的实验材料来探究维生素C在不同种类日常食材中的含量;在“离子交换树脂分离氨基酸”中,准备了001\*7和D61两种阳离子交换树脂以及柠檬酸缓冲液、NaCl溶液和NaOH溶液三种洗脱液,学生可以尝试不同树脂和不同洗脱方案分离氨基酸;在“DNA的制备和含量测定”中,有猪肝、兔肝和鱼白作为提取DNA的材料供教师和学生选择,从而比较不同实验材料所得结果上的差异。在探究式教学中,学生的学习热情和自主能力明显提高,学生充分体会到了自主式、创造性学习带来的乐趣,更加勤于思考,并乐于与教师互动,课堂氛围活跃,师生受益匪浅。

### 3.2 鼓励本科生参与预实验,增加系统、全面认知实验的机会

预实验是为检验材料准备、试剂配制和仪器运行的情况而提前进行的实验,即在正式实验课之前,按照课堂教学内容进行的“实验演习”,以保证正式课堂教学的万无一失。生化实验课程由于课时有限,大多实验材料的预处理及试剂的准备都是由实验技术人员完成后分到学生手里,如在“多酚氧化酶的制备和性质研究”实验中,实验材料土豆匀浆液的制做和邻苯二酚、对苯二酚、间苯二酚的配制等,都是由实验员来完成。这样虽然节省了时间,保障了教学在规定时间内完成,但也同时造成学生对实验没有一个完整的认知,还会有种“衣来伸手”的依赖感。为此,基础生化实验课程鼓励本科生参与到预实验中来,本着自愿报名的原则,每个实验项目可容纳6~8人。参加预实验的同学需提前做好预习,在教师和实验技术人员的指导下,从实验材料准备和相关试剂配制开始进行实验,并在预实验结束后做好实验记录与结果分析<sup>[9]</sup>。鼓励本科生参与预实验,能够让学生系统全面的理解实验内容,认识到一个完整的实验不仅仅只是几个实验步骤而已,实验材料的选择和处理、药品试剂的准备和配制以及良好的实验习惯和素养都是实验的重要组成部分,并在很大程度上影响着实验结果。学生在预实验过程中能够充分发挥他们的主观能动性,与课堂教学相比,参与内容更多,动手机会更多,进而发现更多的问题,引发更多的思考,激发他们的求知欲和探索精

神,提高了他们分析问题、解决问题的能力,更突出体现了学生在教学中的主体地位。

### 3.3 充分发挥助教“小老师”作用,调动学生的互动积极性

基础生化实验所涉及的很多实验操作复杂精细,仪器设备使用及维护要求较高,上课学生大多为低年级,很多实验操作和仪器使用都第一次接触,因此实验指导和演示便显得尤为重要。而教学对象人数众多,每班有30余人,如果只依靠一位任课教师和一位实验技术人员,很难照顾周全,有时会出现学生等老师时间较长,以至于懒得提问,不愿与教师互动的情况。因此,加强对研究生助教的课前培训,使他们可以扮演“小老师”的角色,在上课时进行巡回指导,给学生进行近距离的操作演示,如在“转氨基作用”中指导学生展层滤纸的标记、灯芯滤纸的剪裁制作等,及时纠正学生的不规范操作并予以耐心讲解,在减轻教师负担的同时,提高了实验教学质量。“小老师”的加入,增加了与学生的互动和辅导,调动了学生的积极性,使学生有更多机会提出问题、讨论问题,培养了学生的自主意识和责任感,提高了实验成功率,增强了学生出色完成实验的自信心<sup>[10-11]</sup>。

### 3.4 借助多媒体技术,提高学生实验预习质量

良好的实验预习是实验教学效果的重要保障,也是学生实验成功的重要前提。实验预习的主要目的是让学生对实验目的、实验原理、实验耗材试剂、实验方法及实验现象有个初步的认识和了解,做到心中有数,避免盲目实验造成的实验失败和安全隐患。以往的实验预习是要求学生认真阅读实验教材,写出预习报告。但很多学生出于其他课程的压力或对看教材的抵触,只是草草了事,应付交差,并没有给予实验预习足够的重视,影响实验教学效果。为此,实验教师和技术人员正在着手进行教学改革,将每个实验项目的讲解录制成教学视频,上传到实验教学中心的网站上,方便学生在预习时观看。借助多媒体手段,可以让学生摆脱枯燥刻板的实验预习,在直观、生动的视频中了解实验内容和实验要点,视频中不乏贴近生活的实例和图片,能够激发学生的兴趣,拓展学生的知识面,有利于将被动交差变为主动预习,提高实验预习质量<sup>[12-13]</sup>。视频中还针对实验关键点设置了思考题,让学生带着预习中的问题来上课,目的性和针对性更强,更有助于提高学生听课效率和实验成功率。

## 4 构建双向评价体系

建立科学的教学评价体系是检验教学效果的有效手段,而合理的学生实验考核标准则是评价体系的重要组成部分<sup>[14]</sup>。根据生物实验教学中心实验课成绩评定体系,基础生化实验课程的学生考核标准如下:

(1) 科学素养成绩(10%)。包括上课是否迟到早退,是否穿实验服并佩戴胸卡,实验中表现出的综合素质及值日情况等,一般由实验员和助教研究生给出成绩;

(2) 实验预习报告(10%)。根据预习报告有无及是否认真完成情况给出成绩;

(3) 实验过程与技能(40%)。重点考查学生在实验过程中基本技能的掌握情况,如实验操作是否正确,实验仪器使用是否规范等,并给出成绩;

(4) 实验报告(20%)。学生每次实验课后,要书写实验报告,内容包括实验目的、实验原理、实验试剂及仪器、实验步骤、实验结果和分析讨论等,根据实验报告的质量给出成绩;

(5) 实验考试(20%)。根据实验课的特点,拟出能全面考核学生的题目(实验和卷面),并给出成绩。

对于参与过某一项目预实验的学生来说,可以不再参加该项目的正式课堂实验。该项实验成绩由指导其预实验的教师和实验技术人员根据其预实验中的表现综合给出。

按照上述标准由教师对学生实验成绩评定,不但能够全程、全方位的反映学生的综合能力,对参加预实验的同学也不失公平,考评体系科学合理,不但能够提高学生对实验的重视程度,更在一定程度上反馈出教师的实验教学效果。

但要获得更加真实、客观的教学情况反馈,只有教师对于学生的单向考核是不够的,还要建立起学生对于教师的考核机制,形成更加全面的双向评价体系<sup>[15-16]</sup>。为此,基础生化实验课程还在结课前向学生发放由生物实验教学中心制定的评教指标表,请学生对教师的教学态度、教书育人、教学内容、教学方法和教学效果等方面进行打分,并提出意见和建议,另外还有研究生助教参与教学实习情况表,用来评价助教在上课期间的表现。这两种教学反馈表都会上交到实验教学中心,由中心统一留档管理。学生通过这种方式对教师进行考核,可以较为客观的反映出学生对于教师教学过程的认可度及满意度,教师可以根据学生的反馈认真反思,改进不足,为不断提高实验教学质量指出了方向。

## 5 建立长效激励机制

为提高学生的学习主动性,基础生化实验还在课程最后安排了基本实验技能竞赛。竞赛的内容和细则由教师和实验技术人员制定,旨在考查学生实验基本功的掌握程度,也是课堂教学效果的实战检验。参加竞赛的学生本着自愿的原则,每班按照一定的人数比例报名。竞赛结果分为一等奖10%,二等奖20%,三等奖30%,优秀奖40%,前三等奖会给予小奖品作为

奖励。另外,竞赛结果会以院级出具的证书形式发放给学生,在学生奖学金评定等方面会起到加分的作用。这种竞赛激励机制,可以让学生更加注重实验操作能力的培养,把功夫下在平时,对日常实验教学工作起到积极的推动作用<sup>[17]</sup>。

除了对学生的“激励”外,为了更好的调动教师在实验教学中的积极性,保障并提升实验教学质量,生物实验教学中心对任课教师在实验教学工作量的计算上制定了“福利政策”,包括:

(1) 基础实验学生30人/组系数为1,参与预实验教师,按16学时追加1课时,统计课时;

(2) 实验课负责人(2人以上教师指导实验课),以课程每16学时,另加4课时统计;

(3) 参与学生实验室开放日的教师,计2课时/人;

(4) 参加期末竞赛活动的教师,计2课时/人。

另外,生物实验教学中心仪器设备种类众多,包括多种大型精密贵重仪器,如罗氏荧光实时定量PCR仪、Nanodrop 2000C超微量分光光度计、Bio-rad二维电泳系统等等,现已对外开放使用,并收取一定的使用费。但对于实验课教师及其名下学生,则可以免费使用。

通过工作量计算和仪器使用上的激励制度,可以鼓励教师将更多的精力和时间投入到实验教学中,不断提升教学水平,改进教学模式,为促进实验教学积极发展提供了助力。

## 6 结语

生物化学本身是一门理论性与实践性并重的学科,并与医学、药学等多学科交流密切,成为生命科学相关领域解决问题和深入研究的重要工具,也是培养专业学科及交叉学科人才的重要基础<sup>[18-20]</sup>。面向非生物类专业开设的基础生物化学实验课程就是以培养多学科实践型人才为目标,通过不断的探索和实践,在优化实验教学内容、改进实验教学方式方面做出了不懈努力,让学生在夯实实验基本技能的同时,对多样化的实验内容和多元化的教学模式产生了浓厚的兴趣,充分激发了学生的求知欲和探索精神,从而为实现因材施教、提高学生综合能力的教学目标奠定了良好的基础。与此同时,构建双向评价体系以及建立长效激励机制,充分调动了师生在实验教学活动中的积极性,增强师生在教学活动中的主人翁意识和责任感,让教师和学生互相监督,互相鞭策,教学相长,为进一步完善实验教学体系,提高实验教学质量 and 培养实践型创新人才做了良好的铺垫。

(下转第185页)

表4 设计性实验项目考核标准

| 序号 | 考核项目     | 分数分配 | 备注  |
|----|----------|------|---|
| 1  | 实验方案撰写能力 | 40分  | 分成五个小项(总分由五个小项合计):<br>A. 方案有无按格式撰写 5分<br>B. 方案的立项意义 5分<br>C. 方案的原理与方法 10分<br>D. 方案的实验内容 10分<br>E. 方案的修改过程(考察思考过程) 10分 |
| 2  | 实验操作过程   | 30分  | 分成三个小项(总分由三个小项合计):<br>A. 实验操作规范性与实验现象、数据的记录 10分<br>B. 实验过程中发现与解决问题的次数, 10分<br>C. 实验分工与进度的把握 10分                       |
| 3  | 项目总结报告   | 30分  | 分成三个小项(总分由三个小项合计):<br>A. 报告有无按格式撰写 5分<br>B. 实验现象与数据的整理与分析 15分<br>C. 答辩水平(包括讲述能力、回答问题情况等) 10分                          |

## 参考文献(References):

- [1] 贺荣辉,何向阳,祁玉娟. 加强高校实验教学考核提高实验教学质量[J]. 科教文汇 2009(6):123-123.
- [2] 邱茵,朱俊虎,李玉峰,等. 高校实验教学考核模式改革探索与实践[J]. 武汉大学学报(理学版) 2012, 58(2):207-210.
- [3] 蒋培余,顾福萍,徐伯赢,等. 病原生物学与免疫学实验教学考核评价体系的构建与实践[J]. 微生物学通报 2008, 35(10):1638-1640.

(上接第164页)

## 参考文献(References):

- [1] 赵立青,李翠凤. 建立生物化学知识体系,提高学生解决问题的能力[J]. 高等理科教育 2008(2):134-136.
- [2] 张金红,白艳玲,尹春燕,等. 生命科学培养创新实践能力教学体系的思考[J]. 实验室科学 2006(3):6-7.
- [3] 李登文,赵立青. 提高基础生物化学实验课教学质量的实践和探索[J]. 实验室科学, 2008(1):39-40.
- [4] 谌剑波,王炜,邓旭,等. 动物生物化学实验课程改革探索[J]. 西南师范大学学报(自然科学版) 2013, 38(9):155-158.
- [5] 唐微,孙设宗,朱明磊,等. 改革生化实验教学,培养学生创新能力[J]. 医学教育探索 2008, 7(2):144-147.
- [6] 何献君,陈红,陈雅惠,等. 高职院校提高生物化学实验教学质量探讨[J]. 实验室研究与探索 2009, 28(2):168-172.
- [7] 黄雅琼,李桂芬,曾诗媛,等. 基础生物化学实验的教学方法探讨[J]. 玉林师范学院学报(自然科学) 2010, 31(5):99-103.
- [8] 党永岩,刘敏,张美玲,等. 基础生物化学实验教学改革的初探[J]. 实验室科学, 2009(6):12-16.
- [9] 赵玉红,赵立青,张金红,等. 提高非生物类学生综合能力的基础实验教学新模式[J]. 实验室研究与探索 2013, 32(3):120-122.
- [10] 张萍,朱雪明,杜鸿. 临床生物化学检验实验教学改革的探

- [4] 杨丽全,何颖,陈资妹,等. 综合性考核方式在护理学基础实验教学考核中的应用[J]. 辽宁医学院学报(社会科学版) 2014, 12(3):61-63.
- [5] 王国英,张军,徐志喜,等. 寄生虫学实验教学考核改革及其效果[J]. 中国病原生物学杂志 2011, 6(2):157-158.
- [6] 尹立苹,刘雁红,韩陪. 高校实验教学考核模式的研究与探索[J]. 实验科学与技术 2009, 7(5):73-75.
- [7] 高利波,高洪,赵汝,等. 动物病理学实验教学考核模式改革研究[J]. 云南农业大学学报 2010, 4(4):82-85.
- [8] 张英艳,杨立群. 五元化实验教学考核方法在护理实验教学中的应用[J]. 时珍国医国药 2013, 24(8):2005-2006.
- [9] 樊东,王晓云,赵奎军. 本科实验教学规范化考核体系的研究[J]. 实验室科学 2006(5):11-13.
- [10] 王小丽,钟有添,谢琼瑶. 实验教学条件下医学微生物学实验考核评价体系的构建与实践[J]. 微生物学通报 2012, 39(12):1817-1824.
- [11] 樊莉,方秦,杨卫军. 三位一体实验考核方式在计算机硬件实验教学的探索与实践[J]. 计算机工程与科学 2014, 36(A2):231-233.
- [12] 吴赛芬. 分析化学实验教学考核方式改革初探[J]. 南通职业大学学报 2005, 19(2):88-91.
- [13] 张新有,杨燕,袁霞. 项目教学法在本科实践教学中的探索[J]. 实验科学与技术 2012, 10(6):265-268.
- [14] 朱金秀,陈小刚,朱昌平,等. 项目式实验教学的探索与实践[J]. 实验室研究与探索 2008, 27(11):93-95.
- [15] 何林锦,翟云波,李彩亭,等. 项目式实验教学模式及其可行性评价方法[J]. 实验室研究与探索 2010, 29(2):94-96.
- [16] 黄丽娟,赵善民,何显教,等. 改革实验考核模式提高生理学设计性实验教学质量[J]. 山西医科大学学报(基础医学教育版), 2006, 8(6):629-631.
- [17] 索和思考[J]. 卫生职业教育 2011, 29(24):115-116.
- [11] 赵明镜. 浅谈生物化学创新型实验教学模式之研究[J]. 读写算(教育教学研究), 2013(22):128.
- [12] 赵立青,李小菊. 生物化学实验多媒体课件制作初探[J]. 实验室科学 2007(4):71-72.
- [13] 李尚伟,杜娟. 基础生物化学实验教学改革的探索[J]. 中国校外教育(中旬刊), 2014(10):109.
- [14] 孔繁华,徐来祥,燕艳,等. 生物化学“3+1”实验课教学方法的探索与实践[J]. 实验室研究与探索 2012, 31(10):126-129.
- [15] 曾诗媛,黄雅琼. 生物化学实验教学模式的探索[J]. 玉林师范学院学报, 2009, 30(5):89-91.
- [16] 庞敏,张茵茵,孔丽君. 医学生物化学与分子生物学实验教学模式的探讨[J]. 黑龙江科技信息 2012(25):203.
- [17] 刘秀财,郭红艳,李淑燕,等. 有效方法促进教学——生物化学教学方法的探讨[J]. 科技创新导报 2012(31):185.
- [18] 金勇丰,李霖,邵爱萍,等. 生物化学实验课程的改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2008, 27(2):86-88.
- [19] 户业丽,吕中程,程波,等. 构建生物化学实验体系,培养学生创新能力[J]. 实验室科学, 2009(1):4-8.
- [20] 景红娟,张长付,李翠香. 生物化学实验教学改革的初探[J]. 生物学杂志, 2010, 27(5):100-102.