

## 生物工程综合实验的“珠链式”教学模式改革与创新

刘紫英<sup>1\*</sup> 冷桂华<sup>1</sup> 吕美云<sup>1</sup> 周秀玲<sup>1</sup> 袁斌<sup>2</sup>

(1. 宜春学院 化学与生物工程学院 江西 宜春 336000)

(2. 宜春学院 生命科学与资源环境学院 江西 宜春 336000)

**摘要:** 构建生物工程综合实验的“珠链式”教学模式, 对课程进行教学改革与实践。从优化实验教学内容, 改进实验教学手段和考核方式, 增加综合性, 设计性实验项目, 科研反哺教学和全面开放实验室入手, 打破生物工程主干课程界线, 形成以实验项目为“珠子”, 在实验室中模拟实际的工艺流程进行生物产品的生产与开发。“链”是以产酶的微生物为起点, 把基因工程模块、酶工程模块、发酵工程模块的各“珠子”串成一个有序的生物工程上、中、下游的“链式”知识体系。课程改革有助于学生全面掌握课程技能, 提高学生应用能力、创新能力、就业竞争力。

**关键词:** 珠链式, 生物工程, 实验教学, 创新能力

## Reform and innovation of Bio-engineering comprehensive experiment teaching using “bead-chain” mode

LIU Zi-Ying<sup>1\*</sup> LENG Gui-Hua<sup>1</sup> LÜ Mei-Yun<sup>1</sup> ZHOU Xiu-Ling<sup>1</sup> YUAN Bin<sup>2</sup>

(1. College of Chemistry and Bioengineering, Yichun University, Yichun, Jiangxi 336000, China)

(2. College of Life Science and Environment Resources, Yichun University, Yichun, Jiangxi 336000, China)

**Abstract:** The cultivation aim of Bio-engineering experiment teaching is to construct “bead-chain” mode. This paper shows some approaches in reforming experimental teaching. By optimization of experiment teaching contents, improving experiment teaching method and examination way, increasing comprehensive and designing experiments of project, constructing of the open laboratory and so on, good effect was achieved by the formation of an orderly “chain” of knowledge system of Bio-engineering. An innovative experimental teaching system of “bead-chain” is constructed which based on the microorganism producing amylase as a starting point and the experiment project for “bead” in the mode of genetic engineering, enzyme engineering, fermentation engineering. The experimental teaching system enables the students to have the ability of application, innovation and competitiveness of employment.

**Keywords:** Bead-chain, Bio-engineering, Experiment teaching, Innovation ability

基金项目: 江西省高等学校教学研究省级立项课题项目(No. JXJG12-14-07, JXJG13-15-19)

\*通讯作者: Tel: 86-795-3201985; 信箱: yingziliu2008@163.com

收稿日期: 2014-11-30; 接受日期: 2015-02-03; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2015-03-09

现代生物工程划分为基因工程、细胞工程、发酵工程、酶工程、生化工程等五方面,彼此密切联系,不可分割。基因工程、酶工程、发酵工程是生物工程专业的必修课程,在传统的教学中,这几门课程都有相应的实验教学内容与之配套,各自形成依附于理论课的实验,实验内容重复较多,相互融合较少,自成体系,造成有些实验方法相近,使用的仪器和设备相同,出现许多不必要的重复实验。其实,这些课程的实验教学是相互联系的,基因工程主要从源头上改良生物遗传特性以获得优良生物加工和生物转化能力的生物新品种,通常称上游生物工程技术;发酵工程、酶工程属于生物工程中下游生物工程技术,这几门课程的实验教学可以通过依据生物产品生产过程中的特点和流程整合,使之融为一体。生物工程综合实验正是这样一门将生物工程各种技术串联起来的综合性专业课程,其教学在创新和应用型人才培养过程中显得尤为重要,有助于学生全面掌握现代生物工程的综合性应用技能。目前,国内已有 30 多所院校在上海交通大学等综合性院校带领下开设生物工程综合实验独立课程<sup>[1-3]</sup>,但综合性院校更注重研究型人才的创新能力培养,课程内容划为几个独立的体系,设置上还缺乏整合生物工程技术于一体。

针对这种现象,我们结合宜春学院地方院校培养应用型人才的培养目标,根据我校生物工程国家特色专业的培养方案及人才培养目标,突出学生应用能力培养的特色,2010 年我们重新制定生物工程专业培养方案,设置生物工程综合实验为生物工程专业学生必修的一门独立设课的实验课程,安排在第 6 学期,共 48 学时。该课程前期已开设基因工程、酶工程、发酵工程、生物分离工程,我们针对生物工程综合实验的教学方法和内容进行创新和改革,构建“珠链式”生物大实验的教学模式,在实验室中模拟实际的工艺流程进行生物产品的生产与开发。以实验项目为“珠子”,以产酶的微生物为起点,从工程菌的构建、表达、筛选到基因工程实验模块“珠子”;进而产酶菌株的分离、酶的性质测定、酶的

分离纯化作为一个酶工程实验模块“珠子”,再到培养条件的优化、发酵工艺优化、发酵放大即进入发酵工程实验“珠子”;形成一个有序的生物工程上中下游工程的“链”式知识体系,促进学生全面掌握课程技能,提高学生创新能力、应用能力和就业竞争力。

## 1 优化“生物工程综合实验”教学内容,构建“珠链式”的教学模式

为了更好地提高学生的应用能力、创新能力,我们从地方高校培养应用型人才专业培养目标出发,在课程实验教学内容上进行改革与探索,优化实验知识结构,减少验证性实验,强化综合性、设计性实验,形成梯次的教学内容体系。

实验内容的设置上,生物工程综合实验以生物工程产品为纽带,融合了基因工程、发酵工程实验、酶工程等多门课程的不同知识点,优化生物工程综合实验教学,集中安排时间进行实验教学。统一制定教学大纲,这样避免了不必要的内容重复,使各学科的联系更加紧密,通过选择典型的生物工程产品为代表,以产酶的微生物为起点,基因工程、酶工程为主线,发酵工程产品为终点,在实验室中模拟实际的工艺流程进行生物产品的生产与开发,使学生对现代生物工程的上、中、下游技术有一个完整的理解和掌握。生物工程综合实验体系建立起了多门专业课程的内在联系,整个实验体系覆盖面宽,综合性强;同时增强学生实践动手能力和综合解决问题的能力;更有应用性和可操作性,培养了学生的系统思维能力。

构建“珠链式”生物工程综合实验的教学模式中,“链”是以产酶的微生物为起点,从基因工程实验模块工程菌的构建、表达、筛选的“珠子”;进而产酶菌株的分离、酶的性质测定、酶的分离纯化作为一个酶工程实验模块“珠子”,再到培养条件的优化、发酵工艺优化进入发酵工程实验“珠子”;形成一个有序的生物工程上中下游工程的“链”。如图 1 所示“珠链式”教学模式。以产淀粉酶的细菌为起点,在基因工程模块中,我们设计产淀粉酶的工程菌的

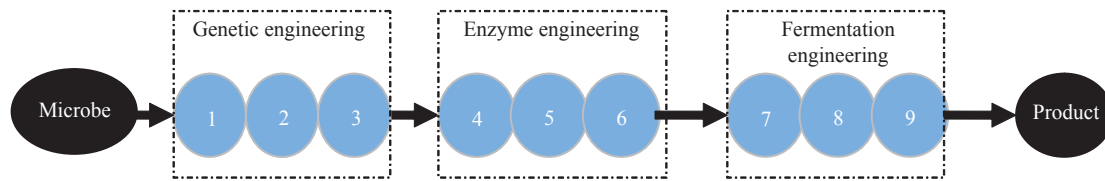


图1 “珠链式”生物工程综合实验教学模式构建

Figure 1 The cultivation of bio-engineering experiment teaching is to construct “bead-chain” mode

Note: Number 1–9 means beads. Experiment 1: Amylase gene produced by bacteria is amplified by PCR; Experiment 2: Recombinant DNA and transformation; Experiment 3: Exogenous gene expression in *E. coli* cells; Experiment 4: Screening and identification bacteria strains producing amylase; Experiment 5: The extraction of amylase; Experiment 6: Enzyme immobilization and its properties; Experiment 7: The optimization fermentation condition Amylase produced by bacterium; Experiment 8: The determination of microbial growth curve; Experiment 9: Amylase batch cultivation.

构建实验“PCR 技术扩增细菌产淀粉酶基因”、表达和筛选实验“DNA 重组与转化”和“外源基因在大肠杆菌细胞中的表达”；进而对产淀粉酶的细菌进行酶活的性质测定，即进入到酶工程模块的实验珠子“淀粉酶产生菌的筛选及菌株鉴定”、“淀粉酶的提取”和“淀粉酶固定化及其性质测定”；再到生物工程下游模块的珠子“淀粉酶产生菌发酵条件的优化”、“淀粉酶的分批培养和流加培养”和“淀粉酶产生菌的生产曲线测定”，实现了实验室模拟生物工程产品的生产过程。

由于实验涉及的课程很多，在传统实验教学中，必须掌握的经典实验和方法都是单独不相关的，分散在各个课程中<sup>[4]</sup>。因此，尝试把分散、独立的实验教学内容整合成若干个综合性、设计性的专业实验，以增强综合性、设计性实验的主体地位，提高学生融会贯通地运用所学专业知识的水平。如综合性实验“产淀粉水解酶细菌的筛选及菌株鉴定”包含了菌种选育、微生物培养、生物大分子分离纯化及其酶学性质等内容，综合实验中把培养基的配置、淀粉酶分解菌的分离筛选、纯化及鉴定、产淀粉酶的提取等多个原先验证性实验综合在一起，要求学生根据实验目的选择的原则，自己寻找实验方案，结合实验指导书设计实验方案路线，有利于强化学生的实践创新能力、探究问题和解决问题的能力。

如基因工程实验模块中，实验项目紧紧围绕产淀粉酶细菌基因克隆展开，实验内容包括：产淀粉

酶基因的克隆、基因片段与载体的连接及重组 DNA 和转化、外源细菌基因导入大肠杆菌中重组蛋白质的表达、SDS-PAGE 分析所表达的蛋白质等，各个实验过程紧密联，把理论课基因工程核心内容分、切、接、转、筛、表综合在一起，同时又与酶工程实验通过产淀粉酶的细菌完美结合在一起，形成一条生物工程产品链，将分散的验证性实验整合成综合型、设计性实验。在基因工程实验中特别增设了设计性实验项目“PCR 技术扩增细菌产淀粉酶基因”，设计性实验因材施教，实验内容选材来源于江西省宜春地区特色微生物即宜春富硒温泉中嗜热菌、油茶饼发酵堆液淀粉酶产生菌 2 个可选实验材料，实验结果未知，富有探索性。由于采用设计性实验，实验结果因人而异，不完全一致。因此，避免了实验结果简单地以验证一种理论为目的，激发学生创新愿望，培养创新精神和实践能力。实验课题的素材均来源于课题组教师的省级、校级科研课题和宜春学院大学生创新科研项目，要求每个学生均要选择一个内容进行实验设计，然后进行交流，不但能充分发挥学生的主观能动性和科研兴趣，而且对教师的科研思路的拓展也大有帮助。

## 2 增进实验教学手段，构建“珠链式”教学体系，提高教学质量

实验流程是：教师制定实验要求→学生预习并设计实验方案→教师审查实验方案→学生按实验方案实验→学生完成实验报告。我们要求学生课前做好预习准备，选择关键词查阅有关文献资料，尽

可能地寻找相关实验方法, 然后结合所学理论知识设计实验方案和路线。例如在基因工程实验中, PCR 扩增细菌的淀粉酶基因, 在实验前期, 要求学生分组来针对产淀粉酶细菌中总 DNA 提取方法查阅文献, 分组设计改良 SDS 法、CTAB 法、改良 CTAB 法、改良 SDS-CTAB 法提取总 DNA, 方案制订后在实验前 2 天交实验指导教师审查, 实验方案是否可行。学生按审查过的实验方案进行实验: 利用开放实验室先提取宜春温泉嗜热菌的总 DNA, 比较实验结果, 进行讨论分析, 指导教师细心观察学生实验操作过程, 从中了解学生掌握专业知识、运用知识的能力, 学生自己得出实验结论, 再利用软件设计引物扩增出产淀粉酶基因; 在引物设计中, 教师指导学生解决引物设计中的常见问题, 让学生自己设计。在 PCR 反应体系中, *Taq* 聚合酶的用量以及反应的退火温度的设置都由学生参与制定, 学生和老师一起讨论琼脂糖凝胶电泳鉴定是否与预期的结果一致, 90% 学生扩增出预期的目的基因。实验以提高“创新能力、应用能力”为根本出发点, 充分体现了学生的主动性, 着重于学生发现问题、分析问题、解决问题的能力, 培养学生的创新能力; 提高学生动手操作、综合设计的能力, 加强生物领域实际技能的培养, 激发学生创新实践能力。

精讲导学, 让学生参与资料调研, “珠链式”教学中, 实验项目的“珠”的教学, 充分体现了教师在教学中的主导地位, 打破了传统的按章、节教学的陈规, 有助于将“统一性”与“特殊性”结合。“珠链式”教学中, 学生以“链”的学习方式, 要求学生按课程的要求, 连接“珠”的内容、预习实验指导书、思考题及生产中实际问题, 让学生带着问题去查阅有关书籍及文献资料, 从而形成“链”的学习内容即现代生物工程的上中下游技术。改革中充分确立学生在学习中的主体地位, 有助于变“灌注式”为“思考式”, 有助于培养学生的举一反三及触类旁通的迁移能力; 有助于适应社会主义市场经济所带来的职业转换所需学生“终身学习”的客观要求。

### 3 构建开放式实验教学体系, 使得“珠子”内容更饱满

实验连续性强, 耗时长, 而实验课时短, 又要按每周开设实验课的常规教学计划进行, 很难实现生物工程综合实验中实验的系统性。如果仅课堂实验, 学生缺少对实验操作和仪器设备使用的巩固机会, 导致学生的动手能力和创新能力提高有限。实验室对学生开放, 最大限度地发挥了实验室资源, 为学生提供了自主发展和实践锻炼的空间。在整个实验课期间, 对授课学生全天候开放实验室及其仪器设备, 学生可以根据自己的需要随时进入实验室复习提高。“开放式”实验中, 学生可以根据自己的兴趣或与教师的科研相关的项目, 增加选做实验项目, 设计实验题目和实验方案, 与老师讨论后, 与教师预约, 根据自己的情况合理安排实验进度和时间。增加选做实验, 在发酵工程模块中果酒的流加培养与分批培养的优化和果酒的酿造作为选作, 由每组学生根据兴趣选做一个实验。通过实验内容的优化, 打破了传统实验课教学条块分割的局面, 既减少实验重复内容, 给予学生全局的观念, 又有利于学生开阔视野, 培养学生综合运用实验技能分析问题和解决问题的能力。

开放式实验教学体系的构建, 这一层面的教学采取因材施教、进行个性化培养, 侧重培养学生的创新能力, 培养学生发现问题、分析问题和解决问题的科研素养, 同时进一步训练学生的综合实验能力<sup>[5]</sup>。例如, “产淀粉酶菌株的筛选、产酶条件及酶的分离”实验提供了温汤温泉嗜热菌的淀粉酶产生菌、肥沃土壤淀粉酶产生菌、茶饼发酵堆液淀粉酶产生菌等 3 个实验子课题, 没有预案, 没有传统的实验步骤指导书, 但有实验要求和考核标准, 要求学生根据实验目的选择的原则, 自己寻找实验方案。解决生物工程教学中存在的“以教为主, 满堂灌式”的实践教学方式, 以促进主动发展为宗旨, 构建开放性的“珠链式”实验教学模式。

由于生物工程综合实验目的明确, 实验内容一

环扣一环, 每一步骤的操作将直接影响整个实验的结果, 这样一来也会使学生产生压力, 并将压力转变为动力。学生在实验中精神高度集中, 一丝不苟, 步步深入, 详细观察和记录每次实验结果, 充分发挥了他们的主观能动性。

#### 4 突出“珠链式”改革体系的特色, 科研反哺教学

结合教师科研项目, 充分利用宜春学院江西省高等学校制药工程实验教学示范中心和江西省天然药物活性成分重点实验室的有利条件, 我们激励一些对科研感兴趣的学生加入到教师的科研课题中, 既可帮助老师做实验, 又可锻炼学生的科研能力。课题组成员的很多科研课题都与地方经济紧密结合, 引导学生参与教师的科研课题研究, 同时将教师的科研工作与教学相结合, 我们在生物工程综合实验实验课的开设中也适当加入了一些教师的科研内容, 把科研成果转化为实验项目, 如加入了江西省自然科学基金项目“宜春富硒温泉中嗜热菌群落组成及多样性”和江西省天然药物活性成分研究重点实验室开放研究基金课题“宜春温泉嗜热菌的筛选与功能鉴定”的相关内容, 通过让学生查阅文献, 了解并拓宽该领域最新的前沿知识, 培养贴近社会需求的应用型人才, 学生参与到教师的科研中去, 完成教师科研工作的一部分, 加强学生实验的责任感。将传统的以验证为主的实验转变为综合性实验。

鼓励学生参加科研活动的形式主要有两种: (1) 教师指导和组织学生参加学校大学生创新性实验计划项目和全国大学生“挑战杯”课外科技论文大赛。10级学生在老师的指导下申请并完成宜春学院大学生创新性实验计划项目“一株产 $\alpha$ -淀粉酶嗜热菌的分离鉴定及其酶学性质的研究”, 筛选到具有自主开发的 $\alpha$ -淀粉酶嗜热菌。同时将研究性实验与各类竞赛结合, 启迪和培养学生的创新能力。如学生通过基因工程实验对基因的克隆和载体的构建比较感兴趣, 利用开放实验室, 在教师的指导下,

通过重叠 PCR 技术获得 IL-10RA/TNFR II 基因, 撰写的论文获江西省第十三届“挑战杯”全国大学生课外科技论文大赛江西赛区三等奖。(2) 在老师的指导下, 结合本科导师制加入老师的科研项目中, 进行本科毕业论文设计。每年毕业论文的实验项目直接来源教师科研占 45%左右。

#### 5 考核测评指标体系反馈和完善“珠链式”教学改革

实验考核是衡量学生成绩根本依据, 好的考核形式, 可以提高学生对课程的重视程度, 调动学生的学习积极性, 提高学生的实践技能<sup>[6-7]</sup>。经过多年的思考和实践, 我们实行实验课量化考核体系, 提高实验课教学效果。建立实验考核评价体系, 遵循多元化和科学性、可操作性原则, 把教师评价 60%、学生自评 20%、同组互评 20%相结合; 具体成绩评定: 平时成绩 10 分(实验预习 4 分, 实验基本理论 4 分, 出勤与纪律 2 分), 实验操作 50 分(操作规范性 20 分, 动手积极性 10 分, 实验技术路线及综合能力 10 分, 实验态度 10 分), 实验报告 40 分(书写报告内容 8 分, 结果记录、处理能力 12 分, 结果表达 8 分, 分析讨论 12 分)。

实验考核评价新体系, 从实验准备、实验过程、实验结果、实验课考核等方面进行, 主要评估学生查阅资料、科学思维、设计实验、提出问题的能力和动手能力等。实验成绩要登记、建档。评价指标要与实验教学的目标一致, 能反映目标要求。使评价结果更能反映学生的动态变化, 更能调动学生实验的积极性和参与性。鼓励学生在实验中有所创新, 对于有预习、操作严谨、创新的学生, 成绩从优。新的考评机制强调成绩评定的激励性, 鼓励学生发挥自己的个性特长, 施展自己的才能, 重视学生在学习过程中的自我评价和自我改进, 使成绩评定成为学生学会实践、进行反思、发现自我、欣赏别人的动力, 促使学生积极进取、勇于创新。

在完成实验教学考核测评指标体系后, 我们制定了相应的教学质量监控及评估机制。将其应用于

实际教学评估, 经过两个学年的实践, 在各教学班都进行了调查问卷, 从调查结果显示 83% 的学生非常赞同实验教学考核测评指标体系, 86.7% 的学生赞同生物工程综合实验内容设置的科学性和合理性, 100% 赞同“珠链式”生物工程综合实验改革后实验项目内容对生物工程上、中、下游技术的整体性的体现较好, 对学生掌握专业理论知识起到促进作用。73.3% 的学生非常赞同开展开放性设计性实验, 16.7% 的学生较赞同开展开放性设计性实验, 而 10% 的学生认为一般, 并提出了很多建议, 可见大部分学生愿意进行自主性学习, 尝试创新性实验。93.3% 的学生通过课程学习收获较大。根据学生建议, 结合教学经验及实验条件, 我们从以下几方面对实验进行改善: 首先, 设计性实验选题上可不受实验指导限制, 扩大学生选择面, 增加实验兴趣; 其次, 在开放性实验中鼓励学生先使用仿真实验室发酵工艺软件, 然后进入发酵工程实验模块。

## 6 结语

在本研究中, 根据两年的实践教学探索, 围绕“提高创新能力、应用能力”核心, 对课程的实验教学内容、教学方法、考核方式进行初步的探索与实践, 取得了一定成绩。

(1) 研究成果经过两年教学实践证明, 构建生物综合实验的“珠链式”教学模式, 打破了生物工程主干课程界线, 形成了以实验项目为“珠子”, 在实验室中模拟实际的工艺流程进行生物产品的生产与开发, 形成一个有序的生物工程上、中、下游工程的“链”式知识体系。

(2) 以“珠链式”的生物工程综合实验创新教学模式, 使“珠”和“链”的内容相连成环, 体现了“层次性”与“整体性”的协调, 以提高学生创新能力、应用能力为目标, 制定了可行的研究方案, 开展了深入的试点工作。同时进行了实验教学大纲的修改, 实验课程的编排, 实验教学方式的调整, 实验教学考核测评指标体系的完善, 提高了学生的整体素质, 全面注重学生的实践能力的培养。不仅激发了学生

的实验兴趣, 培养了学生的动手能力和科研精神, 更重要的是提供了一条新型的育人之路。

(3) 设置设计性、综合性、开放性研究型实验, 吸引学生参与教师的科研课题, 开展课外科技活动, 将综合性实验与各类竞赛、毕业论文结合, 可调动和激发学生学习的主动性和积极性, 使学生具有独立思考、自由发挥、自主学习的时间和空间, 启迪和培养了学生的创新意识, 收到了很好的教学效果, 受到师生好评, 具有很强的应用价值。实验室开放的同时, 注意完善实验室的管理, 希望今后建立一套开放实验室管理系统<sup>[8]</sup>, 可在网上预约, 设置监控设备, 对实验室进行全面监控, 以保障实验过程及仪器设备的安全。

(4) 生物工程综合实验的“珠链式”教学模式的改革与创新的研究, 突出在教学中强化基本技能的培养, 提高学生创新能力、应用能力, 增强学生在科研和就业中的竞争力, 为同类高校教学质量的建设提供了可供借鉴的启示。

## 参考文献

- [1] Xu LX, Chen YX, Qian YC. Research about cultivation of Bio-engineering compound talent[J]. Microbiology China, 2013, 40(9): 1710-1714 (in Chinese)  
徐立新, 陈玉香, 钱延春. 生物工程实验教学改革探索[J]. 微生物学通报, 2013, 40(9): 1710-1714
- [2] Li C, Zhang LH, Jiang LS. Teaching reform and practice of biological engineering experiment[J]. Journal of Biology, 2014, 31(3): 111-112, 94 (in Chinese)  
李聪, 张连红, 蒋林时. 生物工程专业实验教学改革与实践[J]. 生物学杂志, 2014, 31(3): 111-112, 94
- [3] Liu CJ, Wang YY, Jiang B, et al. Reforming experiment teaching mode to cultivate applied capability of bioengineering students[J]. Microbiology China, 2008, 35(9): 1497-1499 (in Chinese)  
刘长建, 王艳颖, 姜波, 等. 改革实验教学方式提高生物工程学生应用能力[J]. 微生物学通报, 2008, 35(9): 1497-1499
- [4] Tian YQ, Liu WB, Wu CD, et al. Exploring on the experiment teaching diversity mode of biological engineering[J]. Journal of High Education, 2014, 31(3): 14-15 (in Chinese)  
田永强, 刘文彬, 吴重德, 等. 生物工程专业实验教学的多元化模式探索[J]. 高等教育研究, 2014, 31(3): 14-15
- [5] Pang ZW, Yan YX, Liu HD, et al. Teaching reform and practice of biological engineering curriculum system in regional characteristics of research university[J]. Light Industry Science and Technology, 2012, 161(4): 159-160 (in Chinese)  
庞宗文, 阎欲晓, 刘海东, 等. 区域特色研究型大学生物工程专业课程体系的改革与实践[J]. 轻工科技, 2012, 161(4): 159-160
- [6] Chen JP, Chen BL. Reform and practice in practicality teaching

- of bioengineering speciality[J]. Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition), 2011, 27(3): 48-51 (in Chinese)
- 陈建平, 陈必链. 生物工程专业实践性教学的改革与探索[J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2011, 27(3): 48-51
- [7] Liang HX. On teaching reform and practice at biochemical engineering experiments[J]. Journal of Changsha University, 2009, 23(3): 114-116 (in Chinese)
- 梁慧星. 生物工程专业实验教学的改革与实践[J]. 长沙大学学报, 2009, 23(3): 114-116
- [8] Zhang YL, Kong Y, Qi SY, et al. Constructing and implementing comprehensive experiment system of Biology Engineering[J]. Education Teaching Forum, 2014(13): 202-205 (in Chinese)
- 张雅利, 孔宇, 元树艳, 等. 生物工程综合实验课程的构建与实施[J]. 教育教学论坛, 2014(13): 202-205

(上接 p.1887)

## 征 稿 简 则

### 3.3 摘要写作注意事项

3.3.1 英文摘要: 1) 建议使用第一人称, 以此可区分研究结果是引用文献还是作者得出的; 2) 建议用主动语态, 被动语态表达拖拉模糊, 尽量不用, 这样可以避免长句, 以求简单清晰; 3) 建议使用过去时态, 要求语法正确, 句子通顺; 4) 英文摘要的内容应与中文摘要一致, 但可比中文摘要更详尽, 写完后务必请英文较好且专业知识强的专家审阅定稿后再返回编辑部。5) 摘要中不要使用缩写语, 除非是人人皆知的, 如: DNA, ATP 等; 6) 在英文摘要中, 不要使用中文字体标点符号。

3.3.2 关键词: 应明确、具体, 一些模糊、笼统的词语最好不用, 如基因、表达……

## 4 特别说明

### 4.1 关于测序类论文

凡涉及测定 DNA、RNA 或蛋白质序列的论文, 请先通过国际基因库 EMBL (欧洲)或 GenBank (美国)或 DDBJ (日本), 申请得到国际基因库登录号 (Accession No.)后再投来。

### 4.2 关于版权

4.2.1 本刊只接受未公开发表的文章, 请勿一稿两投。

4.2.2 凡在本刊通过审稿、同意刊出的文章, 所有形式的 (即各种文字、各种介质的)版权均属本刊编辑部所有。作者如有异议, 敬请事先声明。

4.2.3 对录用的稿件编辑部有权进行文字加工, 但如涉及内容的大量改动, 将请作者过目同意。

4.2.4 文责自负。作者必须保证论文的真实性, 因抄袭剽窃、弄虚作假等行为引发的一切后果, 由作者自负。

### 4.3 审稿程序及提前发表

4.3.1 来稿刊登与否由编委会最后审定。对不录用的稿件, 一般在收稿 2 个月之内通过 E-mail 说明原因, 作者登陆我刊系统也可查看。稿件经过初审、终审通过后, 作者根据编辑部返回的退修意见进行修改补充, 然后以投稿时的用户名和密码登陆我刊系统上传修改稿, 待编辑部复审后将给作者发稿件录用通知单, 稿件按照投稿先后排队发表。

4.3.2 对投稿的个人和单位一视同仁。坚持文稿质量为唯一标准, 对稿件采取择优先登的原则。如作者要求提前发表, 请在投稿的同时提出书面报告, 说明该研究成果的重要性、创新性、竞争性和提前发表的必要性, 经过我刊的严格审查并通过后, 可予提前刊出。

## 5 发表费及稿费

论文一经录用, 将在发表前根据版面收取一定的发表费并酌付稿酬、赠送样刊。

## 6 联系方式

地址: 北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部(100101)

Tel: 010-64807511

E-mail: tongbao@im.ac.cn

网址: <http://journals.im.ac.cn/WSWXTBCN>