



## “现代微生物学研究技术”课程建设与教学改革

邹龙 黄运红 倪海燕 山珊 龙中儿\*

江西师范大学生命科学学院 江西 南昌 330022

**摘要:** “现代微生物学研究技术”是在生物学专业微生物学方向硕士生培养方案中设置的一门专业必修课, 本文从教学内容、教学方法、考核方法及教学效果等方面介绍了该课程的教学改革情况。

**关键词:** 现代微生物学研究技术, 课程, 教学改革, 硕士生

## Course construction and teaching reform of Technology for Modern Microbiology

ZOU Long HUANG Yunhong NI Haiyan SHAN Shan LONG Zhonger\*

College of Life Sciences, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022, China

**Abstract:** Technology for Modern Microbiology is a new obligatory course in the training program for master degree candidate in Microbiology. In this paper, the teaching reform of the course is introduced from the aspects of teaching content, teaching method, assessment method and teaching effect.

**Keywords:** Technology for Modern Microbiology, curriculum, teaching reform, master student

创新是一个民族发展进步的灵魂, 是一个国家经济社会发展的核心竞争力和综合国力的关键<sup>[1-3]</sup>。研究生教育是培养创新型人才的重要途径<sup>[4]</sup>, 创新能力的培养已成为我国研究生培养的核心任务和研究生培养质量提升的重要标志<sup>[5]</sup>。研究生创新能力培养的主要环节有课程及教学、科研实践及学位论文等, “现代微生物学研究技术”是我校2016年新修订的生物学专业微生物学方向硕士研究生(以下简称“硕士生”)培养方案中的一门专业必修课, 也是一门方向探究课。为了落实研究生创新能力培养的时代任务, 课程组从教学

内容、教学方法及考核方法等方面对“现代微生物学研究技术”课程进行了系统改革, 本文介绍了该课程的教学改革情况。

### 1 课程设置的背景

随着我国经济社会发展以及学位与研究生教育改革的深化, 按二级学科进行招生和培养的硕士生培养体制受到严峻的挑战。为了深化学术型硕士生教育改革, 全面提升研究生培养质量, 我校于2016年全面启动学术型硕士生培养方案的修订工作, 其中的一个重要指导思想是“一级学科培养平台, 四级课程教学体系”。“一级学科培养平

**Foundation item:** Teaching Reform Project of Degree and Postgraduate Education of Jiangxi Province (JXYJG-2014-048)

\*Corresponding author: Tel: 86-791-88120131; E-mail: longzhonger@163.com

Received: 29-05-2020; Accepted: 14-07-2020; Published online: 22-09-2020

基金项目: 江西省学位与研究生教育教学改革研究项目(JXYJG-2014-048)

\*通信作者: Tel: 0791-88120131; E-mail: longzhonger@163.com

收稿日期: 2020-05-29; 接受日期: 2020-07-14; 网络首发日期: 2020-09-22

台”指硕士生培养从传统的二级学科平台上升到一级学科平台,在一级学科的基础上分学科方向培养研究生;“四级课程教学体系”是指在一级学科平台上重构课程体系、重组课程内容,逐步形成公共必修课、学科基础课、方向核心课和方向探究课四级必修课程体系,体现课程设置“又宽又尖”的原则,既彰显一级学科的培养口径,又凸显研究方向的前沿性。经过调研分析,我校生物学专业微生物学方向硕士生的四级必修课程中设置的学科基础课程为“高级生物化学与分子生物学”和“现代生物学仪器分析”,方向核心课程为“微生物生理学”和“微生物遗传学”,方向探究课程为“现代微生物学研究技术”和“微生物基因组学”。另外,还设有方向选修课程,包括公共选修的“文献检索”和“科技论文写作”,及专业任选的“实验设计与数据处理”“生物信息学”“微生物资源学”“酶工程”“蛋白质工程”等。

按照培养方案的安排,作为方向探究课程的“现代微生物学研究技术”于硕士生入校后的第2个学期开设,其目标是在硕士生本科阶段学习了“普通微生物学实验”的基础上,通过本课程的教学,能掌握微生物学方向的前沿知识、研究问题及研究方法,对微生物学方向硕士生创新思维和创新实践能力的培养具有重要的意义。

## 2 教学内容的构建

教学内容是课程的核心要素,是人才培养的载体和课程实施的基础。课程建设的首要任务之一就是构建适宜的课程内容体系。“现代微生物学研究技术”课程内容的构建注重基础性、科学性、前沿性和实用性的统一。基础性指基于培养目标而要求硕士生需要掌握的基本知识、技能及由此形成的科学世界观和方法论;科学性指教学内容本身具有严密的科学性;前沿性指教学内容关注学科的发展前沿和发展前景;实用性指教学内容与生产生活实践、科学研究实践相联系。在上述原则的指导下,在充分调研国内外微生物学科技

文献的基础上,“现代微生物学研究技术”课程选择如下几个专题作为课程的主体内容:(1)微生物菌种资源及其系统发育分析;(2)微生物的多样性与分子生态学研究;(3)不可培养微生物的研究技术;(4)微生物功能基因的筛选;(5)微生物基因功能的研究;(6)微生物生物大分子的相互作用研究;(7)微生物发酵动力学研究。

## 3 教学方法的改革

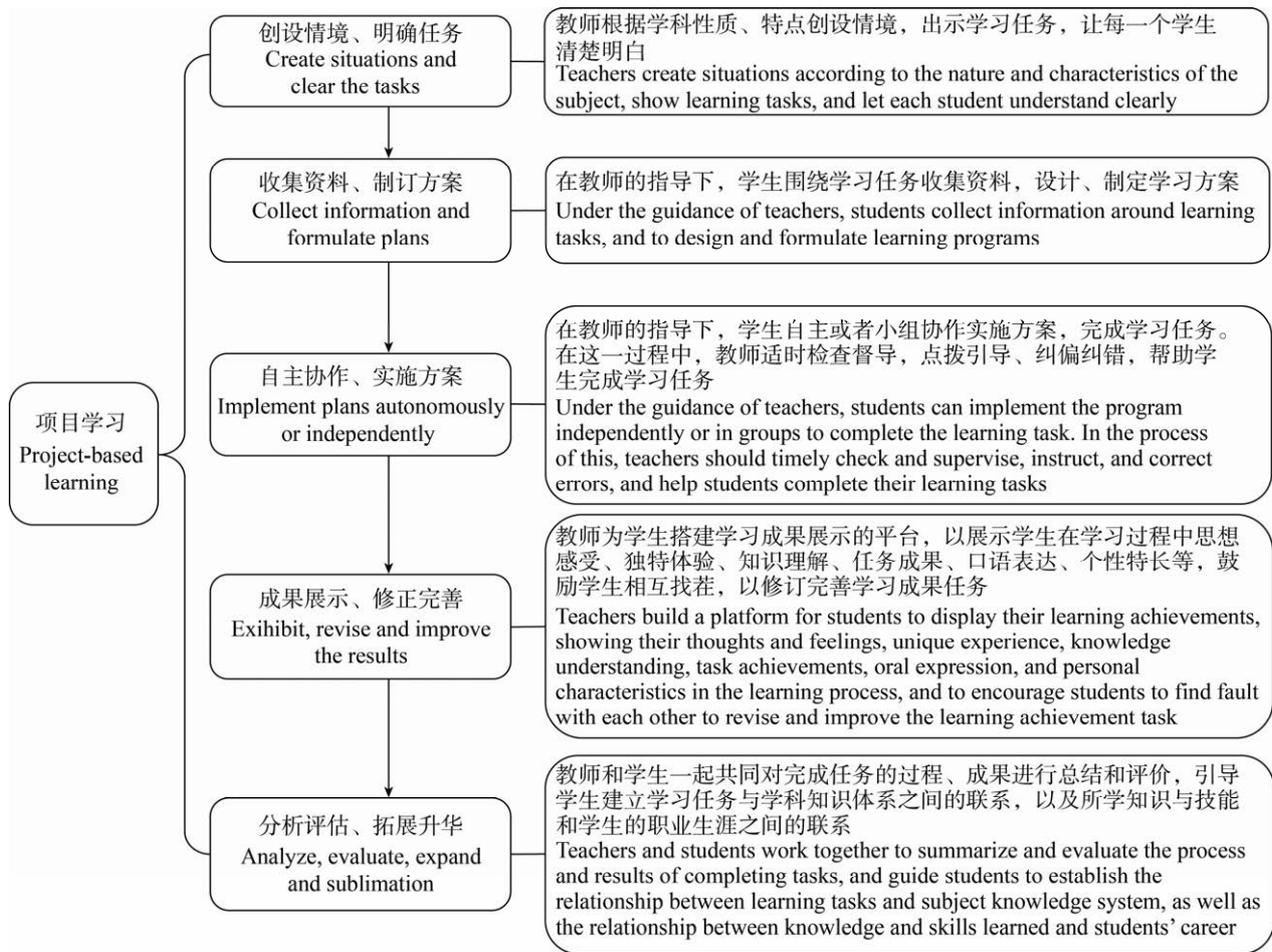
### 3.1 教学模式的构建

所谓教学模式,是教与学的模式统一,即在一定教育思想或教学理论的指导下,为了实现特定的教学目的,对教学过程进行优化设计而形成的比较稳定、系统、简明的教学程序及其实施方法的策略体系。从静态组成来看,教学模式表现为特定的课堂结构,从动态过程来看,教学模式表现为一系列教学活动程序<sup>[6]</sup>。“现代微生物学研究技术”课程根据我校本科生微生物学课程的教学经验<sup>[7-8]</sup>,结合“现代微生物学研究技术”课程的实践性特点,构建了以“项目学习”为主要特征、融合多种教学策略的教学模式,具体过程见图1。

下面以“微生物功能基因的筛选”模块内容为例,阐明上述教学模式的操作方法及具体过程。

第1阶段是创设情境,明确任务。教师以当前微生物学领域的研究热点问题——微生物生物活性物质,如抗生素的生物合成机制为例,要求硕士生能够掌握微生物抗生素生物合成相关基因的筛选方法。

第2阶段是收集资料,制定方案。学生在明确学习任务后,查阅文献资料,收集微生物抗生素生物合成相关基因的筛选方法资料,分析各种方法的适用范围、优点和不足,在此基础上形成一篇合乎如中文核心期刊《微生物学通报》投稿要求的文献综述“微生物功能基因的筛选方法”,同时设计一种适宜于本实验室应用于微生物抗生素生物合成相关基因的筛选方法。

图1 “现代微生物学研究技术”教学模式<sup>[7]</sup>Figure 1 Teaching mode of Technology for Modern Microbiology<sup>[7]</sup>

第3阶段是自主协作，实施方案。在教师的指导下，硕士生自主或分小组在各自研究室实施设计的方案(各小组的研究对象与目标尽可能相同，但具体方案可能相同也可能不同)，并得出相应研究结果。

第4阶段是成果展示，修正完善。各小组将文献综述及方案实施的过程以PPT的形式向班级汇报，具体包括文献综述(研究进展)、方案实施的目标、内容、具体过程、所得结果以及方案实施过程的思想感受、独特体验及注意事项等。

第5阶段是分析评估，拓展升华。教师根据各小组硕士生的文献综述及方案实施过程与结果的汇报，总结、评价硕士生文献综述和方案实施

过程中的参与度、合作意识、效果等。

### 3.2 教学策略的选择

从上述设计的教学模式看，“现代微生物学研究技术”始终秉承“教师为主导、学生为主体”的现代教育教學理念，特别强调学生的主体地位，在教学中创造性地综合运用如下教学策略：

(1) 项目学习教学法，即以项目为载体，以目的的活动为基础、以学生为主体、以教师为主导的一种现代教学方法(也是一种学习方法、教学模式与课程理念)。在项目学习中，学生在教师的指导下借助方案设计、实物制作制造、文字图像编制、角色扮演、问题探究等目的性明确的活动，以小组活动的形式对真实世界的主体进行研究，

以培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力<sup>[9]</sup>。如“现代微生物学研究技术”课程中“微生物菌种资源及其系统发育分析”模块的目的活动是要求硕士生通过某种方式获得具有特定性状的微生物菌种,硕士生可以选择购买、菌种交换、自然界筛选等多种途径,然后就每种具体方式设计具体可操作的方案,并予以实施。

(2) 问题解决教学法,即以解决问题、完成任务为主的多维互动式教学方法。教师依据教学内容和要求创设任务情境,以任务来统领整个教学过程,策动学生通过探索、研究、分析问题和解决问题,学生则在教师指导和解决问题的驱动下紧紧围绕一个共同的“任务”进行自主探索和互助协作的学习,以培养学生的实践和创新能力<sup>[10]</sup>。如同在“微生物菌种资源及其系统发育分析”课程模块学习过程中,在硕士生获得目标菌株后,教师又要求硕士生比较分析目标菌株和某些已知菌株之间的亲缘关系,硕士生根据这一新的“任务”设计并实施新的方案,最终得出结论。

(3) 文献阅读教学法,又称阅读—提问—回答教学法,指学生通过阅读与主题相关的文献资料,提出与资料有关的问题,在教师指导下,学生通过小组学习与讨论解决问题的一种教学策略<sup>[11]</sup>。如硕士生在学习“微生物基因功能的研究”模块时,教师首先指导硕士生查阅微生物基因功能研究的文献,引导硕士生思考各种基因功能研究方法的优劣,最后通过小组学习与讨论,掌握各种基因功能研究方法的特点及其应用范畴,进而对微生物基因功能的研究方法有更深刻的认识。

(4) 小组讨论教学法,即将传统的教师讲授与组织学生讨论相结合,以调动学生学习的主动性和积极性,活跃课堂气氛,达到提高学习效果的目的。如硕士生在学习“微生物生物大分子相互作用研究”模块时,教师可以引导学生分析、讨论各种生物大分子相互作用研究方法的特点、适用范

围及优劣等。

#### 4 考核方法的创新

教学评价是教学活动中不可或缺的一个基本环节,在教学过程中发挥着重要的作用。“现代微生物学研究技术”改革了传统的“一考定终身”的评价体系,注重学生学习过程的考核,设定课程成绩由平时成绩和期末闭卷考试及文献综述成绩组成。其中:平时成绩占比40%,由硕士生平时的出勤、课程学习过程中的参与度、协作意识、作业、课堂活动等组成;期末成绩占比60%,由两部分组成,其一是通过闭卷考试反映出的学生对课程基本知识和技能的掌握程度,其二是每位学生提交一篇文献综述,反映出学生的文献阅读与综述能力、表达能力等。

#### 5 课程建设的成效

经过3年的建设与教学改革,“现代微生物学研究技术”课程取得了一些建设成效。

##### 5.1 改革了硕士生的课程教学方式

“现代微生物学研究技术”构建了以“项目学习”为主要特征、融合多种教学策略的独特教学模式,改变了传统的课程教学中“教师讲、学生听与记”的教学方式。硕士生通过文献调研、撰写文献综述、设计研究方案、实施研究方案等学习过程,充分调动了硕士生学习的主观能动性,体现了硕士生学习的主体性。

##### 5.2 激发了硕士生的课程学习兴趣

“现代微生物学研究技术”课程内容选自当前微生物学的相关热点问题,其中总有一个和硕士生确定的学位论文研究方向相似甚至一致,课程内容与研究生的科研实践紧密联系;与此同时,硕士生课程学习时需要大量查阅相关文献,理解文献的研究目的、内容和方法,每完成一篇文献的阅读都可以带给硕士生不同程度的成就感,大大激发硕士生的学习兴趣;另外,将硕士生平时的出勤、课程学习过程中的参与度、协作意识、作

业、课堂活动等纳入课程考核范畴,硕士生们对高分的本能追求也激发了课程学习的参与积极性,学生们普遍反映自主思维被充分调动,学习收获极大。

### 5.3 提升了硕士生的文献综述能力

“现代微生物学研究技术”课程要求硕士生针对课程的每一模块内容都撰写一篇文献综述,同时将方案实施的情况在课堂上汇报。经过一个学期的训练,硕士生的文献综述能力和表达能力得到明显提升,表现在本校近两年生物专业微生物学方向的毕业硕士生发表文献综述论文的能力明显高于同专业其他方向的毕业生。如本文通信作者指导的近三届硕士毕业生总计6人,他们中有5人分别以第一作者或其他作者身份发表了“翻译延伸因子EF-P的结构和功能及其研究进展<sup>[12]</sup>”“生物工程强化微生物电合成转化CO<sub>2</sub>的研究进展<sup>[13]</sup>”“微生物基因功能的研究策略与方法<sup>[14]</sup>”“大肠埃希氏菌的分型方法及其研究进展<sup>[15]</sup>”“分型检测致泻性大肠埃希氏菌PCR技术研究进展<sup>[16]</sup>”等文献综述,充分说明“现代微生物学研究技术”课程可有效提升硕士生的文献综述能力,为硕士生顺利开展学位论文的研究工作奠定了坚实的基础。

### 5.4 提升了硕士生的创新实践能力

“现代微生物学研究技术”课程的学习过程引导硕士生查阅了大量文献,了解了现代微生物学的研究热点、主要研究方法与技术及其进展,促使硕士生能够从全局把握当前微生物学的发展态势及其热点问题;同时,课程内容中总有一个模块和硕士生的学位论文选题相近甚至相同,硕士生通过课程学习已经了解了该方向的研究方法与技术及其进展情况,可以直接用于后续学位论文工作中,提升了硕士生的创新实践能力,表现在近两年该方向的毕业硕士生均有创新成果产出,即毕业时至少有一篇CSCD核心库期刊论文发表,如本文通信作者指导的硕士毕业生吴贤毕业时以第一作者和共同第一作者的身份分别发表SCI三区和二

区期刊论文<sup>[17-18]</sup>各一篇;陈宝花毕业时以第一作者身份发表SCI期刊<sup>[19]</sup>、CSCD核心库期刊<sup>[20]</sup>和中文核心期刊<sup>[14]</sup>论文各一篇。

当然,作为一门全新设置的硕士生专业必修课,该课程还没有相对成熟的教材与参考书,教学资源主要来自各大数据库的文献资料,下一步的工作就是在总结课程建设经验的基础上,编写适合“现代微生物学研究技术”的教材与参考书,完善课程资源。

## REFERENCES

- [1] Department of Degree Management and Graduate Education, Ministry of Education. Report on the implementation of graduate education innovation plan[R]. Beijing: Beijing University of Technology Press, 2006: 5 (in Chinese)  
教育部学位管理与研究生教育司. 研究生教育创新计划实施报告[R]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006: 5
- [2] Wang HS. Reflections on innovation education and the cultivation of creativity capacity of graduate students: a comparative study of the training mode of graduate students in UK[J]. Higher Education Exploration, 2003(1): 34-37 (in Chinese)  
王衡生. 论创新教育与高校研究生创新能力培养: 英国大学研究生培养模式的启示[J]. 高教探索, 2003(1): 34-37
- [3] Xu LF. Understanding the importance of postgraduate curriculum learning[J]. Fudan Education, 2000(2): 37-41 (in Chinese)  
徐玲芳. 对研究生课程学习重要性的几点认识[J]. 复旦教育, 2000(2): 37-41
- [4] Yang CM, Xi QJ. Curriculum and teaching: the basis of graduate students' innovation ability[J]. Heilongjiang Higher Education Research, 2004(6): 119-121 (in Chinese)  
杨春梅, 席巧娟. 课程与教学: 研究生创新能力培养的基础[J]. 黑龙江高教研究, 2004(6): 119-121
- [5] Ge ZB. Starting point for raising graduate students' research and innovative competence: improving teaching of graduate courses[J]. Journal of Yangzhou University (Higher Education Research Edition), 2005, 9(4): 66-68 (in Chinese)  
葛治波. 提高研究生科研、创新能力的切入点: 抓好研究生课程教学[J]. 扬州大学学报: 高教研究版, 2005, 9(4): 66-68
- [6] Li RM. Discussion on some theoretical problems of teaching mode[J]. Curriculum, Teaching Material and Method, 1996(4): 25-29 (in Chinese)  
李如密. 关于教学模式若干理论问题的探讨[J]. 课程·教材·教法, 1996(4): 25-29

- [7] Long ZE, Huang YH, Zou L, Ni HY. Reform of microbiology teaching paradigm based on “project learning”[J]. Education and Teaching Forum, 2019(2): 116-119 (in Chinese)  
龙中儿, 黄运红, 邹龙, 倪海燕. 基于“项目学习”的微生物学教学范式改革[J]. 教育教学论坛, 2019(2): 116-119
- [8] Long ZE, Huang YH, Zou L, Ni HY. Reform of the teaching model for microbiology based on “problem driven”: taking anaerobic respiration of microorganism as an example[J]. Biology Teaching in University (Electronical Edition), 2018, 8(5): 40-43 (in Chinese)  
龙中儿, 黄运红, 邹龙, 倪海燕. 基于“问题驱动”的微生物学教学模式改革: 以微生物的无氧呼吸为例[J]. 高校生物学教学研究: 电子版, 2018, 8(5): 40-43
- [9] Fu SB. Project teaching method under the guidance of constructivism learning theory: Taking the teaching of “research methods of educational technology” as an example[J]. Teaching of China University, 2011(2): 56-58 (in Chinese)  
傅四保. 建构主义学习理论指导下的项目教学法初探: 以“教育技术学研究方法”课程教学为例[J]. 中国大学教学, 2011(2): 56-58
- [10] Li LM, Lu RQ, Liu WD, Luo XW. The teaching method of problem solving in the training of applied talents from the perspective of university transformation[J]. Theory and Practice of contemporary education, 2016, 8(9): 57-60 (in Chinese)  
李丽民, 陆仁强, 刘卫东, 罗雄文. 高校转型视阈下应用型人才培养的问题解决教学法[J]. 当代教育理论与实践, 2016, 8(9): 57-60
- [11] Luo XS, Huang QY, Chen WL. Teaching reform practices to improve the English literature reading ability for undergraduates in the Microbial Ecology course[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 630-634 (in Chinese)  
罗雪松, 黄巧云, 陈雯莉. 本科生英文文献阅读能力培养的探索: “微生物生态学”课程教学中的改革实践[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 630-634
- [12] Lai AL, Huang YH, Long ZE. Progress in studies on structure and function of elongation factor P[J]. Microbiology China, 2018, 45(7): 1555-1562 (in Chinese)  
赖爱兰, 黄运红, 龙中儿. 翻译延伸因子 EF-P 的结构和功能及其研究进展[J]. 微生物学通报, 2018, 45(7): 1555-1562
- [13] Zou L, Jin YQ, Wu X, Huang YH, Long ZE. Advances in microbial electrosynthesis for CO<sub>2</sub> conversion boosted by bioengineering[J]. Journal of Microbiology, 2019, 39(3): 95-104 (in Chinese)  
邹龙, 金熠樵, 吴贤, 黄运红, 龙中儿. 生物工程强化微生物电合成转化 CO<sub>2</sub> 的研究进展[J]. 微生物学杂志, 2019, 39(3): 95-104
- [14] Chen BH, Zou TT, Long ZE, Huang YH. Research strategies and methods for microbial gene function[J]. Journal of Microbiology, 2019, 39(6): 117-123 (in Chinese)  
陈宝花, 邹婷婷, 龙中儿, 黄运红. 微生物基因功能的研究策略与方法[J]. 微生物学杂志, 2019, 39(6): 117-123
- [15] Huang T, Shan S, Huang YM, Liu DF, Liu CW, Huang YH, Huang ZH, Long ZE. Advances in typing methods for *Escherichia coli*[J]. Microbiology China, 2020, 47(3): 892-902 (in Chinese)  
黄涛, 山珊, 黄艳梅, 刘道峰, 刘成伟, 黄运红, 黄昭鸿, 龙中儿. 大肠埃希氏菌的分型方法及其研究进展[J]. 微生物学通报, 2020, 47(3): 892-902
- [16] Huang ZH, Huang YH, Huang YM, Long ZE, Shan S. Advances in detection and typing of diarrheal *Escherichia coli* with PCR[J]. China Biotechnology, 2020, 40(7): 82-90 (in Chinese)  
黄昭鸿, 黄运红, 黄艳梅, 龙中儿, 山珊. 分型检测致泻性大肠埃希氏菌 PCR 技术研究进展[J]. 中国生物工程杂志, 2020, 40(07): 82-90
- [17] Wu X, Zou L, Huang YH, Qiao Y, Long ZE, Liu HP, Li CM. *Shewanella putrefaciens* CN32 outer membrane cytochromes MtrC and UndA reduce electron shuttles to produce electricity in microbial fuel cells[J]. Enzyme and Microbial Technology, 2018, 115: 23-28
- [18] Zou L, Wu X, Huang YH, Ni HY, Long ZE. Promoting *Shewanella* bidirectional extracellular electron transfer for bioelectrocatalysis by electropolymerized riboflavin interface on carbon electrode[J]. Frontiers in Microbiology, 2018, 9: 3293
- [19] Chen BH, Zou TT, Zou L, Ni HY, Huang YH, Long ZE. Identification and characterization of the two-component system HK8700-RR8701 of *Kocuria rhizophila* DC2201[J]. The Protein Journal, 2019, 38(6): 683-692
- [20] Chen BH, Zou TT, Huang YH, Zou L, Ni HY, Long ZE. Bioinformatics analysis of two-component signal transduction systems of *Kocuria rhizophila*[J]. Genomics and Applied Biology, 2020, 39(8): 3524-3531 (in Chinese)  
陈宝花, 邹婷婷, 黄运红, 邹龙, 倪海燕, 龙中儿. 嗜根考克氏菌双组分信号转导系统的生物信息学分析[J]. 基因组学与应用生物学, 2020, 39(8): 3524-3531