

发酵工程实验课课程体系的改革与实践*

赵丰丽** 杨华 张弘

(广西师范大学生命科学学院 桂林 541004)

摘要 以往的发酵工程实验教学方法和内容已经不能适应生物技术行业迅速发展的需求,同时也满足不了对生物技术人才培养的需求。因此,研究从发酵工程实验课程内容入手,以改革实验方法为手段,以加深学生对整个发酵工程实验课程体系知识的认识 and 了解,最终达到培养学生的独立性、综合性和创新性的实验操作能力,从而实现培养创新性、应用型人才的目。

关键词 发酵工程 教学 改革

中图分类号:Q93 文献标识码:A 文章编号:0253-2654(2007)05-1005-04

Reformation and Practice of the Experimental Course of Fermentative Project System*

ZHAO Feng-Li** YANG Hua ZHANG Hong

(College of Life Science, Guangxi Normal University, Guilin 541004)

Abstract The experimental teaching method and content of fermentative project in the past can not adapt to the development of biotechnology industry, at the same time can not meet the needs of training talented person of biotechnology. Therefore, studying from the experimental course content of fermentative project and taking reforming by experimental methods, to deep the student's cognition and understanding of experimental course knowledge in entire fermentative project. Ultimately, it can foster the student's experimental ability of independent character, comprehensiveness and innovation, reach the purpose of training the person with applying and innovative talented.

Key words Fermentation engineering, Teaching, Reformation

发酵工程是生物技术专业的一门专业课,也是一门应用性很强的学科。目前生物技术行业迅猛发展,迫切需要大批有用的人才,结合我校实际,要培养高尖端人才,条件尚不具备,但培养创新型、应用性人才是可行的。根据我校兴办生物技术专业以来的教学情况,在实践中我们发现,发酵工程实验课的内容和实验方法已不能适应新的形势对人才培养的需要。实验课程内容孤立、不系统、不连贯,并多为验证性实验,学生在实验中较为被动,跟着教师的思路走,没有发挥在实验教学中的主体作用。为此,自2004年开始,我们在实验教学中进行了积极的探索,主要在教学的指导思想、实验内容、教学方法和考核等方面进行了探索,建立了新的发

酵工程实验课课程体系,经过两届学生的实践证明,新的实验课课程体系在提高教学质量,培养学生应用性、创造性等方面起到了显著的推动作用,有利于学生综合素质的培养。

1 实验课内容体系的改革

生物技术日新月异的发展,对人才需求也提出了更高的要求^[1]。要培养出应用型、创新型的人才,以往的实验内容就显得十分不足。因此,我们首先对实验课的内容进行了改革,使实验内容贴近生产实际、贴近科学前沿,做到综合性、应用性和探究性的有机统一。要有利于培养学生兴趣,激发他们的学习动力。其突出的特点是实验内容的系列化、单

* 广西师范大学第六届教育教学改革与建设项目(No. 师政教字(2006)101号)
新世纪广西高等教育教学改革工程“十一五”第二批项目(No. 桂教高教(2006)194号)
全国教育科学“十五”规划重点项目(No. DFB030284)
广西教育科学“十五”规划课题(No. 2004C30)

** 通讯作者 Tel: 0773-2906901, E-mail: zhaof4731@sina.com

收稿日期:2006-11-30, 修回日期:2007-01-08

元化,使其更符合对人才培养的目的要求。

1.1 加大实验课时比例,为系列化实验的开出提供较为充足的时间保障

以往的发酵工程实验课为24学时,由于课时少,只能开出几个基本的实验,且是孤立的,不利于培养学生对知识综合运用的能力和创新能力。鉴于此我们修改了发酵工程的实验教学计划,将学时数提高到34学时。

1.2 修订实验大纲,改革实验内容

根据新的人才培养目标,我们将整个发酵工程实验课的内容进行系列化、单元化的编排,以利于学生对发酵工程知识及实验技能的系统化掌握,更有利于培养学生的动手能力、综合运用知识的能力和创新能力。主要分为:

系列一 菌种选育和保藏:包括发酵工业所用菌种的分离及选育实验。即如何从自然界分离微生物,并对所分离的微生物进行育种、所得的菌种如何保藏以及如何复壮生产中的菌种等。通过这个单元的实验,学生对有关微生物菌种部分的知识和实际操作技能就有了系统的了解和掌握。这个单元还包括了一个自主设计实验,即菌种分离实验,使学生在查找相关资料的基础上能够自己设计实验,进行一个完整的实验操作,最终获得一个在发酵中可以利用的微生物纯菌种。

系列二 厌氧发酵实验——酒精发酵工艺设计实验:主要包括菌种活化、扩大培养、发酵培养基的设计及培养基的制备,发酵及管理,最后是产物后处理。通过这个单元的实验,学生对厌氧液体发酵实验就有了直观全面的认识和掌握。并且掌握了在实验室条件下从培养基设计、生产工艺设计到发酵管理以及怎样进行产物后处理的整个过程。锻炼了综合运用知识的能力、创新能力以及加强了团结协作的精神。

系列三 好氧发酵:在这个系列中,为了增加学生的学习兴趣,满足他们对不同知识的掌握,并根据就业形势和生物技术行业发展的需要,列出了3个方向供学生选择(1)谷氨酸发酵实验。(2)四环素定向发酵实验。(3)链霉素发酵实验。

系列四 固态发酵:在这个系列中也列出了3个方向供学生自主设计选择和进行探究性实验。

(1)红曲霉发酵。(2)酸性蛋白酶固体培养及其酶的提取。(3)固体发酵法生产柠檬酸。

系列五 应用实验:主要包括一些常见的小型实用发酵产品的制作。如风味酸奶的制作、甜米酒的制作、黄酒的制作、泡菜的制作等。本实验开设的目的:一是增加学生的兴趣,学会一种传统发酵产品的制作;二是能够对传统工艺进行改造,以发扬光大祖国的传统发酵制品。

系列六 创新性、探究性实验:一是基因工程药物的制备等现代生物技术实验。此系列的实验技术较为先进,需要有相应的基因工程菌株才能进行实验。因此,本实验为选做实验,待条件成熟时实施。二是从教师科研中选取的实验。这类实验先进性和实用性都较强,贴近生产实际,更加吸引学生。

以上的实验系列,将整个发酵工程的知识系列化,通过这些系列的实验,学生将对整个发酵工程课程体系的知识及实验技能有一个全面的认识和掌握。借助于实验方法的改革,将学生培养为应用型、创新型的人才成为可能。

1.3 增加自主设计性实验

在新的实验大纲中,我们根据实验内容的性质增加了自主设计性实验。如酒精发酵工艺设计、酸性蛋白酶培养及其酶的提取、发酵工业生产菌株的分离及筛选实验。对这些实验要求学生在查找资料的基础上自行设计实验方案,然后根据此方案进行实验,在实验的过程中学生处在不断的发现问题、提出问题和解决问题的环境中,使他们能自主学习,深入的研究某个方面的问题,在实验的不断反复中提高自己的知识及知识的应用能力。极大地调动了学生的自主性、积极性和创造性,其综合能力及创造能力都得到了更好的培养。并且,学生通过自己的努力和教师的指导完成的实验,由于处于主动地位,印象深刻,收获更大。

1.4 增加综合实验

如谷氨酸发酵实验、固体发酵法生产柠檬酸等。此类实验连贯性比较强,一环扣一环,要求学生能够综合利用所学相关专业知识和实验技能完成一个系列的综合实验。这类实验有利于培养学生严谨的科学态度及学生独立思考、发现问题、分析问题以及解决问题的能力,使学生驾驭全局的能力得到锻炼和提高。

1.5 增加应用性实验

虽然应用性实验简单,但对初学者而言,通过

这些实验,则能实实在在的增加了其学习兴趣,并且也是创新型实验的基础。因此,在新的实验大纲中增加了可供选择的系列应用性实验,如酸奶、泡菜、甜米酒、黄酒的制作等。

通过这些实验的开展,确实培养了学生们的系统运用知识的能力,同时,也培养了他们敢于对传统产品进行创新改造的能力。

1.6 增加创新性、探究性实验

在以上实验的基础上,结合教师科研情况,在实验中增加创新型、探究性实验。这类实验内容先进性和实用性较强,主要由指导教师提出课题,学生根据兴趣选题,最后实验以论文形式完成。这类实验对学生吸引力较大,能提高学生对的实验兴趣,激发他们的创新意识和潜能,为学生个性发展创造有利的条件,有利于学生探索精神的培养,其独立工作能力等都得到训练,最终达到培养其创新意识和能力的目的。如酵母菌是一个在生产中应用已久的微生物菌种,但随着现代生物技术的发展发现和开发了它的新的用途。因此,要求学生以此为出发点,查找资料,设计方案,进行探究性试验。在这个实验中,学生有进行粘红酵母脂肪酶研究的;有进行产脂假丝酵母、酿酒酵母菌种育种以及培养条件优化的;有进行酵母油脂利用研究的(主要是保健和生物柴油方面的用途);还有进行谷胱甘肽生产菌种原生质体融合育种的等等。通过这些试验学生受益匪浅。

1.7 修订和编写出一本较为实用的教材

在新的实验教材编写中,我们对教材进行了较大的改革,主要体现在对设计性和探究性的实验上,对此类实验只说明实验目的和要求,其他由学生自己设计和完成。

2 实验教学中方法和手段的改革

有了一个合理的实验内容和体系,还要有相应的教学方法作保障^[2],才能最终达到培养应用型、创新型人才的目的。因此,在实验教学改革中,主要突出学生的主体地位,而教师主要发挥主导作用^[3],启发促进学生的思考,点拨学生的思维,从而实现通过实验达到提高学生创新能力,培养能适应社会人才的目的。

2.1 学生自主设计实验与教师指导相结合

传统的实验中多为验证性实验,学生在实验中

很被动^[4],不能有效的发挥其学习中的主体作用,学习没有兴趣,实验效果差^[5]。因此,根据新实验大纲中的内容要求,我们将其中的2~3个实验系列定为自主设计性实验,让学生根据所学专业理论知识并结合基本实验技能,自主设计实验内容,以培养学生组织能力和自主设计能力。如酒精发酵工艺设计实验,包括从原料选择、试剂准备、设备选择、培养基配制、培养条件选择、发酵管理及措施、产物提取方法等全部自己做主设计并完成整个实验过程。而教师只起指导和把关的作用。采用这种方法,在两届学生中实施获得了较好的结果,学生反应普遍良好。通过这种形式的实验学生独立查阅文献资料的能力大大提高了,对发酵工程实验有一个系统的设计思路。学生之间团结协作的关系得到加强。从而使学生初步掌握了一个完整的发酵产品的生产过程,对毕业论文的顺利开展乃至将来的就业打下了良好的基础。

2.2 综合实验中课堂实验与课外实验相结合

综合实验是培养学生综合利用所学多门知识和技能而进行的综合训练的一种复合性型实验,但实验时间费时较长。因此对此类实验,我们采用将实验延长到课外继续进行的作法。此类实验一般属于大型实验,学生经过细心操作、相互协助是完全能够成功的,所以,即便是占用了时间,学生们也是乐意的。

2.3 探究性实验与科研相结合

在新的实验教学大纲中,我们增设了探究性实验。这类实验,只有题目,而结论未定,有利于激发学生的探索兴趣和学习积极性、主动性、有利于培养学生的独立性和创造性,学生始终处于独立思考和积极探索的过程中。对学生的锻炼非常大。这类实验,费时更长。因此,这类实验就和科研相结合,把科研的思路和方法引入探究性实验中。实践证明,这类实验更加提高了学生们的兴趣和探索精神。

2.4 创新性实验与论文相结合

在实验过程中,有些学生极富探索精神,我们就引导此部分学生开展了一些创新性的课题。并将其与他们的毕业论文结合起来。实践证明,在专业实验中,发现苗头并加以引导,则这部分学生将取得较好的成绩,其应用、创新能力得到更大的提高。这一点,我们经一届学生实践证明收效良好。

目前,这部分学生参与的论文已投稿8篇,其中4篇已被中文核心期刊录用。

2.5 实验报告的形式

为了实现一个完整的科学研究的训练过程,提高学生对实验结果的表达能力,我们将自主设计和探究性实验的结果,要求学生以论文的形式写出。指导他们如何收集资料,分析归纳实验数据,正确表达实验结论,最终我们以学生在实验中的实际表现,对实验技能的掌握和实验数据的获得,以及最终论文的表述等给予成绩评定。实践表明,通过此项训练,学生对实验结果的表述及写作能力大大提高,为毕业论文的实践打下了良好的基础。

3 体会

在专业实验中注重发挥学生在实验教学中的主体地位和作用,突出对学生实验能力、研究能力和创新能力的培养。在实验内容上增加了设计性、探究性和创新性实验。在方法上,课内和课外结合,实验与科研与论文结合。学生可以自由选择实验类型,并对学生进行分层次培养。在措施上,以论文的形式写出实验报告,以报告的形式总结实验,最终达到了培养应用性、创新性人才的目的,使学生能够接受较为完整的现代化发酵工程实验技能的训练。

经过两届学生的实践,发酵工程实验课实验内容体系的改革得到了学生的认可,特别是对自主设计实验和创新型实验反应比较好。学生们认为,此

类实验培养了他们的科学研究能力,综合运用知识能力,分析问题、解决问题的能力,以及实验技术综合运用的能力,加强了同学之间的相互协作,团队精神得到了培养。虽然实验中较之过去要辛苦,从查资料开始,学生们要投入较多的课外时间去准备实验,在实验中又要根据情况对所做的设计进行及时调整和修正,同组之间的学生要在一起反复讨论等等。但同学们毫无怨言,反而思维活跃,积极参与。经过这些过程和环节,确实激发了学生的学习热情,激发了他们的主动性、创造性、求知欲,使其综合能力全方位的提高了,从而实现了对学生的创新、应用能力的培养。

由于只试行了两年,且自主设计性实验还仅限于部分实验,参加探究性和创新性实验的学生也只占一部分。因此,今后要逐步将自主设计性实验扩大到整体,加大参与探究性和创新性实验的学生的比例,以培养出更多适应市场经济需要的人才。此外,在实验考核的方法上,需要进一步的探讨。在实验中尚未引入多媒体教学方法,这有待于进一步争取在实验室安装多媒体设备才能实施。

参考文献

- [1] 刘森林. 微生物学通报, 2005, 32(4): 153~155.
- [2] 陈东海, 王祖强, 王照君. 实验室研究与探索, 2006, 25(2): 215~217.
- [3] 刘白刚. 实验室研究与探索, 2004, 23: 66~68.
- [4] 庞启华, 黄文芳. 微生物学通报, 2005, 32(3): 135~138.