

发酵工程实验教学改革初探*

许 波** 黄遵锡 杨云娟 王重力

(云南师范大学生命科学学院 昆明 650092)

摘要 发酵工程作为生物工程专业学生的必修课程,是一门实践性极强的学科。为了在发酵工程实验教学中训练学生科学的思维和方法、培养适合于社会需求的创新型、综合型人才,在发酵工程实验课程内容、教学方法和考核方式等方面进行了初步改革,并取得了较好的效果。

关键词 发酵工程 实验教学 改革

中图分类号:Q815 文献标识码:A 文章编号:10253-2654(2007)03-0600-03

发酵工程又称微生物工程,是一门含有现代生物科学和工程的科学技术,课程内容涉及数学、物理、化学、微生物学及化工原理和工程等理论,是实现基因工程、酶工程和细胞工程等其他生物技术的最终手段和方法^[1]。1996年高等学校专业设置和课程调整后,发酵工程已成为生物工程专业的一门核心课程。作为一门实践性极强的学科,理论教学与实践相结合是使学生牢固掌握发酵工程基本知识的关键,因此发酵工程实验是实施全面发酵工程教育的一种最有效的教学形式。传统的发酵工程实验由相对独立的实验构成,实验过程中以教师为主体,学生在教师的逐步指导下完成实验,并不完全理解实验的原理、结果及其意义,因此难以将所学到的实验原理和方法应用于实际。

早在1934年,戴安邦^[2]就曾指出:“科学教学不单是传授知识,而要进行全面的教学,包括人的科学思想和品德的培养。”为了在发酵工程实验教学中训练学生科学的思维方法,进一步培养学生独立观察、思考和分析问题、解决问题、提出问题的能力,以不断满足社会对创新型、综合型人才与日俱增的需求,近年来我们在发酵工程实验课程内容、教学方法和考核方式等方面做了一些探索性工作,并取得了较好的效果。

1 实验内容的改革

发酵工程实验的主要目的在于使学生更好地理解相关发酵工程原理,锻炼学生运用相关技术方法的能力,因此发酵工程实验内容的设计应该充分体现发酵工程这门学科所具有的应用性、广泛性和综合性的特点。因此在设计和安排实验内容时,我们增加了验证性实验中的实验技术练习种类。将原有实验中由老师提前准备好的有些步骤,例如

菌种的制备、材料的处理、培养基和试剂的配制等,放手由学生自主完成。虽然使实验所需的时间延长了,但学生可以从中学到更多知识,使用到更多仪器设备,训练到更多实验技能。

同时根据实验条件和学生实际情况,我们还增加了“特定产物工业生产菌种的筛选、发酵及应用性质研究”这一综合性实验。在此实验中,同时涉及微生物学、发酵工程和酶工程3门课程,并用到微生物的分离纯化、发酵条件优化和酶活的分光光度法测定等方法和技术。通过从自然界中筛选一株能产生特定产物的菌株出发,直到最终利用该菌株所产生的特定产物进行应用的整个过程,培养了学生从事发酵工程研究的基本思路和方法;同时通过实验,学生可以全面了解某一发酵工程产品生产和应用的特点与关键环节,加深对发酵工程原理与技术的理解。

通过调整和修改,最终确定的实验内容体系共分5部分:根霉曲的制备和甜酒酿的制作,食醋的酿制,中西式泡菜的制作,乳酸菌的分离和酸奶的制作,特定产物工业生产菌种的筛选、发酵及应用性质研究。其中第5部分为综合性实验,整个实验围绕一个特定的产物——果胶酶,从产酶菌的筛选、发酵条件优化直到获得发酵产物并进行实际应用,前一阶段的实验结果就是下一阶段实验的原料,各阶段实验之间具有很强的逻辑连贯性。

2 教学组织形式的改革

整套实验内容的设计重点在于培养学生的研究性思维和动手能力,而不仅仅是让学生按照实验讲义上的实验步骤操作一遍,因此实验教学的组织形式也就不能按照传统以教师为主体的模式来进行,必须要留给学生一定的自由

* 云南师范大学生命科学学院“综合性、设计性实验教学研究”项目资助(No.2005-02)

** 通讯作者 Tel:0871-2971707, Fax:0871-5847822, E-mail: xubo128028@163.com

收稿日期:2006-08-14, 修回日期:2006-09-30

度和独立的思维空间,让学生发挥其自主性。

在实验过程中,我们将 3~4 名学生编为一个小组,4 个小组又编为 1 个大组。验证性实验以小组为单位进行,而综合性实验考虑到时间和实验设备材料的限制,则以大组为单位。例如在进行果胶酶产生菌发酵条件优化的实验时,每个小组优化 1 种条件,这样既节省时间、培养了学生的团队合作精神,同时学生通过一个发酵条件的优化研究也掌握了其它条件优化的基本方法和操作,将大组中其他小组的实验结果综合起来就可以获得最终的优化条件。

在教师的总体指导下,在给定的实验材料和目的及方案的基础上,通过学生独立思考、自行规划实验流程、制定实验计划、准备实验材料、动手操作、分析和讨论实验结果并最后写出实验论文。这种科研式教学的设计突出了研究性的特点,学生以研究者的身份进行工作,教师则以导师的身份对学生的研究工作进行指导、回答学生的疑问并对学生的每一步实验结果进行评价和把关。实验室随时对学生开放,学生可以根据自己的情况合理安排实验进度和时间,从而达到培养学生研究性思维和独立动手能力的目的。

3 实验结果与评价的改革

在每次实验的过程中,要求学生做详细的实验记录,将每一步实验的操作过程和实验结果详尽地记录下来,并分析成功或失败的原因。每个实验结束后要根据实验记录整理结果并写出实验报告或论文,教师根据学生的实验态度、操作技能和实验报告或论文给出最后的成绩。其目的是使教师能够及时地发现学生实验中出现的问 题,并及时给以纠正或和学生一起进行正确的分析与解释,使学生加深对实验原理的理解和认识,而并非考核学生的实验是否取得完美的结果。

在此基础上,我们还建立了新的学生能力考试和评价标准,学期末的实验课考试从以往主要考查学生在实验中观察到什么现象和为什么,改为由教师提出实验题目,由学生利用期刊、图书和网络资源自己查阅文献,自行设计实验方案,从而综合评价学生的动脑和动手能力。考试的目的在于培养学生的创新能力,而不是单一的考核学生对理论的掌握和理解。

4 实验改革特色

对照传统的本科生发酵工程实验课,我们所设计的发酵工程综合性实验的改革特色主要体现在:“树立创新观念,强化学科交叉,坚持主体参与,培养综合型人才”。

树立创新观念,就是以能力为本,把传统教学中的“实验”转变为“试验”,把单纯培养知识技术型人才转变为培养创新型人才,把“维持性学习”的陈旧教学观转变为“创造力为本”的创新教育观。强化学科交叉,是将发酵工程学科知识建立在微生物学和酶工程等学科的基本理论之上,使各

相关学科之间融会贯通。坚持主体参与,就是要牢固树立教学中学生为主体的思想,培养学生的主体精神,强调学生操作的独立性和自主性。最终,通过重视对学生研究创造能力、解决实际问题能力、综合运用能力等的培养和开发,以提高学生的综合能力,为社会培养综合型人才。

5 实验改革的效果与分析

通过在本学期实验改革实施班级——2003 级应用生物教育专业学生中进行问卷调查,以评估发酵工程实验教学改革的实际效果,问卷调查结果见表 1。

表 1 调查问卷统计分析结果

序号	项目	统计结果			
		非常好	好	一般	差
1	实验课程设置的科学性与合理性	33.3%	46.7%	16.7%	3.3%
2	本学期实验的收获	26.7%	53.3%	20%	0%
3	对掌握专业基础理论知识的作用	56.7%	33.3%	10%	0%
4	对拓宽知识面的作用	26.7%	43.3%	20%	10%
5	对提高实验与实践技能的作用	50%	36.7%	13.3%	0%
6	对增强统筹和组织能力的作用	23.3%	50%	20%	6.7%
7	对培养自学能力的作用	26.7%	50%	20%	3.3%
8	对培养与他人合作能力的作用	20%	33.3%	36.7%	10%
9	对激发学习和科研热情的作用	30%	40%	23.3%	6.7%
10	对培养创新意识与创新能力的作 用	16.7%	46.7%	26.7%	10%
11	对提高综合运用知识与技能的作用	36.7%	43.3%	16.7%	3.3%
12	对发酵工程实验教学改革的评价	53.3%	30%	13.3%	3.3%

从调查问卷结果可以看出,学生对发酵工程实验教学模式、内容、方法的改革是认可的,认为实验教学改革非常好和好的占了近 85%。由于增加了综合性实验,更能激发学生的学习兴趣、提高实验与实践技能、加深对理论知识的理解和掌握,并能有效地提高学生的自学、统筹、创新与合作等综合能力,从而使学生从中受益。正如 03 级应用生物教育班的徐波同学在实验论文末尾所写到的:“通过本次综合性实验,我不仅仅掌握了本实验所要求的内容,更掌握了如何把握一个综合性实验,以及如何通过设计一个综合性实验进行科学探索。总之,这次实验让我收获颇多,受益匪浅!”

调查数据在一定程度上肯定了教学改革的成绩,当然,从调查中我们也看到了实验教学组织过程中存在的问题和学生的期望,从而为今后进一步完善发酵工程实验教学提供了依据。

6 实验教学改革中存在的问题及建议

6.1 实验结果参差不齐

在实验进行中,学生对待实验的态度是积极认真的,但是实验结果却有的小组好,有的小组出现异常结果。这与实验过程中没有足够的培养箱将固体发酵产物及时地进行烘

干、使用还未干燥的试管进行实验、使用不同的分光光度计和比色皿进行同一组数据的测定等客观因素有着直接密切的关系,当然也不排除学生的一些不规范实验操作。因此,建议增加实验室内灭菌锅、水浴锅、分光光度计、离心机、摇床和培养箱等设备数量,加强本科学生一二年级生物化学、微生物学等实验技能的规范性训练,以避免对实验的结果和进程造成影响。

6.2 学生对实验结果进行分析研究的能力不足

马克思曾指出:“一门科学只有成功地运用了数学时,才算达到了真正完善的地步^[3]”。同样,发酵工程实验也必须是建立在数学的基础上,只有当其成为定量的科学时,才能够进行严格的推断和预测。但是,有部分学生对所获得的实验数据进行统计学分析的能力不足,而是找四年级的学生帮忙完成。在实验报告的撰写中,针对一些异常的实验结果,部分学生不论实验结果是否正常,机械的进行分析,还有极个别的学生分析不着边际。因此,建议将大四才开设的《生物统计学》提前至大二或大三,同时应在一二年级加强对利用网络获取信息能力的培养。

6.3 学生用于连续进行实验的时间不足

改革后的综合性实验是一个耗时较长、连贯性较强的实验,几乎每天都有一定的实验和观察内容,因此不可能像

以往的实验一样每周只做一次。由于大三的学生课程安排较满,因此除了正常的实验课时间外,学生基本只能利用午休和周末的时间来完成实验,因此从一定程度上影响了实验的正常进度。为保证学生能有充足的时间、场地和仪器进行实验,提高实验教学的创造性,建议今后能采取集中两周连续实验的方式,以最大限度地为学生提供模拟科学研究的真实环境。

进行发酵工程实验课教学研究和改革是对学生科研能力、工作态度和科技创新能力进行检验和培养的良好途径。随着应试教育向素质教育的转变以及21世纪对综合型人才的需求,加强学生动手能力、创新能力的培养将是发酵工程实验教学的中心任务,实验内容由单一验证型向综合型、设计型、研究型实验发展势在必行。只有老师深入实验室,不断改进实验内容和方法,探索实验教学新途径,实验教学才能取得理想效果,达到培养人才的目的。

参考文献

- [1] 冯惠勇, 仪宏, 孙国志, 等. 微生物学通报, 2002, 29(6): 98 ~ 101.
- [2] 戴安邦. 科学教育, 1934, 1(1): 11 ~ 15.
- [3] 拉法格. 回忆马克思. 北京: 人民出版社, 1954.