

综 论

设计性实验与学生综合素质培养的有效对接

周宜君, 韦善君, 高 飞, 戴景峰, 刘 越
(中央民族大学 生命与环境科学学院, 北京 100081)

摘 要: 设计性实验是学生在教师的指导下独立完成实验设计并实现自己想法的实验, 在培养学生的综合素质方面发挥了重要作用。根据微生物实验的特点, 在设计性实验的开设程序、选题与内容设计、组织管理、实验总结汇报和实验论文撰写等方面进行了探索与实践。

关键词: 微生物学实验; 设计性实验; 综合素质

中图分类号: Q93 文献标识码: A doi 10.3969/j.issn.1672-4305.2011.02.001

Junction of designing experiment and cultivation of comprehensive capabilities of students

ZHOU Yi-jun, WEI Shan-jun, GAO Fei, DAI Jing-feng, LIU Yue
(College of Life and Environmental Sciences, Minzu University of China, Beijing 100081, China)

Abstract The designing experiment is an experiment carried out by students independently to implement their ideas under the supervision of instructors, which has played a crucial role in the process of cultivating students' comprehensive capabilities. According to the characteristics of the microbiology experiment, we have explored and put into practice the construction of designing experiments in experiment aspects of procedures, subjects and topics selection, experiments organization and management, experimental summary and thesis writing, etc.

Key words microbiology experiment; designing experiment; comprehensive capabilities

实验教学改革是现今高等教育改革的主要内容之一。综合性、设计性实验在培养学生的综合素质方面具有重要作用, 因此在《普通高等学校本科教学工作水平评估方案(试行)》中, 对实验教学提出了开设综合性、设计性实验的要求, 并明确了所占的比例, 同时对设计性实验进行了定义, 即“设计性实验是指给定实验目的的要求和实验条件, 由学生自主设计实验方案加以实现的实验。”综合性、设计性

实验的探索与实践成为许多高校实验教学改革的主要内容, 涉及对内涵的理解、组织管理、效果分析与存在的问题等^[1-4]。

微生物学是生命科学的主干基础课程之一, 又是实践性、应用性很强的一门学科。以提高学生的实践能力为目标, 许多高校在微生物实验教学中进行了实验教学体系的研究^[5-6], 并针对微生物实验的综合性、设计性实验教学进行了改革探索^[7-10], 不仅总结了这类实验在培养学生实践能力中的作用, 也提出了存在的问题。近年来, 根据课程特点、专业需要和教学对象, 学习借鉴相关高校微生物实验教学体会, 我们提出了微生物实验模块式教学体系, 包括验证性实验教学模块、综合性实验教学模块和设计性实验教学模块, 明确各个模块的教学目的,

基金项目: 北京市高等学校实验教学示范中心项目 (2007); 国家 985 工程项目 (项目编号: MUC-985); 国家级特色专业建设项目 (生态学) (2010); 中央民族大学自主科研项目 (项目编号: 0910KYZY43)。



将基本实验技能训练和思维能力训练安排到各个实验内容中^[11]。其中微生物实验中的设计性实验的开设程序、选题和内容设计、组织管理与考核方式等一直是进行微生物实验教学改革实践的重点内容之一。实践表明,设计性实验的开设,有利于激发学生的学习兴趣,培养了学生的自主学习、交流合作、分析总结、语言表达和论文写作等实践能力。

1 设计性实验开设的基本程序

在设计性实验中,学生能够在教师的指导下独立完成实验设计以实现自己的想法,该模块作为课程的第三部分开设。学生经过了验证性实验模块和综合性实验模块的训练,具备了独立开展实验设计的基础和能力。为了使实验能够顺利进行,提出的设计性实验流程为:

教师提出实验题目 → 学生分组设计提交设计报告 → 教师审定实验设计报告 → 实验技术人员提供相关试剂、材料和仪器 → 学生独立完成实验 → 整理实验数据撰写论文 → 实验报告和总结

学生 3~4 人组成小组,采取组长负责制进行实验设计,规定了实验目标、实验时间范围等。

2 设计性实验的题目和内容设计

设计性实验的题目和内容设计既要适合学生完成又能达到培养训练学生自主设计能力的要求,而合适题目的提出是成功完成设计性实验的前提条件。根据设计性实验教学的多次实践,确定了设计性实验的题目和内容设计应依据的三个原则。

(1)内容符合课程要求。所提出的题目在微生物学实验范畴内,有一定的设计思维空间,学生能够独立完成并能够获得较为理想的结果,达到培养训练学生的目的。

(2)具有综合训练性,工作量符合要求。所提出的实验内容能够具备 2 个及以上的训练内容,学生能够在规定的时间内完成,并且不影响其他课程的学习。

(3)联系生活实际,激发学生的学习兴趣。微生物与人类生活密切相关,设计性实验的内容与生活相关,可以让学生通过实验解决所关心的问题,不仅能够拓展思维,而且做到学以致用。

在我们学校现行的本科专业培养方案中,微生物实验在生物科学、生物技术、制药工程、生态学等专业中开设。本着以学生为本的教育教学理念,针对专业特点、基本要求以及设计性实验题目和内

容设计的三个原则,经过讨论,提出了两个题目和实验设计的基本要求。

(1)化学抑(杀)菌剂的效果评价。人们在日常生活中使用化学抑(杀)菌剂很多,既有表面消毒剂也有化学治疗剂。为了实验的统一性并便于交流比较,在实验前教师与学生进行讨论,选择其中之一进行实验设计。以化学治疗剂为例。提出的设计 requirements 是:选用 3 种西药类抗菌药物(抗生素)和 2 种中药类抗菌药物进行抑(杀)菌效果比较实验,以革兰氏阴性菌和革兰氏阳性菌作为实验菌种。实验设计中,采用对比实验,包括对两种菌的抑(杀)效果的比较;每种抗菌药物抑(杀)效果与剂量关系;3 种西药类抗菌药物的抑(杀)效果比较;2 种中药类抗菌药物的抑(杀)效果比较以及西药类与中药类抗菌药物的抑(杀)效果比较分析等。提示学生在选用抗菌药物时应考虑作用机理、用量和价格等因素。

(2)鲜乳中微生物生长的变化。鲜乳营养价值很高,随着人们生活水平的提高,鲜乳成为人们日常生活中不可缺少的食品之一。市场上销售的牛奶有各种品牌和各种包装,价格差异也较大。提出的设计 requirements 是:学生自由选择牛奶品牌和包装种类,实验处理包括不同品牌间的比较,同一品牌不同包装时间的比较以及不同放置方式(时间)的比较等;采用三种测定指标,比较不同测定指标的特点以及内在联系等;通过实验观察微生物在不同牛奶中的生长情况,进而间接了解不同品牌牛奶的质量。

3 设计性实验的组织管理

与验证性实验和综合性实验不同,设计性实验是在教师指导下学生自主设计、独立完成以实现自己的想法的实验,工作量大,实验时间长,因此组织管理十分必要。教师从学生实验设计到实验总结报告进行全程管理,包括设计方案的审核、实验过程的监控、数据分析和论文撰写和实验结果报告等。为加强管理,同时发挥学生自我管理的潜能,将学生进行分组,由学生自己推选组长,采取组长负责制,责任到人。

3.1 设计方案的审核

根据教师提出的实验课题和实验设计要求,各组学生查阅相关资料,撰写并提交的实验设计报告,包括实验目的、材料、实验流程和预期的实验结果等。实验设计是顺利完成的前提,但由于经验不足,学生所提交的实验设计报告往往存在许多不足之

处,如工作量过大、采用的实验方法不合理、实验参数选择不合理等等,需要教师对每个实验设计报告进行审核。在审核实验设计方案过程中,教师也可以了解学生的想法和存在的共性问题,通过与学生讨论交流,提示学生在实验中应注意的事项,以保证实验的顺利进行,并能够达到预期的结果。

3.2 实验过程中的监控

实验过程是学生具体实施实验设计、通过实际操作获得实验数据的过程。在实验过程中经常会遇到各种问题,如实验现象不明显,实验数据可疑等。在实验过程的监控中,我们及时给学生提示,和学生一起讨论,启发学生思维,帮助学生分析,找出问题存在的原因,改进实验方法。实验过程的监控可以了解学生的实验情况,发现问题及时解决,为学生实验的顺利进行提供了保障。为了便于教师指导和管理,实验时间尽量安排在相对稳定的时间阶段中。

3.3 实验论文撰写和总结报告

对设计性实验进行数据整理、分析、撰写论文和总结报告过程是培养学生综合素质的重要组成部分。对实验数据和实验结果进行科学合理的分析、撰写实验报告(论文)不仅具有对实验加深认识、总结提升的作用,而且有助于培养训练学生分析问题的能力。

(1)实验论文的撰写。在设计性实验论文撰写中,我们要求实验小组成员可以共享实验数据,但必须独立分析实验数据撰写实验论文。对于设计性实验论文的格式统一要求:包括摘要、关键词、前言、实验材料和方法、实验结果、分析讨论、致谢、参考文献、英文题目、英文摘要、英文关键词等,并对字体、图、表等皆做了规范要求。

(2)实验交流报告。由于是分组进行设计性实验,每个组各有自己的实验设计思想,获得的实验结果不同,因此通过汇报交流,可以提供一个交流经验、共同提高的平台。在实验结束后提交实验论文前组织实验报告会,要求每组学生在规定的时间内向全班学生汇报展示自己的实验结果,同时进行答辩。为了使每位学生都有表达的机会,我们要求每组学生中的每位学生都要参与汇报和答辩。

3.4 设计性实验的考核

设计性实验的成绩按照30%的比例计入到学生的总成绩中。成绩评定依据四个方面:实验设计、实验结果、实验汇报(答辩)和实验论文。

实验设计评定包括实验设计认真态度、设计是否合理;实验结果评定考虑获得的实验数据是否翔实可靠;实验汇报(答辩)评定因素包括学生汇报时的表现以及在答辩过程中对实验的理解、回答问题的清晰程度;实验论文评定因素包括论文撰写的规范性和实验数据分析讨论合理性等。

4 设计性实验在学生综合素质培养中的作用

4.1 团队合作精神的培养

在科学研究中,科研协作十分重要,尤其是现今社会,随着科技的发展,学科的交叉,更需要科研的协作和团队的参与。世界上很多科研成果都是通过诸多科学工作者的共同努力获得的,既包括同一研究领域的科学工作者的相互配合,也包括不同学科的科学工作者的密切合作,因此培养学生的合作意识十分必要。设计性实验中,学生3~4人一组进行实验,采取组长负责制,责任到人。学生实验有组织性,小组中每个人的观点、见解、能力不同,从实验设计到实验过程以致对结果的分析,大家分工合作,每个人都起到了一定的作用,以小组之力完成实验。实验结束后,每个学生对小组成员的分工合作有了较深的认识,在致谢中每个小组都将团队合作对实验顺利进行的作用放在了首位。

4.2 实验设计能力的培养

验证性实验和综合性实验是老师组织设计安排的,学生统一按照老师设计的实验方案进行实验。在设计性实验中,学生根据老师提出的题目和基本要求在查阅相关文献资料的基础上独立设计并撰写实验设计方案。通过实验设计以及实验过程,学生了解了实验设计的流程和实验设计应该考虑的问题,理解了完善的实验设计在整个实验中的重要性。实验设计训练为学生后续申请实验课题奠定了基础。

4.3 实验操作技能的综合培养

与验证性实验和综合性实验不同,在设计性实验中涉及多种实验操作。学生在完成设计性实验中,不仅能够解决问题时合理使用各种实验操作和实验方法,同时在实际操作中又使学过的操作技能进一步加强。

4.4 实验论文撰写的培养

实验论文的撰写对每个学生来说是必须掌握的



内容。学生在撰写论文中不仅对实验过程及结果进行提炼和总结,同时通过深入思考,运用比较准确的书面语言描述现象和阐述问题。学生按照教师要求的统一格式撰写,尽管每个小组成员可以共享小组的实验数据,但由于分析问题角度和能力的差异,各自在总结结果和讨论中形式迥异。为了能够说明问题,学生不仅整理数据,用直观的图表来表述自己的实验结果,同时采用合理的统计分析方法分析数据,查阅有关资料对实验结果进行讨论。实验论文的撰写不仅使学生了解了实验论文撰写的基本要求和基本思路,同时为后续的本科毕业论文的撰写奠定了基础。

4.5 沟通与交流能力的培养

与国外教育相比,我国的教育模式下培养的学生在与他人交流沟通的能力方面存在很大不足,学生不愿或不敢在他人面前表述自己的想法。而在现今社会发展中,一个人与他人的沟通与交流能力十分重要。在设计性实验中,我们有意地加强学生交流沟通的能力方面的训练,一方面以分组进行实验设计,小组成员之间进行讨论和交流;另一方面,在实验汇报会上,小组的每个成员都参与汇报和答辩,即使平日不善言谈的学生也必须阐述自己的实验过程、结果和体会,实验汇报会给每位学生提供了交流的平台,每位学生都十分珍惜这个锻炼的机会,认真准备,展示自己的结果和思想。

4.6 面对问题的态度与思维能力的培养

在设计性实验进行过程中,总是面临许多问题,包括如何根据教师的要求进行实验设计、撰写实验设计方案,实验材料、试剂和实验仪器的准备,实验过程中实验现象不明显或实验结果与设计有较大偏差,及如何分析整理获得的实验数据和撰写实验论文等。完成所有的工作都是在解决问题,而要解决问题则必须进行思考,所以在解决问题、完成全部工作的过程中培养了学生的思维能力。

5 结语

自2005年以来,我们在微生物实验教学中进行了设计性实验的探索。在教学实践中,我们体会到,实验设计题目的提出、实验的组织管理和实验总结汇报都是设计性实验不可忽视的环节,而实验室条件和实验教师是设计性实验顺利进行的必要条件。

实验教师对专业课程特点和学生的能力有基本的把握,而且由于设计性实验持续时间较长,体现学生的个性思维,所以要求教师必须持以认真负责的敬业态度,因材施教。

设计性实验的开设在培养学生的综合素质方面发挥了重要作用,受到了学生的欢迎,学生在致谢中感谢老师的安排,希望有更多的参与设计性实验的机会。同时,设计性实验的开设为学生申请本科生研究训练项目奠定了基础,如基于微生物实验的学习,学生申请了“中央民族大学教室空气中微生物的研究”、“微生物对冰箱冷藏食品的影响研究”和“土壤中碱性蛋白酶菌株的筛选”等项目获得了学校的批准立项。学生对微生物实验教学的认可以及学生在设计性实验中的收获是对教师教学工作的最大鼓励,我们将在今后的教学实践中继续总结探索,不断更新与完善设计性实验的教学模式,深化实验教学改革。

参考文献 (References):

- [1] 关随霞,张敏.建立开放性实验室 加强综合性、设计性实验[J].科技信息,2010(30):126-126.
- [2] 陈德碧,杨帆.应用型人才培养的实验教学改革实践[J].实验科学与技术,2010,8(4):42-43,133.
- [3] 阮尚全.开放式实验教学探索[J].实验科学与技术,2005(3):79-80,78.
- [4] 蓝军.高校综合性、设计性实验的实施与管理[J].内江科技,2010,31(10):76-76,140.
- [5] 李斌.例谈综合性实验探究题的解法[J].理科考试研究:初中版,2010(7):53-54.
- [6] 易力,汪洋,陈万光,等.推进微生物学实验教学改革培养学生的综合能力[J].实验室科学,2010,13(1):10-11.
- [7] 温洪宇,韩征.微生物学综合性实验的探索与实践[J].微生物学通报,2009,36(2):281-284.
- [8] 辛明秀,王纯,孙正刚,等.微生物学自主设计实验教学改革探索[J].中国大学教学,2005(2):30-31.
- [9] 毛露甜,王绍芬.微生物学实验教学中开展设计性实验的做法与体会[J].微生物学通报,2007,34(3):614-616.
- [10] 吕乐,张怀,胡继业,等.微生物学设计性实验教学改革探索[J].中国科教创新导刊,2009(23):46.
- [11] 周宜君,刘越,戴景峰,等.微生物学实验教学改革探索与实践[J].微生物学通报,2009,36(10):1609-1613.

收稿日期:2011-01-05

作者简介:周宜君(1964-),女,满族,福建人,博士,教授,从事微生物学、遗传学教学和科研工作。