

# 浅谈微生物学实验教学中学生素质培养 ——以水源水中大肠菌群检测为例

李敏

(菏泽学院 食品安全与检测重点实验室 山东 菏泽 274000)

**摘 要:** 以微生物学基础教学实验——水源水中大肠菌群检测为例, 对微生物实验课教学改革进行探索。探讨采用自行设计实验方案引导学生形成微生物实验能力, 通过实验示范、实验评析和严格监督引导学生在规范操作中养成习惯, 抓住实验现象观察达到培养学生深刻的微生物观察与思考能力, 通过言传身教引导学生养成实事求是科学态度的实践。实践证明, 类似水源水中大肠菌群检测实验的教学改革, 有利于培养学生的自学能力、动手能力、观察能力、分析能力和创新能力, 进而达到提升学生综合素质的目的。

**关键词:** 微生物学实验, 教学改革, 素质, 培养

## Students quality education in Microbiology experiment Taking coliform bacteria test in source water as example

LI Min

(Food Safety and Inspection Laboratory of Heze College, Heze, Shandong 274000, China)

**Abstract:** Based on the basic teaching experiment, coliform bacteria test in source water as example, this paper made some researches on the educational reform of microbiology experiment. There were four teaching practices to be carried out. The first was to guide students to form microbiology experiment ability by designing experiment plan independently. The second was to guide students to form standard operational habits by experiment demonstration, analysis and strict supervision. The third was to cultivate students' profound observing and thinking

\*通讯作者: ✉ limin428@126.com

收稿日期: 2012-01-10; 接受日期: 2012-04-18

abilities by observing experimental phenomena. The fourth was to cultivate students' realistic attitudes by teachers' precepts and their personal example. These practices had proved that, the educational reforms, carried out in the teaching experiment like the experiment of coliform bacteria test in source water, could help students to cultivate their abilities of self-learning, practice, observation, analysis and creation, and then promote their comprehensive quality.

**Keywords:** Microbiology experiment, Educational reform, Quality, Cultivating

当前, 我们国家正在实施科教兴国战略, 在教学中对学生素质培养是目前高等教育的重要目标之一, 是贯穿教学工作始终的一项重大课题, 也是教学工作中的一个瓶颈和难点。随着高等教育改革的不断深入和发展, 加强学生综合素质的培养显得尤为迫切。然而, 我们的高等教育目前在很多方面还沿袭着初等教育时代的知识灌输型教学, 以知识传授为主, 未能真正引导学生养成发现问题、分析问题和解决问题的能力。古人说: 授之以鱼不如授之以渔。在短暂而又宝贵的大学时光仅仅向学生传授有限的知识远不如培养学生的学习能力、观察能力、分析能力和解决实际问题的能力对学生今后的发展作用大。因此, 在教学中如何培养和提升学生的综合素质是一个值得思考的问题。

科学实验, 作为现代科学发展的基础和依托<sup>[1]</sup>, 不仅有力地促进了科技的进步和发展, 同时为学生的素质培养提供了重要平台。微生物学作为高等学校理、工、农、医等学科多数专业的一门专业基础课程, 对提高学生的专业水平有着重要作用。而以培养学生动手能力、观察能力、分析能力和创新能力为重要目的的微生物实验教学则为培养学生的综合素质提供了现实可能, 成为实施素质教育的重要途径。现结合微生物实验教学的一些体会, 以“水源水中大肠菌群检测”实验(多管发酵法)为例(方法参考现行国家标准 GB/T 5750.12-2006), 谈谈在微生物实验教学中如何进行学生的素质培养。

## 1 采用“自行设计实验方案”引导学生形成微生物实验能力

实验能力的培养是微生物实验教学的核心任务, 其目的是帮助学生加深对理论知识的理解和掌握, 培养和提高学生的观察能力、分析能力和实践能力<sup>[2]</sup>, 激发学生的探索精神和创新精神。但怎样培养学生微生物实验能力一直是实验教学中较难把握的问题。笔者认为, 让学生“自行设计实验方案”将十分有助于促进学生实验能力的形成。

自行设计实验方案的过程是一个以学生为主体的实验预习和准备过程, 它不仅能锻炼学生自主获取知识和综合运用知识的能力, 而且有利于学生从方案设计过程中发现问题、分析问题和解决问题, 同时促进其构建科学严谨的思维体系, 从而提升实验综合能力。

以“水源水中大肠菌群检测”实验为例, 教师可采用“自行设计实验方案”的教学方式较容易地引导学生形成微生物实验能力。具体地讲, 教师可提前 1-2 周, 把实验内容“采用发酵法对水源水中大肠菌群进行计数”布置给学生, 要求学生自行设计实验方案, 并列影响实验成败的关键因素和环节, 实验课时将其作为该实验的一部分, 考核计分后一并计入该实验成绩。考核主要以实验方案的科学性、完整性及严谨性作为重要考核目标。任务布置后, 所有学生都或多或少地感到压力, 同时也有了积极性和主动性。为完成

方案的设计, 他们一般会经历 3 个过程。首先是查资料。实验主要包括哪些步骤, 如何进行取样, 培养液(基)配制、接种、发酵等需要注意什么问题成为他们急需了解的知识。因此, 他们开始通过阅读教材、查阅参考资料获取相关知识和信息。经过一番学习之后, 大部分问题都迎刃而解, 自学能力也得到显著提高。第二步是归纳、整理资料, 拟定初步实验方案。在前一阶段获得有关知识和信息的基础上, 进行提炼、梳理、完善, 并将整理出的有用信息进行综合, 形成初步实验方案。在此过程中, 学生以实验目的为出发点, 逐渐掌握了依据有关理论对原始信息进行去粗取精, 去劣存优的方法, 其知识综合运用能力于无形之中得到明显加强。最后是对初步设计方案进行进一步优化。由于学生没有太多的实践经验, 其拟定的初步设计方案往往机械套用参考资料上的现成方法, 未对具体样品、实验条件作深入的探究和思考, 因而对具体实验一般不太适用。这时, 教师起初布置的任务(列出影响实验成败的关键因素和环节)就起到了较好的引导作用, 使他们进一步深刻思考实验方案的科学性、严谨性和可操作性, 学会针对具体问题进行分析, 寻找和发现初步设计方案中不完善的地方, 并找出对应解决策略, 同时对影响实验成败的关键因素也做到了心中有数。在不断修改中, 最初的设计方案逐渐变为切实可行的实验方案。在此过程中, 学生发现问题、分析问题和解决问题的能力也得到有效的提升。通过笔者几年来的观察发现, 一般的学生都具备潜在的自学能力、分析能力和解决实际问题的能力, 但能否使其充分发挥和展现, 变隐性为显性, 关键看教师能否给予正确和恰当的引导。教师一旦通过诸如“自行设计实验方案”等教学设计引导学生养成主动自学、全面分析、深入思考的习惯, 并通过经常的训练和强化, 让这些习惯逐步转变为一种能力, 必将有

助于学生形成审慎缜密、条理清晰的思维方式, 从而极大地提高学生的实验综合能力。

## 2 通过实验示范、评析和严格监督规范实验操作

科学的实验结果依赖于科学规范的实验操作。养成科学规范的实验操作习惯是形成学生综合素质的必然要求。如果在实验操作中马马虎虎、疏忽大意, 没有人会相信他的实验数据或结果真实、准确、可靠; 而且, 他只能得出错误的结论或给别人以误导。因此, 科学规范的实验操作可谓是实验教学中的重头戏。但如何让学生获得准确、规范、娴熟的操作技能呢? 笔者认为, 教师的正确示范, 对关键环节和易错点的认真评析以及对学生操作的严格监督是非常必要的。首先, 教师必须对实验的全过程进行一次完整的操作示范和演示; 其次, 教师应对具体操作中一些关键的或易错、易忽略的环节进行重点评析和特别提醒; 另外, 教师应针对一些关键环节让学生逐个进行操作, 并对其实行严格的监督, 及时纠正操作中的错误, 使学生留下正确、深刻的印象。

### 2.1 正确示范是培养学生规范操作习惯的关键

教师对实验操作进行正确地示范、演示, 可以为学生提供直观的视觉感受, 同时为其提供模仿的依据, 能直接影响他们实验操作的规范程度和对待实验操作的态度, 因而是培养学生规范操作习惯的关键。

在“水源水中大肠菌群检测”实验中, 笔者认为有不少实验操作技术性比较强, 仅看实验指导或只听老师讲解, 不易掌握, 教师必须对其进行正确地操作演示, 只有这样学生才能更快地掌握和领悟其操作要领。譬如无菌操作, 这是微生物实验技术中最重要的基本操作技术之一。由于学生刚接触微生物学知识, 对无菌操作没有概念或理解不深刻, 在操作中很容易犯错, 因此教师必

须对这一操作进行重点示范。超净工作台面和实验人员的手如何消毒、样品稀释度如何制作、如何接种等都应予以演示,并在演示过程中注意提醒学生。比如在稀释度制作中,换一个稀释度就应换一次刻度吸管或移液枪头;若采用火焰灭菌方式进行无菌接种,接种一支试管(培养皿)就要用火焰灭一次菌。这些操作都是学生刚接触微生物实验时极不习惯、极易出错的地方,因此教师必须在这些操作上多花时间和精力。又如革兰氏染色操作,这是大肠菌群定性判定的重要一步,也是微生物实验技术中最重要的基本操作技术之一。由于染色操作步骤比较多,过程比较复杂,而且在染色操作中,菌体选择、干燥固定、染色、脱色的标准需要经验的积累和凝练,因此,只靠讲解,效果并不好,同样需要教师予以示范,把革兰氏染色的所有步骤完整而连续地演示清楚,并在操作过程中将每一步骤的要领给学生讲解、展示清楚。只有这样,学生才能一目了然,轻松掌握其正确的操作方法。

## 2.2 认真进行实验评析是促使学生快速掌握规范操作技术的重要手段

“水源水中大肠菌群检测”实验作为微生物实验教学中一个相对综合的实验,融合了微生物实验教学中多种重要的基本操作技术,过程比较复杂,影响实验成败的因素也很多,其中有一些易错、易忽略的细节,看似不重要,却对实验的成败起着举足轻重的作用。如果教师在实验中不对这些细微之处进行认真地评析,那么学生在实验中就会经常犯错或走弯路,甚至在上完整门实验课后,仍对许多重要操作不得要领,难以增长自身实验技能。因此,教师在实验的讲解和演示中,应对这些重要环节不同操作方法所产生的不同结果进行重点评析,以利于学生尽快掌握正确的操作技术。

比如高压灭菌操作,特别是使用手提式灭菌

锅进行灭菌操作时,教师务必向学生强调清楚两点:一是灭菌前彻底排尽锅内冷空气,即待到排气阀有细小水珠喷出时关闭排气阀;二是灭菌结束后必须等到压力降至 0 后,才能打开安全阀将锅内剩余热空气排尽,取出培养液。若不将这两点强调清楚,那么很多学生要么做不到在灭菌前将锅内冷空气排除完全,导致灭菌不彻底,要么在灭菌结束后但压力未降至 0 时提前排放锅内热空气,导致三角瓶或试管棉塞松动甚至脱落,埋下污染隐患。再比如样品加入量的确定。学生上实验课往往关注的是具体实验操作等动作性技术,也就是关注一些模式化、程序化的环节,而对像样品加入量的选取等要依实际情况而灵活确定的环节不予以重视。由于实验指导通常是以 10、1、0.1 mL 的梯度接种量为例编写的,学生在实验中便往往先入为主,不管样品的来源、污染程度怎样,也跟着加 10、1、0.1 mL,最终常常使获取的数据不准确,得不到一个精准可靠的结果。因此,教师在讲解和演示样品加样操作时,一定要把样品加入量确定的原则、方法给学生讲清楚,让学生学会根据样品的来源、种类、外观特征等判断样品中大肠菌群数量的大致范围,然后确定是否稀释,选择怎样的稀释度。只有将所有的来龙去脉给学生讲透彻,才利于他们真正地理解和更好地把握。

另外,有一些操作是实验教材及相关资料不涉及叙述的,但是在具体实验操作中却缺一不可。诸如操作记录、设备检查等,这些都需要教师在学生实验操作开始前认真叮嘱他们,否则,绝大多数学生考虑不到这些方面。如笔者在 2007 年带微生物实验时,有意不进行演示而在简单讲述实验原理和基本操作过程后便让学生开始分组进行接种实验,结果 24 名学生中仅有 7 名学生记录了样品编号和稀释度,其余 17 名学生实验结束后根本无法弄清哪个试管接种的是哪个样

的哪个稀释度,因而不得不重新接种。还有些学生在平板上挑取群落做染色镜检实验时,常常不及时做好相应记录或标记,待发现镜检呈阴性、无芽孢,应该继续进行复发酵步骤时,他们却苦于找不到原菌落而无法继续下面的实验。另外,诸如紫外灯灭菌效率检查,超净工作台过滤网清洁度检查,电热烘箱、恒温培养箱的温度显示值与实际值的符合程度、温度的稳定性检查等都需要在实验前或操作完成后进行,否则,如果不做这些工作,就可能使整个实验因失之毫厘而谬以千里,或者多走弯路、事倍功半,或者得出错误结论。

### 2.3 严格的监督是培养学生规范操作习惯的重要保证

学生良好操作习惯的形成固然需要教师的示范和讲解,但教师严格的监督对学生良好操作习惯的形成也是必不可少的。当前很多高校生源质量参差不齐,有的学生可能喜欢动手操作,一看老师的示范就能正确操作;有的学生可能偏重于理论知识的学习,对实验原理和步骤了解比较清楚,但操作起来动作生硬、不连贯、易出错;而有不少学生则可能在这两方面都不占优势。因此,要让每一个学生都养成科学规范的操作习惯,练得一手好技术,教师必须对学生实验的操作过程进行严格的监督。对于一些关键操作,特别是像接种操作、染色操作等微生物实验中的核心操作技术,教师务必让学生在监督下逐个轮流操作,以便及时发现其不正确的操作习惯并及时纠正。只有在这种严格的监督下,学生操作中的各种错误和不足才能一览无余地暴露在教师眼里,并得到最及时的纠正和改进;同时也只有在这种方式下,学生的注意力才会高度集中,才能将正确、规范的实验操作技术及细节铭刻在大脑中。因此,教师只要坚持采用这种方式进行引导,学生就一定会在潜移默化中养成正确、规范的操作习惯。

## 3 抓住实验现象观察培养深刻的微生物观察与思考能力

观察是发现问题、认识科学现象、获得感性认识的基础,是认识科学世界的初始活动;思考则是探索真理,实现由表象到本质跨越的必然途径。培养学生敏锐的观察能力和深刻的思考能力是完善学生认知结构、提高其创新能力的重要前提,也是实验教学最重要的任务之一。因此,教师在实验教学中应有意识、有目的地引导学生仔细观察实验现象和思考其中的科学道理,让其学会运用所学理论去解释观察到的现象。

例如“水源水中大肠菌群检测”实验,有许多地方都值得学生仔细观察和认真思考。如发酵前后试管的颜色、浊度、倒管中气泡变化情况,平板上菌落形态、颜色、光泽,不同菌落染色镜检后的菌体大小、形态、有无芽孢;以及为何伊红美蓝琼脂平板上的菌落形态不尽相同,为何典型菌落染色镜检呈红色,整个实验中哪一部分是对大肠菌群的定性判断,哪一部分是定量判断,多管发酵法与滤膜法、酶底物法的适用范围有何不同,各种方法的精度如何等都是系列值得观察的现象和应该深入思考的问题。但是由于学生刚接触微生物学这门课程,知识面还比较窄,思维比较狭隘,分不清重点现象和一般现象,不知道如何把现象与相关理论进行联系。因此,教师有必要在实验中巧妙地将一系列重点或典型现象的观察任务转化为相应的思考问题提前提问学生,促使其在实验过程中充分调动眼、鼻等感觉器官对实验中所产生的现象进行细致观察、全面感知,并对现象进行认真总结、归纳和判断;同时,在观察现象过程中,教师可辅以“启发式教学方式”<sup>[3-4]</sup>,多角度地引导学生将实验现象(结果)与教材中的理论、原理联系起来,从表观现象去认知微生物的本质,并不断强化学生的主体地

位, 让其变被动思考为主动思考, 逐渐掌握思考问题的方向、方式和方法, 帮助他们从有限的实验现象中挖掘和发现尽可能多的有用信息, 并从中获取创新的源泉, 实现其综合能力和素质的全面提升。

#### 4 引导学生养成实事求是的科学态度

高校学生作为今后国家建设的重要力量, 不仅需要掌握丰富的科技知识, 而且应敢于讲真话、干实事, 尊重客观和自然规律, 养成求真务实的学风。但受当前社会功利化大环境的影响, 高校中也出现了一些急功近利的浮躁行为, 在一定程度上影响了学生对待科学研究的态度。

实验作为探索真理的一种重要手段, 尤其要求实事求是, 因此, 实验教学的重要任务之一就是培养学生实事求是的科学态度<sup>[5]</sup>。故在实验教学中, 教师需要加强学生实事求是科学态度的教育。比如在实验讲解、分析、演示的各个环节, 教师都应至始至终地向学生贯彻实事求是科学研究工作中的重要性, 并做好言传身教的表率。如果教师在演示操作中因疏忽出了错, 一定要本着“科学严谨、实事求是”的原则, 重新操作, 切勿认为是操作演示, 简单向学生解释几句又接着往下做; 更不能害怕在学生面前丢了脸面而对错误的操作只字不提。同时, 教师对学生也必须严格要求, 只要发现学生在实验中有将错就错或偷懒耍滑的, 例如在做水样的不同稀释度时忘记换刻度吸管却将错就错接着往下做的, 或在恒温培养箱的温度稳定性记录中有提前记录或过后补记的, 一律将此次实验成绩按不及格计, 努力从每一个环节杜绝学生弄虚作假的行为, 让其养成实

事求是的好习惯。

#### 5 结语

综合素质的培养对学生今后的工作、学习、生活乃至整个人生将是大有裨益的, 因而在教学中引导学生形成一些良好的科学习惯是十分必要的, 也是完全可能的。通过实践, 笔者认为在实验教学中, 采取提问、讲解、演示、监督等多种手段, 让学生通过“自行设计实验方案、逐个进行实验操作、仔细观察实验现象、深刻分析实验结果”等过程, 可明显增强学生实验能力, 形成科学规范的操作习惯和理论联系实际的思维方式, 并从教师的言传身教中养成实事求是的科学态度, 使教与学得到较为完美的统一, 取得令人满意的教学效果。这不仅有利于提高教师的教学质量, 而且有利于培养学生的综合素质, 是当前素质教育中较为理想的一种实验教学模式。

#### 参 考 文 献

- [1] 李丹. 关于大学生科学素质教育的思考[J]. 重庆工学院学报, 2006, 20(10): 170-172.
- [2] 尹永忠. 浅谈生物教学中学生实验能力的培养[J]. 科学教育研究, 2007(5): 111-112.
- [3] 周兴国. “启发式”教学的“中外”与“古今”[J]. 华东师范大学学报: 教育科学版, 2008, 26(2): 10-15.
- [4] 宾丽英. 启发式教学法在“环境工程微生物学”教学中的应用[J]. 广东工业大学学报: 社会科学版, 2007, 7(S1): 132-133.
- [5] 何焰蓝, 杨栋, 田成林, 等. 大学物理实验教学对大学生科技伦理培育的初探[J]. 高等教育研究学报, 2010, 33(4): 86-88.