

利用评价的导向功能，提高微生物学教学质量

吴根福*

(浙江大学生命科学学院 浙江 杭州 310058)

摘要: 评价是教学管理的重要环节，具有显著的导向作用。在微生物学及实验课程的教学过程中，应重视这种导向功能。在上课之初，明确课程成绩的组成和比例，要求学生在参与课程学习的基础上，拓展知识结构，利用互联网和图书馆资源，撰写一份实验大报告，制作一个课堂展示 PPT；实验考试以操作为主，占总成绩的 10%，主要考查接种技术、微生物制片技术、染色技术和显微镜油镜的使用技术；期末考试为闭卷笔试，占总成绩的 50%；除了基本概念外，主要考查各知识点的融会贯通和分析问题、解决问题的能力。导向的设置为学生系统掌握微生物学知识、全面提升实验操作能力和综合创新能力指明了方向。

关键词: 微生物学及实验，成绩评定，导向功能，教学质量，课程改革

Pay attention to the guiding role of assessment, to improve the education quality in Microbiology

WU Gen-Fu*

(College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310058, China)

Abstract: Assessment is an important component in teaching management, and plays a vital role in learning orientation. In the teaching of Microbiology and Microbial Experiments, a close attention should be paid to such a guiding role. At the beginning of the course, the composition and proportion of the grade points should be outlined. Beside routine participation in class, students should also be able to expand their knowledge body by doing literature research from internet and library. For this purpose, a series of lab reports and a course presentation were required. The lab examination accounted for 10% of the total score, and the tested skills included inoculating, smearing, staining and oil microscopic technique; The final written examination accounted for 50% of the total score, and the tested capacities included the abilities to master the basic concepts, the abilities to synthesize multiple knowledge sources, and the abilities to analyze and solve problems. The evaluation guide sets a goal for students to systematically master microbiology knowledge, and to comprehensively improve their experimental skills and innovation abilities as well.

Foundation item: Construction for the National Famous Course of Microbiology in Zhejiang University (No. 20150602)

*Corresponding author: E-mail: wugenfu@zju.edu.cn

Received: June 21, 2016; **Accepted:** September 28, 2016; **Published online** (www.cnki.net): September 28, 2016

基金项目: 浙江大学微生物学国家精品课程建设项目(No. 20150602)

*通讯作者: E-mail: wugenfu@zju.edu.cn

收稿日期: 2016-06-21; 接受日期: 2016-09-28; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2016-09-28

Keywords: Microbiology and microbial experiments, Grade point assessment, Guiding role, Teaching quality, Curriculum reform

教育的目的是传授知识、培养综合能力和素质,而学力评价是教育过程的重要环节,具有评定、区分、诊断、激励和导向等功能。好的评价形式和命题策略对提高教学质量、培养创新人才具有积极意义^[1]。在大学阶段,应选择合理、科学和多样的评价方式,命制可反映知识掌握程度、测出能力倾向的考题,采用灵活的评分方法,促进学生素质的全面提高。本文以浙江大学“微生物学及实验”课程为例,介绍利用成绩评定的导向功能,提高教育质量的一些做法。

浙江大学的微生物学及实验是国家级精品课程,不仅是竺可桢学院和生命科学学院的专业课,也是农学院、环境资源学院、食品科学学院、动物科学学院的专业基础课^[2]。由于大部分学生具有继续深造的愿望,对课程成绩比较重视,因此,在教学过程中强化了评价的导向作用,在开学伊始就明示课程的教学任务和教育目标,希望学生们根据自己的兴趣爱好,结合教育目标,对微生物学进行预习、复习和课外阅读,以全面提高微生物学的教学质量,提升学生的综合素质。

1 全面评价学生的学习状况

自开学伊始,就明确告知学生微生物学及实验

由理论课和实验课两部分组成,成绩评定中实验部分占 30%,理论部分(包括课堂上介绍的实验和设计)占 70%(表 1)。实验课共 32 学时,在实际执行过程中采取每周 3 学时共 11 周的方式。除每次当堂交实验小报告外,全部实验结束后还需交综合大报告。综合报告包括培养基的配制,土壤中细菌、放线菌和霉菌的分离、培养、计数、纯化和保存,纯化所得一个细菌分离株的初步鉴定等内容,要求以科研论文的格式撰写一篇题为“土壤中微生物的分离及一株土壤细菌的初步鉴定”的报告^[3]。理论成绩也由三部分组成,包括平时成绩 10 分,根据课程参与度及课堂表现适当给分;读书报告展示 10 分,要求学生根据个人兴趣爱好,在阅读几篇微生物学相关文献的基础上,对某一特定问题进行阐述,通盘说明选题原因、相关研究的国内外进展、阅读文献后的感想等,并列参考文献;读书报告要求以幻灯片(PPT)的格式进行制作,在学期中(第九周)交至公共邮箱中,接受老师和同学的评判。在下半学期的课堂教学中,结合课程进展,每周挑选 1-2 位学生进行 PPT 展示,以丰富教学内容。期末考试是最主要的评价方式,占 50 分,以闭卷笔试形式全面检验学生对微生物学知识的掌握程度和利用微生物学知识分析问题、解决问题的能力。

表 1 微生物学及实验的成绩评定

Table 1 The grade assessment in ‘Microbiology and Microbial Experiments’

项目 Item	内容 Contents	分值 Score	要求及成绩评定依据 Requirements and grading standards
实验成绩 Experimental grade	平时	10	前 10 次实验的表现及每次实验报告的成绩, 1 分/次
	综合实验报告	10	摘要和关键词欠缺扣 1 分,前言不完整扣 1 分,方法步骤不完整扣 1 分,结果与分析不完整扣 1-3 分,讨论与感悟欠缺扣 1-2 分,参考文献过少扣 1 分
	操作考试	10	根据操作规范程度及熟练程度适当评分,将在 2 (实验考试以操作为主,注重技能规范)中详述
理论成绩 Theoretical grade	平时	10	缺课 1 次扣 1 分,迟到 1 次扣 0.5 分,扣完为止;到课学生根据课堂小测验成绩、回答提问的准确率和课堂讨论的参与度适当给分
	读书报告展示 (PPT 形式)	10	选题原因不清扣 1 分,展示深度、广度或新颖度不足扣 1-2 分,个人感悟欠缺扣 1 分,文献阅读量不足扣 1 分
	期末考试	50	书面闭卷测验, 120 min 内完成,将在 3 (理论考试采用闭卷形式,注意综合性和全面性)中详述

2 实验考试以操作为主, 注重技能规范

微生物学实验教学的目的是除了巩固课堂教授的理论知识外, 还要培养学生对微生物学的兴趣、增加对微生物的感性认识, 并掌握微生物学研究的基本技能^[4]。为此, 在内容取舍上安排的都是学生身边经常发生的、能亲身感悟的实验, 让他们在了解微生物、认识微生物、培养微生物、感知微生物的基础上, 学会操纵微生物、控制微生物的代谢活动, 在实验中获得成就感和满足感。根据多年的微生物学教学和科研经验, 我们认为微生物学中比较重要的基础技能包括油镜使用、制片与染色、显微测微、显微计数、培养基制备、器皿包扎、高压蒸汽灭菌、干热灭菌、微生物分离纯化、活菌计数、无菌操作和菌种保藏等几项, 一些大型实验实际上就是这些基本实验技能的综合和拓展。因此, 在第一堂实验课中就明确告知学生实验考试以观察和操作为主, 并在平时训练中注重对这些能力的培养。为了便于学生们预习和复习, 我们把这些实验技能拍摄成视频, 作为《微生物学实验简明教程》^[3]的配套电子文档链接于高教出版社网站上(<http://abook.hep.com.cn/42913>)。

在实验考核上, 前几年采取随机抽取一项技能进行测验的办法。几年下来, 发现这一措施虽然有利于技能的全面掌握, 但随机抽取具有很大的偶然性, 并不能整体反映出学生的实验水平, 再加上由于技术的进步, 有些操作如高压蒸汽灭菌变得越来越自动化; 有些操作如培养基的配制和干热灭菌所需的时间较长, 单独考核有场地、监考等困难, 若分组考核, 学生之间容易相互“借鉴”, 特别是有部分学生会故意放慢节奏, 跟在别人后面“模仿”。这种方式更主要的缺陷是不同题目之间难度不同, 不容易做到评分的一致性, 有些技能如斜面-平板接种, 考核时容易失分; 而有些操作如干热灭菌考核有点类似于面试, 使考试的信度和效度大打折扣, 部分学生认为抽签时的运气对分数的影响太大, 讽刺地将这种考核方式说成是“人品第一, 技能第

二”。为此, 近几年统一了考试内容, 采用以菌落识别作为学生观察能力的考核依据, 以革兰氏染色作为动手能力的评价依据, 使考试的信度大大提高。在实验考核过程中, 要求学生对各自的土壤细菌分离株进行涂片和革兰氏染色, 并用油镜进行显微观察(该操作同时也是土壤细菌分离鉴定大实验的一部分)。为了使结果更可信, 要求采用三区涂片法(图 1), 每位学生将各自的土壤细菌分离株涂在载片中央, 并在左右各涂 1 号和 2 号(阳性或阴性)对照菌, 且对照菌和未知菌之间有一交集区。观察后, 每位学生需按图 1 所示画出 3 种细菌的基本形状, 记录革兰氏染色结果。然后座位号成单的学生找出 1 号菌与未知菌的交集区, 座位号成双的学生找出 2 号菌与未知菌的交集区, 由指导老师验证、评判。老师根据交集区的涂片厚薄、染色状况、显微镜光线明暗, 结合 1、2 号菌形态和染色结果的准确性进行综合评分(表 2)。

3 理论考试采用闭卷形式, 注重综合性和全面性

期末理论考试占了总成绩的一半, 对学生的导向作用最明显, 因此, 考卷应注重全面性和综合性, 不仅要考察学生对基本知识的掌握情况, 还要考察知识迁移能力和分析问题、解决问题的能力。开学伊始就在公共邮箱上公布考题样卷, 并根据课程进程情况就相关题目与学生进行讨论和交流。样卷

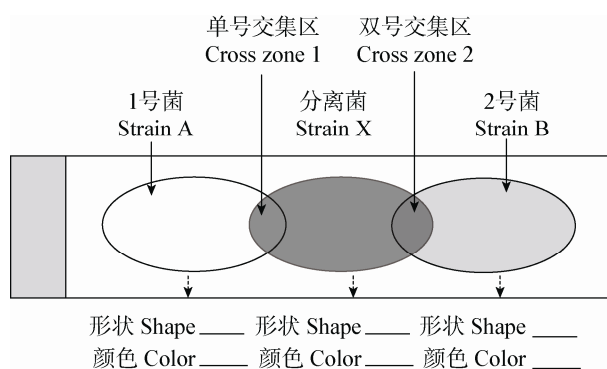


图 1 革兰氏染色三区涂片示意图

Figure 1 The diagram of three zones smearing in a slide before Gram staining

由判断题、选择题、填空题、类比题、综合题等题型组成, 现各举几例加以说明。

3.1 判断题

判断题占据的分值较少, 主要检验学生对课程中的一些难点问题和易搞混概念的掌握情况, 如判断下述陈述的对错:

(1) 亚硝酸能引起碱基对的颠换, 因此可作为诱变剂。()

(2) 青霉素只能杀死正在繁殖的细菌, 不能杀死静息态细菌。()

3.2 填空题

填空题主要考察学生对一些基本概念和名词的掌握情况。为了减少死记硬背, 鼓励学生在理解的基础上掌握基本概念, 因此把传统的名词解释倒过来, 设置成为填空题, 如:

(1) 细菌细胞膜内褶而成的一种管状、层状或囊状结构被称为_____;

(2) 具有选择毒性, 可用于治疗感染性疾病的药物统称为_____。

3.3 选择题

选择题可考查的范围较广, 可以考查消毒灭菌的方式, 也可考查几大类微生物间的区别; 既可考单选题, 也可考多选题; 既可对某一具体问题进行深入的考查, 也可对一些基本概念进行横向比较。如:

有 A、B、C、D 四类微生物, 已知: (1) 从显微形态看都呈球状或近似球状; (2) 从对抗生素的敏感性来看, A 对青霉素和链霉素都敏感, B 对链霉素敏感而对青霉素不敏感, C 对上述两种抗生素不敏感, 却对制霉菌素敏感, D 对这些抗生素都不敏感, 却对干扰素敏感。从下述选项中选出它们最有可能为哪类微生物? A____, B____, C____, D_____。

1) 细菌 2) 放线菌 3) 酵母菌 4) 霉菌
5) 真病毒 6) 朊病毒 7) 支原体 8) 大型真菌

3.4 类比题

实际上也是选择题的一类, 为了训练学生的发散性思维, 提高他们的知识迁移能力, 将一些基本概念设置成类比题, 要求通过两对名词的比较, 从 4 个选择项中选出对应关系最近的一对。这种形式的命题要求学生有丰富的知识面, 因为每一题中会出现多达 10 个名词, 学生只有对这 10 个名词的所有特性有足够的了解, 才能利用发散性思维选择出正确的答案^[5]。如:

(1) 瘤胃: 纤维素分解菌

1) 苔藓: 蓝绿藻 2) 酸奶: 乳酸菌 3) 胃溃疡: 幽门螺杆菌 4) 根瘤: 固氮菌

(2) 衣壳: 衣壳粒

1) 蛋白: 蛋白水解酶 2) 芽孢: 芽孢衣 3) 鞭毛: 鞭毛蛋白 4) 原生质: 原生质体

表 2 微生物学实验考试的内容及评分标准

Table 2 The test contents and their grading standards in Experimental Microbiology

项目 Item	分值(分) Score	内容 Contents	评分标准 Grading standards
菌落识别 Colony recognition	3	对平板表面的 4 个单菌落进行观察, 并写出大类名称 (细菌、放线菌、霉菌)	答错 1 个扣 1 分
无菌操作 Aseptic manipulation	2	将斜面试管上的菌苔用接种环移出	操作不规范扣 1 分
细菌涂片 Bacterial smearing	2	将接种环上的细菌菌体涂抹在载玻片上, 干燥、固定	涂片太厚扣 1 分 操作不规范扣 1 分
革兰氏染色 Gram staining	1	草酸铵结晶紫初染、碘液媒染、酒精脱色、番红复染, 水洗后干燥	染色错误扣 1 分
油镜使用 Oil-immersion microscopy	2	在油镜下观察细菌的形态及革兰氏染色结果, 观察结束后擦净镜头, 复原显微镜	光线不适扣 1 分; 操作不规范扣 1 分

3.5 综合题

为了引导学生们系统掌握微生物学知识,培养他们分析问题、解决问题的能力,我们把考试的重点放在综合题上,期望通过综合题的解析对所学的微生物学知识系统化,让学生们在掌握零散章节知识的基础上,从整体上、全局上来把握微生物学知识。

例如:将细菌 X 在甘露醇培养基(含 1%甘露醇, 0.02% MgSO_4 , 0.02% KH_2PO_4 , 0.02% NaCl , 0.5% CaCO_3 , pH 7.2, 质量体积比)中摇瓶(将培养基装入三角瓶, 8 层纱布封口, 灭菌并接种后放在摇床上)培养,得到如图 2 实线(BCADEF)所示的生长曲线。请问:

(1) 上述培养基中甘露醇和碳酸钙的作用是什么?

(2) 这种培养基可能是下述的_____(可多选)。

1) 固体培养基 2) 液体培养基 3) 合成培养基 4) 半合成培养基 5) 天然培养基 6) 选择培养基 7) 鉴别培养基

(3) 这种细菌的营养类型可能是下述的_____(可多选)。

1) 光能无机营养型 2) 光能有机营养型; 3) 化能无机营养型 4) 化能有机营养型 5) 化能异养型 6) 化能自养型

(4) 这种细菌的产能方式可能是下述的_____(可多选)。

1) 有氧呼吸 2) 硫酸盐呼吸 3) 碳酸盐呼吸 4) 甘露醇呼吸 5) 发酵

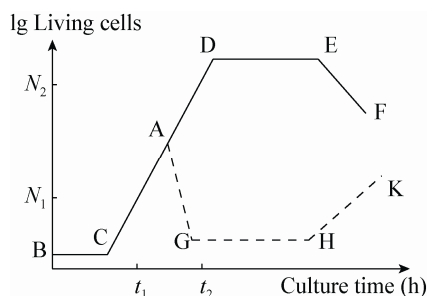


图 2 细菌 X 分批培养时的生长曲线

Figure 2 The growth curve of bacterium X in a batch culture

(5) 图中 t_1 时含菌 N_1 个, t_2 时含菌 N_2 个, 则该菌的代时为_____。

假如甘露醇为培养系统中的限制性营养物, 500 mL 培养基培养到 D 点收获了 1 g 干菌体, 而此时发酵液中还残剩有 0.1% 的甘露醇, 则培养过程的菌体得率(产量常数)为_____(接种菌量忽略不计)。

(6) 系统未经人为处理, 培养到 A 处出现活细胞数量的急剧下降(如图虚线 AG 所示), 则可能是由于_____。请设计一个实验来验证你的猜想, 写出实验思路。

(7) 如果图中 A 处活菌数的下降是由于人为加入链霉素所致, 培养一定时间后, 菌量又不断增加(虚线 HK 所示), 说明有抗药性细菌的出现。有人认为这是链霉素对该菌产生了诱变作用, 你认为这种说法对吗? 请设计一个实验(用图示+注释)来证明你的观点。

(8) 链霉素是霉菌产生的抗代谢物, 能干扰细菌细胞壁中肽聚糖的合成, 使细菌成为原生质体, 因此对 G^+ 菌的抑制效果比较好, 而对 G^- 菌的效果稍差。然而霉菌的细胞壁组分以甘露聚糖为主, 因此链霉素对霉菌无抑制作用。请你对这段叙述进行评论, 阐明你的观点, 并说明理由。

(9) 如果将该细菌作为细菌肥料施加到土壤中, 则该细菌与作物之间可能形成互生或共生关系, 也可能形成寄生关系。你认为这种表述是否正确? 说出你的理由。

(10) 一旦将该链霉素抗性细菌施加到土壤中, 抗药基因就会借助质粒或病毒在不同细菌间传播, 传播的方式可以通过接合, 也可以通过转导, 但不可能通过转化。你对这段表述有什么看法? 说出你的理由。

(11) 为了减少环境污染, 可将尿液经处理后作为培养细菌的原料, 你对这种循环经济有何评论? 若将尿液灭菌后以 1% 的比例添加到上述培养基中, 该细菌的代谢是否会发生变化? 请说出你的推理依据。

这一题目涵盖了微生物营养、微生物代谢、微生物生长、微生物遗传、微生物生态、细菌和病毒形态学等内容,既需要丰富的理论知识,还需要实验设计能力和分析问题、解决问题的能力。前5小题只要熟悉基本概念就可完整作答,后6小题需要动一番脑筋,在评分标准上,也没有明确的参考答案。现对后6小题的试题进行简要分析。

第(6)小题中系统未加入人为处理,活细胞数量急剧下降,可能是由于空气中的噬菌体进入了培养系统,因为8层纱布封口虽可防止杂菌感染,但不能阻止噬菌体进入;也可能是原本培养的细菌为溶源性细菌,温和噬菌体脱离细菌染色体转变成烈性噬菌体。若要验证这一猜想,只要设计一个噬菌斑形成实验进行检测。

第(7)小题实际上是要证明细菌的链霉素抗性突变并不由链霉素引起。可以用波动试验、涂布试验和影印培养试验的任意一个来证明,这在相关微生物学教材中都有详细描述^[6],这里不做展开。如果学生设计出一个类似于Ames试验的方案来证明,说明该学生具有很强的知识迁移能力,值得肯定和表扬。

第(8)小题主要是要掌握几个基本概念。链霉素是链霉菌产生的抗生素,而链霉菌是一类放线菌,而不是霉菌;同时链霉素是一类氨基糖苷类抗生素,而不是抗代谢物。链霉素的抑菌机理是能与70S核糖体结合,干扰蛋白质的合成,所以对 G^+ 菌和 G^- 菌的抑制效果相差无几;干扰细菌细胞壁中肽聚糖合成的是青霉素。链霉素对霉菌确实无抑制作用,主要原因是霉菌的核糖体为80S,不能与链霉素结合,而不是因为霉菌细胞壁的组成,而且霉菌的细胞壁组分以几丁质为主,酵母菌细胞壁中才含有较多的甘露聚糖。尽管如此,链霉素仍会对霉菌中线粒体的形成和功能产生抑制,间接影响霉菌的活力^[7]。

第(9)、(10)小题相对较简单,只要能掌握几个基本概念,不要犯原则性错误,学生们可在阐述基本概念的基础上自由发挥想象。

第(11)小题也有一定难度。从培养基组成看,配方中独缺氮源,说明培养的是固氮细菌。如果在培养基中添加尿液则增加了氮源。由于固氮需要大量能量,细菌在依靠大气氮的情况下生长较慢,若加入外源氮,一方面微生物的生长速率会加快,另一方面细菌的固氮性能会被抑制^[7]。

4 小结

经过3年的实践,学生们一致反映尽早公布课程的评价方式及内容,可以起到很好的导向作用,有助于预习和复习。特别是链接于高教出版社网站上的实验操作视频,对实验操作的规范性起到积极的促进作用。综合实验报告的撰写使学生熟悉了科研论文的格式,有利于科研素养的培养和资料检索能力的提高。读书报告的展示(PPT形式)和交流不仅扩大了知识面,而且了解了微生物学领域的国内外动态及进展,有助于专业方向的选择。通过理论考试样卷的测试,学生们找到了学习上的差距,明确了今后努力的方向。通过这些导向,学生的学习积极性得到了提升,创新能力得到了培养。

参 考 文 献

- [1] Wang WY, Wang X. Examination and Evaluation[M]. Fuzhou: Fujian Education Press, 2008: 9-64 (in Chinese)
王伟宜, 王晞. 考试与评价[M]. 福州: 福建教育出版社, 2008: 9-64
- [2] Wu GF. The Chinese translation of endospore[J]. Journal of Microbiology, 2016, 36(1): 76-79 (in Chinese)
吴根福. 芽孢与芽胞[J]. 微生物学杂志, 2016, 36(1): 76-79
- [3] Gao HC, Wu GF. Laboratory Manual for Microbiology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2015: 157 (in Chinese)
高海春, 吴根福. 微生物学实验简明教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015: 157
- [4] Dai YJ, He W, Yuan S, et al. The exploration and application of the modular teaching pattern for microbiology experiments[J]. Microbiology China, 2015, 42(9): 1809-1816 (in Chinese)
戴亦军, 何伟, 袁生, 等. 模块化微生物学实验课教学体系的探索和实践[J]. 微生物学通报, 2015, 42(9): 1809-1816
- [5] Wu GF. A method of improving the synthetic analyzing ability of students during microbiological education[J]. Microbiology China, 2000, 27(6): 458-459 (in Chinese)
吴根福. 提高学生综合分析能力的思考[J]. 微生物学通报, 2000, 27(6): 458-459
- [6] Zhou DQ. Essential Microbiology[M]. 3rd Edition. Beijing: Higher Education Press, 2011: 230-280 (in Chinese)
周德庆. 微生物学教程[M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2011: 230-280
- [7] Madigan MT, Martinko JM, Bender KS, et al. Brock Biology of Microorganisms[M]. 14th Edition. Boston: Pearson, 2014