

高等学校教材

生态学实验 与实习

(第三版)

杨持 主编

高等教育出版社

高等学校教材

生态学实验与实习

Shengtaixue Shiyān yu Shíxí

(第三版)

杨 持 主编



高等教育出版社·北京

内容简介

“生态学实验与实习”课程是生态学教学实践的重要环节,通过实验和野外教学实习,不仅能够使学生深刻地理解课堂的教学内容,而且可以大大提高学生的实际操作技能。

本教材共分3个部分,第一部分是生态系统结构与功能的测定,包括了15个实验,即植物光合效率测定、植物水分蒸腾速率测定、植物热值测定、植物生殖分配的测定、动植物对极端环境反应的测定、群落种类组成分析、群落数量特征分析、群落叶面积指数测定分析、群落年龄结构分析、群落的数量分类与排序、群落物种多样性分析、群落光合和呼吸的测定、群落生产力分析、生态系统碳动态的测定与分析和种间关系分析;第二部分是主要环境因子的测定,包含了4个实验,即水因子的测定分析、水分胁迫对植物的影响、土壤因子的测定和环境胁迫对生物的影响;第三部分是生态工程设计与生态修复技术,包含了7个实验,即防护林工程的类型划分及工程设计、水体护岸、道路护坡工程的工艺流程及材料选择、城市绿化保水工程及效果分析、退化草地恢复工程措施及效果分析、不同湿地类型修复工程的技术选择、沙地的固定和植被恢复,以及矿区植被恢复的措施及植物筛选。第三部分的每个实验都配有视频,其目的是便于读者观摩和理解,从而进一步掌握相关知识。

本教材是纸质教材与数字资源的集合。数字资源是纸质教材的补充和延伸,除第三部分的7个视频外,还包含全书所有的彩色图片,以及一些实验案例和补充材料,读者可以依照教材中给出的提示进行学习和观摩。

本教材适用于高等院校生态学、环境科学、农学和林学等有关专业的学生使用,也可供相关科技人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生态学实验与实习 / 杨持主编. -- 3版. -- 北京: 高等教育出版社, 2017.12
ISBN 978-7-04-048712-1

I. ①生… II. ①杨… III. ①生态学-实验-高等学校-教材②生态学-教育实习-高等学校-教材 IV. ①Q14

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第246488号

策划编辑 陈文 责任编辑 陈文 封面设计 王鹏 版式设计 马云
插图绘制 邓超 责任校对 窦丽娜 责任印制 赵义民

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京中科印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×960mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	12	版 次	2003年8月第1版
字 数	210千字		2017年12月第3版
购书热线	010-58581118	印 次	2017年12月第1次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	23.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究
物 料 号 48712-00

编写人员

内蒙古大学:杨持,王艳荣,马文红,王文慧

南开大学:高玉葆,任安芝,阮维斌

东北师范大学:冯江,盛连喜

山东大学:郭卫华,杜宁,张淑萍,贺同利,张治国

内蒙古师范大学:王铁娟

厦门大学:卢豪良

云南大学:段昌群,江望高

华东师范大学:陈小勇

与本书配套的数字课程资源使用说明

- 1 计算机访问 <http://abook.hep.com.cn/12617904>。
- 2 注册并登录,进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20位密码,刮开涂层可见),或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码,完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮,开始本数字课程的学习。

账号自绑定之日起一年内有效,过期作废。

使用本账号如有任何问题,请发邮件至:abook@hep.com.cn



消息通知



生态学实验与实习(第3版)

“生态学实验与实习”课程是生态学教学实践的重要环节,通过实验和野外教学实习,不仅能够使学生深刻地理解课堂的教学内容,而且可以大大提高学生的实际操作技能。本教材共分三个部分,第一部分是生态系统结构与功能的测定,包括了15个实验,即植物光合效率测定、植物水分蒸腾速率测定、植物热值测定、植物生殖分配……[展开](#)

用户名:

密码:

验证码:

8356: 忘记密码?

记住我(30天内免登录)

第三版前言

《生态学实验与实习》作为高等学校教材已经出版 15 年了,其第二版是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在 15 年的教学过程中,本教材得到了广大读者的认可和好评。

近年来,生态学学科发展迅猛,无论在理论上还是在研究方法及手段上都有了很大的突破,并在实现社会的可持续发展中起着越来越重要的作用。因此,为及时反映学科发展水平,满足教学需求,《生态学实验与实习》第三版在第二版的基础上,对教学内容进行了更新和补充,更多地关注生态系统服务功能方面的内容。

第三版的编写原则是:

1. 满足基础实验教学的基本要求。保留第二版中的部分内容,增加了生态因子测量中量化测定技术的内容,减少了关于形态描述方面的实验。

2. 对于在其他基础课中已经涉及的实验内容,在本教材中不再列入。

3. 为了体现以生态系统服务功能为中心的意图,在实验内容的安排上,均围绕生态系统结构与功能作用这个主题。

4. 教材的内容力求反映目前国内外生态学研究领域的最新水平。使学生通过本课程的学习和训练,能够规范使用生态研究中常用的观测仪器,掌握生态学研究的基本方法。

5. 本教材配有网上配套数字资源,其内容是纸质教材的补充和延伸,包含实验中的彩色图片、音频、视频,以及某些不同的实验方法、技术设备和实验案例等,读者可以依照教材中给出的提示进行拓展阅读。

本教材共分三大部分,第一部分是生态系统结构与功能的测定,包括了 15 个实验;第二部分是主要环境因子的测定,包含了 4 个实验;第三部分是生态工程设计及生态修复技术,包含了 7 个实验,由于此部分实验的操作具有一定难度,故每个实验都配有相应的视频资料,其目的是给没有实验条件的读者提供实验观摩,从而加强其对生态工程设计及生态修复技术的了解。

本教材的编写人员有内蒙古大学、南开大学、东北师范大学、山东大学、内蒙古师范大学、厦门大学、云南大学等学校的教师。具体编写人员均在其所承担编写的实验后进行标注。本教材是在多位老师的诚心合作下完成的,在此对他们表示衷心感谢。

本教材的审定得到了盛连喜教授的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

杨 持

2017.3

第二版前言

无论从理论联系实际的角度看,还是从体现学生素质教育和创新能力与实践能力的培养的要求看,加强课堂实验和野外实习对生态学专业和相关专业的学生来说,都是十分必要的教学环节。《生态学实验与实习》作为《生态学》的配套实验教材,自2003年出版以来,不断得到多方面的鼓励、建议和批评指正。在此深表感谢。

《生态学实验与实习》(第二版)中对原有的四个部分26个实验做了调整,调整为三个部分,第一部分的15个实验是要求学生亲自动手操作的;第二部分为9个实验课件,可以在课堂上演示,也可在计算机上观看;第三部分是生态学实验与实习中常用的调查、数据处理方法和生态学仪器介绍。该内容为学生的实验操作、野外考察和数据整理提供必要的参考。

在使用这本教材时,各校可以根据教学学时数和学校的地区特点来灵活选取内容。在目录中第一部分标注有*号的实验,是建议首先选择的实验。部分实验由于内容较多,在有限的时间内完成具有一定的困难,学生可以不做,但把这部分内容写进书中,是希望提供给学生阅读,使他们知道应该如何处理这类问题。

为了加强本书的实用性,《生态学实验与实习》(第二版)把实验课件由7个增加到9个,并增加一个附录课件。所设计的课件,不仅在形式上更具可视性,而且取材更加广泛,可使学生了解不同地域的生态问题和处理方式。

《生态学实验与实习》(第二版)由内蒙古大学、南开大学、东北师范大学、云南大学、华东师范大学、山东大学、厦门大学、中山大学和鲁东大学共同编写。在每个实验的结尾都标注了编写单位和作者。

由于编者的水平所限,对教材中的不足之处,希望使用本教材的教师和学生提出宝贵意见。

杨 持

2007年11月25日

第一版前言

由李博院士主编的《生态学》(面向 21 世纪系列教材)已于 2000 年 2 月正式出版发行。

为了落实教育部“关于‘十五’期间普通高等教育教材建设与改革意见”的精神,高等教育出版社于 2001 年 7 月 29 日至 8 月 5 日在内蒙古大学召开了《生态学实验与实习》教材编写大纲研讨会,确定了教材的编写原则,强调实验教材要体现对学生创新能力的培养,并根据学科的特色,加强教材的适用性。既考虑到北方高校又兼顾南方高校;在学科的发展上,既考虑到对基础理论的验证又联系到新技术、新方法、新仪器设备的使用和掌握;特别提出在实验中增加课件的比例,充分发挥现代信息技术的优势,让学生获得更多、更丰富的知识。

20 世纪 60 年代以来,由于工业的高度发展和人口的大量增长,带来了许多全球性的问题(例如,人口问题、环境问题、资源问题和能源问题等),关系到人类的生死存亡。生态学研究从内容到方法、手段都进入到一个新的发展阶段。现代生态学结合人类活动对生态过程的影响,从纯自然现象研究扩展到自然-经济-社会复合系统的研究。研究工作更加强调尺度、格局与过程、等级、异质性。研究层次向宏观和微观两极发展,在宏观方向上扩展到生态系统、景观与全球研究;在微观方向上近年来出现了分子生态学等新的分支学科。而且,由于现代高新技术向生态学领域的渗透,尤其是计算机、高精度分析测定技术、高分辨率遥感仪器和地理信息系统等技术的成熟,有力地促进了生态学向实验科学的发展。无论从理论联系实际的角度看,还是从体现学生素质教育和创新能力与实践能力培养的要求看,加强课堂实验和野外实习对生态学专业和相关专业的学生来说,都是十分必要的教学环节。

面对上述这些新问题、新发展,处于教学第一线的编者,经过反复总结、推敲,将多年的教学和科研积累,以及当前先进技术和方法融合于此书之中。希望本教材的出版能够在提高学生素质和创新、实践能力上发挥出更好的作用。

本书分四个部分,共 26 个实验。第一部分:生态因子对生物的作用及生物对环境的适应性;第二部分:种群结构、动态与种间关系;第三部分:群落与生态系统的结构、过程与功能;第四部分:景观生态分析及生态规划。

附录部分列出了植物生态学和动物生态学常用的调查方法以及常用的数据处理方法,供学生随时查看。

在本教材的使用过程中,可以根据学校允许的学时数和学校的地区特点灵活选取内容。目录中标注有*号的实验,是建议首先选择的实验。部分实验由

于内容较多,例如第四部分的4个实验,在有限的时间里完成是比较困难的,学生可以不做。但把这部分内容写进书中,是希望提供给学生更多的实验知识,使他们了解这类问题的处理方法。

由于有些生态学实验受到地域条件的限制,或由于学生在单元时间内不可能完成,而把这些实验制作成课件,就可以有更广泛的实用性。因此,在26个实验中安排了7个课件。生态学实验与实习的课件如何制作,采用什么方式,本书对此进行了尝试。编者希望通过一段时间的实践,再不断进行完善。因此,在本书的第一版中没有对其做严格规定。

本书26个实验分别由内蒙古大学、东北师范大学、山东大学、云南大学、华东师范大学、南开大学、中山大学承担。

此外,内蒙古大学牛建明教授对课件部分按顺序做了编排链接,并在课件的开头给出了《生态学实验与实习》课件光盘使用说明文件。

华东师范大学宋永昌教授作为本教材的审稿人,对本书的编写提出了宝贵的意见。在这里表示衷心的感谢。

由于编者的水平所限,教材中一定会有不少不足和错误的地方,希望使用本教材的教师、学生和有关的科学工作者提出宝贵意见。

编者

2003年3月

目 录

第一部分 生态系统结构与功能的测定

实验一 植物光合效率测定	2
一、半叶法	2
二、CO ₂ 吸收量测定法	3
实验二 植物水分蒸腾速率测定	5
一、离体快速称重法	5
二、稳态气孔计法	6
实验三 植物热值测定	11
实验四 植物生殖分配的测定	17
实验五 动植物对极端低温反应的测定	23
一、植物对低温反应的测定	23
二、动物对低温耐寒性的测定	25
实验六 群落种类组成分析	28
一、草地群落种类组成分析	28
二、森林群落结构特征的分析	31
实验七 群落数量特征分析	34
实验八 群落叶面积指数的测定分析	37
一、剪纸称重法	37
二、仪器测定法	38
实验九 群落年龄结构分析	40
实验十 群落的数量分类与排序	42
实验十一 群落物种多样性分析	47
实验十二 群落光合和呼吸的测定	52
实验十三 群落生产力分析	55
一、森林群落第一性生产力的测定与分析	55
二、草地群落第一性生产力的测定与分析	57
实验十四 生态系统碳动态的测定与分析	61
一、草地生态系统	61

二、森林或灌木生态系统	64
实验十五 种间关系分析	66
一、种间竞争	66
二、他感作用	69

第二部分 主要环境因子的测定分析

实验十六 水因子的测定分析	74
一、水质分析	74
二、土壤含水量的测定	80
三、地表水蒸发的测定	82
实验十七 水分胁迫对植物的影响	85
一、叶片缺水程度的鉴定	85
二、根系缺水程度的鉴定——TTC 还原法	87
三、叶片游离脯氨酸的测定	89
四、叶片脱落酸(ABA)的测定	90
实验十八 土壤因子的测定	94
一、土壤温度的测定	94
二、土壤养分分析	98
三、土壤中有害重金属的测定分析	107
实验十九 环境胁迫对生物的影响	112
一、污染胁迫对生物的影响	112
二、盐胁迫对生物的影响	118

第三部分 生态设计与生态修复技术

实验二十 防护林工程的类型及工程设计	128
一、防护林工程的类型	128
二、工程设计	130
实验二十一 水体护岸、道路护坡工程的工艺流程及材料选择	132
一、水体护岸工程	132
二、道路护坡工程	134
三、生态护岸、护坡工程材料的选择	140
实验二十二 城市绿化保水工程及效果分析	141
一、城市绿化保水工程的分类和建设	141
二、城市绿化保水工程效果分析	145

实验二十三 退化草地恢复的措施及效果分析	147
一、退化草地恢复措施	147
二、工程效果分析	151
实验二十四 不同湿地类型修复工程的技术选择	153
一、湿地生态修复的方法	153
二、河流湿地的修复	154
三、湿地修复的实例	155
实验二十五 沙地的固定和植被恢复	159
一、沙地的固定	159
二、沙地植被恢复	161
实验二十六 矿区植被恢复的措施及植物筛选	167
一、矿区生态恢复的主要措施	168
二、植被恢复的物种筛选	171
三、矿区修复案例	171

第一部分

生态系统结构与功能的测定

生态系统结构与功能的测定内容涉及生态系统生产力形成的关键要素,也是生态学实验中最基本的内容。包含了个体分析模块(实验一至实验五)和群体分析模块(实验六至实验十五)。

实验一 植物光合效率测定

目的与意义

光合作用(photosynthesis)是指绿色植物利用太阳能将二氧化碳(CO_2)和水转化为糖类并释放出氧气的过程。这个过程的消耗速率或产物的生成速率可以用来计算光合速率(P_n)。光合速率是反映植物生产力和作物产量高低的根本决定因素。因此,测定植物的光合作用的日变化、季节变化、年际变化、不同区域的变化,并通过影响因素的分析,可为农业生产和草原利用等经济活动制定合理的管理措施提供有效的理论依据。

一、半叶法

仪器、设备及材料

1. 仪器和设备

- (1) 分析天平:感量 0.1mg,1 台。
- (2) 烘箱:1 台。
- (3) 称量皿(或铝盒):20 个。
- (4) 剪刀:1 把。
- (5) 金属或有机玻璃模板:1 块。
- (6) 打孔器:1 支。

2. 材料

植物叶片:选择对称性良好、厚薄均匀一致的 10 张叶片。

方法与步骤

1. 取样

- (1) 晴天上午 8:00—9:00,在室外选定有代表性的叶片(如叶片的部位、年

龄、受光条件等)10张,挂牌编号。

(2) 选取的叶片务必是对称的,剪下每张对称叶的半片,放在暗处并保持一定湿度,这半片叶片虽不能进行光合作用,但仍可照常进行呼吸作用。

(3) 另一半叶片留在植株上进行光合作用。

2. 测定

(1) 经过一定时间,将光、暗处理的叶片分别放在两个称量皿(或铝盒)中,在80~90℃下烘至恒重(约5h)。

(2) 在分析天平上分别称重,记录测定数据。

3. 计算

光合速率 $[\text{mg}/(\text{dm} \cdot \text{h})] = [(\text{保留的半叶或剪下的半叶})\text{干重增量}(\text{mg})] / [(\text{叶片切块面积}(\text{dm}^2) \times \text{光合时间}(\text{h}))]$

也可在不对称的叶片上,用钻孔器在叶面的一半钻取一定面积的叶片圆片,两次取样,求其干重差值。

二、CO₂ 吸收量测定法

仪器、设备及材料

1. 仪器

可选用英国 LGi 便携式光合仪,见图 1-1。英国 LGi 便携式光合仪用以测量植物叶片的光合速率、蒸腾速率和气孔导度等与植物光合作用相关的参数。即可在研究中使用,又是很好的教学仪器。

2. 材料

植物叶片:叶片对整个植物应具有代表性,能够实现预想的试验目的。

方法与步骤

1. 仪器准备

(1) 按照主机上各个接口的标注,与连接线连接。

(2) 按确定键开机,仪器预热。仪器发出“嘀”一声时,表示已完成预热和气体平衡过程,此时外界 CO₂ 和气室 CO₂ 值相等。

(3) 按确定键,用“+”和“-”键选择适合的叶室类型。



图 1-1 LCi 便携式光合仪

2. 测定

- (1) 将叶片夹在叶室内,然后按确定键,进行叶片光合速率测定。
- (2) 等待数据稳定,记录数据。
- (3) 打开叶室,移出已测量的叶片。
- (4) 重复以上步骤,进行下一个叶片的测量。
- (5) 按记录键存储数据。
- (6) 试验测量结束后关闭仪器,注意对测量数据的保存。

3. 数据分析

参 考 文 献

- [1] 查普曼.植物生态学的方法[M].阳含熙,等,译.北京:科学出版社,1980.
- [2] 娄安如,牛翠娟.基础生态学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2005.
- [3] 杨持.生态学[M].3版.北京:高等教育出版社,2014.
- [4] 张北壮,蒙子宁.生态学实验教程[M].广州:中山大学出版社,2015.

内蒙古大学 杨持 编写

实验二 植物水分蒸腾速率测定

目的与意义

蒸腾作用是水分以蒸汽的形式从植株散失到外界中的变化过程,在一定的时间内单位叶面积散失的水量被称为蒸腾速率(一般用每小时每平方米叶面积蒸腾水的质量表示)。蒸腾作用基本上是一个蒸发过程,但它与蒸发又有不同,除了受影响蒸发的物理因素的调控之外,还受许多植物内部因素的调节,如叶片的结构和气孔特性。蒸腾速率是计量蒸腾作用强弱的一项重要生理指标,取决于能量的供应和蒸发表面与环境空气间的蒸汽压梯度。其大小受植物形态结构和多种外界因素的综合影响。所以在研究植物水分代谢时,测定蒸腾速率是必须做的工作。

一、离体快速称重法

仪器、设备及材料

1. 仪器

- (1) 分析天平
- (2) 打孔器
- (3) 镊子
- (4) 剪刀
- (5) 铁夹
- (6) 透明方格板

2. 材料

植物叶片