



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生态学

实验与实习

(第二版)

杨 持 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生态学实验与实习

(第二版)

杨 持 主编



高等教育出版社

内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是《生态学》(第二版)的配套教材,全书分为3个部分:第一部分包括15个要求学生亲手操作的实验;第二部分是9个可演示的实验,有配套的实验课件;第三部分为附录,包括生态学实验与实习中常用的调查方法、数据处理方法和仪器介绍。

对某些受到地域条件或时间条件限制、学生不能亲自完成的实验,演示实验及配套课件可以在一定程度上给予一些弥补,从而使本书具有更丰富的内容和更广泛的适用性。

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。

本教材适用于高等院校生物学、环境学专业,和农学、林学等有关专业的学生,以及相关专业的师生使用,也可供有关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

生态学实验与实习/杨持主编.—2版.—北京:高等教育出版社,2008.11

ISBN 978-7-04-024219-5

I.生… II.杨… III.①生态学-实验-高等学校-教材②生态学-实习-高等学校-教材 IV.Q14-33
Q14-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第113448号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京人卫印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16	版 次	2003年8月第1版 2008年11月第2版
印 张	15.25	印 次	2008年11月第1次印刷
字 数	280 000	定 价	24.40元(含光盘)

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 24219-00

本书编写委员会

(以姓氏笔画为序)

王仁卿 冯 江 任安芝

杨 持 陈小勇 段昌群

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,在有限的时间内完成是比较困难的,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 实验操作

* 实验一 生态因子的综合测定技术	3
一、太阳辐射强度的观测	3
二、大气降水的观测	4
三、蒸发量的测定	6
四、空气和土壤温度的测定	6
五、空气湿度的测定	8
六、土壤水分和养分的测定	9
七、水质分析	19
思考题	31
参考文献	31
* 实验二 温度胁迫对生物的影响	32
一、温度胁迫对植物的影响	33
二、动物耐寒性的测定	34
思考题	38
参考文献	38
* 实验三 水分胁迫对植物的影响	39
一、叶片缺水程度的鉴定	40
二、根系缺水程度的鉴定——TTC 还原法	41
三、叶片游离脯氨酸的测定	42
四、脱落酸(ABA)的测定	43
思考题	45
参考文献	46
* 实验四 盐胁迫对生物的影响	47
思考题	51
参考文献	51
* 实验五 污染胁迫对生物的影响	52
一、重金属污染对植物叶绿素含量的影响	52
二、氯气污染对植物磷酸化酶活性的影响	54

三、农药污染对植物微核产生的诱变效应	56
思考题	58
参考文献	59
* 实验六 种群生命表的编制与存活曲线	60
思考题	65
参考文献	65
实验七 logistic 方程参数估计和曲线拟合——动物种群在 有限环境中 logistic 方程的拟合	67
思考题	69
参考文献	70
实验八 种群遗传多样性的测定	71
一、等位酶技术	71
二、随机引物扩增多态性 DNA 技术(RAPD)	79
三、单序列重复技术	83
思考题	85
参考文献	86
* 实验九 物种多样性指数分析	87
思考题	92
参考文献	92
* 实验十 群落基本特征分析	94
一、草地群落结构特征分析	94
二、森林群落结构特征分析	101
思考题	104
参考文献	104
实验十一 群落第一性生产力的测定与分析	105
一、森林群落第一性生产力的测定与分析	106
二、草本群落第一性生产力的测定与分析	112
三、水域第一性生产力的测定与分析	116
思考题	119
参考文献	119
* 实验十二 植物种群生殖分配的测定	121
思考题	123
参考文献	124
* 实验十三 植物热值的测定	125
思考题	128

参考文献	128
实验十四 生态环境影响评价	129
思考题	141
参考文献	141
实验十五 生态规划	142
思考题	146
参考文献	147

第二部分 实验演示

实验十六 种群空间分布格局调查	151
思考题	155
参考文献	155
实验十七 种间关系分析	156
一、种间竞争实验	157
二、他感作用	157
思考题	158
参考文献	158
实验十八 群落的分类与排序	159
一、群落的数量分类	159
二、排序	162
思考题	166
参考文献	166
实验十九 群落演替分析	167
思考题	168
参考文献	168
实验二十 重金属在水生食物链中的积累和分布	169
思考题	173
参考文献	173
实验二十一 热带雨林生态系统	174
思考题	175
参考文献	176
实验二十二 生态系统多样性分析	177
思考题	178
参考文献	178
实验二十三 景观生态分析	179

思考题	180
参考文献	180
实验二十四 3S 技术在植被资源调查和制图中的应用	181
思考题	182
参考文献	182

第三部分 附 录

附录 I 植物生态学野外调查方法	185
一、调查前的准备	185
二、选样原则	188
三、取样方法	188
四、群落特征的描述和度量	191
参考文献	201
附录 II 动物生态学野外调查方法	202
一、调查前的准备	202
二、调查方法	203
参考文献	213
附录 III 生态学实验数据处理的基本方法	214
一、数据的分布	214
二、均值	216
三、方差、标准差、变异系数	217
四、总体的参量估计	217
五、统计假设检验	218
六、回归分析	221
参考文献	222
附录 IV 常用生态学实验仪器介绍	223
一、植物生理测量系列	223
二、植物元素测量系列	227
三、植物能量测量系列	228
四、土壤测量系列	229
五、气象测量系列	231

第一部分

实验操作



* 实验一 生态因子的综合测定技术

目的和意义

生态因子是指环境中对生物的生长、发育、繁殖和分布能产生直接或间接影响的环境要素。各种生态因子构成生物的生态环境,而生物个体或群体在某一个地段上所占有的生态环境就是它的生境。在长期的进化过程中,植物不仅逐步适应了它所在的生境,而且对其生境能产生某种程度的改造作用。因此植物与生态因子的相互关系是生态学研究的基本内容之一,并已经在实践中得到广泛应用。本实验通过对太阳辐射强度、温度、湿度、水分、土壤等生态因子的测定,使学生掌握几种常见的生理生态测定仪器的工作原理及使用方法,并通过不同群落或同一群落不同部位生态因子的质量和数量的比较,认识植物与环境之间的相互关系。

本实验的内容比较多,下面以框图(图 1-1)的形式展现出来。

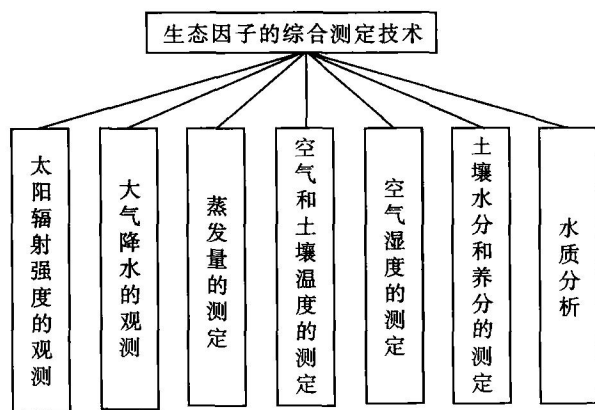


图 1-1 生态因子综合测定框图

一、太阳辐射强度的观测

太阳辐射强度的观测包括直接辐射、天空总辐射、散射辐射、地面反射辐射。

这里以天空总辐射为例作一介绍。

仪器和设备

仪器的设计原理是以物体的热电效应为基础的。由康铜 - 铜制成热电堆,热电堆将吸收的热能转化为电能,输出为电压,其输出量的大小与辐射强度成正比。

仪器的感应主体由透光罩、感应器、干燥器等组成。透光罩是双层石英罩,既可以滤去投在黑片上的大气长波辐射,又可以防止风吹去黑白片上的热量。感应器下面的干燥器内装硅胶,以吸收罩内水分。辐射观察的记录器是灵敏度较高的电流表,常称为辐射电流表或微安表。辐射电流表的读数单位为毫安,经换算,可得出以 $\text{cal}^{\text{①}}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 为单位的辐射能。测量时,将天空辐射表热电堆的热端(+)和冷端(-)分别与辐射电流表的正极和负极相接。

方法和步骤

- (1) 用仪器罩盖住感应面,松开电流表的绝电器,从零点读数,并记录观测时间。
- (2) 暴露感应面,待电流指针稳定后,每隔 10 ~ 20 s 读数 1 次,连续读 3 次。

二、大气降水的观测

大气降水是指从天空降落到地面上的液态水或固态水,这部分水在蒸发之前(固态水需要一个融化过程)渗透、流失而积聚在水平面上的水层深度即为降水量,以 mm 为单位,取一位小数。目前常用的测量降水量的仪器有雨量器、虹吸式雨量计和翻斗式遥测雨量计。这里以虹吸式雨量计(图 1-2)为例进行介绍。

仪器和设备

虹吸式雨量计由承水器(1)、浮子室(2)、自记钟(3)、记录笔(5)和外壳(16)等组成,如图 1-2 所示。降水从承水器的承水口(6)落入,由承水器的锥形大漏斗汇总经导水管流入小漏斗(7)和进水管至浮子室。此时浮子室内水位

^① 1 cal = 4.2 J。

上升,浮子(8)升高并带动固定在浮子杆(9)上的记录笔上升。同时装在钟筒上的自记纸(4)随自记钟旋转,由装有自记墨水的笔尖在自记纸上画出曲线。

当笔尖达自记纸 10 mm 线上时,浮子室内液面即达到虹吸管(10)的弯曲部分(12),由于虹吸作用,水从虹吸管中自动溢出,浮子下降至笔尖指零线时停住,继续降水时重复上述动作。

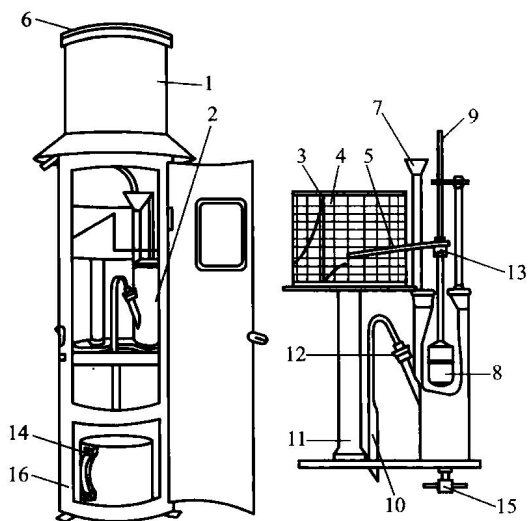


图 1-2 虹吸式雨量计

1. 承水器;2. 浮子室;3. 自记钟;4. 自记纸;5. 记录笔;6. 承水口;7. 小漏斗;
8. 浮子;9. 浮子杆;10. 虹吸管;11. 支柱;12. 虹吸管的弯曲部分;
13. 笔杆固定螺钉;14. 贮水筒;15. 虹吸管连接器;16. 外壳

方法和步骤

(1) 虹吸式雨量计安装在观测场平整地面上,用三根钢丝绳牵固,以免振动使记录发生变化,承水口面用水平仪调整至水平。

(2) 把自记纸卷在钟筒上,再把自记钟上满发条放在支柱(11)的钟轴上,注意齿轮的啮合情况是否良好。

(3) 吸管的短弯曲端插入浮子室的出水管内,并用连接器密封紧固。

(4) 将笔尖注入自记墨水,用手指夹住记录笔杆,使笔尖接触纸面。

(5) 用清水缓慢倒入承水器至虹吸作用止,虹吸管溢流停止后,笔尖停留在

零线上。偏离多时,要拧松笔杆固定螺钉(13)进行粗调;微调时,用手指扳动记录笔杆,调节笔尖指零线。虹吸作用应在 10 mm 上开始,若未达到或超过 10 mm 线,需旋松虹吸管连接器(15),把虹吸管上移或下降。若虹吸作用不正常,溢流时间超过 14 s 时,则可能是虹吸管弯曲部分脏污,可取下虹吸管,用软布系于绳中央,先用肥皂水,后用清水擦洗净。若虹吸时有气泡产生,不能溢完,说明虹吸管内漏气,可用白蜡或凡士林的油脂混合物涂堵密封。

当仪器正常时,雨量记录有如下特点:无雨时,自记纸上画着水平线;有雨时,画着平滑的上升曲线;当水从浮子室溢出时,画着垂直线。贮水筒(14)备校验降水量用。

三、蒸发量的测定

蒸发量是指一定内径的蒸发器中的水因蒸发而降低的深度。蒸发量以毫米(mm)为单位,取一位小数。测定蒸发量可采用小型蒸发器。

仪器和设备

蒸发器是由钝化成金黄色的铜质皿和镀锌钝化成彩虹色的钢质防禽圈组成。皿是由内径 20 cm 的承水口、圆筒以及出水嘴构成。

方法和步骤

(1) 蒸发器的安装。在观测场地内的安置地点竖一圆柱,柱顶安一圈架,将蒸发器安放其中,蒸发器口缘面用水平仪调整至水平,距地面高度 70 cm。

(2) 每天 20:00 进行观测,测量前一天 20:00 注入的 20 mm 清水(即今日原量)经 24 h 蒸发剩余的水量,计入观测簿余量栏。然后倒掉余量,重新量取 20 mm(干燥地区和干燥季节需量取 30 mm)清水注入蒸发器内,并计入观测簿次日原量栏。蒸发量计算式如下:

$$\text{蒸发量} = \text{原量} + \text{降水量} - \text{余量}$$

四、空气和土壤温度的测定

测定离地面 1.5 m 高度处的气温。气温的测定包括三项:空气温度、空气最高温度、空气最低温度。土壤温度的测定包括地表温度(0 cm 地温)、地中浅层温度(5 cm、10 cm、15 cm、20 cm)及较深层(40 cm、80 cm、160 cm、320 cm)的温度。