

高等学校试用教材

植物生态学 实验

内蒙古大学生物系编著

Q948.1-33
NMG

103075

高等教育出版社

高等学校试用教材

植物生态学实验

内蒙古大学生物系 编著

高等教育出版社

内 容 提 要

本实验是配合植物生态学教材编写的。共分七个部分：不同生境下植物气候观测、生理生态实验、植物的竞争、植物群落数量特征的调查、植物群落分析、植物群落分类、植被结构的分析、综合与制图等共三十三实验。实验是以研究对象的组织水平安排的，可在室内或室外进行；每个实验具有一定的独立性，能灵活掌握，各校可以根据具体条件选做。本书具有第二、三代方法书的特点，通过实验能帮助学生加深理解植物生态学的基本概念，启发思考能力和研究兴趣。

高等学校试用教材

植物生态学实验

内蒙古大学生物系编著

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

二二〇七工厂印装

开本850×1168 1/32 印张7.375 插页2 字数189,000

1986年5月第1版 1986年5月第1次印刷

印数00,001—5,170

书号13010·01231 定价1.30元

前 言

我们此次编写植物生态学实验教材，在我国还是第一次。由于缺乏经验，所以在实验内容和学时安排上都有待于在实践中逐步改进。对于实验材料或研究对象，应根据不同条件，因地制宜，作适当调整。

本书编写过程中，得到中山大学、复旦大学、云南大学、厦门大学、兰州大学、西南师范大学、华东师范大学等兄弟院校生物系的大力支持。他们不仅对本书初稿提出不少宝贵意见，而且提供了有关资料，使本书得以及时完成。在此特表谢意。

本书各章节的编者如下（按出现顺序）：

李博 前言，实验一、四；十三—十五、十七、二十、二十六、二十七

曾泗弟 实验二、三

宋炳煜 实验五—十

仲延凯 实验十一、十二

杨 持 实验十六、二十一—二十四、二十八、二十九

刘钟龄 实验十八、十九

雍世鹏 实验二十、三十一—三十三

杨在中 实验二十五

由李博负责全书统稿工作。

编者

1984年6月

绪 言

自1866年生态学 (ecology) 一词诞生以来, 这门学科已得到迅速的发展。近年来, 植物生态学日益成为定量的科学, 它的理论与方法已被广泛地应用于农、林、牧、渔、环境保护、资源管理等各方面。目前, 我国各高等院校的有关系科都在开设植物生态学课程。

众所周知, 科学的发展常常与方法和技术有关。一项新技术的创造, 往往能促进学科的迅速发展和全新领域的开拓。对于初学者而言, 如果在学习理论的同时, 一开始就学会使用本学科的有关技术, 那么一旦取得经验后, 他就能灵活地运用于新的对象并进行创造活动。可见, 对于学生来讲, 一本植物生态学方法书是多么需要了!

早在本世纪初期, 随着植物生态学工作的开展, 第一批植物生态学方法书相继问世, 其中F. E. Clements 1905年在美国出版的“生态学研究方法” (Research Method in Ecology) 是最早的一本。稍后的方法书中, 影响较大的如A. G. Tansely 1923年著“实用植物生态学” (Practical Plant Ecology), E. Rubel 1922年著“地植物学研究方法” (Geobotanisch untersuchungsmethoden), G. E. Du Rietz 1930年著“以基群丛分析为基础的植被研究” (Vegetationsforschung auf Soziationanalytischer Grundlage), 以及B. H. Сукачев等人 (1918)的“植物地理学研究纲要” (Програма для Ботанико-географических Исследований, Вып. 1, 2)和B. В. Алехин等人 (1925年)的“地植物学研究方法”(Методика Геоботанических Исследований)等。上述方法书对植物生态学的发展起了很大作用, 影响着一代生态学家的的工作。这一时期的方法

书已具有明显的学派特色，但由于受时代水平的限制，各家都着重于研究对象的描述，所用仪器、工具都很简单。如R.Bracher 1934年出版的“生态学野外研究”(Field Studies in Ecology)一书中介绍了“一只生态学工具箱”。小小工具箱中的设备即当时生态学工作所需要的全部主要仪器，生动地说明了这一时期的技术水平。

随着社会经济及科学技术的发展，植物生态学也逐渐改进自己的方法和技术，并使本学科得到进一步的发展。在数据处理中，生物统计技术得到普遍应用，实验生态学和生理生态学逐渐兴起，研究范围也更为广泛，从而出现了一批堪称“第二代”的植物生态学方法书，以及不少供大学生用的植物生态学实验指导。其中我国比较熟悉或影响较大的有B.H.苏卡切夫等1952年编写的“地植物学研究简明指南”(李继侗译，科学出版社，1955)，D.Brown 1954年出版的“植被调查和测定方法”(Methods of Surveying and Measuring Vegetation)等。高等院校学生实用的方法书如英国R.C.Mclean与I.Cook 1946年出版的“实用野外生态学”(Practical Field Ecology)，美国J.T.Curtis和Grant Cottam (1950、1956、1962)的“植物生态学工作手册”(Plant Ecology Workbook)以及E.A.Phillips (1959)的“植被研究方法”(Methods of Vegetation Study)等。值得说明的是，上述著作不只是方法或技术的简单叙述，而是通过方法的运用阐明某些生态学问题。

六十年代以来，随着科学技术尤其是计算技术的进步，以及环境、资源等全球性问题的出现，植物生态学得到迅速发展，逐渐从描述进入实验，从定性进入定量，在生理生态、种群生态、植被分析、生态系统以及数量生态、化学生态和系统分析等领域取得了重大进展，使植物生态学成为一门崭新的科学。

在植物生态学的现阶段，如想全面介绍研究方法，则需出版一套丛书。这方面已做出一些例子，如国际生物学规划出版的一

套方法丛书 (IBP Handbooks), 日本出版的“生态学研究方法讲座”(全书33卷)。其中很多卷是属于植物生态学方面的。苏联出版的“野外地植物学”(Полевая Геоботаника)更是植物生态学方法巨著, 1959年出版第一卷, 1976年出至第五卷, 还在继续编写中。除上述丛书之外, 在“第三代”植物生态学方法书中还有一些为大学生编写的简明手册或指南, 如已译成中文的“植物生态学的方法”(S.B. Chapman, 1976; 阳含熙等译, 科学出版社, 1981), “普通生态学实验手册”(G.W. Cox, 1972; 蒋有绪译, 科学出版社, 1979), 以及加拿大W. A. Andrews (1974)的“陆地生态学研究指南”(A Guide to The Study of Terrestrial Ecology)和美国S. D. Wratten等(1980)的“生态学野外和实验室练习”(Field and Laboratory Exercises in Ecology)。这些书都是以生态系统为背景而编写的。多数打破了部门生态学的界线, 将生物界做为一个整体来设计实验, 实为普通生态学的方法书, 但其中植物生态学内容占主要部分。每个实验都代表了生态学中某一方面的问题, 并且尽量利用近代技术、仪器和定量方法, 内容严谨而富有趣味。这些著作作为我们编写本书提供了经验和素材。

本书编写所遵循的原则是: 1. 主要对象为我国大专院校的学生, 目的是帮助他们加深理解植物生态学的基本理论并学会如何着手研究植物生态学课题。2. 既考虑到植物生态学的现代水平, 又不脱离我国目前技术状况与仪器、设备, 以多数大专院校能够做到为前提。因此本书兼有“第二代”与“第三代”方法书的特点。3. 实验排列顺序是以研究对象的组织水平安排的, 从生态因子分析、生理生态、种群到群落分析等。其中有些实验是在室内进行的, 而另一些则需在野外完成, 每个实验有其一定的独立性, 便于灵活安排时间。4. 在学生可利用的时间内, 每个实验都能获得一定的结果。5. 通过实验, 尽可能启发学生的思考能力和进一步研究的兴趣。

应该说明的是，本书取材来自我国北方，对我国南方森林植被的研究方法涉及较少，这有待进一步充实或另编实验手册。

本书是由教研室同志们集体编写的，因受水平、工作地区、经验及仪器、设备的限制，定有一些不足甚至错误，欢迎读者批评、指正。

目 次

绪言	1
第一部分 不同生境下植物气候观测	1
实验一 光强度测定	1
实验二 温度测定	8
实验三 大气湿度测定	16
实验四 生物气候图解	21
第二部分 生理生态学实验	28
实验五 植物气孔的比较观测	29
实验六 植物CO ₂ 交换类型的比较——光合作用的测定	33
实验七 不同环境条件对植物蒸腾失水的影响	44
实验八 植物叶片水势(Ψ 叶)的测定	47
实验九 植物叶片的能量收支——叶温的测定	51
实验十 空气中SO ₂ 对植物叶片叶绿素a、b含量比例的影响	55
第三部分 植物的竞争	58
实验十一 种内竞争	58
实验十二 种间竞争	63
第四部分 植物群落数量特征的调查	69
实验十三 种-面积曲线的绘制	72
实验十四 样方法	75
实验十五 样线法	83
实验十六 距离抽样法	90
实验十七 点样法	94
实验十八 草本植物群落地上生物量的测定	99
实验十九 草本植物群落地下生物量的测定	103
第五部分 植物群落分析	106
实验二十 生活型分析	106
实验二十一 群落中种的多样性测定	117

实验二十二	植物种群的分布格局	125
实验二十三	种对的相关	131
实验二十四	植物群落的排序	140
实验二十五	主分量分析 (PCA)	
	——计算机在群落排序中的应用	149
第六部分	植物群落分类	163
实验二十六	群丛表法 I	164
实验二十七	群丛表法 II	177
实验二十八	植物群落的数量分类	188
实验二十九	计算机在群落分类上的应用	194
第七部分	植被结构的分析、综合与制图	205
实验三十	植物群落生态序列剖面图法	205
实验三十一	植被复合结构关键地段法	209
实验三十二	大比例尺植被现状图的编制	214
实验三十三	应用卫星象片编绘中、小比例尺植被图	219
主要参考文献		222

第一部分 不同生境下植物气候观测

植物能适应各种气候条件，而且也明显地改变着小气候。因此，植物与气候相互联系的研究在农林等部门得到广泛应用，尤其在光、温度、水分等因子对植物的影响以及植物气候等方面开展了大量工作，出现了不少著作。本实验只是通过光强度、温度、大气湿度三个因子的测定，使学生掌握几种小气候测定仪器的原理及使用方法，并通过不同群落或同一群落不同部位的比较，认识植物对生态因子的影响。

本实验为一组测定，可在校园附近选择树林、草地等不同群落，分组对上述因子进行同时测定。实验前先了解仪器原理及使用方法，准备好记录表格，然后赴选定地点进行测定。

实验一 光强度测定

一、目的

1. 了解测定光强度的几种途径，并掌握照度计的原理及使用方法。2. 通过不同树冠内及不同群落中光强度的测定，认识植物和光的相互影响。

二、仪器准备

2 D-1 型照度计、钢卷尺、皮卷尺、记录纸等。并事先选好被测树木及测试群落。

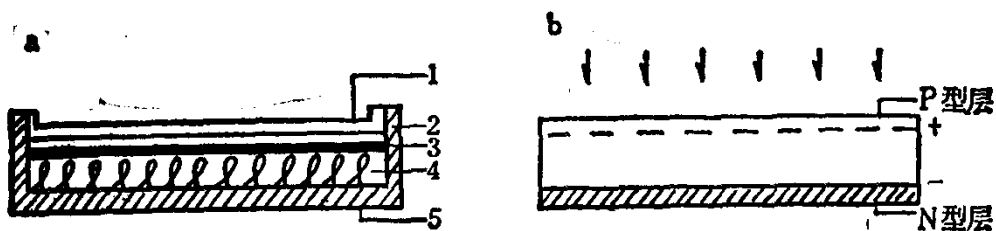
三、一般说明

地球上所有生命的维持，均依靠来自太阳的辐射能。生物圈所接受的太阳辐射，其波长范围在290纳米到3000纳米之间，其中，波长380纳米到720纳米的可见光谱区的能量约占全部辐射的

40—45%。绿色植物仅吸收波长380纳米到740纳米的辐射。

测定太阳辐射有两种途径。第一是测定辐射量，即入射到接收表面上的总辐射量以热量单位、能量单位或功率单位表示，如卡·厘米⁻²·分⁻¹；尔格·厘米⁻²·秒⁻¹；或瓦·厘米⁻²（1卡·厘米⁻²·分⁻¹ = 6.98 × 10⁵尔格·厘米⁻²·秒⁻¹ = 6.98 × 10⁻²瓦·厘米⁻²）。所用测定仪器为各种辐射仪和日射计，前者是以热电偶为基础的热电装置，后者以双金属片的变形对比做基础。这一途径对研究植物的能量平衡和生态系统中的能流过程是必要的。

第二种途径是测定照度或光强度，即物体表面所获得的光通量，以照度单位米烛光(lx)或千米烛光(klx)表示（100klx = 1.5卡·厘米⁻²·分⁻¹）。由于植物生理有效辐射大致与可见光谱相吻合，所以这一方法也常被生态学或生理学工作者所采用。所用测定仪器通常以光电原理为基础，如各种类型的照度计。照度计通常由光电变换器（光探头）、放大器、显示器等部件构成，关键部件为光探头。光探头的大小、形状可以不同，但其工作原理是相似的。本试验所采用的2 D-1型照度计的光探头结构如图1-1。



1.光学乳白玻璃 2.化学滤色玻璃 3.硅光电池 4.填充物 5.壳体

图1-1 a.光探头结构示意图 b.硅光电池结构

硅光电池是光探头的核心，它是一种单结型的半导体器件。受光后，聚集到PN结两侧的电子通过外连电路而形成可以测试的电流。乳白玻璃为余弦修正片，以消除入射光和光探头采光面

不垂直时的误差。光学滤色玻璃可使硅光电池的光谱响应曲线接近于人视觉敏感曲线。

放大器将光探头送出的电讯号加以放大，使其足以推动下一级的显示器。

四、实验步骤

取 2 D-1 型照度计，将电池放入主机箱内（注意极性，勿错置），再将光探头与主机连接，然后在测量环境内进行调试。先将倍率开关置于 $\times 100$ ，工作选择开关置于“调零”，旋转调零电位器使电表指针对准零，然后将工作开关旋至“测”。电表指示数字乘以 100，即为此时的光强度测定值。如电表指示数字小于满刻度值的 $1/10$ ，应变换量程。将倍率开关旋至 $\times 10$ ，并重复以上调零步骤，以提高测量精度。测试结束后，将选择开关拨回“关”位置。

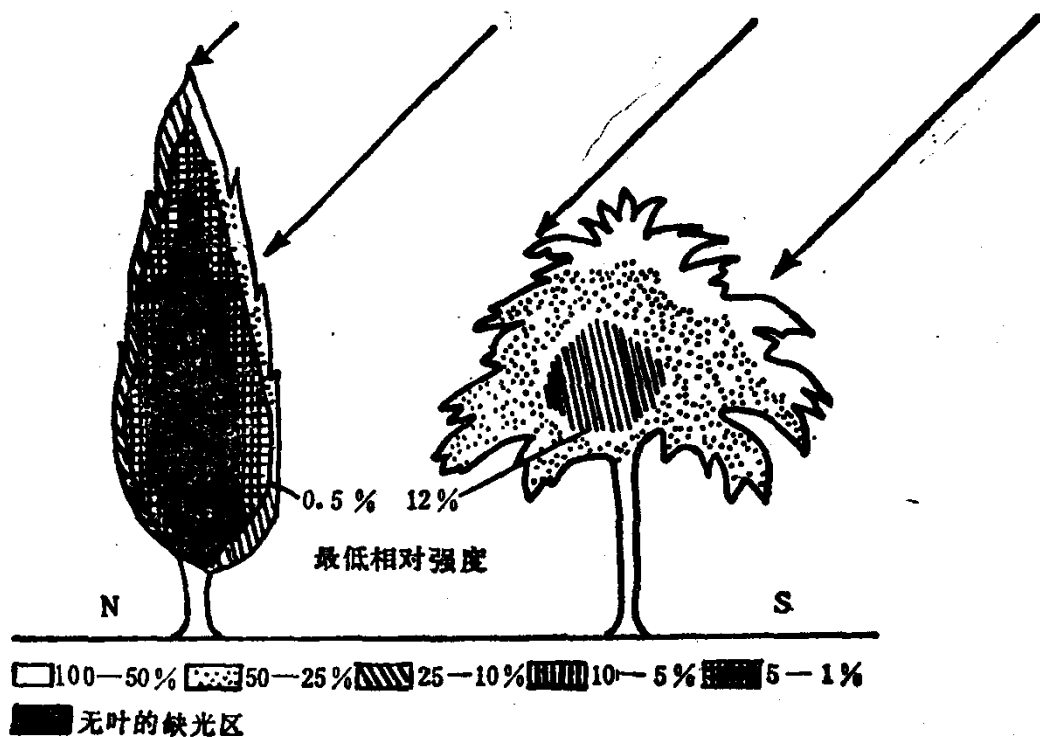


图 1-2 不同类型树冠内光的削弱（引自 W. Larcher, 1975）

掌握仪器调试方法后，分组进行下列测定：

1. 不同树冠内光的分布：在校园中选树冠密实与疏散的树木各一株，参考图 1-2，分层测定树冠内的光强度；同时测定树冠外光强度，做为对照。每一层重复测定 6 次，记入表 1-1。

2. 不同群落中光强度测定：选禾草群落、杂类草群落及人工林各一块。在每一群落中随机设置 3 个样点，每一样点上参照图 1-3，分层测定光强度，每层重复 4 次，填入表 1-2，取平均值，计算各层相对光强度。

表 1-1 树冠内光强度测定记录

植物名称：

取样时间：

取样地点：

观测人：

最大树冠幅（米）：

树高（米）：

测定位置	测定次数						平均	相对值%
	1	2	3	4	5	6		
对 照								
1								
2								
3								
4								
5								

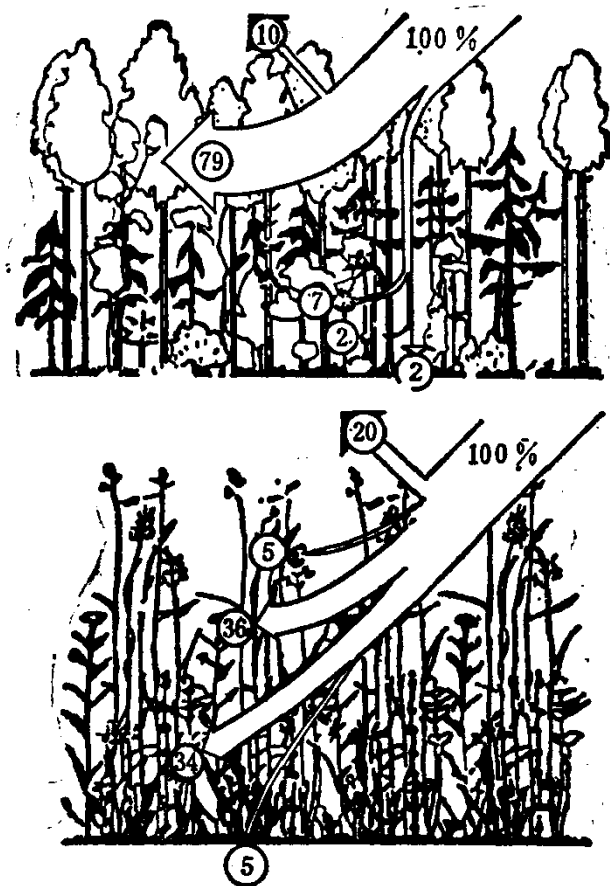


图 1-3 辐射在北方混交林（上）和草甸（下）中的削减
（引自 W. Larcher, 1975）

在使用照度计的过程中，应特别注意下列事项：

1. 在任何情况下不得将光电池直接暴露于强光下，以保持其灵敏度。
2. 光探头要准确地放置在测定位置，使光电池与人射光垂直，并将电流计放平，保证读数可靠。
3. 每一次测定遵循从高档（ $\times 100$ ）到低档（ $\times 10$ ， $\times 1$ ）的顺序。
4. 每次用毕后，及时关闭电门，以免使电流计受损伤。
5. 温度与湿度会影响仪器的灵敏度，不能把照度计存放在潮湿处或温度超过 40°C 的地方。

表 1-2 群落内光强度测定记录

群落名称：
 取样时间：
 取样地点：
 观测人：
 群落高度：
 总盖度：

层及亚层分化

层 次 \ 测值 Ix	1	2	3	平均	相 对 值 %
对 照					
1					
2					
3					
4					
5					

6. 仪器使用一段时间后，应测试电池的效用。先将工作选择开关旋至“电池”档，若指针指在相应红线区，表示电池有效，否则应更换电池。

五、讨论

1. 不同树冠内光的削减参照图 1-2 做图，比较它们的异同，并讨论有关树木补偿点问题。

2. 光在不同群落中的削减参照图 1-4 做出曲线，并加以比较、分析。

六、进一步研究

1. 配合群落叶面积系数的测定。按 M. Monsi 和 T. Saeki 修正的消光方程，计算光在特定群落中的削减并确定消光系数：

$$I = I_0 \cdot e^{-k \cdot LAI}$$

式中：I 为群落顶端之下某一测点的光强度。

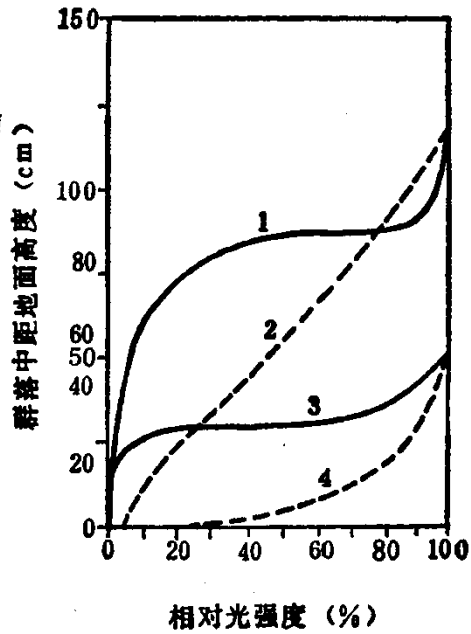


图 1-4 光在不同群落中的削减

1. 多年生蒿草 2. 黄燕麦 3. 三叶草 4. 矮禾草

I_0 为群落顶端入射辐射。

k 为特定群落的消光系数。

LAI 为测点之上的叶面积系数。

2. 测定不同群落中光强度的季节变化，讨论群落结构的季节动态与光照条件的联系。