

全国普通林业中等专业学校试用教材

园林植物生态学

《园林植物生态学》编写组 编

中国林业出版社

全国普通林业中等专业学校试用教材

园林植物生态学

《园林植物生态学》编写组 编



中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

园林植物生态学/《园林植物生态学》编写组编. —北京: 中国林业出版社, 1999. 10
全国普通林业中等专业学校试用教材
ISBN 7-5038-2229-5

I. 园… II. 园… III. 园林植物-植物生态学-专业学校-教材 IV. Q948.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 19802 号



中国林业出版社出版

(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

北京市卫顺印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1999 年 10 月第 1 版 2001 年 11 月第 3 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 7

字数: 170 千字 印数: 10 001~13 000

定价: 7.00 元

前 言

本教材是根据原林业部1996年8月颁发的《普通林业中等专业学校园林专业（四年制）教学计划》及1998年颁发的《园林植物生态学教学大纲》的要求编写的。

园林植物生态学是园林专业的重要基础课。编写中力求理论联系实际，突出生态理论在园林实践中的应用，兼顾我国各地域的情况；同时，注意吸收新知识。

本教材的绪论、第三章（第五节）、第四章（第三节）、第五章（第四节）、第八章、第九章、第十章由广东省广州林业学校李小川同志编写，第三章（第一至四节）、第四章（第一、三节）、第五章（第一至三节）由新疆林业学校于恒同志编写，第一章、第二章、第六章、第七章由吉林省林业学校杨义波同志编写。

本教材由国家林业局职业教育研究中心、中等林业学校营林类专业教材委员会组织审稿。参加审稿的人员有：新疆农业大学林学院丛者福教授（主审）、国家林业局南京人民警察学校杨玉珙高级讲师（副主审）、辽宁省林业学校王长利高级讲师和李恩来高级讲师、四川省林业学校刘跃建高级讲师。编写过程中，受到国家林业局人教司、国家林业局职业教育研究中心、中等林业学校营林类专业教材委员会的关怀和指导，同时，得到新疆林业学校、广东省广州林业学校、吉林省林业学校的大力支持和帮助。在此一并致谢。

由于编写人员水平所限，书中缺点、错误在所难免。请批评指正。

编 者

1998.12

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一节 园林植物生态学概述	(1)
第二节 园林植物的环境	(4)
第一章 植物与光	(7)
第一节 光的性质与变化	(7)
第二节 光对植物的生态作用	(9)
第三节 植物对光的生态适应	(11)
第四节 光的调控在园林植物栽培中的应用	(13)
第二章 植物与温度	(15)
第一节 温度的变化规律	(15)
第二节 温度对植物的生态作用及植物的生态适应	(16)
第三节 园林植物群落对城市气温的调节作用	(22)
第四节 温度的调控在园林植物栽培中的应用	(23)
第三章 植物与水	(26)
第一节 不同形态水的生态意义	(26)
第二节 植物对水分的需要和适应	(27)
第三节 园林植物群落对城市水分状况的调节作用	(30)
第四节 植物对水污染的净化作用	(31)
第五节 调节水分在园林植物栽培中的应用	(32)
第四章 植物与大气	(34)
第一节 大气组成及其生态意义	(34)
第二节 大气污染与植物	(35)
第三节 风与植物的生态关系	(43)
第五章 植物与土壤	(45)
第一节 土壤理化性质的生态作用	(45)
第二节 土壤生物对植物的生态作用	(47)
第三节 以土壤为主导因素的植物生态类型	(48)
第四节 城市土壤与植物	(50)
第六章 植物与生物	(53)
第一节 植物与生物的生态关系	(53)
第二节 生物关系调节在园林实践中的应用	(56)
第七章 植物与环境相互作用的基本规律	(58)
第八章 植物群落	(61)

第一节 植物群落的特征	(61)
第二节 植物群落的形成和发育	(64)
第三节 植物群落的演替	(66)
第四节 城市植物群落	(68)
第九章 植被的分布	(71)
第一节 植被的分布规律	(71)
第二节 中国植被的区划	(74)
第三节 植被分布规律在园林绿化中的应用	(77)
第十章 生态系统概述	(79)
第一节 生态系统的基本特征和功能	(79)
第二节 城市生态系统	(84)
第三节 园林生态系统的地位和作用	(88)
附录 抗天气污染植物简表	(90)
主要参考文献	(103)

绪 论

第一节 园林植物生态学概述

一、生态学的概念

生态学 (ecology) 一词由德国学者 E. H. Haeckel 于 1866 年提出。是由希腊文词根“Oikos”和“logos”演化而来。Oikos 之意是“生活场所”，logos 意为学问。因此，生态学在创立时，即表达为研究生物有机体与其生活场所之间相互关系的科学。生态学发展至今，其内涵与外延都有了变化。最重要的变化是：随着人类活动强度的激增和范围的日趋广阔，人与自然界的协调关系出现了问题。怎样使人与自然、发展经济与保护环境之间得到协调和持续发展，这促使生态学的研究内容和任务扩展到人类社会、渗入到人类的经济活动，并成为当代各国政府指导有关发展和建设决策的理论依据。生态学的定义不能局限于当初经典的涵义，对此学者们曾有过不少不同的表达，归纳各方观点，结合生态学发展趋势，生态学可表述为：研究生物生存条件，生物及其群体与环境相互作用的过程及其规律的科学。其目的是指导人与生物圈（即自然、资源与环境）的协调。

二、园林植物生态学的概念

生态学由于研究对象、内容的不同发展为许多分支学科，成为一个庞大的学科体系。按研究对象的组织层次划分，有个体生态学或生理生态学、种群生态学、群落生态学和生态系统生态学，以及分子生态学、景观生态学和全球生态学等；按生物分类类型划分，有植物生态学、动物生态学、昆虫生态学、微生物生态学、人类生态学等；按栖息地类型划分，有淡水生态学、海洋生态学、河口生态学和陆地生态学等；陆地生态学又分为森林生态学、草地生态学、荒漠生态学、山地生态学等。此外，还有一系列交叉、边缘学科和应用生态学的分支领域。

研究植物生存条件，植物及其群体与环境相互作用的过程及其规律的科学，即植物生态学。园林植物生态学，是由植物生态学分支而来，属于应用生态学范畴。因此，园林植物生态学可认为是研究园林植物生存条件，园林植物及其群体与环境相互作用的过程及其规律的科学。

三、园林植物生态学的内容和任务

园林植物生态学，主要内容包括植物与环境之间的生态关系、植物群落与环境之间的生态关系、生态系统的概念和基本功能，以及植物生态关系原理在园林绿化中的应用等。

在植物环境方面，主要研究光、温度、水分、大气和土壤等环境因子的生态意义和园林植物对这些环境因子的耐受性、适应性及其生态类型。同时，还研究园林植物对这些因子的反

作用,即园林植物对环境的改造和保护作用。在植物群落方面,主要研究群落的结构特征、地理分布以及群落的发生发展和演替规律等。生态系统的研究是把植物群落和其生态环境视为不可分割的整体,着重研究生态系统内植物、动物与其所处环境之间的相互关系以及各成分之间物质循环和能量转化过程。

园林植物生态学的主要任务,是在于揭示植物个体的生长发育和植物群体的结构、形态、形成、发展与环境之间的生态关系,以及生态系统的基本功能,从而更好地控制和调节植物与环境之间的关系。在园林工作中,了解园林植物与环境相互关系的规律,以便一方面正确地改善环境条件,以满足园林植物对外界物质和能量的要求,另一方面充分发挥植物的生态适应潜力,使其能最充分地利用环境条件和最有效地改造环境,从而最大限度地发挥植物在园林绿化中的优势和潜力。

四、园林植物生态学的地位

园林植物生态学是园林专业一门综合性很强的基础课。它涉及的面很广,与许多基础科学有机地联系着,并相互渗透。它与植物形态、解剖、分类、进化,以及植物生理、植物保护等生物科学密切相关,并与气象、土壤、地理、地质等环境科学有直接或间接的联系。在城市中,人类社会的种种活动对植物起着极大的影响,因而它也涉及到社会科学的有关知识。学习园林植物生态学,为进一步学习园林植物栽培学、观赏树木学、花卉学、育种学,以及园林规划设计、施工乃至园林经营管理等学科奠定理论基础。

园林绿化工作是现代化城市建设中的重要组成部分,在它所提供的多种功能作用中,改造环境与保护环境是最为重要的内容。园林绿地为人们创造了舒适和良好的生产、生活与学习环境。园林绿地的建设,是人类社会发展到了更高水平的重要标志,是文明建设的重要内容。

园林绿地的类型很多,就其范围与面积而言,有广有狭,有大有小,就其性质与内容说,有繁有简,有多有少。不论是范围广阔的风景区、自然保护区,还是范围不大的一片风景林、一个公园,乃至更小范围的一片草坪、一块花坛,都包括了最根本的、不可缺少的两方面的内容,就是植物与它所生存的环境。没有植物就不能成为园林绿地,没有必要的生活条件,花草树木也就无法生长发育。因此,园林工作者就需要认真研究它们之间的相互关系,熟悉植物生态学的基础理论知识,只有这样才能更好地进行园林绿化工作。

园林植物种类繁多,包括众多的观赏树木、花卉、草本与地被植物,以及它们的许多品种品系。在配置这些园林植物时,可以是单株种植,而多数情况下是丛栽群植或成片种植:有的是单层,有的是多层次组合。如何使之形成合理、稳定的群体,促进植物个体或群体顺利地生长发育以达到预期的效果,就在于充分了解和应用生态学的知识,掌握植物生态的基本规律。特别是城市中的园林绿地,由于人们的频繁活动,造成路渠遍布、车辆众多、建筑密集、土壤结构复杂,光照、温度、湿度等气候条件具有特殊性,加之工业三废污染严重,使生态环境发生了很大变化,就更需要在充分了解一般生态规律的同时,再进一步掌握城市生态环境的变化,以及城市环境与植物相互作用的规律,才能避免工作中的盲目性,从而收到较好的效果。

五、生态学的发展趋势

生态学创立于1866年,是一门比较年轻的学科。随着科学技术的进步和社会经济的发展,

人类同时面临着生存环境日趋恶化的问题。因此,生态问题越来越引起人们的高度重视,生态意识和生态文明不断深入人心。当前,经济效益、社会效益和生态效益已成了指导人类一切生产活动的三个基本原则。近年来,在世界范围内出现了“生态热”,大大推动了生态学的普及和发展。综合国内外生态学发展的趋势,大致有以下4个方面。

1. 由中观水平向宏观与微观两个方向、两个深度发展。如果把个体、种群、群落、生态系统都视为中观范畴的话,那么,现代生态学发展的一个方向是向区域性、全球性乃至宇宙性方面发展。这是由于人类已有一定的能力和这种紧迫的需要。面对如何处理诸如环境污染治理的无国界性问题,人类和地球共同的温室效应和臭氧空洞问题以及其他的灾害性问题等等。由地圈、生物圈、大气圈所构成的复杂的、学科交织的研究,必然使许多学科发生新的联结,产生新的生长点,为生态学发展带来新的机遇。以宇宙生态学而言,人们需要在宇宙航行中认识宇宙环境对生物的生态影响,因此有必要研究宇宙生态学问题。生态学发展的另一个方向是向微观方面发展,这是生态学与分子生物学、分子遗传学、生理学、微形态解剖学的结合。这类研究将依靠更加精密的仪器,如高倍电镜、中子探针、紫外荧光、核磁共振等手段,可以精细地观测器官内部、细胞内部的结构变化。这些手段将结合分子生态、生理生态、宇宙生态学,形成一些新的前沿研究领域。

2. 多学科合作和相互交叉、渗透的发展趋势。生态学除了生态学自身规律的研究外,生态学研究还将与重大社会问题更加密切地结合,以人类及其生存的星球的持续发展为最终目标。因此,生态学将渗透到与这个主题有关的任何方面,单独依赖某一门科学来解决上述问题是不可能的。这就要求今后的生态学家应善于与其他学科的科学合作与协调工作。

3. 产生一些新的分支学科。由于生态学与多学科合作和相互交叉渗透,一些观念也会由于人类认识的升华而发生某些新的变革。例如,对植物个体单元(构件理论)的新认识正在引起讨论。虽然我们尚难估计其前景,但可以认为它在一定程度上会带来一些对植物生态学的新认识。

4. 现代生态学在哲学观念上、方法论上也面临着新的突破。整体、动态、开放、优化等思想的发展使生态学工作者体验到传统的热力学定律、基于因果关系的线性表达式以及限于弄清生态过程物理本质的研究水平,已不能适应现代生态学的需求。必须探讨新的指标体系和新的定量表达方式,建立新的模型,从而将促进数、时、空、序在生态学中的深入研究。对于复杂的生命系统对外部信息的灵活反应能力及功能的自我调节的定量表达,基于因果关系和黑箱理论的生态学工作方式,显然不能满足要求,还有待于在系统论、控制论和协同论的数学理论发展基础上的新突破。近代化学物理学的突破也将深化生态过程的分析。

基于上述认识,面对现代生态学已有的成就与问题,展望今后生态学的发展,可以认为,传统的生态学研究内容仍将是生态学的基本任务。因为它们仍然是生态学向宏观、微观两端,向其他自然学科和社会经济学科渗透的基础和核心;是发展衍生新的生态学分支的基础和核心;也是最终解决人类协调与自然的复杂关系应遵循的基本规律所要求的研究任务。因此,无论世界的还是我国的生态学发展,都将紧密围绕两条相互关联的轨道发展。

第一、作为生命系统基础的个体生理生态学和建立在个体基础上的种群生态学、群落生态学、生态系统生态学,是最基础的研究。在这些研究中尚有大量理论与实际问题需要解决。这类研究也是人类最重要的科学积累。其中,生态系统生态学由于它是区域性和全球性生态学研究的基础,它本身也正处于理论与实践的发展期。生态系统水平的研究发展将是今后最重要的部分。

第二、作为生态学与其他学科交叉渗透的新分支学科的发展，如数学生态学、化学生态学、景观生态学、城市生态学、微生物学、进化生态学、能量生态学等，将是生态学理论和方法发展最活跃的部分。它们是生态学探索性、先导性的前沿研究阵地，必将参与宏观上、微观上一些较复杂的功能的研究。

目前，世界上生态学最关注的研究问题可以美国为代表来说明，他们提出的全球气候变化、生物多样性和可持续生态系统三个问题将是近期的研究重点。显而易见，这三大问题正是围绕人类生存最密切相关的问题，而进行这三大方面的研究，必然要动员生态学各层次的研究由个体到群体生理生态、种群、群落、生态系统乃至全球生态，紧密地把宏观、中观、微观研究结合在一起。不只如此，而且还必将促进生态学与其他自然科学、社会科学的协作和渗透交流，在发挥生态学作为核心领域的同时，也有利于推动新的交叉学科的发展。

第二节 园林植物的环境

一、环境的概念

“环境”这一术语应用相当广泛。生态学中，把环境理解为：生物生存空间内各种自然条件的总和，或是从各方面影响生物的外部动力与物质的总和。例如：光照、温度、水分、空气、土壤以及其它动植物等。分析出来的这些环境要素称为“环境因子”。

对植物来说，其生存地点四周的空间，就是植物的环境。然而这种环境中的环境因子，并不是都对植物发生作用，有的可能在一定阶段不发生作用。凡对植物发生作用的因子，称为“生态因子”。生态因子中有一些是植物生活所必需的，主要有光、热、水、氧、二氧化碳和无机盐，它们是植物的生存条件，通常称为“生活因子”。植物生存地周围空间全部生态因子的综合，就是植物的“生态环境”，简称为“生境”。

二、环境因子的分类

构成植物生境的各要素彼此间都是紧密相关的。任何一个要素的变化，都会影响整个环境的生态作用。为了研究的方便，人们常将环境因子进行多种形式的分类，通常分为气候因子、土壤因子、生物因子、地理因子和人为因子5大类。

1. 气候因子：气候因子可以分析为光照、温度、空气、水分、雷电等许多因子。其中光照因子又可以分析为光照的强度、光谱的成分、日照时间长短等许多因子。其他气候因子也可以分析为许多独立的因子。

2. 土壤因子：土壤因子可以分析为土壤有机质和无机质的物理、化学性质以及土壤生物和土壤微生物等因子。

3. 生物因子：生物因子可以分析为动物、植物、微生物等因子。

4. 地理因子：包括地势起伏状况，如山脉、高原、平原、洼地等，以及海陆分布、坡度、坡向、海拔、经纬度等。

5. 人为因子：指人类对自然资源的利用、改造和破坏所造成的影响等。

以上列举五类因子中，气候因子、土壤因子和生物因子，都是直接对植物发生作用的。而地理因子对植物的作用，是由于地形影响了气候和土壤，并通过改变了的气候和土壤而影响植物。因此，地理因子对植物只有间接的作用。人为因子对植物的影响往往超过其他所有因

子。因为人类的活动通常是有意识有目的的，所以对自然环境中的生态关系起着促进或抑制、改造或建设的作用，而有时则是起着破坏的作用。当然，自然因子中有些强大的作用，也不是人为因子所能代替的。例如，昆虫对虫媒花植物，风对风媒花植物在广阔地域内的传粉，就不是人工授粉所能胜任的。至于强大台风的破坏作用，目前人们还只能被动防御，尚无法改变。

三、城市环境因子的特点

城市是人口最为集中，人类的活动特别是工业生产、交通运输最为集中、最为频繁的地方，也是园林工作较集中的地方。人类的生活、生产活动，极大地改变了城市内及其近郊的环境因子，因而也明显地影响了园林绿地中植物的生长、发育。

1. 大气成分发生了明显的变化。城市中各种燃料的燃烧、废气的排放以及人类的频繁活动，增加了城市空气中二氧化碳的含量，由一般平均含量 0.03%（按体积）增加到 0.05~0.07%，局部地区可高达 0.2%。有毒气体也大量增加；粉尘、有毒的重金属微粒，如铅、锡、铬、砷、汞等，以及一些放射性物质都有所增加。空气中有害物质的增加，易对植物产生危害。

2. 雾多、云多，太阳辐射减弱，日照缩短，气温升高。城市空气中存在的许多固体粉尘、微粒，有许多是吸湿性核或冻结核，能使水汽凝结。在垂直对流作用下，会使云、雾增多。据统计：城市中的雾日，冬季比农村多 100%，夏季比农村多 20%~30%。城市空气中的固体微粒较多及二氧化碳等含量高，吸收和反射了太阳辐射，加之云雾多，以致光强度减弱，减弱程度可达 10%~20%。特别是减弱了其中的红黄光和紫外线的强度，影响了植物的同化作用和花青素的形成。因此城市中培育的鲜花，就不及远郊培育的艳丽多彩。此外，在城市高层建筑的阻挡下，日照时间也缩短，一般能减少 5%~15%，有的地段甚至整天接受不到直射光。

城市中，人们生产和生活活动，使热量增加。同时，二氧化碳含量的增加又阻止了地面热的扩散。加之马路、建筑物的强烈反射，以致城市气温一般都较农村高 1~2℃，尤其在晴朗无云、无风的天气；日落后，甚至能高好几度。城市就像周围农村低温海洋上的“热岛”，这种现象称为“热岛效应”。许多喜温植物，在城市环境中，较在同纬度的旷野环境中得以顺利越冬，提高了它们的纬度分布线。

3. 风速较小，风向改变。由于城市建筑物的阻挡、摩擦，减低了风速；又因街道的走向、宽度、两旁建筑物的高度、朝向及型式等的不同，改变着风的方向；有的街道方向与盛行风的风向一致时，产生所谓“狭管效应”而使风速增大。这些都对园林植物的蒸腾作用、繁殖作用，以及对一些树木的形态均产生一定影响。

4. 蒸发量小，相对湿度低。城市里的建筑物，以及封闭性的道路，阻止了土壤对降水的吸收，同时也阻止了土壤水分的蒸发。大部分雨水很快沿地下管道排走。城市里植被少，植物蒸腾量小，气温较高，因而空气中相对湿度较农村小；至于绝对湿度，城市中白天较小，而夜晚，特别是夏天晴朗的夜晚，由于空气层极不稳定，空气中水汽不易凝结成露，且有一定量的人为水汽存在，故绝对湿度能较农村稍大。由于城市中湿度较小，我们对一些喜湿性的植物，必须注意喷洒灌溉，或采取群植、丛植措施，以利保湿。

5. 土壤情况较为复杂。人类频繁的活动，彻底改变了土壤自然形成后的发育过程，形成了一种特殊的土类——城市土壤。它缺乏完整的发育层次，同时一般都混杂着许多碎砖、碎

瓦、石块，以及金属、玻璃、塑料等建筑或生活残余物，土层厚薄及酸碱度变化也较大；土壤空气少，表层特别板结，土壤中有时还含有对植物有害的物质等。

6. 城市的生物环境也不同于山野。在城市中，一般野生禽兽几乎绝迹，家雀也随人口密度的增加及建筑结构的改变而减少，而能适应城市环境的昆虫都得到了繁殖的机会。例如许多城市袋蛾、刺蛾等则有所增加；白蚁类得到了更有利的环境，促进了繁殖；蜂、蝶类昆虫则逐渐绝迹。因此城市绿化工作中还要注意加强某些病虫害的防治，对鸟类更需要加以保护或招引。由于益虫的减少，致使一些园林植物优良品种的传粉失去媒介，就需要加强人工辅助授粉了。

四、园林植物在环境保护中的作用

园林绿化是城市文明建设的重要内容。园林植物是指在园林绿化中用来美化、香化、彩化和绿化环境的植物，它是构成园林景观的基本材料。园林植物不但构成园林景观，发挥美化和绿化的功能，而且对改善和保护环境、维持生态平衡具有重大的作用。园林植物构成的园林绿地，被誉为“城市的肺脏”。它在净化空气、吸滞灰尘、减少空气含菌量、减弱噪音、降温增湿等方面具有明显的作用。

园林植物除乔木与灌木之外，草本、花卉、地被植物及草坪等均有显著的改善和保护环境的作用。为了迅速地绿化祖国，美化城市，改善和保护生态环境，应大力提倡栽花、种树、种草，提高城市的绿化覆盖率。尽快用植物将裸露空地覆盖起来，不使黄土见青天。随着人类文明进程，从农业社会跨入到工业化社会，生产力得到极大发展。人类改造自然、破坏自然的能力空前强大。城市化进程加快。人类强烈追求物质文明，导致城市化的迅速发展，同时引起城市环境恶化，污染严重，城市气温偏高，湿度偏小，雨雾偏多，因而常被称为“热岛”“干岛”“雨岛”和“雾岛”；大气污染、水污染、土壤污染和噪音污染并称为城市“四害”。此外，城市化过程中，人类获得物质文明的同时，也伴随着环境质量、生活质量下降的问题。人与自然、人与城市共存关系和持续协调发展关系受到空前的挑战。因此，当代园林应以植物为主体，发挥园林的多重功能，不仅重视园林的游憩、景观功能，更重视园林植物改善环境的生态功能，即走所谓生态园林道路。

第一章 植物与光

太阳能是一切生命活动赖以维持的能量。绿色植物利用太阳能，把无机物合成有机化合物，使太阳能转变为化学能贮存于有机化合物中，从而为其它生物的生存提供了物质和能量基础。同时，太阳辐射作为地球上的主要热能，使地球和大气保持一定的温度与水分条件，为生物的生存创造了必要的环境条件。

太阳辐射在地球表面随时间和空间发生有规律的变化，这种变化直接影响着植物的生长和发育。如光照强弱和光谱组成对植物的生理活动、组织和器官的分化、种子萌发等都有很大影响。而日照时间的长短则制约着植物的开花、休眠等过程。所以光对植物有重要的生态作用。

第一节 光的性质与变化

一、太阳的光谱组成

太阳辐射能是指以电磁波的形式，从太阳投射到地球表面上的辐射能。其主要波长范围在 $0.15\sim 4\mu\text{m}$ 之间。

太阳辐射能随波长的分布称为太阳辐射光谱。太阳辐射光谱按其波长分为紫外线（波长小于 $0.4\mu\text{m}$ ），可见光（波长 $0.4\sim 0.76\mu\text{m}$ ）和红外线（波长大于 $0.76\mu\text{m}$ ）三个光谱区。在可见光中，根据波长不同，又分为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色的光。在太阳辐射能中红外线占 60%，可见光占 39%，紫外线占 1%。

二、光照强度的变化

太阳辐射在穿过大气层时，被大气吸收、散射和反射，使辐射能减弱，到达地表的太阳辐射能大约为大气上界时的一半左右（图 1-1）。

太阳辐射以直射光和散射光两种形式到达地球表面。散射光的强度虽然比直射光的弱，但被植物吸收较多，对植物的伤害作用小，因为散射光中含有较多红黄光。

太阳辐射强度随着纬度、海拔高度、地形、坡向等发生变化，也随时间而变化。由于随着纬度增高，太阳高度角减小，太阳辐射穿过的大气层距离增长，直射光减少，散射光、漫射光的比例增大，故地表光照强度减弱。

随着海拔高度的升高太阳光照增强，这是因为随着海拔高度的升高，大气厚度相对减小及大气透明度增强的缘故。如在海拔 1000m 的山地可得太阳全部辐射能的 70%，而在海平面上只得到 50%。

坡向和坡度都影响光照强度。在相同坡度的条件下，各坡向的光照强度变化为：南坡光照最强，东西坡次之，北坡光照最弱；在同一坡向上，夏季，平坦的斜坡比陡坡上的光照强度大；冬季，在一定的坡度范围内，南坡的坡度越大，光照就愈强。南坡的坡度每增加 1° ，中

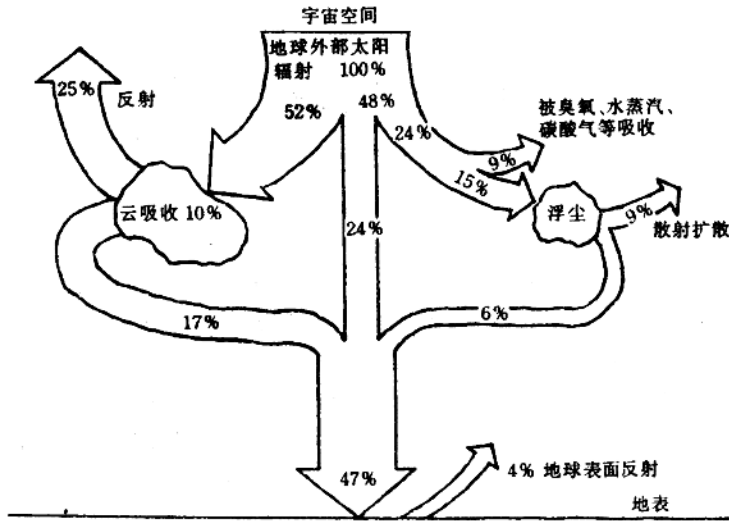


图 1-1 太阳辐射能到达地球表面分配示意图

午前后所获得的太阳辐射能相当于水平面向南移一个纬度所获得的太阳辐射能。例如北京(约北纬 40°) 坡度为 8° 的南坡, 正午所获得的太阳辐射能, 相当于南京(北纬 32°) 水平面上所获得的太阳辐射能。根据这一规律, 在引种时, 可以把南方喜温植物移栽到北方热量条件得到满足的南坡上; 北坡的光照强度正好与南坡相反。

光照强度随时间的变化规律为: 在一天中, 中午太阳高度角度最大, 光照最强; 早晚太阳高度角最小, 光照强度最弱; 在一年中, 夏季太阳高度角最大, 光照强度最强, 冬季太阳高度角最小, 光照强度最弱。

三、日照长度的变化

日照长度是指每天从日出到日落的时数, 即昼长。

地表各地间的日照长度是不同的, 主要随纬度和季节呈现有规律的变化。春分和秋分除两极外, 全球都是昼夜平分。在北半球, 夏半年(从春分到秋分) 昼长夜短, 并且纬度越高, 白昼越长, 在北极地区无黑夜, 出现极昼现象; 冬半年(从秋分到春分) 昼短夜长, 而且纬度越高, 黑夜越长, 北极地区出现极夜现象(表 1-1)。由于夏半年正是植物生长季节, 故把我国北方地区称为长日照地区, 南方地区称为短日照地区。夏半年北方地区的长日照可以弥补光照强度小的不足, 使北方地区受到充足的光照, 满足植物生长发育对热量的需求。

表 1-1 我国几个城市的日照长度(时:分)

地 点	纬 度(N)	夏 至	冬 至
漠 河	$53^{\circ}32'$	16 : 47	07 : 13
齐 齐 哈 尔	$47^{\circ}20'$	15 : 59	08 : 16
长 春	$43^{\circ}55'$	15 : 17	08 : 43
北 京	$39^{\circ}57'$	14 : 50	09 : 10
南 京	$32^{\circ}00'$	14 : 04	09 : 52
广 州	$23^{\circ}08'$	13 : 25	10 : 25
海 口	$20^{\circ}00'$	13 : 13	10 : 27

第二节 光对植物的生态作用

一、光照强度的生态作用

光照强度对植物的生长及形态结构的形成有重要作用。首先是植物光合作用的能源,在一定范围内,植物的光合作用随着光照强度的增强而增强。而光合作用合成的有机物质是植物生长的物质基础。因此,植物细胞的增大和分化、细胞的分裂和伸长,植物的体积增长及重量的增加,都与光照强度有关(表 1-2)。

表 1-2 2 年生的椴树在不同光照强度下的新梢长度、根颈直径、干重和叶面积

相对光照强度 (%)	新梢长度 (cm)	根颈直径 (mm)	干 重 (g)				单株叶面积 (cm ²)
			叶	茎	根	总重	
100	27.3	5.6	1.8	2.6	3.4	7.8	27.6
78	20.5	4.2	1.1	1.4	1.7	4.2	24.1
24	16.2	4.1	0.5	0.9	1.0	2.4	22.6
8	14.4	3.6	0.4	0.7	0.8	1.9	20.9
1	11.0	1.7	0.1	0.2	0.1	0.4	17.9

光还能促进植物的组织和器官的分化,制约着各器官的生长速度和发育比例。强光对植物茎的生长有抑制作用,但能促进组织分化,有利于树木木质部的发育。如在全光照条件下生长的树木,一般树干粗壮、树冠庞大、枝下高较低,具有较高的观赏与生态价值。充足的光照条件也有利于苗木根系的生长,形成较大的根茎比,这对苗木的后期生长十分有利。

如果光照强度分布不均,则会使树木的枝叶向强光方向生长茂盛,向弱光方向生长不良,形成明显的偏冠现象。这种现象在城市园林树木中表现很明显。由于现代化城市高楼林立、街道狭窄,改变了光照强度的分布,在同一街道和建筑物的两侧,光照强度会出现很大差异。如东西走向的街道,北侧接受的光远多于南侧,这样由于枝条的向光生长会导致树木偏冠。树木和建筑物的距离太近,也会导致树木向街道中心进行不对称生长。

光照强度也影响植物的发育。植物体内的营养积累与花芽的分化和形成密切相关。光照减少,营养物质积累减少,花芽的形成也减少,已经形成的花芽,也会由于体内养分供应不足而发育不良或早期死亡。因此,为了保证植物的花芽分化及开花结果,必需保持充足的光照条件。植物开花的颜色与开花时间也与光照强度有关。在强光照射下,有利于花青素的形成,这样会使植物花朵的颜色鲜艳。光照的强弱对植物花蕾的开放时间也有很大影响。如半支莲、酢浆草在强光下开花,月见草、紫茉莉、晚香玉在傍晚开花,昙花在夜间开花,牵牛、亚麻只盛开于每日的早晨。

二、光谱成分的生态作用

不同波长的光对植物的生长发育、种子萌发、叶绿素合成及形态形成的作用是不一样的。太阳辐射光谱不能全被植物吸收。植物吸收用于光合作用的辐射能称为生理辐射,主要指红橙光(波长 0.6~0.7 μm)和蓝紫光(波长 0.4~0.47 μm)。红橙光被叶绿素吸收最多,光合作用活性最大,蓝紫光的同化效率仅为红橙光的 14%。红橙光有利于叶绿素的形成及碳水化合物化合物的合成,加速长日照植物的生长发育,延长短日照植物的发育,促进种子萌发;蓝紫

光有利于蛋白质合成，加速短日照植物的发育，延迟长日照植物的发育。紫外线有利于维生素C的合成。

在诱导形态建成、向光性及色素形成等方面，不同波长的光，其作用也不同。如蓝紫光能抑制植物的伸长，而使植物形成矮小的形态；而红光有利于植物的伸长生长。如用红光偏多的白炽灯照射植物，可引起植物生长过盛的现象。青蓝紫光还能引起植物的向光敏感性，并促进花青素等植物色素的形成。紫外线能抑制植物体内某些生长素的形成，以致植物的白天生长速度常不及夜间。生长锥内生长素受侧方光线的影响，在迎光一面生长素少于背光面，造成背光面生长速度快于迎光面，产生所谓植物向光运动。紫外线也能抑制植物茎的伸长，引起向光敏感性和促进花青素的形成。在紫外线辐射下，许多微生物死亡，能大大减少植物病虫害的传播。高山植物一般都具有茎干粗矮、叶面缩小、毛茸发达、叶绿素增加、茎叶富含花青素、花色鲜艳等特征。这除了和高山低温风大有关外，主要是因为在高山上，蓝、紫、青等短波光线及紫外线较多的缘故。

三、日照长度的生态作用

1. 日照长度对植物开花的影响：很早人们就注意到植物的开花与随季节变化的昼夜长短有关。植物开花对昼夜周期的适应反应称为光周期现象。

经研究证明，在光周期现象中，对植物开花起决定作用的是暗期长短，即短日照植物必须在超过某一临界暗期的情况下才能形成花芽；而长日照植物则必须在短于某一临界暗期时才能开花。闪光试验进一步证明了暗期的重要性：如对短日照植物在暗期给予短暂光照（用闪光打断），即使光期总长度短于其临界日长，短日照植物也不开花，因其临界暗期遭到间断而使花芽的分化受到抑制；而同样情况却可促进长日照植物开花（图1-2）。

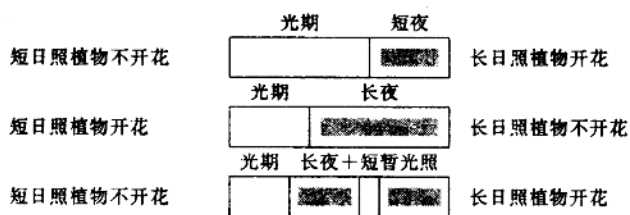


图1-2 短夜、长夜、长夜闪光对长、短日照植物开花的影响

在光周期诱导期间，所需的光周期诱导日数随植物而异。有的需要一个诱导光周期即可，如短日照植物苍耳和日本牵牛花；有的植物则需要较长的光周期诱导日数。这主要与该植物的地理起源有关。通常起源于北半球植物，越靠近北方起源的种或品种的短日照植物所需要光周期诱导的短日数越少；长日照植物则越是靠近南方起源的需要光周期诱导的长日数越少。

在光周期诱导期间，如果光照强度过弱，会降低开花反应。这是因为花芽的分化和形成需要较多的养分。所以，许多短日照植物在光周期诱导暗期之前和之后给以强光照，能促进其开花反应，特别是暗期之前的强度光照更为有效。长日照植物也如此，如敏感的长日照植物苜蓿，诱导花的形成通常需进行4个长日照处理，但给予足够的强光时，则只要一个即可诱导成功。当然，不同的植物或不同的品种在光周期诱导中，对光强的感应也不完全相同，有的反应极为敏感，有的则很不敏感。

光的波长也与光周期现象有关系。根据实验表明，中断黑夜最有效的波长是0.64~

0.66 μm 的红光区。用红光进行光间断处理，短日照植物的花芽形成受到明显抑制，而对长日照植物的花芽形成却有促进作用。又如遮去早、晚几个小时富于长波的光照后，长日照植物的光周期诱导则不能完成，但短日照植物则发育更快。

此外，植物开花的光周期现象还受温度、水分等其它外界因子的影响。在生产实践中，可综合运用各种手段来控制植物的花期。

2. 日照长度对植物休眠和地下贮藏器官的影响：一般来说，短日照可以促使植物进入休眠状态而使生长减缓，长日照可以打破植物休眠，使植物持续不断地生长。如杨树在给予几天的短日照后，即使气温还在相当高的情况下（15 $^{\circ}\text{C}$ 、20 $^{\circ}\text{C}$ 或30 $^{\circ}\text{C}$ ），在继续生长出10~11片叶子后即形成顶芽，叶子生长停止。如果再继续短日照处理（温度条件不变），则其叶子可以在此状态下保持几个月而不再生长，然后逐渐萎黄脱落，进入深休眠状态；如果给以长日照处理，则可以继续生长，而不进入休眠状态。南方起源的树木北移时，由于秋季北方的日照时间长，往往造成南方树木徒长，秋季不封顶，很容易遭受到初霜的危害。为了使南方起源的树木在北方安全越冬，可对其进行短日照处理，使树木的顶芽及早木质化，进入休眠状态，来增强抗寒越冬能力。长日照可促进植物的营养生长，如松树、云杉幼苗在人工长日照下，其生长为对照组（正常光照）的5倍。

许多植物的地下贮藏器官的形成和营养繁殖，也明显受日照长度的影响。如短日照植物菊芋，在长日照下仅仅形成地下茎，并不加粗，但在短日照下则形成肥大的块茎；又如某些落地生根的种类，其叶片上的幼小植株只能在长日照下产生。

第三节 植物对光的生态适应

植物长期生长在一定的光照条件下，在其形态结构及生理特性上表现出一定的适应性，进而就形成了与光照条件相适应的不同生态类型。

一、喜光性植物与耐阴性植物

不同植物的生长对光照强度的要求不一样，有些植物只能在强光下生长，而有些植物在弱光下可生长发育良好。不同植物对光照强度有一定的适应范围，特别是对弱光的适应能力有显著的差异。植物适应庇荫的能力称为植物的耐阴性。根据植物对光的适应程度，一般把植物分为以下三类：

1. 喜光性植物：是指在强光环境中能正常生长发育，在荫蔽和弱光条件下生长发育不良的植物。如树木中的松属（华山松、红松例外）、落叶松属、水杉、侧柏、桦木属、桉属、杨属、柳属、相思属、刺槐、楝树、金钱松、水松、落羽松、银杏、泡桐属、臭椿、悬铃木、乌柏等；花卉中的菊花、白兰、米兰、芍药、夹竹桃和仙人掌科植物等。

2. 耐阴性植物：是指在弱光条件下能正常生长发育，或在弱光条件下比在强光下生长良好的植物。如树木中的云杉属、冷杉属、杜英、红豆杉属、福建柏属、罗汉松属、香榧、黄杨属等；花卉中的文竹、杜鹃花属、四季海棠、海桐、常春藤属、八仙花属、观音座莲等。

3. 中性植物：这类植物对光照强度的要求介于以上两者之间，即在全光照或一定程度庇荫条件下均能正常生长发育的植物。如树木中的红松、椴树、槭树等；花卉中的紫茉莉、天竺葵、萱草、扶桑等。大多数植物属此类型，但其耐阴程度因植物种类而异。

喜光性植物与耐阴性植物在形态结构和生理特性上有明显的区别：