

# 植物生理生态学

## PLANT ECOPHYSIOLOGY

主 编 蒋高明

副主编 常 杰 高玉葆 李永庚



# 植物生理生态学

PLANT PHYSIOLOGY AND ECOLOGY

主编 孙其信

副主编 曹建扶 李博 李博 李博



科学出版社

# 植物生理生态学

主 编 蒋高明

副主编 常 杰 高玉葆 李永康



高等教育出版社

## 内 容 提 要

本书为国内学者编写的第一本《植物生理生态学》教材,全书共分8章:第1章介绍了植物生理生态学的学科起源与发展史;第2章至第5章论述了植物的环境、光合生理生态、水分生理生态、矿质营养;第6章介绍了植物的生长发育;第7章对各种自然环境胁迫对植物的危害进行阐述;第8章探讨人为造成的污染胁迫与植物的响应。本书力求有一定的实用性,增加了常见植物生理生态指标的测定方法;并介绍了植物生理生态学科发展过程中主要科学家的贡献。

本书可供高等院校植物生态学、植物生理学、农学、林学以及环境科学的高年级本科生和研究生作为教材使用,也可供相关领域的科研人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

植物生理生态学/蒋高明主编. —北京:高等教育出版社,2004.12

ISBN 7-04-016180-X

I. 植… II. 蒋… III. ①植物生理学-教材②植物生态学-教材 IV. Q94

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第138415号

策划编辑 林金安  
责任编辑 林 琳  
封面设计 王 睢  
责任绘图 郝 林  
责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100011  
总 机 010-58581000  
经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司

购书热线 010-58581100  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

开 本 787×1092 1/16  
印 张 21  
字 数 500 000

版 次 2004年12月第1版  
印 次 2004年12月第1次印刷  
定 价 34.50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:16180-00

# 《植物生理生态学》编委会

主 编：蒋高明

副主编：常 杰 高玉葆 李永庚

编 委：(以拼音字母为序)

曹坤芳	樊大勇	葛 滢	黄振英	李凌浩
刘美珍	刘允芬	牛书丽	彭长连	师生波
王艳芬	吴冬秀	于顺利	岳春雷	赵可夫

学术秘书：丁 莉 渠春梅

## 主编简介

蒋高明,男,1964年9月16日生于山东省平邑县,1985年毕业于山东大学生物系,1993年在中国科学院植物研究所获得博士学位。1991—1992年和1995—1996年分别在英国利物浦大学和美国生物圈二号从事恢复生态学与全球变化生态学合作研究。现为中国科学院植物研究所首席研究员、博导,中国人与生物圈委员会副秘书长,中国生物多样性保护基金会副秘书长,中国科学院研究生院教授,《植物生态学报》常务编委、《生态学报》编委、《植物学通报》副主编、《生命世界》编委,中国植物学会植物生态学专业委员会委员、北京植物学会常务理事、中国治沙学会会员、中国社会公益协会创会会员、国家气候委员会委员等。研究领域涉及植物生理生态学、恢复生态学、全球变化生态学、生态系统管理等方面。在国内外发表学术论文175篇,科普文章140多篇,主编与副主编专著8部。

## 作者简介与任务分工

- 曹坤芳** 博士,中国科学院西双版纳热带植物园研究员、博士生导师。研究方向:热带森林植物的水分和光合生理生态学、胁迫生理学、胁迫环境下植物生长、发育、形态解剖的研究。通信地址:昆明市学府路中国科学院西双版纳热带植物园,邮编:650223;电话:0871-5161112;E-mail: caokf@xtbg.ac.cn 或 kfcao@public.km.yn.cn。编写第3章第7节。
- 常杰** 博士,浙江大学生命科学学院教授、博士生导师。研究方向:植物生理生态学、理论生物学、富营养化治理的生态工程。通信地址:杭州市文三路34号,浙江大学生命科学学院,邮编:310012;电话:0571-87972193;E-mail: jchang@mail.hz.zj.cn。参与本书设计,与岳春雷合作编写第6章。
- 樊大勇** 博士,中国科学院植物研究所助理研究员。研究方向:植物生理生态学。通信地址:北京香山南辛村20号中国科学院植物研究所,邮编:100093;电话:010-62836275;E-mail: fandayong@ibcas.ac.cn。参与编写附录I.5(与张守仁合作)。
- 高玉葆** 博士,南开大学生命科学学院教授、博士生导师。研究方向:植物生理生态学。通信地址:天津市卫津路,南开大学生命科学学院,邮编:300071;电话:022-23508249;E-mail: ybgao@nankai.edu.cn。参与本书设计,编写第4章。
- 葛滢** 硕士,浙江大学生命科学学院教授。研究方向:植物化学生态学、濒危植物保护生物学、环境污染与治理的生态技术及理论生物学研究。通信地址:杭州市文三路34号,浙江大学生命科学学院,邮编:310012;电话:0571-87972193;E-mail: geying@hzenc.com。编写第2章第1节,与岳春雷合作编写第2章第4节。
- 黄振英** 博士,中国科学院植物研究所研究员。研究方向:植物生理生态学、种子生态学、分子生态学。通信地址:北京香山南辛村20号中国科学院植物研究所,邮编:100093;电话:010-62836276;E-mail: zhenying@ibcas.ac.cn 或 zhenying\_h@hotmail.com。参与本书统稿,编写第7章第5节。
- 蒋高明** 博士,中国科学院植物研究所研究员、博士生导师。研究方向:植物生理生态学、污染生态学、恢复生态学及生态系统管理。通信地址:北京香山南辛村20号中国科学院植物研究所,邮编:100093;电话:010-62836286;E-mail: jgm@ht.rol.cn.net。设计本书框架,负责本书统稿,编写第1章、第2章第2节、第3节、第3章(第7节除外)、第7章第4节、第8章、附录I.4、附录I.6~9。
- 李凌浩** 博士,中国科学院植物研究所研究员。研究方向:陆地生态系统生物地球化学、草原生态学、恢复生态学与自然保护区学。通信地址:北京香山南辛村20号中国科学院植物研究所,邮编:100093;电话:010-62836282;E-mail: linghao@163bj.com。编写第5章。
- 李永庚** 博士,中国科学院植物研究所副研究员。研究方向:植物生理生态学及作物生理

## 2 作者简介与任务分工

- 学。通信地址:北京香山南辛村 20 号中国科学院植物研究所, 邮编:100093; 电话:010 - 62836506; E-mail: liyonggeng@ibcas.ac.cn。参与本书统稿, 编写第 7 章第 2 节、附录 I.3、附录 III。
- 刘美珍** 博士, 中国科学院植物研究所助理研究员。研究方向: 植物水分生理生态学。通信地址: 北京香山南辛村 20 号中国科学院植物研究所, 邮编: 100093; 电话: 010 - 62836506; E-mail: liumeizhen@hotmail.com 或 liumzh@ibcas.ac.cn。编写附录 I.4。
- 刘允芬** 中国科学院地理科学与资源研究所研究员、博士生导师。研究方向: 农业生态系统对全球变化的响应研究。通信地址: 北京市朝阳区大屯路 3 号 917 大楼中国科学院地理科学与资源研究所, 邮编: 100101。E-mail: liuyf@igsrr.ac.cn。编写第 7 章第 1 节。
- 牛书丽** 博士, 中国科学院植物研究所助理研究员。研究方向: 植物光合生理生态学。通信地址: 北京香山南辛村 20 号中国科学院植物研究所, 邮编: 100093; 电话: 010 - 62836506; E-mail: niushuli@ibcas.ac.cn。编写附录 I.1、附录 II。
- 彭长连** 博士, 中国科学院华南植物研究所研究员、博士生导师。研究方向: 植物生理学。通信地址: 广州市天河区乐意居中国科学院华南植物园, 邮编: 510650; 电话: 020 - 85231711; E-mail: pengchl@scib.ac.cn。编写附录 I.2。
- 师生波** 硕士, 中国科学院西北高原生物研究所副研究员。研究方向: 紫外辐射的植物生理生态学。通信地址: 青海省西宁市西关大街 59 号中国科学院西北高原生物研究所, 邮编: 810008; 电话: 0971 - 6143282; E-mail: sbshi@mail.nwipb.ac.cn。编写第 7 章第 3 节。
- 王艳芬** 博士, 中国科学院研究生院生命科学学院副教授。研究方向: 全球生态学。通信地址: 北京玉泉路 19 号(甲)中国科学院研究生院, 邮编: 100049; 电话: 010 - 88258579; E-mail: yfwang@gscas.ac.cn。与吴冬秀合作编写附录 I.10。
- 吴冬秀** 博士, 中国科学院植物研究所副研究员。研究方向: 全球生态学、植物生理生态学及理论生态学。通信地址: 北京香山南辛村 20 号中国科学院植物研究所, 邮编: 100093; 电话: 010 - 82594422; E-mail: wudx@ibcas.ac.cn。与王艳芬合作编写附录 I.10。
- 于顺利** 博士, 中国科学院植物研究所助理研究员。研究方向: 土壤种子库生态学、生物多样性保护。通信地址: 北京香山南辛村 20 号中国科学院植物研究所, 邮编: 100093; 电话: 010 - 62836506; E-mail: yushunli2002@yahoo.com。编写第 7 章第 6 节。
- 岳春雷** 博士, 浙江省林业科学研究院副研究员。研究方向: 植物生理生态学、生态工程。通信地址: 杭州市留下小和山, 浙江省林业科学研究院, 邮编: 310023; 电话: 0571 - 87798212; E-mail: chunlei@chinaacc.com。与葛滢合作编写第 2 章第 4 节, 与常杰合作编写第 6 章。
- 赵可夫** 山东师范大学逆境植物研究所教授。研究方向: 盐分胁迫生理生态学、植物抗盐生理机制。通信地址: 山东省济南市山东师范大学, 邮编: 250014。电话: 0531 - 6187879/6182568; E-mail: zhaokefu@263.net。编写第 7 章第 7 节。



## 出版前的话

### (代序)

《植物生理生态学》一书终于同读者见面了,这本历时五年、经过多人之手完成的教科书,虽然仍存在一些不如意的地方,但作为国内学者自己编写的第一本《植物生理生态学》,在普及和传播有关知识方面也许对读者有些用处。这本书的问世,在某种程度上满足了一些热心读者的小小需求,尽管我们自己很清楚这离完美,哪怕满意还差得很远。每年在中国科学院研究生院讲授有关章节时,那些来自不同研究所的研究生们总是不断地问我,《植物生理生态学》什么时候才能出书,而我的回答总是快了,这一快竟用了五年的时间。当然,主要的责任是我,是我的拖拉,与别的几位主编无关。因为,大家是早早交了稿子的。在谈到本书的出版时,有必要提一下为什么编写此书和本书有什么特点。

本书的成书动机仰赖于1999年11月在杭州召开的“第一届全国植物生理生态学学术研讨会”,而该会的最初动议人是浙江大学生命科学学院的常杰教授,在那次会议上,本人同为会议的主席。1999年的植物生理生态学会议开得还是非常成功的,国内从事植物生理生态学研究的一些有成就的年轻学者都参加了,涉及的领域包括光合生理生态、水分生理生态、盐分生理生态、紫外辐射与植物反应、全球碳平衡、物质运输等不同的方面。会议结束后,《植物生态学报》于2001年第5期发表了“植物生理生态专栏”文章。尽管如此,与会代表们仍觉不够。因为当时国内植物生理生态学的研究仍存在许多令人迷惑的问题,如学科的概念与范畴、研究的尺度问题等,使得从事该领域研究的学者(尤其初入道者)有些无所适从。引起这种混乱的原因之一在于国内尚没有一本合适的教科书。与会学者们呼吁应尽快组织有关专家编写这种教科书,为此浙江大学常杰教授、南开大学高玉葆教授和我便感觉到有一种不容推卸的使命感。两兄嘱我去张罗此事,我谨感学识不足,恐被天下贻笑大方,一时竟不敢从命。所幸两位兄长多次来信鼓励并指点高招。便于1999年底成立《植物生理生态学》编委会,并就教科书内容拟出了写作提纲。期间反复修改书稿,同时征求了国内在植物生理生态学界有一定声望的部分专家学者的意见,形成了本书现在的局面。

那么,本书有什么样的特点呢?窃以为以下几点是主要的:

第一,本书的读者对象包括对植物生理生态学有兴趣的各层次的科研人员、教师和学生,要求的专业水平在大学本科以上,系统学过《植物学》、《植物生理学》和《植物生态学》的有关知识。写作时,我们追求论述有理有据,提出科学问题、给出基本概念、阐述主要过程、给出比较确切的结论。有争议的内容和模棱两可的话尽量避免。在语言方面,要求条理清楚、语句通顺、精炼准确、通俗易懂。对专有名词要求名词解释。

第二,原则上按编辑委员会拟订的提纲组织稿件,因此本书读起来是一气呵成的。在成书过程中,如果我们发现交来的稿件与我们期望的不符合,一般都要求作者重新整理,或者我们组织人员对稿件进行系统地加工。稿件内容大部分是结合各方面专家自己的研究,较

为科学而全面地介绍国内外的有关主要研究。内容应尽量反映最新研究成果(此应为本书的特点之一,因为植物生理生态学在不断地前进),对于已成定性的现象应尽量引用经典的文献。在文献的引用方面,有两点是我们特别强调的:其一,原始的文献或者很古老的文献;其二,最新的文献,且为比较权威的文献,要求引用的刊物是国际知名的。

第三,本书有一定的实用性。写书当然是给人看的,然而更重要的是给人用的。因此,本书的实用性就显得非常重要。为此,我们增加了关于常见植物生理生态指标的测定方法,从方法原理、主要操作、注意事项、仪器设备等方面介绍了有关方法。虽然这部分内容放在了附录中,但编写人员都是一线从事具体实践的年轻学者,大多为研究员或教授,都具备博士学位,因此,编写的内容是可信的,有一定的权威性。在附录中,我们还对植物生理生态学不同时期的一些重要事件和代表人物进行了介绍。最后,我们介绍了国际上发表植物生理生态学的 SCI 刊物,供国内学者投稿时参考。

第四,为了阐述生动,本书中列举了大量植物生理生态学现象,出现了大量的植物拉丁学名,为了杜绝以讹传讹、谬种流传,我们对出现的拉丁文逐一校对,在此工作过程中发现了不少我们引用的教科书上出现的拉丁学名错误。使用的参考书包括《中国高等植物图鉴》和《英拉汉种子植物名录》,该工作由擅长植物分类学的于顺利博士负责。

参与本书编写的作者队伍与任务分工已做了专门介绍,他们的名字不在这里重复。然而,一些真正的无名英雄在这里还是值得书一笔的,他(她)们大多是我的硕士生或博士生,还有博士后。他(她)们或帮助作者收集文献,或订正错误,甚至直接参与了文章的编撰工作。但是,因为他(她)们不是该书的编委,所以名字不能出现在作者队伍里。这些默默无闻的博士生或者硕士生分别是,朱桂杰硕士研究生(已毕业),她参加了“第一届全国植物生理生态学学术研讨会”,并担任会议秘书;渠春梅硕士研究生(已毕业),她担任本书的首任学术秘书;丁莉博士研究生,她担任本书的现任学术秘书,并加工处理了大量图表,做了大量的文字校对工作;博士生彭羽、崔洪霞、李刚、王光美、马秀技、张震、郝彦斌,博士后姜闯道等人对作者投来的稿件按照要求进行加工,花费了大量无私的劳动,一并表示致谢。

书虽然成了,然仍感觉问题很多很多,羞于在这里提及。试想今天国内学术界、出版界功利主义盛行,一些粗糙产品大大减少了读者的读书欲。因此,常发狠写一本好书奉献给开明的读者,只是鄙人才能有限,幸赖该书由分布全国的一些在各自领域有所成就的学者著成,不才只是做了一些编辑组织工作。不足的地方,望大家指出,便于我们做进一步的完善。梁漱溟先生 50 年磨一书《人心与人生》,全书才 18 万字,对后人产生重要的影响;《论语》不过 2 万字,《道德经》也只有 1 万多字,但是影响了世界几千年。可谓书不能不读,文章不能不精。人这一辈子,一句话留给社会足矣,我们斗胆写了这么多,已令人发笑了。所谓“君子述而不作”,非不作也,乃没有想好也。我们希望自己的学问快快成熟起来,本书能够被国内同行接受。足矣,是为序。

蒋高明

2004 年 10 月 27 日

# 目 录

<b>第 1 章 植物生理生态学的学科起源与发展史</b> .....	(1)
1.1 植物生理生态学的特点 .....	(1)
1.2 植物生理生态学的起源与发展阶段 .....	(2)
1.2.1 思辨方法和准实验方法阶段(公元前—1750) .....	(2)
1.2.2 观察与描述方法的开创阶段(1750—1900) .....	(3)
1.2.3 实验方法阶段(1900—1950) .....	(4)
1.2.4 理论方法与综合方法阶段(1950—1980) .....	(5)
1.2.5 现代植物生理生态学阶段(1980—今) .....	(5)
1.3 植物生理生态学在国内的发展 .....	(6)
1.4 结束语 .....	(7)
<b>第 2 章 植物生长的环境</b> .....	(8)
2.1 环境的基本要素 .....	(8)
2.1.1 环境的类型 .....	(8)
2.1.2 生态因子及其分类 .....	(9)
2.1.3 植物与生态因子之间的相互关系 .....	(11)
2.1.4 植物与其他生物之间的相互关系 .....	(12)
2.1.5 植物对生态因子的响应和耐受性 .....	(12)
2.2 影响植物生理生态的主要生态因子 .....	(14)
2.2.1 光 .....	(14)
2.2.2 温度 .....	(19)
2.2.3 水 .....	(22)
2.2.4 二氧化碳 .....	(24)
2.2.5 氧气 .....	(27)
2.2.6 土壤 .....	(28)
2.3 生态因子的基本观点 .....	(32)
2.3.1 生物的自身属性与生态因子辩证统一的观点 .....	(32)
2.3.2 生态因子综合性的观点 .....	(32)
2.3.3 生态因子主导性和限制性的观点 .....	(33)
2.3.4 生态因子联系性的观点 .....	(34)
2.3.5 生态因子变动性的观点 .....	(35)
2.4 植物适应环境的生态型 .....	(36)
2.4.1 植物对单因子适应的生态型 .....	(36)
2.4.2 植物与气候相适应的生态类型 .....	(39)
2.4.3 植物体对综合环境的长期趋同和趋异适应——生活型 .....	(40)

---

<b>第3章 光合作用的生理生态基础</b> .....	(43)
3.1 光合作用的发现 .....	(43)
3.2 光合作用 .....	(44)
3.2.1 光合色素和光系统 .....	(45)
3.2.2 光合作用简要过程 .....	(49)
3.3 光呼吸和暗呼吸 .....	(52)
3.3.1 光呼吸 .....	(52)
3.3.2 暗呼吸 .....	(56)
3.4 自然界中不同植物的光合速率 .....	(57)
3.5 光合功能型 .....	(59)
3.5.1 C <sub>3</sub> 植物 .....	(59)
3.5.2 C <sub>4</sub> 植物 .....	(60)
3.5.3 CAM 植物 .....	(64)
3.6 影响光合作用的主要环境因子 .....	(65)
3.6.1 光照强度 .....	(65)
3.6.2 温度 .....	(67)
3.6.3 CO <sub>2</sub> 浓度 .....	(68)
3.6.4 水分 .....	(73)
3.6.5 矿质元素 .....	(74)
3.6.6 其他因素 .....	(75)
3.7 光斑环境及植物适应 .....	(75)
3.7.1 光斑环境的特点 .....	(76)
3.7.2 林下植物在形态与生理方面的适应 .....	(77)
3.7.3 林下植物对光斑的利用 .....	(78)
3.8 植物群体水平上的光合作用 .....	(81)
3.8.1 植物群体对光的吸收 .....	(81)
3.8.2 叶面积指数 .....	(82)
3.8.3 消光系数 .....	(82)
<b>第4章 植物的水分生理生态</b> .....	(84)
4.1 植物细胞的水分关系 .....	(84)
4.1.1 束缚水与自由水 .....	(84)
4.1.2 植物细胞的水势 .....	(85)
4.1.3 植物细胞的吸胀作用及代谢性吸水 .....	(87)
4.2 植物个体的水分吸收、运输 .....	(87)
4.2.1 根系对水分的吸收 .....	(87)
4.2.2 水分在茎中的运输和贮藏 .....	(91)
4.2.3 叶子中的水分与蒸腾作用 .....	(93)
4.3 液流 .....	(95)
4.3.1 根压、蒸腾拉力与液流 .....	(95)

4.3.2	内聚力学说与补偿压学说	(95)
4.3.3	空穴化/栓塞化作用	(96)
4.4	土壤-植物-大气连续体中的水分流动	(98)
4.4.1	土壤中水分的可利用性	(98)
4.4.2	植物体内的输水通道	(99)
4.4.3	蒸腾速率的气相控制	(99)
4.5	植物个体的水分平衡	(100)
4.5.1	水分平衡的含义	(100)
4.5.2	水分平衡的维持	(100)
4.5.3	水分平衡状态的指标	(101)
4.6	植物的水分生态类型	(102)
4.6.1	变水植物与恒水植物	(102)
4.6.2	水分稳定型和水分不稳定型植物	(102)
4.7	植物群落的水分平衡	(103)
4.7.1	群落水分平衡方程	(103)
4.7.2	群落冠层对降水的截流	(103)
4.7.3	群落对水分的再分配	(105)
4.7.4	地表径流与土壤渗漏	(105)
4.7.5	群落的蒸发蒸腾作用	(105)
<b>第5章</b>	<b>植物的矿质营养</b>	<b>(112)</b>
5.1	矿质元素的来源——土壤	(112)
5.1.1	地壳的化学成分和矿物组成	(112)
5.1.2	风化作用与土壤的矿物组成	(112)
5.1.3	土壤中离子的吸附和离子交换	(114)
5.1.4	土壤的pH及养分有效性	(115)
5.2	植物对矿质元素与营养物质的吸收	(116)
5.2.1	必需元素	(116)
5.2.2	生物膜	(117)
5.2.3	细胞吸收溶质的方式	(118)
5.2.4	根部对矿质营养的吸收	(120)
5.2.5	植物吸收矿质元素的特点	(121)
5.2.6	影响根部吸收矿质元素的因素	(122)
5.2.7	植物的根外营养	(123)
5.3	植物体内矿质元素的运输、利用与分配	(123)
5.3.1	植物体内矿质元素的运输	(123)
5.3.2	植物体内矿质元素的利用	(124)
5.3.3	植物体内矿质元素的分配	(125)
5.4	矿质元素的排出	(126)
5.5	生物地球化学循环	(128)

5.5.1	碳素的生物地球化学循环	(128)
5.5.2	氮素的生物地球化学循环	(129)
5.5.3	硫素的生物地球化学循环	(130)
5.5.4	磷素的生物地球化学循环	(131)
<b>第6章</b>	<b>植物生长发育的生理生态</b>	<b>(133)</b>
6.1	植物的生长和发育过程	(134)
6.1.1	生长的一般过程	(134)
6.1.2	植物体发育阶段	(135)
6.1.3	植物生活史的不同模式	(142)
6.2	生长和发育对环境因子的响应	(144)
6.2.1	光对植物生长和发育的影响	(144)
6.2.2	温度对植物生长和发育的影响	(150)
6.2.3	水分对植物生长和发育的影响	(154)
6.2.4	矿质营养对植物生长和发育的影响	(155)
6.2.5	植物生长与气候节律的同步性	(156)
6.3	植物生长发育中的生态对策	(157)
6.3.1	植物物质和能量代谢的策略	(157)
6.3.2	植物的生殖策略	(159)
<b>第7章</b>	<b>自然环境胁迫与植物的适应</b>	<b>(161)</b>
7.1	强光胁迫	(161)
7.1.1	强光胁迫的概念	(161)
7.1.2	强光对植物的影响	(161)
7.1.3	植物对强光胁迫的适应	(163)
7.2	植物光合作用的光抑制	(165)
7.2.1	光抑制现象	(166)
7.2.2	光抑制机理	(166)
7.2.3	光抑制后光合功能的恢复	(167)
7.2.4	光抑制破坏的防御	(168)
7.2.5	光抑制研究的主要生理生态方法	(169)
7.3	太阳紫外线-B(UV-B)辐射对陆生高等植物的影响	(170)
7.3.1	UV-B辐射对遗传物质DNA的伤害	(171)
7.3.2	UV-B辐射对光合作用的影响和光抑制	(172)
7.3.3	UV-B辐射信号的感受和传导	(173)
7.3.4	植物的保护机理	(174)
7.3.5	植株和群落水平的响应	(176)
7.4	温度胁迫与植物的适应	(178)
7.4.1	高温胁迫	(178)
7.4.2	低温胁迫	(180)
7.5	干旱环境下植物的适应	(188)

7.5.1 旱生植物的概念及类型 .....	(188)
7.5.2 营养器官对干旱环境的适应 .....	(190)
7.5.3 种子传播和萌发对干旱的适应 .....	(193)
7.6 涝渍化环境中的植物 .....	(197)
7.6.1 涝渍化环境产生的原因 .....	(197)
7.6.2 涝渍化环境对植物的危害机理 .....	(197)
7.6.3 植物对涝渍化环境的反应 .....	(198)
7.6.4 植物对涝渍化环境的适应机制 .....	(200)
7.7 盐渍化生境中的植物 .....	(200)
7.7.1 盐分胁迫对植物的伤害作用及其机理 .....	(202)
7.7.2 盐生植物对盐渍生境的适应性及其机理 .....	(203)
7.7.3 盐生植物对盐渍生境的生态分化 .....	(210)
7.7.4 盐生植物的起源 .....	(211)
7.7.5 盐生植物和非盐生植物之间的区别 .....	(212)
<b>第8章 环境污染与植物的反应 .....</b>	<b>(213)</b>
8.1 环境污染、类型及其危害 .....	(213)
8.1.1 环境污染 .....	(214)
8.1.2 环境污染的类型 .....	(214)
8.1.3 大气污染的危害 .....	(217)
8.2 大气中的主要污染物质及其危害 .....	(220)
8.2.1 二氧化硫 .....	(220)
8.2.2 氮氧化物 .....	(220)
8.2.3 总悬浮颗粒物 .....	(222)
8.2.4 臭氧 .....	(222)
8.2.5 氟化氢 .....	(223)
8.2.6 氯气 .....	(223)
8.2.7 光化学烟雾 .....	(223)
8.2.8 重金属 .....	(224)
8.3 植物对大气污染的抗性 .....	(226)
8.3.1 植物抗大气污染的生理生态基础 .....	(226)
8.3.2 植物抵抗大气污染的形态学基础 .....	(227)
8.4 大气污染的植物控制 .....	(228)
8.5 植物对大气污染的生物指示与监测作用 .....	(229)
8.5.1 生物指示与监测 .....	(229)
8.5.2 生物监测 .....	(232)
8.5.3 大气污染监测植物选择的标准和方法 .....	(234)
8.5.4 植物监测大气污染的指标 .....	(235)
8.5.5 植物指示与监测大气污染研究展望 .....	(239)
<b>附录 I 常见生理生态指标的测定方法 .....</b>	<b>(240)</b>

1 植物气体交换的测定 .....	(240)
1.1 测定意义 .....	(240)
1.2 测定方法的演变 .....	(240)
1.3 气流法 .....	(241)
2 光合放氧的测定 .....	(242)
2.1 测定意义 .....	(242)
2.2 基本原理 .....	(242)
2.3 测定步骤 .....	(242)
3 植物叶绿素荧光的测定 .....	(244)
3.1 叶绿素荧光 .....	(244)
3.2 测定意义 .....	(245)
3.3 叶绿素荧光仪 .....	(245)
4 水势的测定 .....	(246)
4.1 测定意义 .....	(246)
4.2 仪器与原理 .....	(246)
4.3 操作步骤 .....	(246)
5 可见光环境的测定 .....	(248)
5.1 测定意义 .....	(248)
5.2 测定方法 .....	(248)
6 植物冠层能量反射的测定 .....	(249)
6.1 测定意义 .....	(249)
6.2 测定原理 .....	(250)
6.3 多谱辐射计 .....	(251)
7 植物液流的测定 .....	(251)
7.1 测定意义 .....	(251)
7.2 测定原理 .....	(252)
7.3 植物液流计 .....	(253)
8 植物温度的测定 .....	(253)
8.1 测定意义 .....	(253)
8.2 测定方法 .....	(254)
8.3 测定原理 .....	(254)
8.4 红外温度计 .....	(254)
9 植物样品中碳稳定性同位素的测定 .....	(254)
9.1 测定意义 .....	(254)
9.2 同位素表示法 .....	(255)
9.3 碳同位素分析样品制备 .....	(255)
9.4 制取碳同位素标准气样 .....	(257)
9.5 质谱测试 .....	(257)
10 温室气体排放测定 .....	(257)



---

10.1 测定意义 .....	(257)
10.2 测定原理 .....	(257)
10.3 测定方法 .....	(258)
10.4 方法评价 .....	(259)
10.5 其他方法 .....	(259)
附录 II 植物生理生态学发展里程碑 .....	(262)
附录 III 国外发表植物生理生态学领域论文的 SCI 刊物概览 .....	(265)
参考文献 .....	(268)
名词解释 .....	(288)
名词索引 .....	(304)
植物拉丁名索引 .....	(313)