



Plants with Life

秦路平 张德顺 周秀佳 主编

世界图书出版公司





植物 与 生命

主 编 秦路平 张德顺 周秀佳
副主编 卢宝荣 曹晓清 辛海量 黄宝康
刘国璋

编 委 (按姓氏笔画为序)

王 振	孙 慧	卢宝荣	李秀芳
李宏庆	乔勇进	刘国璋	有祥亮
张文驹	张俊芳	张建锋	张德顺
宋志平	辛海量	周秀佳	郝金标
曹 同	曹晓清	黄宝康	秦路平
蒋益萍	韩 婷		

世界图书出版公司

上海 · 西安 · 北京 · 广州



图书在版编目(CIP)数据

植物与生命 / 秦路平, 张德顺, 周秀佳主编. —上海:
上海世界图书出版公司, 2017.1

ISBN 978-7-5192-2158-4

I. ①植… II. ①秦… ②张… ③周… III. ①植物—普
及读物 IV. ①Q94-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第295837号

责任编辑: 李 晶

责任校对: 石佳达

植物与生命

秦路平 张德顺 周秀佳 主编

上海世界图书出版公司出版发行

上海市广中路88号9—10楼

邮政编码 200083

上海锦佳印刷有限公司印刷

如发现印刷质量问题, 请与印刷厂联系

(质检科电话: 021-56401314)

各地新华书店经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 14 字数: 300 000

2017年1月第1版 2017年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5192-2158-4 / Q·9

定价: 58.00元

<http://www.wpcsh.com>

序 言

植物是地球上最常见的生物,这些形态各异、数量巨大的植物分布非常广泛。它们的重要作用是固碳放氧,为一切生物提供了生存所需要的有机物和氧气。我们在日常生活、普通教材和一般读物中了解了植物、生态、环境之类的知识,知道了生态系统的能量流动和物质循环。本书将从植物的系统与进化、丰富多彩的植物多样性、植物的栽培驯化、引种和入侵、植物与医药健康、植物与能源、转基因植物及其生物安全和植物资源利用与保护等等方面,极大地丰富了我们

对植物的认识。

为了使该书编辑具有新颖性、趣味性、科学性和乡土特点,上海市植物学会组织了该学科的专家、学者、教授多次研讨,在此基础上,撰写《植物与生命》专著。该部书将努力成为系统内最优秀的读物。

参加本书编写的人员分工如下:第一章绪论由周秀佳、曹晓清编写;第二章植物的系统与进化由李秀芳、有祥亮、刘鸣、商侃侃、李科科编写;第三章丰富多彩的植物多样性由曹同、李宏庆、王幼芳、于晶编写;第四章园林植物由张德顺、王振、王维霞、段培奎、苏宪春、章丽耀、田旗编写;第五章园艺植物由郝金标、李秀芳、张建锋、李维娜、刘红权编写;第六章植物与医药健康由辛海量、黄宝康、秦路平、孙慧编写;第七章植物与能源由辛海量、韩婷、蒋益萍、秦路平编写;第八章农作物的生物多样性由乔勇进、张俊芳、王梦晗、李东明、王铨、王吉栋编写;第九章植物的栽培驯化、引种和入侵由卢宝荣、宋志平、张文驹、张德顺编写;第十章转基因植物及其生物安全由卢宝荣、宋志平、张文驹编写;第十一章珍稀濒危植物及其保护由黄宝康、秦路平、孙慧、贾敏编写;第十二章《植物与生命》课题实践活动拓展及探索由刘国璋、曹晓清编写。

该书图文并茂,深入浅出,既涵盖了植物学的普通知识,又展示了植物学最新研究的成果动态和发展趋势,启发读者热爱自然,保护环境和珍惜资源,使地球家园更加美好,人与自然更加和谐。全书由周秀佳、秦路平统稿、审定。

周秀佳、秦路平、张德顺

目 录

第一章 绪 论	001
一、植物是物质和能量来源的基础	002
二、植物是生命活动的基本成分	003
三、植物是地球最重要的生物类群	005
四、植物在生物多样性中的重要作用	007
第二章 植物的系统与进化	009
一、生物进化学说	010
二、植物界起源与进化	012
三、被子植物的分类系统	020
四、植物的进化规律	023
第三章 丰富多彩的植物多样性	024
一、孢子植物的多样性	024
二、种子植物多样性	035
第四章 园林植物	045
一、中国是“世界园林之母”	045
二、国外园林植物走进我国生活	046
三、园林植物的分类与观赏特性	046
四、园林植物的应用	050
第五章 园艺植物	062
一、种类繁多的果树	062
二、形形色色的蔬菜	077
第六章 植物与医药健康	090
一、历史悠久的植物药	090

二、多种多样的化学成分·····	092
三、品类繁多的植物药·····	094
第七章 植物与能源·····	113
一、能源植物概况·····	113
二、植物能源转化和利用方式·····	115
三、品类繁多的能源植物·····	117
第八章 农作物的生物多样性·····	131
一、谷类作物·····	131
二、油料作物·····	136
三、经济作物·····	140
四、薯类作物·····	145
五、饮料作物·····	147
第九章 植物的栽培驯化、引种和入侵·····	151
一、植物的栽培驯化与引种·····	152
二、入侵植物·····	163
第十章 转基因植物及其生物安全·····	169
一、快速发展的转基因技术·····	169
二、多种多样的转基因植物·····	170
三、转基因食品的安全疑问·····	172
四、转基因生物的安全评价及其原则·····	184
五、展望·····	185
第十一章 珍稀濒危植物及其保护·····	187
一、植物濒危的原因·····	187
二、珍稀濒危植物介绍·····	188
三、保护珍稀濒危植物的措施·····	193
第十二章 《植物与生命》课题实践活动拓展及探索·····	196
一、实践活动拓展的类别和内容·····	196
二、中小校园植物分类 科普活动优秀案例介绍·····	202
三、怎样进行课题研究·····	208

第一章 绪 论

植物与生命，说的是植物是最重要的生物，正是植物的出现，整个地球才变成丰富多彩、生机盎然、生气勃勃的世界。

1972 年，联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开的人类环境会议上第一次通过了人类环境会议决议，提出了“只有一个地球”（Only One Earth）的口号。它提醒人们：生命，包括人类生命在内，它的存在是有条件的，只有地球才具备着生命存在与发展的条件，归根到底不外乎能量和物质两个条件。在此，人们要问什么是生命？生命是活的东西，就是指生命可以不断地与周围环境进行物质和能量的交换，即新陈代谢，一旦新陈代谢停止，生命也就不复存在了。

植物是地球生物圈的重要组成部分，它们形态各异、数量巨大，分布广泛。植物可以固碳放氧，对于维持地球生态系统至关重要。植物还为人类提供了所需要的氧气、食物、工业原料，可以说它们是我们真正的“衣食之源”。我们设定“植物与生命”这样一个命题，是想说明植物本身作为生命存在形式，其本身即充满许多已经弄清和有待弄清的奥秘。且植物对于包括人类在内的其他生物生命存在，亦扮演着重要的角色。

目前，已经知道的植物种类多至 30 余万种，包括藻类、菌类、地衣、苔藓、蕨类和种子植物等，它们的大小、形态结构和成长方式各不相同，共同组成了复杂的植物界。其实，现存的如此复杂的植物界的形成，经历了与地球演化相伴而生、相互作用的漫长历程，可以说是植物装点着地球、地球承载着植物。尤其是在 35 亿年前，陆生植物的出现。绿色植物首先出现在水中（包括海水、淡水），再到水边湿地，随即第一批陆生植物开始活跃其间，以后它们相互依赖、相互促进，慢慢向内陆、高山扩展，最终占据了整个陆地，形成地球上广袤的植被。生物的大量出现，使地球上的物质和能量变化、演进，进而逐渐形成稳定的地球大环境，植物在其中功不可没。

一、植物是物质和能量来源的基础

南非科学家斯瓦茨兰在前寒武纪中期岩石中得到最早的光合细菌和蓝绿藻的化石,证明了约 35 亿年前已形成了能进行光合作用的生物。当含有叶绿体的生物在海洋中繁殖、蔓延,消耗 CO_2 , 产生了分子氧, 又经过 20 亿年的漫长过程, 出现了氧化性的大气, 再经物理、化学作用产生了臭氧层, 得以可抵挡强大的紫外线辐射, 因此, 水生的原始植物就有条件着陆并发展成为陆生植物和陆生生物。

人类及其他生物赖以生存的地球是由一系列圈层结构组成。地球的圈层结构分为地球外部圈层和地球内部圈层两大部分。地球外部圈层可进一步划分为三个基本圈层, 即水圈、生物圈和大气圈; 地球内圈可进一步划分为三个基本圈层, 即地壳、地幔和地核。地壳和上地幔顶部(软流层以上)由坚硬的岩石组成, 合称岩石圈。生物圈与地壳、大气圈、水圈交叉分布且相互渗透, 是包括人类在内的生命最活跃的圈层。

1. 岩石圈

地壳由各种岩石组成称岩石圈。它是水圈的牢固基础, 陆生生物的栖息地。其物质基础是化学元素, 天然的有 92 种, 分布不均, 其中氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、磷 8 种占化学元素总量的 97.13%。这些化学元素不仅是成土母质、海洋盐质的最初来源, 也是组成生命的基本元素。

2. 水圈

大约 38 亿年前才出现水圈, 地球形成早期不存在水圈, 水圈是次生的, 主要来源于岩浆内部的结晶水。水和生命关系密切, 具有不可替代的作用, 它是溶剂, 新陈代谢主要介质, 平衡热量, 保持体温恒定。生命在水中诞生, 生物进化从水生到陆生, 水堪称生命的摇篮。但水资源分布极不均衡, 海水储水量占总水量的 96.5%, 而淡水量还不到全球水量的 1%, 可见淡水资源之宝贵。联合国 1993 年 1 月 18 日通过了《21 世纪行动议程》, 并将每年 3 月 22 日定为世界水日。

3. 大气圈

大气圈由围绕地球的多种气体混合物组成, 主要成分有: H 、 H_2 、 H_2O 、 H_2S 为主, 还有 N_2 、 H_2 、 CO 、 HCl 、 Ar 、 HF 、 NH_3 、 CH_4 等。它是生命存在的必不可少的条件, 它的变化直接或间接地影响着生命活动和发展。地球大气圈不同于土星、木星、火星、金星气圈, 地球大气圈更为特殊, 是富氧型大气,

这是迄今为止，自发现地球拥有生命，特别是能进行光合作用的绿色植物，光合作用导致大气本质的改变，氧气增加，氧化作用空前活跃。这种 H 、 H_2O 、 CO_2 的存在，并维持相对的平衡，是绿色植物作用的结果，是生命的源泉。

4. 生物圈

生物圈于 1875 年由奥地利地质学家苏伊斯 (E.Suess) 首先提出，1926 年，苏联地质学家韦尔兹基 (V.I.Vernadsky) 正式发表。岩石圈、水圈和大气圈交界面的空间里有生命在其中积极活动称之为生物圈。生物圈主要分布在大气层下部，即对流层，约 23 公里的高度。生物圈经历了漫长的演化和发展过程，大约可分为三个阶段：单极生态系统，这时生命刚诞生，异养生物；两级生态系统，以第一批光合作用生物的出现为标志，另一极是单极生态系统留下来的异养细菌类，它们是分解者；三极生态系统，出现生产极（光合生物），消费极（动物界），分解极（细菌）。在生物圈里，特别是在对流层，生物是最活跃的。

二、植物是生命活动的基本成分

在自然界，任何生物群落都不是孤立存在的，它们总是通过能量和物质的交换与其生存的环境不可分割地相互联系相互作用着，共同形成一种统一的整体，这样的整体就是生态系统。生态系统是一个多成分的极其复杂的大系统。一个完全的生态系统由四类成分构成，即非生物成分，以及因生物有机体获取能量的方式与所起作用不同而划分的生产者、消费者和分解者三个类群。生产者、消费者和分解者构成了生态系统的生物部分，生物部分与非生物部分共同构成一个完整的生态系统。

非生物成分：包括太阳辐射能、 H_2O 、 CO_2 、 O_2 、 N_2 、矿物盐类以及其他元素和化合物。它们是生物赖以生存的物质和能量的源泉，并共同组成大气、水和土壤环境，成为生物活动的场所。

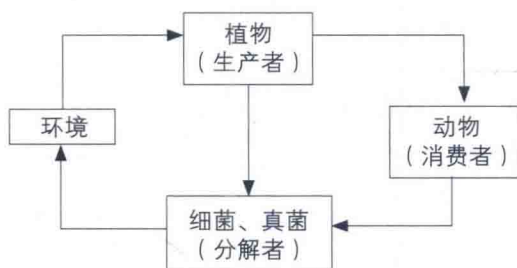
生产者：指能利用简单的无机物质制造食物的自养生物 (autotroph)，主要包括所有绿色植物、蓝绿藻和少数化能合成细菌等自养生物。这些生物可以通过光合作用把水和二氧化碳等无机物合成为碳水化合物、蛋白质和脂肪等有机化合物，并把太阳辐射能转化为化学能，贮存在合成有机物的分子键中。植物的光合作用只有在叶绿体内才能进行，而且必须是在阳光的照射下。但是当绿色植物进一步合成蛋白质和脂肪的时候，还需要有氮、磷、硫、镁等 15 种或更多种元素和无机物参与。生产者通过光合作用不仅为本身的生存、生长和繁殖提供营养物质和能量，而且它所制造的有机物质也是消费者和分解者唯一的能

量来源。

消费者：指以动植物为食的异养生物，消费者的范围非常广，包括了几乎所有动物和部分微生物（主要有真菌），它们通过捕食和寄生关系在生态系统中传递能量，其中，以生产者为首的消费者被称为初级消费者，以初级消费者为食的被称为次级消费者，其后还有三级消费者与四级消费者，同一种消费者在一个复杂的生态系统中可能充当多个级别，杂食性动物尤为如此，它们可能既吃植物（充当初级消费者）又吃各种食草动物（充当次级消费者），有的生物所充当的消费者级别还会随季节而变化。一个生态系统只需生产者和分解者就可以维持运作，数量众多的消费者在生态系统中起加快能量流动和物质循环的作用，可以看成是一种“催化剂”。

分解者：是异养生物，它们分解动植物的残体、粪便和各种复杂的有机化合物，吸收某些分解产物，最终能将有机物分解为简单的无机物，而这些无机物参与物质循环后可被自养生物重新利用，分解者主要是细菌和真菌，也包括某些原生动物和蚯蚓、白蚁、秃鹫等大型腐食性动物。

作为整体的生态系统的非生物成分与生产者、消费者、分解者之间相互依存、相互作用，形成了密切的关系：



生产者、消费者、分解者，它们彼此间的食物关系，形成了不同类型的食物链，消费者只是利用现成的有机物，通过有机物的分解，进行再生产的过程，所以最基本的应该是生产、分解两个过程。而这两个过程都是植物承担。应该说没有这两个过程，就无法使生命存在。

1. 生产过程

各类群生物在生产过程中都包含有生物量的生产过程，这个过程主要有两个方面。

(1) 绿色植物的光合作用。1903年，苏联科学家季米里亚杰夫在《植物学

宙作用》论文中，阐述了光合作用的巨大意义。“植物是天空和土地的桥梁，它是真正的盗取天火（太阳光）的普罗米修斯”。高等绿色植物以及藻类，它们都具有叶绿素或其他光合色素，能吸收太阳的光能，把水和 CO_2 合成有机物并释放出氧气。



（2）光合细菌和化能自养微生物。自养生物除高等植物和藻类之外，还包括光合细菌和化能自养微生物，主要有三类。

① 光能自养型：这类微生物以 CO_2 为唯一碳源，利用光能进行生长，与高等植物光合作用不同的是，它的供氢体是还态的无机物、氢、水。



② 化能自养型：它们在合成有机物过程中的能量不是来自光辐射，而是来自无机物氧化过程中能释放的化学能，例：硫化细菌，硝化细菌，以 CO_2 或碳酸盐为唯一的碳源，氢气、硫化氢、二价铁离子、亚硝酸盐作为电子供体，将 CO_2 还原为细胞物质，将氢氧化为亚硝酸，亚硝酸氧化为硝酸，会释放能量，以这些能量用于还原 CO_2 合成细胞物质。



③ 光能异养型：这类微生物，例如螺细菌，不能以 CO_2 作为唯一碳源，而是以有机物作为供氢体，但它能利用光能将 CO_2 还原成细胞物质，利用光合细菌处理高浓度的有机废水，正是利用以有机物为供氢体的原理。



2. 分解过程

分解过程实质上是把复杂的有机物分解成为简单的无机物（矿化）过程，在这个过程中释放能量；把生命的有机体的排泄物及其尸体分解为有机物，许多植物类群例如真菌、细菌都有这个功能。但这是一个非常复杂的过程，它们由物理或生物的作用，将尸体或残留物分解为碎屑；再通过腐生生物作用，形成腐殖酸和其他可溶化有机物；最后腐殖酸缓慢矿化，该物质供生产者利用等过程。

三、植物是地球最重要的生物类群

植物对我们生活环境的稳定、改善、生活质量的提高起着至关重要的作用，除了前面所说的植物是生命基本要素，是物质、能量来源的基础外，地球上生物的大量出现，它们的出生、生长、死亡，使地球上的物质和能量发生变化，

但是总体来说，地球上总的环境并没有发生巨变，而是相对稳定的，这一切主要归功于植物。

目前，全世界以及我国植物的基本状况，详见如下表格。

表1.1 植物种类表

植物界种类	全世界种类	中国种类	中国占世界比例（%）
藻类	19 790	16 100	81.4
真菌	64 200	40 000	62.3
地衣	2 800	2 600	92.8
苔藓	23 000	2 800	12.2
蕨类	12 000	2 600	21.7
裸子植物	800	236	29.5
被子植物	约25万种	25 964	10.1

我国植物资源无论种类还是数量都在世界上占据重要地位，我国高等植物（苔藓、蕨类、种子植物）约有 30 000 种，仅次于马来西亚（约有 45 000 种）和巴西（约有 40 000 种），居世界第三位。植物的重要性还在于如下的作用。

1. 植物界的物种是天然的基因库。植物界，特别森林、草原、湿地是天然的基因库，是自然界留给人类最宝贵的财富，它在保护生物多样性（包括物种的多样性，遗传的多样性和生态系统的多样性）起着重大的贡献。这种多样性如果受到破坏，天然基因库将受到威胁，甚至消失，将会导致生存危机。所以，我们将致力于生物多样性的保护，保护人类赖以生存的生态环境。

2. 植物在生物、地球、化学循环中的重大作用。即所谓生物地球化学循环，它包括水循环、碳循环、氮循环、磷循环和硫循环，通常称为水、气（碳、氮）、沉积（磷、硫）三大循环。

水循环：包括截取、渗透、蒸发、蒸腾和地表径流，而这些特征表象，都必须通过植物，植物对水的截流、渗透、蒸发、蒸腾和地表径流起着关键性的作用，而森林在水循环中最为重要，作用最大。气循环：包括碳和氮循环，其中的碳循环最主要的是植物通过光合作用，将大气层中的 CO₂ 固定在有机物中，含合成脂肪和蛋白质等，而存储于植物体内；氮循环，氮是蛋白质的基本成分，

而植物通过固氮作用,把大气中游离的氮和氧结合形成硝酸盐和亚硝酸盐,与氢结合成为氨,被生物利用,参与蛋白质的合成。沉积循环:它包括磷和硫中磷循环,磷是生物不可缺少的重要元素,磷是核酸、细胞膜、骨骼的主要成分,参与生物的持续过程,高能磷酸链为细胞内所有生化作用提供能量,而含磷的有机物被细菌分解为磷酸盐才能被植物吸收,参与循环;而硫循环,硫是原生质体的重要组成成分,硫在植物体需要硫合成蛋白质和维生素,许多微生物需要硫的参与,而植物所需的硫大部分主要来自土壤的硫酸盐,也可从大气中 CO_2 与 H_2S 反应后获得。

四、植物在生物多样性中的重要作用

1992年6月5日联合国在巴西的里约热内卢召开了由150多个国家元首或政府首脑参加的世界环境与发展会议,提出了由于地球上生物赖以生存栖息地的破坏,生物多样性正在丧失,是人类面临的共同问题。大会签署并通过了《生物多样性公约》(Convention on Biological Diversity, CBD)。我国政府签了字,并于同年11月由全国人大常委会审议并批准了该公约。按照《生物多样性公约》的定义,生物多样性就是地球上所有的生物体及其所构成的生态综合体,就是包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性等三个不同层次水平。

遗传多样性也称基因多样性,是指种内基因的变化,即种内显著不同种群间和同一种群内的遗传变化这是微观的;物种多样性就是指地球上的形形色色的生物个体和群体,这个层次对人类来说是最直观的,例如这是什么植物、什么动物的物种;生态系统多样性,其大可以至整个生物圈,小可以到一个小池塘、一条小溪,这是宏观的,生态系统与生物圈的生境、物种、群落的生态过程紧密相关。植物在生物多样性的作用主要如下。

1. 植物是陆地生态系统的基础。陆地生态系统生物的生产过程,植物、植物种群、植物群落、植被碳的平衡,控制着生物圈的生产力。而陆地生产过程以总初级生产量形式在生态系内积累,约有一半的总初级生产量被植物用来生长和提供能量,而净初级生产量是植物碳的净获取。正因为植物也只有植物,它能提供获取营养、生产和维持生物量所需的能量。所以说没有植物就没有陆地生态系统,也就不可能有生命的延续。

植物也是水生生态系统、湿地生态系统的基础。

2. 植物是城市生态系统唯一的初级生产者。在城市中它们的生物量较之其他自然生态系统所占的份额要少,但它们在维持城市生产活动方面仍然起着

重要的作用。植物的种类、种群、群落、植被都将深刻影响着城市。在城市中植物是不可缺的，在城建中我们要选择该城市极适生、适生、中适生的植物为好，使它们充分发挥改善气候、净化空气、降低噪声、卫生保健和观赏休憩等城市植物的功能。

3. 植物是人类生活、生存的物质和能量来源基础。人类的生活、生存与其环境密切相关。这种环境一是以人或人类为主体，其他生物体和非生命物质被认为是环境要素，二是以生物体为环境主体，非生命物质为环境要素，人类当然是属前一种，但不管是以什么为环境要素，植物在各种环境中都是起主导作用。我们可以想象，在有森林、草原的植物环境条件下和没有植物的沙漠、荒漠条件下，人类的生活质量是不一样的。环境污染破坏人类生活，历史上的八大污染造成严重的伤亡：例如马斯河谷大气事件（比利时，1930），洛杉矶光烟雾（美国，1943），多诺拉大气事件（美国，1948），伦敦烟雾（英国，1952），四日哮喘事件（日本，1955），水俣事件（日本，1956），痛骨事件（日本，1955），米糠油事件（日本，1968）。环境治理，主要是从物理的、化学的和生物的因素入手，进行多方面、全方位的治理，但在治理过程中生物的因素，尤其是植物的因素最为引人关注。

第二章 植物的系统与进化

大约在 35 亿年以前，地球母亲孕育出了最古老的植物——蓝藻，它们既渺小，又伟大。蓝藻像真正的植物一样，有了蓝藻，能利用水、二氧化碳和阳光进行光合作用，制造养分，并排出“废气”——氧气。经过亿万年的努力，数不清的蓝藻使大气中的氧越来越多，在太阳的照射下，地球的上空形成了臭氧层，它像给地球打了一把保护伞，使地球变得更适于万物的生存。无怪乎人们说，蓝藻的出现是生命发展史上最伟大的事件之一。

蓝藻在大海的摇篮里生长，并由低级向高级演化。大约在 4 亿年前，植物登陆了，开始由水生向陆生过渡，这时的代表植物是苔藓，它们虽然没有正常的根叶，但与水生植物相比，它们有了直立的茎，继而蕨类植物出现了，裸蕨类植物也出现并已开始陆地上立住了脚。以后便是蕨类植物兴起的时期，它们有了根、茎、叶的分化，能更好地适应陆地生活。

大约到了 1.5 亿多年前，全球气候由温暖湿润变得干燥起来，裸子植物成了陆地上最繁盛的植物，如我们现在能看到的苏铁、银杏、松柏类植物。裸子植物是最早的种子植物，它们开始离开水边向高山、陆地发展。那时另一大类群的种子植物——被子植物也出现了，它们的种子被包裹起来，受外界条件的影响小，在繁殖后代上占有了更大的优势。被子植物还有个显著特点，就是产生了特有的繁殖器官——花。现在，被子植物占据着植物王国的统治地位。

在植物漫长的进化过程中，新的物种不断产生，老的物种不断被淘汰。在进化过程中，植物逐渐地扩大着自己的生存空间，让绿色充满了地球，绿色是生命的象征。原始生命形成至今，生命体开始沿着植物和动物两个方向不断地演化发展，形成适应不断变化的气候条件和生境条件的生命体。如今地球生物圈各种生境中生活的 30 多万种植物、100 多万种动物以及各种菌类、原核生物等。一切生物都遵循着低等到高等、水生到陆生、单细胞到多细胞的生物进化规律，

植物界沿着藻类、菌类、地衣、苔藓、蕨类、裸子植物和被子植物的进化方向发展。

一、生物进化学说

对于生物进化机制的解释曾有多种学说，如拉马克的“用进废退”和“获得性遗传”学说，强调环境变化在生物变异方面所起的诱导，但却主张变异是以生物本性为主因，解释过于简单化，在很大程度上只是一些猜测，还不能对物种起源和生物的进化做出科学的论证。19世纪达尔文提出了以自然选择学说为基础的“进化理论”影响最大，科学而完整地解释了生物进化的机制。20世纪以来进化理论进一步得到发展，又提出“综合进化论”“分子进化的中性学说”等，这些学说对达尔文的进化理论都做了进一步的修改、补充、丰富和发展。

生物进化可以分成：物种水平以下的进化，即小进化（Microevolution）；物种形成和产生物种以上的新类群的进化，即大进化（Macroevolution）。现代进化论将生物的进化定义为群体内基因频率的改变，这种改变不仅可以产生小进化，还可以导致新种的产生和大进化。达尔文进化论和现代进化论都认为生物进化是渐变的过程，新种产生和大进化都是小进化缓慢累积的结果。

1. 达尔文的自然选择学说

在赖尔的地质学和马尔萨斯人口论的启发下，达尔文从讨论动植物在家养下的变异出发，并分析他亲身考察获得的各种证据后，提出了在生物不断变化的事实下，自然选择是最主要的但不是独一无二的变异手段。他于1859年发表的《物种起源》一书中，明确地提出了以自然选择理论为基础的进化学说，从而建立了伟大的达尔文理论。其优点是以不可辩驳的证据证明了生物形态结构和生理功能的进化是自然历史的结果，具有强大的理论吸纳和扩展能力。其基本观点是：

- (1) 遗传是生物的普遍特征，生物的遗传性能使物种得以保持和稳定。
- (2) 变异可遗传，生物都存在变异，每一代都有变异，没有两个生物个体是完全一样的。引起变异的原因是生物的本性（遗传性）和生活条件的改变。
- (3) 家养品种来源于野生生物，人工选择的实质是利用生物的变异，把对人有利的变异保存和积累起来，连续选择成为显著变异，以培育出有益于人类需要的品种。
- (4) 生物是按几何级数增加个体数量的，但由于生活条件有限，就必然发生生存斗争，其结果是适者生存，不适者淘汰。
- (5) 自然选择是生物进化的主要动力。自然选择作用于微小的能遗传的不

定变异，在长期内朝一定方向就可能创造出新的生物类型，甚至新种。

达尔文认为生物普遍存在着变异。一切生物都有变异特性，世界上没有两个完全相同的生物。变异可分为一定变异和不定变异两种。所谓一定变异是指同一祖先的后代，在相同的条件下可能产生相似的变异，如气候的寒暑与毛皮的厚薄，食物的丰匮与个体的大小。所谓不定变异是指来自相同或相似亲体的不同个体，在相同或相似条件下所产生的不同变异，如同一白色母羊所生羊羔中，可能有白、黑或其他颜色。同时，达尔文认为生物普遍具有高度的繁殖率与自下而上竞争能力。生物有着繁殖过剩的倾向，但由于食物与空间的限制及其他因素的影响，每种生物只有少数个体能够发育与繁殖。达尔文还认为，生物在生存竞争中，对生存有利的变异个体被保留下来，而对生存不利的变异个体则被淘汰，这就是自然选择或适者生存。适应是自然选择的结果。在自然选择过程中，只有适者才能生存，但适应对生存也只有相对的意义，一旦生活环境改变，原来的适应就可能变为不适应。最后，通过自然选择形成新物种。

2. 现代综合进化论

达尔文进化论问世 140 年以来，对其所谓的修正、置疑直至彻底否定从来都没有停息过。综合进化论，是以自然选择为基础，综合细胞遗传学、群体遗传学、古生物学等学科的成就阐释生物进化的理论，又称现代达尔文主义。通常以 1937 年 T. 杜布尚斯基的《遗传学与物种起源》一书的出版为其形成的标志。代表人物有英国生物学家 R.A. 费希尔、J.B.S. 霍尔丹、S. 赖特，美国生物学家 G.G. 辛普森、E. 迈尔、G.L. 斯特宾斯等。1942 年，英国生物学家 J. 赫胥黎 (1887—1975) 首次将这种理论称为“现代综合进化论”。现代综合进化论以大量的理论和实验证明，基因的突变是生物界普遍存在的现象，是生物遗传变异的主要来源，在生物的进化过程中，随机的基因突变一旦发生，就受到选择的作用；种群是生物进化的基本单位，其机制的研究属于群体遗传学范畴，即通过居群内部个体变异的积累和扩散，改变居群的成分，使种群发生变异，然后通过自然选择的作用使一个种逐步发展成为一个种的居群，进化是群体遗传成分上的变化；除了自然选择以外，基因突变、随机遗传漂变和隔离等也是影响生物进化的动力学因素。隔离的实质就是阻止基因的交流，新物种形成没有隔离才是可能的。

综合进化论的主要理论是：

(1) 种群是生物进化的基本单位。种群是指在同一生态环境中生活，能自由交配繁殖的一群同种个体。由于绝大多数生物都生存于种群之中，所以杜布