

KEJIBOLAN

科技博览大视野丛书

DASHIYE

神奇的光与电

孙广来/主编



内蒙古人民出版社

· 科技博览大视野丛书 ·

神奇的光与电

孙广来/主编

内蒙古人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

神奇的光与电/孙广来主编,一呼和浩特:内蒙古人民出版社,2007.5

(科技博览大视野丛书)

ISBN 978-7-204-09085-3

I. 神... II. 孙... III. ①光学—青少年读物②电学—青少年读物 IV. 043-49 0441.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 071078 号

科技博览大视野丛书

孙广来 主编

责任编辑	王继雄
封面设计	山羽设计
出版发行	内蒙古人民出版社
地 址	呼和浩特市新城区新华东街祥泰大厦
印 刷	三河市德辉印务有限公司
经 销	新华书店
开 本	787×1092 1/32
印 张	120
字 数	1900 千字
版 次	2007 年 6 月第一版
印 次	2007 年 6 月第一次印刷
印 数	1-5000(套)
书 号	ISBN 978-7-204-09085-3/G·2550
定 价	458.00 元 (全 32 册)

如出现印装质量问题,请与我社联系。

联系电话:(0471)4971562 4971659

目 录

一、神奇的光合作用	(1)
(一)光合作用的含义	(1)
(二)光合作用与人类生活的关系	(2)
(三)光合作用与碳素和气体循环	(6)
(四)光合作用与氮、磷、硫等的循环	(8)
(五)光合作用与生命起源和生物演化	(10)
(六)光合作用的发现过程	(12)
二、光合作用的工作场所	(18)
(一)叶片的结构	(20)
(二)“叶绿体”	(25)
三、光合作用的基本运作过程	(31)
(一)光能的吸收、传递和转化	(31)
四、环境因子与光合作用的关系	(48)
(一)光强度的影响	(48)
(二)温度的影响	(54)
(三)水分的影响	(61)
五、光合作用的前景	(68)

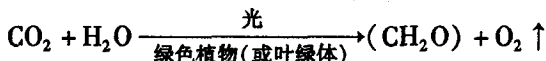
(一)光合作用与农业生产	(68)
(二)光合作用与环境保护	(74)
六、化学反应探秘	(82)
(一)物质与能量	(83)
(二)化学反应的限度	(91)



一、神奇的光合作用

(一)光合作用的含义

在阐明植物光合作用的重要性前,首先应了解什么是光合作用。简单地说,光合作用是绿色植物(包括光合细菌)所特有的生命现象,它是地球上最重要的化学反应,也是地球上最大规模地把太阳光能转化为生物化学能的过程。以绿色植物为例,光合作用就是用太阳光能作动力,把二氧化碳(CO₂)和水(H₂O)等无机物合成为有机物,并释放出氧气(O₂)的过程。这一过程的总反应式可用下式表示:



这个反应式说明,绿色植物在光合作用过程中能利用太阳光能,将水分子作为还原剂去还原来自大气中的二氧化碳,并形成以(CH₂O)为代表的碳水化合物(如糖和淀粉等)。同时水分子被氧化而释放出氧气。可见,整个光合作用过程实际上是一种氧化还原反应,即二氧化碳被还原,而水被氧化。同时光合作用也是一个吸能反应,它每固定和还原1克分子的二氧化碳,可固定并贮存



于光合产物中的能量为 114 千卡自由能(1 千卡 = 4.186 8 千焦耳),相当于 477.3 千焦耳能量,这些能量实际上来自太阳光能。因此,通过绿色植物的光合作用,便把太阳光能转化为贮存于植物体内的化学能了。

在自然界中,植物的种类繁多,就高等植物(包括苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物)而言,我国就有大约 3 万多种,全世界多达 25 万种以上。而且绿色植物在数量上占有绝对优势。这显然与它们具有光合作用能力密切相关。因为光合作用所利用的能量,实际上是取之不尽用之不竭的太阳光能,而所利用的原料则是广泛分布于地球表面的水和大气层中的二氧化碳。由于光合作用所需的能量和原料容易获得,这便决定了绿色植物分布广泛,繁衍迅速,数量巨大。

(二)光合作用与人类生活的关系

人类和一切需氧生物要生存就一刻也不能离开呼吸,即不断地吸收氧气,呼出二氧化碳。人类与需氧生物通过呼吸利用大气中的氧气把体内的碳水化合物和其他有机物质氧化,并释放出能量。这种能量通常以高能化合物(如三磷酸腺苷,可用 ATP 表示)的形式出现,然后被生物体用于各种耗能的新陈代谢,如维持各器官的生命活动,体内新物质的合成、渗透,电信号的传递以及肌肉收缩和运动等,以满足生物有机体维持正常生长和发

神奇的光与电



shen qi de guang yu dian

育对能量的需求。被氧化的有机物实际上最终是来自光合作用的产物,因此,光合作用与呼吸作用之间存在着能量转换和气体交换(图 1—1)。

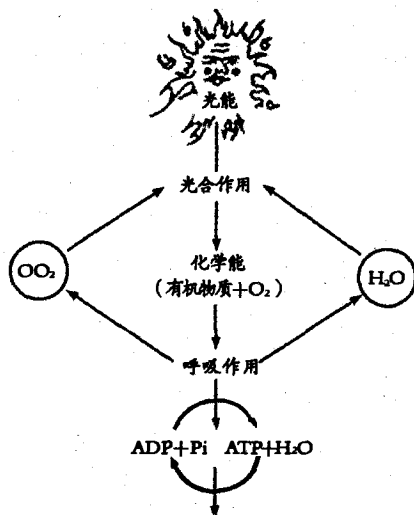


图 1-1 光合作用与呼吸作用之间
能量转化和气体交换的示意图

我们知道,人类和一切需氧生物要生存绝对离不开氧气,而氧气恰恰是绿色植物在光合作用过程中释放出来的。因此,如果没有光合作用便等于失去产生氧的源泉,人类和一切需氧生物便不复存在。

人类要生存除了需要氧气外,还离不开衣、食、住、行。而衣、食、住、行所需要的物质,绝大部分来自植物的



科技博览大视野丛书

keji bo lan da shi ye cong shu

光合产物。人们每天都要吃的粮食、蔬菜、水果和植物油等都是植物在光合作用过程中形成的碳水化合物,或由碳水化合物经植物本身加工转化而成,它们都是植物光合作用的直接产物或间接产物。动物和一切异养生物,它们不能直接把太阳光能作为能源加以利用,它们要生存,就必须以植物为饲料。例如,家禽和牲口都是以植物饲料为生的;江河、湖泊和海洋中的鱼、虾等水生动物也无一例外地要靠吃水生植物和浮游生物才能生存。即便是肉食动物,如虎、豹和狮子等,它们也得靠吃以植物为生的其他动物才能生存。可见,动物蛋白和脂肪等。实际上都是光合作用的间接产物,是通过动物转化光合产物而形成的,然后再供人类利用。这说明,人类的食物来源都是植物光合作用的直接或间接产物(图1—2)。

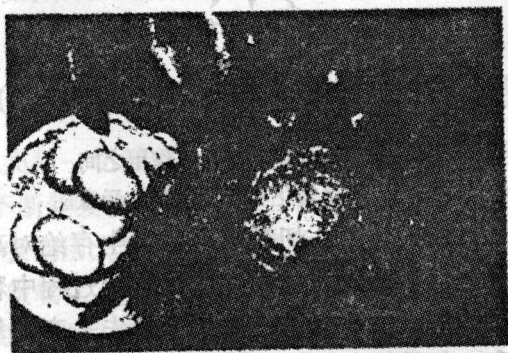


图1-2 植物光合作用的直接和间接产物

神奇的光与电



shen qi de guang yu dian

人类在生活 and 从事各种生产活动中,需要不断消耗各种燃料以取得能源。随着人口与日俱增,人民生活水平的日益提高和工农业生产的发展,城市和农村对燃料的需求量不断增加。燃料除了来自光合作用的直接产物(如人们通常使用的柴草)外,还有煤、石油和天然气等矿物燃料,而这些矿物燃料也是几百万年前陆生和水生动物、植物遗体的分解产物,它们同样是古代植物光合作用的直接或间接产物。

各种纺织品不仅是人们保暖的必需品,而且是美化环境,使人们的生活丰富多彩的装饰品。这些纺织品的原料来源于植物纤维(如棉花、苘麻等)、动物性纤维(如羊毛)和人造纤维。前者是植物光合作用的直接产物,后者虽然来自动物或以石油、煤等为原料人工合成,但寻根究底它们最终仍然是光合作用的产物。

人们治病所用的中草药直接来自植物,是光合作用的产物,即使以动物器官和产品为原料的药物,也同样是植物光合作用的间接产物。

农业生产通常分为种植业和畜牧业两大部门。农业上的各种生产措施实际上是通过调节作物的光能利用、光合作用进程和光合产物的分配而达到高产的。显而易见,种植业的发展,农作物产量的提高离不开植物的光合作用;畜牧业的发展离不开草场和植物饲料,也与植物的光合作用紧密相关。

人们的住房、家具、车辆、枕木、厂房以及工业上的许





多原料都是植物光合作用的产物。

上述事实雄辩地说明,如果没有植物及其光合作用,人类和其他生物就无法生存,当然就更谈不上人类的发展和社会的进步了。

(三)光合作用与碳素和气体循环

任何生物(包括植物和动物)都有呼吸作用,在有氧呼吸过程中,除释放供生物生长发育所需要的能量外,还不断地向大气排出二氧化碳,与此同时要消耗大量氧气。例如,一位成年人每天大约要吸入0.76千克氧气,而呼出0.9千克二氧化碳。有些厌氧生物虽然不需要氧气,但是,它们在从无氧呼吸获得能量的过程中,同样也不断地向大气排放二氧化碳。有机物在分解和腐烂过程中也会不断地排出二氧化碳。人类在生产活动和生活过程中,要不断地消耗各种形式的有机碳和燃料,以取得所需要的物质和能量,而燃料在燃烧时,一方面消耗大量氧气,另一方面放出大量二氧化碳。据估计,在地球表面上,平均每秒钟用于生物呼吸和燃料燃烧所消耗的氧气大约为 1×10^7 千克。按此速度进行下去,目前地球大气层中的氧气大约只能供使用3000年。

随着氧气和有机物质的大量被消耗,大气中的二氧化碳并没有不断增加。实际上大气中氧气(约占21%)和二氧化碳(约占0.035%)的含量总是大体保持稳定,而

神奇的光与电



shen qi de guang yu dian

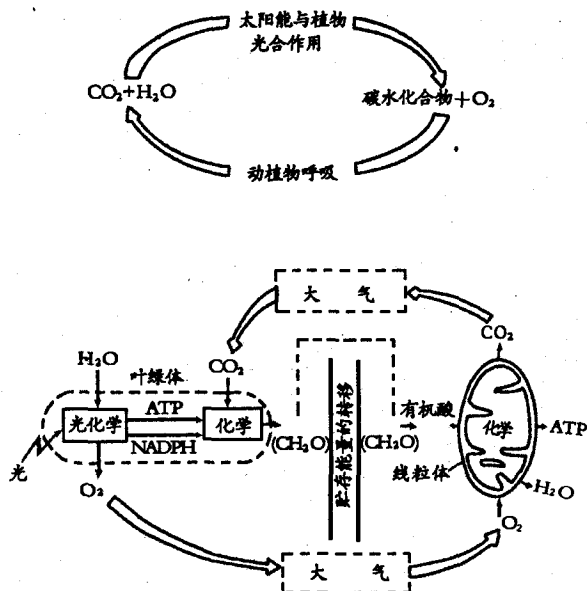


图1—4 大气和细胞中的二氧化碳与氧气的循环

且地球上的有机物质也没有因不断地被大量消耗而丧失殆尽,这应完全归功于绿色植物的光合作用。因为光合作用过程恰恰与上述的生物呼吸作用、燃料燃烧和有机物分解或腐烂过程相反,它以太阳光能为动力,不断地把水和空气中的二氧化碳合成为碳水化合物等有机物质,并释放出氧气。例如,每公顷(等于15亩)森林或公园绿地,每天可分别吸收1000千克和900千克二氧化碳,而分别释放出730千克和600千克氧气,这样便不致于让二



氧化碳在大气中大量积累,同时又可不断地补充因生物生存和燃料燃烧所消耗掉的有机物和氧气,使自然界维持碳素循环和大气中二氧化碳与氧气之间的循环(图1-4),以保证地球上的物质循环和大气环境不致遭受破坏。据估计,大气中的全部二氧化碳和氧气分别每300年和2000年通过植物光合作用更新一次。

(四)光合作用与氮、磷、硫等的循环

人类和动物在生命活动中要不断地向外界排放氮、磷、硫等各种元素,此外,人和其他生物的尸体经微生物作用而分解和腐烂,使有机物不断矿质化,也不断地把这些元素释放出来。这些元素如果不及时被清除,在自然界大量堆积,会使人类和其他生物的生存环境日益恶化,甚至威胁人类和其他生物的生存。

而植物在生长发育中,为满足营养的需求,必须不断地通过它们的根系吸收各种元素,与此同时,它们还通过光合作用把这些元素转化成有机物质的组成成分,使上述的各种元素以及钾、钙、镁等许多元素再次参与植物的营养循环和物质循环。这样,一方面保证了植物生长发育和光合作用的物质需要,另一方面可不断地清除环境中累积的各种元素。

例如,按植物体中碳的含量为42%、氮为1~2%、磷为0.20%~0.25%、硫为0.25%~0.50%进行计算,每年

神奇的光与电



shen qi de guang yu dian

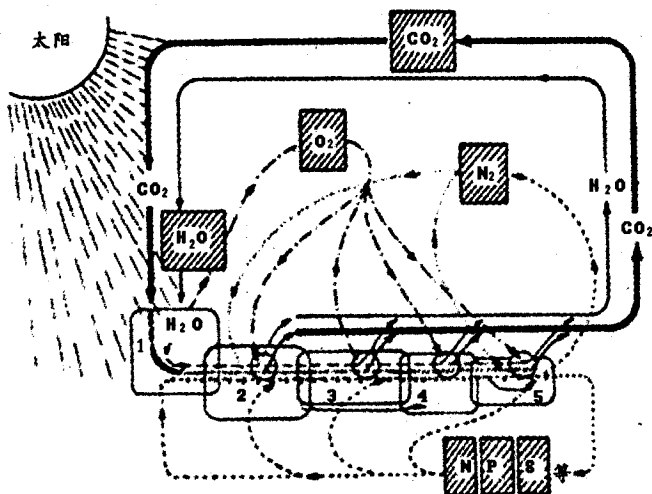


图 1-5 植物光合作用与碳、氧、氮、水矿物元素的循环和转变途径
 1. 光合作用 2. 绿色植物的生命活动 3. 动物和人的生命活动
 4. 植物和动物死后的尸体 5. 细菌和真菌的生命活动 [图中各种符号分
 类表示：——→CO₂ ·····→气态氧(O) ·····→有机碳 ·····→水(H₂O)
 ·····→有机态氢 ·····→有机氮、磷、硫等 ·····→无机态氮(N和N)、(P)
 硫(S)及其他元素]

通过植物光合作用引入碳循环的氮、硫和磷元素大约分别为 6×10^{12} 千克、 8.5×10^{11} 千克和 8.5×10^{11} 千克，由这些元素和其他元素所构成的各种有机物再被人类和其他生物利用，这便使自然界的元素循环(图 1—5)反复无限地进行下去，同时使生态环境保持平衡，为人类和其他生物创造良好的生存环境。



(五)光合作用与生命起源和生物演化

绿色植物的光合作用为人类提供了绝大部分生活必需品和能源。以及适宜生存的环境,并为植物本身和一切异养生物提供了赖以生存的条件。然而,它的作用远不止这些。它对生命起源和生物演化同样起着极为重要的作用。

地球上最初并没有生命存在,那时大气中和地球表面上只有氢、氨、硫化氢和一些简单的碳水化合物,惟独没有氧气。随着地球的演化,在雷电和太阳光紫外线的作用下,逐渐形成一些较复杂的有机化合物,如氨基酸、多肽和卟啉等。同时,水在具有高能量的紫外光和雷电的作用下,发生光分解和电解,形成少量的自由态氧。这种化学演变发展到一定阶段,便逐步产生一些既能同化较简单的分子,又能复制自己的比较复杂的分子,于是地球上开始出现有生命的物质,这种有生命物质的出现是地球几十亿年演化进程中的一个巨大转折。

有生命的物质出现后,它们要继续生存,就需要不断地消耗当时存在的、由非生物形成的有机物。然而,靠化学演化所形成的有机物质远远不能满足它们的需要。因此,在那些有生命的原始生物中便逐渐产生能够直接利用太阳光能的“突变体”,这对于生物的生存和发展具有决定性作用。但是,这些具有光合功能的自养生物(可能

神奇的光与电



shen qi de guang yu dian

是光合细菌)在利用太阳光能同化二氧化碳制造有机物时,只能利用靠化学演化形成的还原剂——硫化氢或氢这类还原性气体,这同样不能满足它们生存和发展的需要。因此,在演化过程中,便出现既能直接以太阳光能为能源,又能直接以水为氢源来还原二氧化碳,制造有机物的新的“突变种”,这就是植物。植物的出现使地球的演化和生物的进化都发生了巨大的飞跃,这是因为植物突破了依赖氢气或硫化氢来还原二氧化碳的限制,使光合作用合成有机物可以大规模地进行。植物在光合作用过程中不断分解水,满足了还原二氧化碳时所需要的氢源,而释放出的大量氧气,为生物的演化提供了足够的物质和氧气,从而大大促进了生物的进化。

地球大气层中氧气的积累,不仅使生物从利用能量效率很低的无氧呼吸进化到利用能量效率很高的有氧呼吸,为进化出需要更多能量、结构复杂的生物创造条件,而且使大气中有足够的氧气用于转化为臭氧,后者的出现和大量形成,使大气上层形成一个天然屏障。这个天然屏障可以有效地滤去太阳辐射中对生物有强烈损伤和破坏作用的紫外线,这对生物的进化无疑具有极为深刻的意义。由于臭氧层对生物具有良好的保护作用,使它们不再像过去那样依赖水层(水可大量吸收紫外线)的保护而局限于生活在水中,而是开始登上陆地生活、繁殖和进一步演化,结果使地球上逐渐形成了种类繁多的植物界和动物界。





可见,如果没有植物以及它们的光合作用为生物演化提供所需的物质和能量以及氧气,生物的进化就会受到极大限制,也许至今地球上的生物还处于极其原始的阶段,地球表面也不能演变出现存的千姿百态的地貌和形成丰富多彩的各种矿物资源。植物光合作用如此重要,那么人们是如何发现光合作用的呢?

(六)光合作用的发现过程

人们对植物光合作用这一重要生命现象的发现以及对光合作用总反应式的认识,经历了由表及里的漫长过程,是各国科学家共同努力的结果。

众所周知,一颗种子播种在土壤中,在适宜的条件下便可萌发生长。有的可长成高达数十米的参天大树;有的在其最适合生长的季节里具有惊人的生长速度。如玉米在拔节期每天大约可长高8厘米,而大牡竹曾有一天增高41厘米的记录。那么,植物生长所需的营养物质是从哪里来的?

早在两千多年前,人们受古希腊著名哲学家亚里士多德的影响,认为植物体是由“土壤汁”构成的,即植物生长发育所需的物质完全来自土壤。到17世纪上半叶,比利时医生海尔蒙脱设计了一个巧妙的实验:他把一棵称过重的柳树种植在一桶事先称好重量的土壤中,然后只用雨水浇灌而不供给任何其他物质。5年后,他发现这棵

