

科学探索记

21世纪少年百科全书



CHINA

2001
N49
391
2

科学探索记



3 0271 0678 4

科学探索记



目 录

*
光合作用的秘密



遗传变异探源



看不见的生物世界

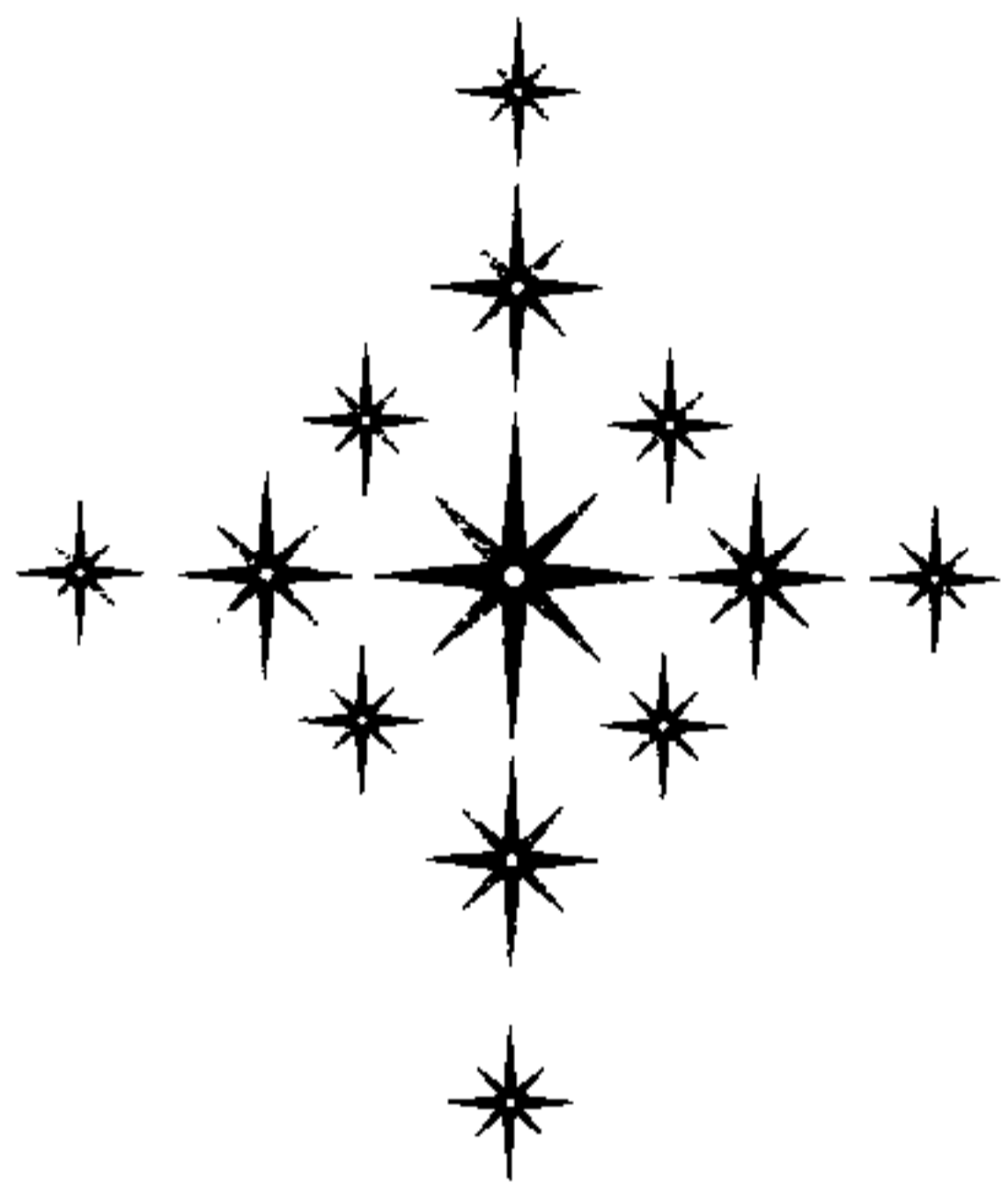


人体的学问

CHINA

光合作用的秘密

王一川 陈开树 编著



内 容 提 要

绿色植物通过光合作用制造食物，“哺育”了全人类。你知道吗，进行光合作用放出来的氧是来自水呢，还是来自二氧化碳？为什么甘蔗的光合效率要比小麦的高？光合膜怎样把光能直接转变成电能？进一步研究光合作用对人们有些什么重要的现实意义？本书通过一系列有趣的科学发现的故事，回答了许多新鲜有趣的问题。

责任编辑：田培琦 薛晓哲

插 图：张中良



写在前面的话	1
奇妙的“工厂”	3
一片绿叶好比一个工厂	3
“工厂”的原料	8
“工厂”的动力	10
神奇的生物催化剂	14
“工厂”的效率、产品和年产量	16
先驱者的足迹	25
揭开序幕	25
空气有好坏吗?	26
太阳光的魔力	28
找到钥匙	30
淀粉现形记	33
新的发现	37
卡尔文的贡献	40
进一步探索叶绿素的秘密	42
“车间”一瞥	42

提取叶绿素	46
勤奋的费雪	49
化学合成大师	52
把“车间”搬出来	54
富有魅力的目标	57
变三碳植物为四碳植物	58
开发能源的新途径	61
绿色“发电厂”	64
光合固氮	66
附记	69

写在前面的话

探索光合作用的奥秘，摸清楚绿色植物的叶绿素在日光照射下把水和二氧化碳制成有机物质并放出氧气的详细过程，是当今世界科学研究的重要课题之一。200多年来，为了一步一歩揭开光合作用的奥秘，已有多少代人贡献了毕生的精力。应该说，光合作用机制的粗略轮廓已经摸清楚了。可是人们越深入这个科研领域，越觉得这里面还有不少奥秘有待人们去探索，越觉得这个领域在改造自然为人类服务方面还大有可为。比如说，如果植物在光合作用中既固定碳，又能固定空气中的氮，那么种庄稼就不需要施氮肥了。蕨类植物中的红萍和蓝绿藻共生光合固氮，这种作用机制能不能应用到别的庄稼上？比如说，人们经过试验知道，如果把空气中的二氧化碳浓度提高到0.1%，那么在别的条件都一样的情况下，作物产量可以翻几番。能不能设法提高植物在光合作用过程中对空气里二氧化碳的吸收利用效率，从而提高农作物的单位面积产量？再比如说，开发新的能源，是目前世界各国都十分重视的事情。

21世纪中国百科全书

人们认为氢是未来很理想的新能源，科学家已经指望人工模拟光合作用，在常温常压下分解水，从而生产大量廉价的氢，这个工作正在进行中，并已取得了初步的成果……很有魅力的目标鼓舞了人们，无怪乎许多国家都投入相当大的力量去探索光合作用的奥秘。

这本小册子是想通过叙述前人探索光合作用秘密的历史过程，介绍前辈科学家的探索精神和设计科学试验的思想方法，介绍有关的生物学基础知识，



当然也讲到了这个领域目前的成就，以及指出目前人们还没有弄清楚的问题。

在回顾探索光合作用的历程之前，为了叙述上的方便，还得从绿色植物叶片的结构和一般功能说起。

奇妙的“工厂”

地球上有家奇妙的“工厂”，那就是“绿色工厂”。

你知道吗？这家“工厂”已有 20 亿年的历史。它从开办的那天起，就采用自动化生产，比现代电子计算机控制的工厂还要精密、灵巧；它的原料、动力都很巧妙地取之于大自然，用不着花钱购买；它的体积小小到只有在电子显微镜下才能观察到。但是，它生产的食品却多得惊人，全世界几十亿人口、上百万种动物都得直接地或者间接地依靠它过日子。

这么奇妙的“工厂”，当然要引起人们的兴趣。长期以来，许多科学家为了叩开“工厂”的大门，洞察其中的秘密，曾呕心沥血，不辞劳苦，一代接一代地对它进行探索。直到现代，“绿色工厂”之谜才逐步被揭开。

一片绿叶好比一个工厂

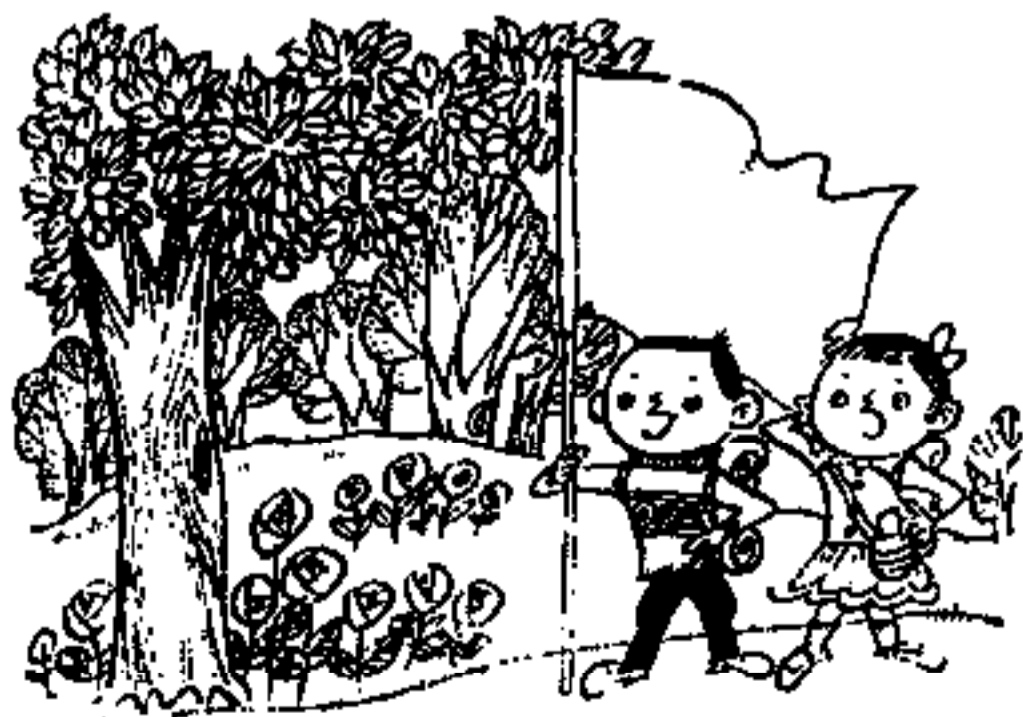
“绿色工厂”开设在哪里？它就开设在绿色植物

的叶片内。

植物叶片的形状各式各样，有蒲扇似的棕叶，巴掌似的梧桐叶，眉毛似的柳叶，缝衣针似的松叶等等。它们都是由许多绿色的细胞组成。在显微镜下面，你可以看见细胞里有许许多多绿色的颗粒，这就是叶绿体。每个叶绿体都可以单独地进行光合作用。一个叶绿体好比工厂的一个车间。

你也许感到诧异，那一片片随风摇曳〔yè〕的绿叶怎能容得下那么多的“车间”、摆得进那么多的“机器”？

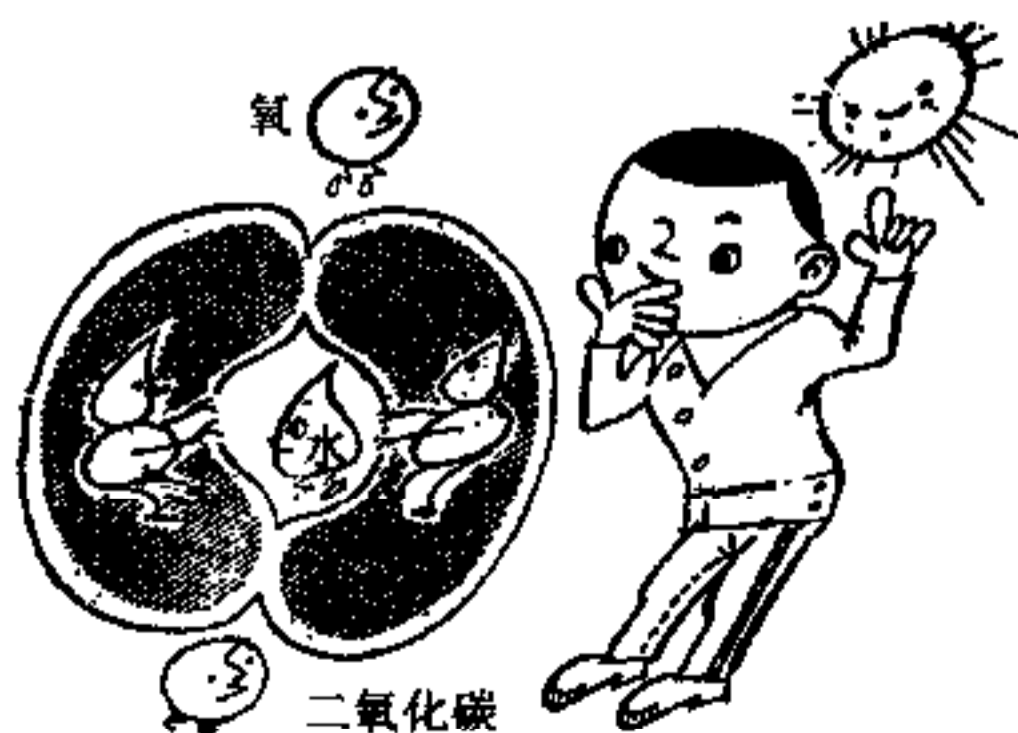
好，我们先来了解一下“工厂”的布局和设备吧。请你在庭院随手摘一片阔叶片，肉眼能够看到的是叶片的正面和背面都有一层表皮，即上表皮和下表皮。用小镊子撕去表皮，露出叶肉，叶肉中间分布着许许多多叶脉。



如果把叶片纵切成薄片，放在低倍显微镜下观察，就可以看到上下表皮好像是“工厂”的围墙，它是由一层排列得很紧密的细胞组成的。表皮向外一面的细胞壁上，有一层透明的、不易透水的角质层，它既能让阳光透过“围墙”进到“车间”，又可以保证“工厂”内部的水分不会轻易地散发出去。



叶片表皮上有许多很小很小的孔，叫气孔，气孔是由两个半月形的保卫细胞围成的，保卫细胞的壁调节着气孔的开闭。



气孔有多大呢？一般用微米来表示（1微米等于千分之一毫米），据测量，一个气孔宽约3微米~12微米，长

约 10微米 ~ 40 微米。

叶片的上下表皮都有气孔。一般地说，下表皮的_{气孔}数目比上表皮多一些。不过，不同的植物也不一样，比如苹果叶片的气孔都在下表皮，莲和睡莲叶片的气孔只在上表皮。叶片上面的气孔多得惊人，通常在一平方厘米的叶面积上就有 100 个 ~ 16000 个。气孔的面积约占叶片总面积的 1% ~ 2%。空气和水就从这里进进出出。

气孔的开闭运动，是由保卫细胞的含水量决定的。

一般地说，在温暖晴朗的天气里，叶片照光以后气孔就开放，黑暗降临时气孔就关闭。但是，外界环境的水分和温度也影响气孔的开关。缺水的时候，气孔关闭；温度超过 25℃ 时，气孔也关闭。你看气孔的开闭跟外界条件的关系多么密切呀！这也是植物对不良环境的一种适应性。

在叶肉里有成束的叶脉，其中包括导管和筛管，它和根、茎的导管和筛管连通。叶脉像一条条四通八达的运输线，源源不断地把原料输送到“工厂”里来，同时把产品运出“厂”，供应植物体各个部分的需要。叶脉还是支撑叶片的桁架。

叶片中的主要部分是叶肉，不论它的重量或者体积，都占整个叶片的 90% 以上。叶肉是一群夹在

上下表皮之间的薄壁组织。靠近上表皮的叶肉细胞呈圆柱形，排列得比较整齐，像一根根栅栏，叫做栅栏组织。接近下表皮的叶肉细胞，形状不规则，排列得很疏松，细胞之间空隙比较大，很像海绵，叫做海绵组织。

如果用高倍显微镜来观察叶肉的话，首先跃入你眼帘的是一粒粒晶莹剔透的好像绿宝石似的叶绿体。

高等植物的叶绿体形状像透镜，平均直径有10微米左右，厚有2微米左右。每个绿色细胞中叶绿体数目不一样，从几个到几十个。上下层细胞所含叶绿体的数量也不一样。蓖麻叶的栅栏组织里，每个细胞约有36个叶绿体，海绵组织的细胞里只有20个左右。高等植物的叶绿细胞内所含的叶绿体数目较多，每个细胞里有几十个到100个，甚至还要多。而绿藻中的数量很少，比如衣藻细胞里只有一个叶绿体，星接藻细胞里有两个叶绿体。

后来，科学家根据电子显微镜的观察，知道叶绿体外面被两层透明的膜包着，里面是许许多多层绿色的膜，叫做层膜。这些层膜里面含有叶绿素，并且浸在水里。因为有了它们，叶片才绿得醉人。

叶绿素不仅把植物装饰打扮起来，给人以美的享受；而且更重要的，它是“绿色工厂”的“机器”，有

了它，“工厂”才能出产品。

叶绿素分子的数量大得惊人，一个层膜单位里约有 100 万个叶绿素分子，这样，一片绿叶中的叶绿素分子的数量是很多很多的了。如果按重量计算，它又小得出奇，平均只占叶片重量的千分之一。1 平方厘米绿叶面积内，只有 0.2 毫克叶绿素；1 公顷土地的绿色植物，也只有 13 千克左右的叶绿素。

“工厂”的原料

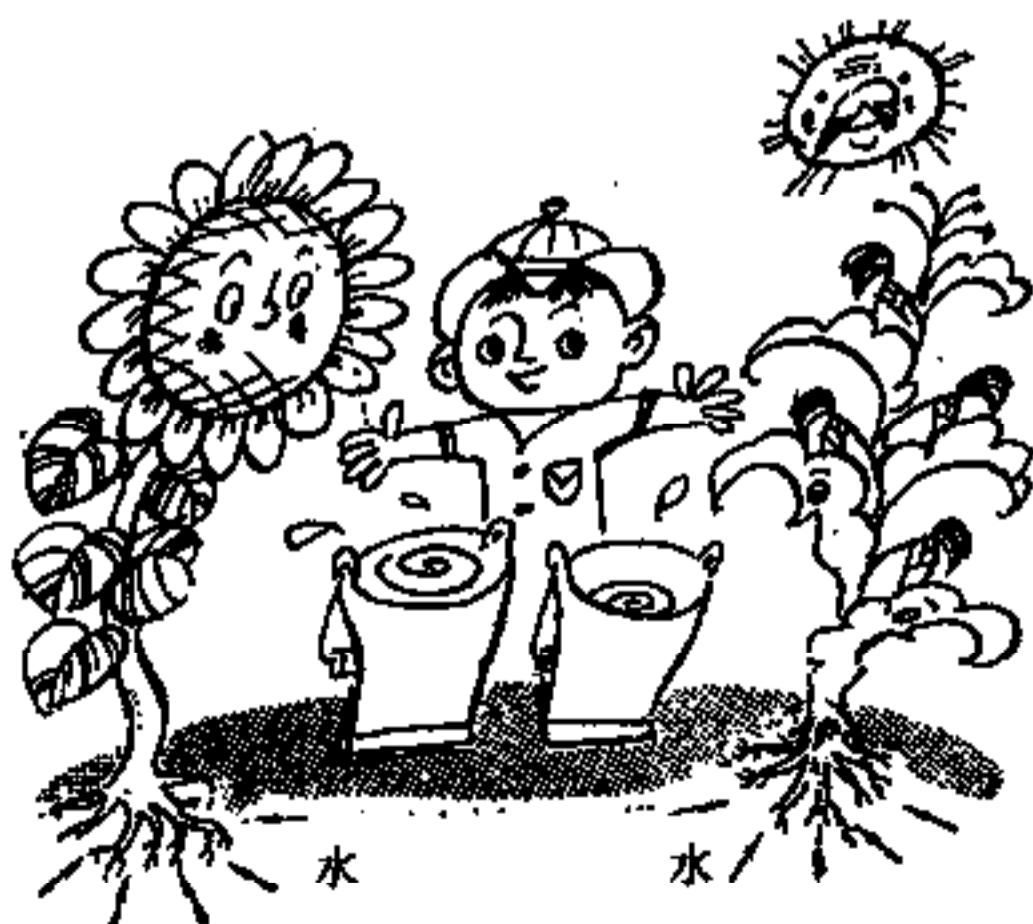
“好雨知时节，当春乃发生。

随风潜入夜，润物细无声。”

这是唐代大诗人杜甫写的《春夜喜雨》中的诗

句，意思是好雨也懂得适应季节，随着微风在夜里悄悄地洒落，使万物受到雨水的滋润。

在自然界里，所有生物的生命活动都



离不开水。而对植物来说,更有另一种意义:水是“绿色工厂”的重要原料。没有水,“车间”就开不了工。

有句成语“根深叶茂”是很有道理的。一棵健壮的植物具有庞大的根系,植物主要是通过根的幼嫩部分特别是根毛,从土壤中吸收水分。植物的根毛多得惊人,一株玉米的根,每平方毫米的面积上约有420条根毛,豌豆的根上每平方毫米约有230条根毛。

植物的根不仅数量多,有的还埋得很深。非洲的巴恶巴蒲树,它的根毛区就长在地下35米深的地方,专门吸收地下水。有趣的是,有些植物的根直接长在水中,比如浮萍,随风漂流。有些植物的根悬空生长,比如广东、广西、福建等地的榕树,它用气根吸收空气中的水分。气根上面虽然没有根毛,可是在



根尖的表面有许多层死细胞，细胞壁比较厚，上面有一些小孔，能够吸收空气中的水分，这些死细胞叫做根被。

除了水，二氧化碳也是“绿色工厂”的重要原料。

二氧化碳来自空气。前面讲过绿色植物叶片的表皮上布满了气孔，每个气孔都和叶肉细胞的间隙相通。气孔除了调节植物用水以外，还用来吸收空气中的二氧化碳。据估计，地球上植物叶片的气孔，每年要吸进去 1500 亿吨二氧化碳。如果你要检验一下二氧化碳对于植物的作用，只要在叶片表面涂上一层薄薄的凡士林就行了。凡士林把气孔堵塞住，空气中的二氧化碳就不能跑进去，要不了多久，叶子就枯萎了。

光有水和二氧化碳，“绿色工厂”也还不能开工，它还需要有动力，那就是阳光。

“工厂”的动力

“绿色工厂”要开工生产，就必须有充足的太阳光做为动力，才能发动“机器”，制造产品。

太阳光对“绿色工厂”的生产有多大影响？你可以做个简单的对比实验：把两盆同品种的天竺葵花，