



植物的“眼睛”

撰文

淮俊玲 林荣呈

相信读者对向日葵不会陌生，它最重要的特征就是花跟着太阳转，这也是其名字的由来。大家有没有思考过或者想知道其中的奥秘呢？科学家发现，这是由植物的向光性决定的。在向日葵的花茎中，含有一种植物激素——生长素，它就像跟太阳捉迷藏似的，喜欢在背光的一侧积累，刺激背光面的细胞迅速分裂生长，于是背光面就比向光面长得快，花盘自然而然地就朝着有太阳的方向弯曲。

太阳光是由不同波长的可见光和不可见光组成的。可见光，俗称白光，波段为380~780纳米，由红、橙、黄、绿、青、蓝和紫光混合组成。太阳光照射到半空中的水滴，经折射和反射后，就会形成拱形的七彩光谱，这就是我们肉眼可以看到的彩虹。紫外线可以用来杀菌，但是如果人类过多地照射紫外线会导致皮肤癌。红外线

含热能，在日常生活中的应用很广泛，例如疾病治疗、遥控器、手机红外接口等等。

我们人类依靠眼睛可以看到五彩斑斓的世界，还能分清白昼和黑夜、朝霞和夕阳。其实，植物也能分清光的波长、强度、周期和方向。那么植物是如何感受到太阳光的呢？原来，在植物的细胞里，分布着大量的光受体，它们如同我们的眼睛一样能够看到并且识别光信号。人类用肉眼其实分辨不出白光的组分，但是植物比我们的能力强，可以识别出单色光。目前所发现的植物光受体有4类，分别是光敏色素（phytochrome）、隐花色素（cryptochrome）、向光素（phototropin）和紫外光UV-B受体。

光敏色素是感受红光和远红光（600~750纳米）的光受体，最初发现于20世纪50年代。光敏色素存在两种可逆的状态：钝化的Pr形式和激活的



Pfr形式。当红光照射后，Pr转变成Pfr形式，光敏色素从细胞质进入细胞核，启动信号传递。当照射远红光后，Pfr转变成Pr形式，光敏色素回到细胞质。这种变化就像一个开关，红光打开开关，远红光关闭开关，从而控制着植物对于光的响应。

隐花色素主要吸收蓝光和近紫外光UV-A（315~480纳米），对植物的开花和生物节律等生物学过程具有重要作用。隐花色素也存在于果蝇、鸟类甚至人类的视网膜中，它们参与生物钟的调节以及对磁场的感应。

向光素也吸收蓝光和UV-A，负责调控植物的向光性、气孔开张及叶绿体的移动等生物学过程。向日葵的向日特性就是由向光素感应并控制的。紫外光UV-B受体最晚被发现，直到2011年才被确定，因为其能感应紫外线（280~315纳米），所以对植物“防晒”具有重要的作用。

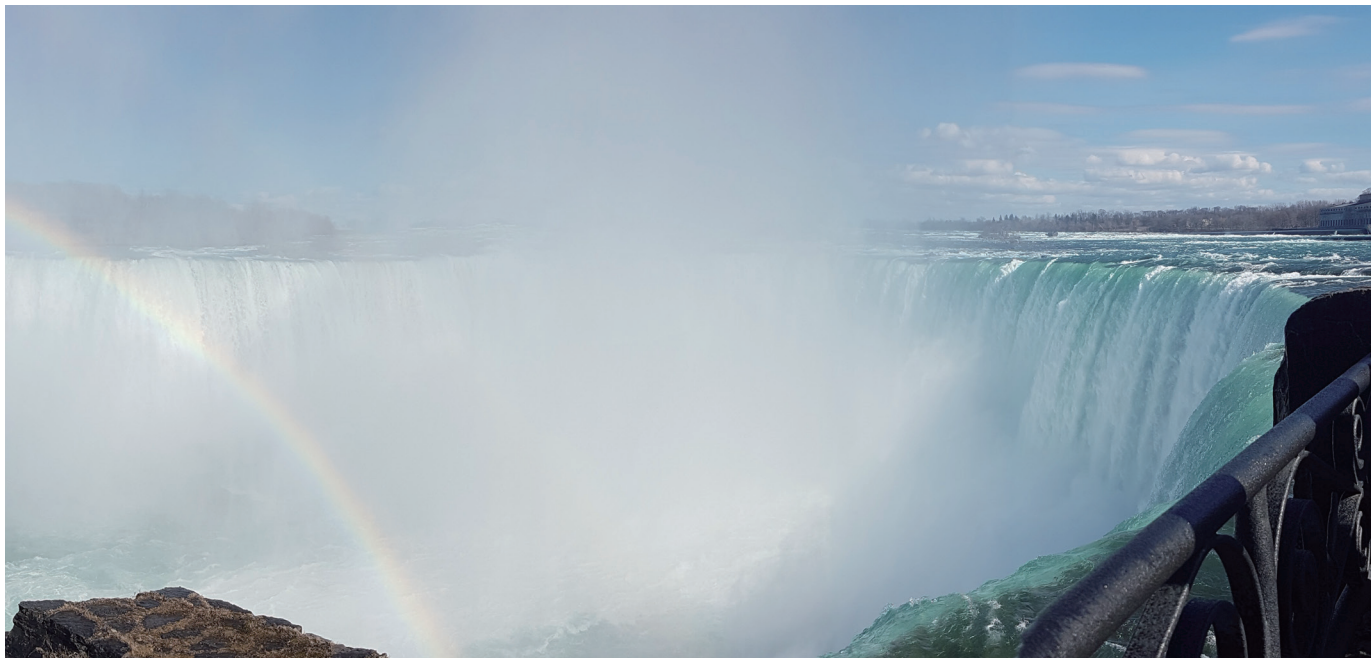
植物从种子萌发开始，就可以感知周围光环境，并迅速做出反应，调节其生长发育进程。科学家早在1952年就报道，红光处理莠苳种子能够促进萌发，而远红光照射则抑制种子的萌发。用红光和远红光交替照射种子，萌发率取决于最后一次照射光的性质，这说明红光和远红光的照射对种子的影响是可以逆转的。后来研

究发现，这种调控主要依赖于光敏色素，因为光敏色素具有Pr和Pfr两种可逆的状态。

种子萌发以后，通过感知环境光照条件，采取不同的生长方式。在黑暗中，萌发后的幼苗会长出长的茎（也就是种胚的下胚轴伸长），顶端呈钩状弯曲，叶片闭合并且呈黄色，这种生长方式被称为暗形态建成。我们平常吃的豆芽就是暗形态建成的代表。伸长的下胚轴和顶端弯钩对于幼苗来说非常重要，因为它需要尽快穿透土壤寻找光源，并且保护它脆弱的叶子和顶端分生组织不受土壤机械压力的破坏。看，植物就是如此聪明。

幼苗一旦破土而出，接受阳光后，它的弯钩就会消失，闭合的叶子就会打开，开始合成叶绿素，茎秆会变粗变短，这个过程我们称之为光形态建成。植物一旦合成叶绿素，就可以进行光合作用了。光合作用就是植物利用太阳光能，同化CO₂和水，产生有机物并释放出O₂的过程。植物进行光合作用，除了可以为自身生长和人类活动提供有机物，还可以维持大气中CO₂和O₂的平衡。由此可见光合作用对于生命活动的重要性。

在日常生活中，如果你仔细去观察，处处是科学。我们去大田的时候，就会发现农作物的种植很有规律，不能种太稀，也不能种太密。太



稀，会浪费土地。太密，植物叶片之间就会相互交叠并遮荫，植物下方叶片接收到的光质会发生改变（红光/远红光的比例降低），从而导致植物的茎秆和叶片快速伸长、分枝减少、提前开花以及产量降低等，这就是避荫反应。植物启动避荫反应是为了去吸收更多的阳光，因为光合作用是植物生存的根本。人类感受昼夜节律，日出而作，日落而息，植物也能感觉到四季更迭，日月轮换，它们也有自己的生物节律和周期。大自然有许多长日照植物，例如小麦，它们的日照长度必须超过一定的时间才能开花，春季到来，白天越来越长，小麦感受到日照长度的增加，到合适的时候花开继而结实；而短日照植物，例如菊花，必须有足够的黑暗“睡眠”时间才可以开花，秋季来临，白天越来越短，秋菊通过感受光的变化“知道”自己绽放花朵的时候到了。因此，调节光质、控制光周期和植物密度是设施栽培领域里重要的决定因素。

植物工厂是现代农业发展的高级阶段，它是通过控制设施内的光照、温度、湿度、CO₂浓度以及营养液等条件，使植物生长发育不受外界环境的影响。设施内的光照条件（光谱、光强及光周期）经过精确的控制和改良，可以更好地提高植物

的生长速度、控制花期，并且降低能耗。因此，我们通过对植物“眼睛”功能的认识，并加以调节控制，为我们人类的生存和发展更好地服务。

作者简介

淮俊玲，中国科学院植物研究所光生物学重点实验室，助理研究员，主要研究植物光信号转导机理。

林荣呈，中国科学院植物研究所光生物学重点实验室主任，研究员，博士生导师。

（责编 桑新华）



在黑暗（暗形态建成）、白光（光形态建成）、远红光及蓝光下生长的拟南芥幼苗 供图 / 郭强 景艳军