

大自然奇妙的 生存宝典

撰文 曾任森 吴则焰

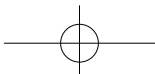


摄影 / 曹守京

大自然是一个神奇的万千世界。形形色色的生命,都具有蛋白质、核酸、糖类、淀粉这四大类最基本的代谢物质,以及一些叫做激素的物质来调节最基本的新陈代谢。自然界所有的植物、动物和微生物都存在食物链的关系。自然界的能量来源都是来源于太阳,但太阳能不是直接被动物和微生物所吸收的,太阳能首先需要被植物固定,然后被草食动物、肉食动物间接利用。所有的生物都是直接或间接依赖于植物所

获取的能量,因此,植物就成了所有其他生物眼中的“唐僧肉”。然而,植物有没有办法保护自己呢?除了应对敌人之外,植物也需要朋友,它们是如何结交朋友的呢?

顾名思义,植物不能动,不能跑,但植物还要面对着动物、微生物等的胁迫,所以庄稼受到害虫侵袭会减产,森林因病虫害会大片死亡。那么植物面对侵害时只能束手就擒吗?有没有保护自己的办法呢?一部分植物可以全身长满刺,来抵御外来的侵



植物的直接防御

植物体内能产生各种各样的化合物，应对外界的侵袭。比如玉米体内能大量产生丁布类和亚羧酸类的化学物质，这些化合物属于生物碱，可以抗虫，抗病，还能抑制周围杂草的生长。水稻也能产生很多酚酸以及萜类物质，比如稻壳酮，这些化学物质具有很好的除草和杀菌活性，可以抵御稻瘟病的入侵。

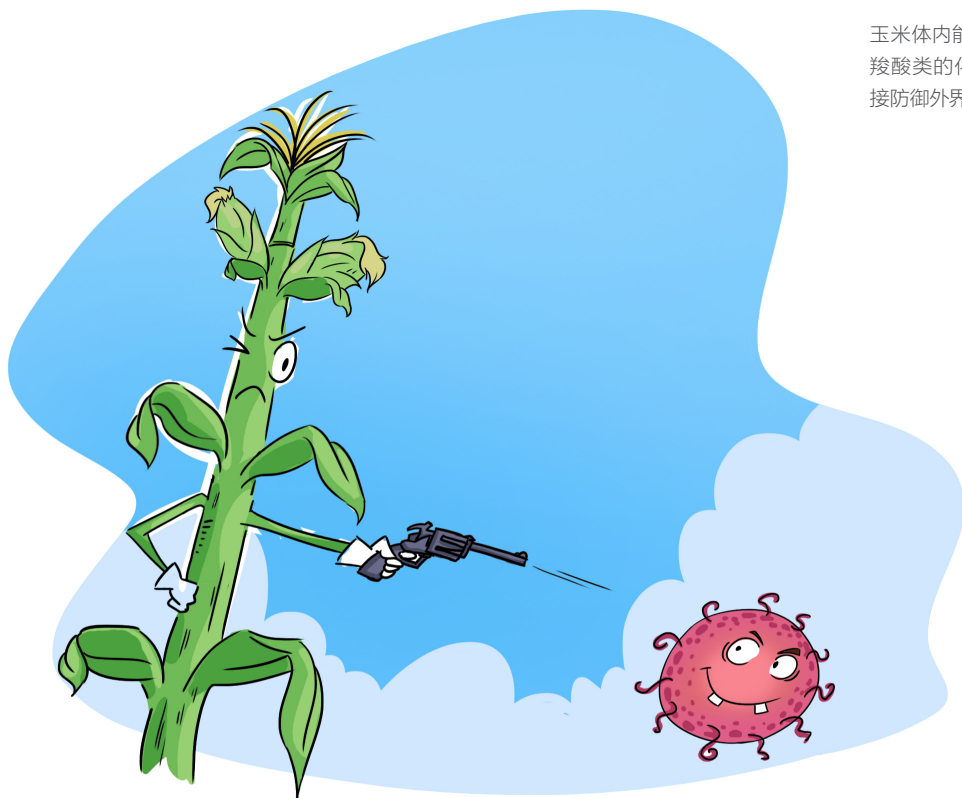
植物的诱导防御

植物除了固定产生化合物之外，还有一个功能叫做诱导抗性。所谓诱导抗性，就是

狼尾草的刺毛 摄影 PPBC/刘冰



略，例如狼尾草的刺毛、枸骨的刺突、蝎子草的毒刺等。然而仅仅依靠毛刺的武装是远远不够的，植物还可以用产生的化学物质来保护自己。因为植物可以进行光合作用，所以它能把简单的无机物转变成有机化合物，从而进一步为合成化学物质奠定坚实的基础。植物还是一个最庞大、最先进的化工厂：目前植物体内已经分离和鉴定的化合物超过20万种，而且很多化合物结构非常奇妙，人类工厂根本无法模仿。



玉米体内能大量产生丁布类和亚羧酸类的化学物质,使玉米能直接防御外界的侵袭 绘图/小四

原来没有这个本领,但是病虫害来攻击的时候,能自动产生化学物质把昆虫和病原菌拒之门外。比如蝴蝶幼虫侵袭芹菜的时候,芹菜马上能产生花椒毒素、弗兰香豆素一类的化合物。萝卜、白菜、花菜等十字花科植物不仅能产生硫代葡萄糖甙,还含有大量的黑芥子酶。黑芥子酶和硫代葡萄糖甙平时存储在不同的地方,一个在液泡里,一个在细胞质里,一旦受到虫子侵咬,芥子酶马上和硫代葡萄糖甙结合,生成了芥子油,从而杀死昆虫。这种化合物英文叫做mustard oil bomb,被称为芥子油炸弹,令大多数昆虫都望而生畏。许多豆科植物体内能产生生氰糖甙,也具有类似的特性,一旦昆虫入侵或者病原菌侵染,它们立即能把生氰糖甙与酶相结合,最后生成剧毒的氰化物,大多数昆虫病原菌都受不了。

此外,植物体内有一套完整的信号转导系统,可以向其他植物通风报信。植物受到害虫侵袭的时候,体内的茉莉酸、水杨酸、

乙烯等植物激素可以充当信号,迅速通知周围的植物个体。其他植物受到传递来的信号,马上合成有毒的化学物质,抵抗外界侵略。

昆虫的反防御策略

既然植物体内能产生这么多化学物质,那么昆虫有什么应对之策吗?当然有。昆虫也有一系列应对植物这些化学物质的策略,称为反防御策略。

第一个办法是把毒素吃了以后尽快排出体外。比如昆虫吃了尼古丁以后,在短短两个小时之内就能把93%的尼古丁通过排泄器官排掉,效率非常之高。

第二个是用解毒酶来解毒。科学家在昆虫体内发现了酯酶、谷胱甘肽转移酶、细胞色素氧化酶等几大类的酶系,可以为昆虫进行解毒疗伤。比如昆虫有一个庞大的部队叫做小菜蛾,喜欢吃白菜。可是小菜蛾

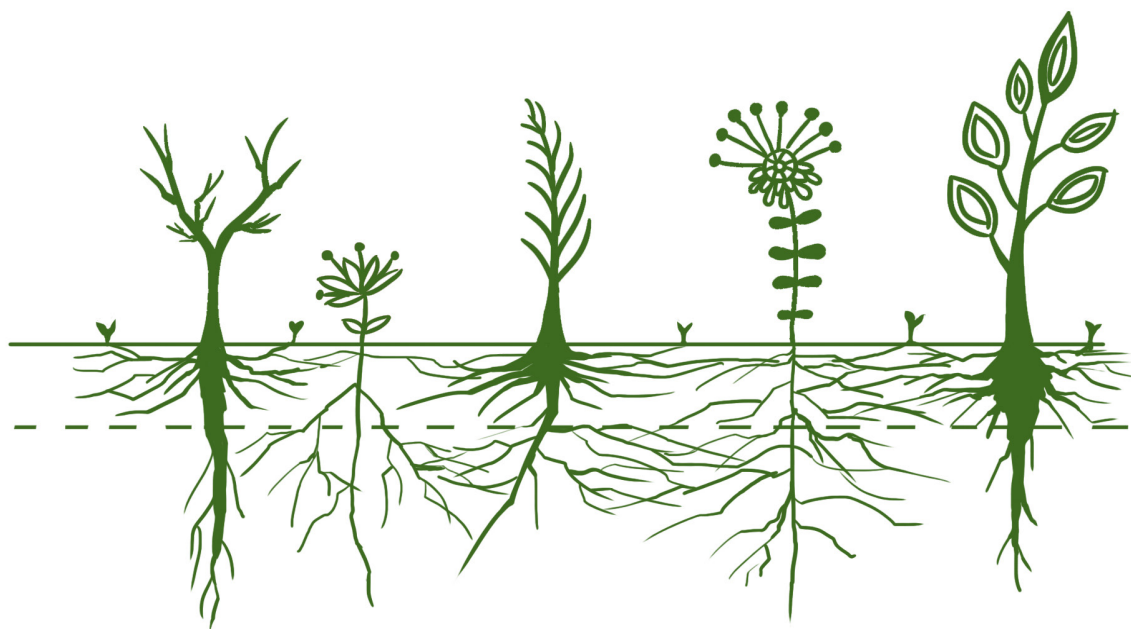
如何应对白菜的介子油炸弹呢? 科学家们发现, 小菜蛾有一个特殊的本领, 能产生一种特殊的酶, 拆除掉白菜产生的介子油炸弹。炸弹失效了, 它们就能在白菜叶子上安心进食了。

还有很多昆虫以毒攻毒。昆虫能把吃进体内的毒素储存在自己体内, 使得它们的天敌鸟类不敢吃它。另外一些昆虫本身不产生毒素, 通过模仿那些有毒的昆虫, 使得鸟类以为它们有毒, 也不敢吃它, 这种行为叫做拟态。

植物间的通讯

植物之间会不会讲话呢? 这是一个有趣的问题。科学家们发现, 植物确实具有这个本领。当植物受到害虫攻击的时候就释放一些挥发物, 这些挥发物能够被害虫的天敌所知道, 从而引来天敌保护自己。这种现象又叫做crying for help。

植物土壤下面的根系是一个庞大复杂的系统, 被一种特殊的真菌菌丝联系起来, 这种真菌叫菌根真菌。菌根真菌, 顾名思



上: 尺蠖蛾的幼虫模拟树枝的形态在悠闲地啃食树叶, 很难被天敌发现 摄影/王江
下: 植物地下的菌根菌丝网络 绘图/小四



玉毛田蚁 摄影/冉浩

义是在植物的根部与根形成一种共生的真菌，它可以帮助植物吸收土壤里面的养分，并且把很多植物给联系起来。一旦连起来，就形成了“网络”。我们人类的网络可以获取全世界各地的消息，而根系的网络则起到了植物间互相通讯的作用。比如说根系这边养分很多，另一边没有养分，植物可以通过这个网络，把养分分布的信息从这边传到那边去，起到一个均衡调配资源的作用。水分实际上也可以进行类似的调配。植物通过这样的地下网络，还可以“偷听”到邻居受害的信号，这对于提高植物的抗性非常有意义。

昆虫间的通讯

植物与植物之间是可以进行交流的，那么昆虫与昆虫之间能不能进行交流呢？我们都知道，昆虫可以通过声音、某些特定动作传递信息，但这具有非常大的风险，因为容易引来天敌的捕食。那么有没有什么途径，可以偷偷摸摸地传递信息呢？怎样发送信息，才是最安全可靠的呢？答案是化学信息。昆虫之间可以利用化学物质互相传递信息，进行昆虫间的化学通讯，我们把它叫做昆虫的信息素。这类信息素具有高度的专一性，而且结构非常简单。大部分昆虫属于社会性昆虫，在它们聚集、产卵、追踪等各个过程都有非常重要的化学物质在传递。

中国有一句老话：“千万别捅马蜂窝。”因为一旦捅了马蜂窝以后，蜂就会释放一些警戒的激素和聚合的信息素，结果所有的马蜂都进入攻击状态，非常危险。再比如蚂蚁，在所有行进的路上保留化学信息，这样就可以顺利地找到回家的路了。鼯遇到危险时，由肛门排出有强烈恶臭味的气体，它既是报警信息素又有防御功能。有些遭到天敌侵扰的动物，会将报警信息素迅速释放出去，通知同类个体逃避。棉蚜虫在遭到七星瓢虫捕食时，警报信息素立即释放出去，于是周围的蚜虫纷纷通过跌落来逃避被捕食。小黄蚁在受到骚扰时会释放报警信息素，有效半径可达10米。玉毛田蚁放出的萜烯信息素在极低浓度下就可引起蚂蚁向四处逃散。豌豆蚜被天敌捕食时，从腹管分泌报警信息素。

植物的化感作用

什么是植物的化感作用呢？植物可以向环境中释放一些次生代谢产物，直接或间接地抑制甚至促进邻近植物生长发育的现象，我们把这个现象又叫做“相生相克

作用”。在两千多年前古书中实际上就有记载。我国现在种了很多桉树，最初是从澳大利亚引进来的。由于桉树速生的特性，具有非常广泛的用途，成为了大面积种植的人工林。但是人们发现，种过桉树的土壤其他植物都死了，原来桉树的叶子、根部释放出的一些化学物质，抑制了其他植物的生长。

自然界很多植物根系能够分泌化感物质，如水稻、小麦、大豆、豌豆、豚草、牛鞭草、三叶鬼针草、胜红蓟、杨树、苹果、黄瓜、辣椒、大蒜、茄子等。化感作用在农业生产上应用广泛，例如在农业耕作制度的制定时，根据化感作用进行合理的轮作、间作和套作；生物除草剂、抑菌剂和生物杀虫剂的开发与利用；开展植物化感作用遗传机理的研究，开发抗化感或高化感的品种，减少农业生产中化学药物的应用；控制外来恶性杂草蔓延，维护生态平衡，等等。

近年来，人们已普遍关注某些外来恶性杂草的侵入和日益蔓延的危害性，尤其是对农田生态系统潜在的巨大危害。化感作用已成为有害生物控制、增加作物产量、生物复合群落构建和促进环境可持续性发展的重要途径之一。

(责编 桑新华)



作者简介

曾任森，博士，福建农林大学教授，博士生导师，首批教育部新世纪优秀人才培养计划入选者，广东省高校“千百十”工程国家级学术带头人培养对象，国际化感作用学会理事，亚洲化感作用学会筹备委员会秘书长，热带亚热带生态研究所副所长，农业部生态农业重点开放实验室和广东省高等学校农业生态与农村环境重点实验室常务副主任。主要承当化学生态学和作物化感作用教学和研究，先后指导硕士研究生25名、博士生5人。

吴则焰，博士，福建农林大学生命科学学院副教授，2013—2014年厦门大学访问学者，2014—2015年加州大学河滨分校访问学者。长期从事森林生态学与分子生态学等方面的教学与科研工作，先后主持或参与国家自然科学基金、教育部博士点基金、福建省自然科学基金等多项课题研究，发表论文30多篇，副主编国家级教材2部。

上：芝麻和棉花的套种 摄影 PPBC / 张凯

下：桉树林 摄影 / 唐建华

