

詹姆斯·纳迪

复杂的“关系网”

那些终生在同一棵树上度过的动物很容易追踪,如鸟类、哺乳动物、蛙类、蜥蜴和蛇,而依靠同一棵树生活的所有小型生物更是数不胜数。那些藏身于树叶、树枝和树根中的小型生物对树木的生命影响最大,而我们对它们也了解得最少。它们中有的滋养了一代代雏鸟,有的喂饱了树蛙,还有的为许多素食的哺乳动物提供了点心。树木可能只是容忍动物的陪伴,也可能主动吸引并欢迎它们的到来,但有时树木必须奋起自卫,抵御某些不清自来的“伙伴”。

仔细观察一棵树就会发现,它是一个繁忙的十字路口,有无数生命抵达或离开,或在此继续自己的旅程。我们可以把每一棵树看作一个群落,其中的生物被卷入一张相互作用的网络,从而与彼此以及它们生活的这棵树相连。它们都有两种基本需求,那就是能量和养分。这张互动网络涉及群落成员之间的共存、合作和竞争。尽管个别生物可能成为捕食者的猎物,树木的叶子可能被取食,但网络中的成员总能达成交易,即能量和养分的施与受,而且通常能实现“平账”,极少有物种在其中获得或失去太多。每个物种各司其职,各尽其责。因此,一棵树可以直接或间接地养活许多生命。

树木与其他生物之间的伙伴关系,始于绿色植物拥有从太阳光中获得能量的能力之时。当植物开始利用叶绿素分子捕获阳光中的能量,它们便制造出养分和氧气,不仅供自己使用,也令其他无数的生物获益。这个过程被称为光合作用,意为“用光合成”。树木从空气中获取二氧化碳,从土壤中获取水分,利用叶绿素分子从阳光中捕获的能量将这些简单的原材料进行组合,制造了糖和氧气。来自太阳的能量被转化为树木产生的糖分,又转移到以糖分为食的生物身上,进而流向捕食它们的生物。每种生物的生存都直接或间接地利用了阳光的能量。当生物吃掉另一个生物或是树的一部分时,它就从食物中获得了能量和养分。无论食物是活的还是死的,是植物、动物还是真菌,都适用于这一规律。

不过,尽管树木可以完成捕获阳光能量的惊人壮举,但是如果某些伙伴提供的矿物质营养,如每个叶绿素分子所需的镁和每个细胞壁所需的钙,它们就无法生存。

这些做出贡献的伙伴包括微生物和所有其他更大的生物,它们通过消耗曾经生活在树上的生物残体,以及树木本身死亡或脱落的部分,为树木提供可循环利用的矿物质养分。换言之,树和它的许多伙伴,包括其他分解者,都在为分解者的回收工作提供原材料。这些伙伴包括:植食性动物和传粉动物,它们取食树木活体组织,以及生活在树上的地衣和苔藓等植物,以获取营养;食真菌动物,它们取食树木的真菌病原体、树下的真菌分解者,以及名为菌根和内生菌的共生真菌;捕食者、拟寄生物和寄生虫,它们以生活在树上的动物为食。

目前看来,树的居民中数量最多,也最微小的,就是微生物。微生物与树木的组织和细胞密切相关,形成了所谓的树木微生物组。微生物并非树木所独有的,它们也与树



纪录片《绿色星球》剧照

树木和它的“朋友圈”

从树梢到树根,每棵树都是一个生机勃勃的微型世界。它们不只有年轮和落叶,更有无数伙伴在枝叶间、树皮、土壤中悄然活动,构成一张复杂而精妙的生命网络。无论是扎根于大森林、城市公园,还是后院,每棵树都有一个关于秘密伙伴的独特故事。在《树的秘密伙伴》中,博物学家詹姆斯·纳迪为我们展现了一个隐藏在树木寂静外表下的喧嚣世界。



纪录片《绿色星球》剧照

木的动物伙伴建立了密切的联系。一棵树中的互动网络涉及所有的界——古菌界、细菌界、真菌界、植物界、动物界和原生生物界。微生物显然影响着树上每一个居民的生活,其方式仍然不为人知。

除微生物外,一棵树从头到脚各部分数量最多的生物要数节肢动物。节肢动物意为足上具有关节的动物,包括我们熟悉的昆虫、螨虫、蜘蛛、潮虫、蜈蚣和马陆,也包括我们不熟悉的原尾纲、少足纲、双尾纲和综合纲。节肢动物门下所有十个纲都与树木有某种联系。许多物种仅仅生活在树木脚下的凋落物和土壤中。

给伙伴的礼物

我们常常将树木的馈赠视为理所当然。树木利用从阳光中捕获的能量,为伙伴们提供化学能和营养。树木群落中所有的成员,包括树木自身,在生命终结时都会成为原材料,为无数的分解者提供能量和养分。接下来,分解者将这些矿物质养分释放出来,进行加工,以便树木从土壤中吸收。如此循环往复,每一棵树都从土壤中获得这些矿物质养分,构建自身组织,并从阳光中获取更多的能量,与无数同伴分享。

树木与邻为善。它们的形态可以消解噪声,还能景观增添勃勃生机。它们能保持土壤中的水分,并保护土壤不受侵蚀。树木用根系

从土壤深处汲取矿物质养分,与群落中的其他生物共享。树木吸收空气中的二氧化碳和许多污染物。每年落叶时,树木会将许多养分送回土壤,以补充土地的肥力。树木为所有的伙伴和访客提供养分及庇护。在冬日的寒潮里,它们阻挡冽风。在夏日的热浪中,它们提供阴凉。保护树木,种植树木,就是在投资营造一个完整而美丽的地球。

城市中的树木可使夏季气温降低约3.6℃。当森林中树木集体进行蒸腾作用形成云彩时,含有水蒸气的空气凝结,体积缩小,从而导致气压降低。随着气压下降,同一水平面上含水量较少的空气被吸入,便产生了凉爽的风。亨利·戴维·梭罗曾为19世纪美国大肆砍伐树木的行为感到痛心,同时欣慰地论断:“感谢上天,人无法砍伐云彩。”然而这是错误的。博物学家吉恩·斯特拉顿·波特准确地观察到:“唉,他们确实可以!”她在1910年出版的《荒野的音乐》中写道:“我从未说过比这更悲哀的事实,但人们的确能‘砍伐云彩’。”最新研究证实了这个“悲哀的事实”,揭示了树木如何影响温度、云的形成以及气候。

从树梢到树根,每一棵树都有自己的生物群落,无论它们身处何地,无论生前还是死后。有的生物会因为果实、叶子、花朵或空心朽木而选择某棵树,而树上的昆虫会吸引其他生物。似乎每种生物都能在树上的某个地方满足自己的需

要,并设法以某种方式报答树的慷慨。所有这些生物都能分享树木提供的礼物,树木也能接受各种各样的伙伴,尽管它们有的会吞食树叶、吃掉果实,或在木头上打洞。树木的许多伙伴都是值得信赖的盟友,它们保护树木,维系着树木同无数伙伴之间的和谐与平衡。

必要时的防御

在树木的细胞和组织中,进行着作为合成反应的光合作用,以及作为分解反应的呼吸作用,二者不断推动着树木生命过程中发生的所有化学反应。这些化学反应产生的化合物相互结合,形成了无数的化学物质,构成了树木的代谢产物。初级代谢产物不断产生,它们对树木的正常生长和生理机能至关重要,其中包括支持光合作用和呼吸作用的物质,以及协调树木各部分形成和发挥功能的各种激素。次级代谢产物并非树木生存的必需物质,但它必然影响着树木与环境中的其他生物的互动。据估计,植物会产生20万种不同的次级代谢产物。植物细胞不断产生这些化学物质,其中一些对昆虫有驱避或致病作用。但是,总有一些昆虫喜欢这些令其他昆虫厌恶的味道。它们不仅有办法消除这些化合物的毒性,有些甚至还利用这些化学物质来抵御其他昆虫和脊椎动物的捕食。此外,树木的颜色、风味和香气不仅能发挥驱避作用,也能吸引一些伙伴。

面对昆虫和微生物的攻击,植物表面上看似平静而被动,但在叶片和树皮内部,植物细胞能迅速识别外来物质的攻击,并发起强有力的防御。作家薇拉·卡瑟曾说:“我喜欢树,因为它们似乎比其他生物更加顺应自己的生存之道。”她并不知道,在面对植食性动物和病原体的挑战时,树能表现得多么强硬。树无法飞行,也无法逃走,完全看不出它们其实能够有效躲避攻击。实际上,树木拥有一座化学武器库,其中的防御性化学物质可以驱赶来犯的植食性动物,或令它们中毒,或干扰它们的消化。

当树木组织受到机械损伤时,

它们会释放挥发性的防御物质。与入侵者战斗的时候,树木会产生多种挥发性化合物,释放到空气中,以提醒周围的树木注意危险,刺激它们产生更多的防御物质,为可能到来的战斗做好准备。已知不同植物释放的挥发性化合物总计超过1000种,这是对入侵者的第一级防御反应;这些化合物还会触发级联反应,促使树木释放一连串新的防御化学物质,传输到树木的其他部位,在树枝和树根之间发出警报。通过空气传播的挥发性化学物质不仅能提醒其他树木,还能招来捕食性和寄生性昆虫,使它们成为盟友,一同对抗植食性昆虫。

正如我们的免疫系统可以区分自身和外物,拒绝从细菌到移植组织的任何外来物,植物也会对其组织的外来入侵做出反应。在遭遇微生物病原体,或是昆虫的大颚、口器或产卵器,甚至昆虫跗节施加的压力后,树木组织中调控免疫响应的两种主要激素(茉莉酸和水杨酸)的含量几乎必然会增加。昆虫唾液中的物质通常能增强最初的植物损伤反应,但在某些情况下,植食性动物会分泌一些化学物质,抑制植物对机械损伤的正常防御反应。

受到真菌或昆虫攻击后,树木激素水杨酸会转化为水杨酸甲酯。这种物质挥发后飘向其他的树叶和树木,刺激树木细胞释放出库存的成千上万种防御性次级代谢产物。

即便面对树木最强大的防御策略,食草动物和微生物似乎总能设法应对,甚至回避它。在这种压力之下,树木不仅学会了依靠自身的多种化学防御手段,还会依靠微生物、节肢动物和脊椎动物同伴的智慧与帮助。在与昆虫和病原体的对抗中,树木也不必孤军奋战,这些同伴都会伸出援手。树木的盟友不仅帮忙传粉和散播种子,还能控制入侵微生物以及啃叶子、蛀木头和吸树汁的昆虫的数量。作为回报,树木为这些盟友提供了自助餐。

通过吸引各种生物在树叶、树皮和花朵上生活,树木还能引来捕食者,从而控制其他生物的数量。多种胡蜂和捕食性昆虫会跟踪并捕食以树叶及木头为食的昆虫。许多鸣禽在枝头跳跃,寻找六条腿的食物,以及它们留下的蛛丝马迹——叶卷、虫道、蛀洞和被啃食的树叶。啄木鸟时常搜寻树皮的缝隙,寻找可能藏身其中的昆虫。鹰和猫头鹰会密切留意鸟类与松鼠的动向。猎手和猎物共同组成了树木群落中错综复杂的生命网络。

(本文摘自《树的秘密伙伴:从树梢到树根里的生命》,内容有删节,标题为编者所加)



《树的秘密伙伴:从树梢到树根里的生命》
[美]詹姆斯·纳迪 著
戚译引 译
译林天际线 | 译林出版社