

植物间社交网络的秘密

树林万维网的意义远远超过了基本的物质交换。一株死亡的树木可以将自己的资源输送给整个社区,处于大树树荫下的小树苗可以由此从其强壮的邻居那里获得额外的资源。更令人惊讶的是,网络可以让植物向彼此发送警告信息。

□ 罗伯特·麦克法兰

艾坪森林是一处受到严格管制的地域。这片区域最初于12世纪由亨利二世发布敕令,成为皇家狩猎场。如果平民被发现在这里偷猎,则会受到严重的刑罚。从1878年起,这个地方转为由伦敦市社管理,它根据48条社团法规规范这片森林内的行为举止。今天,这片森林的范围则被完全限定在M25号公路内。M25号公路是环绕大伦敦区域的环形公路。森林内有小型道路穿过,整个区域的宽度很少超过4千米。森林内有100多个湖泊和池塘,其中有几个是1944年伦敦遭到V1炸弹轰炸时留下的爆炸坑。然而,艾坪森林的神奇故事依旧在上演。艾坪森林目前占据着将近6000英亩的面积,区域内有各种树木、荒地、草地和溪流,当地平民的牲畜可以在这里自由享用草地上的牧草,而毒蛇则在林中空地享受着日光浴。尽管在各种用途间不断切换——从高尔夫球场到山地自行车道——艾坪森林依然维持着其魔幻氛围。

今年初夏,我在那里度过了两天,徜徉于森林之中,和一位年轻的植物学家梅林·夏尔德雷克(Merlin Sheldrake)进行了畅谈。夏尔德雷克是一位研究菌根真菌的专家,他的研究成果将改变我们对森林的认知。几个世纪以来,人们一直认为真菌对植物有害,它们寄居在植物体内,引发疾病和功能障碍。然而最近的研究使我们认识到某些种类的普通真菌和植物存在着微妙的共生关系,不会带来疾病的传染,反而会带来各种奇妙的关联。这些真菌会产生像蜘蛛丝一样粗细的真菌管,称之为菌丝,这些菌丝可以在土壤中穿梭,在分子级别和植物根部尖端相互交联。植物的根和真菌相互结合,形成了所谓的菌根(mycorrhiza):这是一个复合词,由意为真菌的mykos和意为根部的riza的两个希腊词根组成。由此,植物个体在地下经菌丝网络相互连接在一起,这是一系列纷繁复杂的协作结构,我们称之为树林万维网。

这些菌根真菌和植物相互联接的关系已经存在了很久(大约4亿5千万年),是一种共生关系——两者都能从这种互联中获取利益。从菌根真菌来说,它可以从树木汲取营养,获得树木在光合作用中制造的复合碳元素的糖类;而从植物来说,通过自身不能合成的酶,可以得到真菌从土壤中获取的诸如磷和氮的营养元素。

但是,树林万维网的意义远远超过了基本的物质交换。真菌网络也可以让植物在不同个体之间分配资源——糖、氮、磷。一株死亡的树木可以将自己的资源输送给整个社区,或者处于大树树荫下的小树苗可以由此从其强壮的邻居那里获得额外的资源。更令人惊讶的是,网络可以让植物向彼此发送警告信息。一株受到蚜虫攻击的植物可以在蚜虫到

达周围植株前提示其加强防卫。之前,科学家们已经了解到植物可以在地上通过空气传播的激素进行信息交换,但是,从来源和接受者来看,地下的这种菌根网络要更加精确。

发现树林万维网的存在,并不断揭示它所起到的作用,可以使我们了解物种的起源和消亡,把森林作为单一的超级生物体来看待,而不仅仅是一组独立的个体群落,使我们更深入地认知植物之间的物质交换、分享甚至是它们的友谊。“如果我简单明了地向别人解释我正在从事的研究工作,我只需告诉别人我正在研究植物的社交网络就行了。”夏尔德雷克告诉我。

除了进行科学专业研究,今年28岁的夏尔德雷克还在一个名叫“温柔秘密”的乐队中演奏手风琴,乐队的其中一首单曲名字为《蘑菇30000》,属于迷幻史诗风格,而乐队的整体风格则汇集了各种音乐元素——东欧犹太民谣、嘻哈、电音以及滑稽模仿。一听迷离,再听痴迷。

作为本科生在剑桥大学学习自然科学时,夏尔德雷克读到了一篇植物学家E·纽曼撰写的论文《植物之间的菌根联系:它们的功用及其生态意义》。在这篇论文里,纽曼大胆地提出了联系植物的菌丝网络的存在。“如果这种现象广泛存在,”纽曼写道,“那么,它将对生态系统的运行发挥着深远的影响。”

这些新奇的论点深深地吸引着夏尔德雷克,他一直对真菌充满了好奇心。在他看来,它们拥有超能力。他知道这些物种可以把岩石变为碎石,在地上和地下快速穿梭,在水平方向进行繁殖,通过向体外排泄酶消化食物。他已经知道它们的毒素可以杀死人类,它们可以合成精致致幻类的化学物质,使人进入迷幻状态。在阅读了纽曼的论文以后,他认识到真菌还可以让植物在彼此之间进行沟通交流。

“所有这些树木在其根部都生长着菌根真菌,”夏尔德雷克边说边指了指我们身边屹立着的山毛榉和鹅耳枥,“你可以想象真菌本身在地下形成巨大的网络,微小的管路在各个方向伸展,形成树木的假体——继续延展的根部体系,向外延展渗透入更深的土壤层中,获取营养物质,然后输送回至树木体内;而植物的绿叶则固定碳元素,合成碳水化合物,输送至根部,然后进入真菌体内。所有这一切正在我们脚下悄然发生。”

接着我们来到一片开阔地中央,数百株亮绿色的山毛榉树苗正在茁壮生长,每棵植株大概有几厘米高,充分享受着阳光的沐浴。夏尔德雷克跪下来,清理掉落叶,露出一片盘子大的地方。他捏起一把碎土,用手指搓了搓:富饶的黑色腐殖质。“很难用

实验的方法来分析土壤,菌丝太微小无法用肉眼辨别,”他说,“你可以把根视系统埋入地下,观察其根部的生长,但是你却无法观测到真菌的生长。当然你可以对地面以下进行激光扫描,但是这对真菌网络来说还是太粗浅了。”

闪闪发光的棕黄色蜘蛛和黄铜甲虫正在叶子上争斗。菌丝将会在腐烂的叶子、原木和树枝上分解物质以获取食物,逐渐成长,然后你就可以看到菌根真菌形成群落,夏尔德雷克说,一边指着林中空地。除了渗透进入树木根部,菌丝同时还互相渗透——菌根真菌无法从细胞层次互相分离。这种互相渗透可以允许基因物质在水平方向传播,真菌通过无性繁殖就可以传宗接代。夏尔布雷克解释道。我试着想象土壤为透明的,这样我的脑海中就浮现出真菌所组成的地下立体交通网络,这些真菌像线一样悬垂在树根上,就像我们这个城市地下的网络和光纤一样。我曾经听到过作家琪娜·米尔维尔使用一个特别的习语来描述真菌世界:灰色王国。这个词体现了真菌世界的另一面:它对我们平时所认识的时间、空间、维度和物种概念提出了新的挑战。“你看着这些网络,”夏尔布雷克说,“然后它也在回头看着你。”

在漫步了2小时后,我们到了森林的边缘,穿过M25号公路,翻过铁丝护栏,到了一处看起来像是私人领地的空地上休息。我们倒不是迷路了,但是我们需要知道这片森林的范围到底有多大。我在手机上查看了艾坪森林的混合地图,一个蓝点在我们所处的位置闪动,绿色向东南方向继续蔓延,那里就是我们前进的方向。穿过繁忙的公路,进入森林深处,直至几乎听不到车辆的轰鸣声。

当夏尔德雷克于2011年开始进行博士研究时,剑桥大学没有一位导师涉足生物共生或者菌根真菌领域,所以他联系了其他研究机构的研究人员,他们来自瑞典、德国、巴拿马和英格兰。夏尔德雷克和这些专家建立起了一个研究菌根真菌的专家网络。在博士研究的第二年,夏尔德雷克来到中美洲进行实地考察。他进入巴罗科罗拉多岛,这个岛屿位于巴拿马运河流域的加屯人工湖中。在那里,他加入到一位名叫小埃格伯特·基尔兹·李的美国进化生物学家所带领的科学家团队。

从方法学上来说,在岛上所进行的某些科学研究充满了危险。例如,夏尔德雷克把一位美国年轻科学家所进行的研究称为“醉猴子假说”,这项研究尝试收集猴子大量食用经过发酵的果实后排泄的尿液,以便评估这些尿液的毒素水平。夏尔德雷克在研究过程中也面临着自己的困扰和沮丧,他早期的工作就是把孢子样品带回实验室进行筛选分析。每天面对的都是腐烂、蒸熏、固化和防腐,这样的工

作日积月累,不免逐渐开始让人心灰意冷。他一直期望着能够和研究真菌可以有更加直接的接触。一天下午,他正在显微镜下观察菌根真菌的孢子,突然意识到它们看起来非常像鱼籽酱。在经过几个小时的清洗和筛分后,他已经有一堆“鱼籽酱”了,他用镊子把它们放在一小片饼干上,然后吃掉了这块饼干。“孢子对人体真的很好,它们含有大量脂质。”他说。有时候他也会把这些孢子切成细丝,然后用鼻子吸入。

在岛上进行研究的第二季,夏尔德雷克开始对那些依靠真菌获得营养的植物产生了浓厚的兴趣,它们通常被简称为真菌寄生植物。真菌寄生植物是一类缺少叶绿素的物种,无法进行光合作用,因此完全依赖于真菌网络为其提供碳元素。这些非绿色植物潜入真菌网络,从中汲取各种养分,却不用付出任何回报,至少目前看起来是这样的。夏尔德雷克说:“它们不遵守通常的共生原则,但是我们也无法证明它们就是寄生生物。”夏尔德雷克特别关注真菌寄生种群中一种名叫瓦龙胆的植物,它们的花朵像淡紫色的星星一样开满了巴罗科罗拉多岛的丛林。

人们对树林万维网的核心争论在于该如何描述各种物种之间进行的交易。大家提出了两种针锋相对的观点:共享森林——树木充当护理者,互相照顾,富裕的物种支持有需要的弱者;竞争森林——在一个充满竞争的系统,所有主体以自己的利益出发作出决定。夏尔德雷克喜欢瓦龙胆的原因之一是因为它们还无法被人类充分认识,仍然处于十分神秘的状态:“它们就是树林万维网的黑客。”

作为最好的植物学家,岛上的当地居民作为助手和夏尔德雷克一起进行考察活动,对当地的土壤进行详尽的统计,对数百种从绿色植物及瓦龙胆获取的根部样品进行DNA测序,这样就可以使我们了解与植物相连接的真菌是什么种类,从而史无前例地绘制出丛林中最清晰的社交网络地图。

当天晚些时候,我们来到湖边,已经结块发硬的烂泥凝固在浅水岸边。鲤鱼冒出水面呼吸新鲜空气。水鸡在水边踱步,不时发出几声鸣叫。湖面偶尔出现几个巨大的气泡。夏尔德雷克和我坐在湖边,凝视着远方的落日。他告诉我,在发表了几篇关于菌根真菌的专业论文之外,他还计划出版准备这些论文背后所发生的各种千奇百怪的故事——现场考察时出现的幸运事件,使人灵光闪现的机缘巧合以及长期在外的困惑无聊和偶然相遇。

(本文摘自2016年第10期《世界科学》,由曹兵编译,原文作者系英国剑桥大学伊曼纽尔学院研究员。因版面有限,摘录时有删节。)



推荐图书1:

《无可否认》

作者:[美]比尔·奈尔
人民邮电出版社出版

进化论是现代生物学的基础,也是我们认识世界的重要工具,它远比我们当前所能理解的更为深刻。在本书中,畅销书作家、科学传播人比尔·奈尔以别具一格的幽默语言和不容争辩的事实,向我们阐述了有关进化的种种重大问题,比如进化是如何发生的,进化将如何进行下去,进化在新型农业和医疗卫生领域有何实用价值,转基因与人体克隆是怎么回事,进化论在寻找地外生命过程中如何发挥作用等等。本书的重点在于用进化的思想来分析解释现实生活中的现象和前沿问题,你的视野会因此而得到拓展。

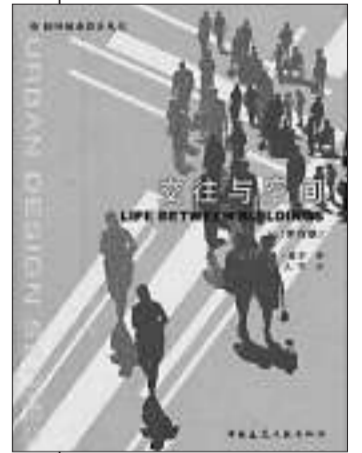


推荐图书2:

《神与摩托车维修艺术》

作者:[美]波西格
重庆出版社出版

这是一部奇特而有趣的哲学读物,作者进行了大量科学技术哲学以及其他哲学方面的讨论,见解独特而又机智。同时它又是一部心灵自传,在与西方两千年来哲学传统的深入理解与争辩中,作者一度精神上不堪重负,但最终寻找到了生命的意义并获得了自我拯救,成就了作者洒脱通达的人生观,让整本书亲切而又富有乐趣。



推荐图书3:

《交往与空间》

作者:[丹麦]扬·盖尔
中国建筑工业出版社出版

本书着重从人及其活动对物质环境的要求这一角度来研究和评价城市和居住区中公共空间的质量,从住宅到城市的所有空间层次上详尽地分析了吸引人们到公共空间中去散步、小憩、驻足、游戏从而促成人们的社会交往的方法,提出了许多独到的见解。尽管欧美各国的具体条件与中国有很大的不同,但书中所讨论的问题是国际性的,对于促进我国城市规划和设计水平的提高将带来有益的启示。

改革成果转化体制 加大高校创新供给

□邵黎明

在上海诸多科技创新领域中,尤其以生物医药创新具有突出的优势地位。实际上,上海高校包括众多高质量的附属医院是生物医药创新的最大的供给方。近年来,高校也已经在生物医药领域研发出一批具有创新性突破性的科研成果。例如复旦大学抗肿瘤药物研究实现了新突破,其专利以6500万美元许可美国HUYA公司在除中国包括台港澳以外地区用于临床开发和销售;上海中医药大学通过校企协同,成功突破人工熊胆生物转化关键技术,开创了生物技术在中草药资源领域应用的新局面。由此可见,高校在加大生物医药源头创新供给方面不仅具有义不容辞的重大责任,而且也有实现创新供给的现实性。

要提高高校生物医药源头创新的供给量,打造一个能够让高校研究人员潜心原创研究的创新生态环境是最重要的先决条件。创新生态环境不仅包括金融支撑、人才政策等硬指标,还包括极其重要的认识观念和科研导向、创新评价考核体制、创新氛围和人际关系等生态软环境。除此之外,针对高校目前生物医药创新的现状,现有的高校科研管理体制及成果转化技术转移体制是制约生物医药源头创新的重要短板,尤其是专利数量多但质量不高、市场意识缺失、科研管理部门(及技术转化部门)机构设置和人员构成不尽合理等问题比较突出。所以改革科研管理和成果转化、技术转移的体制,是亟待解决的关键环节之一。从思想认识、知识

产权管理以及科研管理部门结构和功能方面着手,积极实施改革,是解决制约生物医药源头创新短板的有效路径。

首先,高校科技转移的管理人员不仅要具有开阔敏锐的国际视野和专业化水平,及时了解科学研究的最新进展,而且要具有强烈超前的市场意识,敢于担当主动而为,把有效开展商业拓展,提高创新研究成果的转化成功率摆在突出的地位。这可以使科研创新资金从以往主要依赖国家项目投资转变到拥有市场化、多渠道来源。

其次,创新研究成果的转化必须从加强知识产权的管理入手,努力提高申请专利的质量和专利管理的效率。在专利产生、申请、保护过程中,每一个环节都必须在既懂专业、又懂专利法的专业人士的指导下进行,实现包括专利创新设想初始阶段的创意调查和文字记录在内的全过程服务。

目前我国每年专利申请已有近百万之多,但真正在国际上申请专利以获得经济利益的每年只有3万左右,这里的数量差之大固然有国际专利维护费用昂贵的原因,但是对知识产权及专利全过程理念的缺失也有关系。因此,必须加速建设一支知识产权专业化的团队,有了这样一支专业团队,才能改革和完善真正科学的、严格的、知识产权的流程和管理机制,对创新想法保护、专利申请的起草、提交及后续跟踪等进行全过程的有效管理,从而实现创新成果转化的价值最大化。

此外,还要发挥高校专业门类众多、具有整合运用各类专业资源的突出优势,依靠高校综合资源优势,积极探索诸如合理利用校内人员和校外专业专利律师事务所相结合的方法,提高专利申请的质量和效率。同时,积极推广建立自动化管理系统,对专利申请的步骤、时间节点等进行自动化的提醒和管理,避免专利保护的流失,从而提高专利保护的安全性和专利资产维护的效率。事实上,自动化管理系统的建立还会为高校科研成果技术转移的商业拓展打下高效率的基础。

第三,改革和加强高校技术转移部门结构和功能。目前高校技术转移部门缺少从事专利工作的专职人员,更没有单独建制,人员的工作往往停留于一般登记、公告等日常行政业务方面,不能满足集法律、科技业务、资产管理于一体的专利组织的专业要求,大大影响了专利技术转移的效率和效益。

近年来,世界上一些知名大学在这方面的尝试值得我们借鉴。其中,引进既懂得学术界的语言,又掌握市场语言的“双语”人才尤其值得重视。

在管理上,要从“精准理财、精准管理”入手,改革完善高校技术转移部门的功能。高校技术转移部门必须摸清家底,盘点存量,有效整合,妥善规划。比如在生物医药创新方面,要理清现有的基础研究、大数据研究、生命组学研究成果以及它们与新药靶点的关系,还要理清各类支撑技术平台及特

有技术平台的状况、当前有开发前途的候选(先导)化合物以及可用于转化医学研究的分子标记物等。

“精准理财、精准管理”可以彻底改变高校创新成果的碎片化现象,提高管理效率,有效地实现存量与增量的辩证关系,产生倍增效应,还可以有效提高高校内外科研合作水平和成果转化效率。这方面,国外大学也有不少经验和做法值得借鉴,比如在“精准理财”的基础上以管线、资产组合等简明易懂的展示方式进行宣传和商业沟通,使愿意合作的对象能够对学校生物医药研发的基本能力、基础设施、可服务功能和可供转化资产一目了然,便于双方积极主动地进行商业推广和转化。

技术转移部门尤其要学会在转移过程中如何设定项目目标价格、设立双赢技术转移谈判策略,努力提高与外界的技术沟通能力和交易谈判能力,帮助加快技术转移的进程。

值得欣喜的是,上海科技“十三五”规划已经对此提出了重大改革意见,上海不少高校在近年来的改革实践中对优化高校的技术转移体制、机构设置也已作出了一些有益的尝试,取得了不少经验。面对国家创新发展战略提出的要求,高校必须顺势而上,加快改革优化速度,成为有能力、负责任的源头创新供给方。

(本文作者系复旦大学国家千人计划特聘教授、上海药物创制产业化开发中心主任、复旦大学医药健康产业创新发展研究中心主任)