

人类对于植物味觉的理解促成了第二次农业革命

陆纾文



从出生的第一天起,我们就开始运用“五感”(视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉)来探索周围的世界。上世纪90年代,生物学家丹尼尔·查莫维茨开始对植物和人类感觉的相似性产生兴趣。他在一系列研究中发现,植物和动物之间的基因差异并不像人们原来想的那么大。

他把这些发现都写进了一本叫作《植物知道生命的答案》的书里。从中我们得知,植物没有中枢神经系统,更没有大脑,无从协调来自它全身的信息,但是与光、空气中的化学物质及温度有关的信息会持续不断地在植物的根和叶、花和茎之间进行交换,帮助它们更好地适应环境。

【植物能“看”到什么】

相比人类的眼睛拥有四种类型的光受体,一株植物至少拥有十一种不同的光受体。所以在感知水平上,植物的视觉要比人类复杂得多。这或许是因为,光对植物来说不仅仅是信号,还是食物和能量的来源

你相信植物能看到你吗?事实上,它们无时无刻不在监视着周围的环境。植物能够知道你是否走近,知道头顶上方是否有物体遮挡,知道自己栖息的花盆是否被移动过地方……当然,植物并不能像你我这般“看到”画面,但它们确实能通过“植物视力”看到光,甚至是一些我们只能在脑子里想象的颜色。

达尔文在他的最后一本著作《植物的运动力》中写道,几乎所有的植物都向着光弯曲。的确,我们随时都能看到种植在室内的植物朝着窗口射入的阳光垂头弯腰,这一行为被称作植物的向光性。1864年,一位名叫尤利乌斯·冯·萨克斯的科学家发现,蓝光是诱发植物向光性的主要颜色,而其他颜色的光对植物的向光弯曲几乎不起作用。但当时没有人知道植物是靠哪个部位,又是如何看到光的。待到1880年,达尔文父子通过两项实验验证,向光性是光照射到植物苗梢的结果——苗梢看到光,把信息传递给植物的中段,叫它向着光的方向弯曲——这便是植物的原始视觉。

几十年后,美国农业部的两位科学家注意到,马里兰州南部山谷中的一个全新烟草品种——马里兰猛犸可以一直生长到近5米的高度,直到霜冻来临才停止生长,却几乎不开花。他们在实验中发现,如果马里兰猛犸暴露在夏天的漫长日照之下,就会一直长叶;但如果它经历了人为制造的短日照,就会开花了。这一光周期现象证明植物能够计算它们获得了多少光。于是科学家的脑海中又萌生了新的问题:植物测量的是白昼的长度还是黑夜的长度?它们看见的又是什么颜色的光呢?

差不多第二次世界大战的时候,科

【植物能“尝”到什么】

尽管植物可以通过光合作用自己制造糖分,但它们仍依赖外部资源获取生命必须的矿物质——植物在土壤中“尝”到的东西对于它的生存极为重要

人类需要通过摄入动植物来获取热量,但植物却有独特的本领,可以通过光合作用自己制造糖分。尽管如此,它们仍依赖外部资源获取生命必须的矿物质——植物在土壤中“尝”到的东西对于它的生存极为重要。

如果把植物拟合成动物,那么它们的“舌头”就生长在根部。植物的根扎入土壤,吸收必需的水分和矿物质,同时感知到在土壤中传递的、来自邻近的根和微生物的化学信息。当它们感受到胁迫时,还会更多地吸收那些可以帮助它们渡过难关的矿物质。

科学家在的一项研究中发现,如果拟南芥生存的土壤的pH值变小,它们的根就会比正常条件吸收更多的镁。由此可见,植物能够感知土壤中的矿物质,并决定对某种元素的吸收量。具体来说,植物首先“尝”到根表面土壤中的矿物质,然后由内皮层决定哪些矿物质需要被充分地摄取和内化。从本质上来看,植物尝味的机制与人体细胞维持矿物质内稳态的机制十分相似。

无论我们是否有过给植物施肥的经历,都不难认知植物味觉对其生理的重要性。查莫维茨在书中指出,人类对于植物营养和植物味觉的理解促成了始于20世纪初的第二次农业革命。当时农作物单产的巨大提升要归功于三大技术成就——作物高产品系的成功培育、高科技灌溉方法的应用,以及化学肥料的投入和广泛使用。如今,全世界的植物学家还在努力培育不需要那么多肥料和水也能保持高产的新品系。要做到这一点,我们首先就要理解植物如何“尝”到矿物质,如何感知和吸收它们,然后才可以让

学家发现,只消在半夜快速点亮灯光再关掉,就可以控制植物的开花时间,这说明植物测量的不是白昼的长度,而是黑暗的长度。他们同时发现,不管用什么植物做实验,它们都对夜晚的红色闪光有反应。多么神奇!植物竟然还能区分颜色:它们靠蓝光知道向哪个方向弯曲,却靠红光测量夜晚的长度。

之后,在20世纪50年代早期,科学家又获得一个惊人的发现:如果你在夜间给植物反复照射红光和最常在日暮时分出现的远红光,那么它们只记住自己看到的最后一种颜色。这个似乎不难理解:在自然界中,任何植物在白昼将终的时候看到的最后一道光就是远红光,这意味着它们该“休息”了;早晨,植物看到红光便又醒来。借由这种办法,植物能够测量黑夜的时长,并相应调整其生长。

于是查莫维茨在书中提出了新的问题:植物究竟是用什么部位看到红光和远红光,以调控开花的呢?

我们从达尔文的向光性研究中得知植物的“眼睛”在茎尖,于是想当然地认为负责光周期现象的“眼睛”也在同样位置。然而答案大相径庭。事实上,照亮任何一片叶子都足以调控整株植物的开花时间,而如果把所有的叶子摘除,只留下茎和茎尖,植物就失去了感知红光和远红光的本质。

相比人类的眼睛拥有四种类型的光受体,科学家们发现,一株植物至少拥有十一种不同的光受体:有的告诉它们何时萌发,有的告诉它们何时向光弯曲,有的告诉它们何时开花,有的告诉它们夜幕已经降临……所以在感知水平上,植物的视觉要比人类视觉复杂得多。这或许是因为,光对植物来说不仅仅是信号,还是食物和能量的来源。

作物的生理活动效率得到提升。

当然,动物(包括人类)的生存不仅需要能量,还需要水,植物同样如此。它们能够在土壤中获得多少水、与能获得多少养分一样,都会影响它们的生长。作为最先同水和养分打交道的器官,根必须具备在土壤中“尝”到它们的能力。早在19世纪,植物学家尤利乌斯·冯·萨克斯就描述了植物感知到水,并向水生长的现象——这种现象被称为植物的向水性。当土壤的水位下降时,根系能够向植株发出信号,后者于是关闭叶子上的气孔减少蒸腾,同时改变根系结构寻找新的水源。你或许会认为,植物在水分不足时会减缓生长速度,但事实恰恰相反。在缺水初期,植物会加快根系往土壤深处生长的速度——它们等于是押上赌注,向最可能找到水的地方拼命生长。

植物可以通过“嗅觉”交流病原体或昆虫的来袭,那么它们能否通过“味觉”交流缺水之类的生理状态呢?

在分根实验中,科学家将一株豌豆的根分成两部分,分别种在1号盆和2号盆中,随后将第二株豌豆的根分别种入2号盆和3号盆……以此类推,科学家用七个盆串联起了六株豌豆。接着研究者改变1号盆的环境,使第一株豌豆处在干旱之中。接下来,出人意料的一幕发生了:尽管第一株豌豆有一半根系仍然保持良好的湿润状态,它还是在15分钟后关闭了叶片上的气孔,紧接着第二株、第三株……所有的豌豆都依次关闭了气孔。研究团队推测:有一个信号从同一植株的受迫根系传递到了其它根系,并促使未受胁迫的根系将信号释放到土壤中,告知邻近的植株干旱正在逼近。

五角菟丝子依靠“嗅觉”在邻近的植物中挑出专门的种类来侵害



暴露在蜂类振翅声中的植株所分泌的花蜜,比那些始终处在安静环境中的植株含有更多糖分

相关链接

卢梭的植物学美梦

卢梭和植物学,听起来似乎有些奇怪。但是你知道吗?这位非凡的思想家曾经梦想成为一名植物学家。

1771年,受朋友和表妹之托,卢梭决定教一个4岁的小女孩学习植物学。彼时的卢梭正处于一生中最后的逃亡阶段,他离群索居,厌倦了社会,乃至厌倦了自己,一心只想从自然中得到安慰。在这个过程中,他一共写了近10封长短短短的书信,也就是后来被整理出版的《植物学通信》。

从书中,我们可以看到卢梭对于植物学的理解——“我亲爱的朋友,你一定不要给予植物学一种它本身所不具有的重要性;这是一种纯粹出于好奇的研究,除了一个喜欢思考、心性敏感的人通过观察自然和宇宙的神奇所能得到的快乐之外,它没有任何实际用处。”

从书中,我们也能读到他对儿童了解植物的建议——“亲爱的表妹,在你建议我教你一些植物学知识以便让孩子们开心的时候,我就想到,我们可以采用一种有条理的方式,将这种消遣变成对他们有益的东西,以便逐渐培养他们的注意力和观察能力,尤其是成熟的推理能力。要不然,一种简单的命名系统只会给他们的记忆里带来沉重负担,他们不仅不能长久地从中体会到欢愉,而且很快就会忘记这些知识,一旦忘记,就将无法从中获得任何好处。”

从书中,我们还能感受到卢梭对自然的热爱——“在花园里,当春日的第一缕阳光洒在风信子、郁金香、水仙、长寿花以及铃兰上时,阳光也将照亮你前进的道路。”

这些通信重现了卢梭毕生没有放弃的那个植物学美梦,也重现了他那颗明亮的草木之心。

《植物学通信》【法】让-雅克·卢梭 著 熊姣 译 北京大学出版社出版

苗梢看到光,把信息传递给植物的中段,叫它向着光的方向弯曲——这便是植物的原始视觉



只要你碰到含羞草的任何一片叶子,它上面的所有小叶都会迅速内折并且下垂

【植物能“嗅”到什么】

植物不但能散发气味吸引动物和人类,也能闻到自己以及邻近植物的气味。与感受到的广播视觉输入相比,植物能闻到的气味范围是有限的,但这并不妨碍它们为周围的植物体传达巨量信息

我们知道,在水果中放入一个成熟的苹果,能起到催熟作用。20世纪初,美国佛罗里达州的农民用加热煤油的方法来催熟柑橘。这两者有什么共同之处?原来,成熟苹果周围的空气里含有乙烯,这同样也是煤油中存在的物质。水果“嗅”到乙烯,在这种气味下做出快速成熟的行为,就如同我们闻到邻居家烤肉的烟味,然后垂涎欲滴一样。

那么,为什么是乙烯呢?研究发现,所有植物(包括微小的藻类)在生命的整个阶段都会产生乙烯,这种激素对于植物的衰老尤为重要,是叶片衰老形成红叶的主要调控因子。正在成熟的果实会释放大量乙烯,这不仅保证了整个果实的均匀成熟,也使邻近的果实成熟并释放出更多的乙烯。从生态角度来看,一批成熟的果实也更容易被动物识别,进而在种子的传播中发挥优势。

既然植物拥有嗅觉,那么它们对于不同的气味是否也有所偏好呢?

五角菟丝子是一种细长的橙红色藤蔓,它没有叶片,也没有用来进行光合作用的叶绿素,只有把自己附着在寄主植

物身上吸吮养分,才能够养活自己。令人着迷的是,菟丝子在“偷食”的过程中居然还有口味偏好——它在邻近的植物中挑出专门的种类来侵害。

宾西法尼亚州州立大学的康苏埃罗·德莫拉埃斯博士在实验中发现,菟丝子的藤蔓从来不会向空花盆或放着假植物的花盆生长,而是义无反顾地向着番茄生长——不管她把番茄放在光照下还是阴暗处。德莫拉埃斯由此推断,菟丝子实际上是在嗅番茄。于是她用番茄茎的提取物制造了一些“番茄香水”,将其涂抹在棉签上,然后插入花盆中。有趣的一幕发生了——菟丝子果然上当受缚,朝着散发出番茄气味的棉签生长开去。

引诱菟丝子的是一种名为“β-月桂烯”的挥发性物质。不过科学家还发现,同样含有这种物质的小麦却不受菟丝子的待见。原来除了β-月桂烯,小麦还会释放(Z)-3-己烯-1-基乙酸酯。比起β-月桂烯的吸引力,这种物质对菟丝子的驱逐效力更大。实际上,菟丝子是在背离(Z)-3-己烯-1-基乙酸酯生长——它觉得小麦的气味实在是太恶心了。

【植物能“触”到什么】

发现植物知道自己什么时候被触碰,可能会让人有点恐慌。毕竟,我们总是从一些花卉上摘下花瓣,或锯掉树木难看的枝条。不过科学家们已经证实,植物并不会感觉到疼痛,因为它们没有大脑

了植物在复杂环境中存活概率。

现在我们知道,植物能够感受到机械刺激,并通过独特的方式对不同类型的刺激做出反应。不过,这些反应不是为了帮助它们避免疼痛,而是为了调节发育以更好地适应环境。

早期研究显示,弄伤番茄的一枚叶子可以引发同一植株上其它叶子的反应,即一类叫作“蛋白酶抑制因子”的基因在完好叶子中的转录。科学家猜测,受伤的叶子分泌了一种电信号,并通过叶脉传送到植株的其它部位。为了检验这一假说,他们用炽热的钢块灼烧一片番茄叶,随后在一段距离外的同一植株上成功检测到了电信号。显然,番茄“触碰”炽热金属后的反应不是逃避,而是警告其它叶子周围环境中存在危险。

查莫维茨在书中写道:“作为固着生物,植株不可能像动物那样逃脱,但它们确实能改变新陈代谢去适应各种各样的环境。科学家就发现,每天触摸几下就能让一片苍耳的叶子发黄死去。事实上,这种触碰引发的生长迟滞,恰恰增加了植物在复杂环境中存活概率。”

【植物能“听”到什么】

尽管许多“边缘人士”热衷于推测不同风格的音乐对植物的影响,但得出的“结论”最终都被证明充斥着科学上的错误,也从未能够在任何一家可信的实验室中得到重复

现在,几乎没有任何犹豫,我们就认定植物一样拥有“听”的能力。然而,几乎没有有什么可信的研究能够证明植物对声音的反应。

查莫维茨注意到,早在一个多世纪以前,达尔文就进行过有关植物“听觉”的实验。作为一位大管爱好者,他做过的是最古怪的实验之一,就是对着一棵含羞草演奏大管,看音乐能否诱发含羞草叶子的合拢。结果你或许已经猜到了——叶子并没有做出什么反应,而这项研究也被达尔文自嘲为“蠢人的实验”。

在破解拟南芥DNA序列的过程中,科学家发现,在全世界的很多实验室已经确定的50多个人类“耳聋”基因中,至少有10个在拟南芥的基因组中同样存在。不过需要澄清的是,正如BRCA(与乳腺癌有关)基因在拟南芥中存在并不意味着植株有乳房一样,在拟南芥中发现的聋子基因也并不意味着植物具有听觉。

唉,如此看来,似乎所有的证据都在告诉我们植物真的是个“聋子”。这也难怪查莫维茨在《植物知道生命的答案》的初版中写道:“即使听不到任何声音,植物也已经在地球上繁荣了几亿年了。”不过就在短短的五年之后,这本书的修订版中已经找不到这句话了。那是因为,在这段时间内,有关植物听觉的研究领域获得了一些喜人的进展。

城市工程师早在几十年前就知道,树木的根系经常会包围地下的供水管和污水管,甚至侵入其中。人们一直认为是这些管道先出现渗水,然后把植物根系吸引过去。不过,科学家的一项研究成果却提供了另外一种可能——他们发现,如果声波的波长类似于水流动的振动波长,那么植物根尖就会明显向着“水源”弯曲。这似乎暗示了根可以通过“聆听”水流声来搜寻新的水源。也就是说,那些被发现包围了管道的树根就是被流水的声音,而非渗出的水本身吸引!

另一种与植物生理相关的声音可能是昆虫的嗡嗡声。我们知道,有花植物中大部分种类的有性生殖依赖于动物传粉者。受此启发,科学家们在实验中发现,当宿根月见草暴露在天蛾和蜂类的振翅声中时,植株分泌的花蜜比那些始终处在安静环境中的植株含有更多糖分。这说明了,植物能够对某种有生态意义的声音做出迅速反应。