

迎接未来的植物生理学

To Meet the Future Phytophysiology

沈允钢

(中科院上海植物生理研究所, 研究员、中国科学院院士 上海 200032)

21 世纪即将到来, 生物科学由于研究对象的复杂性, 曾经长期处于主要只能作外表观察描述的浅析阶段, 其发展显著落后于其它学科而较少受到重视。可是, 近几十年来, 情况有了很大的变化, 由于化学、物理等学科的交叉渗透, 其研究获得了令人瞩目的进展。人们对错综复杂的生命活动的探索, 在微观上已经深入到器官、组织、细胞、细胞器和分子水平来解析其内部的精微结构和巧妙功能, 在宏观上已经扩展到研讨生物圈的动态, 为人类认识生命的奥秘、指导自己的实践, 显示了美好的前景, 从而使生物科学逐渐成为一个重要的主导学科。尤其是当世界面临人口、食物、能源、资源和环境等问题需寻找解决途径之际, 人们更期待着生物科学为克服前进中的困难作出重要贡献。

一门学科或一个研究方向在一段时间被冷落, 另一段时间被重视, 这样的地位起伏在科学发展中是常有的事。科研的本质是探求未知, 人们总是不断地在已获得的知识基础上摸索新的发展方向。所以, 位于已知与未知交界处的科学研究的前沿是经常在扩展的, 而各方面的推进速度难免有差异, 因此相对地有了“冷”“热”之分。热前沿是当前有许多人围绕这问题在进行研究, 它常常是在有关方面得到突破性进展, 人们看到了它的重要性, 或者是在出现了新的技术设备有利于深入探讨时形成的。冷前沿是指目前还很少研究, 但蕴藏着重大意义的问题。它常常是由于难于着手或受思想束缚而还未被重视的。在展望未来的时候, 了解科学研究的冷热前沿是非常有意义的。注意热前沿, 可使我们紧跟国际科学的进展, 随时利用其最新成就。但是, 要投入热前沿研究, 必须有清醒的头脑, 能把握向前发展的关键。否则很可能只是步别人的后尘, 所得无几。我们经常可以看到, 对于热前沿, 国际上出现了论文过千篇, 但大部分被逐渐淡忘, 真正有价值的不过几十篇而已。剖析冷前沿, 可使我们及早发现尚处于萌动状态的生长点, 领先一步去开拓。这需要高瞻远瞩, 综观全局。植物生理学即是将要转热

的冷前沿。

一、植物生命活动的特点与植物生理学的范畴

自然界中有形形色色、千姿百态的生物, 分成植物、动物和微生物三大类。动物和植物有许多共同之处, 但又各有其明显的特点, 人们较易辨认。微生物是指肉眼看不清的比较原始的生物, 包括了一些低等的植物和动物, 界限难于明确划分。在复杂的生态系统中, 大体上, 绿色植物和一小部分和植物有着密切亲缘关系的自养微生物是生产者, 包括人类在内的动物是消费者, 而无数微生物是分解者。地球生物圈中的物质循环和能量流动就是由这三者的共同作用而运转, 靠植物利用太阳能将无机物变成有机物来推动的。因此, 植物茂盛了, 生物界就繁荣, 植物处于非常关键的地位。

1. 植物生命活动的特点

植物之所以为生产者, 是因为它具有独特的光合作用功能。这不仅关系着其它生物的生存与发展, 更影响着植物自身各方面的结构与功能。

植物, 尤其是人们最熟悉的高等陆生植物, 有着向各方伸展的枝叶, 这是与它要接受太阳光和吸收空气中的二氧化碳联系在一起的。它的庞大而纵横交错的根系, 和它要从土壤中吸取水分和矿物质营养有关。这一特点与一般尽量缩小表面积和体积比, 可灵活追求合适环境、营养代谢的动物显著不同。

由于固定于一处, 植物对待环境的变动就难于趋利避害而不得不主要靠“逆来顺受”地适应。这也导致植物对不同环境具有惊人的适应性, 使它的踪迹几乎遍布地球的所有角落, 并且能从多变环境中提取较稳定的信息来调节它的生命活动, 甚至把环境中的一些因素变成它完成生长发育过程的必要条件。

高等植物的特殊繁殖方式也和它难于移动的

状况紧密相连。它有各式各样的传播花粉和散布种子的途径,可利用多种力量做到“不胫而走”;它的许多体细胞具有分化成整个植株的全能性,大大扩增了它的生存和发展能力。

与其特有的结构功能相配合,植物在代谢上也有显著特殊之处。为建筑其上下伸展、亦刚亦柔的形体和维持各部分之间的物质、能量、信息交换和适应外界环境的变动,它需要形成许多动物中所没有的产物,如纤维素、木质素、果胶、蔗糖等和种类繁多的次生物质。植物和动物都会产生激素类物质运到其它部位去协调其整体的生命活动,可是它们的成分却彼此很不一样。

2. 植物生理学的范畴

植物生理学的任务是探讨植物各种生命活动的规律和机理。它原应是了解生物生命活动规律和机理的生理学的一部分,但由于植物的生命活动有上述许多特殊之处需要专门研究,它早已成为一门重要的独立学科。生命活动与无机界的变化一样都服从一般的物理化学规律。但生命活动高度有序、错综复杂,因而出现了许多崭新的问题需要从各方面加以深入探讨。从物理和化学的角度来研究生物的各种规律已形成了生物物理和生物化学两大门学科。生物物理和生物化学研究与植物生理的机理研究内容是一致的,但是植物生理学更注意植物各种生命活动之间复杂的相互联系和它们组织起来所体现的功能。

生物亲代和子代间的遗传变异的规律和机理是遗传学的研究范围。显然它和以研究当代生命活动为主的植物生理学有许多要共同探讨的问题,尤其是关于植物的遗传特性在生长发育过程中的体现的研究更是相互交叉渗透在一起。不过,彼此的侧重点有所不同。分子遗传学偏向于了解基因表达调控的规律和机理,而植物生理学主要探讨生长发育过程中的信息接受、传递和如何转变为代谢调控和功能变化的规律和机理,两者是相辅相成的。植物生理研究的结果有助于阐明基因表达调控的意义,分子遗传的研究可使人们更全面地了解生命活动的奥秘。从分子遗传延伸出来的基因工程展现了诱人的前景而受到高度重视。虽然目前大部分企图改造植物的基因工程由于对植物生命活动的知识不够而尚处于尝试阶段,亟需植物生理研究的帮助,但利用基因工程作为深入探讨植物生理的工具已得到越来越广泛的应用。

二、人类必须学会与植物“共生”

社会的需要对科学研究的推动作用非常巨大。因此,要分析植物生理学今后的发展前沿必须考虑它与人类未来的关系如何。

1. 人类还没有完全脱离“寄生”于植物的阶段

我国植物生理学奠基人之一,已故的殷宏章先生曾把人与农业的关系和生物界中的共生、寄生、自养现象相对比。寄生是指一种生物从另一种生物获得它生存所必需的物质,而它常常对另一种生物有损害,甚至导致另一生物的死亡。共生是指两种生物互相有利地生活在一起。自养则指一种生物可从无机界获得它生活所需要的一切营养。人类现在从植物直接或间接获得它所需的全部食物和大量能源及生产资料。到目前为止,尚没有人谈得出一个象样的可摆脱植物而能大规模生产出这些产品的设想。因此“自养”问题根本还提不上议事日程。至于人类与植物“共生”也未完全做到。虽然人们在农业中已建立一套播种、培土、灌溉、施肥等有利于农作物的耕作措施,但在其它许多方面却有不少损害植物生存和繁荣的行为,包括滥伐森林、过度放牧、乱排污染物质和掠夺性地利用自然资源等等,结果导致水土流失、沙漠扩大、地下水位下降、环境质量恶化等现象日益严重。这样的蛮干,正使许多植物种类灭绝、植物生存环境被破坏、农业生产力衰退。

2. 植物的生命活动将成为人们研究的热门

植物生理学建立 100 多年来,对农业生产进步所作的贡献是难以全面估计的。农业中化肥的生产和施用使产量成倍地增长,这是起源于人们知道了植物的无机营养原理。以培育矮秆直立叶型作物品种为中心的绿色革命使农业产量大幅度提高,它的重要理论基础就是了解了植物光合作用特性和有机物运转分配规律。现代农业中大量应用的多种多样的生长调节物质和除草剂,是人们对植物激素的作用和代谢调节研究所衍生出来的成果。很多作物的插枝、嫁接和组织培养等无性繁殖技术都是根据植物细胞生理研究所获得的知识来发展的。现在果蔬保鲜技术已在生产中广泛采用,它们都是按采后生理研究的结果来制订相应对策的。至于植物生长发育和光周期及温度的关系的发现更对作物引种和作物生长季节的调控等实践有广泛的指导作用。

展望未来,随着人口的增加、消费水平的提高和矿产资源的逐渐枯竭,人类面临的问题将日趋严重,因而要保持社会的持续发展不得不越来越有赖于植物提供更丰富更美好的食物和大量可再生资源。许多有识之士已开始认识到这一点。人们必须使植物既可提供更多产品,又能获得繁荣和维护生物圈的良性循环,这是非常艰巨的任务,只有在深入掌握其生长发育规律和机理的基础上加以调控利用,才能发挥其潜力和避免各种不良的副作用。可是在当前的生物科学中有关植物的科学总的说来还没有得到足够的重视,可以说尚是较冷的前沿。我们必须多作宣传,让大家及早认识到植物科

学研究对人类未来生存与发展的重要性。

三、植物生理学的一些生长点

总起来看,植物生理学今后一段时间内的发展有四个特点:(1)植物生理学与其它学科(特别是分子遗传、微生物学和生态学)的交叉渗透使植物生理的研究内容显著扩增,例如基因表达调控与植物发育的关系、植物对微生物感染的防御机理及与一些微生物的共生特性、植物对环境的适应机理等;(2)机理研究的继续深入和调节控制探讨的兴起。随着生物化学和生物物理学新技术的大量应用,使不少植物生理的结构功能已可在分子水平上阐明其机理,并且当一些过程的轮廓已大体了解时,人们就开始进一步追究其调节控制途径,并已获得了令人兴奋的成就。这方面的努力在不断发展,方兴未艾;(3)生理规律的数量化和新概念的发展。当人们对生理规律已有较好掌握时,就力求将之数量化,以便能更精确和在生产实践中应用,而数学模拟和计算机技术的发展有力地促进了这方面的工作。与此同时,人们对一些生理问题的认识也在不断深化,例如,有迹象表明,种子中的贮藏蛋白可能有其它功能,富含羧基脯氨酸的伸展素的作用也不一定局限于使细胞壁松弛等;(4)基础研究和应用研究的衔接在加强,植物生理学联系实际的范围在拓宽。联系实际的范围除了农业外,正在迅速拓宽到工业(食品、医药和许多轻工业)、环境保护、航天事业等。

以下对较活跃的前沿,包括如今已很热的和即将转热的,作些分析。

1. 植物生命活动整体水平的研究将以新的面貌出现高潮

人们对植物生命活动的研究是从整体水平开始的,近几十年来不断对它加以解析和综合,发展出了不同层次的微观和宏观探讨。现在分子、细胞水平和生态水平的研究都已成为生物科学中的大热门。但是,植物的各种过程非常复杂,相互有牵连,它们通过多种途径来彼此协调,表现出一个整体的生命活动。因此,作为生命活动关键环节的整体水平的研究必将又一次得到重视。当然,这不是回复到过去那样局限于外表的观察,而是在充分利用解析成果和现代探测技术的基础上,能从表及里、由外部诊断可探知内在机理的新颖研究。

2. 对光、温、气与植物生命活动的关系和应用的研究正在深入

与光、温、气有关的地上环境是植物生命活动获得能量、原料和信息的重要源泉。它们的剧烈变动又常常使植物受到胁迫。因而这方面的研究内容非常丰富,既是生态生理探讨的主要问题,又是分

子水平研究的重点,特别是光合作用这个植物特有的过程更吸引着人们的注意。可是,因为光、温、气难以大规模地人为加以改变,过去在农业生产上很少有措施来调控它们,基本上只能任凭自然,“听天由命”。农业的进一步增产已迫切有待于从它们的利用中挖掘潜力。从机理上分析,作物的太阳能利用效率可达5%以上,可是目前的高产田只有1~2%,有人认为如何提高田间的光合效率是第二次绿色革命的主题。降水量不够常常是许多地方增产的限制因素,但作物用于作光合作用原料的水量却只占大田耗水量的几百分之一,甚至千分之一,其余大部分都是蒸腾掉的,其散失的程度与大气的湿度和流动速度以及植物光合器官的特性等密切相关。至于温度的合适与否,则常常是决定作物生长季和复种指数的主要因素。随着农业中玻璃温室和塑料棚的大规模采用,更促使人们感到有一系列需要深入研究的光、温、气问题。覆盖栽培开始只是从温度考虑,事实上同时也影响了光和气,因而给调控作物地上部的光、温、气环境打开了一个新局面。此外,人类活动所引起的大气CO₂浓度上升及它的温室效应影响和臭氧层减少使太阳紫外线透过大气增多以致危害植物的生命活动等问题也受到人们的重视。因此,光、温、气和植物生命活动的关系在理论上和实践应用上都正成为人们研究的热门。

3. 植物地下部分生命活动的特点及其与地上部分协调的机理逐渐受到人们重视

几千年来,农业生产措施主要是加于农作物的地下部分的。令人遗憾的是,由于研究困难,人们对植物地下部分生命活动的了解却很少。最近,有一些进展使人感到这方面的研究正在由冷转热。例如,植物根的代谢及其分泌物对土壤的理化性质、根际微生物活动和其它植物的生长都有微妙的影响,从而吸引了不少实验室开始用多种新技术来探讨它们的相互作用机理;又如根系遇到胁迫会产生一些物质和信号很快传递到地上部分调节其活动,所以地上部分的许多生理变化常受地下部分所处状况制约。这些都表明,植物地下部分的灵敏、复杂的反应可能在植物整体的生命活动中起着许多至今尚不清楚的作用,有待深究。

4. 植物营养生长和生殖生长的调控继续是非常活跃的前沿

植物由营养生长转入生殖生长,其代谢和结构都有显著的变化。植物的分生组织可由产生茎叶改为形成结实器官,这样的转变过程和许多动物在胚胎时期就完成了主要的形态建成的过程迥然不同,因而在机理上亟需深究。生殖生长所结出的果实或种子聚集了植物的精华,常常是农业生产所要收获的主要产物。提高经济系数是作物生产追求的重要目标。因此,植物营养生长和生殖生长之间关系的

调控在理论上和生产实践中都非常受重视。营养生长转向生殖生长牵涉到植物各部分都相应地有一个协同的改变,其信息常常是通过激素来传递的。所以,激素和由此发展出来的各种生长调节物质的研究从20世纪上半叶开始就掀起了高潮,盛况至今不衰,而且还在不断涌现出新成果。人们正在从各个角度研究着植物的发育问题,尤其是分子和细胞水平的探讨更是活跃非凡。

5. 植物抗逆性的研究在加大力度

前面已经谈到,植物和环境有极其巨大的接触面,且它不能移动,因而经常遭受到各种胁迫而不能逃避,只能靠发展出各种各样的抗逆特性来维持其生存和繁衍。植物遇到的胁迫是多方面的,有旱、涝、盐、碱、风沙、冰雹、严寒、酷暑、烈日、阴雨和种类繁多的病虫害等。植物抗逆的方式也是随机应变、巧妙灵活。首先是体表和结构上有物理的保护,其次在代谢上能产生许多防御物质,最后在抵抗不住的时候还能牺牲局部保存核心。搞清楚它们的调控机理,无论在理论上和应用上意义都非常重大。因此,这方面长期以来是植物生理学的探讨重点。这些问题和遗传变异、植物保护、作物栽培等都有密切关系,已成为多学科交叉渗透、协作研究的热门。

6. 植物在特殊环境下的生理研究已开始显现其重要性

自从人造卫星上天以后,空间生物学逐渐兴起。这对植物生理研究也提出了新的课题。它包括两方面的内容:一是在载人航天的生命支持系统中,植物担负了关键角色,供氧、去除二氧化碳和提供食物,如何能使它在特殊的环境中(微重力、高辐

射,和人工安排的光、温、气、肥等条件)能持续高效地生长发育,需要详细探讨;另一个是如何利用这特殊的环境从事难于在地面上进行的植物生理基础和应用研究。这方面的工作将成为植物生理学的一个新的发展方向。特殊环境下的植物生理研究不仅和航天有关,对高度受控的未来农业的发展也有指导作用。

7. 次生物质代谢的作用与调节研究正引人注目

植物的基础代谢和其它生物有许多共同之处,但其间也存在不少差异,植物会通过一些支路形成不少独有的产物,尤其是无数特殊的次生物质。它们常常是工业的重要原料或医药的主要成分,因此吸引了许多学者进行研究。目前,人们为了防治肿瘤、心血管病、老年痴呆症、爱滋病和增进健美、延年益寿,对从植物找良药的興趣很高,这将推动这方面的生物学的基础研究。

8. 植物生长过程的自动监测和数学模拟研究在迅速发展。

大田作物的生长今后在相当程度上仍将是“靠天吃饭”。为获得高产稳产,人们在努力提高中长期气象预报的准确度和增加对作物生长发育规律的了解和调控能力,并且设法把它们结合起来指导农业生产。这需要研制多种仪器设备和通过遥感遥测来随时掌握作物在田间的生长情况,并根据生理资料和气象预报,通过数学模拟来分析作物的发展趋势。如果与获得高产的生长模式有出入,则可及早采取措施加以调控,从而保证高产目标的实现。

(责任编辑 蔡德诚)

科技动态

国务院决定设立 “国家杰出青年科学基金”

[本刊讯]记者从国家自然科学基金委员会获悉:为促进青年科学技术人才的成长,鼓励海外青年学者回国工作,加速培养跨世纪优秀学术带头人,国务院最近正式批准,由国家财政拨出专款设立“国家杰出青年科学基金”。该项基金1994年度的总额为3 000万元,计划资助约50名国内和将要回国定居和工作的杰出青年学者在国内进行创新研究。今后随经费的增加,资助名额将进一步扩大。

为充分发挥该项基金的作用,国家自然科学基金委员会于1994年10月5日公布了《国家杰出青年科学基金实施管理暂行办法》。凡热爱祖国,学风端正,年龄在45周岁以下,获得博士学位或具有相当副教授级及以上

专业技术职务,并在学术上已取得国内外同行公认的突出创新性成果的学者,均可申请该项基金。

国家杰出青年科学基金是根据我国科学家的倡议及国家自然科学基金委员会的有关建议,并经国务院批准后设立的,对进一步稳定基础性科研队伍,加快高水平科技人才的培养步伐具有重要和深远意义。

我国近年来虽然在培养青年科技人才方面做出了很大努力,取得很大成绩,但由于种种历史原因,青年科技人才流失和老年科技人才退休等多方面因素,新一代学科带头人“青黄不接”的问题仍相当严峻。因此,加快发现、培养和提高中青年优秀科技人才,为他们创造良好的工作条件,已成为国家紧迫的重要战略任务。“国家杰出青年科学基金”的设立和实施是完成这一历史性任务的重大措施,定将对国内外的青年科技人员产生强烈的而深远影响,并对发现和培养高水平的青年科技人才作出重大贡献。

(本刊记者 刘先曙)