

植物如何识别“来访”微生物是敌是友

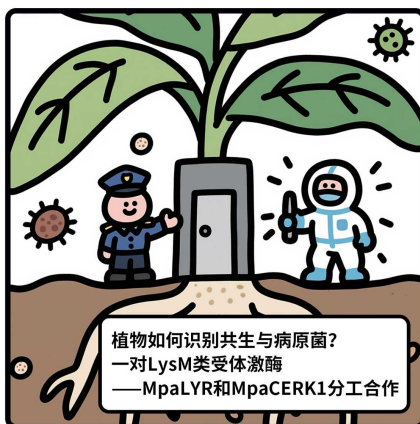
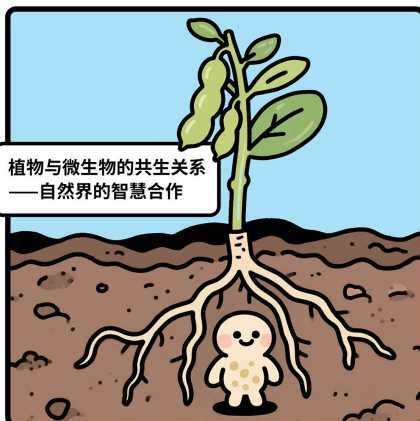
王二涛团队潜心研究植物与生物“互利共赢”艺术,助力绿色农业发展



氮肥和磷肥的大量使用造成环境污染,严重威胁着农业生产的可持续发展。因此,提高作物对氮、磷等无机营养的利用效率是发展现代农业的重要任务。

如何提高无机营养的吸收效率?聪明的植物早有答案。植物除了通过根部直接吸收营养外,还可以在土壤微生物的协助下,高效地获取营养。由此,植物与微生物形成了互惠互利的共生关系。但是,由于长期以来,人们已经形成了以“高投入促高产量”的习惯,使我们对植物天然伙伴的认知及应用还远远不够。因此,深入研究和改造植物-微生物共生的营养交换,成为植物营养高效利用的关键。

多年来,中国科学院分子植物科学卓越创新中心研究员王二涛带领团队潜心研究植物-微生物共生的机理,并勇于打破传统认知,取得了多项重要研究成果,获得2024年度上海市自然科学奖一等奖。



漫画 / 戎青钰

潜心研究植物与微生物“互利共赢”的艺术

在乡村长大的王二涛对植物有着天然的亲近感,这也许是他选择研究植物的最初动因,“小时候接触比较多的植物,就觉得很喜欢。”

但是,当真正研究植物,尤其是从分子层面研究植物之后,王二涛发现,植物根本不是人们所认为的那样杵在原地一动不动,而是一直在“动”,“它们会调动不同的响应来应对复杂多变的环境,非常聪明,很智能。”

颇为有趣的是,王二涛的导师何祖华研究员是从事植物抗病研究的,而他后来却选择了共生的研究方向,“在自然界,植物和微生物有两种关系,一种是敌人,选择对抗,另一种是朋友,选择共生。我可能对共生更感兴趣,所以后来自然而然就选择了共生的研究方向。”

2008年博士毕业后的17年来,王二涛全身心投入到植物与微生物共生机理的研究中。2013年从英国约翰英纳斯中心回到中科院工作后,他带领团队连续取得重大研究成果。

2021年,研究团队在Nature发表研究成果,发现了豆科植物中的SCR-SHR基因由于其启动子和基因序列变化,在皮层细胞中呈现高表达状态,从而使皮层细胞获得了分裂能力,形成根瘤。在非豆科植物如水稻的皮层中高表达SCR-SHR,赋予这些细胞有丝分裂能力。这个发现回答了“为什么只有豆科植物能结瘤固氮”这个困扰了科学家们百年的难题,为非豆科植物皮层细胞命运的改造奠定了基础,也许让非豆科植物固氮不再是梦想。

2017年,研究团队在Science发表重要研究成果:脂肪酸——也就是我们熟知的“油”,才是植物传递给丛枝菌根真菌的主要碳源,彻底颠覆了菌根共生领域以“糖营养”为核心的传统碳源营养交换观念。

利用大规模筛选,研究团队进一步绘制了水稻-丛枝菌根共生转录调控网络,发现调控植物磷直接吸收的核心模块,也可以同时控制菌根共生中磷营养和脂肪酸营养交换的平衡,回答了该领域50多年前提出的



王二涛研究员

挑战传统认知,直面“至暗时刻”

迄今为止,王二涛团队的多项研究成果被认为是领域奠基性工作。获奖的6篇论文中,3篇植物-微生物营养交换与调控的研究成果被编入中国核心教科书,3篇为封面论文,4篇论文入选ESI高被引论文,被引用共计1131次,其中他引为1044次,单篇最高573次,并被撰文评述,F1000和Nature Plants等推荐。

“其实,每个课题都有很困难的时候,我们叫它‘至暗时刻’,想办法走出‘至暗时刻’,就能迎来胜利的曙光。”让王二涛印象深刻的是2017年发表的研究成果:脂肪酸才是植物传递给丛枝菌根真菌的主要碳源,而不是糖。

“这个课题对我们来说挑战是非常大的,你要去推翻一直以来的理论,所以,要找到充分的证据让业界能够信服,这个我们花费了几年的时间。”王二涛说,这个课题他在英国做博士后研究的时候就构思,因为前期的一些工作、一些观察暗示:传统的理论,教科书上写的可能是不对的,“所以,我们进而提出了一种新的理论,脂肪酸是植物传递给丛枝菌根真菌的主要碳源营养。”

2013年,王二涛回国后,便开始带领团队投入到这一课题的研究中,直到2017年,通过四年多的努力,才攻克了这一挑战。

希望看到更多生态农田

多年来,王二涛先后获得首批新基石研究员、中国青年科技奖、CSPB杰出青年科学家奖、谈家桢生命科学创新奖、科学探索奖等多项奖励。而他仍在带领团队奋斗不止,为的是实现这样一个梦想:

未来的某一天,当你驱车驶过一望无际的金黄稻田,却惊讶地发现,这里看不到大量化肥使用的痕迹。取而代之的,是一种自给自足、与环境和谐共生的生态农田:饱满活力的土壤中,微生物们在作物根部忙碌,为植物输送养分,甚至帮忙抵抗病虫害。

其实,这样的场景正愈发接近现实。在王二涛研究团队发现水稻菌根因子受体的基础上,育种学家培育了高共生效率水稻新品种—赣菌稻1号,实现化肥减量、产量不减;在解析豆科植物-根瘤共生机制的基础上,研发了“减肥增效”菌剂并应用于农业生产,有望每年减少7.7亿公斤氮肥使用,创造显著的经济效益。

未来,也许科学家能给每个地方的水稻、小麦、玉米的种植开出一个“成长配方”,构建一个有针对性的微生物群落,让它们既长得快又长得健康,而我们人类,也能吃到更安全的食物。

文/晨报记者 郁文艳
图/受访方采访对象



扫二维码看视频

上海市科委科普项目资助
(项目编号:24DZ2304400)

科学性审查专家:

中国科学院分子植物科学卓越创新中心
研究员王二涛

菌根共生如何进行“自我调节”这一科学问题。研究成果2021年以封面文章形式发表在Cell上。

2019年,研究团队首次发现和命名了菌根因子受体OsMYR1,并揭示Os-MYR1-CERK1蛋白复合体起始菌根共生信号的分子机制,论文被选为Molecular Plant封面文章。

今年1月,研究团队又在Cell上发文,报道在植物区分共生与病原微生物的分子机制研究中取得重要进展。研究发现,早期陆生植物粗裂地钱中一对LysM类受体激酶—MpaLYR和MpaCERK1分工合作,能够精准区分共生与病原微生物,并激活不同的下游信号通路,它们就好像门卫,能够验证“来者”是敌人还是朋友。

5月,研究团队又在Nature在线发表研究论文,揭示细胞质类受体激酶MtLICK1/2在豆科植物与根瘤菌共生信号转导和免疫调控中的双重功能,拓展了人类对共生与免疫交叉新领域的认知。

6月,研究团队再接再厉,在Science Bulletin发表论文,首次揭示了苜蓿MtABC1通过转运生长素调控菌根共生丛枝结构发育,不仅深化了人们对菌根共生机制的理解,也为菌肥开发利用提供了理论支撑。