

院士上封面 解锁中国科技

“如果人生可以重来一次的话，我愿意打开更多视角，更多地去关注植物是如何与土壤互作、植物如何感知外界光温变化以适应各种环境，而不是仅仅关注植物遗传学与生物化学。”在2023年11月举办的世界科学家“她”论坛上，面对主持人的提问，中国科学院院士、中国科学院-英国约翰英纳斯中心植物和微生物科学联合研究中心共同主任、中国女科技工作者协会副会长曹晓风这样回答。

在论坛间隙接受华西都市报、封面新闻记者专访时，她分享了团队近年来努力的成果——一片片将贫瘠盐碱化土地“染绿”的田菁圃。

中国科学院院士曹晓风： 亚热带“野草”助力盐碱地焕发新生

奠基我国植物表观遗传研究 如今探索盐碱地绿色治理

曹晓风毕业于北京大学生命科学学院，随后致力于植物表观遗传的基础研究，并获得了诸多成就，例如鉴定了水稻小RNA(核糖核酸)产生的关键因子及遗传途径，揭示了不同小RNA对水稻重要农艺性状的影响等，为我国粮食作物品种选育和培优技术的发展作出了贡献。

为什么作为一位成果丰硕的植物表观遗传学工作者，曹晓风近年会选择开拓一个全新的研究领域呢？或许是对如何平衡国家需求和研究兴趣在指引着她。而那些正在东北荒原上茁壮生长的田菁，也证明着这位曾在基础科学领域有着卓越功绩的科学家在应用科学领域也将努力进取，取得不凡成就。

这其实不是曹晓风第一次选择踏足新的研究领域。20年前，因为爱国情怀，毅然放弃留美优越条件而回国的她就做过类似富有挑战性的选择。

回国前，曹晓风曾受聘美国加州大学洛杉矶分校任助理研究员，与史蒂文·雅各布森研究员一起深入研究DNA(脱氧核糖核酸)甲基化产生、维持和重新建立的分子机理，在此领域积累了不少经验，也在知名学术期刊上发表过多篇很有影响力的文章。

但回国时曹晓风却没有选择进入擅长的DNA甲基化研究领域，而是转向了当时在我国才刚刚起步的组蛋白甲基化和小分子RNA研究领域。随后，她结合国内实际情况，以拟南芥和水稻为材料，开创性地解析了植物组蛋白甲基化和小分子RNA对植物生长发育的作用和调控机理，奠定了我国在国际植物表观遗传学研究领域的坚实基础。

近年曹晓风看到我国的植物表观遗传学研究已在稳步发展，于是，基于对新时代国家重大战略需求背后的基础科学问题的新思考，以及对我国抢占农业科技制高点的探索欲望，她决定在进行植物表观遗传学研究工作的同时，启程探索一个新领域——盐碱地生物改良。

在从事植物表观遗传这类基础科学研究时，曹晓风团队的最终目的是选育出高产、优质、抗逆的作物品种。可是有了良种之后呢？多数种子需要一块适合生长的“良田”。但面对我们人口多、耕地少的国情，而且许多地区耕地的质量下降、盐碱化日益严重，这意味着这些地区的农业生产实际上是不可持续的，存在粮食安全的重大隐患。于是，进行“基于生物技术的盐碱地改良”研究的想法便在她的心中萌生了。

亚热带繁盛“野草” 化身盐碱地改良急先锋

盐碱地是最让农民发愁的土地类型，因为耕层土壤的盐碱累积，导致大部分作物不能生长或大幅减产。这类土地广泛分布于世界各地的干旱地带和沿海地区，在我国主要分布于东北、西北以及东部滨海地区。根据土壤中盐分种类的不同，可分为氯化物盐土、硫酸盐盐土和苏打盐土等。

盐碱地改良的方式有很多，包括工程、物理、化学及生物改良方法，例如在土地上“挖沟排盐”，或是往地里放入石



田菁用于吉林长岭盐碱地的绿色治理。受访者供图



茁壮生长的田菁。受访者供图

人物名片



图据论坛主办方

曹晓风：1965年生于北京，植物表观遗传学家，中国科学院院士、中国科学院-英国约翰英纳斯中心植物和微生物科学联合研究中心共同主任、中国女科技工作者协会副会长。

膏、有机化肥、泥炭等，这些改良方式可能作为治理重度盐碱地的第一步是有效的，但也存在改良成本高、不可持续等原因，无法大面积应用。

有没有一种盐碱地的治理方法是成本低、可持续的？曹晓风从我国传统农业中的精髓——“绿肥”中获得了灵感，“过去没有化肥，农民就会种一些豆子做绿肥。豆科植物能把空气中的氮气固定下来，是天然的肥料。那能不能找到一些耐盐碱、固氮能力强、生物量大的豆科植物来改良土壤？”曹晓风回忆道。

据悉，豆科植物与根瘤菌共生可以将氮气转化成植物需要的氮素营养。在豆科植物-根瘤菌共生中，豆科植物为根瘤菌提供合适的固氮环境及生长所必需的碳水化合物；作为回报，根瘤菌将氮气转变成含氮化合物，满足豆科植物对氮素的需求。另外，固定的氮素也会释放到土壤中，被其他植物利用。

为了找到能在盐碱地上高效造肥的“豆子”，曹晓风查阅了很多书籍资料，了解世界各地最耐逆、最强壮、最有活力的豆科植物。其间，在热带和亚热带地区生长繁盛的豆科植物田菁进入了她的视线。

“我发现热带和亚热带沿海地区有特别多野生的田菁，长得很快很茂盛，那里甚至没有什么土壤，周围都是海。当时我想它应该耐盐碱，后来我们做实验发现，它的确特别耐盐碱。”于是“盐碱地改良小能手”就这么被曹晓风团队发掘了。

之后，曹晓风带领团队在全国各地试种田菁，确定了它是一种非常能“忍受”逆境的植物，不仅耐盐、耐碱，还耐酸、耐涝，生长适应性很广，尤其是在重度盐碱地能较好地生长、产生固氮根瘤。

“田菁培优计划”： 寻找最适配盐碱地的“菁坚强”

然而在曹晓风团队确定田菁有望用于盐碱地改良之初，他们并没有专门针对适用于盐碱地的田菁种质资源。在此之前，我国大面积种植田菁主要是用于生产替代瓜尔胶的田菁胶，并非为了盐碱地的治理。

于是，为了得到与恶劣盐碱地更“适配”的田菁资源，曹晓风团队基于前期收集到的来自世界各地的400多份田菁种质资源，开展了“田菁培优计划”。

一方面，他们将已经收集到的田菁种质在全国不同的地区进行种植，观察它们的开花时间、生长状态等，同时选择更耐酸、碱、盐等不利环境的品种；同时完成了普通田菁的基因组测序，获得了端到端、无基因组缝隙的首个普通田菁基因组图谱，为更好地理解普通田菁盐碱耐受性的分子机制奠定了基础。

另一方面，团队成功建立了田菁的杂交研究体系，“它的杂交其实很不容易，我们团队的唐丁和贾亚军老师花了几个月的时间，尝试了很多方法，终于把它杂交成功了。杂交成功就可能产生新的遗传组合，培育出比父本、母本更优秀的品种。”曹晓风解释道。

此外，随着“田菁培优计划”的实施，田菁的基因编辑研究体系也已经建立，为后续利用基因编辑手段改良田菁打下了基础。

目前，团队已成功选育出6个高产、优质的田菁新品系，其中两个“中科菁”品系已通过国家草品种区域试验申请。

2023年9月，在中国科学院“黑土粮仓”科技会战松嫩平原大安示范区长岭示范基地的重度盐碱地上，曹晓风团队选育的耐盐碱、肥饲兼用型“中科菁”系列田菁品系测得亩产鲜草2513.46公斤，标志着这一田菁品系在贫瘠的重度盐碱地上也能生长并丰收。

资料显示，松嫩平原有近400万公顷的盐碱地，被视为中国粮食增产最具潜力的地区之一。大安示范区是“黑土粮仓”科技会战的重要“战场”，而盐碱地田菁种植改良技术则是科研攻关团队在该示范区落地生根的重点工作之一。

既能治盐碱又能当饲料 但想“种好”仍需研究

根据联合国粮食及农业组织关于世界土壤健康的报告，全球有超过10亿公顷的土地受到不同程度盐碱化的影响，我国有各类可利用盐碱地总面积超过5亿亩。土壤盐碱化已成为世界性难题。如果能解决这个问题，全球粮食产量将大幅提升。

“黑土粮仓”科技会战中田菁的成功种植，无疑证明这种极度耐盐碱的豆科植物或将为解决这一难题提供新途径。据曹晓风介绍，待相关研究和成熟后，田菁将不仅用于大面积改善东北地区的苏打盐碱地，对许多内陆盐碱地也同样适用。

此外，田菁草质柔软，蛋白含量高，初花期粗蛋白高达20%，不仅能改良盐碱地，提升产能，实现“藏粮于地”，还有望成为优质蛋白饲料用于发展畜牧业，助力“藏粮于技”。“畜牧业中的草食动物也需要充分的蛋白供应，如果有足够的高蛋白饲料摄入，就能产生更多肉和奶，满足人们对蛋白质的需求。”曹晓风介绍，团队的科研人员邓炯和赵庆华已在进行田菁饲用价值的开发，同时还参与了首农食品集团的自立项目，合作开发田菁的饲用功能。

未来，曹晓风团队将利用田菁进一步研究植物与环境互作的科学问题，尝试解开田菁能适应复杂的逆境、并在其中生长的奥秘，探索利用田菁的耐逆基因提高大豆苗的耐逆性，以及如何将合适的野生资源驯化为新型作物、新型饲料等。

在采访中曹晓风坦言，田菁的大面积推广种植还存在许多待解决的问题，例如现有品种繁殖能力有限，栽培方法和收储加工方式仍需优化等。

“这里面有好多问题需要解决。现在只不过是第一步，提出它是特别好的、可以用于改良土地的先锋植物。至于田菁在不同类型、不同地区的盐碱地上怎么用，需要因地制宜，根据所处区域的环境、水资源、光温资源等进行优化和合理利用。”曹晓风表示，田菁的推广种植其实并不简单，不同地方的种植品种和方式可能都有差别。

因此，他们也希望看到更多志同道合的研究团队加入进来，“我们团队的宋显伟老师当时先找到了黑龙江农科院草业所在盐碱地上做试验，效果特别好，后来我们在全国各地很多地方种，实验效果也特别好。希望有更多优秀的科技工作者能共同研究田菁，为盐碱地的绿色治理献计献策。”

华西都市报-封面新闻记者 谭羽清 张峥 马晓玉 吴德玉 车家竹