

盐碱地里的“甜蜜事”

——解读2023年度中国科学十大进展(三)

□ 李云清 于菲菲 谢旗

站在河套平原核心区域的宁夏银川市通贵乡的一块土地上,放眼望去,广阔的土地上白花花一片,路过的外地人可能会问:“下雪了吗?”这其实并不是雪,而是盐,正是我们常说的盐碱地。

通俗地讲,盐碱地指的是土壤中含有较多的可溶性盐分,不利于作物生长。盐碱地形成原因主要是自然因素和人为因素改变原有土壤水盐运动规律,造成土壤盐分向上迁移并在地表积聚,出现表层土盐化或碱化程度加重的现象。

我国盐渍化土地主要分布在东北、西北、华北、滨海、黄河中上游等区域,其中,新疆、甘肃、青海、内蒙古、宁夏等省区地势低平的盆地或平原盐渍土面积约占全国69%,紧随其后的是华北平原、松辽平原、大同盆地、青藏高原的一些湖盆洼地,以及滨海地区的辽东湾、谢海湾、莱州湾。

我国治理盐碱地有两种思路:一是“以地适种”,即改良盐碱地以适应作物生长;二是“以种适地”,即选育耐盐碱植物适应盐碱地。

目前,解析植物、作物耐碱机制的内容非常有限,原因主要表现在两个方面:一个是碱化土壤主要由碳酸钠(Na_2CO_3)或碳酸氢钠(NaHCO_3)等引起,pH值(酸碱度,溶液酸碱性强弱程度)比较高。过去的研究方法主要是利用碳酸钠或碳酸氢钠来调节实验系统碱度,在实验过程中受环境影响,pH值变化大且不稳定,导致实验重复难度高。另一个是,选育耐盐碱植物是个大难题,很多研究常规使用的材料,如水

稻、玉米等,起源地或种植地并不具备盐碱地条件,筛选到关键基因自然也很难。因此,如何“唤醒”具有潜在利用价值的盐碱地、发展耐盐碱作物,是困扰科学家的难题。

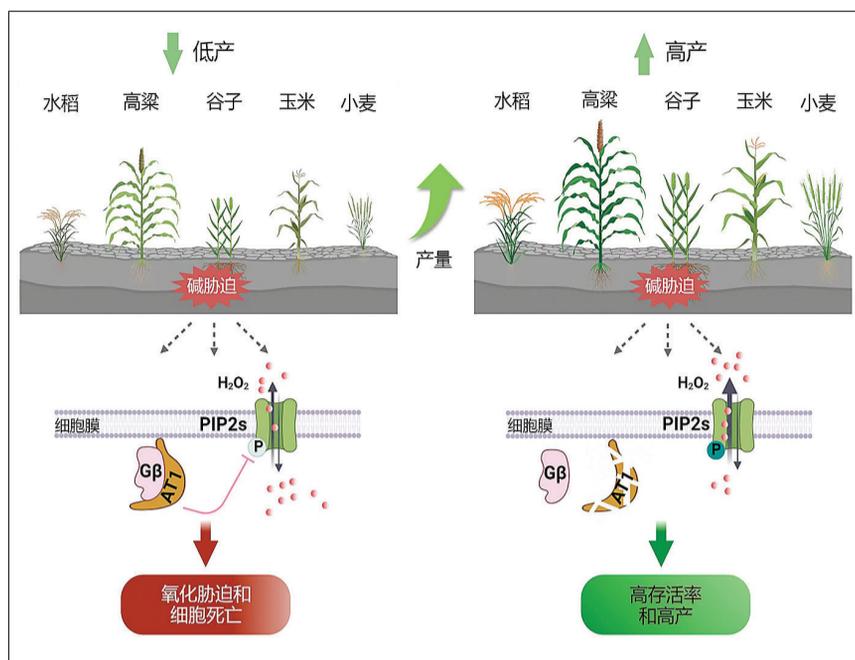
以耐盐碱高粱为材料,农作物耐盐碱机制解析及应用研究成果,首次发现主效耐碱基因AT1(Alkaline Tolerance 1)及其作用机制。

研究人员在寻找耐盐碱基因过程中付出了许多努力,也尝试过筛选多种不同植物,结果都不尽人意。后来,他们将目光转移到了具备高耐盐碱性、高生物量、高蛋白含量的高粱上,以期解决耐盐碱研究的材料选择问题。

研究人员从国内外搜集了352个不同品系的高粱材料,创新地采用混合碱($\text{NaHCO}_3:\text{Na}_2\text{CO}_3=5:1$)体系来筛选,有效解决了碳酸氢钠分解带来pH值不稳定问题。根据高粱在高盐碱土的生长状况,分为耐盐碱品种和不耐盐碱品种,利用基因编辑技术确认性状表现与基因片段的对应关系,将最优耐盐碱的高粱个体基因与耐碱性较差的高粱基因进行比对,最终锁定耐碱相关基因AT1。

在后续的田间试验中,研究人员通过基因编辑技术改良AT1及利用AT1基因自然突变的形式改造高粱,在盐碱地上的耐盐碱能力和产量均得到大幅提升,由此证实了AT1基因与高粱耐盐碱之间的对应关系。

只解析高粱耐盐碱的密码还不够,研究人员还想知道其他作物是否也会有类似的基因。一次偶然的机会,谢旗研究员在与中国科学院院士李家洋谈



AT1基因作用机理及在五大作物应用示意图。(作者供图)

论工作时,发现水稻中的AT1基因同源体GS3(控制稻米粒长的粒形基因)已开展育种改良。团队后续工作也证明,缺失GS3基因的水稻也更耐碱。这意味着这种调控机制比较保守,与几种不同的单子叶农作物高粱、水稻、玉米中的作用机制相同。

除此之外,研究人员在盐碱地里培育出“中科甜438”“中科甜968”等6个国家登记甜高粱品种,通过生物改良方式极大地改善了当地土壤的盐碱化,实现了土地的长久利用,大大增加了可利用农业土地面积。

在自然界中,研究人员发现有的水稻品种含有AT1或GS3基因耐盐碱自然变异形式,而导入这种自然变异形式的6个北方水稻品种种植面积较大,且已走上了百姓餐桌。

目前,宁夏银川市通贵乡的盐碱地已不再荒芜一片,远处高扬的甜高粱正在向这片贫瘠的土地展现自己顽强的生命力。

(作者李云清系中国农业大学草业科学与技术学院博士生,于菲菲系中国农业大学教授,谢旗系中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员)

大模型让农业增添智慧

□ 王耀君

近日,文本生成视频大模型Sora发布。大模型具备深度模拟真实物理世界的的能力,通过理解物体在物理世界中的存在方式,能生成具有多个角色的复杂场景。自2022年ChatGPT问世以来,大模型引发社会各界关注。大模型,特别是大语言模型已成为人工智能领域科技发展的里程碑。简单来讲,大模型就是用大规模数据结合先进算法训练而成的参数量庞大的模型,能捕捉到大规模数据中的复杂模式和规律,从而实现对问题的理解,进而给出推理结论。

从应用领域来看,大模型可分为通用大模型和行业大模型两种。通用大模型是基于大规模、多领域的数据训练,应用于多个通用行业。而行业大模型是针对某个特定行业或领域需求。其中,农业大模型正是基于大规模农业数据,采用大模型相关技术构建服务于农业场景应用。

传统农作物育种,主要以经验育种的模式开展,多数以科研团队形式组织开展科研攻关。大大小小数以千计的农作物育种团队积累了海量数据,但存在数据格式不统一、信息化程度较低、基本无法完成有效融合和数据共享等问题。生物育种需要

首先发现基因,分析哪些基因与品种的性状相关,而农业生物基因组含有几亿或几十亿碱基对,最终组装成几万个、十几万个基因。农业大模型则可以对农业海量基因数据进行分析和处理,利用算法来选择和匹配不同性状与基因之间的关系,在育种流程上实现科学管理、专业分工、流水化作业,助力“经验育种”向“精确育种”转变。

传统农业种植,主要靠天吃饭,受自然变化影响非常大,而农业大模型的应用可以对气候变化、土壤类型、水肥条件等数据进行采集、分析和决策,实现智能化种植。

农业大模型可以助力农业生产应对气候变化的影响,通过对气候数据的采集和分析,进而可以生成气候预测模型,使农业生产者能及时采取措施,减轻不利天气事件造成的负面影响,降低农业风险。

农业大模型可以为农民提供准确可靠的数据信息,通过对土壤墒情、作物长势、灾情、虫情等关键信息的实时监测分析,有助于农民制定科学合理的农业生产计划,预测作物的最佳播种时间,根据作物品种和生长周期数据来提供施肥建议。

传统农业养殖,主要依靠人力,并对环境造成巨大压力,而农业大模型的应用可以对畜禽饲养环境、饲料消耗、生长速度、健康状况等数据进行采集、分析和决策,实现智慧养殖。

农业大模型可以助力智能化、实时化调控养殖环境,如温度、湿度、氨气浓度等,通过智能算法实现自动调温、调湿、调光以及通风系统管理,创造出适合畜禽生长的最佳环境,从而有助于降低疾病发生概率,减少能源消耗、资源浪费等。

农业大模型可以通过电子标签或生物识别技术,对每一只畜禽进行个体识别,根据动物的生长阶段、健康状况和营养需求,实现精准饲喂和健康管理,不仅有助于提高饲料的利用效率,还有助于早期识别并处理动物健康问题。

农业大模型可以通过链接智能监测平台、畜禽大数据平台,给出实时诊断,实现养殖全过程实时监控和及时预警。通过分析养殖全过程的记录数据,农业大模型有助于养殖全过程的优化。

(作者系中国农业大学信电学院副教授、博士生导师)

全球变暖将导致青藏高原北缘暖湿化

据新华社讯(记者张文静)基于古环境记录、古气候模拟和现代观测,兰州大学资源环境学院李育教授团队研究认为,未来全球变暖会导致青藏高原北缘暖湿化。这项研究成果近日在《中国科学:地球科学》期刊发表。

青藏高原北缘处于亚洲夏季风和中纬度西风环流交汇区,对气候变化响应敏感,是研究气候变化及其机制的典型区域。

李育介绍,他们的研究从古气候视角,对比了青藏高原北缘全新世暖期、中世纪暖期、现代暖期和未来百年暖期的干湿变化,发现全新世暖期主要受轨道控制的东亚夏季风影响,这一区域整体表现出温暖湿润的气候特征;中世纪暖期主要受控于太阳辐射,存在暖干的现象;现代暖期和未来百年暖期主要由温室气体增加导致的温度升高控制,气候干旱化趋势显著。

李育认为,探讨青藏高原北缘气候变化规律及其机制,评估该区域未来的气候变化趋势,将有助于提高人们对青藏高原北缘在不同时间尺度的气候环境变化特征,及其响应机制的理解和认识。