

打开一个基因中的“藏粮密码”

主效耐碱基因可使谷物增产约 20%

冯丽妃

“把边际土地,特别是盐碱地的作用发挥出来,就能大幅缓解这个压力。”近日,中国科学院院士李家洋在中国科学院遗传与发育生物学研究所(以下简称遗传发育所)举办的成果发布会上说。

通过 7 年联合攻关,遗传发育所谢旗团队与中国农业大学于菲菲团队、华中农业大学欧阳亦聘团队联合十家单位,以高粱为材料,打开主效耐碱基因 AT1 的“藏粮密码”。他们的研究表明,该基因可在中重度盐碱地显著提升高粱、水稻、小麦、玉米和谷子等作物的产量。

“这项研究在改良盐碱地综合利用中具有重大应用前景。”中国工程院院士、中国作物学会理事长万建民评价。

1 给盐碱地研究“补短板”

“大家通常说的‘盐碱地’其实可分为盐化土壤、碱化土壤两种主要类型。”论文通讯作者、遗传发育所研究员谢旗对笔者说,其中前者约占全球盐渍化土地的 40%,后者则占 60%左右。

“耐盐”与“耐碱”的研究落差缘何如此之大?其中一个难题是实验室模式植物,这让科研人员无法深入探索作物的耐碱机制,更加难以将研究成果匹配到生产中。

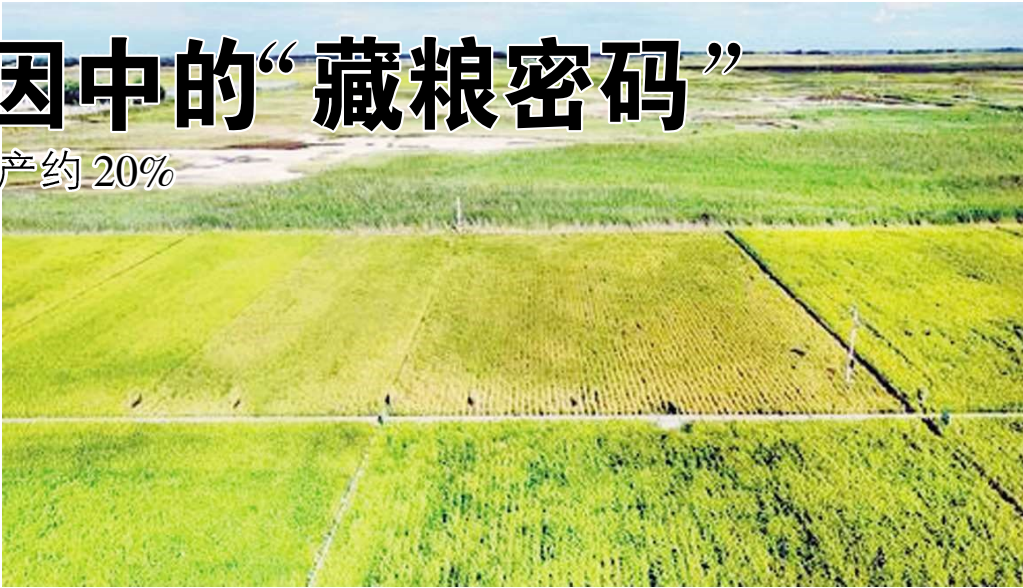
什么才是关键的耐碱作物材料?谢旗把研究目标聚焦在高粱上。

这种谷物起源于非洲中部高盐碱的萨赫勒地区,在长期进化中形成了丰富的耐碱性遗传资源。过去 20 多年,谢旗和团队已经培育出 6 个甜高粱国家登记品种,在我国盐碱等贫瘠土地上推广种植 50 余万亩,为脱贫攻坚及乡村振兴提供了科技支撑。

据介绍,盐碱化土壤主要由氧化钠或氢氧化钠导致。实验室中通常用这两种化合物调节系统的碱强度,这容易导致 pH 值变化大、不稳定,使实验无法重复。为克服这一问题,谢旗团队专门从宁夏挖了 2 吨盐碱土运到北京做实验,以保证研究结果的可靠性。

知其然,还要知其所以然。为了解该基因耐碱性的机制,谢旗与中国科学院生物物理研究所研究员陈畅合作,先后利用哺乳动物细胞和作物系统发现在高盐碱胁迫中,AT1 可通过调控水通道蛋白的磷酸化来调节其在逆境中的活性,并将逆境中产生的活性氧物质(ROS)泵到细胞外,降低过氧化应激。

“简单来说,碱主要会引起细胞的氧化还原应激,让细胞中的 DNA 和蛋白变性,比如 ROS 过多会导致细胞损伤或死亡。而敲除 AT1 后可以使细胞中的 ROS 降低。”陈畅解释,这使研究团队首次揭示了作物耐盐碱的分子机制。



2 从一次邂逅到一场联合攻关

2019 年,一次出差中谢旗与李李家洋在机场巧遇。交谈中,谢旗提到正在开展的耐盐碱研究已经进入功能验证阶段,可能会是一个重要发现。他发现 AT1 是水稻粒形调控基因 GS3 的同源基因(一个共同祖先在不同物种中遗传的基因)。

李家洋一直在通过水稻研究分子设计育种,他和团队创制的“中科发”804 等系列水稻中都含有 GS3 这一基因。两人当即敲定合作。

3 “一个基因改变一个产业”

从挖掘分子机理到多个地点、多种作物联合攻关,新研究证明了 AT1 基因的调控机制在主要粮食作物中的保守性,也说明了其对于相关作物增产的“普适性”。

多位出席发布会的专家表示,这项研究对我国乃至全球粮食安全意义重大。

据国家统计局数据,2021 年我国人均粮食占有量已达到 483 公斤,高于国际公认的 400 公斤安全线。但同年,我国累计进口粮食创历史新高,达到 1.6 亿吨,占当年粮食产量的 24%。

与会专家表示,我国有 11.7 亿亩的边际土地,其中包括 5 亿亩左右的盐碱地,这为我国粮食增产“提供了空间”。

在全球层面,谢旗也算了一笔账:如果全球 20% 的盐碱地利用该基因,每年可增产至少 2.5 亿吨粮食。

研究团队进一步与华中农业大学张启发院士等合作,确认了 AT1/GS3 基因在水稻和玉米中也能调控对碱的耐受性,相关代谢途径在不同作物中是保守的。他们把实验室搬到了吉林大安,那里的盐碱地 pH 值可以达到 9.17。他们发现,水稻可实现年增产 22.4%~27.8%,表现极其优异。

研究者还在宁夏平罗盐碱地(pH9.10,盐 6‰)对高粱、谷子、玉米等作物进行了大田试验。他们发现,用基因剪

刀“剪掉”AT1 基因能够使高粱全株生物量(青贮饲料用)增加近 30.5%、籽粒增产 20.1%;可让谷子增产 19.5%;能显著提高玉米、小麦在盐碱地的存活率。

《科学》国际审稿人评价称,这项工作揭示了禾本科作物的一个重要保守生物学机制,是一项重大发现。

“夯实粮食安全根基,要从源头上加强种质资源的创新利用研究。这项研究是从基础研究着手解决实际问题的一个典型案例。”中国科学院院士种康评价。

目前研究团队已与先正达集团合作,为该基因申请了国际专利。

当前,科技界对于基础与应用研究孰重孰轻仍有许多争论。在李家洋看来,基础与应用研究是一个统一体的两个基础面。“基础研究需要为应用提供源泉,应用研究要为基础研究提供出口,两者相辅相成。”他说,一项基础研究从发现一个重要原理或机制到走向应用是一个创新链条,两者相结合才能持续推动解决相关问题,满足国家重大需求。

据悉,这项研究是在中国科学院前瞻性布局科技先导专项(A 类)“种子精准设计与创造”专项“环境智能响应性状形成的分子基础”课题支持下取得的重要突破。该专项旨在针对我国新时期粮食安全等重大战略需求,引领分子精准设计育种技术,加速推

进新绿色革命。

“这项研究涉及多种农作物,工作量大。研究团队通力合作,花费了 7 年时间才找到这个重要的耐碱位点。这种面对困难持之以恒的研究实践体现出的就是科学家精神。”遗传发育所前所长、研究员陈爱宜说。

“朋友碰到一块儿会聊很多事,有时并不是科学上的事,但每次碰到谢旗,他总是唠叨那些高粱的事,每次都很兴奋。”南方科技大学教授朱健康说,“科学家有这种精神和对科学浓厚的兴趣,才能坚持这么多年,做出这么好的成果。”

朱健康表示,这项研究已经在基础理论上取得重要突破。他期待未来能够看到“通过一个基因改变一个产业”,让相关研究在百万亩,甚至千万亩盐碱地上落地应用。



科普中国 APP

新方法制备高宏观铁电性能薄膜

北京科技大学新材料技术研究院、北京材料基因工程高精尖创新中心研究团队设计了一种新型层状结构材料,采用一种简单的溶液外延生长方法,获得了超薄(低至 1 纳米)铋(Bi)氧(O)化物薄膜,薄膜稳定呈现出高宏观铁电性能。

原子尺度的高密度电子器件在未来科技发展具有重要意义。其中,高质量原子尺度铁电外延薄膜的制备是超尺度、高密度电子器件发展的关键环节。

课题组确立了 Bi609 层状结构,该结构的生成能明显低于其他化合物,而且具有较宽的禁带宽度和最稳定的结构。他们通过引入钇元素有效稳定了低维下的层状结构。低至 1 纳米时,该结构仍然稳定存在,并且呈现出标准铁电滞回线以及优异的铁电性能。当该结构厚度为 1~4.56 纳米时,具有较大的铁电剩余极化。压电响应力显微镜测试结果呈现出明显的相翻转。密度泛函理论指出,阿该薄膜的铁电性是由 Bi-O 孤对电子引起而不是基底应力导致的,因而具有稳定的铁电性能。

该研究的溶液工程外延薄膜技术可以在多种基底上实现该体系层状结构薄膜。薄膜和基底呈现明显的外延生长关系,并且所得薄膜具有高结晶质量和原子级平整表面,体现了这项制备技术的普适性。

温才妃

河北廊坊：中医药文化进校园



近年来,河北省廊坊市各小学积极开设各类丰富多彩的兴趣课。廊坊市第五小学将中医药文化引入校园,通过建设中医药体验馆、开设中医药相关课程,让学生在游戏互动中了解中医药知识,感受中医药文化的魅力。图为廊坊市第五小学学生在校内国医馆内跟随老师识别中药。

贾琨

山东青岛：数字科技赋能文旅



近日,2023 山东省旅游发展大会在青岛举行。在大会数字文旅互动体验区,参观者可以通过体验光影魔方、裸眼 3D、元宇宙畅游、VR 飞跃、“流浪地球”太空舱等项目,感受数字科技赋能文旅的魅力。图为 3 月 27 日,参观者在观看裸眼 3D 视频。

孙凡越

湖南永州：科学育秧生产忙



4 月 5 日,在湖南省永州市道县上关街向阳村,农民在和丰农机专业合作社育秧基地摆放秧盘。

蒋克青

我国建立常态化深海长期连续观探测平台

中国科学院海洋研究所研制的多代深海坐底长期观测系统(LOOP)在我国南海冷泉区连续多年布放,实现了对该区域高清影像资料、近海底理化参数等数据的连续获取。

深海热液冷泉区域的生物群落变迁、演化以及与环境相互影响均是长时序活动,但目前基于无人遥控潜器(ROV)、载人潜水器(HOV)等水下潜器的短时、随机考察无法满足以上过程的长时间连续观探测需求。为此,研究团队突破水下耐腐蚀技术、能源管理技术等关键技术,探索新型水下布放及回收模式,研制了 LOOP,实现了对观测区域高清影像资料、近海底理化参数等数据及耐压流体等样品的综合获取。

与以往的自由落体式着陆器不同,LOOP 为实时视频指导的缆放式着陆器。布放时通过搭载的水下高清摄像头实时观测落点位置,通过科考船配合可较为精确地控制布放位置,并且在海底着陆后仍可通过同轴缆根据实际情况调整观探测参数,保障最优观探测效果。回收时通过同轴缆直接回收。LOOP 在设计之初,已经考虑到各类商业化传感器、自研原位探测装备等科学负载的通信、供电需求。

自 2016 年起,LOOP 已先后多次布放于我国南海冷泉区域,其中,单次最长连续布放天数达 659 天,有效工作时间为 414 天,累计水下布放时间 1070 天。利用获取的数据资料,研究团队发现盐度和溶解氧含量在冷泉喷口附近的水平和垂直方向上具有很强的空间异质性,环境参数的空间异质性可能是冷泉区域化能合成群落空间分布不均的主要驱动因素之一。

据悉,深海坐底长期观测系统提供了一种创新、可控的布放和回收模式,有望成为原位、长期、连续的通用水下观探测平台。

廖洋 王敏

我国科学家研究证明葡萄是目前已知人类最早驯化的水果

葡萄栽培起源于 1.1 万年前



资料图

近日,云南农业大学董扬教授团队联合国内外专家,通过集合全球近 5000 份葡萄遗传资源,破译葡萄驯化密码,研究表明葡萄是目前已知人类最早驯化的水果。此项研究成果为葡萄起源驯化提供了新的线索。

那么,葡萄栽培起源于何时?作为世界上最古老的植物之一,葡萄为葡萄科葡萄属的木质藤本植物。野生葡萄的分布地域相当广泛,在距今 2330 万年至距今 164 万年前的第三纪末期,曾广泛分布

于北半球包括欧亚大陆、北美洲大陆在内的大部分地区,之后形成了欧亚、东亚、北美三个起源中心。其中起源于欧洲南部、西亚,以及北非部分温带地区的野生葡萄,逐步驯化为后世的栽培葡萄。

关于人类进行葡萄栽培、葡萄酒酿造的历史,此前,科研人员通过对格鲁吉亚出土陶罐中的葡萄酒残留物推断,人类至少在 8000 年前就开始酿造葡萄酒,但对于人类驯化葡萄的具体时间仍未知。

此次云南农业大学研究团队将

栽培葡萄起源推演至约 1.1 万年前,远早于此前人类认知的起源时间,表明葡萄是人类目前已知最早驯化的水果,为作物起源驯化研究、葡萄栽培考古学研究提供了重要线索。

葡萄具有栽培历史久、栽培范围广、栽培面积大、栽培品种多的特点。目前,葡萄在地中海气候条件下广泛栽培。在我国,从北到南,由东到西,各省份均有葡萄栽培,是仅次于柑橘、苹果、梨之后的重要果树。

葡萄到底是在哪里驯化的?自然演化是进化生物学的概念。作为人工选择的概念,驯化就是将野生物种变成家养物种,在人工栽培的条件下满足人类的需求。

过去普遍认为,高加索地区是栽培葡萄的起源中心。在此项研究中,董扬团队证明葡萄驯化起源中心有两个,鲜食葡萄起源于西亚地区,酿酒葡萄起源于高加索地区,两地相隔 1000 多公里。这表明鲜食葡萄和酿酒葡萄在不同区域同时起源,是同一时间发生的相互独立的人工驯化,鲜食葡萄和酿酒葡萄在起源初期的遗传背景就具有重大的差异,纠正了此前的单起源中心理论,是葡萄研究的重要里程碑式成果。

刘崇怀