

人工接种内生真菌

给大麦健康生长上保险

■本报记者 温才妃 通讯员 法伊莎

当大麦的种子在保温箱内发芽生长 5-7 天,大约会长到五六厘米。这时用手术刀在幼苗分生组织处切 2-3 毫米的小口,用尖头镊子挑取培养好的禾草内生真菌一点菌丝体塞入伤口,入培养箱培养,移栽至实验田,菌丝会沿着叶脉与植物互惠共生直至种子成熟、收获。

与未接种内生真菌的对照组相比,接种后的大麦新种质个头更高、产量更高、生育期提前,并且更耐旱、更耐盐碱。近日,兰州大学草地农业科技学院教授李春杰在《科学通报》上发表研究论文,探究人工接种禾草内生真菌创制大麦新种质的新途径,为植物育种学开拓了一个新的研究思路。

有毒真菌的两面性

李春杰的人工接种故事要从 2002 年讲起。中国工程院院士、兰州大学草地农业科技学院教授南志标团队早在上世纪 90 年代就发现西部广袤的草原上有一种“带毒”的禾本科植物——醉马草,牛羊吃了会像人喝醉了一般摇摇晃晃甚至流产、死亡。研究发现“真凶”竟是醉马草的内生真菌,但这真菌也并非一无是处,可以使醉马草具有耐旱、耐寒、抗病虫等优良特性。

当李春杰 2002 年成为南志标的第一名博士生时,导师抛给他一个问题:解析醉马草有毒的根源,开发利用内生真菌的有益特性并进行种质创新和新品种选育。

不同于寄生菌对植物的侵占,禾草内生真菌“终身”或者“大半生”生活在禾草内部,对植物来说属于有益共生菌,就像双歧杆菌、乳酸杆菌之于人体的消化系统。

禾草内生真菌研究是近 30 年来国际畜牧学和微生物学的新兴研究领域。研究表明,这类内生真菌比较容易从其宿主植物中分离并在实验室条件下培养,这也使得人工接种成为可能。近年来,利用禾草内生真菌进行禾草育种,特别是抗性品质育种,成为国际草业领域的发展趋势。利用这一类微生物资源,各国已培育出一些草坪草及少数牧草品种,在新西兰、美国和澳大利亚成功商业化。

南志标团队经过多年努力,筛选获得了高内生真菌带菌率、抗锈病的坪用多年生黑麦



▲实验人员将内生真菌菌丝接种至栽培大麦幼苗。

▶兰州大学景泰草地农业试验站新品系田间观测现场。

兰州大学供图



草——兰黑 1 号,这是国内第一个禾草—内生真菌共生体新品系,2020 年已获批进入国家林业和草原局新品种区域试验。

但在利用内生真菌进行粮饲作物育种领域,国内外几乎都是空白。

李春杰在甘肃河西走廊的盐碱地上发现野大麦自带内生真菌,但栽培大麦并不具备这一特点。作为世界上最古老的种植作物之一,大麦具有食用、饲用、酿造、药用等多种用途。因此,他想到将亲缘关系相近的二者作为人工接种的对象,“看看会不会有惊喜发生”。

产量明显提高

筛选出禾草野大麦的内生真菌优良菌株后,最关键的一环是人工接种技术。李春杰和博士生王正凤选择柴青 1 号裸大麦和物饲麦 1 号皮大麦两个品种,经过酒精、次氯酸钠严格消毒,拿起手术刀对着保温箱里精心培育出的大麦幼苗,“动起了手术”。

切小口、塞入真菌……经过三周左右的培养,2019 年 3 月,带菌的幼苗被栽种至海拔 1620 米的兰州大学景泰草地农业试验站。春去

秋来,大麦熟了。

经过显微镜检测,接种的 1050 株大麦中只有 36 株接种成功,但就是 2% 的成功者中,皮大麦新种质的地上生物量和单株籽粒产量提高了 46% 和 22%,生育期提前了 5 天,裸大麦新种质地上生物量和单株籽粒产量分别提高了 37% 和 28%。

经过 2020 年的再次试验,团队获得了能稳定遗传的内生真菌—大麦共生体新种质,显著提高了植株的单株穗数、主穗长、主穗粒数和单株种子产量。

李春杰介绍,内生真菌往往缺乏有性繁殖,不在植物体外存在,这决定了真菌能够与宿主植物互惠共生,加上侵入内生真菌通过种子进行垂直传播,子代种子带菌率为 92% 以上,因此通过人工接种的方式获得新种质比起传统的育种模式具有目的性强、可预见性、育种周期短和高效遗传等特点。“这就好比大麦本来长得好好的,我们通过人工接种给它上了一道保险。”

从新种质迈向新品种

据悉,该项成果是南志标主持的国家“973”计划“重要牧草、乡土草抗逆优质高产的生物学基础”项目三项代表性重大成果之一。

通过人工接种技术,项目组获得了 1 个大麦和 2 个青稞新品系,与不带菌的对照相比,植株 100% 带菌,耐盐和耐旱的各项指标分别高了 36%~79% 和 11%~50%,含有抗虫生物碱波胶,未检出对家畜有毒害的麦角生物碱。

这使我国成为继新西兰之后,世界上第二个成功采用人工接种内生真菌技术创制新品系的国家,获得了具有自主知识产权的发明专利,居于同领域国际前列。

“如今,内生真菌是国际禾草内生真菌研究的三大体系之一,可作为一种新型资源进行植物育种。”南志标说,“植物自身的抗性增强,化肥和农药的使用减少,从而保护生态环境。”

下一步,南志标和李春杰团队将对新种质的性能进一步评估,并思考如何将内生真菌人工接种转向小麦、玉米、水稻等禾谷类作物,逐步实现从饲用作物到粮食作物的转变。“从新种质到新材料、新品系,最后实现新品种培育。”

相关论文信息: https://doi.org/10.1360/TB-2020-1587

首个西藏绵羊高质量参考基因组发布

羊作为人类早期的驯化动物之一,在畜牧业中举足轻重。而西藏绵羊作为我国三大原始绵羊品种之一,是高原牧区的重要家畜。

近日,NCBI Assembly 上线了首个染色体级别的西藏绵羊参考基因组。这是率先公布的青藏高原家畜高质量基因组之一,其组装由中国农业大学教授李孟华团队完成。

西藏绵羊主要分布在青藏高原等高寒地区,具有抗严寒、耐粗饲、适应高海拔、体质强壮、行动敏捷、善于爬高走远等特点,且与人类关系极为密切,提供了肉、奶、毛等游牧生活所必需的资源。

“具体而言,西藏绵羊分为草地型、山谷型和欧拉型 3 种生态类型。”李孟华向《中国科学报》介绍。

草地型藏羊体质结实,体格高大,四肢较长,公母羊均有角,公羊角长而粗壮,呈螺旋状向左右平伸,母羊角扁平、较小,被毛异质,毛纤维长,所产羊毛毛羽著名的“西宁毛”;山谷型藏羊体格较小,结构紧凑,体躯呈圆桶状,公羊大多有扁形大弯曲螺旋形角,母羊多无角;欧拉型藏羊体格高大,早期生长发育快,肉用性能好,公羊前胸着生黄褐色毛,母羊则不明显,大多数体躯被毛为杂色。

关注西藏绵羊并加以研究,不仅具有重要的科学意义,也有重要的社会、经济和生态学意义。该团队的相关研究成果相继发表于《分子生物与进化》等国际知名期刊。

2016 年,团队的杨继等研究人员通过对不同极端环境(高海拔和沙漠干旱)下的地方绵羊品种进行全基因组比较,发现绵羊为了快速适应极端环境,产生了一系列与能量代谢相关的候选基因变异位点。

2019 年,时为李孟华博士研究生的胡小菊等人通过收集遍布青藏高原 986 只西藏绵羊和 4 只野生盘羊重测序及芯片数据分析,约 3100 年前,绵羊同耐寒的麦类作物一起被史前人类带上青藏高原,形成西藏绵羊青海亚群;随后约 1300 年前,随着史前人类通过“唐蕃古道”持续稳定地迁徙并定居在青藏高原的腹地西藏地区,西藏绵羊青海亚群也扩散到西藏并分化形成西藏亚群。

另外,全基因组水平检测结果表明,盘羊的基因组成分渗入到西藏绵羊中,覆盖了其

基因组的 5.23%~5.79%,并发现西藏绵羊继承了盘羊的优势基因 HBB。该基因在红细胞中的 O₂/CO₂ 交换通路中发挥重要作用,从而帮助其快速适应高原环境。由此,李孟华团队深入阐述了西藏绵羊的进化历史和高原适应性机制。

本次发布的西藏绵羊基因组 Contig N50 达到 74.60Mb,Contig 数目 168 个,Scaffold N50 达到 105.18Mb,Scaffold 数目仅 58 个,在 5 个家羊基因组中组装连续性最好。

研究人员通过对基因组组装结果进行评估,确认基因组组装完整性高(完整基因元件达 95.49%)、准确性高(99.99%)、没有外来序列污染。

此外,西藏绵羊基因组的成功组装对于建立中国地方绵羊的种质资源库和生物信息库;同时,其高质量基因组的建立为高原家畜的基因组学研究提供了重要的参考基因组,从而帮助研究人员进一步探究耐寒、高原适应性机制。”李孟华表示。

相关论文信息: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/assembly/GCA_01752458.1 https://doi.org/10.1093/molbev/msw129 https://doi.org/10.1093/molbev/msy208



李心供图

科技支撑乡村振兴

“这些草坪,就是用来踩的”

■本报记者 李晨 通讯员 余欢

“小草对你微微笑,请你把路微微绕”“小草在成长,请勿打扰”……绿油油的草坪前,总会看到“禁止践踏草坪”的标语牌,在草坪上无所顾忌地跑着、跳着、躺着的心愿总被内心强烈的道德感压住:“小草也会疼!”

但现在有这样一些草坪,就是用来踩的。南京农业大学句容草坪研究院(以下简称草坪研究院)院长杨志民教授告诉《中国科学报》:“我们这儿的草坪都是新培育的运动专用草坪,就是用来踩的,不踩还长不好呢!”

围绕草坪新品种培育,草坪研究院还开发了相关技术和设备。新品种和新技术给草种植农户带来了更好的经济效益,为乡村富裕提供了支撑。

好草是用来踩的

一脚踩上后,结实而有弹性的草稳稳地撑住了参观者的脚。这才是真正的“踏青”。从脚下感到的蓬勃生命力,是再舒适的气垫运动鞋也比不上的。

“此时你们正在踩着的草坪,左边被杭州亚运会预订了,右边是即将开幕的江苏省园博园征用的。”杨志民说。

草坪研究院科研试验示范基地包括耐践踏高弹性运动草坪示范区、耐践踏柔软型运动草坪示范区、耐海水灌溉草坪示范区、草坪管理技术试验区、草坪品种资源展示区。

杨志民介绍,草坪团队在收集国内外草坪草种质资源的基础上,通过系统选育、杂交育种和诱变育种等技术,培育适应本地区气候土壤条件的草种,并推广应用到生产中,促进当地草坪品种的升级换代。目前已完成后白镇草坪科学试验站 50 亩品种培育与 250 亩草坪新种质推广示范园,展示 4 种优质耐践踏草坪草新种质(新品系)和品种资源材料 300 余份。

新技术融合绿色生态理念

现代化的农业发展,离不开先进的技术。根据 2019 年自然资源部与农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知,草坪研究团队从产业发展的迫切需求出发,积极进行了草坪生产基替代技术研究。

杨志民介绍,草坪研究团队致力于研发高质量的新型基质,现在已经开始利用秸秆作为基质培养草坪了。“作为需要处理的废弃物,对秸秆进行再生使用也是我们在新技术研发过程中不断践行的绿色生态理念。”

目前,该团队已经研制出适合于生态护坡、休闲运动和城市绿地景观等各类环境条件的草



南京农业大学供图

“好的草坪,三分靠种,七分靠养。完善细致的养护方式和性能强大的机械至关重要。”

坪生产技术方案。根据国家足球发展战略需求,研究团队也开展了足球场草坪坪床基质研究,从而筛选出适于校园足球、社会足球、专业足球等各种类型足球场坪床基质配比。关于基质的研发,该团队已经申请了好几项专利。

“好的草坪,三分靠种,七分靠养。完善细致的养护方式和性能强大的机械至关重要。所以我们也一直在开展机械化模式研究。”杨志民说。

结合最新的草坪研究成果,草坪研究院在 500 亩草坪试验示范基地基础上,开展了草坪节水灌溉、草坪科学施肥、草坪修剪、草坪病虫害防治、草坪杂草清除等草坪养护管理技术的研发与推广应用。

这些新技术的研发,参考了国际上草皮生产的智能化、机械化模式。结合我国国情和草皮生产条件,研究团队不断开展草皮铲、包、装等机械的研发与推广。

草坪研究院自成立以来,针对高尔夫球场、园林公司、草坪公司等举办不定期的全国乃至国际性草坪培训班,传授草坪新品种、新技术、新工艺和新模式。每年针对后白镇草坪种植情况,先后为当地种植草坪的农户举办草坪种植与养护培训班 15 次,现场授课 2 次,培训人次达 750 人。

动态

科学家创制出聚合多个优异基因的小麦新种质

本报讯 近日,中国农业科学院作物科学研究所科研人员利用多基因编辑技术,实现了冬小麦一代多个优异等位基因聚合,并成功获得了无转基因、聚合多个优异等位基因的小麦新种质,为小麦和其它多倍体农作物开展多基因聚合育种提供了重要的技术支撑。相关研究成果近日在线发表于《分子植物》。

该研究利用 CRISPR/Cas9 系统和多顺反子 tRNA 自剪切体系,开发了一种高效、通用的多基因编辑技术。研究人员以控制穗发芽抗性、氮吸收利用、株型、支链淀粉合成和磷转运的 6 个基因作为靶基因,分别构建同时靶向 2 个、3 个、4 个和 5 个基因组合的多基因编辑载体。并以黄淮海区大面积种植的多基因品种郑麦 7698 为受体材料,实现了 15 个基因位点同时编辑,获得了 2、3、4、5 个基因编辑植株,最高编辑效率可达 50%。

相关论文信息: https://doi.org/10.1016/j.molp.2021.03.024

马铃薯低温糖化抗性机制获揭示

本报讯 近日,西南大学农学与生物科技学院薯类团队在《园艺研究》在线发表了研究论文,揭示了马铃薯低温糖化抗性机制。该成果为马铃薯低温糖化抗性机制的研究提供了新的见解,有助于提升马铃薯低温糖化抗性育种进程。

马铃薯块茎低温贮藏导致还原糖(葡萄糖和果糖)积累称为“低温糖化”,积累还原糖严重影响加工品质和健康消费。抗低温糖化是马铃薯加工品质育种的重要性状,然而关于低温糖化抗性调节机制仍不清楚。

本研究从转录调控角度筛选到 AP2/ERF VII 转录因子 StRAP2.3 与 Stlnvlnh2 协同表达。通过凝胶迁移阻滞和双荧光素酶报告系统分析途径,证实 StRAP2.3 特异结合 Stlnvlnh2 启动子中 ACCGAC 元件并激活其表达。进一步利用 RNAi 技术在马铃薯低温糖化抗性基因型中干涉 StRAP2.3 特异抑制了低温贮藏块茎 Stlnvlnh2 的表达,降低了低温糖化抗性和加工品质。相反,在低温糖化敏感基因型中超量表达 StRAP2.3 升高 Stlnvlnh2 表达,提升了低温糖化抗性并改善加工品质。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41438-021-00522-1

北京发布《实施方案》打造“种业之都”

本报讯 日前,北京《关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的实施方案》(以下简称《实施方案》)正式印发。该《实施方案》提出,北京将服务国家农业科技自立自强,接续实施现代种业发展三年行动计划,打造“种业之都”。

《实施方案》提出,到 2025 年,科技创新成为北京农业鲜明特征,农业科技贡献率将达到 77%,设施农业机械化率达到 55% 以上,高效设施农业技术、装备、品种自主创新率明显提升,良种覆盖率达到 98% 以上,蔬菜、猪肉自给率分别达到 20%、10% 以上,绿色有机产品总量力争翻一番,品种培优、品质提升、品牌打造和标准化生产全面推进。

《实施方案》提出,北京将集聚一批农业科技领军人才和创新团队,实施“揭榜挂帅”机制,围绕生物种业、高效设施农业、数字农业等领域研发一批具有自主知识产权的核心技术,推进以清洁能源、人工智能为基础的第三代农机产业化应用。

早熟马铃薯亩产破 5000 斤产值过万元

本报讯 近日,华中农业大学联合湖北省及国家马铃薯产业技术体系、湖北省云梦县农业农村局农业技术推广中心等单位举行“湖北省平原马铃薯高效栽培技术示范现场验收会”,助力湖北省平原地区马铃薯先进高效栽培技术示范与应用,促进全省平原早春马铃薯栽培技术的创新升级。

与会专家先后观摩了马铃薯“大垄双行”机械化技术示范基地和新品种展示现场,并对义堂镇红光村早春“三膜覆盖”高产高效栽培技术示范区进行了田间测产验收。验收专家组认为,示范片选用脱毒薯,以“地膜”“小拱棚”和“大棚”组成的“三膜覆盖”为核心,集成膜下灌溉、配方施肥、病虫害绿色防控等栽培技术,实现了“上市早、效益好”的目标。

据介绍,“三膜覆盖”示范区主栽品种兴佳 2 号和早大白,3 月 10 日开始上市,价格在 3.60 至 4.40 元/公斤之间。经现场测产,平均亩产量 2530 公斤,亩产值过万元。



聂碧华摄