

“宝藏”基因让玉米籽粒快速脱水

■本报记者 李晨

实现籽粒机收是我国玉米产业发展的重要方向,而玉米成熟籽粒的含水量是决定籽粒机械化收获的关键因素。

“玉米籽粒含水量属于典型的数量性状遗传,控制其性状的基因比较复杂,测定方法繁琐,目前在基础研究方面进展缓慢,也制约了脱水快玉米品种的选育进程。”华中农业大学玉米团队教授严建兵在接受《中国科学报》采访时说。

近日,华中农业大学玉米团队在《植物生物技术》杂志发表最新成果,揭示了玉米籽粒含水量动态变化的遗传结构,并首次克隆了一个影响玉米籽粒脱水的主效基因 GAR2,为选育快速脱水玉米提供宝贵的基因资源。

机械化收获带来的品种难题

“过去我国玉米收获靠的是人工,农民到地里摘玉米穗,那时候劳动力成本很低。但现在我国农村劳动力成本大大增加,要提高玉米种植收益就得依靠机械化采收。”长期从事玉米研究的中国农业大学教授徐明良告诉《中国科学报》。

其中,玉米籽粒机械化直收是玉米生产十分重要的一个环节。而主要影响因素之一就是收获时玉米籽粒含水量。符合机收条件的籽粒含水量需要在25%以下,而我国大部分玉米品种收获时籽粒含水量在30%~35%之间。

论文共同通讯作者、华中农业大学副教授肖英杰介绍,玉米籽粒收获时的含水量主要由生理成熟时籽粒含水量和成熟后脱水速率决定。

研究发现,籽粒成熟后脱水速率由环境因素主导,在含水量超过30%时,主要受温度和空气湿度影响。

实际上,靠田间长时间杆秆脱水可以让玉米籽粒含水量达到机收要求,然而,我国大部分玉米种植区都采取轮作制度。“收完玉米马上要种下一茬作物,例如黄淮海地区要马上种冬小麦,及时抢夺热量,否则会严重影响小麦收成。”严建兵说。

不仅轮作区玉米来不及等到含水量下降就要采收,东北玉米种植区的成熟玉米也需要快速脱水,否则遇到霜冻或温度过低,水分无法下降到机收需求的水平。

而且,“额外晾晒或烘干,会增加不少人工和运输成本。”严建兵认为,既然外部环境无法改变,那育种科学家就只好从玉米品种上着手,通过遗传改良选育快速脱水玉米品种,适应当前机械化收获需求是产业发展的重要诉求。

徐明良认为,要培育出符合我国玉



科研人员用手持测量仪检测玉米籽粒含水量。 李文强供图

米种植条件的品种,必须依靠国内科学家的力量。尽管我国已经引进了一些国外玉米品种,它们也符合籽粒直收的条件,但这些品种的种植面积并不大,远远不能满足大面积机收的要求。

只是,近十年来,我国农业科学家才开始研究如何培育出适合我国玉米机械化种植的品种。

严建兵表示,美国的玉米机收品种已经经历了100多年的选育历程,因为美国玉米种植业一开始就要依靠机械采收。我国的相关研究起步较晚,是由于我国农业对机械化需求是近十年来才出现的。

要在短时间内培育出符合玉米籽粒直收要求的品种,成为了科学家的一个难题。

“挖掘”基因组里的“宝藏”

早期有研究认为,玉米籽粒生理成熟时含水量受遗传因素控制。

肖英杰介绍,由于不同玉米基因型的生理成熟期差异较大,早期研究籽粒含水量,主要通过测量烘干后生物量差异来间接测量含水量,方法繁琐,耗时耗力,无法直接指导育种应用,也很难了解籽粒生理成熟过程中含水量的动态变化。

此前,一直没有玉米籽粒含水量相关基因克隆的报道,基础研究相对滞后。

玉米水分调控基因是数量性状基因,也就是说控制该性状的基因数目较多,每个基因发挥的效应都不大,所以

要找到主效基因或者所有调控该性状的基因是一项非常复杂的研究。

“我们依靠非常好的玉米材料和高密度的标记手段解决了这个问题。”严建兵说。

此前,严建兵团队以其自身牵头收集并被国内外同行广泛使用的玉米关联群体为基础,整合了该群体的基因组、转录组、表型组、代谢组、表观基因组、遗传变异以及遗传定位结果等多组学大数据,构建了玉米属综合数据库 ZEAMAP。

论文第一作者、华中农业大学李文强介绍,利用上述玉米关联群体507份自交系,严建兵团队在全国五个典型环境布置了田间试验。借助手持式水分测定仪连续动态监测玉米籽粒含水量,通过人为控制授粉时间,保证测定时间的统一性,每6天测量一次,连续测量5次,累计收集了超过75万个含水量数据点。通过对数据的比较分析,建立了相对简单、具有可操作性的玉米籽粒田间水分实时检测技术。

严建兵把这个过程比喻成挖掘“宝藏”。藏在玉米基因组里的籽粒水分控制基因就像一粒粒宝石。“我们构建的玉米关联群体507份自交系涵盖了栽培玉米80%以上的遗传多样性,这里面含有绝大多数玉米重要性状的基因,包括水分控制基因。”

首先,研究团队需要确认在什么地方肯定能“挖”到“宝石”。“我们构建的玉米关联群体507份自交系涵盖了栽培玉米80%以上的遗传多样性,这里面含有绝大多数玉米重要性状的基因,包括水分控制基因。”

接着,研究团队就要找到好的方法“挖”出“宝石”。“这就好像在北京到武汉的直线上肯定有宝石,以前每隔10公

里挖一下,现在我们每隔1公里挖一下,挖到宝石的概率就会大大提高。”在研究中,“挖掘”距离是由此前获得的125万个高质量的单核苷酸多态性(SNP)标记决定的,也就是说,他们在玉米基因组中的“挖掘点”多达125万个。

结合上述田间试验得到的不同时空下的玉米籽粒含水量表型数据,在全基因组水平,他们共鉴定到71个影响籽粒含水量的数量性状位点(QTL)。“挖到了71颗宝石。”严建兵说。

育种之路漫漫

进一步,他们发现,这些数量性状位点之间,以及数量性状位点和环境之间,都存在显著的相互作用。

严建兵解释说,单个的数量性状位点往往要和其他位点结合起来发挥作用,才能调控下游基因或分子机制,从而影响玉米籽粒水分含量;同时,一些数量性状位点对环境温度和湿度发生响应,在不同环境下被激活,从而启动后续分子机制,也会调控不同时间段的玉米籽粒水分含量。

“这也暗示,育种家对籽粒含水量的改良,需要充分考虑基因与基因互作,以及基因-环境互作关系,同时还要考虑表型测定方法和时间节点。”严建兵说。

通过全基因组关联分析,他们在玉米7号和9号染色体分别检测到一个主效数量性状位点。结合进一步分析,该团队还提了两个候选基因,并且验证了其中一个候选基因的功能。

该基因编码一个 gar2 相关的核仁蛋白,因此被命名为 GAR2。

李文强介绍,实验发现,该基因的功能缺失突变体能提高籽粒含水量和减缓脱水速率,表明 GAR2 是玉米籽粒含水量的负调控因子。

“这是首次克隆到调控玉米籽粒水分的数量性状位点。”徐明良说,严建兵团队后续还将对这一基因的分子调控机制进行深入研究。如果能找到该位点的自然变异植株,开展进一步验证,将有利于深入了解相关基因的调控机制。

这项工作将为下一步培育快速脱水玉米品种、满足国家和产业的重大需求提供可行的技术路径和宝贵的基因资源。

“当然,这是目前发现的第一个玉米籽粒水分调控基因,后续需要在自然界中找到脱水快、含水量低的优良自然变异,阐明其分子调控机理,就能够更好地运用到实际生产中。”徐明良说。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1111/pbi.13541>

“新农评”

西藏是世界屋脊、亚洲水塔、地球第三极,是我国重要的生态安全屏障、战略资源储备基地,是中华民族特色文化的重要保护地。面对近几年国内外复杂形势,西藏地处偏远,现代发展和科技文化相对落后,是粮食供应不足地区,需要从内地调入大量粮食和其它农产品。根据近年来我们到西藏的三次实地考察调研,建议国家“十四五”重点支持“西藏金色粮仓”现代化建设,这对富民兴藏和保障国家安全既迫切又重要。

中国科学院地理科学与资源研究所专家研究表明,西藏粮食生产不能满足需求,粮食调入规模依然较大。随着人口增长和旅游业的发展,青藏高原粮食需求增长速度超过粮食生产增长速度,粮食供需矛盾突出,目前78.95%的县市存在不同程度的粮食短缺现象。此外,因粮食品种结构与质量差异,粮食供需结构性矛盾也越来越明显。青藏高原传统粮食消费以青稞等粗粮为主,肉类消费以牛羊肉为主,消费结构比较单一。随着与内地交流增多,食物消费结构呈现多元化发展,对大米、面粉和猪肉的需求上升。据调查,城镇居民大米和面粉消费占粮食消费总量的比例达90%以上,猪肉占肉类消费60%左右。

此外,通过预测食物产量与人口变化评价西藏未来的土地承载力,认为在2018~2050年间,西藏土地承载力将一直处于大于区域总人口的状态,人口增长不会突破承载力上限。对于土地承载指数而言,则呈现先升后降的态势,将在2032年左右达到峰值,总体上表现为平衡有余。

在高标准农田建设和后备耕地利用方面,目前许多河谷地区主要是利用自流水资源,很少有提水和管道输水的节水灌溉工程,没有对西藏丰富的水资源进行高效利用,如果能够增加大中型水利水电工程建设和发展现代节水工程,则可以在西藏“一江两河”地区21.97万公顷耕地的基础上,对2.56万公顷后备耕地资源进行合理利用。目前只有少数地区有联合收割机,大马力拖拉机,不能满足西藏农业现代化发展的需要。农田水利路网还不配套,没有形成大规模的高标准农田,未能发挥西藏粮食的高产潜力。

早期,江孜河谷是后藏日喀则的粮食主产区,被称为“西藏粮仓”。现在随着西藏农牧业特别是农田水利和现代农业建设进程的加快,拉萨河谷、日喀则、山南和林芝地区的许多河谷地区都成为了西藏的粮仓。

西藏河谷地区光热和水资源丰富,作物生育期长,作物高产潜力大,昼夜温差大,环境污染少,品质优良。因此,我们建议把西藏所有河谷农区和高原牧区统称为“西藏金色粮仓”,这样既具有独一无二自然禀赋含义又有高度的政治战略意义。具体建议如下:

第一,建议把“西藏金色粮仓”,作为一个国家地理标志品牌,在世界上进行广泛宣传。

“新农评”

马铃薯等茄科作物害虫生物防治国际工作组成立

本报讯 近日,国际生物防治组织(IOBC)正式批准成立马铃薯等茄科作物害虫生物防治国际工作组(IOBC-BiCoSol)。该学术工作组由中国农业科学院植保所研究员高玉林、浙江大学昆虫科学研究所研究员周文武、荷兰瓦赫宁根大学 Joop Van Lenteren 院士,以及秘鲁拉莫林国立大学教授 Norma Mujica 牵头组建,并担任共同召集人。

该工作组是首个由我国科学家领衔召集的 IOBC 直属国际工作组,首批成员包括来自中国、荷兰、秘鲁、新西兰、美国、德国、瑞典、比利时等国20余位专家和学者。

高玉林告诉《中国科学报》,该工作组将通过面向农业生物多样性保护、环境保护、绿色发展、食品安全等重大问题,联合开展害虫生物防治研究,促进马铃薯和其他茄科作物生物防治及害虫综合治理的新理论、新方法与新技术的发展,以及科研成果的转化和推广。

茄科作物是人类最广泛利用的一类作物,尤以马铃薯为主。目前,国际上马铃薯等茄科作物的生产面临着马铃薯块茎蛾、马铃薯甲虫、马铃薯木虱等众多害虫的极大威胁。

高玉林说,为了给这类害虫的可持续治理提供更多有效方案,促进世界茄科作物产业的可持续健康发展,有必要通过构建相关国际合作平台,通过该领域内科研人员工作者的国际大协作,深入揭示马铃薯等茄科作物害虫发生危害规律与灾变机制理论研究,并推动绿色防控技术的研究与应用。(李晨)

百香果高质量基因组获破译

本报讯 近日,中国热带农业科学院海口实验站百香果研究团队在《园艺研究》发表论文,报道了百香果果实体级别基因组,明确了百香果的进化地位,从基因组、转录组和代谢组等多组学角度挖掘了影响百香果风味的潜在基因和基因家族,为百香果改良栽培提供了宝贵资源。

团队测序组装后,获得约1341.7 Mb的基因组,Contig N50约3.1 Mb,结合Hi-C数据对基因组辅助染色体挂载,得到9条染色体,挂载率达98.92%。基因组BUSCO评估91.56%;此外还预测基因23171个,其中22261个基因被分配到染色体位置,并在基因

第二,科学布局“西藏金色粮仓”现代农业区域发展方向。根据西藏不同区域的气候和自然资源状况和产业发展优势,建议将其分为五个主体功能区进行科学规划和整体建设:藏东(昌都、林芝)雨热充沛多种经营区;藏南(山南、日喀则)河谷粮食主产区;藏西(阿里)高原寒旱生态保护区;藏北(那曲)高寒牧区;藏中日光城(拉萨)政治经济科技文化中心。

第三,重点支持“西藏金色粮仓”现代化建设。建议设立西藏农林牧副渔现代化建设重点专项,集成国家、援藏对口省份和西藏的科技力量和经济投资,进行专业对口科技经济合作,分主体功能区进行重点行业科研攻关,整体打造“西藏金色粮仓”,全面提升西藏农牧业现代化和质量绿色化水平。

第四,要采取重点投资和优惠补贴政策,进一步加快西藏河谷地区的节水工程和农业机械化建设。希望国家加大大中型农田水利水电建设,大量补贴投放节水灌溉设备、大马力拖拉机、深耕深松一体机、耕作播种施肥一体机、联合收割机等现代化农业机械,整体提升西藏农牧业现代化发展水平,在部分地区实现全程机械化,发挥“西藏金色粮仓”的高产潜力和无污染金色农产品的优势,为保障西藏粮食安全和国家安全做出重要贡献。

第五,随着气候变暖,改变粮食作物以青稞为主的现状,在温度适宜的藏南地区扩大小麦、玉米、油菜等粮食油作物种植,在水热资源丰富的藏东低海拔地区扩大水稻、水果蔬菜等经济作物种植。重点增加光热资源利用效率科技投入,特别是太阳能、风能利用,扩大投资温室大棚种植和养殖,减少高寒山区雪灾灾损损失,提高生产效率和品质。选择在有条件的流域,扩大水产养殖产业,全面推动西藏地区农林牧副渔的全面发展,满足城乡居民食物消费升级和国家战略安全的需求。

(作者单位:中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心)

“西藏金色粮仓”现代化建设需重点支持

张正斌 徐萍

科技支撑乡村振兴

农家“保姆”玩转新技术

■本报记者 张双虎

年关临近,河北省阜城县崔庙镇王怀玉村村民王志德夫妇决定今年留在西安彩钢厂过年。

一方面因为疫情,要尽量减少外出和聚集。另一方面,今年他家的10亩地有了“保姆”式服务,全程托管给当地的合作社,不仅“三夏”“三秋”不用专门回家收种,而且无人机、大数据、虫情监测、精准灌溉施肥等现代农业技术手段都“招呼”上了。阜城县正全域推进的生产托管“3281”方式,让外出务工的王志德夫妇既安心又省心。

新农村的新难题

阜城县位于河北省东南部,是河北省重要的商品粮生产基地。

随着城镇化不断推进,农业劳动力加快转移,农民不愿种地、不会种地、种不好地等问题逐渐凸显出来。

和王志德一样,很多村民不愿死守着家里的几亩地。他们多选择农忙时回家收种,农闲时外出打工,家里的农田基本上是“有种没管,长啥样是啥样,和荒着差不多”。

“以前每年两次专门回家收庄稼,光路费就得2000多块。”王志德说。

另一方面,小农户的分散经营方式,也成为农业新机械、新装备、新技术和新品种推广的“瓶颈”。

面对这些问题,农业社会化服务开始显现活力。

“近年来国家大力发展农业社会化服务。”国家农业信息化工程技术研究中心副研究员张云鹤说,“农业社会化服务平台是农业农村部农村合作经济指导司委托中心建设和运营,通过互联网实现我国农业社会化服务供需双方信息线上对接、线下服务的有效运行模式,创新了我国农业社会化服务方式,

把小农户引领到现代农业发展轨道。”

“为解决新时期的新难题,县农业农村局依托农业社会化服务平台,结合5年多的实践,总结归纳出‘3281’生产托管模式,为农民提供从种到收全程‘保姆式’服务,推动农业健康持续开展,实现了农业增效,农民增收。”阜城县农业农村局局长何丙敬说。

“3281”到农家

何丙敬口中的“3281”生产托管模式,“3”是指生产托管的3支队伍,即农民种植专业合作社、农机农民合作社和无人机飞防合作社。阜城县目前有农民种植专业合作社1096家,农机农民合作社49家,入社各类机械3500台套,无人机飞防合作社3家,无人机57台。

农民种植专业合作社主要负责种、药、肥、水管理,农机农民合作社主要负责耕、播、收等农机作业,无人机飞防合作社主要负责病虫害防治方面的托管服务。

“这3支队伍有合作、有分工,既发挥了专业队伍的优势,又避免了合作社重复投入。”何丙敬说。

“2”指采取两种托管模式,即农业生产全托管,包括农资购置、统防统治、机耕机收等农业生产全链条服务;农业生产半托管,根据农民个性需求,进行“私人”订制,对农民干不了、干不好的薄弱环节进行托管。

“8”指托管服务的8个环节,即种、药、肥、水、耕、播、防、收。其中,种子、农药和化肥既是购买服务又是技术指导服务,灌溉、耕地、播种、防治和收获等5个环节是作业服务。

“合作社在开展托管服务时,统一购置农资,统一测土施肥,统一节水灌溉,统一防治作业,统一智能监测。”阜城县农业农村局副局长杜国华说,“这

样合作社可以发挥集约优势,推广智能装备,开展病虫害监测预警,形成防治方案,并以北斗系统为依托,为农机、无人机安装智能监测设备,通过智能监测平台,对作业质量、作业面积和作业轨迹进行实时监测。”

“1”是指一个健全的粮食收储体系。该县以5个国家粮食储备库为依托,以阜阜现代农业园区为龙头,以20个粮食收购站为网点,为农民夏粮、秋粮烘干、储存、收购提供支撑,减少农民晒粮、存粮负担,打通农民增收的最后一公里。

正丰合作社进行无人机喷防。

阜城县农业农村局供图

种。推广了‘宏瑞158’‘冀农802’等11个玉米新品种。”阜城县正丰粮食种植专业合作社负责人王俊峰说,“目前全县优良品种覆盖率达98%以上。”

托管中,合作社在农资厂家直接进货,减少中间环节,同时由于科学施肥、施药,降低了生产成本。

“仅以上两项,每亩地每年可减少农资投入50元,全县累计减少投入2600万元;耕、种、防、收四个环节的农机作业、飞防作业每亩可节约支出25元,全县累计减少支出1300万元。”王俊峰说。

生产托管模式让农民摆脱了土地的束缚,可以到合作社经培训成为技术员,也可以外出务工。据初步统计,生产托管后“半工半农”“九分工一分农”的农村劳动力达到29700人,务工收入达5.4亿元。

“目前,该县已整合组建农业生产全链条托管的社会化服务组织10家,固定资产达1.2亿元,具备了开展全域生产托管服务的能力。”何丙敬说,“其中,农机、无人机在满足本县托管服务的同时,还将业务拓展到了周边市县。”

农家“保姆”作用大

乐土808’‘石农086’等12个小麦品



正丰合作社进行无人机喷防。

阜城县农业农村局供图

种。推广了‘宏瑞158’‘冀农802’等11个玉米新品种。”阜城县正丰粮食种植专业合作社负责人王俊峰说,“目前全县优良品种覆盖率达98%以上。”

托管中,合作社在农资厂家直接进货,减少中间环节,同时由于科学施肥、施药,降低了生产成本。

“仅以上两项,每亩地每年可减少农资投入50元,全县累计减少投入2600万元;耕、种、防、收四个环节的农机作业、飞防作业每亩可节约支出25元,全县累计减少支出1300万元。”王俊峰说。

生产托管模式让农民摆脱了土地的束缚,可以到合作社经培训成为技术员,也可以外出务工。据初步统计,生产托管后“半工半农”“九分工一分农”的农村劳动力达到29700人,务工收入达5.4亿元。

“目前,该县已整合组建农业生产全链条托管的社会化服务组织10家,固定资产达1.2亿元,具备了开展全域生产托管服务的能力。”何丙敬说,“其中,农机、无人机在满足本县托管服务的同时,还将业务拓展到了周边市县。”

农家“保姆”作用大

乐土808’‘石农086’等12个小麦品

“西藏金色粮仓”现代化建设需重点支持

张正斌 徐萍