



我国农作物生物育种 发展战略思考*

文 / 黄大昉
中国农业科学院生物技术研究所 北京 100081

【摘要】 农作物生物育种是以转基因技术为核心,融合了分子标记、杂交选育等常规手段的先进技术,是现代农业科技创新与产业化的重要领域。文章概述了国内外生物育种产业化发展现状与前景,并就目前国内存在问题与对策进行分析与探讨。指出全球转基因生物育种已进入至关重要的、以抢占技术制高点与经济增长点为目标的战略机遇期,我国生物育种的发展正处于成败攸关的关键时刻。提出不失时机地推进重大成果产业化、加大重大科技专项实施力度、加快生物种业科技创新和加强科学传播等建议。

【关键词】 生物育种,转基因,产业化,生物安全,创新驱动,重大科技专项

DOI 10.3969/j.issn.1000-3045.2013.03.004

习近平总书记最近指出:“实施创新驱动发展战略,是立足全局、面向未来的重大战略,是加快转变经济增长方式、破解经济深层次矛盾和问题、增强经济发展内生动力和活力的根本措施”。农作物生物育种是以转基因技术为核心,融合了分子标记、杂交选育等常规手段的先进技术,是推动现代农业科技创新和产业发展的重要领域。现试从战略层面对其发展问题做分析和探讨。

1 生物育种创新和产业化正在推动农业发展方式的深刻转变

1.1 以转基因为核心技术的生物育种是科学发展的必然

根据国际农业生物技术服务组织

(ISAAA)发布的全球生物技术作物(又称“转基因作物”)种植的最新统计数据,全球转基因作物总种植面积继续保持增长势头,2012年较2011年又增长6%,达到1.703亿公顷(折合25.55亿亩,为我国耕地面积的1.4倍)。与产业化发展之初的1996年相比,17年间面积增长了100倍。全世界生产的81%的大豆、81%的棉花、35%的玉米、30%的油菜均为转基因品种。目前除28个国家批准种植转基因作物以外,还有30个国家批准进口转基因产品用于食品和饲料加工,相关区域的人口已占世界总人口的3/4以上。

据统计,1996—2011年的16年间,全球种植以抗病虫、抗除草剂性状为主的转基因

* 修改稿收到日期:2013年4月22日



中国科学院

作物增产价值达982亿美元,相当于节约了1.087亿公顷的耕地;改善了1 500万农户、近5 000万贫困农民的生计;减少了4.73亿公斤化学农药的使用。此外,种植转基因作物还加快了少耕、免耕栽培技术的推广,增加了土壤中碳的储量、节约了农机燃料消耗、显著降低了温室气体的排放,仅2011年就减少了231亿公斤CO₂排放(相当于1 020万辆小汽车的排放量)。

经过20多年的发展,农作物生物育种巨大的经济、社会和生态效益已充分显现,其推广速度之快、应用范围之广更令世人瞩目。值得注意的是,这种增长并没有因对其安全性有争议而放慢脚步,更显示出转基因技术强大的生命力。生物技术已成为引领农业科技创新的重要方向,其扩大应用成为科学发展的必然。近悉,以节水耐旱玉米和富含维生素A大米为代表、兼有多种优良性状的新一代转基因作物即将在国外市场投放。可以预见,随着研究的继续深入和技术不断创新,生物育种还会向食品、医药、化工、能源、环保、材料等领域进一步拓展,其发展前景将更加广阔。

1.2 许多国家已将推进生物育种产业化作为转变农业发展方式的重要手段

推进生物育种产业化不仅是促进农业增产、农民增收的有效途径,而且加速了农业结构、产业布局、生产经营体系等一系列变革,成为实现传统产业升级、培育新的经济增长点、转变农业发展方式的重要手段。据统计,2006—2011年全球种子市场呈不断扩大之势,其中非转基因种子年均增长率为5.4%,而转基因种子市场年均增长率高达21.8%。近年许多国家因金融危机而经济低迷,但引人瞩目的是一些国家的农业发展没有削弱反而不断增强,如美国2011年经济增长率不到2%,而农产品净收入增加接近20%。又如跨国企业孟山都公司近年通过科技创新、企业并购、资本渗透等手段一跃占据全球农业生物产业之鳌头。该公司连续3年生物育种年投资超过10亿美元,2011年新品种销售额高达118亿美元(约为我国近8 000

家种子企业总产值的2倍)。以生物育种为重点的生物产业正在成为发达国家新兴支柱产业和新的经济增长点。

除发达国家外,巴西、阿根廷等发展中国家的经验也值得重视。例如与我国同属新兴经济体金砖国家的巴西,近年来抓住生物技术蓬勃发展的机遇,大力推进农作物生物育种产业化,使农业集约化程度和劳动生产率迅速提高。巴西2005年才真正开始推进转基因作物发展,2012年转基因大豆、玉米和棉花种植面积已达3 660万公顷(为我国转基因作物种植面积的10倍),位居世界第二,增速跃居世界第一。巴西转基因大豆大量出口到中国、欧盟和日本,总额达165亿美元之巨。生物育种已成为推动巴西农业和经济发展的引擎。

1.3 科学评估和依法管理能够保障转基因新品种安全

转基因作物问世已近30年,实现规模化应用也已长达17年。尽管有关“转基因安全”的争议时起时伏,但是一个不争的事实是,由于各国实施了规范管理和科学评价,转基因作物种类、种植面积、加工食物种类和食用人群仍在逐年扩大;全世界每年上亿公顷土地种植转基因作物,数亿人群食用转基因食品,迄今并未出现确有科学证据的转基因食用和环境安全事件。因此,应当肯定:经过科学评估、依法审批的转基因作物是安全的,它的风险是可以预防 and 控制的。国际经济合作与发展组织(OECD)、联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)近年都分别做出了“转基因育种与传统育种同样安全”的科学结论。作为转基因食品官方监测机构的欧盟食品安全局(IFSA)也表态:“没有任何证据表明已经批准上市的转基因作物相比于常规作物会给人类健康和环境带来更多潜在和现实的风险”。值得一提的是,2012年9月法国人Seralini抛出“转基因玉米NK603喂养大鼠致癌”的推论,IFSA立即出面声明予以否定,欧盟各国政府机构相继表态,一场风波戛然而止。

2 生物育种是保障我国粮食安全和农产品中长期有效供应的必然选择

我国是人口大国,解决13亿人口吃饭问题始终是头等大事。虽然我国农业取得了举世瞩目的伟大成就:仅以全球9%的耕地,生产了25%的粮食,养活了世界20%的人口,但是必须看到,作为农业大国,我国农业生产依然面对耕地、水、能源等资源短缺、生态环境污染加剧、自然灾害频发、劳动力数量和素质下降等诸多不利因素,农业发展的基础仍然十分脆弱。农业科技创新能力的不足、农业发展方式的落后依然是影响农业持续增长的突出矛盾。

长期以来,我国农业对化肥农药的依存度一直很高。目前我国是世界上化肥和农药最大的生产国,使用量也居世界之首(各占1/3)。我国耕地面积仅为美国的2/3,化肥和农药用量却分别是美国的2倍和4倍。1978—2011年,我国粮食总产量增长87.4%,而同期化肥施用量却增长了581%。更严重的问题是,化肥和农药的滥用,平均利用率均不足40%。按播种面积计算,我国化肥使用量高达400公斤/公顷,远远超过发达国家为防止化肥对水体造成污染而设置的225公斤/公顷的安全上限。由于每年数以千万吨化肥农药流失到土壤和江河湖泊,造成了耕地质量下降、生态环境破坏、农产品污染加重等后果。仅从此例也可反映出我国现有农业科技手段的乏力与粗放性生产方式的落后。

应当肯定,以杂交水稻为代表的农作物新品种培育和应用对农业增产发挥了重要作用,而且传统育种技术还有一定的增产潜力和改进空间。但也要看到,由于受到育种材料遗传背景狭窄、生殖屏障无法跨越、现用方法效率不高等条件约束,常规育种手段已难以实现技术的新突破。尽管付出巨大

努力,10年来我国水稻、玉米、小麦等重要作物单产递增明显趋缓,有的甚至不升反降。近年大豆、玉米、棉花等农产品进口数量不断攀升,粮食自给率已跌破95%的底线。其中进口转基因大豆数量已超过5800万吨,占我国消费量的80%,世界大豆出口总量的60%。这些动向也从另一角度发出警示:单凭传统的农业技术已难以保障持续增产;在工业化、城镇化快速发展的过程中,要想突破资源约束、保障粮食等主要农产品中长期有效供应,农业科技必须要有更加有力的创新驱动。

20世纪中叶以分子生物学为代表的新兴学科的诞生引发了农业与生命科学领域一场深刻的革命。在不断揭示生物遗传奥秘的基础上,运用生物技术手段对遗传基因进行改造和转移,终于突破了传统育种技术的种种局限。实践证明:生物育种更为精确、效率更高、更有可控性和预见性。大力发展生物育种既是农业科技创新的必由之路,也是保障我国粮食安全和农产品中长期有效供应的必然选择。

早在25年前,面对蓬勃兴起的世界新技术革命大潮,我国改革开放的总设计师邓小平就高瞻远瞩地指出:“将来农业问题的出路,最终要由生物工程来解决,要靠尖端技术。”并号召:“发展高科技,实现产业化”,从此开创了我国农业生物技术的全新领域。时至今日这一战略论断依然闪耀着科学与智慧的光芒,仍然应当作为新时期我国实施创新驱动发展农业的指导思想。

3 我国生物育种发展的成绩与经验

3.1 我国抗虫棉的研发是依靠创新驱动,推进生物育种产业化的成功事例

20世纪90年代,我国棉花生产因棉铃虫危害每年经济损失达百亿元之巨,数十万吨剧毒农药应用不仅收效甚微反而造成严



中国科学院

重的生态污染和人畜中毒事故。在党和政府的全力支持下,我国科学家坚持自主创新,终于研究成功转基因抗虫棉,一举打破了国外技术的垄断,仅用10年时间就实现了国内棉种市场占有率的逆转。截至2009年,我国审定的抗虫棉品种超过200个,棉花主产省抗虫棉种植率接近100%,累计增加产值超过440亿元,农民增收250亿元,杀虫剂用量减少了70%—80%,棉田污染指数下降21%,农业生态环境得到了显著改善。抗虫棉的应用不仅基本控制了棉铃虫对棉花的危害,还有效减轻了玉米、大豆、花生、蔬菜等作物上害虫的发生,总受益面积达到3.3亿亩。此外,抗虫棉的开发还大力促进了我国生物育种研究领域的拓展,创造了产学研结合的育种创新和产业开发的新模式,带动了棉花产业结构的调整。国产抗虫棉技术现已走出国门,向印度、澳大利亚等国转让,在国际生物育种领域争得了一席之地。

3.2 “转基因生物新品种培育”重大科技专项已取得重大进展和成果

自20世纪80年代以来,生物育种先后被列入“863”、“973”和国家重大科技专项,一直是我国生物技术发展的重点领域。特别是2008年“转基因生物新品种培育”重大科技专项实施以来,进展喜人,成效显著。目前,我国已初步建成世界上为数不多的、包括基因发掘、遗传转化、良种培育、产业开发、应用推广以及安全评价等关键环节在内的生物育种创新和产业开发体系,转基因作物自主研发的整体水平已领先于发展中国家。我国已拥有抗病虫、抗除草剂、优质抗逆等一批功能基因及相关核心技术的自主知识产权;棉花、玉米、水稻等农作物生物育种的基础研究和应用研究初步形成了自己的特色和比较优势;目前已获得三系杂交抗虫棉花、饲料用植酸酶玉米、抗虫水稻、抗虫玉米、药用血清白蛋白水稻等一批达到国际先进水平、具有产业发展巨大潜力、可与国外公司抗衡的创新性成果。此外,创世纪、奥瑞金、大北农、中国种子集团等一批创新型生物育种企业先后诞生

与发展,成为我国生物育种自主创新能力全面提升和现代种业发展的重要标志。

4 我国生物育种发展存在的主要问题

4.1 近年生物育种产业化停滞不前

在充分肯定我国农作物生物育种成绩和经验的同时,应该看到:主要由于受到国内外所谓“转基因安全”争论的负面影响,近年来我国生物育种产业化进程放慢了。我国是世界上率先发展农业生物育种的国家之一,转基因作物种植面积一度居国际前列,但近年已落到巴西、阿根廷和印度等发展中国家之后。尽管国内外大量研究和实践已充分证明转基因安全风险能够得到有效控制,但我国在转基因粮食作物产业化推进上却犹豫不决,存在一些不确定、不协调的因素。例如,转基因植酸酶玉米和抗虫水稻获得安全证书已逾3年,至今却迟迟未获品种审定而无法走向推广应用。又如,进口转抗除草剂基因大豆、转抗虫基因玉米数量近年快速增长,转基因食品已走进千家万户,但对国内自主开发的同类产品却因担心引起“安全”争议而不敢推进。再如,转基因重大专项已获得一批具有产业化前景的重要成果,却得不到全力支持而加快开发。以上矛盾现象的存在说明,产业化推进不力已成为当前影响生物育种创新的主要瓶颈。我国农业生物育种的发展已处在十字路口,何去何从,令人担忧。

4.2 社会上所谓“转基因安全”之争本质上并非学术之争

事实表明,国内外“转基因安全”争议从来就不是简单的学术之争,而有十分复杂的经济、社会和政治背景。应当指出,目前国内从事生物科学研究的专业人士因对转基因技术比较熟悉或了解,绝大多数持赞同和支持态度。其他学科,如环境科学、社会科学中确有少数专家对转基因安全风险存有疑虑,但其中不少人也声明并非反对先进生物技术的研究和开发,只是希望加强评价和监管。即便有个别专家不赞同转基因技术,这也

属于正常现象。如同一切先进技术一样,积极、理性的学术争论也会有利于生物技术的进步和完善。然而,应当高度警惕的是:目前社会上确有极少数人利用消费者对专业知识和真实情况缺乏了解,处心积虑地妖魔化转基因技术,反复炒作已为国际科学界严格检验而多次否定的所谓“转基因安全”事件,甚至恶意编造、散布耸人听闻的谣言以制造虚幻的恐怖,欺骗公众和社会舆论。这些人或因陷入认识偏见而难以自拔,或只是想用反对转基因做幌子,将技术问题政治化和社会化以干扰政府决策。因此,国内当下所谓的“转基因安全”争议从本质上讲已经不是什么学术观点之争。如果不加分析,任其发展,将会使国家错失发展良机,延误农业科技创新和产业化进程。

5 关于创新驱动,加快农业生物育种发展的建议

5.1 不失时机地推进重大成果产业化

从全球范围来看,转基因作物育种在经历了技术成熟期和产业发展期之后,目前已进入至关重要的、以抢占技术制高点与经济增长点为目标的战略机遇期。随着经济全球化、贸易一体化的不断加快,世界农业经济与贸易格局正在发生深刻转变,围绕基因、人才和市场的国际竞争也日趋白热化。以转基因为主的生物技术已成为发达国家的科技核心竞争力和新兴产业的发展重点。若技术、资源进一步向跨国公司集中,其垄断优势将逐级放大,甚至有可能控制一个国家的农业命脉。反之,如果发展中国家能够抓住发展机遇、加快自主创新,也有可能促进农业和科技的振兴。我国生物育种的整体实力与一些跨国公司还有相当差距,但应当看到,与某些高新技术领域相比,我国在生物育种方面拥有较多的自主知识产权和

核心技术,具备较强的自主研究开发能力和产业发展潜力;我国在棉花、玉米、水稻等重要作物,某些重要性状产品的自主研发上已取得重要进展和成果。生物育种创新的真正动力来自产业化,不推进产业化不能真正激发自主创新的活力,不能引导研究工作的不断深入。我们应有足够的自信,只要国家大力推动产业发展,一定能像当年抗虫棉的开发一样,我国的生物育种不仅会抢占市场发展先机与国外抗衡,而且能抢占技术制高点,引领我国种业创新和科研水平的进一步提升。反之,如果陷入“安全”之争而等待观望、裹足不前,就将失去这一难得机遇,我国积多年努力形成的研发优势将得而复失,结果不仅会让技术受制于人,一旦出现危及粮食安全的不测事件,经济社会的发展也将受到严重影响。在此成败攸关的关键时刻,希望有关部门从创新驱动发展、应对国际竞争、保障国家粮食安全和转变农业发展方式的战略高度上力排干扰,果断决策,积极推进生物育种成果产业化。

5.2 加大重大科技专项实施力度,加快种业科技创新

实施科技重大专项是党中央、国务院着眼国家长远发展,推动自主创新,实现创新驱动内生增长做出的一项重大前瞻性、战略性决策,是我国新时期科技工作的重中之重。“转基因生物新品种培育”是16个国家重大科技专项之一,也是农业领域唯一的重大专项。尽管由于对“转基因安全”等问题认识不一,专项实施过程中遇到一些困难,但重大专项的方向、定位和重大战略意义毋庸置疑,其提升农业科技创新水平的巨大成绩有目共睹,加大力度、继续推进实施的决心不应动摇。

2013年年初国务院分别颁布了我国生物产业和种业的发展规划,规划强调以体制



中国科学院

改革和机制创新为动力,加快农作物品种创新,全面提升我国种业发展水平。为实现这一目标,建议应以生物育种作为抓手和重点,加快农业生物育种重大成果的转化,推动传统种子产业的升级和跨越式发展。

5.3 加强科学传播,为生物育种发展创造良好氛围

现代科学知识更新和生物技术发展日新月异,但由于科学知识传播滞后,不少公众(包括一部分消费者、经营者和管理者)对基因、转基因食品、转基因生物安全等知识了解不多,以致一度受到虚假信息的影响,对生物育种产生不少疑虑和误解。为增进公众对国家生物技术发展战略和转基因技术的认知,为生物育种发展创造良好氛围,建议有关领导部门在继续加强转基因安全研究和监管工作的同时,及时发布有关信息,扩大与公众的交流。要进一步支持学术机构并动员社会力量开展形式多样的科普宣传工作,以弘扬科学精神、传播科学知识、还原事实真相。此项工作关键要争取主动、形成合力、扩大声势。科技专家有责任、有义务引导公众科学、理性地认识转基因技术;新闻媒体,特别是主流媒体(包括电视、网络等)要致力于转基因技术的客观报道,担当起服务科教兴国、传播科学知识的社会责任。

最近,英国一位著名的科普作家莱纳斯(Mark Lynas)在牛津农业大会上的演讲引起国际很大反响。他曾长期坚持反对转基因的立场,但经过实践与思考终于认识到妖魔化转基因的行为

完全违背了科学精神和人类良知,于是勇敢地站出来向公众道歉并与过去彻底决裂。莱纳斯说:“有关转基因作物的争论大多是无稽之谈。我们不需要再讨论它是否安全——在过去15年里,全球食用的大约3万亿份餐品中都含有转基因成分,但迄今没有一例由转基因引起的食用安全事件被证实。你被一颗小行星击中的机率都比被转基因带来伤害的机率要大”。有关报道真正起到了传递科学正能量的积极作用。

参考文献

- 1 邓小平文选(第三卷).北京:人民出版社,1993,275.
- 2 国务院.国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年).
- 3 国务院.关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定,2010.
- 4 中共中央、国务院.关于加快推进农业科技创新持续增强农产品供给保障能力的若干意见,2012.
- 5 国务院.关于印发生物产业发展规划的通知.国发〔2012〕65号,2012.
- 6 张晓强主编.中国高技术产业发展年鉴(2012),12-125.
- 7 习近平在全国政协科技界委员联组会上的讲话.新华社,2013年3月6日.
- 8 Wu Kongming et al. Science, 2008, 321:1676-1678.
- 9 Clive James. global status of commercialized biotech/GM crops: 2012, international service for the acquisition of agri-Biotech applications (ISAAA), 2013. (中译文:中国生物工程杂志,2013,33(2):1-8).
- 10 <http://www.marklynas.org/2013/01/lecture-to-oxford-farming-conference-3-january-2013/>(马克莱纳斯演讲中译文,中国日报网,2013年1月31日).

Strategic Analysis for the Development of Crop Bio-Breeding in China

Huang Dafang

(Biotechnology Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract Taking the transgenic technology as the core, crop bio-breeding integrates other conventional technologies such as the molecular markers and hybrid breeding. It is the important area of modern agricultural science and technology innovation and industrialization. This article overviews the current situation and prospects of industrial development of bio-breeding both at home and abroad. The domestic problems and countermeasures are analyzed and discussed. It is pointed out that the global

transgenic bio-breeding has reached a crucial strategic opportunity featured with seizing the forefront technology and the economic growth. China's bio-breeding development is at a critical moment. Proposals include to seize this opportunity to promote the industrialization of significant achievements, to strengthen the major science and technology projects, to accelerate the technological innovation of bio-breeding industry, and to elevate the communication scientifically.

Keywords bio-breeding, transgenic, industrialization, bio-safety, innovation drive, major science and technology project

黄大昉 中国农业科学院生物研究所研究员。1942年8月出生。1965年毕业于北京农业大学。历任中国农业科学院植物保护研究所副所长、生物技术研究所所长、美国康奈尔大学BTI研究所访问科学家、国家“863”计划生物领域专家委员会委员、“973”计划农业领域咨询专家组组长、项目首席科学家、国家重大科技专项监督评估组成员等职务。长期致力于植物病虫害生物学与农业生物技术研究,多次参与国家农业高新技术、基础研究计划与科技战略规划的制定。E-mail:huangdafan@caas.cn



中
國
科
學
院

(接336页)

王浩 中国工程院院士,中国水科院水资源所所长。博士,教高,博导。1953年8月出生。1982年毕业于清华大学水利系,1982—1985年清华大学水利系硕士,1987—1989年清华大学经管系统工程博士。长期从事水文水资源研究,曾主持完成国家项目以及其他部门和地方项目数十项,世行、亚行以及其他国际合作项目多项。创立并发展了我国水资源合理配置理论方法体系,提出了流域水循环二元演变模式和水资源全口径层次化动态评价方法,并在流域水循环模拟、水资源调度、节水型社会建设、水价、生态需水等方面取得重大突破,积极推动了水资源学科的新发展。至今,获国家科学技术进步奖二等奖6项,省部级奖励17项;获全国“先进工作者”、中央国家机关“五一”劳动奖章等多项荣誉。E-mail:wanghao@iwhr.com