

建设国家农作物基因资源与基因改良重大科学工程势在必行

It's Imperative to Build Important Scientific Engineerings of Gene Resources and Gene Improvement of China's Crops

戴小枫 贾继增 黄大方 王 韧
(中国 农业科学院 北京 100081)

由于人口迅速增长、资源短缺、环境恶化以及市场消费需求的不断增加,我国的粮食生产面临越来越严峻的挑战。据测算,到2030年前后我国人口将达到16亿多的高峰值,按人均400公斤的温饱型年最低消费水平计算,届时全国年需消费谷物将至少达到6400亿公斤,以粮食问题为核心的我国农业面临巨大压力。这就要求我国农业科技必须大发展,要进行一次新的农业科技革命,而农业生物技术就是这场新的农业科技革命的核心与支柱。

一、我国农业与农村经济持续发展对农业生物技术的需求

1. 进一步提高农作物产量的需求

提高农作物产量尤其是单位面积的产量是满足我国下世纪人口增长对粮食和其它农产品需求的必由之路。发展农业生物技术是解决这一问题的主要途径之一。

水稻是我国最主要的粮食作物之一,在亚洲约有50%人口以稻米为主要粮食。从60年代到90年代的30年间,世界和我国稻谷产量的增加明显快于人口的增长,为养活不断增加的人口提供了保障。水稻总产量大幅度地提高,除了不断扩大种植面积外,主要得益于水稻育种的两次革命:第一次发生在五六十年代,主要内容是矮化育种;第二次发生在70年代,是杂交水稻培育成功。通过这两次绿色革命以及栽培配套技术的进步,我国的水稻单位面积产量从1961年的150公斤/亩提高到1984年的360公斤/亩。关键之一是稻类基因资源的利用在两次“绿色革命”中发挥了举足轻重的作用。90

训,这样不仅可以减少小企业的倒闭,而且有利于小企业增加就业机会。二是鼓励大学毕业生创办各类技术密集型小企业,激励他们的创业意识。考虑到独身子女家庭的心理状况及中等和大专毕业生寻找工作的困难情况,在大学教育中,要有意识地

年代以来,我国稻米产量的增加明显低于人口的增长速度,长期停留在年1.87亿吨左右的大平台上,一方面是由于水稻种植面积的扩大出现停滞,更主要的原因是单产出现长达10年的徘徊局面,仍然停留在6吨/公顷以下的水平。

国内外专家一致认为,要使水稻产量再上一个新台阶,必须探寻新的育种途径和策略。只有这样才能实现我国提出的面向21世纪的水稻育种目标,即育成产量潜力为每公顷9~12吨稻谷的超级杂交稻(这一育种目标所提出的产量增加幅度是前两次绿色革命产量提高的总和),实现水稻的第三次绿色革命。水稻育种革命的核心是我国作物基因资源的高效利用和基因改良技术,如能实现目标,我国至少可以每年增产940亿公斤稻谷。

2. 克服农业生产逆境条件的需求

水稻为我国最多的粮食作物,年均种植面积约为4.7亿亩,总产量为2.0亿吨左右,占我国粮食产量的40%,水稻每年受到螟虫、飞虱、稻瘠蚊等害虫危害的面积可达5000万亩左右;小麦是我国第二大粮食作物,种植面积为4.5亿亩,年产1.2亿吨,占世界小麦总产量18.6%,小麦生产每年仅受到蚜虫侵害的面积就可达3000万亩以上;玉米是我国第三大作物,种植面积3.5亿亩,年产量达1亿多吨,每年仅受玉米螟危害的面积就达4000万亩以上;棉花是我国主要经济作物,年均种植面积6700万亩左右,近年来棉铃虫在主要棉区大面积危害,每亩棉田仅防治害虫所需费用就约100元人民币,植棉成本居高不下。

综上所述,病虫害等生物灾害是农业生产中的

开设小企业创业课程,培养大学生的创业意识。三是引导城市失业人员和下岗职工创办小企业,或者去小企业就业。国家可以出资,由政府各级劳动管理部门,对失业人员举办怎样开办和管理一个小企业的培训。
(责任编辑 王宏章)

一大制约因素,引起世界各国的普遍重视。为了有效地控制病虫害的发生,世界各国科学家不遗余力地进行了研究,提出了病虫害综合防治策略,包括化学防治、生物防治等。众所周知,不合理地依赖化学杀虫剂控制病虫害,不仅造成了严重环境污染、破坏了生态平衡,同时也使害虫对农药产生抗药性和次要害虫的再猖獗,导致不可持续发展;主要生物防治技术目前也存在治虫效果不高和效果不稳定等问题。我国每年仅用于水稻、玉米、棉花主要病虫害防治的费用即在百亿元人民币,即使如此,每年依然有 10~15% 左右的粮、棉产量损失。

因此,利用我国丰富的作物抗病、抗虫基因资源,培育抗病虫农作物新品种是解决病虫害问题的根本措施。目前通过生物技术手段培育抗虫作物已达到实用化的水平。若转基因抗虫农作物能够在我国普遍推广应用,每年即可节约数十亿人民币的农药费用。增产取得的经济效益更为显著,仅以吉林省玉米生产为例,如全部推广抗虫玉米,每年即可增产 10 亿公斤,增收 5 亿元人民币。同时由于农药使用量的减少,也会有效缓解我国日益恶化的生态环境问题。

通过生物技术手段培育抗病、抗逆、抗旱作物对于抵御自然灾害、增加粮食产量同样具有重要的意义,这些方面的研究也日趋成熟,有些也已开始进入了实用化阶段。

3. 人民膳食结构不断改善的需求

稻米米质主要是指稻米的外观和适口性,以及加工特性等,它与直链淀粉含量和米粒形态有关。70 年代,我国致力于选育高产水稻品种(但米质差)时,国外已瞄准优质直链淀粉含量在 18~22% 的中等粳性水稻品种,逐渐形成米质工程的概念。国外的籼稻加工毛利率高达 55%,而我国高档丝苗米毛利率仅为 37%,一般只有 10~20%。我国籼稻区米质品种培育中存在的主要问题是:高产品种通常米质较差;米质优良品种又往往低产不抗病虫。根据市场的需求分析,专家预测,华南籼稻区优质稻种植面积将从 400 万亩增至 1 200 万亩,早籼稻米质改良的任务十分艰巨。

这些问题均可通过生物技术进行品质改良加以解决;同时,生物技术还可提供改善膳食中蛋白质、脂肪含量与质量的必要技术。

4. 农产品加工工业的需求

吉林省是我国玉米栽培和玉米加工的重要基地。据统计,只要玉米淀粉的含量增加 1%,吉林省玉米加工工业每天即可增加 300 万元人民币的收入。就目前研究水平而言,通过生物技术手段改良玉米品种,使其淀粉含量增加 1% 是完全可以达到的。其它方面的需求,如增加油料作物的脂肪含量,以及利用作物提供高价值医药化工产品和工业原

材料等方面,生物技术也都能提供可靠的技术保障,并获取同样巨额的收益。

二、国际农业生物技术的发展趋势

目前商品化的转基因作物主要与抗性有关,如抗病、抗虫、抗除草剂,从发展趋势看,这只是转基因植物发展的第一个浪潮,第二个浪潮将是品质改良的基因工程(如增加脂肪和必须的氨基酸和蛋白质含量,以及提高淀粉的质量和含量等)、抗逆(抗旱、耐盐碱、耐瘠薄、抗寒等)生物技术育种、超高产生物技术育种,以及利用转基因植物作为生物反应器生产贵重的药物、口服疫苗等高附加值产品。

农业生物技术的大规模产业化市场应用具有巨大的经济和社会效益,可以显著地降低成本,提高劳动生产率,改造传统产业,开辟新的产业领域,建立新的经济生长点;近年来,随着研究与开发的不断深入,出现了 3 个明显的趋势。

1. 对生物基因资源争夺的白热化趋势

基因资源在农业生产中的重要作用已经为无数事实所证明。六七十年代,美国因大豆孢囊线虫病严重流行,使大豆生产损失惨重。美国利用其先进的仪器设施,从我国提供的认为没有利用价值的大豆种质资源中鉴定出抗大豆孢囊线虫的基因,并育成了抗病品种控制了病害,从而挽救了美国的大豆生产,使美国大豆在国际市场上占有较大份额。

在巨额经济利益的驱使下,发达国家对生物基因资源及其知识产权展开了激烈的争夺,其核心是对农业生物基因的争夺。这一竞争在不同时期有不同的重点,如果说 70 年代前竞争主要表现在资源的考察、收集、鉴定、评价上,则今天的争夺又集中在基因资源的鉴定、分离及其克隆上。近年来基因组学的发展,作物基因资源基因型鉴定方法的出现,使基因资源中新基因鉴定的速度及育成新品种的速度大大加快;基因克隆新方法的产生已明显加快了基因克隆的进程。特别值得注意的是,水稻等一些主要作物全基因组的测序工作预计到 2005 年前即可提前完成,其后的研究将重点转向研究基因的结构、功能及其开发利用上。由于新基因具有极高的潜在经济价值和极高的经济回报,如一个小鼠的肥胖基因可卖到 1 亿多美元,因而今后在这一领域的竞争将会更加白热化。“建立以生物基因为核心的知识产权财富,使之能更为有效地进入变化着的全球生物技术市场”,已成为各国及其跨国公司目前行动的主要目标。

对基因研究这一控制生物技术产业制高点的激烈争夺,使包括我国在内的第三世界国家处于极为不利的地位,一种新形式的资源掠夺已引起了第三世界国家的普遍觉醒和高度重视。农业生物技术

知识产权很可能是未来国际贸易中市场准入、贸易壁垒的重要原因。国际竞争中对基因资源和基因的战略争夺,已成为一场“没有硝烟的基因大战”,有识之士惊呼:“发达国家凭借其雄厚的资金及技术优势,有可能独霸基因的知识产权,使富国越来越富,穷国越来越穷”。

2. 研究方式集约化,科学设施大型化、规模化、自动化的趋势

“工欲善其事,必先利其器”。大型现代化科学设施在研究开发中起着关键性的作用。研究越深入,科学设施所起的作用也越大。以作物品种和基因资源的研究为例,五六十年代的研究设施主要是“一把尺子一杆称”,七八十年代增加“一台显微镜”,进入90年代以来,基因资源的研究发展到分子水平。由于待鉴定的资源数以万计,而分子研究所需检测处理的数据更是天文数字,因而所需的设施向着大型化、规模化、自动化的方向发展,利用这些设施可以成百倍甚至成千倍地提高检测速度。如在80年代DNA人工测序的速度是每人每天数千个碱基,而目前先进的DNA测序仪每天可检测150万个碱基,速度提高了上千倍;用传统的方法2~3年才能完成一个品种基因型的鉴定,而用先进的基因型分析仪每年可完成4000份资源的分析,使原先无法想象的事情变为现实。

国际大型跨国集团公司凭借其雄厚的资金和研究开发实力,以整体的研究战略对农业生物技术及其产品进行系列开发。研究表明,一项农业生物技术产品从研究到商业化生产,平均需要投资2亿美元,巨额的投资孕育着更加巨大的利益回报。以往作坊式的研究方式再也无法适应当前农业生物技术市场的激烈竞争,取而代之的是现代化、集约化的研究基地、研究中心的建立。如美国孟山都公司投资1.65亿美元兴建了生命科学中心,装备整套先进分子生物学研究设施和大型自动化的人工环境模拟设施;英国在90年代初投资建立了John Innes植物基因资源研究中心;澳大利亚于1991年投资1亿澳元在昆士兰建立农业生物技术联合研究中心CRCs;新加坡投资1亿新元兴建了自己的农业生物技术研究中心IMA;最近,诺瓦替斯公司又投资1亿多美元建设自己的生物技术研究中心。

3. 以企业为主体的农业生物技术产业化趋势

在西方国家,农业生物技术研究特别是开发主体正在迅速由公共资助的大学和研究所转向私人公司、企业集团。美国的孟山都公司、杜邦公司,德国的艾格福公司,瑞士的诺瓦替斯公司以及法国的罗那-普郎克公司等等跨国公司的资产额均在百亿美元以上,年经营额均达数十亿美元,它们都将注意力投向了生物技术产业,因而目前国际市场上的生物技术产品绝大多数出自私人公司。一个明显

的例子是,截止1998年1月,美国批准了30种转基因植物产品上市,其中29个为私人公司研制,只有一个转基因抗病番木瓜由康奈尔大学研制。在农业生物技术产业化中,另一个重要的趋势是,上游研究基因的公司迅速与下游研究种子的公司合并,或者前者购买后者的股份,如最近杜邦公司购买了先锋种子30%的股份,这充分体现出种子作为基因载体在商业化中所起的重要作用。目前发达国家农业生物技术作为一项高新技术产业业已形成,并处于高速发展时期。有关专家预测,本世纪生物技术产品在国际贸易中的份额将达到10%以上。

因此,实施“中国农作物基因资源与基因改良科学工程”是适应国际农业生物技术发展趋势的必然战略选择。

三、我国农业生物技术研究中存在的主要问题

1. 我国农业生物技术研究中存在的主要问题

由于起步相对较晚、力量分散、资金投入不足、设备和技术手段落后、基础理论研究薄弱,总体上与先进国家尚有较大差距。主要表现在以下方面。

(1) 创新性研究成果较少 目前,我国进行的研究工作大多为模仿国外的研究成果,很少有我国自己的创新性研究。主要表现在新基因的鉴定和克隆工作严重滞后,缺乏具有自主知识产权的基因。但随着我国对外开放的不断扩大和逐步与世界经济接轨,知识产权正在成为一个越来越敏感的国际政治问题和国家安全问题,势必影响我国农业生物技术进一步健康发展。

(2) 研究力量分散 农业生物技术研究 and 开发过程是一项巨大的系统工程,具有大科技时代高新技术发展的一般特征,需要统一规划、系统管理和集约化实施。然而,我国目前农业生物技术研究总体上处于一种分散的、各行其是的、小作坊式运行状态。主要体现在横向布局上小、全、散,未能形成集约化的研究规模,以及纵向配置上以“上下一般粗”为典型特征的低水平重复。目前,我国尚没有一个国家级的、集中了国家人财物优势资源的、大规模、现代化的核心研究机构专门从事农业生物技术与产业发展。

(3) 缺乏现代化前沿科学研究的设施支撑条件

农业生物技术,尤其基因资源的开发和利用是一项集约程度相当高的巨大工程,需要强有力的设施、仪器、设备支撑。我国目前虽然已设立了一些重要的农业生物技术项目,如以前启动的“863”转基因项目,新近启动的“973”农作物核心种质构建、重要新基因发掘及有效利用的研究项目,准备启动的转基因农作物研究与产业化重大专项等,所投入的经费均是研究经费,而未投入大型设备购置费,因而大批量先

进的、配套的大型实验设备无钱购进,大大制约了这些项目快出成果、出大成果的速度和规模。如目前我国进行基因型鉴定设施的效率很低,约为300份/年,据此计算,需60年的时间才能完成我国主要农作物核心种质的基因型鉴定。而在大批量购进先进的DNA自动提取、DNA自动检测、基因型自动分析、指纹图谱绘制等大型仪器设备后,每年至少可完成5000~10000份指纹图谱绘制,这样不但可在3~5年左右的时间便可完成核心种质指纹图谱绘制,同时还可将主要的科研力量用于大量重要基因的分离克隆、结构与功能研究,直取战略竞争的要害与核心,这无疑对于我国作物基因资源自主知识产权的获得和农业生物技术产业的快速发展具有重要意义。与此形成鲜明对照的是,最近美国植物基因公司一次就投入了1亿美元,用于植物基因研究仪器设备的更新。

2. 我国农作物基因资源研究开发滞后

漫长的自然选择和人工选择的双重作用形成了我国丰富的作物基因资源。从50年代开始至今,由于我国政府的高度重视,我们已收集和保存了35万多份作物基因资源,其中81%是我国本土的资源。然而,一方面我国对这些基因资源没有形成一个整体的、系统的研究和利用的格局,大量分散的研究项目使得基因资源的研究不能达到较高的理论水平与应用规模;另一方面,国外对我国作物基因资源却非常感兴趣,用非法手段掠夺我国的作物基因资源,抢占基因水平的知识产权。因此,加强基因资源的研究、利用和竞争性保护,已迫在眉睫。

我国作物基因资源研究开发滞后,主要表现在新基因的鉴定和克隆工作难以满足我国生物技术研究产业发展的迫切需求。因此,我国农业生物技术研究的重点宜定位在作物基因资源的研究、开发和有效利用上。

先进的、现代化的仪器设备群是进行作物基因资源研究、开发的必要支撑条件。目前,国际上最先进的基因测序仪每天可以测序150万个碱基对,而我国使用的测序仪每天只能测序几千个碱基对,效率相差了近千倍;国外最先进的DNA芯片技术每平方厘米可以检测100万个基因样品,而我们手工操作几天才能检测数十个样品,效率相差了数万倍;国外最先进的基因分析自动操作平台已完全智能化,集DNA提取、加样、分析于一体,而我国仍停留在手工操作的水平。

实施“中国农作物基因资源与基因改良科学工程”,可以从根本上治愈上述我国农业生物技术发展中存在的诸多顽症。

四、集中人力财力物力,迎接新世纪的挑战

谁掌握了基因,谁就掌握了世界生物技术的制高点,就掌握了未来竞争的战略主动权。美国投资30多亿美元对人类基因资源的争夺性研究开发已充分说明了这一点。美国、法国、英国、加拿大和日本的100余名科学家联合起来,在几年内就对16353个人类基因进行了定位;而过去几十年中,总共才定位了2000多个基因。西方国家对作物基因资源的分子鉴定和基因克隆也在紧锣密鼓地进行着。面对竞争日趋激烈的世界农业生物技术研究与开发市场,如何发展我国农业生物技术、保护和发展我国农业生物技术产业,是关系到我国农业乃至整个国民经济发展的重大问题。

我国是农业大国,是未来世界农业生物技术产品的主要市场,任何人都不会忽略这个市场。目前,世界各主要从事生物技术的跨国公司都在我国建立了机构,并积极展开业务活动,推销他们的产品,美国孟山都公司的转基因棉花今年在我国的栽种面积已达200万亩。我们并不排斥引进国外的先进技术,然而,国外公司依仗其资金和技术优势,在基因大战中先发制人,不仅通过倾销其转基因产品挤占我国的种子市场,而且通过其转基因的知识产权扼杀我国正在发展的农业生物技术事业,以图进一步长期垄断我们的市场,这应当引起我们足够的警觉。农业生物技术产品的主要载体之一就是种子,种子既是农业的命脉也是一种战略物资,理应牢牢掌握在我们自己手中。

发展农业生物技术及产品,我国具有得天独厚的资源优势,特别是一些具有特殊利用价值和高附加值的作物基因资源(例如远缘杂交的可交配基因、糯质基因等),在世界上是独一无二的。因此,在国际竞争中占有一席之地,尽快地将我国的资源优势转变为技术优势和产品优势,是我们急需解决的问题。为了在21世纪的国际竞争中立于有利的战略地位,只有抓紧有限的时间,集中人力财力物力,提高对农业生物技术研究与开发的投资力度,尽快建设一个类似英国John Innes Centre、美国孟山都公司生命科学中心、康奈尔大学的基因资源与分子育种中心、新加坡的IMA、澳大利亚的生物技术CRCs那样的国家研究机构,才能完成这一战略性的历史使命。这个国家研究机构的使命就是组织并选择基因资源分子鉴定、基因克隆等一些事关我国农业生物技术发展的关键点和支撑点,组织并实施“中国农作物基因资源与基因改良科学工程”,这将是我国迎接时代挑战的有力对策与手段,是保护民族产业和民族发展权的必由之路,也是促进我国社会、经济可持续发展的百年大计。

(主要参考文献从略)

(责任编辑 肖庆山)