

转基因作物发展状况及趋势

杨 双

(沈阳市农业科学院, 沈阳 110034)

摘要:参考 ISAAA 近 10 年来(2007-2016 年)公布的有关转基因作物商业化的数据,分析了转基因作物的发展状况,探讨未来转基因作物的发展趋势,以期为相关从业者提供参考。

关键词:转基因;种植面积;发展趋势

粮食生产是人类社会发展根基,种子是推动粮食增产的关键。从刀耕火种的原始农业开始,人类就有意识地对种子进行选择。18 世纪初期到 19 世纪末期,包括孟德尔和达尔文在内的研究者在不同植物中发现了杂种优势现象,到 20 世纪 20 年代杂交种才开始推广应用,从发现、研究到应用经历了 200 多年。杂交技术推动了粮食大幅度增产,但是到 20 世纪末杂交技术对作物品种改良的作用到了瓶颈期,这个时期出现了转基因技术^[1]。随着转基因作物的应用,转基因技术给农业带来了新希望。不可否认,转基因并不是最好的遗传改良技术,但它是现代种业发展的现实选择。从 1983 年孟山都公司首次将细菌的基因转入烟草细胞中开始到 1994 年转基因番茄上市,短短 11 年转基因作物就实现了商业化。据统计,2016 年全球转基因作物种植面积就达 1.851 亿 hm^2 ,与 1996 年的 170 万 hm^2 相比,增加了 110 倍^[2],如此发展速度使转基因技术成为现代农业史上应用最为迅速的作物改良技术。本文汇总了 ISAAA (国际农业生物技术应用服务组织)近 10 年来(2007-2016 年)公布的相关数据^[2-11],分析了转基因作物的发展状况,探讨未来转基因作物的发展趋势,以期为相关从业者提供参考。

1 全球转基因作物种植状况

美国是转基因作物研究及应用的先行者,1986 年美国批准第一例转基因作物——抗除草剂烟草进行种植,1994 年能延长货架期的转基因番茄在美国上市,成为世界上第一个被批准进入市场的转基因食品。1996 年美国开始大量商业化种植转基因作物,主要包括转基因玉米、棉花、大豆,种植面积为 170 万 hm^2 。资料显示^[3],到 2006 年全球转基因种

植面积达到 1.02 亿 hm^2 ,与 1996 年相比增长了 59 倍,平均年增长率约 10%。2007-2016 年转基因作物种植面积的年增长率约为 8%,与之前的 11 年相比,增速稍有下降。图 1 为 2007-2016 年全球转基因作物种植面积变化曲线,10 年来全球转基因作物种植面积整体呈增长趋势,但是在 2014 年达最高值后,2015 年下降 1%,这是由于受到国际玉米、棉花价格走低影响^[11],2016 年随着价格回归,转基因作物种植面积又开始增长,比 2015 年增长了 3%^[2]。



图 1 2007-2016 年全球转基因作物种植面积

2007-2016 年的 10 年间,全球转基因作物种植面积排名前 5 位的国家为美国、巴西、阿根廷、加拿大和印度,这 5 个国家的转基因作物种植总面积占全球转基因作物种植面积的 90% 左右。中国的转基因作物种植面积在 2007-2015 年全球排第 6 位,但在 2016 年被巴拉圭和巴基斯坦超过,排名下降至第 8 位。由图 1 可见,2007-2016 年全球转基因作物种植面积与全球排名前 5 个国家的种植总面积的变化趋势一致,其他国家总面积波动不大,10 年来

都未超过 0.2 亿 hm^2 , 说明全球转基因作物的种植面积波动主要受前 5 个国家的影响。

图 2 为前 5 个国家及我国的转基因作物种植面积变化曲线。由图 2 可见, 美国和巴西对全球影响较大。美国是转基因作物商业化的先行者, 经过 20 多年发展, 美国的转基因大豆、玉米、棉花的种植面积已经接近上限, 2016 年其转基因大豆的应用率为 94%、玉米 92%、棉花 93%。这三大作物的应用率之所以未达到 100%, 是为了生态平衡, 需要种植一定数量的非转基因品种作为庇护病虫害进化速度的庇护区, 这样才能延长抗性基因的有效期。巴西在 2009 年超过阿根廷成为第二大转基因大国, 而且巴西是近 10 年来转基因作物应用增长速度最快的国家。巴西种植的转基因作物为玉米、大豆和棉花, 2016 年这 3 种作物的转基因品种应用率达 93.4%, 与美国一样, 已经接近上限。2007–2016 年我国转基因作物种植面积在 280 万 \sim 420 万 hm^2 之间波动, 2013 年最高, 2016 年最低。我国主要转基因作物是抗虫棉, 其他转基因作物的种植面积不到 1 万 hm^2 。2016 年我国转基因作物种植面积降低的主要原因是受国内大量棉花库存和全球棉花价格走低影响。一些分析人士认为我国在未来的几年内将批准转基因玉米种植, 将有 3500 万 hm^2 的增长空间^[1]。

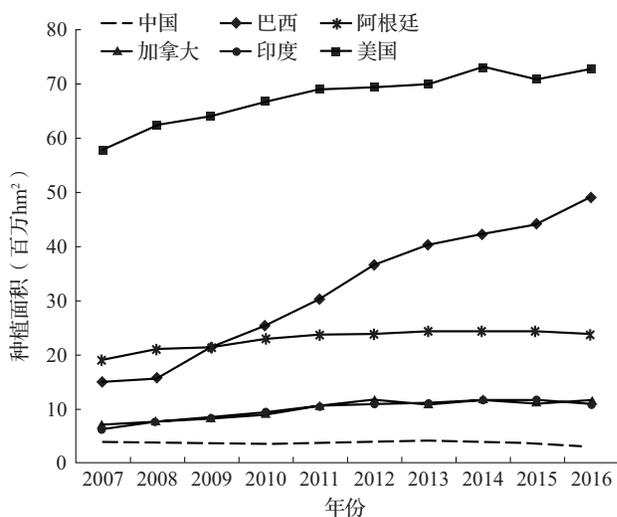


图 2 2007–2016 年美国、巴西、阿根廷、印度、加拿大及中国转基因作物种植面积

2 全球转基因作物商业化发展状况

2.1 商业化的转基因作物 目前大规模种植的转

基因作物有大豆、玉米、棉花、油菜、甜菜、苜蓿、木瓜、南瓜、马铃薯、茄子和菠萝。其中大豆、玉米、棉花和油菜是主要的转基因作物, 这 4 种作物的总种植面积约占全球转基因作物种植面积的 99%。4 种作物中, 大豆种植面积最大, 其次是玉米、棉花和油菜。2016 年大豆种植 9140 万 hm^2 、玉米种植 6060 万 hm^2 、棉花种植 2230 万 hm^2 、油菜种植 860 万 hm^2 , 分别占全球转基因作物种植面积的 49.4%、32.7%、12%、4.6%。由图 3 可知, 2007–2015 年转基因大豆种植面积持续增加, 在 2016 年略有下降。转基因玉米种植面积在 2007–2013 年增长较快, 在 2014–2015 年有明显下降, 但是 2016 年又快速反弹。转基因棉花的种植面积在 2007–2009 年缓慢上升, 2009–2011 有较大增幅, 2011 年之后略有波动。转基因油菜种植面积在 2007–2012 年略有上升, 在 2012 年之后年播种面积基本维持在 820 万 \sim 920 万 hm^2 之间。

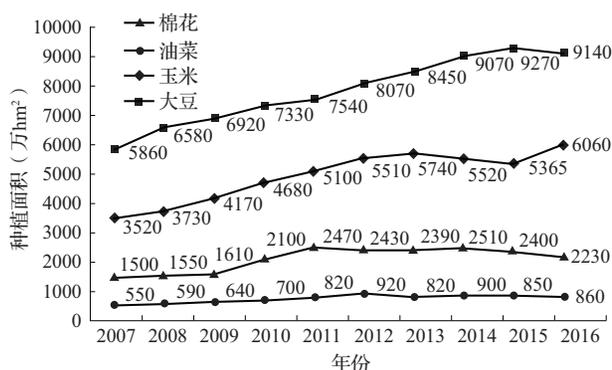


图 3 2007–2016 年全球转基因大豆、玉米、棉花、油菜种植面积

2.2 商业化的转基因性状 耐除草剂特性是商业化转基因作物广泛采用的性状, 在商业化的转基因性状中一直占主要地位。随着复合性状的出现, 单一耐除草剂性状优势逐渐退去。2007 年单一耐除草剂性状种植面积占当年转基因作物总种植面积的 63%, 到 2016 年该比例下降为 47%。2007 年是复合性状商业化的第 1 年, 全球种植了 2180 万 hm^2 , 占全部转基因作物种植面积的 19%。由于复合性状的转基因作物能够满足种植者多种要求, 并能够降低生产成本, 受到种植者欢迎, 近 10 年来发展速度很快 (图 4)。2016 年复合性状种植面积达 7540 万 hm^2 , 比 2007 年增加约 2.5 倍, 占当年转基因作物种植总

面积的41%。虽然单一耐除草剂性状的转基因作物优势逐渐退去,但是绝大部分复合性状都包括耐除草剂性状,耐除草剂性状在商业化的转基因性状中仍然占有绝对优势。

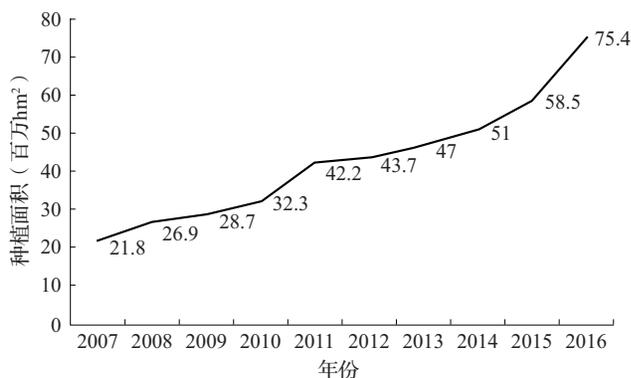


图4 2007-2016年全球复合性状转基因作物种植面积

2.3 转基因种子市场价值 转基因技术不仅给种植者带来了便利及经济效益,也给各大种业公司带来了丰厚利润,由图5可知,2007-2013年转基因种子市场价值呈现快速增长态势,从2007年的69亿美元增长到2013年的156亿美元,增加了1.26倍,年增长率达14.5%。2013年之后市场价值增加缓慢,甚至在2015年受全球转基因作物种植面积降低影响,市值略有降低。随着国际农产品市场行情转好,2016年转基因种子市值又升至158亿美元,占全球种子市场的35%。2013年之后转基因种子市场价值增速下降的原因主要是转基因种植大国的主要转基因作物应用率接近于最高水平,但随着更多的国家批准转基因作物商业化种植、新的转基因性状和作物种类的增加,未来转基因种子市场还有很大增长空间。

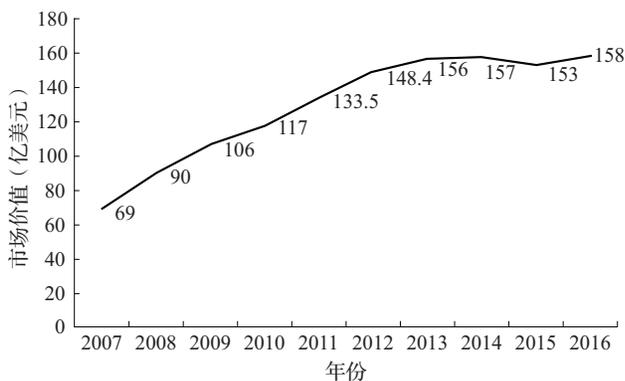


图5 2007-2013年全球转基因种子市场价值

3 转基因作物发展趋势

2016年美国国家科学院、工程院和医学院联合发表了一份分析报告,报告参考了1996年以来有关转基因作物的900项研究,发现转基因作物和传统作物在对人类健康和环境带来的风险方面没有区别^[2]。Klumper和Qaim分析了1995-2014年147项关于转基因作物的农场调查和田间试验数据,得出结论:转基因技术的采用使化学农药减少37%、作物产量增加22%、农民利润增加68%^[11]。鉴于转基因作物的安全性、环境友好及高收益,可预测未来批准转基因作物商业化种植的国家会越来越多,种植面积会越来越大,复合性状应用率越来越高,转基因作物种类及新的基因也会不断出现。除上述显而易见的发展趋势之外,未来转基因技术还会在以下3个方面有突破性进展。

3.1 技术的升级 耐除草剂和抗虫基因是当前转基因作物商业化产生可观的经济效益和社会效益的关键,但是这两类基因来自于细菌,这也是引起公众对转基因安全性争议的焦点。荷兰瓦格宁根大学Evert Jacobsen教授提出“同源转基因”概念,即不转入其他物种基因,只转入同一物种的优异基因。目前上市产品有InnateTM马铃薯,是美国Simplot公司开发的,该马铃薯转入了野生马铃薯基因,使该品种天冬酰胺含量低,烹饪时潜在致癌物丙烯酰胺产生少于普通马铃薯,而且去皮后不易变色及防挫伤。此外,值得关注的是基因编辑技术,即不引入新的外源或同源基因,只通过特殊功能的核酸酶定点修改原有基因,改变其表达,从而改变作物表型性状。目前基因编辑技术有ZFN、TALENs、CRISPR,其中CRISPR-Cas9最热门,2015年被《Science》评为“年度最杰出突破技术”,2016年和2017年连续2年被诺贝尔奖提名。2015年美国批准使用CRISPR-Cas9技术改良的蘑菇上市销售。通过基因编辑技术获得的抗除草剂油菜SU CanolaTM于2015年在美国种植了4000hm²。中国科学院的高彩霞研究组利用TALENs和CRISPR-Cas9获得了抗白粉病的小麦。基因编辑技术不通过引进外源基因即可实现作物改良,美国农业部表示基因编辑作物因为不涉及外源转基因,不会采用转基因监管方法,审批将更加简化。

3.2 监管的科学性 先进的技术有助于它应用

的政策相结合时才能够发挥最佳作用。现阶段很多国家对转基因作物过度严谨的监管成为其应用的主要限制条件。全球对转基因产品安全评价的基本原则一致,即“实质等同性”原则,但是不同国家和地区的具体评价方法却存在差异。国家之间不同步的审批和繁琐法规,影响转基因产品国际间的贸易。据美国农业科技委员会分析,当前有价值数十亿美元的贸易量处于风险中。有的国家的法规系统不仅是繁琐的,甚至是非专业的,这样的监管审批耽误转基因作物的商业化发展,延迟种植者和消费者受益于新技术的时间,但是从安全角度,民众希望得到政府专业部门采取严格审查。民众的导向容易受各方言论影响,有的质疑是非科学性的。监管政策应该是安全性为首位,兼顾科学性和高效性。这方面巴西经过摸索,打破限制转基因作物应用的监管障碍,制定了快速审批制度,这使得巴西能够高速发展,成为全球转基因作物增长的引擎^[12]。

3.3 利益的维护 全球专利数据分析显示,大型国际公司,如孟山都、拜耳、杜邦、先正达和陶氏益农5家公司掌握了84.5%的耐除草剂基因和70%以上的抗虫基因^[13]。印度是全球最大的转基因棉花种植国家,但是由于抗虫棉的知识产权属于国外公司,印度每年需要缴纳大量的知识产权使用费。2016年印度政府对转基因种子专利费设置了上限,要求孟山都公司减少70%的专利费。这一政策引起孟山都公司不满,提出退出印度市场和停止提供新技术。类似专利费事件使世界各国更加重视转基因作物的自主知识产权。从另一方面来看,知识产权保护是保障研发者利益的有效手段。因此,国际组织ISAAA倡议充分利用公司合作关系(PPP, public-private partnerships)促进私人 and 公共部门转基因作物捐赠和转让,一方面保护知识产权,另一方面使转基因技术或其产品在合理期限内提供给发展中国家贫困农民使用。近年来PPP促成了很多转基因作物捐赠和转让项目,如印度私人公司Mahyco捐赠给孟加拉国的Bt茄子、德国巴斯夫公司和巴西Embrapa公司合作申请在巴西商业化种植CultivanceTM品牌抗除草剂大豆、日本味之素公司提供印度尼西亚耐旱甘蔗和美国孟山都公司捐赠给非洲耐旱转基因玉米^[10]。

1996年以来,转基因作物商业化的相关数据显

示,2007-2016年的发展速度不如之前的11年。这是由于四大转基因作物(大豆、玉米、棉花和油菜)在五大种植国家(美国、巴西、阿根廷、加拿大和印度)的应用率在近几年已达到最高值。但是随着商业化作物种类和批准商业化种植国家的增加,转基因作物还将迎来新的发展高峰。在作物方面,最有希望的是作为全球第四大粮食作物的马铃薯和转基因抗旱玉米。2014年美国批准抗晚疫病、低丙烯酰胺的InnateTM马铃薯商业化种植,2015种植了160hm²,2016年迅速增加到2500hm²。第2代产品InnateTM2马铃薯对真菌病和马铃薯晚疫病具有更强抗性,也在2015年获批。2013年美国种植抗旱玉米5万hm²,2014年27.5万hm²,2015年81万hm²。分析人士预测近几年中国将批准转基因玉米商业化种植。薛艳等^[14]的研究显示,从农户对转基因作物的种植意愿来看,他们的积极性很高,等待着中国政府批准商业化生产。生产者角度与消费者相比,考虑更多是经济效益,这一层面,推广面临的阻力远小于消费。虽然转基因安全性问题的争议在一段时间内将一直存在,这符合新技术的发展规律,即螺旋式上升。随着转基因作物优势被不断证明及科普工作的力度加强,如2016年,诺贝尔奖获得者发表了联合声明,支持生物技术,为生物技术发展助力。未来转基因的争议将越来越少,就像杂交育种起初也有争议,现在已被大众接受,转基因技术、基因编辑技术也将会成为作物育种的常规技术。

参考文献

- [1] 姜娜娜,曹广平,范文明,等. 生物技术:种业创新发展的核心驱动力[J]. 中国种业,2016(1): 6-8
- [2] Gilve James. 2016年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2017,37(4): 1-8
- [3] Gilve James. 2007年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2008,28(2): 1-10
- [4] Gilve James. 2008年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2009,29(2): 1-10
- [5] Gilve James. 2009年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2010,30(2): 1-22
- [6] Gilve James. 2010年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2011,31(3): 1-12
- [7] Gilve James. 2011年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2012,32(1): 1-14

新疆兵团第三师棉花品质改良探究

刘素华 彭小峰 邵青龙 彭 延

(新疆生产建设兵团第三师农业科学研究所, 图木舒克 843900)

摘要:棉花是新疆的主要经济作物,是棉纺织业重要的原材料,纤维品质的好坏关系着产、供、需多方利益,并对维护新疆社会稳定,大力推进新疆农业供给侧结构性改革起着重大作用。然而这几年新疆生产建设兵团第三师的棉花纤维长度与强力达不到纺织工业的需求而被拒收,对生产造成不利影响。第三师农科所通过对第三师各植棉团场送检的棉样进行棉花品质的检测分析,并与全疆对比,其品质最差。究其原因:(1)棉花没有选定品质高的优良主栽品种,大部分用种都是外部引进品种,存在着多、乱、杂现象,在本地的适应性差、品种性状不稳定、栽培管理混乱、加工环节不配套;(2)本区受土壤贫瘠、多沙缺水、自然条件恶化等多种不利因素和极端天气影响,致使棉铃生长受阻,导致所产棉花品质下降。要改变这一现状只有运用科技创新手段调整思路,提高纤维品质性状,为棉花提质增效。

关键词:新疆生产建设兵团;第三师;棉花;品质;改良;探究

随着近年棉花产业梯度的转移,种植业进行结构调整,全国各地育种单位及棉花种业公司大批进驻新疆,加快了本区棉花品种更换速度,造成本地品种多、乱、杂,致使在栽培与管理上出现混乱,是导致品质差的根本原因^[1-2]。近几年由于南疆气候突变,出现异常,冰雹、雨水较往年偏多,病虫害发生严重,特别是黄萎病发病率高,使棉花比较效益下降,曾经一味只追求产量和衣分的时代终将过去。棉花的纤维品质很大程度上是取决于品种遗传特性,目前新疆生产建设兵团第三师种植的多个棉花品种平均纤维长度一般在27mm左右,纤维强力差、马克隆值大,达不到高品质棉的要求,而且品种的适应性和稳产性更差,不能满足生产与市场对高品质棉的需求^[3]。要想改变棉花品质,首先要求棉花品种应具

有优质或高品质遗传背景,其次应做好“育、繁、推”良繁体系与三圃田建设。然而,目前单一的产量育种方法和单个的基因改良,只能解决个别性状的问题,不能用来满足市场需要^[4]。为确保棉花比较效益,育种目标确定为从产量育种到品质育种再到丰产、优质、抗病育种,逐步提高,稳步增长,对棉花品质下降原因与提质增效措施进行探讨。

1 新疆生产建设兵团第三师皮棉品质现状

2014年10月,第三师农科所对农业局送检的各植棉团场170个样品进行了测试,其结果是:单铃重3.0~6.8g,平均5.6g;衣分36.1%~47.5%,平均41.7%;棉纤维长度26.6~30.4mm,平均28.7mm;马克隆值未测。

2015年10月,第三师农科所对农业局送检的各植棉团场82个样品进行了测试,其结果是:单铃重4.9~6.7g,平均5.9g;衣分39.4%~46.4%,平

基金项目:新疆兵团农业科技攻关及成果转化专项(2015AC030)

通信作者:彭延

[8] Gilve James. 2012年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2013,33(2):1-8

[9] Gilve James. 2013年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2014,34(1):1-8

[10] Gilve James. 2014年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2015,35(1):1-14

[11] Gilve James. 2015年全球转基因作物商业化发展态势[J]. 中国生物工程杂志,2016,36(4):1-11

[12] 刘定富,曾子. 巴西转基因作物商业化进程分析[J]. 中国种业,2013(7):36-38

[13] 盛耀,徐文涛,罗云波. 转基因生物产业化情况[J]. 农业生物技术学报,2013,21(12):1479-1487

[14] 薛艳,郭淑静,徐志刚. 经济效益、风险态度与农户转基因作物种植意愿:对中国五省723户农户的实地调查[J]. 南京农业大学学报:社会科学版,2014,14(4):25-31

(收稿日期:2018-02-16)