

转基因农作物的潜在优势、风险及发展策略浅析

尚泓泉,王振云,陈 炳
(河南农科院种业有限公司,河南 郑州 450001)

摘要: 概述了转基因农作物在农业生产中的潜在优势及可能带来的风险,并简要介绍了我国转基因农作物的商业化现状,在此基础上分析了如何安全、合理地推动转基因农作物在未来我国农业生产中的应用。

关键词: 转基因农作物;潜在优势;发展策略

中图分类号: Q789 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004—3268(2009)07—0011—04

近年来,转基因农作物得到了迅速发展,其潜在优势受到越来越多国际组织和国家的高度重视,为解决未来全球人口剧增、资源短缺和环境恶化等问题带来了曙光。但在关注转基因作物所带来的经济效益和社会效益的同时,由其可能带来的转基因食品与生态环境安全性问题也引起了社会各界的广泛关注。因此,在优势与风险共存的情况下,如何趋利避害,科学、安全地推动转基因农作物在我国农业生产中的应用理应是我們关注的问题。

1 转基因农作物的潜在优势

1.1 提高农作物产量,改善农产品品质

抗虫、抗病毒、抗除草剂转基因农作物是目前主要的转基因农作物,也是种植转基因农作物可以提高产量的主要原因。美国农业资源管理局(ARMS)的调查报告显示,绝大多数转基因农作物种植户的目的是希望通过控制病虫害来提高产量,此外报告还指出,实际上种植转基因抗虫玉米比传统玉米增产9%^[1],而且还减少了大量的人力、物力投入,取得了良好的经济效益和社会效益。针对我国河北省转基因棉花种植情况的调查结果也表明,种植转基因抗虫棉在一定程度上增加了棉农家庭收入,其净产值和家庭经营及生活消费支出有较大的相关关系^[2]。

利用转基因技术提高农作物品质方面的研究也取得了很大进展,现已成功开发出油酸含量由原来的25%增加到85%的转基因大豆新品系;硬脂酸含量由原来的2%提高到40%的转基因油菜种子以及

含油量提高25%的“超油1号”、“超油2号”油菜品种^[3];以及富含铁、锌和维生素A,能防止贫血病和预防维生素A缺乏的水稻新品种等一批特优作物品种^[4]。在改善植物性食品中蛋白质成分的研究方面,已经成功获得高蛋白质转基因甘薯。苏明杰等将大豆的全DNA导入小麦,分析表明,转化后代植株籽粒蛋白质含量有不同程度的提高,最高达到18.38%,同时籽粒容重和湿面筋含量也明显提高^[5]。

1.2 增强农作物抗逆性

植物抵抗非生物胁迫(干旱、盐碱、低温、辐射等)的分子机制研究的不断深入和植物转基因技术的日趋完善,为培育高效抗旱、抗盐、耐寒等抗逆作物新品种开创了一条崭新的途径,一些处于实验室研究阶段的优秀基因已被成功转化。通过转水分胁迫反应转录因子基因 *DREB1*^[6] 以及调控海藻糖合成的相关基因已获得了一批具有一定抗旱和耐盐碱的转基因小麦新材料。沈法富等^[7]将抗盐碱罗布麻DNA导入鲁棉6号,育成了2个耐盐碱品系,其皮棉产量比受体鲁棉6号有较大增产。另据报道,玉米基因除了能促进水稻的光合作用外,还能增强水稻抗旱和抗高温能力^[8]。尹钧等^[9]将反义硫氧还蛋白基因导入小麦获得了具有一定抗穗发芽能力的小麦新材料。

1.3 降低农业生产对生态环境的影响

抗虫、抗除草剂和高效利用肥料等类型的转基因农作物的种植可以显著减少作物生长过程中农药的使用量,提高氮肥的利用效率,从而降低农业生产对

收稿日期:2009—02—26

作者简介:尚泓泉(1968—),男,河南汝南人,副研究员,硕士,主要从事棉花栽培技术研究及科技成果推广转化工作。

环境的影响。美国亚里桑那州试验结果表明,相对于传统种植棉,IR 棉的杀虫剂用量减少了 40%^[10]。据 ISAAA 报告,1996—2006 年因种植转基因抗虫棉累计少使用杀虫剂有效成分约 30 万 t,使全球农药对环境的破坏性影响降低了 15.5%。由于转基因棉花的推广,我国在近 10 年间累计减少杀虫剂用量 60 多万 t,2007 年减少使用杀虫剂 14 万 t^[11]。在北美,国际气候变化专家小组估计,1996—2004 年,全球因种植生物改良棉花而吸收的 CO₂ 增加了 6100 万 kg,这个量相当于在公路上汽车数量减少 27 111 辆^[12]。此外,在全球淡水资源日益紧张的情况下,预计未来具有抗干旱特性的转基因作物将对全球农业生产系统,特别是对干旱严重的发展中国家,发挥十分重要的正面影响。发展转基因作物能够提高生物燃料生产的效价比,从而有效减少对石油的消耗,减少 CO₂ 的排量。

2 转基因农作物可能带来的风险

与转基因农作物优势同时存在的食品安全性和环境安全性问题是人们普遍关注的 2 个焦点,也是阻碍转基因农作物大规模环境释放和商业化的主要原因。

2.1 食 品 安 全 性

食品的安全性主要包括外源基因及其表达产物是否具有毒性,营养成分是否改变,是否会引起人体过敏反应,人体是否会对某些药物产生抗药性 4 个方面。这主要是因为受体生物所导入的基因并非原来亲本动植物所有,有些甚至来自不同类、种或属的其他生物,包括各种细菌、病毒和生物体,而且基因的导入具有随机性,极有可能产生基因缺失、错码等突变,这有可能导致转基因农作物营养成分构成的改变和产生不利营养因素。此外,转基因农作物常以抗生素作为标记基因植入,会导致人体产生抗

药性,一旦患病可能无药可治^[13]。如:美国伦理和毒性中心的试验报告指出,与一般大豆相比,耐除草剂的转基因大豆中,防癌的成分异黄酮减少了。

2.2 环 境 安 全 性

转基因农作物环境生物安全所涉及的内容很广,但目前全球公认的环境安全问题主要包括以下几个方面:(1)转基因农作物在获得某种特定基因(如抗病、抗虫、抗除草剂和抗逆性等)后,由于其在生存竞争性,如生长势、越冬性、耐受性、种子产量等方面强于野生植物,将会迅速地成为新的优势种群,进而可能演变成农田杂草^[14]; (2)转基因农作物中的一些抗除草剂、杀虫剂和病毒的基因也有可能通过花粉杂交等途径向其同种或近缘野生种转移,从而产生出一些可抗除草剂、杀虫剂和病毒的“超级杂草”,造成不可估量的农业损失和生态灾难^[15]; (3)大量的转基因农作物进入自然生态系统后,也可能会淘汰原来栖息地上的物种及其他遗传资源,加剧品种的单一化,造成生物数量剧减,甚至会使原有物种灭绝; (4)转基因作物所导入的抗虫或抗真菌的基因也可能威胁到其他非目标生物,从而杀死环境中有益的昆虫和真菌; (5)在获得转化株后,筛选转基因作物时所使用的抗生素和除草剂抗性标记基因的存在是否会产生不利影响。

3 转基因农作物商业化现状

近年来,全球转基因作物种植面积增长迅速,每年的增长率都在 10%以上(表 1),截至 2007 年,全球共有 52 个国家(包含现已种植转基因作物的 23 个国家)批准进口转基因作物用作食品和饲料,并且允许转基因作物释放进入环境。2007 年全球共种植转基因作物 1.43 亿 hm²,比上年增加 1230 万 hm²,其中转基因玉米增加 1000 万 hm²,棉花增加 160 万 hm²,油菜增加了 70 万 hm²。

表 1 全球转基因作物种植面积增长情况 (2000—2007)

| 项目 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 种植面积(万 hm ²) | 44.2 | 50.0 | 58.7 | 67.7 | 81.0 | 90.0 | 102.0 | 114.3 |
| 增长率(%) | 10.8 | 13.1 | 17.4 | 15.3 | 19.6 | 11.1 | 13.3 | 12.1 |

注:资料来源 Clive Janes, ISAAA Brief

在全球种植的主要转基因作物中,转基因大豆(5860 万 hm²)占全球转基因作物总面积的 57%;转基因玉米(3520 万 hm²)占 25%;转基因棉花(1500 万 hm²)占 13%;转基因油菜(550 万 hm²)占 5%。从

转基因作物的市场价值来看,玉米的市场价值占有率最大(47%),其次为大豆、棉花和油菜(表 2)。

目前,全球转基因作物种植面积最大的 8 个国家依次是美国、阿根廷、巴西、加拿大、印度、中国、巴

拉圭、南非,其种植面积总和占2007年全球转基因作物种植总面积的99%。在上述国家中,2007年各国的转基因作物种植面积均呈现增长趋势,其中印度的增加幅度最大(63.2%),巴西与巴拉圭分列第2、3位(表3)。

表3 2007年8个国家转基因作物种植情况

| 项目 | 美国 | 阿根廷 | 巴西 | 加拿大 | 印度 | 中国 | 巴拉圭 | 南非 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| 种植面积(万hm ²) | 5700 | 1910 | 1500 | 700 | 620 | 380 | 260 | 180 |
| 比上年增长比例(%) | 5.7 | 6.1 | 30.4 | 14.8 | 63.2 | 8.6 | 30 | 28.6 |
| 占全球转基因作物种植面积比例(%) | 50.4 | 16.7 | 13.1 | 6.1 | 5.4 | 3.3 | 2.2 | 1.5 |

注:资料来源 Clive Janes, ISAAA Brief

我国商业化种植的转基因农作物主要是转基因棉花,还有小面积的转基因马铃薯和南瓜。2007年我国转基因农作物总面积为380万hm²,占世界转基因农作物总面积的3.3%,较上年增长30万hm²,总面积和增长率均居世界第6位。转基因玉米方面,中国奥瑞金公司已经注册了一个能提高植酸酶含量的转基因玉米,预计将于2009年商业化投放市场,这将是我国第1个获得批准及商业化销售的转基因玉米,这也标志着中国将开始种植转基因玉米。

4 转基因农作物的发展前景

虽然人们对转基因农作物的安全性仍心存疑虑,但潜在的优势仍然使其种植面积迅速扩大,并产生了很好的经济与社会效益。特别是随着人口的增加、自然资源的匮乏、生态环境的恶化以及气候的变化,利用转基因技术将能更加直接、高效、快捷地培育出符合人们意愿的农作物品种,从而确保农业的绿色可持续发展和粮食生产的安全。而且更多的环境试验和生物技术的日益完善使人们对转基因农作物的安全性有了新的认识和解决措施。曾经轰动一时的Bt玉米花粉对大斑蝶(*Danaus plexipp* L.)幼虫有影响的事件及2001年由Quist等引发的转基因渗入墨西哥当地玉米品种事件,均随着研究的深入而被证实其当初的试验存在很大缺陷。另有美国科学家通过多项田间试验表明,转基因作物较之杀虫剂对农田生态更有益。此外,近年来开发出了一些代替传统抗性标记基因的安全标记基因,这些标记基因没有抗生素和除草剂抗性,相对来说对生物是安全的^[16],这对担心因抗性标记基因可能导致人体产生抗药性的人们来说无疑是个好消息。

作为一项农业领域内的高新技术,农作物基因技术在未来不同利益集团之间的竞争必将愈演愈

表2 2007年全球不同转基因作物市场价值占有率

| 项目 | 玉米 | 大豆 | 棉花 | 油菜 |
|-----------------|----|----|----|----|
| 市场价值(亿美元) | 32 | 26 | 9 | 2 |
| 占全球转基因作物市场价值(%) | 47 | 37 | 13 | 3 |

注:资料来源 Clive Janes, ISAAA Brief

烈,因此我们应按照农业部制定的“加快研究、推进应用、规范管理、科学发展”的方针,加强科普宣传,提倡公众参与制度;建立、完善转基因作物的管理体系和产业化政策;加强国际间的交流和科技引进;加快科研开发和知识产权的保护,积极主动地去研究、利用转基因农作物,而非考虑到可能存在的风险而因噎废食。正如植保(中国)协会生物科技分会主席叶大维先生说:“转基因作物在实现传统农业向现代化农业的跨越中发挥了重大的作用。正确地认识和利用转基因技术必将造福人类,在中国更能够为解决“三农”问题做出巨大贡献。我们将继续致力于研发更加优质、高效、营养丰富的转基因作物,利用科技创造美好生活。”

参考文献:

[1] 李磊.转基因作物引入美国的前十年状况[J].世界农药,2007,29(6):31—34.

[2] 王贵彦,吴玉红.转基因作物对农户生计影响的实证分析——以转基因抗虫棉为例[J].河南农业科学,2007(4):29—34.

[3] 张林生,俞嘉宁,曹让,等.转基因植物在农业上的应用[J].西北植物学报,2002,22(4):1011—1017.

[4] Ye X, Al-Babili S, Kloti A, et al. Engineering the provitaminA (Beta-carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm[J]. Science, 2000, 287(5451): 303—305.

[5] 苏明玉,王雪表,张艳锋,等.转大豆DNA获得小麦高蛋白材料及品质分析[J].郑州大学学报:理学版,2002,34(3):46—49.

[6] 王军卫,杨风萍,陈绪清,等.外源脱水应答转录因子DREB基因在转基因小麦中的诱导型表达与抗干旱生理效果研究(英文)[J].遗传学报,2006,33(5):468—476.

(下转第34页)

[7] Provencher L M, Miao L, Sinha N, *et al*. Sucrose export defective1 encodes a novel protein implicated in chloroplast-to-nucleus signaling[J] . Plant Cell, 2001, 13(5): 1127—1141.

[8] Hofius D, Hajirezaei M R, Geiger M, *et al*. RNAi-mediated tocopherol deficiency impairs photoassimilate export in transgenic potato plants[J] . Plant Physiol, 2004, 135(3): 1256—1268.

[9] 胡英考. 植物维生素 E 合成及其生物技术改良[J] . 中

国生物工程杂志, 2004, 24(1): 32—35.

[10] 欧阳青, 蔡文启. 天然维生素 E 的生物合成途径[J] . 植物生理学通讯, 2003, 39 (5): 501—507.

[11] 潘卫东, 李晓峰, 陈双燕, 等. 植物维生素 E 合成相关酶基因的克隆及其在体内功能研究进展[J] . 植物学通报, 2006, 23(1): 68—77.

[12] Hofius D, Sonnewald U. Vitamin E biosynthesis: biochemistry meets cell biology[J] . Trends Plant Sci, 2003, 8: 6—8.

(上接第 7 页) 志愿者等各类科普活动, 发展一批农村科普试验、示范基地。以提高农村科技创新能力为目标, 加快培养一支高层次的农村科技创新队伍。通过项目引导等方式, 进一步培养一批涉农学科带头人和一批高层次的科技开发、服务人才; 鼓励企业引进和培养技术创新人才; 为加强农村科技人才国际交流创造条件, 逐步形成符合新农村建设要求的农村科技创新人才梯队。

参考文献:

[1] 张五钢. 工业反哺农业, 城市支持农村——社会主义新

农村建设的必由之路[J] . 河南农业科学, 2007(1): 13—14.

[2] 侯永平, 张霖. 社会主义新农村建设要以农村人力资本投资为根本[J] . 内蒙古农业科技, 2007(6): 6—8.

[3] 梁贤, 林涛. 新农村建设的路径创新研究[J] . 河南农业科学, 2007(12): 5—6.

[4] 汤文华. 建设社会主义新农村的重要举措——开发农村人力资源[J] . 内蒙古农业科技, 2006(5): 20—22.

[5] 张良. WTO/TBT 协定对河南省农业的影响与对策[J] . 河南农业科学, 2003(10): 26—28.

(上接第 13 页)

[7] 沈法富, 于元杰, 尹承俏. 抗盐碱罗布麻 DNA 导入棉花的研究[J] . 棉花学报, 1995(1): 18—21.

[8] 林川. 美国科学家用玉米基因提高水稻产量[N] . 科学时报, 2000—04—11.

[9] 尹钧, 任红萍, 李志岗, 等. 转基因抗穗发芽小麦的获得[J] . 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2007, 33(31): 67—71, 8.

[10] Cattaneo M G, Yafuso C, Schmidt C, *et al*. Farm-scale evaluation of the impacts of transgenic cotton on biodiversity, pesticide use, and yield[J] . Proc Natl Acad of Sci, 2006, 103(20): 7571—7576.

[11] 贾士荣, 郭三堆, 安道昌. 转基因棉花(“863”生物高技术丛书)[M] . 北京: 科学出版社, 2001.

[12] Brookes G, Barfoot P. GM Crops: The global economic and environmental impact—the first nine years 1996—2004[J] . Agri Bio Forum, 2005, 8(23): 187—196.

[13] 贾士荣, 金茈军. 国际转基因作物的安全性争论——几个事件的剖析[J] . 农业生物技术学报, 2003, 11(1): 1—2.

[14] 王国英. 转基因植物的安全性评价[J] . 农业生物技术学报, 2001; 9(3): 205—207.

[15] Cerdeira A L, Duke S O. The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops: a review[J] . Journal of Environmental Quality, 2006, 35(5): 1633—1658.

[16] 钱方, 高志芳, 滕木子, 等. 转基因作物的安全标记基因[J] . 河南农业科学, 2007(7): 17—20.