

转基因作物对美国农业可持续性的影响*

美国国家研究委员会生物技术对农业经济及可持续性影响委员会

译者:李雅坤¹,王瑞懂¹,齐振宏¹,陈浩²

(1. 华中农业大学 经济管理学院,湖北 武汉 430070;2. 华中农业大学 生命科学技术学院,湖北 武汉 430070)

摘要 美国转基因作物商品化已历经了 14 年的发展,2000—2004 年美国国家研究委员会发布了若干报告评估其对环境及人类健康产生的影响。为了填补转基因作物对农场层面影响的研究空白,美国国家研究委员会发起了这项研究,并于 2010 年发布了一个最为全面的评估转基因作物对美国农业可持续发展影响的报告。报告仅针对科学问题发表观点,在对基于同行评议的文献研究基础上做出总结与建议。研究表明转基因技术为美国农民带来了巨大的环境和经济效益,而有关社会效益的研究尚未被涉足。报告还阐明了转基因作物未来面临的机遇与挑战,并就如何发挥该技术的潜力从作物管理、未来研究方向和发展方面提出了建议。

关键词 转基因技术;转基因作物;美国农户;美国农业可持续发展

中图分类号:F33.0 **文献标识码**:A **文章编号**:1008-3456(2010)05-0028-08

一、研究概要

随着基因工程技术在农业中的运用,作物改良科学进入到一个崭新领域。分子生物学和细胞生物学的发展使得科学家们可以将某种作物所需的性状从其他物种转移到该作物中,这种在不同物种间实现基因转移的技术是一次极大的飞跃,远远超越了以前只能在近缘种间转移所需性状的植物育种技术。转基因技术最常用的性状是植物的抗虫性或抗除草剂,植物的抗虫性可以减少虫害造成的产量损失,而抗除草剂性状可以使除草剂在不危害作物的前提下广谱性地杀灭杂草。在美国,这些性状已应用于大豆、玉米和棉花等作物中的大部分品种。

自 1996 年转基因作物开始商品化以来,美国转基因作物发展迅猛。2009 年,美国国内转基因大豆、玉米和棉花的种植面积分别超过总种植面积的 80%。美国国家研究委员会的一些报告已经指出了转基因作物对环境和人类健康的影响(这些报告包括:《转基因食品的安全性:评估健康受非预期因素影响的方法》(2004)、《转基因植物对环境的影响:条例的适用范围与充足性》(2002)、《转基因生物生态

监测:研讨会综述》(2001)、《转基因抗虫植物保护:科学与管理》(2000))。然而,农业生物技术对农场层面,即农户所产生的影响受到的关注比较少。为了填补这一信息空白,国家研究委员会利用自有资金发起了一项关于转基因作物如何影响美国农民的研究,内容涉及农民收入、农业生产、生产决策、环境资源和个人生活质量等方面。该研究报告丰富了之前对转基因技术的审视视角,是关于转基因作物对美国农业可持续发展影响的第一个最为全面的评价报告(说明框 S-1)。

在对任务进行说明时,委员会选择了从环境、经济和社会等三个方面分析转基因作物对农场层面的可持续发展产生的影响。为了获得更全面的结果,委员会将“农场层面”定义为不种植转基因作物和种植转基因作物的所有农户,因为转基因是一项应用范围很广的技术,它对农业生产的影响包括了这两种类型的农户。因此,在所有可用的经过同行评议的研究文献的基础上,报告对 14 年来美国农户所有与转基因作物种植有关的环境、经济和社会有利的和不利的进行了总结,概括了转基因作物对农业可持续发展的影响,并指出了需要进一步研究的工作。由于环境、经济和社会影响方面的一些信

收稿日期:2010-07-18

* 美国国家研究委员会 2010 年报告,http://www.nap.edu/catalog/12804.html.

译者简介:李雅坤(1987-),女,硕士研究生;研究方向:企业管理。E-mail:joyia8765@163.com

说明框 S-1

任务说明

国家研究委员会将针对生物技术在农场层面上所产生的影响进行研究,内容包括转基因作物带来的经济效益和对生产者决策、农业生产活动以及农业可持续发展产生的变化。

该研究将:

- ▶ 对与转基因作物给美国农业生产和经济影响有关的已发表文献进行综述和分析;
- ▶ 对转基因作物对农业生产和投入(例如杀虫剂和除草剂的使用、土地和水资源管理制度)产生的变化进行调查与分析;
- ▶ 对农户关于转基因作物采纳的决策进行评估。

报告在取得一致意见后,委员会将公布研究结论,并指出未来植物和动物生物技术应用将对农业生产者决策可能产生的影响。

息空白,转基因作物可持续性的全面评价工作仍在进行中。

在科学问题和意识形态领域,转基因技术不断引发争议。该报告仅针对科学问题发表观点,并且是基于同行评议的研究文献的“证据”标准来进行总结与建议的。转基因性状的发展或许还不足以证明是解决农业所面临挑战的一个经济有效的方法,但是,对其可能存在的影响和相关效能进行总结和研究的很有必要的。因此,该报告对转基因作物未来面临的机遇与挑战进行了详细阐述,并针对提高转基因技术潜力的充分发挥,在作物生产、未来研究和发展方向等提出了建议。

二、主要研究成果

该调查结论在该研究报告中的顺序仅反映了报告的结构组成,并不包含任何相对重要性顺序隐含结论。委员会发现,从总体情况来看,与不使用转基因技术的传统农业相比,转基因技术为美国农民创造了巨大的环境和经济收益。但是收益并不是绝对的,某些收益可能会随着时间的推移而下降,并且随着转基因技术应用于越来越多的作物,转基因技术发展中的各种潜在收益与风险也许会越来越大。农业生物技术的社会效益大部分还未得到有效发挥,部分原因是由于缺少相关研究的支持。

1. 环境影响

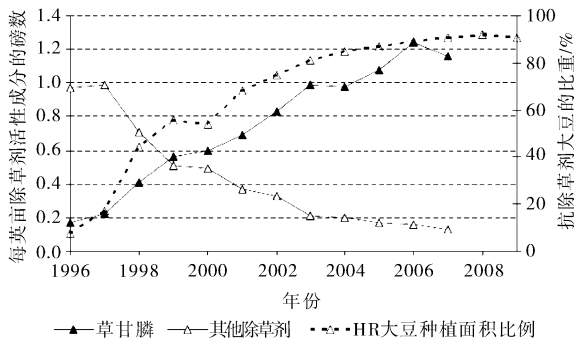
总体来看,转基因作物对环境产生的不利影响要少于传统种植作物对环境的影响。由于杀虫剂的使用而产生的对非靶标生物的毒性,或对土壤、水体

环境产生的毒性残留,转基因田地都明显低于非转基因和非有机农业的田地。然而,农户有可能只将转基因技术当作治理害虫的一种工具,从而降低了转基因各种性状的效用,并有可能增加对环境产生不利影响。

研究成果①:当种植抗除草剂转基因作物后,大部分农民选择用草甘膦来代替其他毒性更大的除草剂,然而对草甘膦的严重依赖正在降低它的除草效用。

与其他除草剂所不同的是,草甘膦几乎可以除掉绝大多数杂草,而对动物或者土壤、水质不会产生大的不利影响。同时,它也是大部分转基因抗除草剂作物可以抵抗的除草剂。转基因抗除草剂作物商业化以后,农户开始在作物出苗后用草甘膦代替其他除草剂(图 S-1, S-2 和 S-3)。然而,转基因抗除草剂作物广泛种植后,对草甘膦依赖性的增加在一些情况下降低了其效用。在那些仅仅依靠反复使用草甘膦来控制杂草的地区,抗草甘膦杂草已经出现。从 1996 年开始种植转基因抗除草剂作物以来,在美国已经出现了九种抗草甘膦杂草,而自 1974 年除草剂商业化发展以来,全球非转基因作物种植区仅出现七种抗草甘膦杂草。而且,不易受草甘膦影响的杂草群体开始在种植转基因抗除草剂作物的农田里,特别是仅依赖草甘膦进行杂草治理的农田里逐渐占据主导地位。

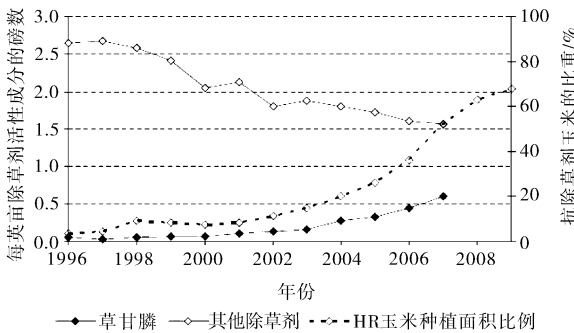
研究成果②:转基因抗除草剂作物有利于实施保护性耕作措施,从而减少了耕作对土壤和水质产生的不利影响。



注:转基因抗除草剂大豆种植面积所占比例的上升、草甘膦使用的增加和其他除草剂使用的减少之间的强相关性暗示(但不能明确证明)这些变化之间存在因果关系。

资料来源:美国农业部国家农业统计局,2001;2003,2005,2007,2009a,b;Fernandez-Cornejo 等,2009。

图 S-1 大豆抗除草剂的使用量和转基因抗除草剂大豆种植面积所占比例

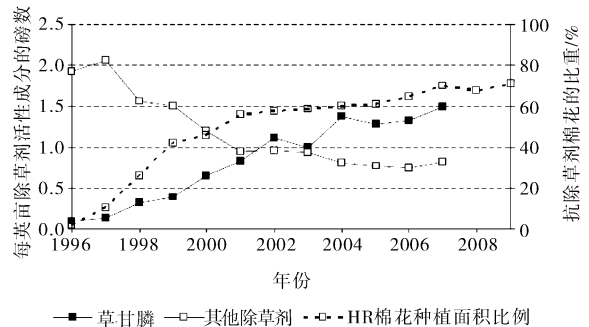


注:转基因抗除草剂玉米种植面积所占比例的上升、草甘膦使用的增加和其他除草剂使用的减少之间的强相关性暗示(但不能明确证明)这些变化之间存在因果关系。

资料来源:美国农业部国家农业统计局,2001;2003,2005,2007,2009a,b;Fernandez-Cornejo 等,2009。

图 S-3 玉米抗除草剂的使用量和转基因抗除草剂玉米种植面积所占比例

传统农业中,农民通过耕地的方式在杂草结种前阻断其生长周期,从而达到杂草防治的目的。但是,通过耕地来管理杂草的方式会降低土质,加速水土流失,耕作后的土地板结会降低水的渗透能力,导致沉积物和化学物质对地表水的污染。而保护性耕作保留至少 30% 的作物残茬,使得更多的有机质留存在地表,从而减少对土壤的破坏,改善土质和水的渗透性,减少水土流失。转基因抗除草剂作物的种植使农民可以用草甘膦代替耕地来治理杂草,从而改善土质,尽管没有详细的研究,它在很大程度上也有利于水质的提高。但是,有实验证据表明转基因抗除草剂作物和保护性耕作之间存在相互的因果关



注:转基因抗除草剂棉花种植面积所占比例的上升、草甘膦使用的增加和其他除草剂使用的减少之间的强相关性暗示(但不能明确证明)这些变化之间存在因果关系。

资料来源:美国农业部国家农业统计局,2001;2003,2005,2007,2009a,b;Fernandez-Cornejo 等,2009。

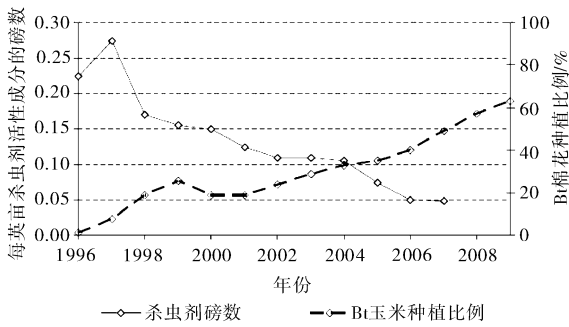
图 S-2 棉花抗除草剂的使用量和转基因抗除草剂棉花种植面积所占比例

系,那些采用保护性耕作的农民比采用传统耕作的农民更易于采纳转基因抗除草剂作物;而种植转基因抗除草剂作物的农民比那些使用非转基因种子的农民也更易于采用保护性耕作方式。

研究成果③: Bt 玉米和 Bt 棉花针对特定靶标昆虫的抗性非常成功,并且这种能力会继续得到扩展。转基因抗虫作物的种植可以减少杀虫剂的使用。到目前为止,对 Bt 作物出现抗性的昆虫还比较少,没有产生相关的经济和农业方面的影响。在美国,有两种昆虫对 Bt 作物产生了抗性。

Bt 毒蛋白来自于土壤中的苏云金芽胞杆菌,当蛾子、蝴蝶、蚊蝇、和甲虫类等物种的幼虫摄取毒蛋白后具有特异的致死性。因此,在农作物中转入特定靶标昆虫的 Bt 毒蛋白,取代以前不考虑昆虫种类而使用的广谱性杀虫剂,产生了很好的环境效应。而以前的杀虫剂可以杀死包括像蜜蜂、捕杀害虫天敌之类的益虫在内的大多数昆虫。每英亩杀虫剂的使用量与 Bt 玉米和棉花的种植面积呈负相关(图 S-4 和 S-5),但是由于其他因素对杀虫剂使用模式的影响,这种因果关系不是很确定,甚至是否定。

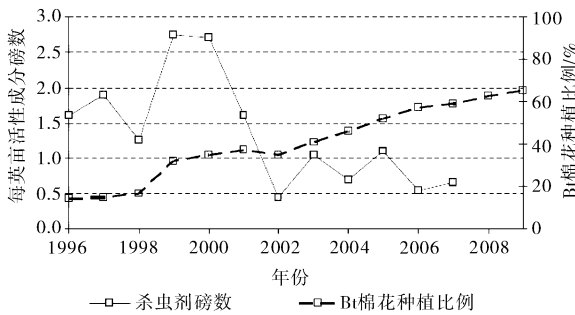
自 1996 年被应用以来,转基因抗虫作物迅速发展,并继续表现出良好的抗虫性。统计资料显示,足够的非 Bt 作物庇护所和昆虫抗性的隐性遗传是影响抗性进化的两个关键因素。美国环境保护局要求实施的庇护所策略以及行业组织对这些策略的推动促进了庇护所策略的应用,延缓了关键害虫对 Bt 抗



注：Bt 玉米种植面积所占比例的上升和每英亩杀虫剂使用量的减少之间的强相关性暗示(但不能明确证明)它们之间存在因果关系。

资料来源：美国农业部国家农业统计局,2001;2003,2005,2007,2009a,b;Fernandez-Cornejo 等,2009。

图 S-4 每英亩杀虫剂使用量和 Bt 玉米种植面积所占比例



注：Bt 棉花种植面积所占比例的上升和每英亩杀虫剂使用量的减少之间的强相关性暗示(但不能明确证明)它们之间存在因果关系。

资料来源：美国农业部国家农业统计局,2001;2003,2005,2007,2009a,b;Fernandez-Cornejo 等,2009。

图 S-5 每英亩杀虫剂使用量和 Bt 棉花种植面积所占比例

性的进化。不过,美国已经有两类害虫的某些种群对 Bt 作物产生了抗性,尽管它们对农业和经济产生的影响很小。随着新的杂交品种中聚合 Bt 毒蛋白的出现,害虫对 Bt 作物产生抗性的可能性将会进一步减小。

研究成果④：由于美国不存在玉米和大豆的野生近缘种,而棉花也只有局部地区才存在野生近缘种,对于这三大转基因作物,到目前为止还无需担忧其向野生近缘种间的基因漂移。对于其他转基因作物,情况随物种的不同而不同。但是,对于那些依靠产品的非转基因特性获取市场的农民来说,转基因作物向非转基因作物的基因漂移问题令人关注。随着转基因运用于越来越多的作物,基因漂移带来的

潜在风险可能会增加。

大部分转基因作物与野生近缘种间发生基因漂移的程度都很低,一方面是因为美国转基因作物不存在野生近缘种群,另一方面是因为农作物和其近缘种群空间重叠的范围非常小。二者关系的变化取决于是哪种转基因作物进行商业化种植,是否存在可以杂交的近缘物种,以及这种种间杂交对杂草治理产生的影响。对于那些严格遵守不含转基因成分标准进入市场的农民来说,同一作物中被转基因对非转基因品种产生的基因漂移(属于偶然情况)仍是一个非常关切的问题,而解决这一问题需要确定非转基因作物包括有机作物中转基因成分的阈值,但同时对种植者和市场系统又不增加额外成本。

2. 经济影响

随着转基因作物商品化的迅速发展,农民所得的利益是相当可观的,而且在总体上超过种子和其他相关费用所产生的额外技术费用。与转基因作物相关的经济收益和成本不仅仅只影响采用该技术的农民,而且随着美国和世界各国持续不断采用这项技术而发生更广泛的影响。

研究成果⑤：通过种植转基因作物,农民能够降低生产成本并获得更高的产量,大多数情况下是因为能够在除草上获得更多的成本效益并减少虫害造成的损失。许多农民都从经济上受益于 Bt 作物的采用,这样他们会减少杀虫剂的使用或用更便宜的杀虫剂来替代,特别是在那些害虫数量众多且难以防治的地区。

农民采用基因工程技术后收入得到提高,这得益于产量有了保证以及生产成本降低的共同作用。抗除草剂作物本质上并没有大幅增加作物产量,但它们的使用降低了除草成本,特别是在那些尚未产生草甘膦耐药性杂草的农场。一开始引种抗除草剂作物,有时会发现产量不高,但此后在高产栽培品种中转入抗除草剂性状,特别是转基因技术的提高都有助于消除产量上的差异。在对 Bt 毒蛋白敏感的虫害发生严重的地区,农民因采用具有高产和抗虫的转基因抗虫作物而增加了净收入。在 Bt 作物引入前,大多数农民宁愿接受欧洲玉米螟造成的产量损失也不愿去承担化学防治的费用及其防治效果的不确定性。用以解决玉米根虫问题的 Bt 性状已经减少了处理土壤和种子的杀虫剂的使用量。在高感

Bt 昆虫种群的地区,已经证实 Bt 棉花能保证产量并减少杀虫剂的使用。农民采用更有效的杀草和害虫防治方法,这意味着他们再也不必经常使用杀虫剂或耕地除草。从成本角度看,也减少了喷洒杀虫剂费用、使用劳动力的花费以及操作设备所使用燃料费用的支出。

研究成果⑥:采用转基因作物能增加员工安全,使农场管理更简化和灵活,即使在转基因种子的成本高于非转基因种子的情况下,农户也能获益。具有更多新性状的转基因作物新品种能减少使用者的生产风险。

购买转基因种子的农民需要支付技术费用——即种子研发者收回研发成本并赚取利润的一种手段。所以,转基因公司的种子比传统种子通常要贵一些,并且高产量和低种植成本所带来的净回报也并不总是足以抵消使用该技术的费用。然而研究发现,转基因农作物仍然被广泛采用,其中部分原因可以归纳如下:农场主们对提高员工安全的重视,可以使农场管理更简单、更灵活(包括更多的农场外的工作机会)和更低的种植风险。农场主和员工们不仅能够减少接触转基因作物种植以前使用除草剂和杀虫剂所含有害化学物质的机会,还能节省喷洒杀虫剂的时间。由于草甘膦可以在比较长的一个时间范围内使用(即不需要在特定的时间点使用),农场主在使用除草剂时会更加灵活。不过这些做法所带来的好处需要同它所带来的风险进行权衡,因为这种灵活随机的除草方式也许会带来潜在的减产风险。新的转基因品种具有多种的抗虫性状也许能带来更持久的虫害治理成效,同时也会增加产量的稳定性,这一特征对那些风险规避型的农民来说具有非常重大的价值。而采用转基因技术所得到的这些额外好处也许可以减少农户转基因种子较贵的顾虑。

研究成果⑦:转基因作物对大豆、玉米和棉花种植农户面临的价格的影响还不太明了。

研究表明采用能增加产量的转基因作物最终将减轻农作物市场的价格压力。但是更早采纳户能以更高产量和更低生产成本比非采纳户(即使是价格)获益更多。随着采纳户增多,利润会变薄,从而促进技术不断向前发展。所以,美国的农场主们作为第一批采纳者已经广泛地从经济方面获得利益,而这

正是基于美国在其他国家种植转基因作物之前就已经开始研发并进行了商业化的事实。发展中国家使用转基因作物的程度将影响其产量和价格,所以美国农户收入并不能完全确定。在全球基因工程技术采用日益增加的背景下,近年来遗传工程技术对经济影响的研究仍然不足。

研究成果⑧:在一定程度上,转基因作物对非转基因种植户将产生一定的经济影响是可以理解的,其影响结果是喜忧参半。总的来说,上述影响还没有得到充分研究。

转基因作物种植户的决定影响着投入要素的价格和选择,而且他们的决定既能影响使用含转基因成分的饲料和转基因产品的农户,也能影响选择不种植或无法种植转基因作物的农户,对于后者影响的研究并不广泛。家禽牲畜养殖户大多是玉米和大豆的购买者,所以他们是采用转基因作物后价格下降的主要受益人。对养殖户而言,饲料成本几乎占可变成本的一半,所以即使很小的价格波动也会对他们的净收益产生很大的影响;同时,养殖户们还会因谷物霉菌毒素降低带来的饲料安全性而增加收益。不过,目前尚无关于采用转基因作物给他们节约成本、生产效益等所带来影响的量化研究;同样,一些其他的由经济理论预测得出的经济影响也未得到证实。

有利和不利的外在表现不仅仅只局限于与投入相关的成本和收益上,在某种程度上,转基因技术成功地减少了田间的虫害压力,而区域性的非转基因农作物种植户能从害虫数量减少中受益,因为虫害控制成本随之下降。不过在种植转基因作物地区的非转基因种植户仍可能受到已产生抗药性的杂草和害虫困扰。当这种情况发生时,农户们可能需要付诸额外的、潜在的毒性更强的毒素或更贵的控制虫害的方法来对付这些具有抗药性的害虫,即使这种做法不会导致害虫抗药性的进化。

偶然的转基因向非转基因作物品种的基因漂移会增加生产成本。基因漂移能通过如下途径发生:不同田块的转基因与非转基因植物交叉授粉;转基因与非转基因种子混合播种;上季作物收获后残留种子发芽(自生苗)。同理,若转基因性状掺入到亲缘杂草中,则对于有这类杂草生长的所有田间的杂草控制费用将会上升,对于转基因与非转基因种植

户而言将遭遇同样的境况。此外,转基因性状的基因漂流到有机作物可能会损害有机作物的价值,因为这些出售到国外或高端市场的有机食品极力渲染生产中限制或不允许使用转基因原料。过去五年中,其影响程度并未得到记录。另一方面,转基因性状与有机作物隔离可能有益于有机作物生产者,因为这样就给他们创造了一个市场,在这个市场中他们能够因种植非转基因作物获得额外补贴。

3. 社会影响

采用转基因作物,如同以农场为单位采用其他技术一样,是一个动态的过程,这个过程不仅影响着农场主之间的社会关系网、农产品供应链相关利益者以及农场主所在的更广泛的社区,而且反过来被这些因素影响。然而,转基因作物种植带来的社会影响被大大忽视了。

研究结果⑨:对早期农业技术发展的扩散的研究表明,基因工程技术的扩散同样也会既产生有利的社会影响也会产生不利的社会影响。然而,这些影响没有得到确认或深入研究。

因为转基因作物被迅速而广泛地采用,我们可以合理地假设对转基因作物采纳户和非采纳户,以及使用转基因产品的农户(如家禽牲畜养殖户)产生了社会影响。例如,根据早期对于农业新技术引进的研究结果,一些农户可能因少有机会接触转基因农作物而无法从中受益。这些农户包括那些难以得到贷款的农户,几乎没有与大学或私营机构研究人员有接触机会的农户,或者是那些为狭小市场种植作物的农户。农业基因工程技术的引入可能影响劳动力动态、农业结构、社区生存能力以及农场主之间、农场主与信息 and 原材料供应商之间的关系。不过,由于这方面的研究很少有人涉及,转基因作物扩散带来的影响程度还无法确定。

研究成果⑩:私营企业出售转基因种子的市场专营条款对于种植转基因种子农民的财富并没有产生不利影响。然而,现行研究需要调查市场结构将如何演化并影响非转基因或单一性状转基因种子的采用。另外,对于种子供应商的日益市场集中化倾向将如何影响总体产量增益、作物的遗传多样性、种子价格以及农户种植决定与选择等方面的研究还很少。

20世纪以来,美国种子行业经历了从一开始的

小型家庭企业,演化到依靠大学科学家繁育种子增加种子供应的模式,再发展到整个市场只有少数几家大型、多种经营的公司垄断的模式。高校对于种子研发仍然在做出贡献,但那些私营种子公司对大田种子市场中受专利权保护的转基因种子的研发和商业化投入了大量资金。所以,在过去的几十年中,玉米、大豆和棉花的研究都得到了私有企业的高度重视。大型的种子公司并没有将转基因商业化向其他作物上发展,这是因为这些作物的市场容量不够大,无法抵消必须的研发成本,或出于对有关消费者接受程度以及基因漂流的担忧。公共研发机构仍然继续加强对其他作物的遗传基础的研究,但无法取得也许能使这些作物在小型市场中获益的成熟技术(如遗传工程),因为这些核心技术受专利权保护而无法被获取。

自从转基因作物引入之后,在最初的数年研究中并未发现种业市场力量的联合对农户经济效益有不利影响。然而,目前转基因育种技术的发展趋势引发了一些农户的担忧,他们担心购买无转基因作物或只需要特定转基因作物的种子将会受到限制。此外,农民的参与的不足及对正在被研发的性状缺乏了解的问题也日益受到关注。虽然,该委员会无法找到已发表的同行评议文献中关于美国农户购买非转基因种子途径的自主程度和种子质量的材料,但呈交给该委员会的证据表明,对某些农户来说,非转基因种子或非转基因性状的聚合种子的购买可能受限,或者他们只能购买那些比转基因新品种产量低的老品种。

三、结论及建议

结论 1:转基因抗除草剂作物的田间杂草问题将更常见,因为在单一使用草甘膦作为除草剂的地区,杂草对草甘膦产生抗药性,或建立一个不易受草甘膦影响的新的杂草群落。虽然耐药性进化与杂草种群变迁问题并不是转基因抗除草剂作物所独有的,已有的报道证明,这些问题会降低这个对环境影响很小的杂草防治方法的效果。杂草对草甘膦的耐药性可能会导致农民重新返回到耕地除草方式和使用潜在毒性更大的除草剂。

大量的新转基因抗除草剂品种目前正在研发,在其商业化后可能向种植者提供其他杂草控制方

法。不过,这些转基因新品种的可持续性也会是一个问题。如果仍像当前转基因抗除草剂品种那样采用相同的方式管理,除草剂抗性进化和杂草种群变迁等类似问题也许会同样出现。因此,使用转基因抗除草剂作物的农民应采用多种的杂草治理的方法,如轮换除草剂、除草剂施用顺序、多种除草剂混合施用;使用具有不同作用模式、施用方法以及持久性的除草剂;使用耕作和机械的控制措施,以及采用能使抗除草剂杂草扩散最少的清洁设备和收割方式等。

建议 1:联邦政府和州政府机构、私营机构的技术研发人员、大学、农民的组织及其他有关的利益相关者,应合力调查杂草抗药性问题,开发能持久节约成本的管理程序和做法,保留转基因抗除草剂作物杂草控制的有效性。

结论 2:鉴于农业是地表水污染的最大来源,抗除草剂技术以及配套的保护性耕作措施带来的水质改善是转基因作物带来的最大的单一环境效益。但是,跟踪并分析这些影响的基础设施尚不到位。

建议 2:美国地质调查局及它的伙伴联邦和州环保局应该获得必要的财政资源用以调查和记录转基因作物采用后对水质环境的影响。

结论 3:对转基因作物种植户和非种植户的环境、经济和社会影响已随着时间的变化而变化,尤其是因为害虫对转基因作物的反应,种子行业的整合,以及将转基因性状转入大多数玉米、大豆和棉花品种中等而发生了更多的变化。但是,对于不断变化的市场条件产生的环境和经济效应,以及对农户决策的实证研究没有能保持同步。此外,转基因作物对养殖户和非采纳户生产的社会影响也少有研究。还有一系列问题需要作进一步深入调查和分析:种植转基因作物后导致非种植户害虫控制方法的转变成本和收益;有机作物种植户通过定义他们的产品为非转基因农作物带来的市场机遇;种植转基因作物对养殖户产生的经济影响;农户、营销人员和生产商意欲把批准的或未批准的转基因作物进入限制性市场的成本。随着更多转基因性状得以开发和被加入现有的其他作物中,了解它们对所有农民的影响对确保该技术促进美国农业环境、经济和社会的可持续发展变得更加重要。

建议 3:公共和私营研究机构应拨出足够资金,

以监察及评估当前和正在发展中的生物技术对环境、经济和社会产生的重大影响,以保证该技术研发人员、政策制定者和农民可以作出决定来确保基因工程对农业可持续发展作出贡献。

结论 4:商业化的转基因性状在病虫害防治上有很好的应用,它们有效地减少病虫害,给农民带来经济和环境方面的好处。但是,基因工程可以应用到更多的作物上,以一种新的方式超越除草剂、杀虫剂的作用,而达到更多元化的目的。结合适当的管理,基因工程技术还可以通过应用于其他作物来减少产量损失,以及研发具有耐旱性性状品种等途径帮助解决粮食安全问题。农作物生物技术还能解决“公共物品”问题,而公共物品问题仅在市场机制作用下将会供应不足。一些公司正在研究转基因性状来解决公共产品问题,但是,由于这些公司不能获得农场之外的创新收益,使得他们的研究与开发缺乏动力吸引足够的投资。因此,这些转基因性状的发展将需要公营和私营机构之间的更大合作,因为它所带来的利益范围已远远超出单个农民而上升到整个社会层面。对满足人类和环境的安全标准的转基因性状的发展和商业化定制适当的监管,减少不必要的开支,将有助于加快这些性状的转基因应用。

建议 4:政府应该支持那些有资质的公共和私人研究机构培育可以为公众提供宝贵资源但是私人还没有足够理由来投资这个潜在的未充分开发的市场的转基因作物。在开发主要农作物新品种过程中应继续实施知识产权专利保护制度。此外,应集中关注扩大私营机构和公共部门在使用基因工程技术解决公共问题上的视野。可以提供此类公共产品的转基因作物包括但不限于以下几类:

- ▶ 通过种植改进氮磷利用率的作物,减少化肥使用给非农业水体造成的污染;
- ▶ 研究固氮作物减少化肥使用带来的污染;
- ▶ 研究开发提供新能源原料的作物;
- ▶ 研究降低地区水资源消耗的作物;
- ▶ 研究提高营养品质,更加健康的作物;
- ▶ 研究能适应不断变化的气候条件的耐逆境作物。

参 考 文 献(略)

The Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States

Committee on the Impact of Biotechnology on
Farm-Level Economics and Sustainability of National Research Council

Translators: LI Ya-kun¹, WANG Rui-dong¹, QI Zhen-hong¹, CHEN Hao²

(1. *College of Economics and Management, Huazhong Agricultural
University, Wuhan, Hubei, 430070;*

2. *College of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural
University, Wuhan, Hubei, 430070*)

Abstract The use of GE crops in the United States has been through 14 years since their introduction and several National Research Council(NRC) reports have addressed the effects of GE crops on the environment and on human health during 2000 to 2004. However, the effects of agricultural biotechnology at the farm level have received much less attention. To fill that information gap, the NRC initiated the study and released the first comprehensive assessment of the effects of GE-crop adoption on farm sustainability in the United States. This report addresses just the scientific questions and is based on peer-reviewed literature to form conclusions and recommendations. In general, the committee finds that genetic-engineering technology has produced substantial net environmental and economic benefits to U. S. farmers; however the social effects of agricultural biotechnology have largely been unexplored. This report details the challenges and opportunities for future GE crops and offers recommendations on how crop-management practices and future research and development efforts can help to realize the full potential offered by genetic engineering.

Key words genetically-engineered technology; GE crops; U. S. farmers; U. S. agricultural sustainability

(责任编辑:金会平)