



News & Focus

转基因作物

Lance A. Davis

Senior Advisor, US National Academy of Engineering

自20世纪70年代重组DNA操作技术得到初步发展以来,转基因(GE)作物就一直备受争议,且频繁出现在大众媒体中,偶尔成为热门的话题,一些人期盼转基因作物的研究取得巨大进展,从而消除世界饥荒,一些人对将转基因产品作为食物和饲料感到忧虑,还有一些人担心转基因物种的出现会破坏环境。美国科学院、工程院和医学院于2016年5月17日发布的一篇名为《转基因作物:经验与展望》(*Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects*)的报告再次将转基因作物问题带到大众的视线之中[†][1,2]。

报告重点探讨了世界各国政府和民众在接受还是拒绝转基因作物方面所持的不同态度,以及用新特性对作物进行处理的监管体系。报告回顾了转基因作物相对较短的历史,并探讨了未来可能发生的情况。最重要的是,报告回顾了许多已发表的研究结果,来搜集转基因作物对人类或动物的健康产生不利影响的证据,结论是:没有发现相关证据。美国科学院、工程院和医学院也没有发现转基因作物与环境问题之间存在任何因果关系。自从转基因作物于1995年进入市场以来,现已过去了20多年,虽然不排除经过较长潜伏期才会显现的负面效应,但至少迄今为止,没有发现转基因作物产生的任何明显的不利影响。

美国科学院、工程院和医学院为了将由重组DNA技术获得的作物与其他作物进行区分,称前者为“转基因”作物。许多其他机构,特别是在欧洲,称之为“遗

传修饰生物体”(genetically modified organism, GMO)。事实上,即使是在大量种植和消费GE/GM(genetically modified)作物的美国,最受欢迎食物商品标签仍然是“*No GMO*”(非转基因)。人们培养转基因作物的原理来自于数千年来,人类通过选择和培育具有最优良特性的物种,改良了作物的基因(可被归类为传统农业)。事实上,美国科学院、工程院和医学院指出,随着常规育种的发展,逐渐不再支持以传统生产方式或基因工程来区分新的作物。

1974年,美国科学院、工程院和医学院在重组DNA分子方面发表了第一篇关于DNA技术的报告,指出了该技术的潜在危害。20世纪80年代,这项技术开始用于植物,学院开始呼吁政府监管机构和公众重视将基因工程应用于农业。在发布专题报告前,学院在1985—2010年间,已针对转基因在农业中的应用开展了10项研究(详见参考文献[1],表1-1,第19页)。在此期间,虽然转基因在农业中的应用不断发展,但来自各方的论战却始终没有减少。事实上,在编撰这份报告的过程中,美国科学院、工程院和医学院倾听了80个利益相关的个人和组织的陈述,收到并审议了700多份来自公众的书面意见,包括支持的意见和表达关切的意见(详见参考文献[1],附录F,第370页)。

1995—2015年,全球转基因作物的种植面积增长至约 $1.8 \times 10^{12} \text{ m}^2$,占全球农田面积的12%。美国的转基因作物的种植面积为 $7 \times 10^{11} \text{ m}^2$,巴西、阿根廷、印度

[†] 这条新闻的目的在于向公众介绍这份有趣的报告。作者尝试概括并稍加点评这份由美国科学院、工程院和医学院发布的异常详细的长篇共识报告。这条新闻本身并非由美国科学院、工程院和医学院正式发布。对该发现或报告结论的任何失实陈述均属无意,且属于作者的责任。读者欲了解详细信息,可参阅参考文献[1]中的正式出版前的完整报告。

和加拿大合起来为 $9 \times 10^{11} \text{ m}^2$ ，剩余种植面积分布在其他23个国家。虽然多种转基因作物已获批种植，但只有三种作物(玉米、大豆和棉花)大规模进入了市场，因此这三种作物占据了全球转基因作物的很大一部分。2015年，全球转基因玉米的种植面积达到了 $5.37 \times 10^{11} \text{ m}^2$ ，约为玉米总种植面积的三分之一；全球转基因大豆品种的种植面积为 $9.2 \times 10^{11} \text{ m}^2$ ，约占全年大豆(图1)总种植面积($1.18 \times 10^{12} \text{ m}^2$)的80%。2014年，美国大约一半的农田种植了转基因玉米、大豆和棉花。

在美国，大量具有各种优质特性的作物通过了监管机构的审批(见参考文献[1]，表3-1，第48页)，但美国 and 全球市场上最常见的转基因特性是抗虫和抗除草剂，有的兼有这两种特性。诱导抗虫性的一个主要例子是将苏云金芽孢杆菌(Bt)的基因掺入作物，产生一种名为Bt毒素的蛋白质，这种蛋白质对食用该作物的昆虫具有致死性。这种技术通常应用于玉米。除草剂抗性已被应用于多种除草剂-作物组合，但最常见的例子还是耐草甘膦的大豆，在市场上被称为农达(Roundup™)。虽然理论上转Bt基因抗虫作物能保证产量(更近似于“潜在”产量，也就是理论上可实现的产量)，但是实际结果却存在很大的不确定性，而且与非转Bt基因品种相比，转Bt基因抗虫作物的增产情况不佳。若与减少杀虫剂的使用相结合，农民采用转Bt基因作物通常能产生良好的经济效益。抗除草剂作物的产量结果也有很大波动性，但是它能更好地抑制杂草生长，因此能有效保证作物产出。

报告提出将转基因特性引入作物以解决问题并不是说“处理完就抛之脑后”，因为持续的进化竞赛随之而来。若缺乏合适的农业管理程序来抑制植物害虫对Bt毒素耐药性和杂草对所选除草剂耐药性的进化，通过引入转基因作物来促进农业发展可能面临风险。

急性健康影响通常很容易被发现，目前尚未发现转基因作物会产生此类影响。如上文所述，在更长期的研究中，也未发现由转基因产生的明显的健康影响。美国科学院、工程院和医学院还记录了人们关心的与癌症发病率相关的粗略观察结果(见参考文献[1]，第137页)。1975—2011年，美国的男性和女性患不同癌症发病率的比较显示，没有证据表明自1996年引进转基因玉米和大豆后癌症的发病率有所增长。并且，由于GE/GM作物和食品在英国通常仍是难以获得的，假设没有其他干扰因素，英国癌症患者的患病率代表了试验的控制组，将使用转基因作物的美国癌症患者的患病率作为对照组。对比了各种癌症的数据之后，没有发现美国人由于使用



图1. 大豆(黄豆)是美国植物油的关键来源之一，公元前11世纪就被引入中国，而且是目前全球蛋白质和油类的主要原料。照片由Scott Bauer提供，可从如下网址获取：<http://www.ars.usda.gov/is/graphics/photos/oct08/k8324-3.htm>。

转基因食品而对健康产生不良影响。

随着转基因作物在过去20年间获得许可并进入市场，重组DNA技术也取得了进步，并为更可控、更有针对性地引进基因改变提供了机会，如CRISPR/Cas9技术(见参考文献[1]，第244页)可用于精确的基因组编辑。随着此类技术的应用和带来的独特改变，对于监管机构而言，确保转基因作物没有潜在危害可能是一项挑战。迄今为止，利用现有技术发现的转基因作物成分发生的改变，比非转基因作物在自然过程中成分发生的改变还要小。更加复杂的技术，如使用代谢组学检验代谢产物，在未来定性新的转基因作物时将很有帮助。新兴的转基因方法是否能通过提高作物的光合作用以及营养利用率进而获得更高的潜在产量，这一点尚不明确。迄今为止，市场上的转基因作物可以维持产量，但与非转基因的同类作物相比并没有更高的潜在产量。

即使有了新的重组DNA技术，传统育种技术(如利用化学或辐射手段诱发基因突变结合破译DNA序列的新工具)也可以用来选择具有新特性的作物，效果实质上等同于通过重组DNA技术获得的作物。在有些监管

体制下，前者不会受到管制，而后者因其生产方式会受到管制。在另外一些监管体制下，产品但凡有新的特性，就会受到管制，而与其生产方式无关。美国科学院、工程院和医学院更青睐基于产品的监管模式，也就是根据产品是否具有新特性来决定是否对其进行管制。

在欧盟和巴西，具体管制是基于产品生产的过程，也就是对基因工程生产作物的过程进行管制。加拿大是监管产品，而不考虑产品的生产方式。美国采用基于产品的方式监管，但产品研发的要素也属于监管对象。在各种各样的监管方式中，还有基于科学的风险评估和政治评估相互作用的监管方式。在美国和加拿大，监管决策是基于技术机构所做的风险评估。在欧盟和巴西，风险评估机构不干涉政治机构的工作。在巴西，转基因作物已通过了政治程序的审批，并且巴西已经成为转基因作物的第二大生产国。欧盟的政治机构需要成员国中的

大多数通过产品审批，并采取预防性措施。不考虑风险评估的有利结果，直至2015年12月，欧盟成员国尚未就转基因作物达成任何多数意见，导致转基因作物在欧洲的培育受到极其严格的限制。最近，欧盟采用了一项选择退出条款，根据该条款，即使大多数国家投票通过，某个国家也可以禁止在本国种植转基因作物。此目的在于使其他支持转基因作物的欧盟国家能够种植通过批准的转基因作物。

References

- [1] Committee on Genetically Engineered Crops: Past Experience and Future Prospects; Board on Agriculture and Natural Resources; Division on Earth and Life Studies; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Genetically engineered crops: experiences and prospects. Washington, DC: The National Academies Press; 2016.
- [2] Distinction between genetic engineering and conventional plant breeding becoming less clear, says new report on GE crops [Internet]. Washington, DC: National Academy of Sciences; c2016 [updated 2016 May 17; cited 2016 Jul 20]. Available from: <http://www8.nationalacademies.org/onpinews/newsitem.aspx?RecordID=23395>.