

非食品类转基因技术在缓步走向成功

《经济学家》编辑部 编著 李海燕 王秦辉 译

原载：《经济学家》，2004年10月9日

非食品类转基因技术已经在很多领域得以运用，但其间仍然障碍重重，任重道远。

对一直居家的欧洲人或澳大利亚人来说，很可能从未食用过任何转基因食品。但是，他可能从未意识到：由于转基因棉花生产的普及，现在身上穿的衣服就可能是用转基因棉花织成的；而且，你服用过的药物就可能是使用转基因技术研制出来的。热衷于反对转基因技术的人，在欧洲和世界其它一些地方，取得了反对在食品中运用转基因技术的胜利，这得益于公众的大力支持。即使那些生产食物类转基因产品的国家，因为害怕失去贸易份额，也会阻碍转基因食品的生产。但是，总的说来，非食物类转基因技术的反对者们正在节节败退。

今年关于转基因的热门话题已经不是呈上升趋势，而是有悄然退却，这种现状听上去似乎有些不太可能。孟山都是美国一家以商业推广转基因技术为主要经营项目的农业技术公司，它成了是转基因反对者的主要攻击目标。该公司决定不把转基因的小麦品种向市场推广，甚至不向美国市场推广，尽管大部分的美国人接受转基因产品。但是食品却成了特例，请人品尝“基因食品”，并把有些人吓得不敢冒险——不管这种危险是真实存在还是凭空臆想出来的——去吃由转基因面粉烤成的面包或汉堡，这还是容易做到的。而要想让人们不穿某种质地的衬衫，可就不那么容易了。然而，针对非食物类转基因技术的论争可能会蔓延到超市或肥牛饲养场。转基因技术在非食物类产品的应用已经让人确信这种技术会存留下去，而且其种种用途正在稳步扩大其应用范围。

从微观的层面来看，细菌结构总是被转变为工业生产用酶，棉花就是至今为止唯一广泛推广的非食物类转基因作物，而其它的非食物类转基因作物却仍在研究中。研究人员正在试图改变马铃薯甚至树木的基因以使其更适合造纸工业；转基因油菜籽可以用来生产更好的洗涤剂或润滑剂。正如澳大利亚科学家已经做过的试验表明：基因也可以进行转变，以期生产更多、更好的羊毛。（尽管如美国一家网站所嘲讽的那样，该试验还未成功，否则，如此富含钨元素的转基因羊毛就可以用做灯丝了。）动物和植物都可以通过转基因而用于制药，虽然作为转基因技术的结果的“生物医药工程”还处于初级阶段，但其商业化的一天迟早会到来的。

对非食物类转基因作物的新用途的研究已经在进行。为了生产生物燃料或生物塑料，可以用玉米或糖而不再用石油做原料，而不需要使用转基因原料。可为什么呢？排废装置是不会拼命喷发出无拘无束的转基因（或其它任何什么基因的）。

然而，转基因技术的发展前景仍未明朗。即便是非食物类转基因技术的推广也会受到大众在感受它的过程中的各种奇异思想的干扰。你可能愿意在油箱里装满转基因生成的燃料，但仍对转基因食品心存芥蒂。反对转基因的斗士们则鼓励你说：如果这样的话，你就应当对这两类转基因产品都说“不”，无论是进入你口中的转基因食品，还是用转基因饲料饲养的牛肉而制成的牛排，或是进入你汽车油箱的转基因燃料。转基因玉米和非转基因玉米的种植地相距不远，前者可能会“污染”后者，所以应当对它喊停了。无论转基因技术可否被视为一种优秀科学成就，其商业价值的争论却是真实存在的：人们可以自己认为对非食物类转基

因作物的恐惧是荒谬的，但是如果众多的消费者着实对其充满畏惧，那么即使是再乖戾的农民也会十分理智地放弃转基因作物的生产。

对转基因棉花的争论却没有引起公众的足够重视，人们的确在食用棉籽油，人造奶油中就明显含有棉籽油，这是因为他们很少把棉花和食品联想在一起。但任何一种谷物就没有棉花这么幸运了。对转基因产品的争论会影响欧洲的生物燃料工程，人们可以接受生物燃料，却无法接受基于转基因技术生产的生物燃料。

但是，不管还存在多少不确定因素，也不管宣传机构如何抵毁它——或态度强硬、或以商榷的态度、或编造谣言，非食物类转基因技术仍在向前发展。的确孟山都公司的转基因种子比其它种子要价高，并试图在使用和供货上享有控制权，而那些第三世界国家农民的代言人则认为这种控制过于严厉。但是，此话不实，比如，该公司（或是其它公司）提供的防虫转基因棉花的产量就并不低。最近在印度西部地区所做的研究报告说，防虫转基因棉花的产量相当高。抛开产量不说，这种棉花肯定可以带来较高的经济效益，因为转基因棉花所需要喷洒的农药量大于少于非转基因棉花。2001年中国对其两个产棉省份的产棉成本做过研究，结果估算出：每公顷（2.5 英亩）转基因棉花要比非转基因棉花在人力和杀虫剂上节省 250 美元，而且，顺便说一下，这还意味着因喷洒农药而受毒害的农民人数也大大减少，这种现象不是偶然。

对转基因作物能否带来实际利润的质疑这个问题，最好的答案来自农民，而不是来自科研人员。根据一份（支持转基因技术的）估算显示，1997年世界上种植转基因棉花的面积是 140 万公顷；去年，达到 720 万公顷。在美国——转基因技术的引进国，目前，75%的棉花是转基因棉花。中国在 1997 年才授权商业性地种植转基因棉花；到 2001 年，转基因棉花种植面积达 150 万公顷，占全国棉花种植面积的 30%；去年，转基因棉花种植面积达到 280 万公顷。印度——世界上最大的产棉国，2002 年才开始种植转基因棉花，在 2003 到 2004 年间，转基因棉花的种植面积不到 10 万公顷。但根据孟山都的合资公司预测，该数字在新季度将翻两番，因为在这一年中该公司已向印度售出价值达 1200 万美元的棉种，而转基因棉花种植面积的扩展实际上比这个预测快得多。

上述这三个国家的数据都是农民选择转基因作物的结果，而不是政府官员或种子供应公司的功劳。反对转基因的人认为第三世界的农民是强迫或是受骗才去种植转基因作物，这种看法毫无根据。只要农民用人民币或卢比算收入，他们就会欣然接受转基因技术。

认为推广转基因农作物的真正受益者是伤天害理的孟山都跨国公司，这种观念当然是不正确的，不必多说了。事实上，就供应种子方面，孟山都就有其竞争对手。它在欧洲的一家大的竞争对手就是总部设在瑞士的 Syngen 公司，今年 8 月，该公司与美国一家主导市场的种子公司 Dela and Pine land 公司签署了协议，逐步进军美国转基因棉花市场。此前 Delta and Pine land 公司已经给与孟山都公司签订了同样的协议。孟山都公司在印度的竞争对手们已经生产出自己的各种转基因棉花品种，尽管他们的大部分业务要经过孟山都公司的许可。中国科学院在 20 世纪 90 年代中期就开始开发自己的转基因品种，现孟山都已经在研制成功了 20 多个品种，以适应不同气候与土壤的不同需求。

综合除草剂的真相

有人认为：孟山都公司诱骗农民种植转基因作物，进而使农民相信只有安全地使用孟山都的“综合除草剂”而别无选择，这整个就是一个阴谋。这种说法也是无根据的。世界上主

要的转基因作物大豆似乎符合这种情况，因为大豆几乎全部进行了基因转换以防虫害。同样，转基因棉花也有这种情况。但是，大部分的棉花转基因品种是以一种名为 *Bacillus thuringiensis* 的小虫子的首字母命名的 BT 棉花，其抗虫性能已经通过基因转换到除棉花之外的其它一些作物上，这样做不是为了销售更多的除草剂，而是为了减少虫害。

值得注意的是，在转基因棉花中基因被转换比例非常小。各式各样的转基因品种是用来帮助农民而不是为纺织厂提供服务的。经过防虫、除草或二者并行，农民生产出来的还是棉花，只是用了一种新的方式来生产而已。

但是，许多转基因的构想，不论是已经付之实践或将付之实践都会改变产品的品质，改变产品就如传统的饲养方式对野生动物的改变一样。未来的羊可能不会长出含钨的羊毛，但羊毛产量会更多，质地会更柔软。旧的花卉品种会开出更加多彩的花朵，或更加清香。比如，墨尔本的一家公司已经研制出了紫色的转基因康乃馨；印度的一所学校正在致力于对玫瑰香气的转基因研究；未来的草坪和高尔夫球场的草质会更加硬挺；树木抵抗干旱的能力会更强，或者具有使受污染的土壤重新净化的能力。

其他的转基因技术已经在生产“同样的老产品”，可是用的是新方法。用猪肉或者马铃薯可生产出用于医疗的人类蛋白质（尽管现在都还没有得到权威论证）；从苜蓿草中可研制出各种疫苗；从酶中提取的基因可以使细菌起到香烟的作用；还可以把新发现的酶应用到已经存在的细菌体中产生新的物质。研究人员对他们自己的研究工作几乎感觉不到有什么限制，想多深入就可以多深入，除非他们自己不敢去想进一步发展。

造纸工业便表明了转基因技术的多样性。造纸工业是以树木作为基本原料的。在新西兰和智利，研究人员已经研制出了可抵御虫害的松树。日本的造纸巨头王子纸业把胡萝卜的基因转嫁到东南亚桉树（这种桉树生产期很短）中去，使桉树可以在酸性土壤中旺盛生长。基因技术还可以应用到更广的领域中去。树木不仅含有造纸所需要的纤维素，还含有造纸所不需要的木质素，在自然状态下，它们构成树之所以为树的物质。要将两者分开需要的费用很昂贵，要是能让树在最初生产时就含有较少的木质素，那该多好啊！这种树是可以被培植出来的。北卡罗来纳州州立大学的研究人员已经研制出了一种比普通白杨树的木质素含量低一半的转基因白杨。这种白杨还具有新的优势：生长期更短。但是，不要妄想加拿大或北欧诸国可以很快就为转基因松树所覆盖。在欧洲对转基因树木进行广泛商业推广至少是十年以后的事。但是，对转基因树木的推广已经开始了。

淀粉也是同样的情况。生产 100 公吨的纸需要至少几公吨的淀粉。纤维素和淀粉都是用来凝固纸浆纤维，使表面平整便于书写。在欧洲和北美洲，人们从马铃薯中提取淀粉。但是，马铃薯可以提炼出两种淀粉：一种是造纸商所喜欢的支链淀粉，另一种是直链淀粉，这是造纸商们所不喜欢的。在 20 世纪 90 年代，世界上最大的马铃薯淀粉商荷兰 AVEBE 公司研制了一种转基因马铃薯，其所含的支链淀粉比普通马铃薯多，而直链淀粉却比较少，但欧盟却阻止其市场推广。AVEBE 正在研制一种新品种，但要投入市场还要几年的时间。在其瑞典子公司的协助下，德国化工品生产巨头 BASF 也研制了一种富含支链淀粉的转基因马铃薯。1999 年，瑞典当局批给它一块试验田，来年四月便开始大规模种植。本来该公司很想在欧洲的其他地方种植这种马铃薯，但要经过欧盟的许可，而此事却尚需时日。

马铃薯也并不是制造淀粉的唯一原料。全世界每年种植 1.9 亿公吨的木薯，几乎全部用于食品加工和饲料生产。木薯的淀粉也可以用于造纸。在泰国已有少量的木薯用于造纸，而且这个数量会变得更大，因为泰国种植的木薯足以使它成为唯一有影响的木薯出口国，而且

已经决定允许种植商业性的转基因农作物。如果大众克服了对转基因食物的畏惧心理：并且又控制了由此造成的“污染”，那么，木薯将会成为转基因农作物中的一个品种。

些许担心

对转基因产品的恐惧影响了烟草制品。烟草是个“半食品”，它虽不能咀嚼食用，但通过口吸仍然能进入人体。其实烟草早就被通过转基因技术来控制尼古丁含量的高低了。高尼古丁含量的香烟的制造商 Brown & Williamson 在与美国食物和药品管理局的官司中败北，其产品现已从市场上消失。如今低尼古丁含量的香烟也并不畅销，所以，它的生产厂商 Vector 公司最近启动了一个全国范围的展销活动计划。

结果也不会对转基因技术有多大的影响。但种植传统烟草的农民并不喜欢 Vector 公司的转基因烟草制品，部分原因可能是——尽管他们不愿承认“低尼古丁含量”不是他们最喜欢的促销口号；也可能是因为他们种植转基因烟草的同时也种植粮食作物，因此害怕污染粮食作物，担心消费者对此事的反映。即使 Vector 公司的转基因烟叶种植在传统烟叶种植区以外，却仍不能消除这种顾虑。

传统烟农们对于转基因烟叶会影响出口的担心也并不少，就象对转基因食品的担心一样，不无道理。20 世纪 90 年代，中国是世界上第一个种植转基因烟叶的国家，为的是提高烟叶作物的抗菌能力。但几年之后，迫于外国的压力而宣布放弃转基因烟叶的种植。欧洲人对转基因产品的质疑将阻碍欧洲和其它地区的烟农种植或加工转基因作物。SEITA 公司据称是当时法国烟草垄断商，曾一度被授权开展转基因烟草的研究，但其成果几乎无法在商业上派上用场。

因为烟草可以产出许多烟叶，而且对它已经做过许多研究，所以烟草被认为是很适合做生物医药研究，那么，这生物医药研究又是个什么情况呢？

据当地消息灵通人士说，至少在肯塔基州，人们对该研究前景的担心比较少，而肯塔基州正是首批开展生物医药作物种植的地方。这些相互对抗的品种千差万别，经济效益却可能很可观：一公顷香烟烟草产值大约 9,000 美元。与之相对的种植生物医药作物的价值如何？据一位热心人在 2002 年所作的估计，同样一公顷的土地可以生产价值超过 40 万美元的助皮肤生长的激素，或价值近 500 万美元的抗凝血蛋白。这当然只是理想估算，随着蛋白供应能力的提高，其价格就会下降；而且无论无何也只有一部分的效益可以到农民手中。即使是这样，这笔收入（不是最低，但远低于劳动成本）还是很有吸引力的。

生物医药工程的真相

对于生物医药工程技术的发展前景来说，是不会有止境的。美国在这一领域遥遥领先于欧洲，而且最近一年就已经发放了 30 到 40 个转基因农作物大田试验许可证：如西红柿、马铃薯、苜蓿草、羽扇豆、大米、玉米等就是备受偏爱的几种农作物；比农作物小得多的微生物也可用来研究，如做面包用的酵母就是其中的一种。已列出的研制的产品还很多：如人类血清蛋白和血红蛋白、干扰素、乙肝疫苗、以及用于治疗炭疽热、霍乱、腹泻等，这些产品外行人甚至连听都没听说过。

然而，从大田试验到投入商业化生产之间所需的时间很长，至少需要 6 年，因为任何一个有希望成功的试验结果还经过反复的试用，并通过管理部门的批准。但是，生物医药工程和其它转基因技术会逐步地变成为人所熟悉的、成本较低的、大批量生产过去稀少的产品的手段。如胰岛素很久以来就已经可以通过把人的基因注入到有益细菌中而获得，而在此之前，它是以一种非理想的方式生产的，即从被宰的生猪的胰腺中提取。

非食物类转基因技术很可能会迎来一个大众可以看得见的大发展时期，用来生产化学制品、塑料制品、纤维制品以及燃料等。这些产品原来是从石油中提取的，而现在却改为从

玉米、大豆或其它农作物中提取，比如欧洲的转基因甜菜。迟早有一天，甚至植物上可以通过基因转换而生成聚合体本身。在 20 世纪 90 年代，先是英国的 ICI 公司，然后是孟山都公司先后对转基因植物生成聚合体进行了试验，但后来又放弃了。马萨诸塞州的一家名为 Metabolix 的研究型公司现正在试验用细菌去生产可生物降解的塑料成品。

把农作物用作这种目的已经不是新鲜事了。经过对以玉米为原料的塑料生产作过长期的研究之后，Cargill 公司（一家谷物公司）于 1977 年与 Dow 公司（一家化学制品公司）联手成立了一家合资企业，并于 2000 年开始投产，现在每年销售约 14 万吨用于包装和苗床的塑料制品。没有必要用转基因玉米，因为 Cargill 和 Dow 公司还没有转基因玉米。不用转基因作物作原料是可能的。乙醇制造商已经为巴西提供了五分之一强的发动机燃料，他们用的原料是甘蔗。他们还可以索性就用转基因型的大豆做原料。这种做法有的在理论上是非法的，但在实际上没人追究，况且农民们乐于采用。任何这种加工工艺的第一步，都是要使玉米中的葡萄糖发酵，这涉及到的使用酶。现在这种酶通常是通过转基因技术生产出来的，一种经试验而发现的“优质酶”。

适合用来生产这种“优质酶”的基因被注入到真菌类或芽孢杆菌中去，许多微生物被用于这种目的。一家名为 DSM 的荷兰化学制品公司列举了 34 种这类微生物，而这种酶的应用范围在进一步扩大，如用来生产清洁剂，（代替牛犊胃内膜）制作奶酪、纺织棉布以及许多其它新老不同的加工工艺之中。

但所有这些都还是科学家们的玩意儿，而世人——也许是出于心灵平静的目的地——对转基因技术还只是知道个皮毛。只有当穿着白大褂的科研人员在转基因研究中不辱使命地取得可观的进步，使他们研制的转基因酶得以应用于有目共睹的大田作物生产，并获得利润，让农民们和那些缺少石油的国家感到高兴时，才能唤起对转基因产品的更广泛的认识。

可是这得要等多久呢？回答这个问题的关键是“是否有利可图”。Cargill Dow 说，即使按今日的转基因塑料产品的产量（占全世界塑料总产量的千分之一来看），以玉米为原料的塑料产品的销售额还达不到总投资 7.5 亿美元的一个零头。与 Genencor 公司合作的杜邦公司是一家生物技术的领先企业，它已经把基因注入到从原有的两种微生物进而到第三种微生物中去，以有助于把玉米的葡萄糖转化为该公司命名为 Sorona 的一种纤维，但这种转基因技术离商业性投产还很遥远，更不用说有何利润了。

这两种广为宣传的转基因产品原本在世界领先的排名已有所下滑。在荷兰，DES 公司，是一家为尼龙生产一种给料的目前正在研究用甜菜来作原料。即便欧盟认为有用甜菜来取代进口的甘蔗以增强其竞争力，可是这样做能够获利吗？

生物燃料

生物燃料的研究它不依赖转基因技术，但可以有效地利用它更进一步，但先进的程度并不大。巴西每年可生产近 40 亿美国加仑（相当于 150 亿升）以蔗糖为原料的乙醇，处于世界领先地位。美国生产以玉米为原料的乙醇，通常还混有十分之一的汽油。即使每加仑纯乙醇可以有 52 美分（相当于一升优惠 13.7 美分）的税收优惠，今年美国也只能生产 30 亿多加仑，占不到汽车所耗燃料的 2%。在这 80 家生产乙醇的工厂中绝大多数为小企业。根据美国国会现在所提交的预案，估计到 2012 年可生产 50 亿加仑生物燃料，也只占届时汽车所耗燃料的 2.5%。

当然，由于石油价格居高不下，这些生产乙醇的工厂可能增长得比预计的快很多。就拿石油来说吧，一桶原油涨价 10 美元抵得上给生产乙醇的补贴；而今年每桶油价不止上涨 10 美元，巴西低成本的乙醇可能增加乙醇的供应（但是，你想想，每进口一加仑乙醇最少要缴纳 54 美分的关税）。说到底，给乙醇生产的补贴旨在增加农业收入，而不是为了替代石油产品的生产。

欧盟虽然既生产生物柴油，又生产乙醇，可是已经落伍了。简言之，欧盟每年总产量是7亿加仑。其目标（和动机）比这个数字要高一些，即到2010年生物燃料占总消费量的5.75%，但是要实现这一目标，仍需要（政府）补贴。

在农作物上使用转基因技术，或促使酶更有效地在农作物身上起作用，这项工作会逐步加快，并降低生物燃料的生产成本。但是，现有的这些数据没有一项能表明，新的加工工艺和新的燃料能在一夜之间接管世界市场。

这些转基因的石油替代品之美梦能否实现，利润是个问题，而利润的获得又取决于价格。医药产品，尤其（虽然并非单独地）要面对知识产权这一巨大而模糊不清的泥沼，而推广非食物转基因技术所面临的真正的障碍可能仍在于公众的观念。

医药制品公司和化学制品公司实力强劲，颇能代表他们的多种转基因新产品大力游说。但是转基因技术的反对派也为数众多，他们会不分青红皂白地抓住一些问题不放。只要稍有差错，这一消息便会迅速传开，其传播速度之快，使你根本来不及采取任何补救措施。2002年有人发现在美国的普遍大豆种植地长出了转基因玉米（那是由前一年留下的生物医药工程所培育的种籽所致），就是一例，转基因工程在处理公共关系上所需要的技术和勇气，一点儿也不比在试验室或金融部门所需的少。

译者单位：上海对外贸易学院商务外语学院
邮 编：200336