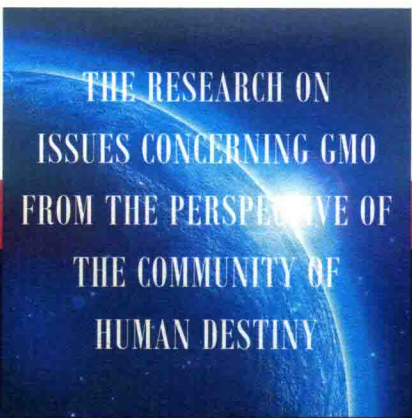


人类命运共同体下的 转基因问题

谢 军 著



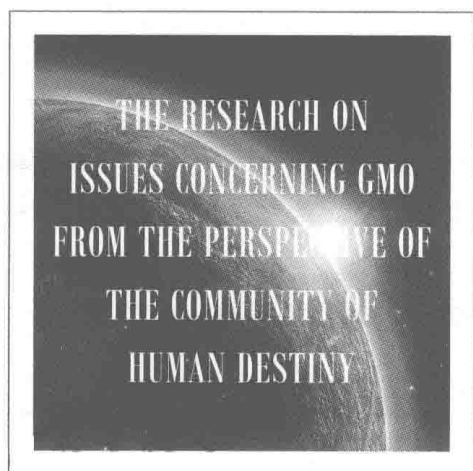
THE RESEARCH ON
ISSUES CONCERNING GMO
FROM THE PERSPECTIVE OF
THE COMMUNITY OF
HUMAN DESTINY



知识产权出版社

人类命运共同体下的 转基因问题

谢 军 著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

人类命运共同体下的转基因问题/谢军著. --北京:
知识产权出版社, 2019. 8

ISBN 978-7-5130-6210-7

I. ①人… II. ①谢… III. ①转基因技术—研究
IV. ①Q785

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 071437 号

策划编辑: 庞从容
责任编辑: 薛迎春

责任校对: 谷 洋
责任印制: 刘译文

人类命运共同体下的转基因问题

谢 军 著

出版发行: 知识产权出版社 有限责任公司	网 址: http://www.ipph.cn
社 址: 北京市海淀区气象路 50 号院	邮 编: 100081
责编电话: 010-82000860 转 8726	责编邮箱: pangcongrong@163.com
发行电话: 010-82000860 转 8101/8102	发行传真: 010-82000893/82005070/82000270
印 刷: 三河市国英印务有限公司	经 销: 各大网上书店、新华书店及相关专业书店
开 本: 710mm × 1000mm 1/16	印 张: 12.5
版 次: 2019 年 8 月第 1 版	印 次: 2019 年 8 月第 1 次印刷
字 数: 218 千字	定 价: 58.00 元

ISBN 978-7-5130-6210-7

出版权专有 侵权必究
如有印装质量问题, 本社负责调换。

北京高校中国特色社会主义理论研究协同
创新中心（中国政法大学）阶段性成果

前 言

转基因技术的产生与运用给人类带来福祉与美好希望的同时，由于转基因安全的不确定性以及转基因技术在各国发展的不平衡性，也给人类带来了一系列全球性问题：生态环境问题（生物安全管理问题）、食品安全问题、转基因国际贸易规则问题、基因资源归属与利用问题、与转基因有关的专利制度问题、转基因技术使用限度问题、粮食安全与全球贫困问题等。这些全球性问题使人类成为一个你中有我、我中有你，休戚与共的人类命运共同体。人类命运共同体意味着面对转基因问题，全球各方都必须具有责任意识，承担相应的责任。从这个意义上讲，转基因问题的伦理原则是责任伦理。

以往的个人主义全球正义从个人权利的立场出发，坚持每个人在道德上都应得到平等的关注。而在转基因责任问题上，需要的是人与自然是一个生命共同体的世界观，自然也应是道德关注的对象。所以个人主义全球正义观不适用于转基因问题。但是，个人主义全球正义观也有可资借鉴的地方。第一，个人主义全球正义观具有全球胸怀，转基因全球正义观也具有全球胸怀。第二，个人主义正义观以权利作为正义的根据，即作为“应得”的根据。转基因全球正义观可以借鉴这一点。因为只有在对某物进行分配时，才会出现正义与否的问题。转基因全球正义同样面临着分配问题。这些分配物既有合作利益，也有人类共有之物，还有负担、责任。对这些物的分配我们也可以“权利”作为“应得”的根据，这样有利于责任的实现。

众所周知，农户拥有工作权、留种权等权利，消费者拥有食物安全权，食物的知情权、选择权等权利，公众拥有环境权、文化方面的一些权利。这些权利得到了法律的确认或国际条约的承认。但是，在转基因语境下，这些权利却以这样或那样的方式被侵害。比如，以雄厚的资金为基础，种子公司用各种方式轻而易举地将传统种子挤出种子市场，用转基因种子占领种子市场。更有甚者，转基因种子被实施了“终止子技

术”——通过基因技术修改所售转基因种子的基因，使种植转基因种子后收获的新种子不会发芽，成为不育种子而不可用于播种。这都严重地侵犯了农户在千百年来生产中形成的留种权，轻者增加了农民生产的成本，重者直接影响农民的生存。

这里特别需要指出的是，在转基因语境下，公众享有一项权利——遗传资源受益权。很多转基因生物在研发过程中会利用特定社区的一些与遗传资源有关的传统知识。这些传统知识是特定社区在千百年来生产、生活中积累、创造出来的，是集体智慧的结晶，存在于特定公共领域，不属于任何特定的个人或组织。现实中，一些转基因生物的研究者、公司无偿获取、利用这些遗传资源的传统知识，研发新的转基因生物并申请专利与获取利润，而不给当地社区公众任何补偿或回报。为了矫正这种将公共知识据为私有的不正当行为，《生物多样性公约》及其他公约都规定了相关社区对此拥有受益权。此受益权隐含着另一项权利——获取、利用生物遗传资源的事先知情同意权。这一权利在一些国际公约中有明确的规定。

国家是转基因全球正义的最重要主体之一。在全球问题面前，为了实现正义，我们主张国家主权完整但负责任的转基因全球正义观。国家在转基因问题方面的主权就是转基因主权。其内容主要包括：（1）根据自己的国情和自己的判断来决定本国的转基因事务的自主决定权，比如，生物安全管理制度、标识管理制度等。（2）事先知情同意权。这包括两个领域的事先知情同意：一是转基因生物过境或国际贸易领域的事先知情同意；二是获取遗传资源领域的事先知情同意。（3）全球性转基因问题大政的平等参与权和决策权等。

转基因全球正义最终要落实到转基因问题的各个领域。首先，在生物安全领域，转基因全球正义就是要实现可持续发展。从人类命运共同体的立场出发，这方面的正义原则就是共同但有区别的责任原则。共同的原则体现了各方平等的公平原则。有区别的责任原则体现了能力与责任一致的公平原则。转基因科学家掌握着转基因专业最核心的知识，他们的活动对生物安全有着重大的影响，因此，他们在从事转基因活动时必须承担一定的责任，要有对人类、对自然负责的意识。其次，在全球经济领域，转基因全球正义就是要实现共享转基因发展的福祉，公平利

用转基因技术与资源是其基本原则。这一原则的具体要求是，坚持遗传资源主权，完善国际知识产权制度，积极进行国际合作，维护粮食主权，消除世界贫困。最后，在国际贸易领域，转基因全球正义就是要形成平等互惠共赢的全球贸易体系，其应该坚持的原则是尊重转基因主权但反对绿色贸易壁垒。

总之，转基因全球正义观是主权完整但负责任的正义观。它的世界观是万物平等、和谐共生的命运共同体，价值观是合作共享的人类命运共同体，伦理原则是责任伦理，“应得”的根据是权利，主要内容是三个基本原则：共同但有区别的风险共担责任原则，公平利用转基因技术与资源的利益共享原则，尊重转基因主权、反对绿色贸易壁垒的互惠共赢原则。

第一章 转基因问题与人类命运共同体 001

第一节 当前社会背景下的转基因技术特性 / 001

第二节 转基因诱发的全球转基因问题 / 014

第三节 应对转基因问题的立场与伦理原则 / 033

第二章 转基因语境下的权利 043

第一节 权利全球正义论与转基因全球正义 / 043

第二节 转基因语境下农户、消费者、公众的基本权利 / 053

第三节 转基因语境中国家的主权与基本权利 / 065

第三章 转基因生物安全的全球正义 076

第一节 可持续发展与共同但有区别的责任原则 / 076

第二节 科学家的生命伦理责任原则 / 088

第三节 全球正义视域下转基因技术发展 with 转基因生物安全 / 100

第四章 转基因技术与全球经济正义 110

第一节 生命专利与遗传资源主权 / 110

第二节 生命专利与世界贫困、粮食主权 / 122

第五章 转基因国际贸易中的正义问题 139

第一节 《生物安全议定书》与 WTO 有关规则 / 139

第二节 与转基因有关的国际贸易争端透视 / 156

第三节 尊重转基因主权但反对绿色贸易壁垒的国际贸易 / 168

结 语 179

参考文献 183

后 记 189

第一章 转基因问题与人类命运共同体

第一节 当前社会背景下的转基因技术特性

一、认识转基因技术

转基因技术、基因工程 (genetic engineering) 属于生物技术。“生物技术”是现代人使用的术语。在这个术语出现之前,人类很早就开始运用生物技术造福自己了。比如,人们很早就利用发酵技术提升自己的生活质量。酿美酒、酵香醋、制虚软的馒头等,都是发酵技术的运用。据记载,曹操曾向汉献帝进献“九酝酒法”^[1]。这种连续投料的酿造方法开创了霉菌深层培养法的先河,提高了酒的酒精浓度。据说,汉献帝饮了这种方法酿出的酒,连说“美酒”。事实上,根据历史文献记载,人类已于公元前 5000 年左右开始利用生物技术。不过,只有“生物技术”一词的明确提出才标志着人类对生物技术的运用达到了理论上的自觉。“生物技术”一词于 1919 年由一位匈牙利人 Karl Ereky 首先使用。Karl Ereky 用它来描述人类科技与生物学间的相互作用。今天,我们说的生物技术主要是指现代生物技术。现代生物技术研究可以追溯到 100 多年前巴斯德 (Louis Pasteur)、科赫 (Robert Koch) 和孟德尔 (Gregor Menel) 等人。孟德尔的遗传定律揭示了亲代与子代之间性状 (遗传因子) 的遗传规律^[2]。到了 20 世纪 80 年代,现代生物技术取得了突破性进展。这就是基因工程 (又称遗传工程) 技术兴起。

“基因” (gene) 一词于 1909 年由丹麦植物学家约翰逊 (Johnson) 首次

[1] [北魏] 贾思勰:《齐民要术》,缪启愉校释,北京:中国农业出版社 1998 年版,第 518 页。

[2] [德] 佩汉、[荷] 弗里斯:《转基因食品》,陈卫、张灏等译,北京:中国纺织出版社 2008 年版,第 14 页。

提出，约翰逊用它来替代孟德尔遗传定律中的遗传因子，但他的“基因”并不指物质实体，而是一种抽象单位。后来，美国遗传学家摩尔根（Morgan）在实验的基础上认为，基因是一种物理存在，并以一定的线性次序排列在染色体上。到了1944年，美国著名生物学家O. T. 艾弗里（O. T. Avery）发表了用实验证明基因就是脱氧核糖核酸（DNA）分子的研究报告。这份报告树立起一种全新观点：DNA分子是遗传信息的载体。1953年，沃森（Watson）与克里克（Crick）发现了DNA分子的双螺旋结构，即DNA分子是由反向平行的两条链构成的，基本单位是核苷酸，由含氮的嘌呤或嘧啶（通称“碱基”）、脱氧核糖和磷酸基团三部分组成。脱氧核糖相当于分子的基底，一边与碱基相连，一边与磷酸基团相连。嘌呤主要有腺嘌呤核苷酸和鸟嘌呤核苷酸两种。嘧啶也有两种，即胞嘧啶核苷酸与胸腺嘧啶核苷酸。现在学术界通常用A、G、C、T四种符号来表示这四种脱氧核苷酸。双链上所有碱基都朝里，彼此相对配对，并且这种配对不是杂乱无章的，而是有规律的，即A必定对着T，C必定对着G。这就是所谓的“碱基配对”或“碱基互补”。配对的碱基并不直接相连，在它们之间存在着氢键。大量氢键的存在维系着DNA分子双螺旋结构的稳定。双螺旋结构的发现，使人类能够从分子层面分析遗传与变异的现象。从此，生物学进入了基因分子生物学的新时代。

现代分子生物学认为，生物生长发育的过程就是细胞不断分裂的过程。细胞在分裂之前，其中的遗传物质即DNA会提前进行复制。其复制过程大致如下：DNA双螺旋结构中的碱基配对的氢键首先打开，平行的双链由此解旋并分为两条单链，此时两条单链分别作为模板，在DNA聚合酶和游离的核苷酸的参与下，按照碱基配对原则，吸引带有互补碱基的核苷酸，在靠近两条不配对的旧链的露出部分，形成新的互补链。新形成的每一个子代双链分子中，一条链来自亲代，另一条链则是新合成的。DNA的这种复制被称为半保留复制（semi-conservative replication）。半保留复制保证了DNA在代谢上的稳定性，经过多代复制，DNA仍然可以保持不变。

到了20世纪50年代末60年代初，“中心法则”（central dogma）与操纵子学说相继提出，解决了遗传密码与遗传信息的流向和表达问题。1971年，克里克根据当时研究的最新成果，修改了他的中心法则。根据此法则，一般情况下，遗传信息是从DNA流向RNA，再由RNA流向蛋白质；在特殊情况下（只存在于极少数生物当中），先以RNA分子为模板，在反转录酶的作用下，合成DNA互补链，然后以DNA链为模板合成新的RNA；当然也可能存

在着遗传信息从 DNA 直接到蛋白质的传递，这种情形只是理论上的可能性，到现在为止还没有得到实验证明。

在中心法则中，遗传信息从 DNA 向 RNA 传递的过程被称为转录，从 RNA 向蛋白质传递的过程被称为转译。转译与转录不同，它不是简单的核苷酸顺序的抄写，而是将 RNA 分子上的核苷酸语言翻译成蛋白质分子上的氨基酸语言的复杂过程。换言之，这两种语言系统之间必定存在着一种特殊的遗传密码系统（genetic code）。如果不掌握这个遗传密码系统，后面的基因工程同样无从谈起。到了 20 世纪 60 年代，经过众多研究者的努力，这个遗传密码系统得到彻底破译。实验证明，3 个碱基编码一种氨基酸，这种三联体碱基被称为密码子（codon）。到了 1966 年，所有的 64 个密码子被全部破译，并发现了 3 个终止信号密码子。

现代科学发现，DNA 几乎是所有生命的载体。虽然微生物、植物、动物和人体内 DNA 分子在大小、外形等方面不完全相同，存在状态也各不相同，但它们的化学本质是相同的。而且，科学研究发现，除线粒体和叶绿体外，不管是病毒，还是原核或真核生物，所有的生物的密码子同氨基酸之间的关系都是相同的，也就是说，基因遗传密码是通用的。

以上理论的进步使人类彻底掌握了生命的遗传规律。随着人类对生命奥秘的掌握，人类在相关技术方面也取得了进步。首先，是 DNA 分子的体外切割与连接技术。20 世纪 60 年代末 70 年代初，科学家们相继掌握了使用核酸内切限制酶（生物学家将其形象地称为“生物刀”）对 DNA 分子进行体外切割的技术和使用 DNA 连接酶对 DNA 分子进行连接的技术。运用这些技术，研究者们能够获得研究所需的 DNA 特殊片段，并将这些 DNA 特殊片段与其他 DNA 片段相黏合。切割技术与连接技术的发明使 DNA 重组从设想变成了现实。其次，是基因工程载体技术与“复制工厂”技术。大部分 DNA 片段没有自我复制能力。为了能够让 DNA 片段在寄主细胞中繁殖，DNA 片段还必须连接到具备自我复制能力的 DNA 分子即基因克隆载体（vector）上。到了 1972 年前后，生物遗传学的研究发现，病毒、噬菌体、质粒等复制子（replicon）可以作为基因克隆载体。经过大量的实验研究，质粒已成为当今基因分子克隆体中最常用的载体。由外源 DNA 片段与基因克隆载体连接而成的杂种 DNA 分子要想增殖还需要一个适宜的环境——“复制工厂”。将外源 DNA 分子导入细菌细胞的现象叫作转化。早在 20 世纪 40 年代，研究者已经知道肺炎双球菌能够吸收外源 DNA 分子。到了 70 年代，研究者发现，大

肠杆菌细胞经过氯化钙的适当处理后能够吸收 λ 噬菌体的DNA。1972年,研究人员又发现,经过氯化钙处理的大肠杆菌细胞也能吸收质粒的DNA。自此以后,大肠杆菌细胞就成了分子克隆的转化受体。

以上这些科学发现与技术的进步构成了基因工程的基础。基因工程有狭义与广义之分。狭义上,基因工程是指将一种或多种生物体(供体)的基因与载体在体外进行拼接重组,然后转入另一种生物体(受体)内,使之按照人们的意愿遗传并表达出新的性状。因此,供体、受体和载体称为基因工程的三大要素,其中相对于受体而言,来自供体的基因属于外源基因。除了少数RNA病毒外,几乎所有生物的基因都存在于DNA结构中,而用于外源基因重组拼接的载体也都是DNA分子,因此,基因工程亦称为重组DNA(DNA recombination)技术。另外,DNA重组分子大都需在受体细胞中复制扩增,故还可将基因工程表征为分子克隆或基因的无性繁殖(molecular cloning)^[1]。

通过基因工程技术而获得的生物就是转基因生物。转基因生物包括转基因动物、转基因植物和转基因微生物。严格地说,将这些生物称为转基因生物是不准确的。现在的基因工程技术不只是能够将分离的某一种或几种确定的外源基因导入动物、植物、微生物等个体的基因组中,它还能够在不导入外源基因的情况下,通过对生物体本身的遗传物质进行加工、屏蔽,从而改变生物体的遗传特性。前一种情形的生物就是一般公众所称的“转基因生物”(transgenic organisms)。后一种情形则是“基因改造物”,也有人称其为“遗传修饰生物”“遗传工程体”等,其英语为genetically modified organism,简称GMOs。从逻辑上看,遗传物质的修饰、改造当然包括外源基因的导入。换言之,“基因改造物”“遗传修饰生物”包含“转基因生物”,而“转基因生物”不包含“基因改造物”“遗传修饰生物”。因此,转基因生物、转基因并不是能准确揭示基因技术的概念。现在,西方国家的公众往往用GMOs、GM动物、GM植物、GM食品等术语来指称我们所说的转基因生物、转基因动物、转基因植物、转基因食品。而且,他们习惯上不将获得外源基因的微生物称为“转基因细菌”或“转基因酵母”,而是称为“转化菌”或“GM微生物”^[2]。此外,为了“突出具有繁殖能力的活GMO对环境存在的

[1] 张惠展编著:《基因工程概论》,广州:华南理工大学出版社1999年版,第4页。

[2] 沈孝宙编:《转基因之争》,北京:化学工业出版社2008年版,第18页。

风险”^[1]，一些人与一些国际组织用 LMO（活的修饰生物）称呼转基因生物。不过，鉴于我国公众用“转基因”来称呼基因工程或技术，用“转基因生物”来称呼基因修饰或改造、基因改造物、遗传修饰生物等已成为习惯，本书将沿用“转基因”“转基因生物”等术语。

此外，还需要指出的是，今天，一些普通民众有时将生物技术错误地理解为单纯的转基因技术（其中涉及基因工程、基因操纵、基因拼接、重组体 DNA，等等）。事实是，生物技术不仅仅限于转基因生物，生物技术一词涵盖的领域还包括植物组织培养、哺乳动物细胞培养、酶系统、作物育种、免疫学、发酵以及其他方面。在众多用于微生物、动物、植物体中获取产品的生物技术当中，转基因技术只是其中的一种^[2]。联合国粮农组织在其“生物技术”网页上也提示：“生物技术不仅仅限于转基因生物。它涵盖了广泛的传统和尖端技术。”^[3]

二、转基因技术带来的美好生活前景

转基因技术作为科学技术的发展成果，像其他科学技术一样也具有两面性，即它既可能造福于人类，也可能给人类、地球带来灾难。我们首先来看，转基因技术给人类带来的福利。

第一，人们利用转基因技术或其产品能够诊断与治疗疾病，研发与生产更安全、效果更明显的疫苗与药物。1972 年 DNA 重组技术问世后，美国礼来制药公司（Eli Lilly and Company）公司于 1982 年率先将重组胰岛素投放市场。这标志着人类基因工程药物进入了临床阶段。我国于 1989 年批准了重组人干扰素 $\alpha 1b$ 在我国的生产。基因工程药物研制的成功标志着药物发展进入了新的阶段。与传统药物相比，它具有靶向治疗作用，对心脑血管疾病、肿瘤、病毒感染、器官纤维化、遗传性疾病等长期困扰人类的疾病有很好的疗效或将发挥治疗作用。而且，与用其他生产方法生产出的药物相比，基因工程药物具有更安全、生产成本更低的优势。现在，基因工程药物大致有核苷类、蛋白质类、激素类与神经递质类等四类。以蛋白质类基因工程药物为

[1] 沈孝宙编：《转基因之争》，北京：化学工业出版社 2008 年版，第 18 页。

[2] [德] 佩汉、[荷] 弗里斯：《转基因食品》，陈卫、张灏等译，北京：中国纺织出版社 2008 年版，第 14—15 页。

[3] 联合国粮农组织网站，<http://www.fao.org/biotechnology/zh/>，最后访问时间：2017 年 12 月 20 日。

例，许多蛋白质药物过去都是从动物或人身上提取的，如胰岛素等。但这些药物存在着一些不足。从动物身上提取的蛋白质药物由于其分子结构与人类存在差异，所以有时会引起患者的过敏，还会出现人畜共患的疾病。从人体上提出的蛋白质药物也有一些缺点，比如来源困难、生产成本低、价格高等，更重要的是容易传播疾病。基因工程药物则克服了这些缺点。基因工程药物是运用基因工程技术将人类某种蛋白质基因，如生长激素抑制素多肽的编码基因，导入大肠杆菌、酵母菌等生物反应器中而生产出来的药物。这些药物的分子结构与人体的一样，一般不会引起过敏反应，也不会出现疾病的传播。时至今日，全球投放市场的基因工程药物已有数百种，正在研制的则不下千种。此外，基因工程技术在诊断与预防疾病方面也给人类带来了福音。例如，如果家族中数人患有某种癌症，利用基因检测可提前确诊其血缘亲属将来是否会患此种癌症，从而提前采取预防措施。再如，基因工程中的PCR技术已成为当前确诊传染病病原微生物的重要手段。

第二，除了在医疗医学领域给人类带来或即将带来巨大福利之外，基因工程对农业生产也产生了深刻的影响。这首先表现在农作物的育种方面，其能够为农业发展提供新的作物品种。传统的育种技术主要有筛选（选择那些具有优良性状的品种作为种子来进行繁殖）、人工授粉、嫁接、杂交等。此外，还包括20世纪中期出现的辐射育种等。这些育种技术的育种周期性强，预期种子具有随机性、偶然性、遗传品质的稳定遗传代数不确定等特点。与此不同，运用基因工程培育新作物能够克服传统育种技术的缺点，具有下列优势特点：（1）定向性。从基因工程的原理知道，它可将某一基因转移到微生物、植物、动物，使转基因生物获得某种预期的性状，也可改造生物体已存在的特定基因。（2）无限制性。它可以克服物种的遗传屏障，使任何生物之间的遗传交流都成为可能。（3）耗时相对短。有人估计，在常规育种中，两个亲本产生2000个后代才可获得一个理想的个体，运用基因工程则只需30个后代即可^{〔1〕}。（4）遗传的稳定性。运用基因工程培育出的新种可以确定它的某些遗传品质能够稳定遗传。

总之，基因工程育种加强了人对育种结果的控制，更容易实现新品种目标性状的表达，人们可根据生产的需要迅速培育出具有抗倒伏、抗病毒、抗虫、抗除草剂、耐旱、耐涝、更高产的新品种。比如，目前，我国已批准商

〔1〕 沈孝宙编：《转基因之争》，北京：化学工业出版社2008年版，第27页。

业化生产的、受到了农民普遍欢迎的抗番木瓜环斑病毒的转基因木瓜就具有原来木瓜不具有的抗病毒性状。番木瓜环斑病毒是一种侵害木瓜的植物病毒，于1948年在美国夏威夷被首次发现。此后的几十年里，世界多个木瓜产地出现了这种环斑病毒的广泛流行，其中包括中国南方的多个省份。这种病毒的严重流行可导致木瓜减产八九成，成为木瓜产业的主要限制因素。运用转基因技术，科学家培育出了抗番木瓜环斑病毒的转基因木瓜。1998年美国批准了转基因木瓜的商业化种植。可以说，转基因木瓜直接挽救了美国的木瓜产业。我国也培育了转基因木瓜“华农1号”，并于2006年获得中国农业部颁发的安全证书，此后得到大规模种植，产生了巨大经济效益。除了转基因木瓜外，我国还批准了转Bt基因棉花的商业化生产。转Bt基因棉花也具有抗虫的特性。苏云金芽孢杆菌（简称Bt）可以产生具有杀虫能力的伴孢晶体蛋白（也称作杀虫蛋白）。利用Bt生产生物杀虫剂在农业生产中早有运用。现在，有转Bt基因烟草、转Bt基因番茄、转Bt基因棉花、转Bt基因玉米、转Bt基因水稻。在我国只有转Bt基因棉花可商业化生产。研究人员对我国河北、山西、河南、山东、安徽、江苏等六省种植转Bt基因棉花前后的效果进行了对比分析。1997年Bt转基因棉花开始在上述六省推广。调查数据显示，1997—2006年，棉铃虫卵和幼虫的密度随着Bt转基因棉花的推广逐步降低。而在1992—1996年，棉花和其他作物上的棉铃虫种群一直保持相当高的密度。研究人员根据1998—2006年在河北廊坊棉田收集的数据还发现，在Bt棉与非Bt棉上，棉铃虫的密度没有很大区别，但棉铃幼虫的密度则有显著的区别。这些研究表明，转Bt基因棉花的商业化种植对过去十年间长效且大面积地抑制棉铃虫数量有重要作用^{〔1〕}。

转基因作物的新性状既能够保障农作物的产量，又能够节约农业生产中的各种成本，比如农药成本、水资源成本以及因喷洒农药、抗旱排涝而产生的人力成本。换言之，这些转基因作物的大面积种植具有重大的社会经济意义。一是保证粮食安全。民以食为天，粮食的不安全会从根本上动摇人类生存的基础。在过去几十年里，全球人口的快速增长，特别是大多数发展中国家人口的快速增长速度，已经超过了全球粮食的增长速度。随着世界人口的不断增长，粮食安全已成为人类面临的三大问题（粮食、能源、环境）之

〔1〕 许文涛、黄昆仑主编：《转基因食品社会文化伦理透视》，北京：中国物资出版社2010年版，第26—27页。

一。在这方面，我国也不例外。有人就曾表达过“谁来养活中国人”的担忧。为了应对这一世界性问题，现在，研究人员将目光转回作物产量的基础——固碳作用，因为提高光合作用和碳代谢的效率能够提高作物的产量。世界上半以上的人口以稻米为主食。杂交水稻专家袁隆平先生预计到2030年全世界必须比1995年多生产60%的稻谷才能满足人类的需要。^[1]因此，如何提高水稻的固碳作用就成了研究的重点。不同生物的光合作用过程不同，其固碳效率也不同，水稻的固碳效率比较低。不过，将玉米的两个特殊基因引入水稻后，水稻的光合作用会大幅度提高，产量在实验条件下能提高25%^[2]。这就是说，转基因农作物因自身的特点能够比传统农作物更有效地保证粮食的产量，保证人类的粮食安全。二是增加经济收入。以美国2002年Bt棉花的种植为例。由于农药用药量的减少而用药成本降低，加上产量的提高，棉农的年净收入增加了1.05亿美元。此外，生物技术公司因转基因棉花种子获利8000万美元^[3]。2016年全球仅转基因种子市场价值就高达158亿美元，占2016年全球商业种子市场450亿美元市值的35%^[4]。

第三，减少农业对环境的影响，有利于保护生物多样性。这一点可从多个方面看出。比如，种植转基因作物可节约耕地，为其他生物留下生存空间，这有利于生物的多样性。据统计，“1996年—2015年，共节约1.74亿公顷土地，保护了生物多样性；仅2015年一年就节约了1940万公顷土地”^[5]。此外，农药使用量的减少也有利于维护生物的多样性。2002年美国种植Bt棉花，棉花杀虫剂全年使用量按有效成分计算，减少了约100万公斤^[6]。又如，以往人们说塑料袋是“白色污染”，这主要是因为用以往的生产方法生产出的塑料难以降解，降解所需的时间非常长。与此不同，采用转基因手段对转基因作物做更多的改造就能生产出可生物降解的塑料。再如，利用转基因生物可分解海上石油开采泄漏的石油造成的污染。

[1] 《“杂交水稻之父”袁隆平：发展海水稻保障中国与世界粮食安全》，中国新闻网，<http://www.chinanews.com/cj/2017/09-07/8325406.shtml>，最后访问时间：2019年7月11日。

[2] [德]佩汉、[荷]弗里斯：《转基因食品》，陈卫、张灏等译，北京：中国纺织出版社2008年版，第209页。

[3] 沈孝宙编：《转基因之争》，北京：化学工业出版社2008年版，第105页。

[4] 国际农业生物技术应用服务组织：《2016年全球生物技术/转基因作物商业化发展态势》，载《中国生物工程杂志》，2017年第4期，第1—8页。

[5] 国际农业生物技术应用服务组织：《2016年全球生物技术/转基因作物商业化发展态势》，载《中国生物工程杂志》，2017年第4期，第1—8页。

[6] 沈孝宙编：《转基因之争》，北京：化学工业出版社2008年版，第105页。