



一、什么是“转基因”

什么是基因

种瓜得瓜，种豆得豆。每一种生物的性状或特性都能遗传，但在自然界中找不到两个完全相同的个体。控制生物遗传性和差异性的物质，就是“基因”。

十九世纪中叶，奥地利年轻的修道士孟德尔，用几年时间进行了 3 万多株豌豆杂交试验，如红花豌豆与白花豌豆杂交，发现其子代都开红花。由此，孟德尔提出了“遗传因子”的概念，即生物体的每一个性状都是由一对（显性或隐性）因子决定的，人们称之为孟德尔遗传定律。

二十世纪初，遗传学家又以果蝇为材料进行研究，将遗传因子与细胞内的染色体联系起来，明确了遗传因子存在于染色体上，且呈线性排列。

此后“遗传因子”由“基因”一词所代替并沿用至今。一种生物的所有基因合起来叫做基因组。

基因的本质

细胞是生命的基本单位。19 世纪末，生物学实验证明了细胞中的细胞核决定着生物性状的遗传，基因位于细胞核内的染色体上。

染色体主要由蛋白质和脱氧核糖核酸（DNA）组成，DNA 就是生物体内的主要遗传物质，它由脱氧核糖、磷酸和 4 种碱基（腺嘌呤、鸟嘌呤、胸腺嘧啶和胞嘧啶，分别缩写为 A、G、T、C）组成。

1953 年，沃森和克里克提出了 DNA 的双螺旋结构模型：DNA 分子就像“梯子”或“麻花”，两条由脱氧核糖和磷酸交替组成双螺旋长链，每个脱氧核糖上都连着一个碱基，碱基按照“A 对 T，G 对 C”的配对原则结合在一起。DNA 上的碱基序列，就是遗传信息。DNA 双螺旋结构的发现，使人类真正认识了基因是具有遗传效应的 DNA 片段，它决定着每种生物的独特性状。

通过基因的复制，遗传信息从亲代传给子代，子代会表现出与亲代相似的性状。若 DNA 的碱基序列发生变化，则出现变异，这就是自然界中生物种类丰富多样、个体千姿百态的根本原因。





什么是转基因

转基因，就是用现代遗传工程技术，把一个或几个特定的外源基因转入到目标生物的基因组中，让外源基因在目标生物体中发挥作用，产生人们所需要的某种新性状，也可以通过干扰或抑制基因组中原有基因的表达，去除某个我们所不需要的性状。

把目的基因转入植物、动物或微生物，得到转基因植物、动物或微生物，以此生产出来的食品，称为转基因食品。

基因改良并非从现代重组 DNA 技术开始，自然界中物种之间的天然杂交、人工进行的有性杂交、物理和化学诱变、细胞融合等等，都有大量基因的重新组合。因此转基因生物及产品历来存在。

转基因的目标

我国发展农业转基因技术的最根本战略考虑是：保障粮食安全。

转基因技术是一项能造福于人类的高新技术。其目标是通过改造生物的遗传特性，使转基因生物的性状更加符合人类的要求：

1. 增加生物产量。
2. 提高生物的环境适应能力。包括抵抗生物逆境（如抗虫、抗病等）、非生物逆境（如耐除草剂、干旱、盐碱、高温和寒冷、耐瘠薄等）的能力。
3. 改良产品品质。如耐储存、抗腐败、品质优、添加新功能等特性。
4. 扩大产品应用范围。如生产医药、工业、能源和环保用的转基因生物产品。

转基因技术是常规育种技术的补充和发展

目前应用最为广泛的常规育种技术是杂交育种和突变育种。

植物有性杂交是将父本的花粉授在母本的柱头上，使精子与卵子结合形成杂种，杂种的遗传构成便是双亲成千上万个基因的重新组合，即创造了大量变异，然后选择其中的有利变异。

突变育种是用物理手段（如 X 射线、 γ 射线、中子等）或化学诱变剂处理植物，诱发基因突变，再选择有利变异。

而转基因育种则是用分子生物学技术，将分离和克隆的一个或几个基因转入受体植物，增加新的性状，如抗虫、抗病和抗除草剂，或抑制原有基因的表达，如消



除毒性和过敏性等，然后通过选择，选出具有优良性状的转基因植物。

从本质上说，转基因育种与常规育种的原理是一样的，即：创造变异、选择变异和利用变异。转基因技术是常规育种技术的补充和进一步发展。

育种技术史说明，现在的各种作物都经过了自然选择和人为改良，从严格意义上说，现在已没有一种是“纯天然的作物”。认为“天然的就是合理的、安全的”、“人为改造过的就是不合理的和不安全的”，这种看法不符合科学发展观。

二、蓬勃发展的“转基因”

全球转基因作物种植情况

1983年，世界上首例转基因烟草诞生。1994年，国际上第一例转基因食品——耐贮保鲜的番茄在美国批准上市。1996年起，转基因作物在全球开始大规模商业化种植。

转基因作物的商业化种植带来了巨大的经济、社会和环境效益。据农业生物技术应用国际服务组织（ISAAA）资料报道，2008年全球转基因作物的种植面积达到1.25亿公顷，种植国家增至25个。在种植面积超过100万公顷的8个国家中，中国排名第六。另有几十个国家虽未正式批准转基因作物的商业化种植，但已允许进行田间试验或进口转基因作物产品用作食品、饲料的加工原料。

目前，全球种植最多的转基因作物是耐除草剂大豆，其次是转基因玉米、棉花和油菜。我国已批准并较大规模种植的转基因作物有抗虫棉和抗病毒木瓜。

种植转基因作物的效益

据英国 Cropnosis 咨询公司 2007 年的评估，从 1996 年转基因作物商业化以来，全球市场累计效益达 424 亿美元。2007 年，持续种植转基因作物超过 12 年的农民人数已达 5500 万，获益的农户总数超过 1200 万，其中 90% 是发展中国家生活贫困的小农户。

种植抗虫转基因作物，不但提高了产量，而且减少了农药使用、中毒事故和环境污染，降低了劳动力成本，增加了农民的收入。

在全球粮食短缺涨价、急需保障粮食安全的今天，其意义重大而深远。各国政





府都十分关注和支持转基因作物的研发，以期解决关乎到社会稳定的粮食安全及农业可持续发展问题。

三、我们身边的“转基因”

转基因抗虫棉

上世纪 90 年代初，棉铃虫在我国大爆发，由于大量使用农药（每生长季喷药 15-20 次），棉铃虫对农药产生了抗药性，棉农“谈虫色变”，种棉积极性受挫，全国棉花种植面积骤降，导致纺织厂停工待料，出口减少。

我国自主研发的转基因 Bt 抗虫棉于 1997 年开始推广种植，至 2007 年底，通过国家和省级审定的 Bt 抗虫棉品种达 155 个。

种植 Bt 抗虫棉后有效地控制了棉铃虫危害，大大减少了农药使用 and 环境污染。2007 年我国抗虫棉的种植面积达到 380 万公顷，占全国棉花种植总面积的 69%。其中，河北、山东、河南等棉花主产省已达到 100%。

种植抗虫棉 11 年来，迄今尚未发现棉铃虫对 Bt 棉产生抗性，由于历年农药用量大大减少，不但棉铃虫对农药的抗药性降低，而且在玉米、花生、大豆等作物上棉铃虫的虫口密度显著降低，产生了明显的环境效益。

耐除草剂转基因大豆

耐除草剂转基因大豆首先在美国批准商业化种植，这种大豆含油量高，抗草甘膦，可增加种植密度，提高产量，免耕和少耕，适于大规模机械化操作，推广应用十分迅速。至 2007 年，除美国外，阿根廷、巴西等 9 个国家也种植了转基因大豆，种植面积达到 5860 万公顷，占世界大豆种植总面积的 64%。我国虽未批准种植转基因耐除草剂大豆，但由于我国大豆生产量无法满足市场需求，每年需要大量进口大豆用于食用油的加工生产，转基因大豆油是目前在超市货架上最常见的转基因食品。

转基因抗环斑病毒木瓜

木瓜环斑病毒病（PRSV）是一种毁灭性病害，感染后产量和品质骤降，会使木瓜产业濒临破产风险。美国在国际上首先批准种植抗 PRSV 的转基因木瓜，挽救了





夏威夷的木瓜产业。随后泰国和我国台湾省也相继育成抗 PRSV 的转基因木瓜，2006 年，我国内地育成的转基因木瓜获得了农业部颁发的商业化种植安全证书，成为第一例获得商品化生产许可的转基因果树，据统计，2007 年我国转基因木瓜的种植面积达 1.7 万公顷，总产 5.1 万吨，产值 4.08 亿元。

转基因抗虫玉米

目前，国外批准商品化生产的转基因玉米主要有三种：抗虫、耐除草剂、既抗虫又耐除草剂。

在欧美和亚洲，玉米常受到玉米螟的严重危害。自 2001 年转基因玉米大面积种植以来，取得了巨大的经济、社会和环境效益。至 2008 年，转基因抗虫玉米在美国、阿根廷、菲律宾等 16 个国家种植，全球转基因玉米种植面积达到 3520 万公顷，占玉米总种植面积的 24%。我国也已进行了多年转基因抗虫玉米的田间试验，自 2004 年起，我国政府已批准多例转基因玉米进口，用作饲料等的加工原料。

实践表明，转基因玉米不仅能有效抵抗玉米螟的危害，减少产量损失和农药污染，而且因为抗虫，没有虫孔，使霉菌感染和赤霉菌毒素的污染大大减少。

四、让“转基因”更安全

转基因安全管理之必要

人类的所有活动都是在利益和风险中平衡和选择，任何一项新技术和新产品，在开发过程中也都可能存在风险，转基因技术及其产品也不例外。科学从来崇尚严谨，趋利避害。为保证人类健康和生态安全，每一种转基因产品在实际应用和投放市场前，都必须对其潜在的风险进行科学的评估和安全性管理。

我国的转基因安全管理

我国政府一贯高度重视转基因的安全评估和监管。1993 年，原国家科委颁布了《基因工程安全管理办法》。1996 年，农业部颁布了《农业生物基因工程安全管理实施办法》。2001 年 5 月，国务院颁布了《农业转基因生物安全管理条例》。形成了与国际接轨的农业转基因生物安全管理体系，规范了转基因生物的研究、试验、生





产加工、销售、进出口和市场秩序。

我国对转基因食品还实施了严格的标识管理，以保障广大消费者的知情权。

为什么害虫吃了转 Bt 抗虫基因的植物会死亡，人吃了却没事？

苏云金芽胞杆菌（简称 Bt）可分泌一种杀虫蛋白，即 Bt 蛋白，对鳞翅目、鞘翅目等昆虫具有很强的选择性杀伤作用。Bt 菌株作为一种生物农药已有几十年安全使用的历史，对人畜无毒。

为什么害虫吃了 Bt 作物会死亡而人吃了却没事呢？这是因为：第一，一般食物要先煮熟才吃，蛋白质加热后会变性，Bt 蛋白在 60 度水中煮 1 分钟就失去了活性。第二，即使生吃，Bt 蛋白的前体也只有在昆虫肠道的碱性环境下才能生成有毒的蛋白，而人畜的胃环境是酸性的。第三，昆虫中肠道的表面有 Bt 蛋白的受体，Bt 蛋白与受体结合后可导致肠道细胞穿孔，将昆虫杀死，而人畜肠道细胞的表面没有 Bt 蛋白的受体，不会与 Bt 蛋白结合。第四，不管生吃还是熟吃，吃下去的 Bt 蛋白最终都会像其他蛋白一样被消化、分解。因此迄今未发现一例人畜因吃了这种转基因作物而中毒的例子，这有力地证明了 Bt 作物的食用安全性。

人吃了转基因食品后，人的基因也会改变吗？

有人担心，人吃了转基因动植物食品后，或者猪牛鸡等动物吃了植物饲料中的基因、人再吃这些动物食品，被转入的外源基因是否会改变人的基因组成。科学告诉我们，这种情况是不会发生的。因为所有生物的基因都是由核酸组成的，核酸分子进入肠胃后会被消化、降解成小分子，不再是完整的、有功能的基因，更不可能进入人体的生殖细胞，因而不会影响人的基因组成。迄今在科学上没有发现食品中的基因会转入人体生殖细胞的机制。人们每天吃进动植物食品中成千上万个基因，却从来没有变成具有动植物的特性。

理性认识转基因食品

国际上对转基因作物及其产品的争论，本质上不是科学问题，而是出于政治、经济和贸易考虑，表现为利益集团之间的冲突，即农产品出口国（如美国）与进口国（如欧盟）之间的较量，转基因产品的安全性及其标识已成为一种贸易的技术壁垒。



食品安全是一个相对和动态的概念，今天认为是安全的食品，明天可能发现不安全的因素，现在认为是不安全的食品，将来随着科学技术的发展，可能消除其不安全因素，将它变成安全的。要求食品绝对安全才能上市，是不切实际的。根据以科学为基础的评价原则和个案分析原则，目前对转基因食品安全性的理性认识应该是：批准的产品是安全的。国际上从 1996 年转基因产品批准上市以来，14 年中从未发生过安全事故。

五、“转基因”的未来发展

未来餐桌上的转基因食品

金大米——人体缺乏维生素 A 会导致视力减退、夜盲症、甚至失明和死亡。全球约有 4 亿人患维生素 A 缺乏症，大多数在亚洲，因为亚洲人的主粮是大米（缺乏维生素 A）。瑞士和德国的科学家合作，向水稻中转入其它物种的基因，获得的转基因水稻生产出来的大米是金黄色的，被称为“金米稻”，它可补充人体的维生素 A，每天吃 300 克金大米，就可防止维生素 A 缺乏症。

营养保健食品——随着转基因技术的不断发展，百姓餐桌上还将出现营养保健食品，如美国培育的高 γ 2 亚麻酸大豆，加拿大培育的高不饱和脂肪酸油菜等，对于防止心血管疾病和提高食品营养都具有很好的价值。还有如：能降低心血管病和癌症发病率、增强免疫功能的富含 α -维生素 E 的植物油，适于肾脏病和糖尿病人的专用稻米等。

环保产品——转植酸酶基因玉米

玉米是重要的饲料加工原料，我国约 80% 的玉米用于饲料加工。玉米中有机磷含量很高，大部分以植酸形式存在。植酸酶是一种饲料添加剂，它能把玉米中大量存在的植酸磷分解成无机磷，提高单胃动物对饲料磷的利用率和动物的生产性能。

单胃动物的消化道中缺乏植酸酶，因此对植酸磷的利用率很低，不能被利用的植酸磷由动物的粪便排出，进入土壤和水体，引起江河、湖泊的富营养化，导致藻类及其它浮游生物迅速繁殖，水体溶氧量降低，水质恶化，对生态平衡造成不良影响。最近，我国科学家已研制成功转植酸酶基因的玉米，可以直接加工饲料而不需要再添加植酸酶，不仅大大提高了饲料玉米的利用价值，且可降低动物粪便中的含





磷量，减少环境污染。

耐旱、耐寒、耐盐等转基因作物

干旱、盐碱、低温等不良环境条件严重影响农作物的正常生长发育、产量和品质，同时也限制了作物的种植范围。因此，培育耐干旱、抗盐碱和低温的转基因农作物具有重要经济意义。

目前抗逆转基因植物的研发已取得明显进展，通过转基因方法可以培育耐寒、耐旱、耐盐碱等作物新品种，使植物获得抵抗各种逆境的能力。一旦这种转基因农作物研制成功，广大干旱和半干旱地区、经常出现春寒和秋寒的地区，以及盐碱地上就能生产出更多的粮食，从而进一步保障我国的粮食安全。

