



B节：现有的事实资料

## 4. 转基因作物的经济影响

转基因作物与任何农业新技术一样，会给农民、消费者和整个社会带来经济影响。抗虫棉是发展中国家种植最广泛的转基因作物；本章通过分析日渐丰富的经济数据，阐述了该作物对这些国家农民和整个经济的影响。本章采用案例分析的方法，回顾了抗虫棉给美国和五个已批准商业花种植的发展中国家（阿根廷、中国、印度、墨西哥和南非）带来的收益水平和分配情况等经济研究。此外，还进行了一项研究，预测转基因棉会给五个尚未批准商业化种植的西非国家农民带来何种经济影响（见第55页插文16）。除抗虫棉案例研究外，本章还简要分析了耐除草剂大豆对美国 and 阿根廷这两个最大种植国的经济影响。插文13对“金水稻”给消费者带来的潜在利益进行了预期分析。

### 带来经济影响的因素

转基因作物的总体经济影响受很多因素制约，如农作方式和产量、消费者是否愿意购买转基因食品及其它衍生产品、有关法律法规及其成本等。从长远看，这项

新技术的生产销售过程中产业集中等其他因素，也可能会影响经济效益及其分配情况。

应用新技术的农民，特别是动手早的农民，可能会从低生产成本和/或高产中受益。其他农民可能会处于劣势，但这取决于消费者偏好及相关法规的变化（见第6章）。如果消费者普遍接受转基因作物，法律法规又不是很繁琐，应用新技术的农民会处于优势，其他农民则会受到损失。但是，如果消费者的敌对情绪不断增长，其他农民会转而处于竞争优势地位，获得非转基因产品的高价收益。

一般情况下，消费者会从农业技术创新中获益，因为他们购买的产品价格会降低和/或质量会提高。但转基因作物的情况却比较复杂，原因至少有两个。第一，有关强制性标识、市场分割等规定可能会增加生产和销售成本，使销售价格无法下降。第二，一些消费者坚决反对这项新技术。如果他们被迫接受转基因产品，或者为了避免消费转基因产品而购买价格昂贵的有机农产品，他们可能会损失一些利益。

因此，转基因作物对社会的净经济影响是非常复杂而又动态的概念，很难衡

## 插文 13

## “金水稻”对菲律宾的经济影响估计

“金水稻”是能够产生维生素A原即β胡萝卜素的转基因水稻，由德国、瑞士一些大学的科研人员联合开发（Ye等人，2000）。参与开发的专利所有人将其进行了人道主义捐献（不到1万美元的售价），这意味着发展中国家的农民可以不付技术费进行“金水稻”生产和繁殖。

全球有2亿多人缺乏维生素A，据估计280万五岁以下儿童因此失明（粮农组织，2000a）。“金水稻”是针对将米饭作为主食的人们专门开发的。反对者批评说，一个本该通过饮食多样化和饮食补充剂便可以解决的问题，却用“金水稻”这种高科技去解决，代价有些昂贵。而支持者则认为，饮食多样化当然是理想方案，可是对连基本温饱都无法满足的上百万人来说却遥不可及。利用“金水稻”向穷人补充维生素A，这在经济上有效可行吗？

Zimmermann和Qaim（2002）对“金水稻”在菲律宾的潜在经济影响进行了首例研究。设在菲律宾的国际水稻研究所（IRRI）正在对“金水稻”进行当地适应性改良。据本文作者估计，

“金水稻”的研发资金起先为300万美元，在菲律宾完成适应性研究和安全测试还需1000万美元。但另一方面，仅在菲律宾一个国家，“金水稻”每年便可避免9000人失明和950人死亡。作者利用世界银行疾病及早逝经济损失指数计算，“金水稻”在菲律宾的潜在经济收益大约为1.37亿美元，“金水稻”开发总成本回报率为10比1，在菲律宾的适应性及测试产品的边际成本回报率为13比1。

作者承认，这些估计数字还需要考虑一些不太确定的参数，诸如产生的β胡萝卜素的数量、人体吸收量、补充维生素A的防病效果、能够吃到“金水稻”的人口数量等。假设采用每个参数的最低值，“金水稻”在菲律宾的收益仍然比适应性研究与试验成本高一倍以上。作者指出，在菲律宾，每年采用其他方法（食品添加剂和维生素强化）治疗维生素A缺乏症的费用大约2500万美元，而采用“金水稻”不会出现经常性费用。作者认为，与其他治疗方法相比，“金水稻”是一种低成本且可持续的选择。

量。首先，只有给农民带来经济利益，转基因作物才能大范围推广。特别是在发展中国家，除单纯的农作因素外，其它一些经济及制度因素也会影响农民种植转基因作物的收益。经济研究显示，在转基因作物能解决严重生产问题的地区，以及农民

能够获得该项新技术的地区，转基因作物可以给农民带来收益。但是，现在只有少数几个国家具备这些条件。这些国家能够利用私营公司为北半球温带作物开发的创新技术。此外，这些国家拥有较为完善的农业研发体系、生物安全管理规定、知识

产权制度和地方投入物市场。条件尚不完备的国家可能会被排斥在这场基因革命之外。

转基因作物种植国家不多且时间不长，因此研究对发展中国家影响的有关文献非常有限。两三年以上的数据很少，且多数研究只涉及了少量农民。这么小的样本量很难区分是转基因作物带来了影响，还是其他变量影响了作物表现，诸如天气、种子、农药质量、虫害程度、农民技术等。另外，农民可能需要几年时间才能获得经验，才能有效利用一项新技术，如抗虫棉。难以从初步资料中得出有力结论的另一个问题是，应用任何一项新技术较早的农民都会比其他农民收益多，因为早下手的人获得了成本优势及创新收益。应用的人越来越多之后，成本降低可能会转化为产品价格下降，也就是说，消费者收益不断增长，而农民收益却不断下降。第三个问题是，转基因产品多数仅由几家大公司控制。虽然目前在缺乏竞争及有效监管的情况下，它们似乎没有获得垄断利润，但并不能保证以后它们不会这么干。

虽然各国制度、市场条件、农民类型各不相同，但种植转基因棉的国家已经达到了一定数量，可以就转基因作物给发展中国家带来的利益与挑战这一主题得出初步结论。尽管从某一个国家或某一种作物推出结论不太稳妥，但是，有关抗虫棉的初步资料显示，由于转基因棉稳产高产，农药成本降低以及喷洒农药带来的健康隐患减少，因此发展中国家资源贫乏的小农能够从中获得很大收益。当然，还需要进行长期研究，仔细评估虫害程度、作物长势、耕作方式以及经济回报等，以便证实现有的初步结论。下文的案例研究显示，在适当法律监督下保证农民有效利用转基因作物的重要因素有：

- 充足的新技术评估及对其进行适应性改良的国家科研能力，
- 活跃的国营和/或私营投入物销售体系，
- 可靠透明的生物安全规定，以及
- 适当的知识产权政策。

## 抗虫棉在全球的推广情况

转基因棉中包含一种能够抗某些害虫的苏云金芽孢杆菌（Bt）（插文14），1996年首次在澳大利亚、墨西哥和美国种植，后商业化推广到阿根廷、中国、哥伦比亚、印度、印度尼西亚和南非六个国家（表5）。1996年，抗虫棉和抗虫耐除草剂（Bt/HT）棉种植面积还不到100万公顷，仅占全球棉花种植面积的2%；2002年增长到460万公顷（2002年耐除草剂棉种植面积新增220万公顷），占到了全球棉花种植面积的15%。

Bt棉在中国、墨西哥、美国等地棉花产区的种植情况大不相同，其他地区则主要取决于病虫害问题的综合治理情况。在主要虫害是棉铃虫且抗药性高的地区，农民对Bt棉品种接受很快。在其他虫害较多的地区，农民们喷洒广谱农药混合液，却无意间控制了棉铃虫，从而降低了Bt棉的使用价值。

## 转基因棉的经济影响

目前转基因作物给农民带来的经济影响，主要由投入物的使用和虫害危害程度的变化决定。种植Bt棉或HT棉会减少化学品使用量，农民可以节省购买农药的钱，并节省了喷洒时间与精力。在新品种有效抗虫抗杂草的地区，便会获得

## 插文 14

## 什么是Bt棉？为什么要种植Bt棉？

把土壤中常见的一种细菌即苏云金芽孢杆菌（Bt）的基因移植到棉株中，产生对某些害虫有毒的蛋白质，便成为Bt棉。Bt能够非常有效地控制许多棉区中常见的毛虫类害虫，诸如棉红铃虫（*Pectinophora gossypiella*）和棉铃虫（*Helicoverpa zea*），比较有效地控制烟青虫（*Heliothis virescens*）和粘虫（*Spodoptera frugiperda*），但对于棉铃象甲虫不起作用，还需要杀虫剂进行控制（James, 2002b）。因此，根据虫口数量，不同区域使用Bt棉减少杀虫剂用量的效果也不同。

首批Bt棉由孟山都（杀虫基因开发商）和岱字棉（美国最大的棉花种子公司）协议推出，种籽中含有Cry1Ac基因，商品名为“保铃棉”（Bollgard®）。1997年美国首次出现含有抗虫耐除草剂（Bt/HT）混合基因的转基因品种。最近，一些市场批准了孟山都公司一种含有Cry1Ac和Cry2Ab2的新产品，称“保铃棉II”（Bollgard II®），于2003年进行商业化种植，希望能够提高抗虫效率，延缓害虫抗药性的产生。

美国市场上现在有35种以上的Bt或

Bt/HT棉品种（数据来自美国农业部[USDA]），它们和除中国外的大多数Bt棉一样，都含有孟山都公司许可提供的基因。中国有独立开发的Bt棉，由中国农业科学院（CAAS）研制，含有Cry1Ac和Cry1Ab融合的Bt改良基因。此外，农科院在豇豆中分离到了一种基因，叫豇豆胰蛋白酶抑制基因（CpTi），提供了另一种抗虫方式。农科院把CpTi基因与Bt基因混合移入22种经当地适应性改良的品种中在中国每个省进行种植，希望能够延缓害虫抗药性的产生。中国市场上也有孟山都Cry1Ac基因，至少含在岱字棉五个品种中（Pray等人，2002）。阿根廷、墨西哥、南非等国的Bt棉都含有孟山都Cry1Ac基因，基本是为美国市场开发的产品。

传统的棉花生产需要使用大量杀虫剂控制毛虫等虫害。据估计，全世界25%的农药用于棉花生产，包括那些剧毒化学品。含氯碳氢化合物（诸如滴滴涕）曾经广泛用于棉花种植，出于健康和环境考虑于20世纪七十年代和八十年代才禁止使用。农民随后便转向有机磷

高产。<sup>3</sup>节约的成本和产出的收益会转化为农民净收益的提高。相对于其他可选方式而言，农民的经济收益依赖于新技术所带来的成本收益。

在转基因品种的引进对整体经济和分配的影响方面，也必须考虑到这样的事实，即随着新技术降低生产成本，农民可能会扩大生产。这种供应回应能导致产品价格下降，给消费者带来收益，从而可能使消费者对产品的需求增加。当农民购买

种子等投入物的行为发生变化，特别是当投入物供应商在市场中处于垄断地位时，这些投入物的价格可能会随之发生变化。这些整体经济力量会影响总经济效益，也会影响农民、消费者和种子供应方之间的效益分配。

<sup>3</sup> 本章中提高的产量是指实际产量或有效产量而不是潜在农作产量。实际或有效产量扣除了由于虫害带来的损失。

农药，其中许多也是剧毒品。但害虫很快便产生了抗药性，所以在20世纪八十年代和九十年代，毒性较轻的除虫菊酯应用普遍；可是，害虫仍然很快便产生了抗药性，并且在很多地区出现了多重抗药性的严重问题。在主要害虫是棉铃虫并且有抗药性问题的地方，Bt棉在大量减少农药用量方面发挥了很大作用。

从生产角度讲，Bt棉另一个优势在于Bt抗虫性会一直存在于棉株中而不会消失。农民总是在发现虫害问题时才喷洒药剂，此时已经造成了一些损失。化学杀虫剂的控制效果与天气关系密切，如果出现雨水可能会冲走药剂。而Bt棉则不同，可以提供持久保护，对于那些已经产生抗药性的害虫也可以进行有效控制。因此，Bt棉在多种生长条件下的产量表现都很出色（Fernandez-Cornejo和McBride，2000）。据估计，由于虫害程度在不同时间不同地区各不相同，Bt棉与普通棉品种之间的产量差异也各不相同。在虫害压力最大抗药性普遍的地区，Bt棉的相对收益最高。

令人担心的一点是，害虫有可能会

象对付其他杀虫剂一样产生Bt抗性，这对于依赖喷洒Bt来控制虫害生产有机棉的农民来说是个严重问题。如果普遍产生Bt抗性，抗虫效果会大大降低。因此，转基因棉批准程序的一个重要部分便是害虫抗性管理。有关该问题的详细情况见第5章。

### 对美国的经济影响

Bt棉在美国第一年进行商业化种植时的推广面积为85万公顷，占该国总棉区的15%。到2001年，Bt棉和Bt/HT棉的种植面积占总种植面积的42%（美国农业部农业市场处，各年份）。现在，美国仍然是世界上Bt棉及Bt/HT棉的最大种植国，但是，随着其他国家种植面积不断增加，它在全球转基因棉区中所占份额从1996年的95%下降到了2001年的55%。

美国棉农很快接受了Bt棉，特别是在虫害严重且抗药性明显的南方诸州（表6）。Bt棉的普及对美国的杀虫剂使用情况影响很大。1992-95年，棉铃虫杀虫剂平均喷洒次数是4.6次，1999-2001年降到了0.8次（图8）。Carpenter和Gianessi（2001）以及Gianessi等人（2002）估计，美国棉花杀虫剂年均使用量按有效成分计算大约减少了1000吨。

Falck-Zepeda、Traxler和Nelson（1999，

2000a, 2000b) 采用标准经济剩余模型, 计算了1996-98年间美国Bt棉效益对美国棉农、消费者、种子供应商和其他国

表 5  
Bt 棉和 Bt/HT 棉种植面积, 2001年

| 国家    | (千公顷)              |
|-------|--------------------|
|       | 种植面积               |
| 美国    | 2 400              |
| 中国    | 1 500              |
| 澳大利亚  | 165                |
| 墨西哥   | 28                 |
| 阿根廷   | 9                  |
| 印度尼西亚 | 4                  |
| 南非    | 30                 |
| 合计    | 4 300 <sup>1</sup> |

<sup>1</sup>出于凑整和估计的缘故, 国家数字相加所得与合计数有出入。  
资料来源: James, 2002b。

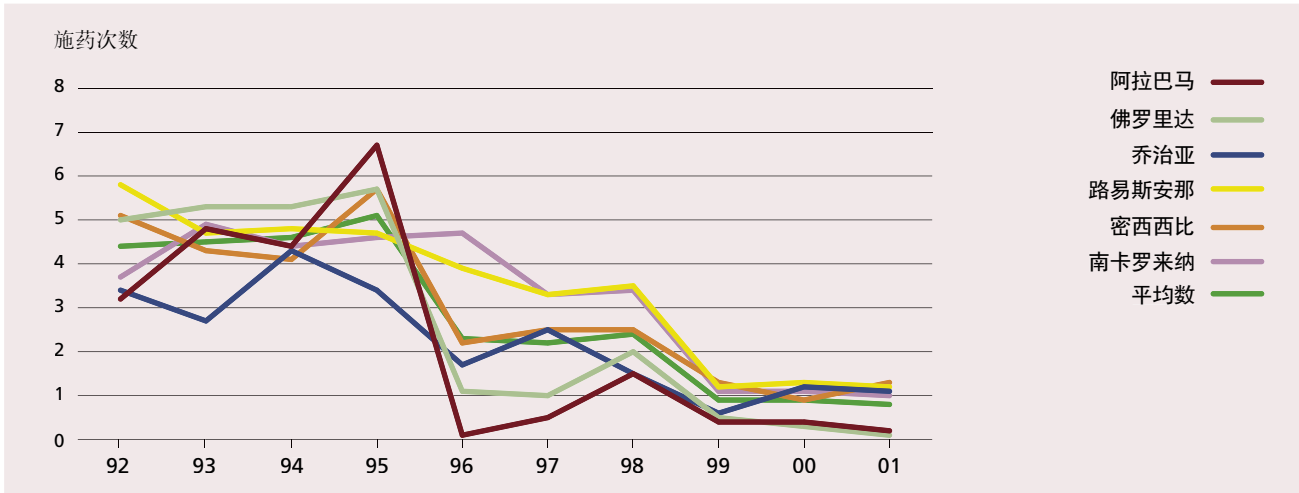
家棉农的年度影响 (Alston, Norton和 Pardey, 1995)。来自Bt棉引进的效益的估计总额和分配情况每年不断波动; 该波动在1996-98年间的平均数字见图9。由于Bt棉降低了生产成本, 有效提高了产量, 美国棉农的年净收入增加1.05亿美元。种子供应方 — 主要是孟山都公司和岱字棉公司 — 从技术销售中获利8000万美元。棉花增产导致销售价格下跌, 每年为美国和其他国家的消费者节省了4500万美元。由于棉花价格低, 其他国家的棉农损失了大约1500万美元。平均每年净收益总量约2.15亿美元。平均收益的比例分别为: 美国农民为46%, 种子业为35%, 棉花消费者为19%。其他国家棉农的损失不到美国Bt棉净收益总量的1%。

表 6  
按州列出的美国农民种植 Bt 棉的情况, 1998-2001年

|       | (百分比) |      |      |      |
|-------|-------|------|------|------|
|       | 1998  | 1999 | 2000 | 2001 |
| 阿拉巴马  | 61    | 76   | 65   | 63   |
| 亚利桑那  | 57    | 57   | 56   | 60   |
| 阿肯色   | 14    | 21   | 60   | 60   |
| 加利福尼亚 | 5     | 9    | 6    | 6    |
| 佛罗里达  | 80    | 73   | 75   | 72   |
| 佐治亚   | 47    | 56   | 47   | 43   |
| 路易斯安那 | 71    | 67   | 81   | 84   |
| 密西西比  | 60    | 66   | 75   | 80   |
| 密苏里   | 0     | 2    | 5    | 22   |
| 新墨西哥  | 38    | 32   | 39   | 32   |
| 北卡罗来纳 | 4     | 45   | 41   | 52   |
| 俄克拉何马 | 2     | 51   | 54   | 58   |
| 南卡罗来纳 | 17    | 85   | 70   | 79   |
| 田纳西   | 7     | 60   | 76   | 85   |
| 得克萨斯  | 7     | 13   | 10   | 13   |
| 弗吉尼亚  | 1     | 17   | 41   | 30   |

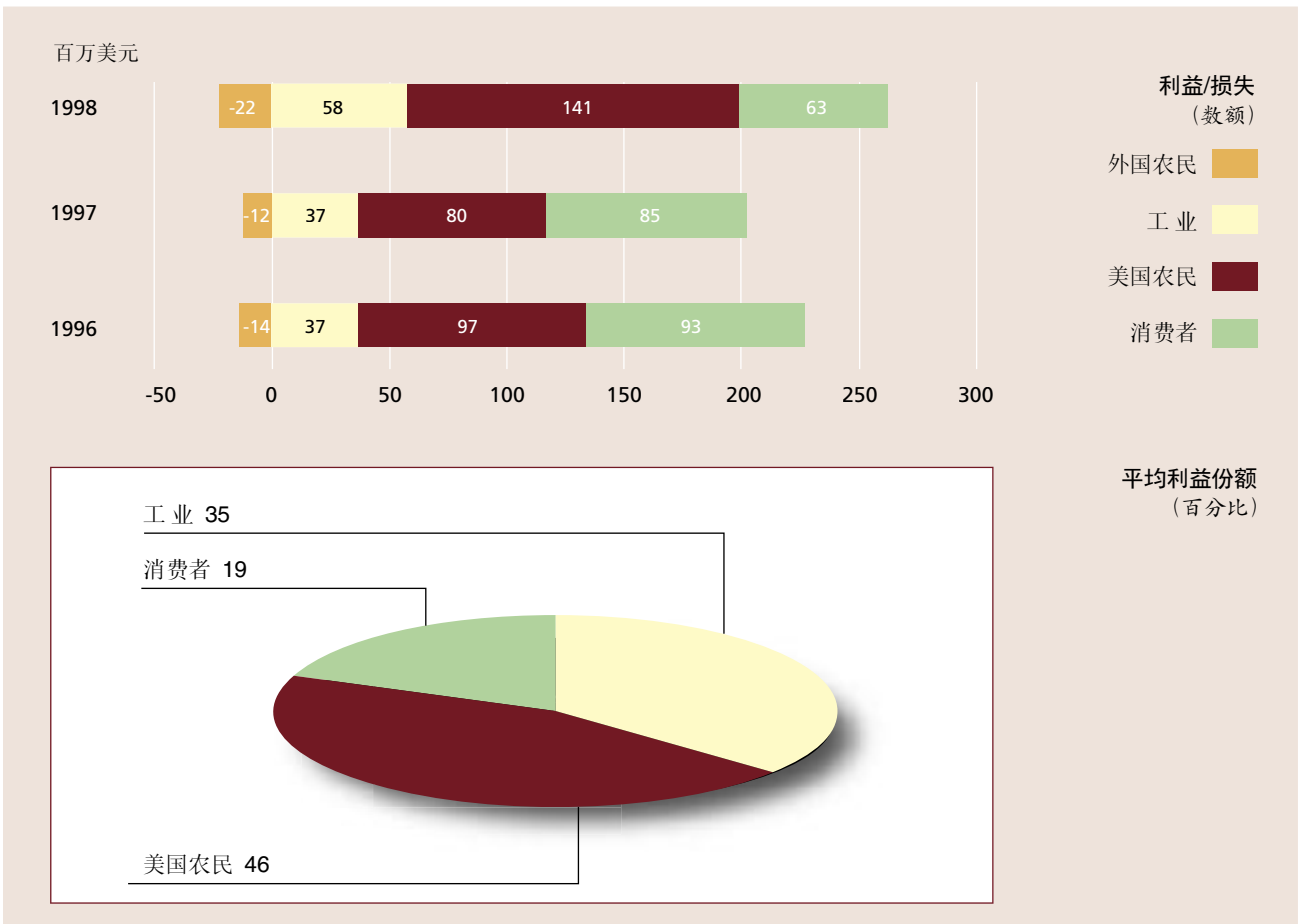
资料来源: 美国农业部农业管理局历年资料。

图 8  
美国若干州施用防治蚜虫-棉铃虫的农药，1992-2001年



资料来源: Falck-Zepeda, Traxler和Nelson, 1999。

图 9  
美国采用Bt棉的利益分配，1996-98年



资料来源: Falck-Zepeda, Traxler和Nelson (1999, 2000a, 2000b)。

表 7  
Bt 棉与普通棉的表现差异

|            | 阿根廷  | 中国   | 印度   | 墨西哥  | 南非  |
|------------|------|------|------|------|-----|
| 皮棉产量       |      |      |      |      |     |
| (公斤/公顷)    | 31   | 23   | 699  | 16   | 237 |
| (百分比)      | 33   | 19   | 80   | 11   | 6   |
| 化学品喷洒 (次数) | -2.4 | ...  | -3.0 | -2.2 | ... |
| 总收入        |      |      |      |      |     |
| (美元/公顷)    | 121  | 262  | ...  | 248  | 9   |
| (百分比)      | 34   | 23   | ...  | 9    | 6   |
| 虫害控制       |      |      |      |      |     |
| (美元/公顷)    | -18  | -230 | -30  | -106 | -26 |
| (百分比)      | -47  | -67  | ...  | -77  | -8  |
| 种子成本       |      |      |      |      |     |
| (美元/公顷)    | 87   | 32   | ...  | 8    | 14  |
| (百分比)      | 30   | 9    | ...  | 16   | 89  |
| 总成本        |      |      |      |      |     |
| (美元/公顷)    | 99   | -208 | ...  | -47  | 2   |
| (百分比)      | 3    | -16  | ...  | -27  | 3   |
| 利润         |      |      |      |      |     |
| (美元/公顷)    | 23   | 470  | ...  | 29   | 6   |
| (百分比)      | 31   | 340  | ...  | 12   | 299 |

资料来源:

阿根廷: Qaim和de Janvry, 2003。数据以对两个主要产棉省份299名农民进行的调查为基础, 为1999/2000和2000/01两个生长季的平均值。  
中国: Pray等人(2002)。数据以在种植Bt棉的所有省份进行的农场调查为基础, 为1999-2001年三个生长季的平均值。调查涉及的Bt棉和非Bt棉田的块数分别为: 1999年为337和45; 2000年为494和122; 2001年为542和176。

印度: Qaim和 Zilberman, 2003。数据以2001年一生长季在印度7个州进行的实地试验为基础。这些试验涉及157块棉田, 其中每一块同时种有Bt棉和非Bt普通棉。

墨西哥: Traxler等人, 2003。数据以在Comarca Lagunera地区进行的调查为基础, 为1997年和1998年两个生长季的平均值。

南非: Bennett, Morse和Ismael, 2003。数据以在Makhathini平原地区进行的农场记录和调查为基础, 为1998/99-2000/01三个生长季的平均值。得到分析的农场记录来自: 1998/99年度为1283个农场(占该地区农场总量的89%), 1999/2000年度为441个农场, 2000/01年度为499个农场。

### 转基因棉对发展中国家的经济影响

为期1至3年的Bt棉实地考察已经结束, 涉及了5个发展中国家: 阿根廷(Qaim和de Janvry, 2003)、中国(Pray等人, 2002)、印度(Qaim和Zilberman, 2003)、墨西哥(Traxler等人, 2003)以及南非(Bennett, Morse和Ismael, 2003)。这些研究的结果概括于表7并在下文得到分析。在实施研究的所有这5个发展中国家中,

与普通棉花相比, Bt棉品种平均产量高, 杀虫剂使用量低, 净收益高; 但是, 在这些国家中, 无论是Bt棉还是普通棉, 其长势均与高程度的跨季节及跨田间变化相关。因此, 仅从几百个农民两三年间的数据中不可能得出十分完整的结论。尽管目前的研究结果和不断迅速扩展的种植面积说明, 农民能够从种植Bt棉中受益, 但对于普通品种而言, 就Bt棉品种的产量高



低和稳定性下定论尚为时过早，因为这些还取决于各地不同的病虫害侵害、农作方式等因素。

Bt棉影响分配情况的研究涉及：阿根廷（Qaim和de Janvry, 2003）、中国（Pray和Huang, 2003）、墨西哥（Traxler等人, 2003）和南非（Kirsten和Gouse, 2003）。现有材料显示，就推广速度和每公顷收益而言，转基因棉品种与种植规模没有太大关系。换言之，小规模Bt棉种植者与大规模种植者有相同或更多收益。这不足为奇，因为Bt棉品种减少了田间管理压力。Qaim和Zilberman认为，在虫害猖獗、有效化学防治率低的发展中国家，小农种植Bt棉的相对收益最高，因为在一般情况下，这里的农民因虫害损失严重。这一点已得到国际上目前所获得数据的证实；这些数据显示了阿根廷、中国和印度的产量增幅最大。

### 阿根廷

Qaim和de Janvry（2003）研究了1999/2000和2000/2001两季Bt棉在阿根廷的种植情况。1998年，Bt棉首次由CDM Mandiyú SRL公司（孟山都、岱字棉和一家阿根廷公司Ciagro组建的合资公司）推出。在阿根廷商业化的Bt棉品种原本是为美国市场开发的。在阿根廷，Bt棉技术享有专利，农民必须付技术费才能使用。根据阿根廷法律，农民可以制种并使用一季，然后必须购买注册的新种子。然而，Mandiyú公司要求农民签订专门的购销合同，禁止使用自己留种的Bt棉种子。因此，与其他国家（或本国的HT大豆）相比，Bt棉在阿根廷的推广速度较慢，至2001年，才占到了棉区的5%。

在阿根廷，Bt棉产量比普通棉平均高出531公斤/每公顷（或33%）。Qaim和de Janvry（2003）指出，普通品种更适应当地

条件，潜在产量较高，因此，Bt棉因虫害少而引起的产量增幅实际可能会高于33%。Bt棉和其他棉花的市场价格几乎持平，因此高产使总收入平均上升34%。杀虫剂使用量下降，成本约降低一半。但Bt种子价格高6倍以上，因此，总变量成本上升35%。Bt棉净收入高于其他棉花，但高出的绝对值较低，而且与其他国家相比，盈利幅度较小。

Qaim和de Janvry（2003）的结论是，阿根廷Bt棉种子成本高是导致农民收益较低的主要原因，这也帮助解释了为什么Bt棉在阿根廷的推广速度比HT大豆慢（插图15）。他们采用支付意愿评估法估计，农民希望Bt棉种子价格比当前实际价格降低至少一半。这样一来，农民的净收入会大幅度上升，而种子公司收入也会随农民购买量的增加而增加。这一研究结果提出了一个重要问题，即为什么Mandiyú公司的销售价格那么高，甚至影响了利润最大化。作者推测，该公司可能有一定压力，需要维持与美国一样的Bt棉技术价格水平。同时，文章也表示担心，长此以往，由于缺乏竞争和对垄断势力的有效监管，私营企业可能会进行垄断，从农民手中攫取超额利润。

### 中国

中国有400多万小农种植Bt棉，种植面积占棉花总面积的约30%。自1997年首次进行商业化种植以来，中国占全球Bt棉种植面积的份额迅速增长，2001年已超过35%。Pray等人（2002）调查了中国棉农从1999年到2001年历时三季的情况。该调查主要在既有Bt棉又有非Bt棉品种的产棉大省展开。初期调查在河北和山东的农民中进行。在这两个省中，主要危害来自棉铃虫，并且抗药性强，因此Bt棉种植面积

## 插文 15

## 阿根廷和美国的耐除草剂大豆

耐除草剂 (HT) 转基因作物指受体植物中植入了根癌农杆菌 (*Agrobacterium tumefaciens*)，产生抗各种草甘磷广谱除草剂的作用，有利于田间杂草控制。用草甘磷代替昂贵又有毒的除草剂，可以降低生产成本。种植 HT 作物，可以不用过多考虑什么时间喷洒什么除草剂，草甘磷可以有效控制宽叶杂草和窄叶杂草，并且喷洒时间要求不高。名为“抗农达” (RoundupReady®) (RR) 的耐除草剂作物已由孟山都开发研制。

1996年，阿根廷和美国开始商业化种植抗农达大豆。在美国，抗农达技术有专利保护，销售使用时与农民签署销售合同；而阿根廷则没有任何形式的知识产权保护。因此，农民可以不用从孟山都手中获得抗农达大豆，而且法律允许他们种自己留种的大豆。结果，阿根廷农民购买抗农达种子的价格溢价较低，约30%；而美国农民则平均多付出43% (数据来自[美国]审计总署，2000)。两国抗农达大豆推广很快，到2002年，阿根廷约99%，美国约75%的豆田种植了抗农达大豆 (James, 2002a)。

无论在阿根廷还是在美国，抗农达大豆与普通大豆的产量没有很大差别，但是减少了除草剂和耕地成本，给农民带来了收益。很多农民因此采用了少耕或免耕方式，减少了机械成本和劳力成本，有利于水土保持；杂草量减少也降低了收获成本 (Qaim和Traxler, 2004)。

在阿根廷，与普通大豆相比，抗农达大豆生产的总变量成本约低8% (21美元/公顷)，美国的情况还不十分清楚。Moschini、Lapan和Sobolevsky (2000)

估计，2000年美国的平均成本为20美元/每公顷；Duffy (2001) 发现，1998年和2000年依阿华州情况显示节约的成本少到可以忽略不计。综合上述资料可以看出，似乎美国的抗农达大豆成本优势与阿根廷类似。

Qaim和Traxler (2004) 估计，2001年抗农达大豆的经济效益约12亿美元，占全球大豆总值的4%。由于价格降低，全球大豆消费者获益6.52亿美元 (占总效益的53%)。种子公司的技术收入为4.21亿美元 (34%)，<sup>1</sup>其中多数来自美国市场。阿根廷和美国的大豆生产者分别获益3亿和1.45亿美元；而在没有推广抗农达大豆技术的国家中，由于世界市场价格降低了约2% (4.06美元/每吨)，生产者在2001年约损失2.91亿美元。整个农民群体净收入约1.58亿美元，占该项技术总经济收益的13%。

<sup>1</sup> 和棉花研究一样，这里用技术总收入计算垄断租金。其中没有减掉研究、销售和监管费用。假设这些成本占技术收入的33%，垄断租金可能会减少到2.8亿美元 (占总收益的26%)。

发展很快。河北已接近100%，山东超过了80%。2000年的调查中加入了河南省。虽然河南的主要危害也是棉铃虫，但据称农民买不到最好的Bt棉良种，所以推广面积稳定在30%左右。2001年又加入了安徽和江苏省。在这些省份，Bt棉种植起步较晚而且推广速度也慢，部分原因是那里的棉红蜘蛛（对Bt棉无易感作用）问题较为严重。

1999-2001年三年间，中国Bt棉产量平均比普通棉高523公斤/每公顷或19%。这使得收入平均高23%。Bt棉种比普通棉种价格高近一倍。然而，与阿根廷的情况相比，该价格要低很多。Pray等人（2002）认为，由政府机构开发的农科院棉种与孟山都Bt棉形成了激烈的市场竞争，造成了价格较低。虽然Bt棉种成本较高，但杀虫剂成本降低了67%，从而总成本比普通棉花低16%。每公顷总利润平均高出470美元，而普通棉农这三年中每年都亏本。

Pray等人（2002）估计，在中国，与普通棉农相比，Bt棉农平均每公顷少使用43.8公斤杀虫剂，用量减少最多的是河北省和山东省，因为那里的主要虫害是棉铃虫。低用量就意味着低成本和低劳力，而且对环境和人体健康有益。据估计，Bt棉使得中国在2001年的杀虫剂使用量减少了7.8万吨，相当于一般年份总用量的1/4。中国棉农一般使用肩背式喷雾器喷洒农药，而且很少穿戴防护外衣，很容易发生危险。而Bt棉农面临农药中毒的发生率（5-8%）要比普通棉农的（12-29%）低得多。

Pray和Huang（2003）根据农田面积和收入阶层研究了中国的收益分配情况。他们发现，种植面积低于1公顷的农民，每公顷收入净增长比1公顷以上的农民高一倍多（表8）。贫困农户或农民每公顷净收入增

加比富裕农民高出许多。这些结果说明，Bt棉在净收入方面给中国贫困人口带来了很大的经济收益。

## 印度

直到2003年，印度才批准商业化种植Bt棉，因此目前还没有市场研究成果。Qaim和Zilberman（2003）分析了2001年以来的实地试验数据，总结了普通棉与Bt棉的产量和杀虫剂用量的差异。实地试验由马哈拉什特拉杂交种子子公司（Mahyco）在7个邦395名农民中展开。试验由监管部门监督执行，农民用传统农作方式种植。通过将一种Bt杂交棉、不含转Bt基因的同种杂交棉和一种常用非Bt棉品种种植在相邻的646平方米的田间，该研究对它们的产量和农药使用情况做了比较。该分析的依据来自具有完整记录的157个代表性农场的结果。上文表7列出了Bt杂交棉和不含转Bt基因的同种杂交棉的比较结果。

Bt杂交棉的平均有效产量比非Bt杂交弥棉高出80%，说明棉花种植季节虫害严重，且缺乏其他防治手段。产量差别比中国、墨西哥和美国高得多。Qaim和Zilberman（2003）认为，这是因为印度虫害严重，农民无法获得既便宜又有效的杀虫剂。他们进一步提出，非Bt杂交品种和常用品种的表现情况都不佳，说明潜在产量没有影响Bt杂交棉和非Bt杂交棉之间的表现差异。作者承认，仅一年的结果并不具有代表性，因此参考了Mahyco公司的小型实地试验结果；这些数据显示，1998-2001年的四年间，Bt棉平均产量高出60%。印度其他的实地试验显示，1998/99和2000/01年度Bt棉产量高出24%到56%（平均39%）（James，1999；Naik，2001）。Qaim和Zilberman（2003）指出，在印度，

表 8  
按棉田大小或收入类别列出的中国Bt棉推广的收益分配，1999年

| 棉田大小             | Bt棉观测百分比 | (公斤/每公顷) | (美元/每公顷) | (美元/每公顷) |
|------------------|----------|----------|----------|----------|
|                  |          | 产量增加     | 总成本变化    | 净收入变化    |
| 0.0-0.47公顷       | 86       | 410      | -162     | 401      |
| 0.47-1公顷         | 8        | -134     | - 34     | 466      |
| 1+ 公顷            | 87       | -124     | -182     | 18       |
| <b>农户收入 (美元)</b> |          |          |          |          |
| 1-1200           | 8        | 170      | -302     | 380      |
| 1200+            | 91       | 6        | - 4      | 1 7      |
| <b>人均收入 (美元)</b> |          |          |          |          |
| 1-180            | 8        | 4 6      | -21      | 446      |
| 180-360          | 83       | 8        | -284     | 303      |
| 360+             | 97       | -60      | 1        | -1       |

注：所有金额数字均按照1美元 = 8.3元人民币的官方汇率从人民币换算成美元。  
资料来源：Pray和Huang，2003。

害虫抗药性非常普遍，所以每年杀虫剂使用量在不断增加。他们2001年的调查结果显示，虽然其他害虫农药喷洒次数没有太大变化，但棉铃虫喷洒次数从每季平均3.68次减少到0.62次；杀虫剂使用总量减少了69%，减少的主要是国际一、二级剧毒农药如有机磷、氨基甲酸酯、除虫菊酯等。

### 墨西哥

随着政府政策、汇率、世界价格以及——特别是——灌溉水多少的变化，墨西哥棉花种植量的年度变化很大。棉田面积从20世纪九十年代中期的25万公顷降低到了2000年的8万公顷，Bt棉所占比例从约5%上升到了33%。

从Bt棉在墨西哥的推广情况来看，虫害及其带来的经济损失在各地区之间存在差异（表9）。在包括跨科阿韦拉（Coahuila）和杜兰戈（Durango）两州部分区域的拉古纳地区（Comarca

Lagunera），棉铃虫危害最为严重，因此推广最快。其他产棉区多为对Bt无易感作用的棉铃象甲虫等虫害，因此需要杀虫剂控制。结果Bt棉推广面积较低。南部的恰帕斯州（Chiapas）和尤卡坦州（Yucatan）禁止种植Bt棉，因为当地有一种陆地棉的野生亲缘种（Traxler等人，2003）。

墨西哥种植的Bt棉是由岱字棉与孟山都联合、原本为美国市场开发的品种。孟山都与墨西哥农民签署种子合同，要求他们只在指定的轧花厂加工棉花，不允许保留棉籽。合同还要求农民按照规定的田间管理办法进行种植，允许孟山都代表到田间检查，以保证他们严格遵守关于留种的规定（Traxler等人，2003）。

拉古纳地区的棉花生产者一般分为三类：农庄农民（Ejidros）、小土地所有者和自主生产者。农庄农民大约拥有2-10公顷的土地，小土地所有者为30-40公顷，自主生产者约为100公顷。农庄农民和小土地

表 9

墨西哥主要产棉区中Bt棉的推广和虫害的地理分布，1997-98年

| 虫害                    | Bt有效性 | 其他作物<br>宿主 | 严重程度 <sup>1</sup> |       |      |      |     |            |
|-----------------------|-------|------------|-------------------|-------|------|------|-----|------------|
|                       |       |            | 拉古纳<br>地区         | 塔毛利帕斯 | 北奇瓦瓦 | 南奇瓦瓦 | 索诺拉 | 下加利福<br>尼亚 |
| 棉红铃虫                  | 完全    | 无          | 最高                | 无     | 低    | 中    | 中   | 中          |
| 棉铃虫                   | 高     | 玉米<br>番茄   | 高                 | 高     | 中    | 中    | 低   | 低          |
| 烟青虫                   | 部分    | 玉米<br>番茄   | 中                 | 高     | 中    | 中    | 中   | 低          |
| 粘虫                    | 部分    | 种类多        | 低                 | 高     | 中    | 中    | 低   | 低          |
| 棉铃象甲虫                 | 无     | 无          | 灭绝                | 最高    | 低    | 最高   | 低   | 无          |
| 粉虱                    | 无     | 种类多        | 低                 | 无     | 无    | 无    | 最高  | 最高         |
| 2000 Bt抗虫棉<br>推广（百分比） |       |            | 96                | 37    | 38   | 33   | 6   | 1          |

<sup>1</sup> 最高：每年需要喷药多次，对作物会有严重危害；高：多数年份需要喷药2-3次，对作物有一定危害；中：多数年份需要喷药1-2次，对作物危害程度低；低：一般不需要喷药，有一些作物危害。

资料来源：Traxler等人，2003。

所有通常会联合成农民协会，便于获得信贷和技术。每个农民组织都有一个技术顾问。在1997和1998生长季节，Traxler等人（2003）通过SEREASA协会的技术顾问调查了拉古纳的农民。SEREASA是这个地区最大的协会之一，当时有638名会员，共有5000公顷土地。在这5000公顷土地中，有2000至2500公顷种植棉花，占拉古纳地区棉田的12%。1997年，拉古纳地区棉田中52%是Bt棉，1998年上升到了72%。作者认为，样本组基本上可以代表中小规模的棉农情况，但对大规模种植的农民代表性可能差一些。

Bt棉的有效产量平均比普通棉高165公斤/每公顷或11%，比表7中其他国家的产量差别低得多。产量差别在这两季中相差甚远，1997年几乎为零，而1998年为20%。作者注意到，这是因为1997年拉古纳地区病虫害不太严重。Bt棉的杀虫剂成本比普通棉低77%，喷洒次数也较少。Bt棉的种籽成本几乎要高3倍，显示了较高的技术溢价。两年的利润差别平均为295美

元/每公顷，1997年不到8美元，1998年为582美元。

Traxler等人（2003）计算了该地区种植Bt棉的经济效益在农民与Bt棉供应商（孟山都和岱字棉）之间的分配情况。在研究所涉及的两年间，农民获得了总收益的86%，种子供应商为14%（表10）。如上述所示，农民每公顷收益在这两年的差别很大，因此，生产者利润总量大约在35000美元至与500万美元之间。据估计，这两年间总收益大约为550万美元，大部分发生在第二年，并且大部分由农民获得。在该测算中，由孟山都和岱字棉获得的收益总量并不是真正的净收益，因为没有扣除种子运送、管理费用和市场营销的费用。150万美元的种子销售收入对于年收入54.9亿美元的孟山都来说不算什么。年度间波动大是因为病虫害变化较大。虫害严重的年份，Bt棉比普通棉更具优势。墨西哥棉花占全球份额较小，因此没有对价格或消费者利益造成整体影响。

表 10  
墨西哥拉古纳地区的经济效益分配估计，1997年和1998年

|   | 1997   | 1998      | 平均值      |
|---|--------|-----------|----------|
| A 每公顷Bt棉种子生产成本 (美元)                             | 30.94  | 30.94     | 30.94    |
| B 孟山都/岱字棉每公顷Bt棉收入 (美元)                          | 101.03 | 86.60     | 93.82    |
| $C = B - A$ 孟山都/岱字棉每公顷净收入 <sup>1</sup> (美元)     | 70.09  | .66       | 62.88    |
| D 每公顷农场利润变化 (美元)                                | 7.74   | 82.01     | 294.88   |
| E 拉古纳地区Bt棉种植面积 (公顷)                             | 4 00   | 8 000     | 6 2 0    |
| $F = C \times E$ 孟山都/岱字棉净收入总值 <sup>1</sup> (美元) | 31 40  | 44 280    | 380 342  |
| $G = D \times E$ 农民收益总值 (美元)                    | 34 830 | 4 6 6 080 | 2 34 4   |
| $H = F + G$ 所获总收益 <sup>1</sup> (美元)             | 3 0 23 | 101 360   | 2 72 798 |
| $I = F/H$ 总收益中孟山都/岱字棉所占份额 (百分比)                 | 90     | 9         | 14       |
| $J = G/H$ 总收益中生产者所占份额 (百分比)                     | 10     | 91        | 86       |

<sup>1</sup> 孟山都/岱字棉净收入中未扣除行政付费、销售费用以及支付给墨西哥种子销售代理商的费用。  
资料来源: Traxler等人, 2003。

### 南非

Bt棉是1999年《转基因生物法案》(1977)实施后在非洲撒哈拉以南地区进行商业化种植的第一种转基因作物。到2002年,南非共种植3万公顷的Bt棉,其中5700公顷在夸祖鲁-纳塔尔(KwaZulu-Natal)省的马克哈什尼(Makhathini)平原地区。Bennett、Morse和Ismael(2003)调查了马克哈什尼平原小棉农的情况。

Vunisa棉花公司是马克哈什尼平原的一家私营公司,它向农民提供棉花投入物(种子、农药和信贷)并回购棉花。Bennett、Morse和Ismael(2003)利用Vunisa棉花公司保留的农民记录,收集了自1998/99年的三季投入物使用、产量、农作特点及其他相关信息。此外,在1998/99和1999/2000年间,对小农进行了随机面访,2000/01年度进行了32份深入的个案研究面访。

作者发现,Bt棉农的收益主要来自于高产出(因为病虫害损失低)、低杀虫剂用量以及低喷洒劳力用量。Bt棉农的产量平均高264公斤/公顷(65%)。

特别是在雨水过多、收成不佳的1999/2000生产季中,Bt棉产量高出更多,达85%。Bt棉农的每公顷种子使用量也低,但Bt棉种子价格高,因此种子总成本高出89%。但由于受到杀虫剂和劳力较低成本的抵消,因而Bt棉总成本平均仅高出3%。产量高而且成本基本相同,这表示在所有中指季节中Bt棉农的净利润比普通棉农的高出3-4倍;1999/2000季的利润差别最大,因为那年普通棉农处于赔钱状态。

作者还研究了Bt棉的推广动态以及不同种植规模的收益分配情况。1997/98季,Vunisa棉花公司有意把Bt棉出售给有限几家规模较大的农民。到1998/99季,即本研究项目开始的第一年,马克哈什尼地区种植Bt棉的小农大约有10%,第二季为25%,第三季为50%。第四季即2001/02年度,由于数据有限没有纳入分析,但据估计,该地区大约92%的小棉农种植了Bt棉。作者指出,种植规模大、年龄大、男性和较富裕的农民一般在第一季便接受了Bt棉,但到第二、第三季

时，接受Bt棉的小农已经没有什么年龄性别差异。作者的分析显示，实际上，种植Bt棉的小农比大规模Bt棉农的每公顷总收益增幅要高。

## 结论

本章回顾了发展中国家种植转基因作物特别是Bt棉的经验。所收集的事实资料来自对阿根廷、中国、印度、墨西哥、南非以及美国Bt棉种植的影响研究。还探讨了HT大豆对阿根廷和美国带来影响的其他事实资料。从这些资料中可以得出如下

一般性结论。然而，从一种作物推及另一种作物或从一个国家推及另一个国家、从短期推至长期以及从少量农民样本推至整个行业时，还需采取谨慎态度。

首先，过去7年间，转基因作物给世界某些地区的农民带来了巨大经济收益。在一些个案中，每公顷节约成本，尤其是来自Bt棉的节约成本，大于过去几十年间其它任何一项新技术带来的收益。但是，即便在转基因产品已经面市的国家里，不同生产环境中的推广率大不相同，这与当地实际生产问题、以及是否有适宜的栽培品种密切相关。转基因作物在特定环境中非常有用，但不是解决所有问题的

### 插文 16

#### 西非不推广Bt棉的代价

在对西非五个产棉国的研究中，Cabanilla等人（2003）估计了该区域种植Bt棉可能给棉农带来的经济收益。棉花是这五个国家——马里、布基纳法索、贝宁、科特迪瓦和塞内加尔——的主要出口创汇产品，是几百万贫困农民的现金收入来源。根据不同的推广速度和实际产量优势，Bt棉可能会给这些国家带来的总收益大约在2100万到2.05亿美元之间。

Cabanilla、Abdoulaye和Sanders（2003）认为西非五国与种植Bt棉的一些发展中国家之间在虫口和农药使用方面非常相似，因此他们的分析就以此作为基础。西非的主要虫害是棉铃虫，目前使用广谱杀虫剂，一般是有机磷和除虫菊酯的混合液，每季喷洒7次进行控制。象使用这些杀虫剂的其他区域一样，这里也存在抗药性。因此，作者认

为，Bt棉可能会非常有效地控制这里的虫害。

参照其他发展中国家的经验，作者推测了Bt棉可能在这里产生增产和降低成本的作用。这些推测然后被用来计算对这五国在不同推广情况下的潜在经济影响。在最乐观情况下（产量增加45%，推广面积为100%），五国农民净收入可增加2.05亿美元，其中马里6700万，布基纳法索4100万，贝宁5200万，科特迪瓦3800万，塞内加尔700万。在最悲观情况下（产量增加10%，推广面积30%），总收益为2100万美元，在五国之间的分配比例与最乐观情况下相同。农民每公顷收入可能增加50-200%。

2003年，布基纳法索政府开始与孟山都公司合作对Bt棉进行评估。

灵丹妙药。

第二，是否有适应当地情况的转基因品种，往往取决于这个国家的科研能力，而农民能否获得这些品种，则取决于是否存在有效的投入物配送体系。一些国家的农民可以利用为北美市场开发的新技术新品种，但对世界上大部分地区而言，关键问题是开发适合当地生态环境的作物品种。在小农种植转基因棉的所有国家中，均有种子销售机制，而且有时还将小农作为主要对象。在多数国家中，国营种子公司与一些跨国公司合作，通常在政府和农民组织的支持下发挥了这方面的作用。

第三，Bt棉的经济影响与当地的法律法规有很大关系。在研究的所有个案中，各国都有Bt棉商业化种植的生物安全管理规定。那些缺少类似规定或无法以透明可信的方式执行规定的国家，可能无法利用这些新技术。另一个令人关注的相关问题是，在一些国家，农民种植的Bt棉可能没有通过正常国家生物安全程序评估或批准。这些作物可能已由邻国批准，或者是该国经批准的作物中未经批准的品种。生物安全风险分析要考虑当地的农业生态条件；在未经这种分析而种植Bt棉的地区，可能会出现严重的危害环境后果（见第5章）。此外，未经批准的品种可能不会为农民提供病虫害防治的预期水准，导致继续使用杀虫剂，甚至更易产生害虫的抗药性（Pemsl、Waibel和Gutierrez，2003）。

第四，虽然多数情况下转基因技术由私营公司销售，但收益却分散在公司、农民和消费者手中。这说明由知识产权保护引起的垄断地位不一定会自然而然地带来超额利润。阿根廷Bt棉研究的结果清楚地显示，新技术的知识产权与农民的财力之间的平衡关系，对产品推广及效益水平和分配有关键影响。中国的

案例也清楚地表明，公共部门在转基因棉花的研发和销售中的介入，有助于保证贫困农民获得新技术以及分享应得的经济效益。

第五，Bt棉对环境十分有利。在所有个案中，Bt棉的杀虫剂用量均比普通棉低得多。另外，种植HT大豆时，用草甘磷代替了毒性强且持续时间长的除草剂；多数个案中，HT大豆和棉花减少了土地翻耕。虽然还需要进一步监测，但是到目前为止，任何地区还没有出现转基因作物的负面环境影响。

最后，中国（Pray和Huang，2003）、阿根廷（Qaim和de Janvry，2003）、墨西哥（Traxler等人，2003）和南非（Bennett，Morse和Ismael，2003）的情况显示，在接受新技术方面，小农并不比大农场遇到更多困难。一些个案显示，转基因作物简化了管理程序，似乎更有利于小规模种植的农民。

那么，问题不在于生物技术能否给资源贫乏的小农带来好处，而是如何才能利用它解决发展中国家面临的农业问题。生物技术作为一项新技术有着美好的前景，能促成农业应用技术的开发。目前所面临的挑战是如何设计出一个创新体系来开发这项技术的潜力，以便解决发展中国家面临的问题。



## 5. 转基因作物对健康和环境的影响

基因工程对环境和健康影响的科学依据正在显现。本章简要总结了有关粮食及农业基因工程对健康和环境构成潜在影响的科学认知现状（插文17），然后探讨了国际标准制订机构在协调这些产品的风险分析程序方面的作用（插文18）。本章中介绍的科学证据主要是依据国际科学理事会（ICSU，2003年）<sup>4</sup>近期的一份报告。国际科学理事会报告汇集了由世界各地权威团体开展的50项独立科学评估，这些团体包括粮农组织/世卫组织食品法典委员会、欧洲委员会、经合发组织以及诸如澳大利亚、巴西、中国、法国、印度、美国 and 英国等国家的国立科研院所。此外，本章还援引了编写国际科学理事会报告时尚未出台的纳菲尔德生物伦理学理事会（2003年——以下简称纳菲尔德理事会）<sup>5</sup>、英国转基因科学评审小组（2003年——以下简称转基因科学评审小组）<sup>6</sup>以及英国皇家学会（2003年——以下简称皇家学会）<sup>7</sup>的近期科学评价报告。科学界在众多有关转基因产品安全的重要问题上具有很大程度的共识，但科学家之间在某些问题上存在不同

<sup>4</sup> 国际科学理事会（ICSU）是一个代表国际科学界的非政府组织。成员包括各国科学院所（101个成员）和国际科学协会（27个成员）。由于国际科学理事会与全世界数十万科技人员保持有联系，因此往往被要求来代表国际科学界。

<sup>5</sup> 纳菲尔德生物伦理学理事会是英国一家非盈利组织，由医学研究理事会、纳菲尔德基金会和维尔康基金会（Wellcome Trust）资助。

<sup>6</sup> 转基因科学评审小组是由英国政府设立的，主要对转基因作物的科学证据进行全面和公正的评审。

<sup>7</sup> 皇家学会是英国独立科学研究院，致力于促进科学进步。

意见，认知水平之间仍有差距。

### 对食品安全的影响

人们认为食用当前存在的转基因作物及其食品是安全的，检测其安全性所采用的方法也是适当的。这些结论反映了国际科学理事会（2003年）所研究的科学证据的共识，而且与世卫组织（2002年）的观点一致。若干国家的管理部门（尤其是如阿根廷、巴西、加拿大、中国、美国和英国）应用其国家食品安全程序对这些食品是否增加人类健康风险进行了评估（国际科学理事会）。迄今为止，在世界各地尚未发现可验证的、因食用由转基因作物加工的食品而导致的有毒或有损营养的情况（转基因科学评审小组）。数以百万计的人食用了由转基因作物加工得来的食品——主要是玉米、大豆和油菜籽——但未发现任何不利影响（国际科学理事会）。

然而，缺乏负面影响的证据并不意味着新的转基因食品就没有风险（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。科学家承认，对转基因（及多数传统）食品的长期影响缺乏了解。由于涉及众多干扰因素，诸如食品中潜在的遗传变异性以及评估完整食品的影响等，因此难以查明其长期影响。此外，对更新且更为复杂的转基因食品可能更难以评估，并且可能增加出现副作用的可能性。新的整合或“指纹识别”工具可能有助于测试完整食品成分的非预期变化（国际科学理事会）。

有关转基因产品及其加工而成的食品

## 插文 17

## 风险的本质和风险分析

风险是生活中不可缺少的部分，任何活动都有风险。有时无作为也有风险。任何形式的农业都会给农民、消费者和环境带来风险。风险分析包括三个步骤：风险评估、风险管理和风险信息交流。风险评估评价并比较与各种备选活动相关风险方面的科学依据。风险管理——制定策略防止风险或将风险控制可接受范围之内——主要依靠风险评估并考虑各种因素，诸如社会价值和经济学。风险信息交流涉及管理者与公众之间就风险与管理风险的各种方法进行持续的对话，从而做出正确决定。

风险的一般定义是“损害的可能性”。而危害是指我们能想到可能会出错的任何事情。危害本身并不构成风险。因此，评估风险需要回答以下三个问题：哪里可能出错？出错的可能性有多大？其后果是什么？任何活动的相关风险取决于下列等式的三个因素：

风险 = 危害 × 可能性 × 后果。

风险评估的概念看似简单，但实际

上比较复杂，不仅要依靠科学，而且还要依靠判断。如果一些危害没有被发现或没有被正确认识，如果实际的危害可能性大于预计值或其后果比预想的严重，那我们就低估了风险。危害的可能性在某种程度上也取决于控制危害的管理策略。

在日常生活中，风险对于不同人有不同的含义，主要取决于其社会、文化和经济背景。在生存线上挣扎的人们，如果相信其中蕴含着使之生活更好的机会，可能会比生活舒适的人们愿意接受更多的风险。另一方面，很多贫穷农民由于在贫困线上挣扎且不能承担失败的后果，只能选择低风险的技术。对于同一个人，风险在不同时期的含义也不同，主要取决于具体的事情和情况。人们更愿意接受与他们所熟悉的、自主选择的活动相关的风险，哪怕风险很大亦如此。在风险分析时，我们应不断思考以下问题：谁承受风险和谁受益？谁评价损害？谁决定何种风险是可以接受的？

的主要食品安全问题涉及增加过敏原、毒素或其他有害化合物的可能性；特别是对抗生素有抗性的水平基因转移；以及其他意外副作用（粮农组织/世卫组织，2000年）。这些问题中有许多也涉及采用常规育种方法和在传统农作方式下种植的作物品种（国际科学理事会）。除这些问题外，还应对转基因食品对健康的直接和间接益处进行更为充分的评价。

### 过敏原和毒素

基因技术——象传统育种技术一样——可

能添加或减少食品中自然发生的蛋白质、毒素或其他有害化合物的数量。对采用传统方式开发的食品一般不进行针对这些物质的检测，尽管这些物质往往自然发生且能够被传统育种方式所影响。不鼓励在转化试验中使用来自已知过敏原的基因，而一旦发现某转化产品的致敏风险增加，则应予以终止。对目前市场上的转基因食品已进行了针对已知过敏原和毒素含量是否增加的试验，但未有发现（国际科学理事会）。科学家们一致认为，应对这些试验进行不断评价和改进；在对所有新食

## 插文 18 促进贸易的国际标准

在过去几年中，由于世界贸易组织（WTO）对国际贸易的各种改革，农产品贸易机会激增。这些改革主要是在各个领域减少关税和补贴。世界贸易组织1994年通过了《实施卫生和植物检疫措施协定》（SPS协定），并于1995年正式实施。SPS协定规定各国保留权利，确保其所进口的食品和动植物产品是安全的；同时，协定也规定各国不应将不必要的严格措施作为变相贸易壁垒。

SPS协定具体关注以下内容：保护动物或植物生命或健康免受虫害、病害、带病有机体和致病有机体的传入、定居或传播的侵害；保护人类或动物的生命或健康免受食品、饮料或饲料中的添加剂、污染物、毒素或致病有机体所产生的风险；保护人类生命或健康免受动物、植物或动植物产品携带的病害或虫害的传入、定居或传播所产生的风险；防止或限制虫害的传

入、定居或传播所产生的其他损害。

SPS协定规定各国应采用国际认同的标准来制定各自的卫生和植物检疫措施的要求。为此，指定三个国际标准制定机构：食品法典委员会负责食品安全，国际兽疫局（OIE）<sup>1</sup>负责动物卫生，《国际植物保护公约》负责植物卫生。各国可以利用标准达到相应的保护水平，从而保护人类、动物或植物的生命或健康。各国也可以采用有别于国际标准的措施，但是这些措施必须得到技术上的认可并基于相应的风险评估。

<sup>1</sup> 虽然已重新命名为世界动物卫生组织，但仍保留其缩写OIE。

品、包括来自转基因作物的食品进行评估时，应审慎行事（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。

### 抗生素抗性

水平基因转移及抗生素抗性是食品安全所关注的一项内容，因为许多第一代转基因作物是利用抗生素抗性标记基因开发的。如果这些基因能够从食品转移到人体细胞或肠胃道中的细菌上，便会导致具有抗生素抗性的细菌菌株的产生，从而造成不利的健康后果。尽管科学家相信转移的概率极低（转基因科学评审小组），但粮农组织和世卫组织专家小组（2000年）及

其他一些机构不赞成使用抗生素抗性基因。研究人员已开发出将转基因植物中去除抗生素抗性标记的方法（插文20）。

### 其它非预期变化

在使用传统育种和/或基因技术进行遗传改良的过程中，可能发生食品成分的其他非预期变化。有的放矢地采用化学分析的方法来测试转基因产品中已知营养物和有毒物的变化。科学家们认识到，采用多重转基因的更为广泛的基因改变可能增加其他副作用的可能性，因此可能需要另行试验（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。

## 插文 19

## 常规植物育种的健康和环境关注

在遗传工程出现之前，植物育种方面并没有很多的管理条例。虽然种子鉴定标准确保种子的纯度和质量，但是人们很少注意通过常规育种得到的新植物品种可能带来食品安全或环境方面的影响。

常规作物育种与自然选择差别很大。自然选择创造了富有弹性的生物系统；确保一种有机体在成长过程中拥有很多的特性，从而可以适应不同的环境条件并使物种得以延续。人工选择和常规植物育种恰恰是打破了这种弹性的生物系统，从而创造出在自然界中很难存活的品种。

常规育种曾有过一些对人类健康有负作用的例子。一种马铃薯栽培品种被发现天然毒素含量过高，而另一种经过常规育种、具有高抗虫性的芹菜栽培品种，在没有防护的情况下进行采摘会导致皮疹。

同样，虽然一些对转基因作物的关注同样适用于常规作物，但是通过常规育种的作物对环境或农民栽培的传统品种的潜在影响并没有促使人们制定相应的法规限制。世界上绝大多数主要粮食作物并非源自目前的主产区；相反，它们起源于一些与目前产区截然不同的“起源中心”，并通过迁徙或贸易被移植到新产区。全世界都在种植高度驯化的植物，而这些植物外迁到新的产区很少会导致严重的问题。即使在起源中心，如马铃薯在南美或玉米在墨西哥，在耕作品种与野生品种之间的杂交品种也未能永久定植。虽然也有一些关于作物与其野生亲缘种之间基因漂移的报道，但是一般人们认为这不是个问题。

资料来源：DANIDA，2002。

## 转基因食品对健康的潜在益处

科学家们普遍认为，基因工程能够向消费者提供直接和间接的健康益处（国际科学理事会）。直接益处可以来自改进食品的营养质量（如金水稻）、减少有毒化合物的含量（如低氰化物含量的木薯）和减少某些食品中的过敏原（如花生和小麦）。然而，需要证明的是，具有营养价值的维生素和其它营养物质含量是通过基因表现出来的，并在新食品中具有营养价值且没有非预期副作用（国际科学理事会）。间接健康益处可以来自杀虫剂用量的减少、毒枝菌素（由昆虫或病害引起）的发生率降低、经济实惠的食品供给增加及从土壤中去除有害化合物。对这

些直接和间接益处应给予更完善记载（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。

## 食品安全分析的国际标准

在2003年6月30日至7月7日召开的食品法典委员会第26届会议上，就源自现代生物技术食品（粮农组织/世卫组织，2003a）的评价原则、以及对源自脱氧核糖核酸重组作物食品（粮农组织/世卫组织，2003b）和使用由脱氧核糖核酸重组微生物生产的食品（粮农组织/世卫组织，2003c）进行食品安全评估的准则，通过了

## 插文 20

## 国际玉米小麦改良中心的“单纯功能基因”改造

*Alessandro Pellegrineschi 和 David Hoisington<sup>1</sup>*

自有转基因作物以来，部分公众对含抗生素抗性和抗除草剂基因作为开发转基因植物过程中的选择性标识基因表示关注。他们例举出潜在的生态和健康方面的危害，特别是由抗除草剂演变而来的“超级杂草”以及在人类病原中积累发展而成的对抗生素的抗性。虽然绝大多数科学家相信这些担心大多没有依据，目前也没有真正出现过这种危害，但是培育不含标识基因的转基因生物将有助于缓和此种关注并帮助公众接受转基因作物（Zuo等人，2002）。

有报道说目前有若干方法可以产生经改造过但不含标识基因的植物，例如并发转化（Stahl等人，2002），转位因子（Rommens等人，1992），位点特异性重组（Corneille等人，2001）及染色体内重组（De Vetten等人，2003）。国际玉米及小麦改良中心（其西班牙语缩写为CIMMYT）致力于向发展中国家的贫穷农民提供最好的备选方法实施可持续玉米和小麦系统。国际玉米小麦改良中心相信，虽然转基因作物不能解决农民面临的所有问题，但是转基因技术确实具

有巨大潜力，应得到正确评价。

国际玉米小麦改良中心的科学家已经开发并改进了一项小麦和玉米的转化技术，可以生产出不含选择性标识基因的转基因植物。这项技术使两个分别含有选择性标识基因和所需目标基因的DNA片段分别被引进并融入同一个基因组。在选择过程中，这些基因相互分离，从而选择只含所需目标基因的植物。国际玉米小麦改良中心的科学家们对这项简单技术进行了测验，利用选择性标识基因bar和Bt基因、Cry1Ab和Cry1Ba，成功得到没有选择性标识基因而含有Bt基因的植物，后者表现出高含量的Bt毒素。转基因植物和未经改造的植物在形态上没有差别，而且这种导入的特性也会一代代稳定遗传下去。

肯尼亚国家农业研究所和先正达可持续农业基金会正致力于将这些“清洁成果”与肯尼亚的当地玉米品种相结合，通过它们最拿手的形式，即种子，向贫穷农民提供另一种抗虫方法。人们利用类似方法来增强作物的其他重要特性，例如对非生物逆境的抗性和微量营养素含量。提高对逆境例如干旱的抗性将使农民直接受益，而在生物特性方面得到加强的植物可能对发展中国家孩子的健康有重大的作用。

<sup>1</sup> 两位作者分别是墨西哥国际玉米小麦改良中心下属的应用生物技术中心的细胞生物学家和主任。

具有里程碑意义的协议。第四个有关标识的文件尚在探讨之中。

这些食典准则指出，应通过与其相应传统食品比照的方式对转基因食品采用安

全评估程序，重点是查明其异同。传统食品的食用历史较长，因此一般认为是安全的。若发现有任何安全问题，则应对有关风险进行定性，以确定其与人类健康之间

的关联性。这首先是对受体和供体生物进行描述以及对基因修改进行定性。其后的安全评估应考虑诸如毒性、致敏反应的倾向（致敏性）、主要营养物（抗营养物）和代谢物成分变化的影响、导入基因的稳定性及基因修改引起的营养变化。如果对这些因素的整体评估得出的结论是该转基因食品与其相应的常规食品同样安全，则认为食用该食品是安全的。

这一比照方法的批评者认为，需要采用非靶标方法来分析完整食品的成分，对预期作用和副作用均进行评估（国际科学理事会）。科学家们普遍同意对转基因食品的评估应以个案的原则进行，着重于具体产品而不是开发这一产品的过程。他们还一致认为在投放市场前应对转基因食品的安全性进行评估，因为投放市场后再进行监测很可能是困难的和昂贵的，而且由于各人口中膳食组成的复杂性和遗传变异性而可能得不到有用的数据（国际科学理事会）。

### 对源自现代生物技术的食品进行风险分析的原则

这类《原则》采用了《卡塔赫纳生物安全议定书》中对现代生物技术的定义，包括风险评估、风险管理和风险信息交流的原则。这类《原则》认识到，用于评估农药残留、污染物、食品添加剂和加工助剂等化学品危害的风险分析方法难以在完整食品上应用。风险评估原则明确指出，风险评估包括安全性评估，以便甄别是否存在危害、营养或其他安全方面的关注；如果确实存在，则收集有关其性质和程度的信息。原则反映了实质等效性的概念；根据这一概念，安全评估应包括源自现代生物技术食品与其相应的传统食品之间的比照，但不能为这种比照所替代。比照应确定两者之间的异同。安全评估应：（a）说明预期和非预期作用，（b）识别新的或

变异的危害，以及（c）识别与人类健康相关的主要营养物变化。安全评估应根据一事一议的原则进行。

风险管理措施应与风险相适应。根据食典委员会的总体决定和《关于风险分析的食典工作原则》（粮农组织/世卫组织，2003d），应酌情考虑“其他合理措施”。不同的管理措施可以实现相同的目标。风险管理人员应对在风险评估中发现的不确定性负责，并对这些不确定性进行管理。风险管理措施可以包括食品标识、上市许可的条件、上市后监测以及开发探测或识别源自现代生物技术食品的方法。对产品的跟踪可能也有助于风险管理措施的顺利进行。

风险信息交流原则的提出是基于一种理念，即有效通报在风险评估和管理各阶段不可缺少。这应该是一个广开言路和鼓励利益相关者参与的互动过程。这些过程应该是透明的，应进行详尽的记录并向公众开放查询，同时也要尊重对秘密商业信息的合理关注。安全评估报告和决策过程的其他方面也应对公众开放。应建立反应及时的磋商程序。

### 对源自脱氧核糖核酸重组作物的食品进行食品安全评估的行为准则

第26届会议（2003年7月）还通过了《对源自脱氧核糖核酸重组作物的食品进行食品安全评估的行为准则》。该《准则》的目的是对源自现代生物技术的食品进行风险分析的原则给予支持。它说明了在存在相应常规食品的情况下对源自脱氧核糖核酸重组作物的食品进行食品安全评估的推荐使用方法。相应常规食品的定义是“作为普遍使用的食品、具有确定安全性的历史的相关植物品种、成分和/或产品”。《准则》中描述的方法可以用于源自现代生物技术以外技术所改变的植物的食品。

## 插文 21 转基因作物作为动物饲料

转基因作物及其衍生产品和由转基因微生物衍生出来的酶，目前被广泛应用于动物饲料。据估计，全球动物饲料市场大约在6亿吨左右。配合饲料由一系列原料配成，包括玉米和其他谷物以及油籽，诸如大豆和双低油菜籽，主要作为禽类、猪和奶牛饲料。据估计，目前全球51%的大豆、12%的双低油菜籽和9%的玉米（整粒玉米和副产品如玉米淀粉渣）是转基因产品（James, 2002a）。

加拿大、美国和其他国家在对新型牲畜饲料进行安全评估时，主要审视新饲料与传统饲料在分子、成分、毒理和营养方面的比较。需要考虑的因素包括牲畜的饲喂效果、对食用该动物产品的消费者的影响、对工人工作安全的影响及其他环境方面的影响。另外，很多研究也对转基因饲料与传统饲料在营养成分和有益健康方面进行比较。

对于在动物饲料中使用转基因产品的主要担忧是，这些植物中经过改造的DNA是否有可能被转移到食物链中并产

生恶性后果；在转化过程中使用的含抗生素抗性标识基因是否会被转移到动物内的细菌中并因此可能被转移到人类的病原细菌中。用于动物饲料的酶的生产过程是在封闭的发酵箱装置中进行，可以将经过改造的DNA从最终成品中去除，使这些成品不会给动物或环境带来任何风险。猪和家禽饲料中的植酸酶有特殊功效，其中包括减少对环境中的磷的排放。

科研人员对饲料加工过程对DNA的影响进行了研究，以确定经过改造的DNA是否会保持完整并被带入食物链。他们发现DNA并没有受很大影响，基本上或完全与原材料和青贮料一致。这就是说，如果用转基因作物饲喂动物，那么它们很可能吃下经过改造的DNA。为弄清楚经过改造的DNA或衍生蛋白质是否对动物健康有潜在影响或是否会进入食物链，我们有必要考虑这些分子在动物体内的命运。核酸（DNA和核糖核酸RNA）在嘴中、胰腺和肠分泌的核

《准则》对脱氧核糖核酸重组作物的食品安全评估进行了介绍和基础论证，与依靠动物研究并针对个别成分进行的常规毒理学风险评估之间划清了界限。“评估的目的是要得出结论，看新食品是否与其做比照的相应常规食品同样安全而营养成分无减损”。《准则》指出，实质等效性并非安全评估本身，但却是构成相对于相应常规食品的食品安全评估的着手点。实质等效性用于甄别新食品与其相应常规食品之间的异同。食品安全评估对发现的不同之处进行评估，考虑由基因改变引起的

非预期作用。风险管理人员随后对此做出判断并酌情制定风险管理措施。

### 对使用由脱氧核糖核酸重组微生物生产的食品进行食品安全评估的行为准则

该《准则》的目的同样是为基于上述《原则》的风险评估框架、对使用由脱氧核糖核酸重组微生物生产的食品进行食品安全评估提供指导。在脱氧核糖核酸重组微生物问题上需要引起注意的是，不仅推荐在脱氧核糖核酸重组微生物与其相应常规微生物之间进行对照，还要在使用这些

酸酶的作用下消化。反刍动物另外进行微生物和物理降解。有证据表明，超过95%的DNA和RNA在消化系统中完全分解。另外，对离体培养的转基因蛋白质消化的研究表明，在胃蛋白酶的作用下，不到5分钟几乎完全消化。

另一个担忧是在转基因植物生产过程中使用的标识基因的抗生素抗性会不会转移到动物内的微生物上，然后再转移到可以使人类致病的细菌上。粮农组织委托进行的一项调查表明这种可能性极小。尽管如此，本报告认为，在转基因植物生产过程中不应使用那些对具有显著临床效果、在治疗人类传染病方面至关重要的抗生素产生抗性的标识基因。

MacKenzie和McLean（2002）回顾了1995年到2001年出版的15份饲料研究论文，分别涉及奶牛、肉牛、猪和鸡。研究的饲料是抗虫和/或抗除草剂玉米和大豆。研究人员用转基因产品或常规产品喂养动物，饲喂时间各不相同，

家禽为35天，而肉牛是两年。这些研究表明，转基因饲料对动物在任何可衡量的范围内都不会产生任何不良作用，其中涉及营养成分、体重、采食量、饲料转化、奶产量、牛奶成分、瘤胃发酵、生长性能或胴体特征。有两份研究结果发现，吃抗虫玉米牲畜的饲料转化率稍高。这可能是由于虫害破坏而导致黄曲霉毒素和抗营养物质浓度较低造成的。

总之，可以得出的结论是，使用转基因作物和从转基因生物衍生的酶作为动物饲料给人类和动物健康带来的风险几乎可以忽略不计。尽管如此，还是有些国家要求对其进口的转基因产品或衍生品进行标识。

微生物生产的食品与原食品之间进行对照。

### 关于转基因食品标识的食典文本讨论

除上述原则和准则外，《关于对源自某些转基因/遗传工程方法的食品进行标识的准则草案》（粮农组织/世卫组织，2003e）尚在早期探讨阶段，许多章节还加有括弧，就是说措辞尚未得到认同。该准则计划用于以下三种情况下对食品和食品成分进行标识，即：（1）明显不同于相应常规食品；（2）含有转基因/遗传工程生物或含有因采用基因技术而产生的蛋白

质或脱氧核糖核酸；以及（3）使用转基因/遗传工程生物、基因技术蛋白质或脱氧核糖核酸生产但并不含有这些物质。

根据国际科学理事会的观点，科学家们对标识的适当作用并没有取得完全共识。尽管传统上采用强制标识来帮助消费者识别可能含有过敏原或其他潜在有害物质的食品，但也使用标签来帮助消费者根据生产方式、环境（如有机）、伦理（如公平贸易）或宗教（如犹太教食品要求）等因素选择某些食品。在哪些类型的标识信息是强制或允许的问题上，各国意见各



有不同。国际科学理事会认为，“对食品进行转基因或非转基因的标识可能有助于消费者根据加工工艺做出选择，（但）它没有传达有关食品成分以及这些食品是否含有风险和/或益处的信息。”国际科学理事会指出，采用说明转化类型和因此造成的成分变化的更富有信息量的食品标识，能够使消费者有能力对这些食品的风险和益处做出评估。（第6章将对标识问题进行更为详尽的探讨。）

## 环境影响

任何类型的农业——自给自足农业、有机农业或集约农业——都会影响环境。因此，在农业中使用新型遗传技术也同样会对环境产生影响。国际科学理事会、转基因科学评审小组以及纳菲尔德理事会等机构都同意这样的观点，即转基因作物对环境产生正面还是负面影响，取决于人们使用的方式和地点。遗传工程可能会加速农业对环境的破坏作用，同时也可能促进农业活动的可持续发展以及对自然资源的保护，包括对生物多样性的保护。下文总结了与转基因作物有关的环境问题以及当前与之相关的科学知识。

转基因作物环境释放可能产生的直接影响包括：基因转移到野生亲缘种或常规作物中，杂草化，非靶标物种产生性状改变以及其他意外结果。对于转基因作物和常规育种作物来说，均有类似风险（国际科学理事会）。尽管科学家们对此类风险持不同观点，但均赞同应以个案的原则对环境影响进行评估，并建议进行释放后生态监测以便发现各种意外情况（国际科学理事会、纳菲尔德理事会、转基因科学评审小组）。转基因作物同时也可能通过耕作活动的变化对环境产生积极或消极的间

接影响，诸如杀虫剂和除草剂的使用以及种植方式的改变等。

转基因树木也同样存在环境问题，同时因其生命周期长，又会出现其他问题。用于食品加工的转基因微生物一般都在限定的条件下使用，通常认为不会构成环境风险。某些微生物可以在环境中用作生物控制剂或弥补环境损害（如原油泄漏）的生物治理剂，应在释放前对其进行环境影响评估。对转基因鱼类的环境关注问题焦点是，它们可能与其野生亲缘种进行杂交并导致野生亲缘种退出竞争。转基因家畜的利用条件会非常严格，因此对环境造成的风险会十分有限（国家研究理事会，2002年）（第68-9页插文22）。

## 基因漂移

科学家们一致认为，转基因作物基因漂移有可能通过自然授粉品种的花粉与当地作物或野生亲缘种杂交。由于当地品种与常规育种作物之间历来都发生基因漂移，因此有理由相信转基因作物也不例外。作物异型杂交的倾向各不相同，某种作物异型杂交的能力取决于是否存在与其性亲和的野生亲缘种或作物。这也会由于地点的不同而不同（第70页插文23）（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。

转基因作物与野生亲缘种之间的基因漂移本身是否值得重视，科学家们尚未取得一致意见（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。如果转基因品种与野生品种杂交，产生出比野生群体更具竞争优势的品种，那么该品种就会存留在环境中并有可能扰乱生态系统。根据转基因科学评审小组的意见，转基因作物与野生亲缘种之间的杂交似乎“极有可能转移那些在农业环境中具有优势但在野生环境中没有优势的基因…另外，任何作物与其野生亲缘种之间的任何杂交品种，都未曾对英国野生环境造成侵害。”（转

基因科学评审小组，2003：19）。

对于转移到当地品种或其他传统品种的基因良性漂移本身是否构成环境问题，人们也有争议，这是因为传统作物与当地品种之间这种基因互动其实是由来已久了（国际科学理事会）。因此，需要研究如何更好地评估基因漂移的环境影响，特别是从长远看，如何在多样性中心地区更好地了解主要粮食作物与当地品种之间的基因漂移（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。

杂草化是指某种栽培作物或其杂交品种在其他田地定植为杂草或在其他生境定植为侵害性物种。科学家们认为栽培作物变成杂草的风险极低，这是因为使其成为栽培作物的性状又通常使其无法在野生环境中存活、繁殖（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。与耐除草剂作物杂交的杂草有可能获得耐受除草剂的性状，但也只能在使用除草剂时才能体现出其优势（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。根据转基因科学评审小组的意见，“对若干转基因作物在一系列环境中所作的细致实地试验表明：作为研究对象的转基因性状——除草剂耐受性和抗虫性——没有明显增强植物在半自然栖息地中的适合度”（转基因科学评审小组，2003年，2003：19）。一些转基因性状也许能够增加适合度，诸如抗虫性或抗病性，但到目前为止尚无佐证，也无法证明会对环境产生任何负面影响（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。关于能增强适合度的性状与侵害性之间的关系则需要更多证据来证明（转基因科学评审小组）。

目前正在开发管理方法和遗传技术，把基因漂移的可能性降到最低。商业化生产的作物，无论是转基因，将其完全隔离的做法目前尚不可行，尽管这样一来就能最大程度减少基因漂移；目前，食品和饲料用油菜籽与工业用油菜籽的种植就是

隔离开的（转基因科学评审小组）。管理战略包括：要避免在生物多样性中心地区或野生亲缘种集中地区种植转基因作物；设立缓冲带，把转基因品种与传统或有品种相隔离。利用遗传工程改变植物花期，防止异花授粉或防止转基因掺入花粉，从而培育出转基因不育品种（国际科学理事会和纳菲尔德理事会）。转基因科学评审小组和其他专业组织建议，设计和生产药用或工业用转基因作物时，应避免对食用或饲料用作物产生基因漂移（转基因科学评审小组）。

### 非靶标物种的性状改变

有些转基因性状——如苏云金芽孢杆菌（Bt）基因所表达的杀虫毒素——在用于治理作物害虫的同时也可能会影响到非靶标物种（国际科学理事会）。科学家们都同意这种事会发生，但对发生的可能性有多大则众说纷纭（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。有关普累克西普斑蝶的争论（第71页的插文24）说明，很难从实验室研究结果来推断实地条件。实地研究表明，种植转Bt基因作物和非转Bt基因作物在土壤微生物群系结构方面有些差别，但仍在正常范围之内，因为同一作物的不同栽培品种也会造成差别。因此，没有令人信服的证据表明转Bt基因作物会长期破坏土壤健康（转基因科学评审小组）。尽管到目前为止在田间尚未发现对非靶标野生生物或土壤健康产生明显不利影响，但科学家们仍在争论到底需要多少证据来证明长期种植转Bt基因作物是可持续的（转基因科学评审小组）。科学家们一致同意应监测非靶标物种可能产生的结果，并与其他现行农业活动所造成的影响相比较，如化学杀虫剂的施用等（转基因科学评审小组）。他们认为有必要开发出更好的方法来进行实地生态研究，包括用

## 插文 22

## 对转基因动物环境方面的关注

全世界目前没有转基因动物用于商业生产（第2章），但正在研究一些牲畜和水生动物品种的某些转基因特性。美国国家研究理事会（NRC，2002）、英国农业与环境生物技术委员会（AEBC，2002）和皮氏食品和生物技术倡导委员会（Pew Initiative，2003）最近就转基因动物对环境的潜在影响展开研究。研究结果认为，转基因动物可能对环境产生正面或负面的作用，主要取决于具体动物、特性及其生产环境。对转基因动物环境方面的关注主要包括：（a）转基因动物可能逃逸并对其野生亲缘种和生态系统产生负面影响，以及（b）在生产实践中的潜在变化可能导致不同程度的环境压力。这些研究报告建议将转基因动物和对应的常规动物进行比较，从而进行评价。

三份研究一致认为，评价转基因动物应从其逃逸并在不同环境中野化定殖

的能力出发。美国国家研究理事会和英国农业和环境生物技术委员会均认为，牲畜类转基因动物对环境的负面影响要小于鱼类，因为大多数家畜现在已经没有野生亲缘种，而且家畜的繁殖也限制在受管理的畜群中。牛、绵羊和鸡由于流动性小而且高度驯化，其野化的危险较小；而马、骆驼、野兔、狗和实验室动物（老鼠）的危险则较高。非转基因、家养的山羊、猪和猫都有野化的例子并对生态环境造成大范围的破坏（NRC，2002）。转基因家畜非常珍稀，因此应被圈养在严格控制的环境中。相反，养殖的鱼类因其天然流动性大而易与野生品种杂交。英国农业和环境生物技术委员会的报告建议转基因鱼类不应被放养在近海的养殖场，因其逃逸的可能性非常大。皮氏食品和生物技术倡导委员会的研究指出，从养殖场逃逸的鱼类，无论是转基因还是常规育种，其影响取决于和野

更准确的基准数据来对新作物进行比较（国际科学理事会）。

### 间接环境影响

转基因作物可能会对环境造成间接影响，这是由于新品种种植带来的农业或环境活动的变化。间接影响的利弊取决于相关变化的性质（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。科学家们同意，使用常规农用杀虫剂和除草剂破坏了农田鸟类、野生植物和昆虫的栖息地，并大幅减少了其数目（国际科学理事会、转基因科学评审小组、皇家学会）。转基因作物正在改变化学和土地使用模式以及耕作方法，但这

些变化对环境造成的最终影响是正面的还是负面的，科学家们还未能达成共识（国际科学理事会）。他们认为有必要对新技术与现行耕作方法之间进行更多的比较分析。

### 杀虫剂的施用

科学界一致同意，转基因抗虫Bt作物减少了对玉米、棉花和大豆的杀虫剂施用数量和次数（国际科学理事会）。对于美国、墨西哥、中国、澳大利亚和南非种植的棉花而言，效果特别明显（第4章）。给环境带来的好处包括减少水污染并减轻对非靶标昆虫的伤害（国际科学理事会）。与那些需要经常施用广谱杀虫剂的常规作

生品种相比较的“净适应能力”。这些研究认为转基因特性可能加强或减弱养殖品种的净适应能力，并建议对转基因鱼类进行谨慎评价并采取综合、透明的方法进行管理。

转基因动物自身的变化或与其相关的管理措施，均有可能导致环境方面的影响。转基因改造可能减少牲畜和水产养殖品种的粪便和甲烷排放（AEBC，2002；Pew Initiative，2003）或提高其抗病性（有助于减少使用抗生素）。另一方面，某些基因改造可能导致集约式畜牧生产，从而增加环境污染。因此，对环境危害的问题更多的是管理能力的问题，而不是技术问题。

畜牧生物技术的另一个考虑因素是对动物福利可能造成的影响。这种影响可能是积极的也可能是消极的；应当同传统畜牧管理措施相比较，才能得出结论（AEBC，2002）。目前，转基因动物

和克隆动物的产量非常低，早期胚胎发育的死亡率非常高，成功率只有1-3%。而对于那些出生的转基因动物，导入的基因可能不会发挥预想的功能，经常导致在解剖、生理和行为方面的不正常（NRC，2002）。通过克隆方法出生的牛一般妊娠期长且出生体重大，从而使剖腹产的概率更高（NRC，2002；AEBC，2002）。这些问题也发生在通过人工受精/超数排卵（AI/MOET）和胚胎移植技术培育出的牲畜身上，要在与畜牧生产中其他繁殖技术比较后进行评价（AEBC，2002）。英国农业和环境生物技术委员会报告进一步建议，应用于畜牧业的所有技术对福利的潜在影响都应纳入经济和环境因素进行评价。

物相比，能减少杀虫剂的用量就说明，转Bt基因作物总体上有益于作物生长过程中的生物多样性。当然，如果需要追加施用杀虫剂，就会减少这方面的益处（转基因科学评审小组）。由于对棉花减少喷洒化学杀虫剂，给农民的健康带来了明显的好处，这在中国（Pray等人，2002）和南非（Bennett，Morse和Ismael，2003）均有文献记载。

### 除草剂的施用

由于耐除草剂作物的广泛种植，除草剂的使用发生了变化（国际科学理事会）。明显的是从毒性强转向毒性弱的类型，

但除草剂的使用总量还在增加（Traxler，2004）。科学家们一致认为，耐除草剂作物促进低耕作物的种植，由此带来的好处是水土保持（国际科学理事会）。如果除草剂施用方面的变化会促进杂草在农田里出现并存活较长时间，就会为农田鸟类和其他物种提供栖息地，从而对生物多样性带来好处；当然这只是推测，目前还没有实地试验结果来充分证明这一点（转基因科学评审小组）。但是人们也存在着忧虑，除草剂——即便是毒性弱较的除草剂——的用量不断增加，也会对农田鸟类和其他物种的栖息地造成更多破坏（国际科学理事会）。皇家学会对转基因耐除草剂

## 插文 23

## 一位生态学家对转基因作物基因漂移的看法

Allison A. Snow<sup>1</sup>

大多数生态学家认为基因漂移不是环境问题，除非会导致不良后果。在短期内，转基因抗除草剂特性通过基因漂移传播可能为种植者带来运销和/或经济问题。从长期来说，那些产生抗虫和抗环境压力并/或提高种子产量的基因最有可能助长杂草或损害非靶标物种。尽管如此，对于目前种植的大多数转基因作物来说，这些问题不太可能出现。从环境角度上来说，许多转基因特性很可能是无害的，有些甚至可以促进农业生产更可持续发展。为记录各种风险和益处，确实需要学术界的研究人员和其他人投入更多精力研究转基因作物。同样，分子生物学家、作物育种人员

和整个行业要提高对新一代转基因作物安全的生态和进化问题的理解，这非常关键。

野生和杂草型亲缘种因不同国家不同地区而各不相同。本图表列出主要作物的例子，其划分依据是传播花粉的能力和在美国大陆出现其杂草型亲缘种的机率。这张简单的2 × 2矩阵有助于确认转基因作物基因漂移到野生亲缘种的可能性。周围没有野生或杂草型亲缘种的作物——如此处用绿色字体标明的大豆、棉花和玉米——不会发生基因漂移。在美国有野生亲缘种的水稻、高粱和小麦的异型杂交的可能性相对较小，这就有可能使基因传播到野生群体中。在美国有野生亲缘种并很有可能发生异型杂交的作物在图表中用红色标出。这些作物与野生亲缘种之间发生基因漂移的可能性很大，因此在种植此类转基因作物时应特别小心，因为它们的杂交后代会具有一定的竞争优势。

<sup>1</sup> 斯诺博士是美国俄亥俄州立大学进化、生态学和有机生物学系教授。

|          |   | 附近可匹配的杂草型亲缘种 |                                      |
|----------|---|--------------|--------------------------------------|
|          |   | 不可能          | 可能                                   |
| 异型杂交的可能性 | 低 | 大豆           | 水稻<br>高粱<br>小麦                       |
|          | 高 | 棉花<br>玉米     | 向日葵<br>甘蓝<br>胡萝卜<br>西葫芦<br>萝卜<br>白杨树 |

## 插文 24

## 是Bt玉米杀死普累克西普斑碟吗？

康乃尔大学昆虫学家John Losey在科学期刊《自然》上发表了一份研究论文，乍看之下，可以证明Bt玉米花粉会杀死普累克西普斑碟（Losey, Rayor和Carter, 1999）。罗西和他的同事在实验室研究发现，他们把一种商业化生产的Bt玉米品种的花粉撒在马利筋叶子上，然后喂普累克西普斑碟的幼虫，发生死亡。

六个独立的研究小组就Bt玉米花粉对普累克西普斑碟幼虫的作用进行了后续研究，研究报告发表在2001年的《美国国家科学院院刊》上。虽然这些研究报告一致认为在原来的研究中使用的花粉在高浓度时有毒，但是他们发现田间Bt玉米花粉对普累克西普斑碟幼虫所构成的危险可以忽略不计。他们的结论基于四个事实：（a）大多数商业Bt玉米品种的花粉中Bt毒素的表现较低，（b）玉

米和马利筋（普累克西普斑碟幼虫的日常食物）一般不在田间共存，（c）玉米花粉在田间传播的时间与普累克西普斑碟幼虫活跃期之间的重叠时间有限，以及（d）在田间可能被普累克西普斑碟幼虫吃掉的玉米花粉不至于使其中毒。这些研究认为Bt玉米花粉对普累克西普斑碟幼虫构成危害的风险很低，特别是同其他威胁相比，诸如常规杀虫剂和干旱（Conner, Glare和Nap, 2003）。

许多科学家对媒体处理普累克西普斑碟争论和其他与生物技术有关的事情的做法感到很失望。虽然原来的普累克西普斑碟研究得到了全世界媒体的关注，但反驳起初研究结果的后续研究却没有得到相同大范围的报道。因此，很多人现在都不知道Bt玉米花粉对普累克西普斑碟的危险性其实很小（Pew Initiative, 2002a）。

玉米、双低油菜和甜菜对英国生物多样性的影响进行了广泛农场评估并出版了评估结果。研究发现，与传统耕作方法相比，此类作物最主要的效果在于杂草的植被生长以及由此对食草动物、传粉昆虫和以杂草为生的其他群体带来的影响。在对转基因耐除草剂甜菜的案例研究中，该群体受到负面影响；在玉米案例中，受到正面影响；在双低油菜案例中，该群体没有受到影响。皇家学会总结到，这些作物的商业化生产对农田生物多样性会产生一系列影响，其程度取决于转基因和传统除草剂体系的相对功效以及周边田地所提供的缓冲地带的规模（皇家学会，2003：1912）。科学家们承认，现有证据不足以预测转基因耐除草剂作物会对杂草群体造成什么样

的长远影响，也无法预测与作物生长过程中的生物多样性之间的关系（转基因科学评审小组）。

### 抗虫性和抗杂草性

科学家们赞同，广泛、长期使用转基因Bt基因作物以及草甘膦和草胺膦（与耐除草剂作物相关的除草剂）能够促进具有抗性的害虫和杂草的产生（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。类似情况也经常发生在常规作物与杀虫剂的关系上。尽管转基因提供的保护似乎特别有力，但没有理由相信不会产生抗性害虫（转基因科学评审小组）。尽管抗性的产生并不一定与转基因品种有关，但全球已有120多种杂草对耐除草剂作物使用的主要除草剂产生了

抗性（国际科学理事会、转基因科学评审小组）。如果滥用转Bt基因以及草甘膦和草胺膦，就会促进抗性害虫和杂草的产生。科学家们因此建议，种植转基因作物时，要实施使用抗性管理战略（国际科学理事会）。但对于抗性管理战略的实施效果，特别是在发展中国家的效果，科学家们的意见不一致（国际科学理事会）。抗性害虫或杂草对环境造成影响的范围和严重程度尚有待讨论（转基因科学评估小组）。

### 非生物逆境耐受力

我们在第2章中谈到，现在正在开发对不同的非生物逆境（如盐度、干旱、铝等）具有耐受力的新型转基因作物，会让农民有机会耕种以前无法耕种的土地。科学家们同意，这些作物对环境的利弊有赖于具体的作物品种、性状以及环境（国际科学理事会）。

## 环境影响评估

已达成的广泛共识是，对转基因作物和其他改性活生物体（如转基因种子）进行环境影响评估时，应根据具体的品种、性状和农业生态系统，按照个案的原则，采用以科学为基础的评估方法。科学家们还同意，转基因生物的环境释放应该与其他耕作方法和技术相比较（国际科学理事会和纳菲尔德理事会）。

如上所述，食品安全评估办法十分完善，并且，粮农组织/世卫组织食品法典委员会为制定转基因食品的食品安全准则提供了一个国际论坛。而相比之下，对于转基因生物的环境影响评估，却没有国际认同的准则和标准（国际科学理事会）。科学家们同意，有必要制定国际间和区域间相协调的方法学和标准，以便评定对不同

生态系统造成的环境影响（国际科学理事会；粮农组织，2004年）。国际标准制订机构在指导风险分析方面的作用详见下文。

根据国际科学理事会调查，各国管理部门在评价环境影响时，所需要的数据类型都十分类似，但对数据的解释以及环境风险或危害的构成认识却各不相同。科学家们的分歧还在于进行比较的适当基础是什么：是现有的农业系统还是/或生态基准数据（国际科学理事会）。粮农组织专家磋商会议（2004年）同意，农业对环境产生的影响远远大于从常规作物向转基因作物转变的可测影响，因此进行比较的基础十分重要。

科学家们也在争论小规模实验室和实地试验的价值以及能否由此推断出大规模的效果；而且，要预测改性活生物体（LMOs）对不同生态系统产生的影响，采用纳入地理信息系统数据的模型化方法是否有效尚不清楚（国际科学理事会）。科学界建议，需要进一步研究转基因作物释放后的效果。另外，还有必要进行更多具有针对性的释放后监测并需要更好的监测方法（国际科学理事会；粮农组织，2004年）。

## 有关环境的国际协定和机构

有若干国际协定和机构与某些转基因产品的环境方面有关，其中包括：《生物多样性公约》、《卡塔赫纳生物安全议定书》和《国际植物保护公约》。其作用和条款详见下文。

### 《生物多样性公约》和《卡塔赫纳生物安全议定书》

《生物多样性公约》（CBD）的大多数条款（《生物多样性公约》秘书处，1992年）均针对生态系统保护；但是，有关

生物多样性保护的两个方面与生物安全有关：由生物技术获得的改性活生物体的风险管理以及与外来物种有关的风险管理。

在有关原生境保护措施的条款中，《公约》要求缔约方“…管制、管理或控制由生物技术产生的改性活生物体在使用和释放时可能产生的风险，即可能对环境产生不利影响，从而影响到生物多样性的保护和持续利用…”。此条款还跨越《公约》的一般范围，要求考虑对人类健康产生的风险。

《公约》规定，缔约方有义务防止引进外来物种，同时要控制或消除那些威胁到生态系统、生境或物种的外来物种。侵害性外来物种指的是被有意或无意从其自然栖息地引出的物种，有能力在异地定植，侵入、取代当地品种，并最终在新环境中取得主导地位。

《卡塔赫纳生物安全议定书》（《生物多样性公约》秘书处，2000年）于2000年9月由《生物多样性公约》通过并于2003年9月生效。《议定书》目的是要保护生物多样性，避免在安全转移、处理和使用凭借现代生物技术获得的改性活生物体时的潜在风险。同时还要顾及对人类健康构成的风险。《议定书》适用于所有改性活生物体，但不包括由其他有关国际协定或组织予以处理的、供人类使用的药物。

《议定书》确立了提前知情同意（AIA）程序，用于向环境有意引入改性活生物体，可能对生物多样性的保护和可持续利用产生不利影响。在首次有意引入到进口方的环境之前，该程序要求：

- 出口方含有相关资料的通知；
- 收到通知的确认件；以及
- 进口方的书面同意。

有四类改性活生物体不受AIA程序限制：过境的改性活生物体；封闭使用的改性活生物体；经缔约方大会/缔约方会议决

定、不太可能对生物多样性保护和可持续利用产生不利影响的改性活生物体；以及拟直接作食物、饲料或加工之用的改性活生物体。

针对供直接作食物或饲料或加工之用而予以越境转移的改性活生物体，第11条规定：一方如果要对其国内用途、包括投放市场做出最终决定，必须通知在本《议定书》下设立的生物安全资料交换所。此通知应至少列有“附件II”所规定的信息。缔约方可以在本国管理框架内做出进口决定，但前提条件是与本《议定书》相一致。缺少国内管理框架的发展中国家缔约方或经济转型国家缔约方，在首次进口旨在直接作食物或饲料或加工之用的改性活生物体时，可以通过生物安全资料交换所宣布将遵循风险评估结果做出决定。在这两种情况下，由于对潜在的不利影响的程度方面没有充分的相关科学信息和知识，因而缺乏科学定论，但不应妨碍进口缔约方酌情做出决定，以避免或尽可能减少潜在的不利影响。

AIA程序以及第11条都要求进行风险评估和风险管理。风险评估必须与附件所规定的标准相一致。总的来说，风险评估要由国家决策职能部门进行。可以要求出口者进行此种评估。进口方可以要求由发出通知者承担进行风险评估的费用。

《议定书》详细说明了风险管理总体措施和标准。任何以风险评估为依据的措施应该与风险结果相符。应采取措施，最大程度地防止无意之中造成改性活生物体的越境转移。当可能发生意外越境转移的情况时，应通知涉及或可能涉及的国家。

《议定书》还有专门条款针对改性活生物体的处理、包装和运输（第18条）。具体来说，每一缔约方应采取措施，要求：

- (a) 拟直接作食物或饲料或加工之用的改性活生物体应附有说明资



料，明确标明“可能含有”改性活生物体且“不宜有意将其引入环境之中”，并且要有供信息咨询的联络点；

- (b) 拟作封闭使用的改性活生物体应附有说明资料，明确标明其为改性活生物体；并具体说明安全处理、储存、运输和使用的要求。另外还要有联络点以及具体接收人的名称；
- (c) 拟有意引入进口方环境的改性活生物体应附有说明资料，明确标明其为改性活生物体，具体说明其名称以及性状/特点以及关于安全处理、储存、运输和使用的任何要求；还要有联络点、进口者/出口者的名称/地址以及一份声明，说明所涉及转移符合本《议定书》中适用于出口者的规定。

《议定书》设想通过建立生物安全资料交换所来进行信息交流。生物安全资料交换所的目标是促进交流有关改性活生物体的信息和经验，协助各缔约方履行《议定书》。依照第20条第2款，交换所还应作为连接渠道，接通其他国际生物安全信息交流体系。各缔约方需要向交换所提供的信息包括：为履行《议定书》而制订的现行法律、法规和准则；AIA程序所需信息；有关《议定书》的任何双边、区域以及多边协定；风险评估摘要以及最终结论。

第23条特别针对公众参与。缔约方应：

- (a) 促进并推动在安全转移、处理和使用改性活生物体时的公众意识、教育和参与；
- (b) 力求确保公众意识和教育活动的内容包括获取有关可能进口的、根据《议定书》确定的改性活生物体的资料；
- (c) 按照各国法律和法规，在关于改

性活生物体的决策过程中征求公众意见，但机密材料应予以保密。

在决策过程中允许考虑社会经济因素。缔约方可以解释说明因改性活生物体对生物多样性的保护和可持续利用的影响而产生的社会经济因素，特别是涉及到生物多样性对土著和当地社区所具有的价值。鼓励缔约方开展合作，并针对改性活生物体所产生的任何社会经济影响进行研究和信息交流。因改性活生物体的越境转移而造成损害的赔偿责任和补救方法，将在《议定书》缔约方第一次会议上制定。

### 《国际植物保护公约》与改性活生物体

《国际植物保护公约》(IPPC)的目标是要确保采取普遍、有效的行动，防止植物和植物产品病虫害传播，并促进制定防控措施。尽管《国际植物保护公约》的条款针对植物和植物产品贸易，但并不仅限于此范围。具体地说，《国际植物保护公约》的范围除了保护栽培植物品种之外，还延伸到野生植物品种，覆盖范围包括病虫害以及杂草造成的直接和间接损害。《国际植物保护公约》在保护植物的生物多样性以及保护自然资源方面发挥了重要作用。因此，《国际植物保护公约》内制定的标准也适用于《生物多样性公约》和《卡塔赫纳生物安全议定书》的主要部分，包括防止并减少侵害性外来物种的影响。因此，《生物多样性公约》、粮农组织和《国际植物保护公约》建立了紧密的合作关系。这一点特别表现在制定新的《国际植物检疫措施标准》(ISPMs)过程中，考虑到了《生物多样性公约》所关注的问题。

在《国际植物保护公约》支持下制定的《国际植物检疫措施标准》，为各国提供国际认可的指导原则，采取措施保护植物生命或健康，防止病虫害传播。在《国际植物保护公约》内制定的《国际植

物检疫措施标准》中，最重要的概念标准之一是在2001年植物检疫措施临时委员会（ICPM）第三次会议上通过的第11号，即“检疫性有害生物风险分析”（粮农组织，2001b）。另外，植物检疫措施临时委员会在2003年第五次会议上通过了对第11条的补编，以应对环境风险，解决《生物多样性公约》中关注的问题，特别是侵害性外来物种。最近，《国际植物保护公约》针对《国际植物检疫措施标准》第11号又起草了另一份补编意见，主要解决改性活生物体的有害生物风险分析问题。<sup>8</sup>

在制定标准草案过程中，经过了广泛的技术讨论和磋商。应植物检疫措施临时委员会的要求，开放式专家工作小组于2001年9月召开了会议；小组成员包括来自发达国家和发展中国家政府指派的专家以及关心植物保护和环境问题的专家。会议目的是讨论标准的制定，讨论是否有必要就风险分析进行明确指导以应对改性活生物体对植物卫生的潜在影响，同时特别注意到发展中国家的需要。

工作小组认为可能有必要在有害生物风险分析中考虑改性活生物体潜在的植物卫生风险，包括（FAO，2002b）：

- 有可能加强潜在侵害性的适应特性的变化，例如包括：植物的耐旱性、植物对除草剂的耐性、生殖生物学的改变、有害生物的扩散能力、有害生物抗性以及对杀虫剂的抗性。
- 基因漂移，例如包括：除草剂抗性基因转移到亲和性物种；克服目前繁殖和重组障碍的可能性。

- 对非靶标有机体造成负面影响的可能性，例如包括：改变生物防治剂或有益生物体的寄主范围变化；对其他生物的影响，例如生物防治剂、有益生物以及会对植物卫生产生影响的土壤微生物群落（间接影响）。
- 植物病原特性的可能性，例如包括：一般不视为风险但由生物新性状所产生的植物卫生风险；强化病毒重组、壳体转移现象以及与病毒序列存在有关的共同活动；与导入基因时就存在的核酸序列（标记基因、启动子、终止子等）有关的植物卫生风险。

因此，一个包括《生物多样性保护公约》和《卡塔赫纳议定书》以及植保专家在内的工作小组准备一同起草一份标准，旨在为上述植物卫生潜在风险进行有害生物风险分析提供指导原则。在起草过程中，工作小组注意到若干重要问题，事关《国际植物保护公约》的范畴和改性活生物体的潜在植物卫生风险。工作小组还特别注意到，尽管有些类型的改性活生物体由于带有植物卫生风险需要进行有害生物风险分析，但还有许多其他类别的改性活生物体，例如那些具有成熟期或储藏/保存期限等改性特征的改性活生物体，并不带有植物卫生风险。同样，还应注意到有害生物风险分析只能应对改性活生物体的植物卫生风险，但还有其他潜在风险也需应对（如食品的人类健康关注）。另外，上述植物卫生潜在风险也可能与非改性活生物体或常规育种作物相关。人们认识到，风险分析程序一般是关于表现型特征而不是基因型特征；而在评价改性活生物体的植物卫生风险时，可能需要考虑基因型特征。

在本文件出版之时，该标准草案已通

<sup>8</sup> 《卡塔赫纳生物安全议定书》将改性活生物体定义为“任何具有凭借现代生物技术获得的遗传材料新异组合的活生物体”（《生物多样性公约》秘书处，2000：4）。

过标准委员会审核并已分发给所有成员征求意见。标准委员会在2003年11月对各国提出的意见进行复审。标准草案将依据征集意见进行修改，并将提交给植物检疫措施临时委员会，供其在2004年4月第六届会议上通过。

## 结论

迄今为止，在已种植转基因作物的国家中，尚未有这些作物造成重大健康或环境危害的可证实的报告。普累克西普斑蝶没有灭绝。害虫没有对苏云金芽孢杆菌产生抗性。某些证据显示对除草剂产生耐性的杂草已经出现，但超级杂草尚未侵入农业或自然生态系统。相反，一些重要的环境和社会效益开始显现。农民的农药用量减少并在用危害较小的农药来替代有毒化学农药。因此，农业工人和水资源免受毒害，益虫益鸟又回到了田间。

同时，科学正在迅猛进步。有关第一代转基因作物的某些担忧问题已经有了技术上的解决办法。新的基因转化技术去除了某些人士所担忧的抗生素标记基因和启动基因。包含两个不同苏云金芽孢杆菌基因的品种减少了害虫产生抗性的可能。防止基因漂移的管理战略和遗传技术在不断发展。

然而，目前没有发现负面影响并不意味着不会发生，而且科学家一致认为，我们对生态和食品安全过程的认知尚不完备，还有很多有待了解。绝对安全是永远无法保证的，而管理体系和管理人员也不可能十全十美。在不具备科学确定性的情况下我们应该如何从事？转基因科学评审小组（第25页）认为：

科学界完全需要在若干领域开展更进一步的研究工作，以便企业在转基因设计

和植物寄主方面做出适当选择并开发出符合更广泛社会需求的产品。最后，管理体系应继续运作，使其对风险和不确定性具有敏感性，认识到转基因的特性、不同的科学视角和相关的认知方面的差距，并考虑到常规育种的背景和底线。

纳菲尔德理事会（第44页）建议，“评估转基因和非转基因作物和食品的风险应采用同样的标准，对不作为的风险应该象对待作为的风险那样给予同样审慎的分析”。他们进一步得出结论认为（第45页）：

我们认为，目前没有实际或潜在危害的充分证据来证明，可以在当前阶段延缓对转基因作物的科研、实地试验或有限度的环境释放。因此，我们建议在适当采用预防原则的条件下继续开展对转基因作物的研究。

《粮农组织关于生物技术的声明》（粮农组织，2000b）也认为：

粮农组织支持以科学为基础的、能够客观测定每一种转基因生物的益处和风险的评价系统。这要求采用谨慎的个案方法来解决对每个产品或工艺在其释放前的生物安全的合理关注。对生物多样性、环境和食品安全的潜在影响应得到评价，对产品或工艺益处的价值在多大程度上超过其风险也应进行评估。评价过程还应考虑各国管理部门在审批此类产品方面取得的经验。为确保这些产品和工艺对人类、动物和环境的持续安全性，对其释放后的认真监测也是必不可少的。

科学无法断言某项技术完全没有风险。转基因作物可以降低某些与传统农业有关的环境风险，但同时也将带来必须应对的新挑战。遗传工程在何时何地具有充分的安全性应该由社会来做出决定。

## 6. 公众对农业生物技术的态度

公众对生物技术的态度在很大程度上决定了遗传工程技术在粮食和农业领域的应用范围。欧洲和北美国家就公众对生物技术的态度开展了广泛的研究，而其他国家对这方面的研究则比较少，因此目前掌握的国际可比数据十分有限。本章介绍了迄今为止规模最大并具有可比性的农业生物技术调查，最后讨论了标识制度能否解决公众在转基因食品问题上的分歧。

各国民众对农业生物技术的观点相差甚远，这不足为奇。与美洲、亚洲和大洋洲国家的人相比，欧洲人基本上反对农业生物技术。态度上的差异与收入水平有关系，即贫困的国家比富裕的国家更为支持农业生物技术，当然也有例外的情况。虽然调查并不十分精确（比如“生物技术”和“遗传工程”这两个词经常交替使用——见插文25），但调查人员还是发现人们对这个问题的态度的细微差别。尽管有的人反对一切遗传工程技术，但多数人在考虑转基因的类型及其潜在的风险和利益等问题，其态度差别甚微。

### 生物技术的益处与风险

EnviroNics国际调研公司<sup>9</sup>（2000年）组织了迄今为止规模最大的生物技术调

查，共调查了来自非洲、亚洲、美洲、欧洲和大洋洲34个国家的35000人（见图10中的条目）。每个国家约1000人被问及，就是否赞同以下表述发表意见：

由于生物技术的应用，转基因粮食作物生产无须使用杀虫剂或除草剂，因此生物技术的利益大于风险。

对该表述的回答表明了不同区域间观点的明显差别（图10）。与非洲人、欧洲人相比，美洲人、亚洲人和大洋洲人更倾向于认为生物技术应用的利益大于风险。接受调查的美洲人、亚洲人和大洋洲人中有五分之三同意这一说法，而只有三分之一略强的欧洲人和不到二分之一的非洲人表示认同。另外，非洲人、欧洲人在回答问题时表现得更犹豫不决，其中五分之一的非洲人和三分之一的欧洲人在调查中表示不确定，而相比之下只有八分之一的美洲人、亚洲人和大洋洲人作出这样的回答。

一般来说，高收入国家的人更容易质疑生物技术的利益，更关注潜在的风险，当然也有例外。例如，在亚洲，与菲律宾、印度尼西亚等低收入国家相比，日本、韩国等高收入国家更容易质疑生物技术的利益，更关注其潜在的风险。类似的情况也发生在拉丁美洲，阿根廷和智利等高收入国家要比多米尼加共和国和古巴等低收入国家更容易质疑生物技术。但也有例外的情况。例如，在欧洲，与低收入国家希腊相比，高收入国家荷兰却更为积极地支持生物技术。显而易见，收入水平以外的其他因素也影响着人们

<sup>9</sup> 2003年11月，EnviroNics国际调研公司更名为全球调查公司（GlobeScan Inc）。

## 插文 25 要会问问题

决定民意测验反馈结果的因素之一是所提出问题的精确措辞。调查结果表明，使用“生物技术”比使用“遗传工程”更容易得到积极反馈。尽管这种细微差别会导致正反两方面意见的比例浮动10-20%，但在许多研究中对这些

术语的使用还是很随意。另外还有一些因素会影响反馈结果，如调查对象的选择以及给调查对象提供的背景资料的类型和数量等。因此，对在不同地域、不同时期的调查结果进行比较时，要小心谨慎。

对生物技术的态度。

亚洲和大洋洲国家的观点差别很大。赞同率最高的是印尼，81%；最低的是日本，只有33%。与亚洲和大洋洲其他国家相比，澳大利亚、日本和韩国等高收入国家很少有人支持生物技术利益高于风险的观点。在美洲，调查结果的差异要小一些，赞同率最高的是古巴，79%，最低的是阿根廷，44%。与拉丁美洲拉丁美洲和加勒比海地区的其他国家相比，高收入国家阿根廷、智利和乌拉圭的反对率更高。北美国家的赞同率一向很高。而在欧洲，接受这一观点的人数比其他区域都要少，赞同率最高的是荷兰55%，最低的是法国、希腊，为22%。

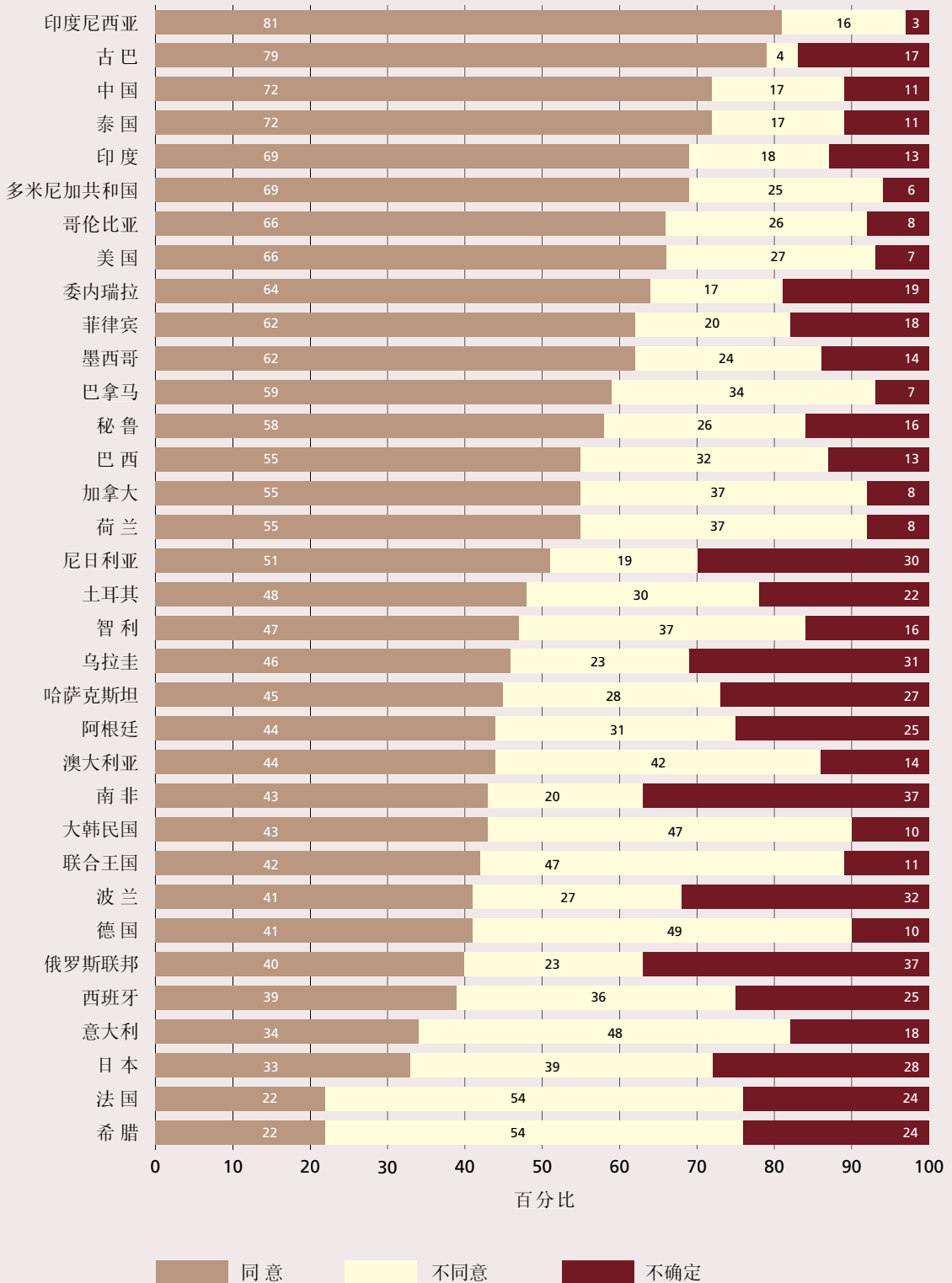
总体上讲，对于减少化学杀虫剂和除草剂用量的遗传工程技术，发展中国家的支持率较高。在来自非经合发组织成员国的调查对象中，平均有五分之三表示赞同，而经合发组织成员国的赞同率仅为五分之二。这说明较贫困国家的人更倾向于强调生物技术的潜在利益大于所认知的风险，而较富裕国家的人则更多地强调生物技术的风险。在经合发组织成员国中，赞同率最高的是那些已经开始转基因作物生产的国家：加拿大、墨西哥和美国。

## 对生物技术多种应用的支持率

Environics国际调研公司（2000年）调查了另一个问题，即是否支持生物技术的八种应用方式（图11）。人们对不同方式的生物技术应用看法迥异，一般较为支持人类健康或环保领域的生物技术应用，不提倡旨在提高农业生产率的生物技术。几乎所有的调查对象都支持在人类药品开发领域应用生物技术，反对率仅为13%。70%以上的人支持生物技术应用用于环境保护或修复，如能生产出塑料的作物、清理环境废物的细菌以及对化学品需求量少的作物。运用生物技术开发高营养作物的支持率也相当高（68%）。

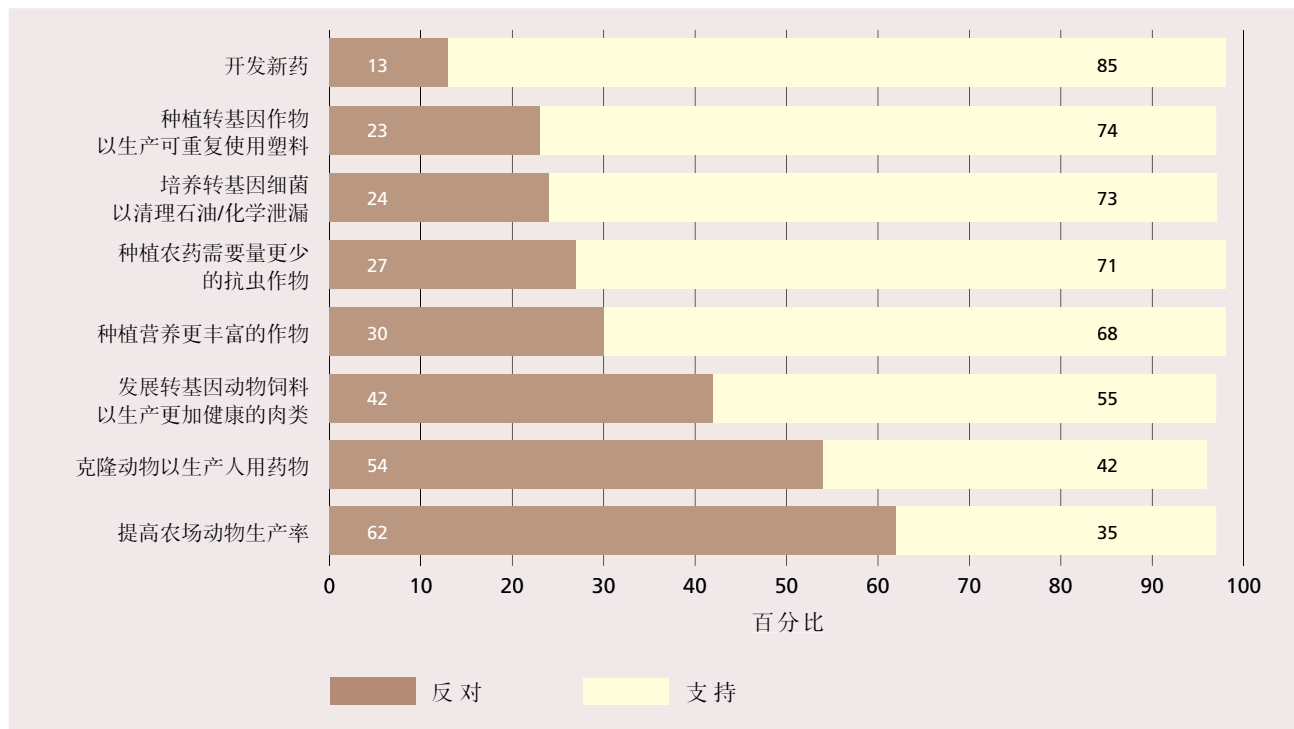
与应用于作物和细菌的生物技术相比，人们不大愿意接受动物应用。在调查中，只有略多于一半的人（55%）表示支持生产转基因动物饲料，尽管这种饲料可以提高肉类质量。54%的调查对象反对在医学研究中利用生物技术克隆动物；62%的人反对利用动物转基因技术提高生产率。调查结果表明人们较为反感动物生物技术，也许因为牵涉到更复杂的道德伦理问题。公众更愿意接受能带来具体益处的动物生物技术，如促进人类健康的技

图 10  
生物技术的利益大于风险吗？



资料来源：Environics International，2000年。

图 11  
你支持这些生物技术应用吗？



资料来源：Environics International, 2000年。

术；相反，提高生产率等经济利益在公众面前却缺乏说服力。

### 对生物技术的个人期望

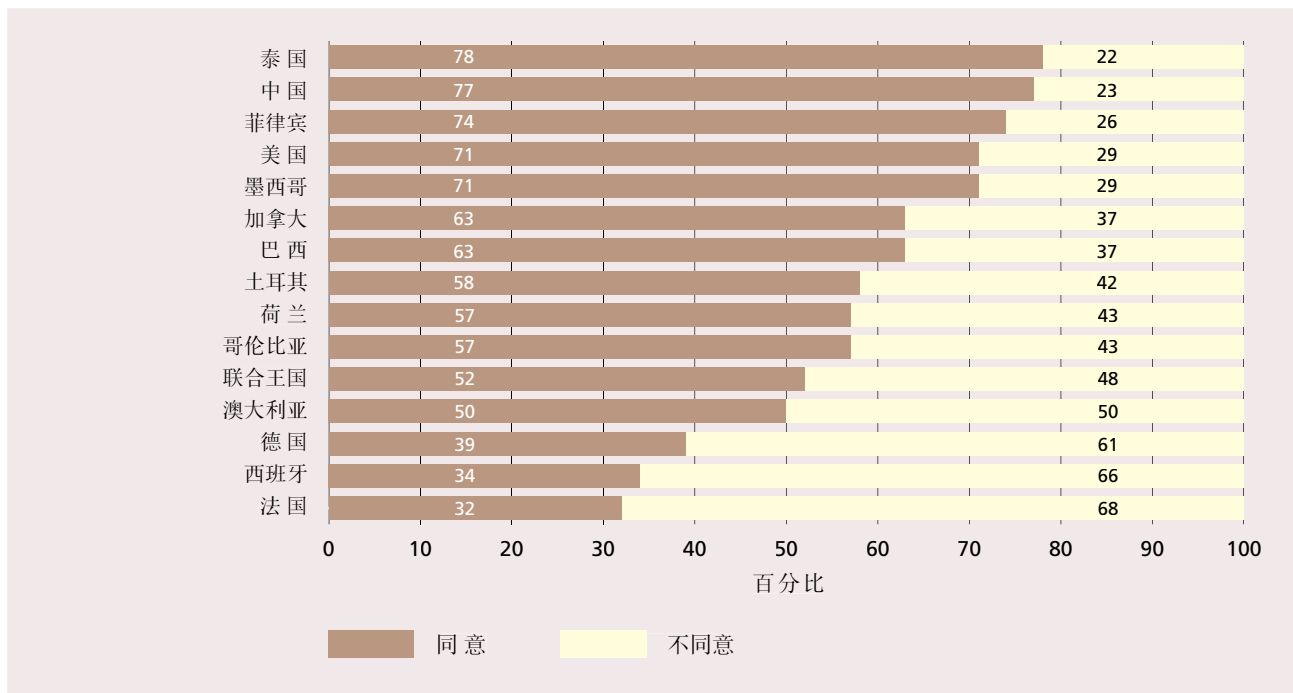
公众的一些看法和关注蕴含着对生物技术的态度，因此Environics国际调研公司（2000年）在调查中还设计了一套后续问题来加深了解。在接受调查的15个国家，表示曾经听说过生物技术的人群被问及是否赞同以下表述：

生物技术在未来五年内能够为我带来利益。

近60%的调查对象赞同生物技术可以带来利益（图12）。与欧洲人相比，美洲、亚洲和大洋洲的公众对这个问题的态度更为乐观（非洲国家不在该后续调查范

围内）。三分之二的美洲、亚洲和大洋洲的人同意这个观点，而只有不到一半的欧洲人表示同意。收入水平在这个问题上又是明显的分界线。在经合发组织成员中，只有略高于一半的调查对象认为生物技术可以为自身带来利益；而在非经合发组织成员中，近四分之三的调查对象都认同这一观点。对生物技术为个人带来潜在利益持消极态度的人，也往往认为转基因作物的风险高于利益。这一结果与图10中的相吻合，即美洲、亚洲和大洋洲对生物技术的接受程度较高。这说明那些认为生物技术会为个人带来利益的人通常会支持生物技术应用。

图 12  
生物技术会使象我这样的人受益吗？



资料来源：Environics International, 2000年。

### 道德伦理问题

第二个后续问题是人们被问及是否赞同以下表述：

动植物转基因技术违背了道德伦理规范。

60%以上的调查对象表示赞同；相对于其他问题而言，各国对这个问题的看法最为一致（图13）。除了中国，其他各国均有超过一半的人同意动植物转基因技术违背了伦理道德规范。这一结果似乎与图10、11中人们对植物生物技术的接受程度普遍较高的结论不一致，或许是因为在这个问题中同时提到了动物和植物转基因技术。正如图11所示，人们一般不愿意接受任何形式的动物生物技术。

人们对转基因技术的伦理道德评判因区域和收入的不同而有所不同。与美洲、亚洲和大洋洲相比，更多的欧洲人认为转

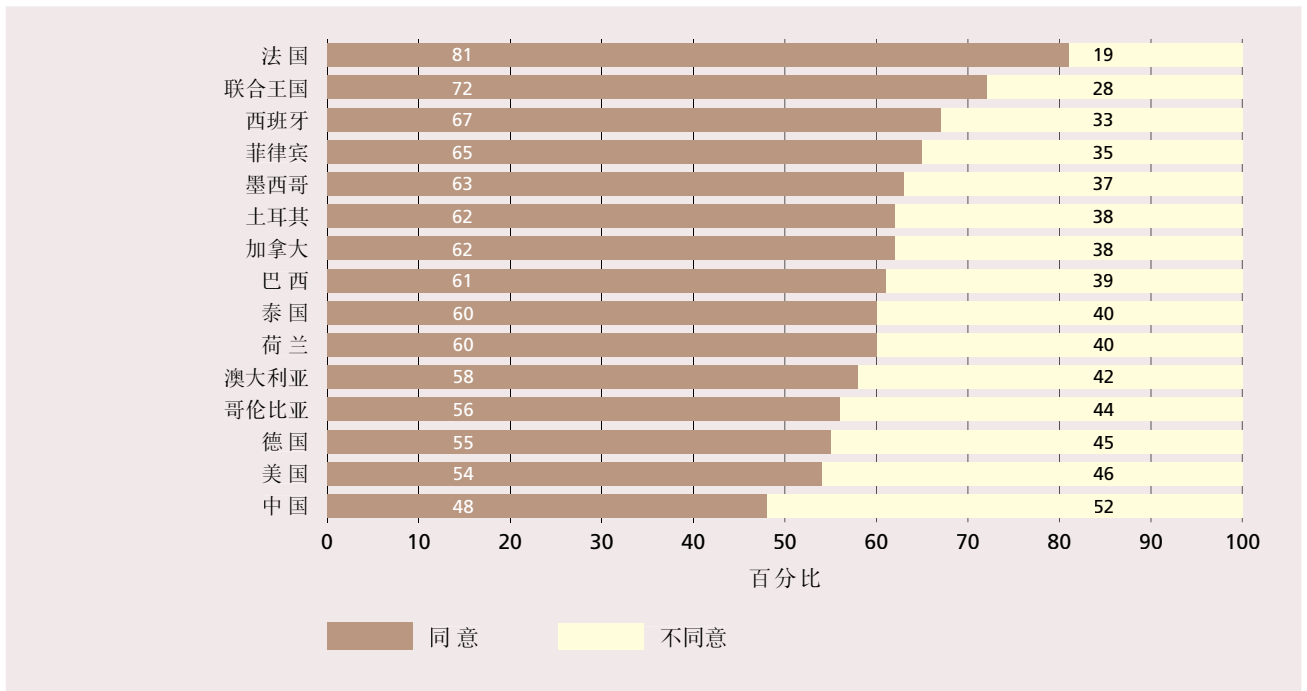
基因技术违背了道德伦理规范。同样，与其他国家不同，经合发组织成员国对转基因技术的道德伦理问题更倾向持保留态度。区域和收入差别不象在其他问题中那么明显，但总体格局类似。那些坚持转基因技术违背道德伦理规范的人往往认为生物技术的利益不会大于风险，也不会给个人带来什么利益。

### 有利于消费者的应用

Environics国际调研公司（2001年）进行了另一项调查，了解公众对有利于消费者的转基因产品能否提高接受率。调查对象来自10个国家的10000名消费者，询问他们是否愿意购买含有转基因成分的高营养产品（图14）。给调查对象两种选择，一是了解产品含有转基因成份后继续购买；

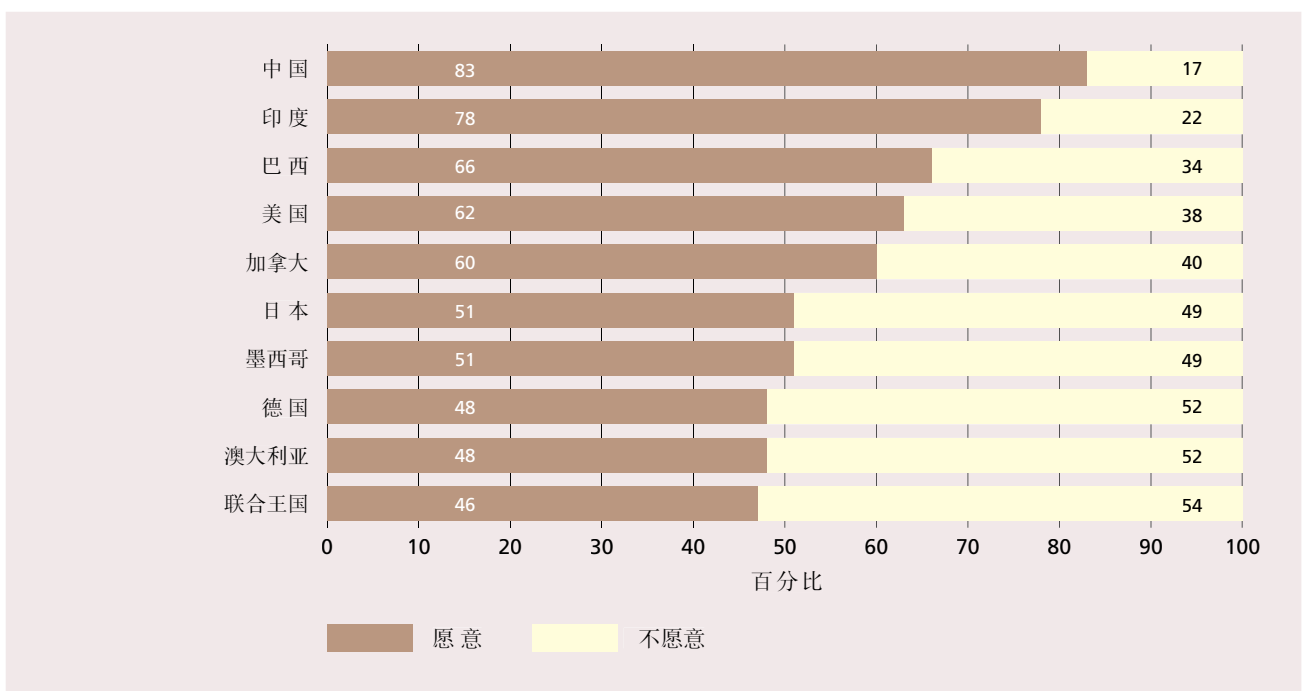


图 13  
动植物转基因有错吗？



资料来源: Environics International, 2000年。

图 14  
您愿意购买营养增强食物吗？



资料来源: Environics International, 2001年。

二是了解情况后停止购买。

近60%的调查对象表示会购买这些强化营养食品。与其他区域相比，欧洲消费者不大愿意购买这些产，但地域差别不象在其他问题上那样明显。收入水平与强化营养食品的购买愿望之间的关系更为密切。75%以上的中国和印度消费者、66%的巴西消费者表示愿意购买高营养转基因食品。在经合发组织成员中，只有略高于一半的消费者愿意购买，而澳大利亚、德国、英国的大多数消费者都不愿购买。这表明，尽管许多国家都接受那些明显有利于消费者的新型转基因作物，但不可能在所有的国家都消除消费者对此类产品的抵触情绪。

## 食品标识制度与生物技术

由于人们无法对现代农业生物技术的社会和科学问题达成一致意见，有人提出对转基因产品应当实施标识制度，作为相互妥协、继续发展的解决方法。提倡标识制度的人认为，消费者通过食品包装上标出的信息，能够在购物过程中决定接受或拒绝转基因食品。反对标识制度的人却认为，此类标识会误导消费者拒绝接受已经由国家管理部门认定为安全可食用的产品。虽然标识制度是一个简单的解决方案，但在各国国内和各国之间引起了复杂的争论（第5章）。

### 产品与工艺

一般认为，若某种转基因产品在营养成分、感官（如味道、外观和质地）、功能上与常规产品不同，应当对该产品进行标识。另外，由于应用转基因技术而可能引发过敏反应的产品，如果真能上市销售，也应该有警示标识（粮农组织/世卫组

织，2001年，4.2.2部分）。在上述情况下，问题的关键在于最终产品；标识的目的是防止贴错标签，让消费者警惕可能存在的风险（即标识的常规目的）。但值得注意的是，食品法典有关转基因食品安全评估的条款并不提倡转移遗传密码为过敏原的基因（粮农组织/世卫组织，2003e），因此这类产品不大可能通过各国管理部门的批准。

也有人建议对生产过程中使用生物技术的工艺的产品进行标识。如果某个最终产品与常规产品看不出任何差别，且检测不出任何DNA痕迹等，那么该产品是否需要标识是个颇具争议的问题（粮农组织/世卫组织，2003b）。

针对生产工艺的标识通常带有社会目的和动机，诸如赋予消费者选择的权利以及保护环境等。让消费者了解生产工艺，是一种较新的食品标识方式，同时也引起各方面的争议。

### 知情权与知情的必要性

转基因食品标识制度的支持者认为，公民对食品的生产工艺享有知情权。对这一点很少有人不赞同；然而，反对者坚持认为，那些与保护人体健康和防止假冒产品无关紧要的信息反而会混淆消费者的视听，而且具有负面影响。

关于消费者对转基因食品标识制度有何反应，目前还缺乏经验，但食品行业很担心标识会引导消费者相信转基因食品比不上常规产品。

研究表明，消费者在决定购买食品时受到各种信息渠道（Frewer和Shepherd，1994；Einsiedel，1998；Knoppers和Mathios，1998；Pew Initiative，2002b；Tegene等人，2003）的影响，因此食品标识的作用还取决于消费者获得的其他信息。在不同国家和不同群体中，有关生物技术

的公共信息的形式不尽相同，因此很难概括标识制度的影响。

### 强制标识与自愿标识

一些国家曾经考虑过是否应该要求食品生产厂家公布自己的产品是通过生物技术生产出来的。有些政府已经制定了强制标识的法律（如欧盟、澳大利亚、中国、日本、墨西哥、新西兰和俄罗斯联邦）。

其他国家政府拒绝强制标识制度（如阿根廷、巴西、加拿大、南非和美国）。但同时，有些政府正在考虑实行自愿标识制度，生产商可以自愿向消费者公布相关信息。

### 否定式标识 — 本产品不含任何转基因成分

有观点认为，诸如“本产品不含转基因成分”的标识（否定式标识）可以让消费者选择避免转基因食品。这种做法能够促进某些生产者，诸如有机农业生产者，开发高端市场。

而反对者则认为此类标识会误导消费者，让他们认为转基因食品质量欠佳。还有人认为，要求生产者证明产品不含转基因成分，会给小型生产商带来不公平的负担。

### 技术、经济和政治因素

必须获得标准、检测、认证和执行单位的支持，标识制度才可能有效（Golan, Kuchler和Mitchell, 2000年）。标识制度带来了许多至今尚未解决的挑战。例如，明确标识中使用的最为贴切的定义和术语，开发食品中转基因成分的检测技术和制度，以及制定合理的标识实施条例。

所有的标识方案产生的费用起初会由食品生产者和政府来负担，然后可能会导致食品涨价，居民纳税负担加重。伦理学

家认为把标识费用强加给所有消费者是不合理的，因为部分消费者并不关心是否应用了生物技术（Thompson, 1997年；纳菲尔德理事会，1999年）。也有人认为，如果大部分消费者希望了解有关信息，那么强制标识制度就是合理的。由于部分消费者收入低，或缺乏可供选择的商品种类，他们在选择购买食品时可能受到限制；还有些消费者或许根本看不懂食品标识的内容。因此标识本身并不能充分反映消费者的喜好。

标识制度还引发食品行业不公平竞争的问题。标识制度不但对各国经济产生影响，也可能影响国际贸易。转基因食品的出口商反对进口国采取的强制性标识政策，并将其视作不公平的贸易壁垒。

### 解决争议的办法 — 《食品法典》

近年来，上述问题一直是食品法典委员会所属的食品标识专题委员会审议的主题。该委员会在2003年5月召开的会议上决定成立专门的标识工作小组。

## 结论

公众对生物技术、特别是遗传工程的态度是复杂多样而且差别细微的。目前就公众舆论而进行的可比性国际调查还不多，不过现有的研究结果已经揭示区域之间乃至区域内部都存在着明显差别。总体来说，较贫困的国家更倾向于同意农业生物技术的益处大于风险，生物技术有利于消费者个人，并在道德上是可以接受的。与非洲人、欧洲人相比，美洲、亚洲和大洋洲的对生物技术的未来更加乐观。当然也有例外的情况，也就是说公众态度明显受到多种因素的影响。

明显的是，很少有人全盘肯定或全盘

否定生物技术。大多数人出于多方面的考虑，在看待生物技术和应用方式时表现出细微的差别。考虑的因素包括：创新的效用；易引起或减轻对人类、动物和环境危害的可能性；道德或伦理上的可接受性。与农业生物技术相比，各区域的人均更容易接受生物技术在医学方面的应用。与动物相比，人们更愿意接受农业生物技术在植物领域的应用。人们更倾向于为消费者、环境带来有形利益的技术革新，而不是旨在提高农业生产率的技术变革。这些细微的差别表明，随着不断开发新型应用方式，随着不断发现更多针对社会经济、环境和食品安全影响的事实依据，公众对农业生物技术的态度也会发生变化。只有开展更多的国际可比性研究，才能确定影响人们对待生物技术态度的多方面因素，

以及这些态度的形成原因。

人们在考虑利用标识作为桥梁来缩小公众对待生物技术、尤其是遗传工程技术态度上的区别。虽然标识制度看似简单，但是围绕标识的优点和可行性却展开了复杂的争论。这个问题涉及到了食品标识的基本理论，影响了分配公平性、消费者权利和国际贸易。一些人认为，即便某种转基因产品看似与常规产品没有任何差别，公众仍然有权了解在生产该产品的过程中是否使用了转基因技术。还有人认为，此类标识容易误导消费者，暗示存在某种子虚乌有的差别。人们的争论还集中在其他问题上，如标识的技术实施以及由谁来承担相应费用。食品法典委员会仍在继续努力制定统一的食物标识准则，但到目前为止，国际社会对标识问题尚未达成共识。