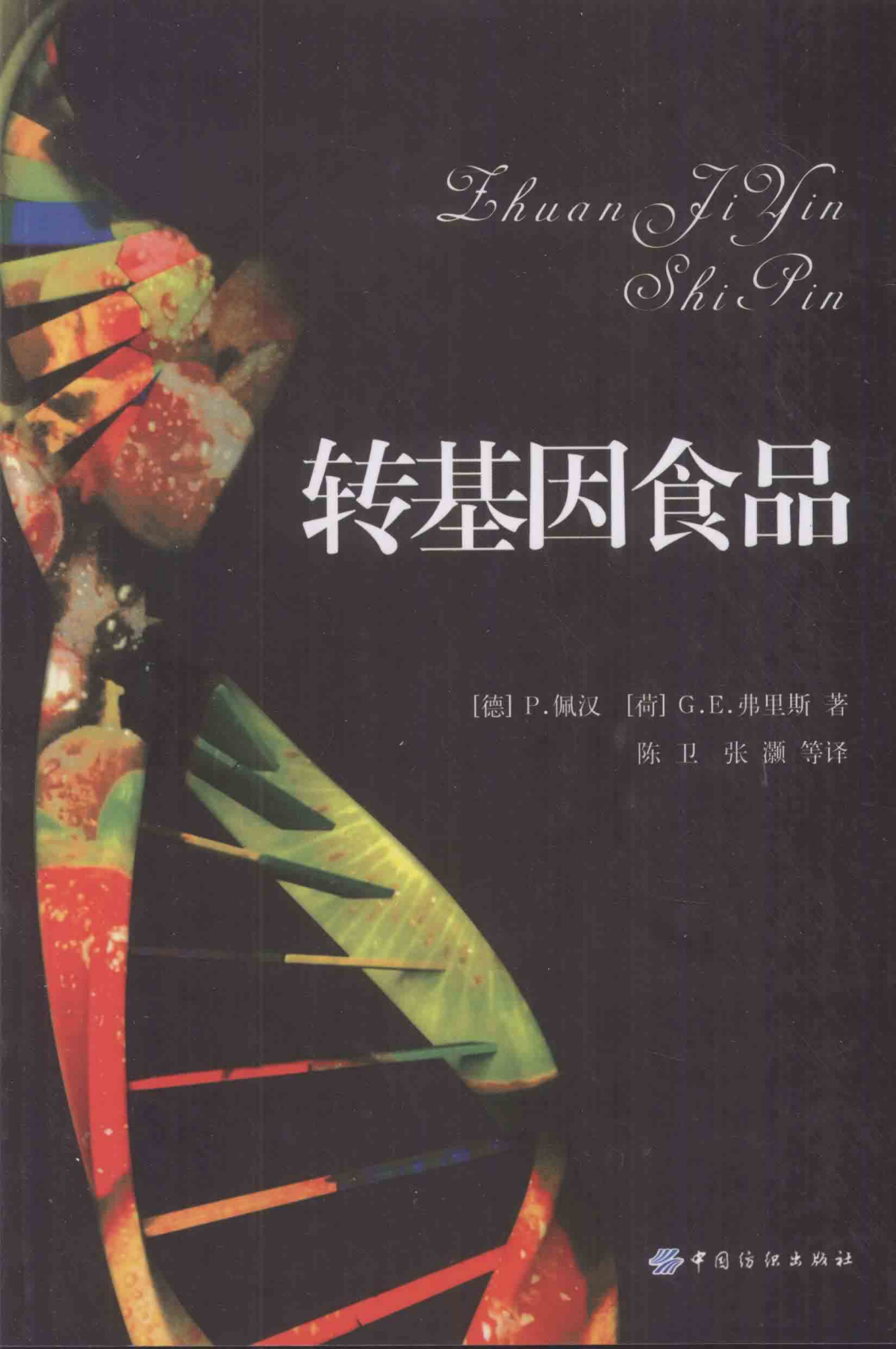




*Zhuan Ji Yin
Shi Pin*

转基因食品

[德] P.佩汉 [荷] G.E.弗里斯 著

陈卫 张灏 等译

 中国纺织出版社

转基因食品

[德] P. 佩汉 [荷] G. E. 弗里斯 著

陈卫 张灏 等译

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书主要阐述了转基因作物的背景及科技发展水平,转基因食品引发的相关问题,欧洲对转基因食品的规定、评估,转基因食品的前景等。

本书可为从事转基因食品相关研究、应用和贸易的相关人员,食品、生物、农业相关专业的老师和学生提供参考。

原文书名: Genes on the Menu

著者原名: Paul Pechan, Gert E. de Vries

©原出版社, 出版时间: 2005 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

本书中文简体版经 Springer-Verlag Berlin Heidelberg 授权,由中国纺织出版社独家出版发行。本书内容未经出版者书面许可,不得以任何方式或任何手段复制、转载或刊登。

著作权合同登记号: 01-2007-2680

图书在版编目 (CIP) 数据

转基因食品/(德)佩汉,(荷)弗里斯著;陈卫等译. —北京:中国纺织出版社,2008.10

ISBN 978-7-5064-5287-8

I. 转… II. ①佩… ②弗… ③陈… III. 食品—外源—遗传工程—研究 IV. TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 126632 号

策划编辑: 于 伟 责任校对: 俞坚沁

责任设计: 李 歆 责任印制: 何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址: 北京东直门南大街 6 号 邮政编码: 100027

邮购电话: 010-64168110 传真: 010-64168231

http: //www. c-textilep. com

E-mail: faxing @ c-textilep. com

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2008 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 880×1230 1/32 印张: 8.5

字数: 199 千字 定价: 33.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社市场营销部调换

序

多年前，当取得植物育种专业的学位时我很高兴，因为自己可以去培育新品种了。20 世纪 70 年代，组织培养和微繁殖技术的发展丰富了植物品种资源库。例如，原生质体融合和小孢子培养技术加速了运用重组植物基因技术培育植物新品种的发展进程。微生物学家提出了用限制性内切酶获得目的基因的方法。我们十分高兴能拥有这些技术工具，但不能完全预测这些工具对植物研究能发挥多大的作用。这些知识让我们逐渐了解如何更好地去选择植物进行培育，并利用这些知识引进具有利用价值及农业特征的多样化新品种。值得欣慰的是我们已经掌握了这些有价值的技术，且能利用这些技术提高农作物产量并防治各种病虫害。20 世纪 80 年代，遗传工程技术兴起，其中一个很重要的领域是研究转基因生物（GMOs）。很少有人意识到这项技术本身的发展以及它在农业领域的应用，更没想到几年以后会成为公众争论的焦点。

作为科学家，我们首要的目标是探索 and 了解自然界的未知事物，并寻求新的路径、运用新的方法来改造我们的社会。我们将这些成果发表在科学刊物上。我们对政治不感兴趣，也没有想过突然成为众人关注的中心。然而，我们必须认识到公众已经开始关注基因工程技术并担心这项技术可能会被滥用。一些非政府组织反对将转基因生物应用于食品及非食品领域，并提出一些想法，其中有些是合法的，但也有部分缺乏合法性。工业界对公众提出的意见不予理会，

由此引发了一些争议。公众反对大公司对全球农产品贸易试图垄断的行为。现实和伦理道德必须与政治思想进程相融合。目前，炒得最热的已不是重要性与正确性的问题。科学界经过很长时间才意识到他们是社会的一员而不是旁观者，必须积极地参与相关的讨论。

因此，对于此书的出版我感到非常高兴。这本书综述了关于转基因生物的讨论和一些值得思考的关键问题。它独树一帜地通过陈述转基因生物研究的社会背景，展现出科学的错综复杂和相互依赖以及风险管理、决策定夺、投资人和社会责任之间的关系。本书讨论的重点是主题相互之间的依赖性，但又不乏各部分之间的独立性，并希望能暂时终结有关转基因生物的无端争论。这些经验可适用于任何一项新兴的应用科学或技术。

Gerhard Wenzel 教授

慕尼黑科技大学植物育种系主任

致谢

感谢 Dr. Vasanthi Vanniasingham 对书中一些较难章节的精心校对。本书的内容获得欧盟 HPRP-CT-1999-00010 号方案的支持。本书叙述的仅是作者和撰稿人的观点，在任何情况下均不代表欧盟的官方立场。

Paul M. Pechan
Gert E. de Vries

前言

几个世纪以来，为了让人们能够吃到更新鲜、更优质的食物，从农民到（近期的）科学家一直在探索提高食物质量的方法，促进发展的源动力在于减少饥荒的发生、提高国家及地区稳定富裕的局面。上个世纪，传统的作物育种已经明显改善我们的粮食供应情况。这些首先要归功于遗传学的发展，相关研究包括基因怎样被遗传以及如何影响生物性状。我们把基因分离和在不相干的植物品种间进行转移的技术称为“基因工程”。它可以将所需要的性状由一个生物体转入另一不相干的生物体内。转基因农作物产品上市已有十多年，未来还会有更多的产品面世。

公众多将基因工程作物称为基因改造作物或转基因作物。广义的基因作物还涉及“基因改造生物”或简称“GMOs”。

许多人认为，很难认定转基因作物及其产品对人类和环境究竟是有利还是有害。转基因作物和食品究竟有什么不同之处？谁能够确保它们的安全性？道德伦理方面的考虑又是怎样的？它们会对社会及贸易活动带来怎样的影响？公众对它们的看法是怎样的？其观点又是怎样形成的？

这本书将向您介绍各种与转基因作物和食品相关的问题并重点介绍欧洲方面的情况。全书分为五个章节：

1. 转基因作物的背景；
2. 转基因作物学；

3. 转基因作物的规范、评估和检测；
4. 社会经济因素；
5. 转基因作物的应用前景。

对于转基因作物的争论是令人着迷的，这不仅是因为人们议论纷纷的各种重要问题，同时也让我们有机会通过这一争论深入观察人类社会内部的关系、相互影响及进化发展。我们希望这本书不仅为您提供转基因作物方面的完备信息，更能对错综复杂的社会联系、风险以及利益关系起到指点迷津的作用。

Paul M. Pechan

Gert E. de Vries

1 转基因作物的背景	1
1.1 关于转基因作物的基本常识	1
1.2 植物生物技术的历史及应用	13
2 转基因作物学	24
2.1 抗除草剂作物	24
2.2 抗虫害作物	32
2.3 抗病毒作物	42
2.4 美国和欧洲的转基因作物：农场如何受益	51
2.5 与转基因作物相关的环境问题和难题	74
3 转基因作物的规范、评估和监测	88
3.1 从研究提案到产品	88
3.2 转基因产品的知识产权问题	90
3.3 转基因作物的可溯源性和标识规范	101
3.4 中、东欧地区植物生物技术及其法规	105
3.5 转基因植物和风险分析	114
3.6 转基因作物的监测	125

4 社会经济因素	134
4.1 转基因作物标识和可溯源性的相关法规	134
4.2 预防原则	143
4.3 公众对转基因作物的认识	167
4.4 关于生物技术的交流策略	175
4.5 风险交流	189
4.6 转基因作物的道德伦理	194
5 转基因作物的应用前景	205
5.1 第二代转基因作物产品	205
5.2 第三代转基因作物：生物工厂	215
5.3 食品农业生物技术：全球性问题	225
6 术语解释	256

1 转基因作物的背景

1.1 关于转基因作物的基本常识

Paul Pechan

转基因作物对传统作物育种来说是一种新的补充。为了满足人口日益增长的需求，人类不断地探索以求培育出更多优良的农产品。尽管转基因作物的种植面积已经在稳步扩增，但最近几年的发展速度明显减缓。其中，大豆、玉米和棉花是种植面积最广的转基因作物。

欧洲国家的转基因作物种植量不足全球的 0.5%，主要原因是欧洲对转基因作物的限制局面直到 2003 年才有所改变，而且欧洲消费者对转基因食品也很排斥。就目前而言，种植转基因作物主要的受益者是农民而不是消费者，但将来转基因作物可能会给消费者带来更直接的利益，比如改善食物口感和品质等。

所有的食品，无论是转基因的还是非转基因的无疑都会含有致敏性或毒性成分，所以，新开发的食品都应该进行活体过敏试验和毒理测试。一些环保组织担忧转基因作物会对环境造成影响，特别是那些未知影响更令人担忧。一旦转基因作物在环境中自由生长将是很难被控制的。

有关转基因作物和食品的讨论十分复杂，包括全球化和种植方式的选择等多种问题。

欧洲国家率先开始对转基因作物进行了详尽的标注，并对他们的产品进行跟踪。然而，尽管存在这样的标准，目前在国际市场上

还没有完善的体制以确保这些标准的贯彻和实施。

1.1.1 转基因食品从哪里来

2002 年,全球转基因作物种植面积突破 6000 万公顷。其中,发展中国家的转基因作物种植面积超过 1500 万公顷。美国的转基因作物种植面积几乎达到全球总量的 70%,其次是阿根廷、加拿大和中国。详细信息参照本书第 2.4.1 节。

在所有转基因作物中,种植面积最广的是大豆、玉米和棉花。其中,大豆的种植面积占转基因作物种植总面积的 60%。这些转基因作物的开发也使得杂草和虫害得到了更好的控制,这样的转基因作物还包括番茄和马铃薯。然而,目前在欧洲,还不能买到新鲜的转基因农产品,即使在北美洲,大多数的水果和蔬菜也都不是转基因产品。

欧洲国家转基因作物种植量不足全球总量的 0.5%,其中大部分是玉米并主要用于动物饲料。欧盟对转基因作物的种植有严格的限制。尽管获批准的转基因作物可以种植,但在欧盟境内种植的转基因作物明显没有消费市场。有机农业和传统农业并存的挑战也使问题更加复杂化。欧洲国家也从国外进口转基因作物和食品,进口的上千吨转基因大豆被用作家禽饲料,此外,也进入到市场被用作许多加工食品的成分。目前转基因作物的背景可以参照本书第 2.1~2.4 节。

欧盟已经推行了新的政策来控制转基因生物包括转基因作物的使用。当食品中含有转基因生物成分或者由转基因生物成分组成或制成时,必须附上明确的标签说明。但是,这种规定只是为了预防食品资源被转基因生物意外污染。基于这一想法,人们消费的传统食品只有当其中转基因成分超过 0.9%时,才会在销售过程中贴上转

基因的标签；少于 0.9% 时，就不会被当作转基因食品。比如许多食品加工中使用转基因大豆，尽管这些食品没有标明是转基因食品，但我们的食品中很可能已经含有了转基因成分。另外，以转基因食品饲养的动物作为来源的食品，没有必要注明是转基因食品。

关于转基因作物的讨论涉及许多问题和观点，所有问题都必须慎重考虑。但是转基因生物消费市场的存在已经成为事实。现在需要做的是像欧洲国家一样，实施贴标签注明和可溯源的方案以保障转基因产品的安全性和可选择性。当然贴标签也不能说明产品是否安全，如果产品不安全，就不应该允许它们流入市场。同时，贴标签这一措施可以让消费者自己决定是否要购买转基因产品。在欧洲，标注和说明转基因食物的主要目的是确定食品的原产地，这样即使出现问题也能及时解决。每年对转基因生物进行标注和追踪都要花费大量的财力。也有人建议让监管部门来鉴别食物是否安全或是让零售商来决定是否标注效果可能会更好。有关转基因食品的可溯源性及标注信息，请见第 3.3 节和第 4.1 节。

1.1.2 转基因作物和食物有何差别

人类对作物的改造已有一万多年的历史。在作物育种过程中，很多的基因跨越种属而相互混杂，经过自然筛选，作物中最有用的基因被保留下来。在基因工程中，只有个别或者极少数来自于其他生物的基因能够被转移到特殊的植物活细胞中，并发育成完整的植株。

在作物育种实践中，马铃薯可谓是一个成功的范例。几个世纪以来，传统的植物育种工作者将至今仍生长在南美洲的野生马铃薯，培育成了今天我们可以购买到的众多品种。正是由于这些努力，马铃薯才能够在世界范围内得到广泛种植。我们现在所食用的各个品

种都是完全不同于那些野生品种的。在经历了漫长的传统育种过程之后，它们的基因发生了改变。每个品种马铃薯的遗传物质（DNA）都有别于其他品种。由这些 DNA 分子构成的基因指导合成了不同的蛋白质，而正是这些蛋白质决定了植物的特性。

通过基因工程的方法人们可以利用转基因技术赋予植物新的性状，例如使植物产生抗虫性、抗病毒性或除草剂的耐受性等。这种转基因作用甚至可以发生在不相关的物种之间，以苏云金芽孢杆菌（Bt, *Bacillus thuringiensis*）马铃薯为例，它含有来自土壤细菌苏云金芽孢杆菌（*Bacillus thuringiensis*）的基因，能使马铃薯产生抵抗科罗拉多马铃薯甲虫侵害的能力。

运用基因工程的手段引入新基因，已成为改进植物性状的有效方法。与传统育种过程中上千未知基因间的杂交相比，转基因的方法更具有可预见性。但是与传统的作物育种不同的是，一些自然状态下本不会发生的基因交换可能会因转基因作用而发生，因而很难预测未来的长期效应。

1.1.3 为什么有人会担心转基因食品

当一项新技术出现的时候，公众总会特别关注并对新技术的掌握缺乏信心，这一点并不奇怪。

欧洲公布的调查表明：不同学历、性别和年龄的人群中，有超过 2/3 的人认为食用转基因食品存在危险；1/4 的人不确定是否有危险。有趣的是，当被问及媒体是否过分夸大了转基因食品的危害时，持肯定和否定观点的人数大致相当。尽管如此，差不多 70% 的被调查者不愿意食用转基因食品，几乎所有被调查者都希望对是否食用转基因食物有选择权。被调查者一致认为，转基因食品应先经科学证实可以安全食用后，方可投放到市场。

以下是相关的调查结论。

(1) 公众高估了他们对转基因食品的认识（如今的转基因食品是可以放心食用的）。

(2) 虽然受教育程度会影响到人们对转基因食品的接受，但令人惊讶的是，大多数人拒绝接受转基因食品的原因与他们所受的教育程度无关。

(3) 公众似乎是在接受常规食品方面受到了某些误导，认为所有的转基因产品都必须通过大量的科学检验。公众一方面对转基因食品缺乏安全感；另一方面又会接受那些市场上出现的、被科学验证为安全的转基因食品。

(4) 在公众、风险监管者以及决策制定者之间还存在着信息交流及沟通的障碍，并且这种障碍仍有持续上升的趋势。因为决策制定过程对于公众来说并不是完全透明的，公众对产品上市的一系列程序缺乏信赖感。

公众也许正是基于这些原因认为新的生物技术具有风险性。另外，欧洲民众就政府机构在公众利益维护方面持怀疑态度，他们感到自己被逐渐排除在决策制定过程之外。以上这些结论的产生在欧洲具有特殊性，某种程度上讲，可能与公众经历的各种食品类丑闻有关，如疯牛病的爆发以及发生在不同欧洲国家的食品危机等。关于公众对于转基因作物的认知问题将在第 4.3~4.6 节中详细谈到。

另外，公众普遍关注的是知识产权和专利权的问题，担心人类的共同遗产逐渐成为个人和大公司的私有财产。

1.1.4 为什么需要转基因作物

农民是目前转基因作物应用中的最大受益者。害虫及杂草对农作物的破坏，往往使农民收入遭受很大的损失。例如科罗拉多的马

铃薯甲虫在数天之内就能摧毁一片马铃薯田地，对农民的生计造成极大的危害。而转入了苏云金芽孢杆菌（Bt）基因的作物，因其插入的外源基因能够表达破坏害虫消化系统的蛋白质，从而赋予作物内在防御害虫的机制。种植这种作物的优点在于它能够减少杀虫剂的使用量，也就减少了农药排放对环境的污染以及对其他生物的危害。

有报道称，种植转基因作物会导致更多的益虫被杀灭。不过，到目前为止这一结论还没有得到证实，因为虫害的防治需要时间。那些非转基因作物必须作为保护物种植在转基因作物周围，以减少害虫在选择性压力下产生抗性物质，如对抗 Bt 毒素的物质。

转基因作物的应用也会带来直接的社会效益，如开发出更具口感的、含有能增强体质成分的新食品，或是创造一些复合食品。这些功能性作物与原始的非转基因作物相比，在成分组成和新陈代谢方面都有着显著区别，所以它们在被推广前需要经过大量的测试。第 2.4、第 5.1、第 5.2 和第 5.3 节将对转基因作物带来的益处进行详细讨论。

1.1.5 人体是如何消化转基因食物的

我们的身体对转基因食物和非转基因食物的消化过程是完全一样的。我们每餐都会摄入数以百万计的蛋白质分子和 DNA 分子。那么，当我们食入一片抗虫害马铃薯时会怎样呢？消化系统的工作，就是从我们所摄入的食物中释放出有营养的小分子物质。转基因马铃薯片与其他非转基因食物一样，一旦进入人体，就会被消化液慢慢地分解为越来越小的分子。在小肠中，那些从马铃薯片中释放出来的小分子将被吸收进入血液。虽然转基因马铃薯的 DNA 含有编码一种特殊蛋白质的基因，并使转基因马铃薯具有抗虫害功能，但它仍会与其他马铃薯 DNA 分子一样被人体消化处理。

但是，所有食物中都会含有某些对健康构成潜在威胁的蛋白质。这种风险对转基因和非转基因食品来说都是一样的。避免此类风险（如过敏反应或毒性反应）的方法就是在食品投入市场前进行检测。实际上，食品安全问题本身，就其定义及限制而言是很复杂的。

1.1.6 转基因食物是如何检测的

最初转基因作物的种植工作是在实验室内完成的。研究人员在整个实验过程中必须严格遵循政府制定的安全规范。转基因作物在温室内生长时，可以监控其生长条件。当科学家和权威人士对实验结果表示满意时，这些转基因作物就可以在田地里进行小规模种植。这些所谓封闭式小规模试验通常需要三年时间，然后再进行开放式的田间实验。只要能符合相应的食品法规，那些转基因产品就可以进入市场。从初次开始实验到转基因作物市场化并卖给种植农户，这个周期大概需要十年。

以欧洲最新颁布的食物法规为例，转基因作物及用其作为原料的产品，还有新进入欧洲市场的食品，都要通过全面的食品安全检测程序。但是，科学家们对转基因食品，甚至非转基因食品中存在的风险都知之甚少。基于经验和可选择性，我们认为人们食用的非转基因食品是安全的。但对于转基因食品，我们还不能下这样的论断，因为这种食品在市场上出现的时间还不长。

对转基因食品进行检测以确保它们不含有毒或致敏物质。毒素研究专家们在风险测估中扮演着重要的角色。如果研究人员对即将投放到市场中的新食物的安全问题不确定的话，该产品在进入市场前还需要做动物或人体试验。这些测试可以帮助专家们判断食品对消费者是否安全。抗虫害及抗除草剂的农作物在被人们消费前也需要进行安全测试。实际上，目前对市场上所销售的转基因作物及食品