

Genetically Modified Foods

主译 陈君石 闻芝梅

转基因食品

——基础知识及安全性



人民卫生出版社



国际生命科学学会

转基因食品

——基础知识及安全性

Genetically Modified Foods

主 译 陈君石 闻芝梅

译 者 (按姓氏汉语拼音排序)

李 宁 刘兆平 贾旭东

毛德倩 王 竹

人 民 卫 生 出 版 社
国 际 生 命 科 学 学 会

图书在版编目 (CIP) 数据

转基因食品 - 基础知识及安全性/陈君石等主译. —北京:人民卫生出版社, 2003. 6

ISBN 7 - 117 - 05577 - 4

I. 转… II. 陈… III. 食品 - 外源 - 遗传工程 - 食品卫生 IV. TS201. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 054643 号

图字:01-2003-3754

转基因食品——基础知识及安全性

主 译: 陈君石 闻芝梅

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

印 刷: 北京市安泰印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 7.125

字 数: 172 千字

版 次: 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-05577-4/R · 5578

定 价: 17.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

国际生命科学学会及其欧洲分会介绍

国际生命科学学会 (International Life Sciences Institute, ILSI) 是一个非赢利性国际公共基金组织, 成立于 1978 年, 其目的是促进人们对营养、食品安全、毒理和环境有关科学议题方面的理解。ILSI 联合了来自学术界、政府、企业和公众组织的科学家, 寻求用一种平衡的方法来解决与大众利益广泛相关的问题。ILSI 作为一个非政府性机构, 隶属于世界卫生组织 (WHO), 并与联合国粮农组织 (FAO) 保持专门的顾问关系。ILSI 总部设在美国华盛顿特区, 在阿根廷、澳大拉西亚、巴西、欧洲、印度、日本、韩国、墨西哥、北非及海湾地区、北美、北安第斯、南非、南安第斯山区、东南亚及泰国设有分会, 并且在中国设立了办事处。现在, ILSI 已得到了大约 300 家公司的支持, 并与全世界的科学家形成网络。

国际生命科学学会欧洲分会 (ILSI Europe) 成立于 1986 年, 旨在为企业以及学术界、医学界和公共研究机构的专家提供一个中立性论坛, 在整个欧洲范围内探讨与健康、营养、食品和环境安全有关的问题, 以促进对该领域科学问题的理解和解决。ILSI 欧洲分会通过组织相关的研究、会议、研讨会以及出版物来实现其目标。

译者序

在生物进化以及农业种植业和养殖业的发展过程中,不可避免地会造成农作物、家畜、家禽、水产品等固有的基因发生各种各样的变化,即“基因改变”(gene modification)。换言之,任何一种农产品(无论是植物还是动物)的新品种或改良品种的出现以及农业性状的改善都意味着其基因组成的改变。最典型的例子是农业上常用的杂交技术,在分子水平上,杂交就是改变了生物体的基因组成。只是由于技术上的限制,其改变的基因数目比较多,目标不够明确,特异性也较差。

分子水平的现代生物技术的应用从根本上提高了通过基因改变来改善农作物农业性状(抗虫、抗病、抗除草剂、抗旱、抗盐碱、增加产量等)的准确性和特异性,尽管所改变的基因数目仅为1~2个。对于我国这样一个人口众多,而农业资源相对贫乏的国家,“转基因”的农业技术无疑具有强大的生命力,要达到“全面小康”,转基因技术所可能做出的贡献是不可限量的。然而,在这一技术的推广和应用过程中,必须首先解决其安全性问题,特别是消费者的食用安全性。无论是科学家、企业或政府人员对此都责无旁贷。科学家在转基因生物体(GMO)的研究、开发阶段就需要重视新品种的安全性;企业在新品种生产和上市前必须具备完整的安全性资料;而政府则应对转基因生物的安全性提出明确的要求和对企业所提交的安全性数据进行科学评审。

最近几年来,国际上在转基因生物的安全性评价方法及其检测技术方面,均已取得了十分显著的进步;并在联合国有关机

构的主持下,对转基因农作物的安全性评价原则和要求达成了国际上的共识。为了使我国有关部门和对此领域感兴趣的人士了解这方面的信息和知识,我们选择了国际生命科学学会欧洲分会近年来出版的有关转基因生物体的基本知识、检测方法和安全性评价的五本刊物,编译成此书,与广大读者分享;希望能对转基因技术在我国推广、应用有所帮助。

陈君石

2003年3月29日

致 谢

承蒙国际生命科学学会欧洲分会(ILSI Europe)同意将下列文献翻译成本书,本书出版得到了 ILSI 中国办事处的大力支持特此致谢。

- 1 Food Biotechnology-An Introduction(食物生物技术简介)
发表于 ILSI Europe Concise Monograph Series(ILSI 欧洲分会专著系列). International Life Sciences Institute(国际生命科学学会,ILSI)1995
作者 Dean Madden
- 2 Safety Considerations of DNA in Food(食品中 DNA 的安全性)
发表于 Ann. Nutr. Metab. Vol. 45, 2001
作者 D. A. Jonas; I. Elmadafa; K. -H. Engel; K. J. Heller;
G. Kozianowski; A. König; D. Müller; J. -F. Narbonne; W.
Wackernagel; J. Kleiner
- 3 Safety Assessment of Viable Genetically Modified Micro-Organisms Used in Food. (食品中活的转基因微生物的安全性评价)
发表于 ILSI Europe Report Series. International Life Science Institute 1999
作者 ILSI Europe Novel Food Task Force(ILSI 欧洲分会新食品工作组)

- 4 Genetic Modification Technology and Food-Consumer Health and Safety(转基因技术和转基因食品——对消费者健康和安全的影响)

发表于 ILSI Europe Concise Monograph Series. International Life Sciences Institute 2001

作者 Clare Robinson

- 5 Method Development in Relation to Regulatory Requirements for the Detection of GMOs in the Food Chain(食物链中转基因食品检测方法的规定)

发表于 ILSI Europe Report Series. International Life Sciences Institute 2001

作者 ILSI Europe Novel Food Task Force(ILSI 欧洲分会新食品工作组)

目 录

第一章 食物生物技术简介	1
概论	1
1 何谓生物技术?	1
2 生物技术的应用方法	3
2.1 基因与转基因	3
2.2 其他生物技术	16
3 食品生产	19
3.1 用微生物生产食品、食品添加剂和加工助剂	19
3.2 植物生物技术	27
3.3 动物生物技术	35
4 在食物加工中应用酶的例子	39
4.1 乳酪生产	39
4.2 果汁生产	41
4.3 甜味剂生产	43
5 法规管理、安全性和对社会经济方面的考虑	47
5.1 食品安全	47
5.2 社会、经济及其他影响	53
5.3 生物多样性	54
5.4 公众参与的必要性	54
第二章 食品中 DNA 的安全性	57
概论	57
1 核酸的结构和功能	59

2 食品中的核酸	63
2.1 食品中的 RNA 和 DNA	63
2.2 转基因食用作物的 recDNA 含量	65
3 核酸的稳定性	67
3.1 化学稳定性	67
3.2 水解	68
3.3 DNA 对加工的敏感性	69
4 DNA 的安全性——结构的影响	72
4.1 DNA 在胃肠道的稳定性	72
4.2 毒理学问题	74
4.3 人类的防御系统	76
5 DNA 的安全性——功能影响	77
5.1 基因转移	78
5.2 DNA 被哺乳动物细胞摄取	86
5.3 基因转移对食品安全性的影响	89
6 结论	90

第三章 食品中活的转基因微生物的安全性

评价	104
概论	104
1 食品中活的转基因微生物的安全性评价指南	107
1.1 概况	107
1.2 决策树	114

第四章 转基因技术和转基因食品——对消费者

健康和安全的影晌	122
概论	122
1 生物技术与食物链	123
1.1 食品生产技术	124

1.2	转基因技术与以前的技术有哪些区别？	127
1.3	转基因技术是否有必要？	129
2	第一代转基因食品	130
2.1	转基因作物	130
2.2	转基因微生物与食品生产	134
3	食品安全与基因技术	140
3.1	食品危害的来源	140
3.2	转基因食品是否有独特的危害？	144
3.3	改变基因可能产生哪些危害？	145
4	食品安全性评价	147
4.1	实质等同性	148
4.2	如何确定实质等同性？	149
4.3	实质等同性与安全性评估	152
4.4	转基因微生物在食品生产中的安全性	159
4.5	转基因微生物的安全性评估	160
5	第二代转基因食品	162
5.1	增进健康	163
5.2	增加现有食物产量以促进健康	167
5.3	对消费者的间接益处	168
6	基因技术的前景	170
6.1	改良的转基因技术	170
6.2	下一步要做什么？	173
附录 A	生产和应用转基因生物体的有关法规	174
附录 B	缩略词和名词解释	179
附录 C	其他相关资料	183
附录 D	转基因番茄、转基因玉米和转基因大豆	187
第五章 食物链中转基因食品检测方法的规定		190
概论		190

1	研讨会简介	192
2	应邀的学术报告	193
2.1	法规	193
2.2	来自生物技术的作物:发展和实验室分析 所面临的挑战	195
2.3	采样、样品制备和参照物质	196
2.4	检测方法	200
3	工作组报告	206
3.1	特性保留	206
3.2	参照物质	208
3.3	采样	209
3.4	操作规范	210
3.5	检测方法	211
4	结论和建议	213

第一章

食物生物技术简介

概 论

本章分为5节，其目的是提出人们所关注的问题和阐述现代生物技术可能带来的机遇。前两节是对转基因技术（technology of genetic modification）的解释，第三节列举了一些在食品生产中应用转基因技术的范例。然后通过几个案例来阐明在食品加工中是如何使用酶的，以说明有很多现代实践是来自古代的传统技术。最后，讨论了一下转基因技术与社会、经济和安全性的关系。

1 何谓生物技术？

“生物技术（biotechnology 或生物工程学）”一词是在第一次世界大战末期由匈牙利人 Karl Ereky 首先提出的。Ereky 用这个词特指集约农业（intensive agricultural）方法。从那以后，对生物技术有各种不同的定义，但总离不开食物生产和加工。生物技术通常包括面包、葡萄酒、乳酪和其他发酵食品的传统制作方法。在此基础上，生物技术可追溯到几千年前用天然酵母发酵以制备啤酒的古代闪族人（Sumerians）。

古老的发酵技术并不都是成功的。掉到葡萄酒制造者的酒

桶中的微生物，既可能制造出佳酿，也可能将产品变成醋。Louse Pasteur 在 19 世纪为微生物学奠定了基础，并确定微生物（细菌、真菌、藻类和原虫）是使食物产生预期变化和非预期变化的原因。例如，运用 Pasteur 的研究结果可使食品加工和存储更加安全可靠，并有助于确保生产优质葡萄酒和乳酪并保持性质稳定。

Pasteur 曾声称发酵过程必定与活的微生物活动有关。19 世纪末，人们发现了无酵母菌的细胞提取物，在不产生这些提取物的酵母菌时也能起化学变化。这些提取物的活性成分被命名为酶。酶是由有生命体制造的蛋白质，这些蛋白质能催化特异的化学反应。在还没有认识酶之前，乳酪制造者通常使用一种天然的酶混合物，即胃内膜酶（rennet），将牛奶转变成固态的凝乳和液态的乳清。

20 世纪 40 年代制造了大规模的发酵设备，可通过微生物进行有效地工业化生产用于食品的纯酶、添加剂以及其他有价值的成分（例如，维生素）。

正如不同酒厂都有自己精心保存的专有酵母株一样，酶的生产者们也繁育出其特选的微生物株。多年来，在微生物产品的效益、安全性、质量及范围方面都已取得了很大的进展。但是，具有期望特性的生物体在很大程度上都是被偶然发现，然后进行系统性地分离所获得的。

20 世纪 70 年代，随着科学技术的进步，人们可能精确地改变遗传物质，生物技术也出现了变化。现在科学家可以“精确微调”生物体的性能，生物技术几乎成了“基因改良（或转基因）”的同义词。20 世纪 80 年代，一篇英国报道（the “Spinks Report”）尽力囊括了近半个世纪的欧美思想，将生物技术定义为“把生物体、生物系统或生命过程用于制造和服务业”的技术。这种广意的定义与我们的目的相符，因为它包含了用活的生物体来生产食物，借助于微生物或酶来

完成后续加工，以及用分子生物学手段来保证食品的质量及安全性。

2 生物技术的应用方法

2.1 基因与转基因

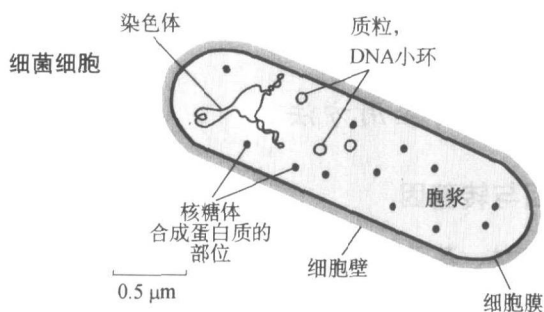
2.1.1 染色体、基因和 DNA

遗传特性由上一代传向下一代的基因所决定。基因是由 DNA（脱氧核糖核酸）构成。在真菌（包括酵母）、植物及动物细胞内，大多数 DNA 被包裹于细胞核的染色体中（图 1）。有些基因也在细胞核外，例如，在线粒体（释放细胞活动能量）和叶绿体（植物细胞起光合作用）内也发现有 DNA。细菌的大多数基因在一种单环染色体上，也可能存在一种称之为质粒的 DNA 小环。

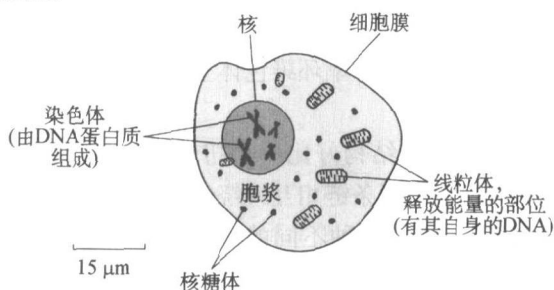
DNA 的双螺旋结构好比一个扭转的绳梯。由糖和磷酸分子交替连接组成的两条链相互缠绕成螺旋。每个糖分子上附着—个“碱基”，共有 4 种不同的碱基：即，腺嘌呤（adenine, A）、胸腺嘧啶（thymine, T）、胞嘧啶（cytosine, C）和鸟嘌呤（guanine, G）。这两股螺旋的碱基之间由弱键连接，就像梯子间的横档一样；其结构总是 A 与 T 配对，C 与 G 配对。在细胞分裂时，这种“碱基配对（base pairing）”机制确保了 DNA 链复制的一致性（见图 2）。

基因是一段具有特殊序列的 DNA，决定着某种特定蛋白质的全部或部分结构（图 3）。DNA 的碱基序列决定了合成蛋白质所需的氨基酸残基。每一种氨基酸由并列的三个碱基决定（见图 2），而在所有活的生物体中，指定每种氨基酸的碱基序列（基因密码）都是相同的。

DNA 中也有的编码是调节蛋白质生产的指令。尽管在某种生物体内所有细胞所含的 DNA 都相同，但在任何细胞中或



动物细胞



植物细胞

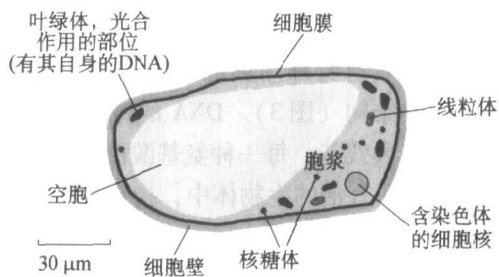


图1 细菌、动物和植物细胞的基本结构

DNA结构

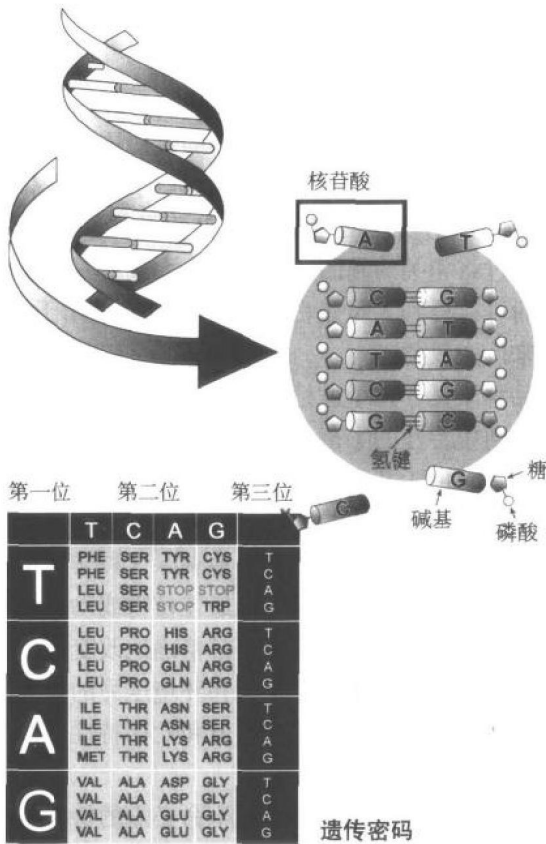


图2 遗传物质 DNA 的结构，由排成一排的三个碱基来编码“构建”蛋白质的氨基酸

在任一时刻，只能合成特定的蛋白质，也就是说，只有某些基因能被表达。

在所有活的生物体内，DNA 的结构都相同，遗传密码也相同，因而就有可能在完全不同的种系之间转移基因。通过修饰 DNA 来转移、去除或改变遗传信息的过程通常称为转基因