

# 现代生物及食品技术

主 编 陈 峰 励建荣

副主编 胡小松 刘 昕 孟素荷 邵 薇



中国轻工业出版社

# 现代生物及食品技术

主 编 陈 峰 励建荣  
副主编 胡小松 刘 昕  
孟素荷 邵 薇

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

现代生物及食品技术/陈峰 励建荣主编. —北京:  
中国轻工业出版社, 2002. 7

ISBN 7-5019-3713-3

I. 现… II. ①陈…②励… III. ①生物技术-文集  
②食品工程学-文集 IV. ①Q81-53②TS201.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 028129 号

责任编辑: 李 菁

策划编辑: 李克力 责任终审: 滕炎福 封面设计: 赵小云

版式设计: 丁 夕 责任校对: 李 靖 责任监印: 吴京一

\*

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-65241695

印 刷: 三河市艺苑印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2002年7月第1版 2002年7月第1次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 9.75

字 数: 265千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-3713-3/TS·2208

定 价: 22.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

# 编著者名单

姓 名	单 位
励建荣 赵 艳 邓 刚	
杨新辉 于 平 毛建卫	
梁新乐 钟 妙 黄晓静	杭州商学院食品、生物与环境工程学院
张燕平 韩文辉 顾 青	
钟立人 王南舟 郑群雄	
黄大年	中国水稻研究所
朱丽云 孙培龙	浙江工业大学生物与环境工程学院
何汉平 陈 峰	香港大学植物学系
岑沛霖	浙江大学生物工程研究所
贾士儒 欧宏宇 傅 强	
路秀玲 李小满 赵晋府	天津轻工业学院食品工程系
孙君社 董秀琴 扈雪梅	中国农业大学食品学院
盛 漪	无锡轻工大学食品学院
白树民 曹 平	北京航天医学工程研究所
赵秋艳 李汴生 彭志英	
杨晓泉 陈 中 赵谋明	
李慧青 宗敏华 梁文峰	
何 欢 蒋 丽 陈惠音	华南理工大学食品与生物工程学院
杨汝德 钟颜麟 李少霞	
徐建祥 刘 芳 孙哲浩	
徐金阳	
崔艳丽	浙江大学化学系

孔祥东	朱良均	闵思佳	浙江大学动物科学学院
梁海燕	刘 昕	古德祥	中山大学生命科学研究院
袁剑刚	钟志强	黄晓霓	
胡卓炎	何 松	钟士清	华南农业大学食品科学系
叶盛英	余小林	吴锦涛	
李 斌	何琼英	吴 青	
孙远明	肖治理	史逸松	
尹 逸			
梅 成			南京三乐微波技术发展有限公司
庄 丽	谭新平		国家教育部食品工程研究中心
韩 军			天津轻工业学院机械系
孙君社	方晓华		中国农业大学食品学院
蔡春光	马 莺	郭清泉	东北农业大学食品学院
张兰威	林淑英	孔保华	
宣以巍			浙江省食品工业协会
侯红漫	朱蓓薇	陈 丽	大连轻工业学院食品科学与生物工程系
岑超平	王兆梅		华南环境科学研究所
张雪花	齐凤兰	陈舜胜	上海水产大学食品学院
陈有容			
内田基晴	福田裕		日本茨城县筑波市日本国际农林水产业研究中心
陈小君			中山医科大学肿瘤防治中心肿瘤研究所
冯凤琴			浙江大学食品科学与营养系
张慧敏	孙容芳	于同泉	北京农学院食品系
陈 宇	孟 欣		
陈 娟	郑永球		中华人民共和国广州出入境检验检疫局

# 前 言

食品工业是我国第一大产业,生物技术是知识经济五大代表之一。在 21 世纪食品工业由于生物技术和其他高新技术的不断渗透必将得到更大的发展。

食品工业的发展离不开食品科学的发展,食品科学是一门交叉性非常强的学科,与其相关的学科有生命科学、农业科学、生物化学、化学、物理学及机械、化工、材料科学等等。

食品科学近年来的发展速度非常惊人,创新研究在广泛开展,创新成果不断涌现。由于食品工业一头连着农业,一头连着市场,随着我国加入世贸组织,其发展形势也会出现一些明显的变化,竞争也将日趋激烈。

本书是由中国食品科学技术学会和浙江省科学技术协会牵头,在浙江省首届青年学术论坛召开之际,广泛征集了近一二年来国内食品科学和食品生物技术方面的最新研究、产业形势分析等方面的文章,加以整理和修订而出版的,以供国内食品工业和生物技术界的同行们参考。

本书由香港大学陈峰教授和杭州商学院励建荣教授任主编,中国农业大学胡小松教授、中山大学刘昕教授、中国食品科学技术学会孟素荷、邵薇高级工程师任副主编,由励建荣教授完成全书的修改和统稿工作。

由于编著者水平有限,不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

1 技术与产业形势分析 .....	1
1.1 生物技术 .....	1
1.1.1 植物基因工程食品采用的转基因策略及其安全性 .....	1
1.1.2 转基因食品的优点和安全性 .....	7
1.1.3 植物细胞培养研究进展 .....	14
1.1.4 脂肪酶在有机溶剂中修饰脂 .....	20
1.1.5 免疫球蛋白的制备和应用研究进展 .....	25
1.1.6 新型生物材料——细菌纤维素 .....	32
1.1.7 纤维素发酵酒精的研究概况 .....	39
1.1.8 啤酒酵母的综合利用 .....	48
1.1.9 啤酒包装进展 .....	62
1.1.10 生物技术在中国保健食品中的应用 .....	68
1.2 食品技术 .....	78
1.2.1 航天食品与载人航天 .....	78
1.2.2 太空环境下食品加工的条件和限制因素 .....	89
1.2.3 新型铁营养强化剂——超微细元素铁粉 .....	99
1.2.4 D,L- $\alpha$ -丙氨酸制备工艺及在食品工业中的应用 .....	103
1.2.5 功能性蚕丝蛋白食品的研究概况 .....	107
1.2.6 大豆异黄酮作为功能性保健品的应用开发前景 .....	113
1.2.7 果汁冻结浓缩技术研究进展 .....	116
1.2.8 微波应用技术在食品加工领域的新发展 .....	122
1.2.9 中国加入 WTO 后农产品面临的挑战 .....	127
2 最新研究动向和进展 .....	135
2.1 生物技术 .....	135
2.1.1 细胞显微图像处理过程中边缘轮廓曲线的细化方法 .....	135

2.1.2	剑麻愈伤组织细胞 <sup>60</sup> Co- $\gamma$ 射线辐射诱变的研究 .....	139
2.1.3	植物激素对百合鳞片愈伤组织生长的影响 .....	145
2.1.4	转谷氨酰胺酶催化大豆蛋白和乳清蛋白合成耐热性 聚合蛋白 .....	153
2.1.5	酶法水解玉米淀粉制备脂肪模拟物 .....	161
2.1.6	微环境对脂肪酶催化乙酸甲基苯甲酯立体选择性氨解的 影响 .....	164
2.1.7	黑曲霉 HZG-7 菌株产柚苷酶的研究 .....	172
2.1.8	贝叶多孢菌菌丝体发酵及其成分分析研究 .....	178
2.1.9	猴头菌深层发酵过程的初步研究 .....	182
2.1.10	放射形土壤杆菌 Q9415 发酵产半乳葡聚糖——Curvian 的研究 .....	188
2.1.11	豆乳乳酸发酵的研究 .....	198
2.1.12	普通酸奶制品在储藏过程中理化性质及微生物指标 的变化 .....	203
2.1.13	带式压滤机对味精废水絮凝下沉物脱水的探讨 .....	209
2.1.14	鱼露综合评价方法及其发酵工艺的研究 .....	214
2.2	食品技术 .....	222
2.2.1	灵芝孢子内脂质护肝作用的实验研究 .....	222
2.2.2	生物活性肽——酪蛋白磷酸肽(CPP)的功能及应用 .....	225
2.2.3	抗冻蛋白及其在食品加工中的功能 .....	230
2.2.4	蜂胶的抗氧化性及其增效作用的研究 .....	236
2.2.5	流动注射在线液液萃取光度法测碘 .....	245
2.2.6	超临界二氧化碳流体萃取仁用杏油的研究 .....	249
2.2.7	不同原料来源卡拉胶的性质比较研究 .....	254
2.2.8	大豆分离蛋白与卡拉胶共凝胶体流变学特性的研究 .....	265
2.2.9	壳聚糖涂层延长荔枝货架寿命的研究 .....	274
2.2.10	天然无咖啡碱茶饮料资源的开发利用研究 .....	280
2.2.11	麦饭石矿泉水绿茶饮料生产工艺参数的确定 .....	286
	主要参考文献 .....	295



# 1 技术与产业形势分析

## 1.1 生物技术

### 1.1.1 植物基因工程食品采用的 转基因策略及其安全性

植物基因工程食品指作为传统食物来源和非食物来源的植物经遗传工程改良后形成的新植物食品,是转基因食品即遗传修饰食品(genetically modified foods, GM 食品)的一大类。自 1983 年第一例转基因植物问世以来,植物基因工程发展日新月异。以转基因作物为主要来源的植物基因工程食品已成为食品产业中一支不容忽视的新生力量。据统计,至 1999 年底,已有 50 多个转基因工程体进入商品化生产,种植面积约 3990 万公顷。在转基因作物种植面积位居世界之首(占 72%)的美国,消费的 50% 的大豆和 30% 以上的玉米来自转基因作物,有 4000 多种食品含有转基因成分。此外,转基因作物在加拿大、阿根廷、澳大利亚、墨西哥、西班牙、法国、南非和日本均有一定范围的种植和消费。我国的转基因耐贮存番茄华番一号和转基因抗虫棉于 1997 年进入商品化生产,目前转基因作物的种植面积约为 40 万公顷,处于中试阶段的与食品有关的转基因植物有抗除草剂水稻、抗虫水稻、抗病毒大白菜、抗病毒番茄、转 Bt 基因抗虫棉花、抗青枯叶病马铃薯、抗早马铃薯、高氨基酸马铃薯等。世界范围内还有数十种与食品有关的转基因植物等待批准进入市场。在 1995~1999 年的 5 年间,转基因作物产品全球市场收益大约增加了 30 倍,预计今年将达到 30 亿美元,2005 年将达到 80 亿美元,2010 年将达到 250 亿美元。下面就植物基因工程食品所采用的转基因策略、安全性及发展前景作一概述。

### 1.1.1.1 植物基因工程食品的转基因策略和作用机制

与食品相关的基因工程植物的转基因性状主要有抗除草剂、抗病虫害、耐贮存保鲜、改善营养品质、抗逆境胁迫、提高产量等六大类,所采用的转基因策略及作用机制分述如下:

#### (1) 抗除草剂

在商品化种植的转基因作物中,抗除草剂性状占 71%,在各转基因性状中高居榜首,作物种类包括大豆、玉米、水稻、油菜、棉花(棉籽做食用油)。我国也于 1999 年申请登记抗除草剂水稻的商业化种植。抗除草剂有两种转基因策略:一是修饰除草剂作用的靶蛋白,使其对除草剂不敏感,或导入靶蛋白基因使之过量表达以使植物吸收除草剂后仍能正常代谢;二是引入酶或酶系统,在除草剂发生作用前将其降解或解毒。降解或解毒策略更有效应用也最成功。抗除草剂基因大多从微生物中分离而来,如广泛应用的 bar 基因来自链霉菌,它编码的乙酰 CoA 转移酶催化除草剂草丁膦乙酰化而使其失活。由于 bar 基因可提供转化体对除草剂的抗性,在作物基因转化中一直作为较好的选择标记基因。bar 基因源于土壤微生物,基因产生的酶和其他蛋白质一样经加热和体内降解被破坏,分解成不同的氨基酸,证实对人类和环境安全。

#### (2) 抗病虫害

目前使用的抗病虫害基因有 10 余种,根据作用对象分为抗虫基因、抗病毒基因、抗真菌和细菌基因三类。已商业化种植的是抗虫和抗病毒转基因作物,其中抗虫转基因作物种植面积占转基因作物总面积的 22%,仅次于抗除草剂作物。抗植物虫害的基因有两类:一是从微生物苏云金芽孢杆菌中分离的编码伴胞晶体杀虫毒素的 Bt 基因,二是植物来源的抗营养因子类基因,如蛋白酶抑制剂基因、淀粉酶抑制剂基因、植物凝集素基因。这些基因编码的产物均以原毒素形式存在,昆虫取食转基因植物后,在昆虫消化道内活化为毒性分子,破坏昆虫的消化酶或消化道,最终使昆虫停食而亡。抗营养因子基因工程食品有水稻、油菜、苹果。虽然这些原毒素被认为在人的胃内会被胃蛋白酶分解而解除毒性,但植物中天然存在的

抗营养因子不经处理会影响人体健康,如豆角类蔬菜。因此抗营养因子在转基因食品中含量的增加或不经处理都可能成为安全隐患。

### (3) 延熟保鲜

番茄、草莓、香蕉、葡萄、柑橘等在贮存运输时,由于果实熟化过程难以控制,常导致过熟、腐烂,造成很大经济损失。利用反义基因策略控制果实成熟,延长果实采后保鲜是植物基因工程中较为成功的。果实成熟主要由内源乙烯生成量控制,在果蔬植物中导入乙烯生物合成之关键酶类,如 ACC 合成酶、乙烯形成酶的反义基因,反义基因转录成的反义 RNA 可与这些酶基因转录成的 mRNA 互补结合,从而阻止其翻译成有活性的酶,使乙烯合成量减少,因此果实成熟被延缓,便于贮存运输。但这种转基因番茄对外源乙烯仍能正常感受,上市前喷洒适量乙烯即可促其成熟。经 FDA 批准,美国 Calgene 公司的延熟转基因番茄于 1994 年上市,成为首例通过安全性评价的转基因植物食品。我国的耐贮存番茄已于 1997 年获准上市。反义基因策略并未在受体植物中引入新的蛋白质,故转基因本身安全性较高。

### (4) 改良植物食品营养品质

应用基因工程手段改良植物食品的营养品质和保健功能是转基因食品的发展趋势之一。近几年在改良作物种子的蛋白质、淀粉、脂肪三大营养素方面已初见成效。对种子贮藏蛋白的改良主要通过修饰植物自身基因或导入富含必需氨基酸的蛋白质基因来实现,如有人将人工合成的富含必需氨基酸的 DNA 片段导入马铃薯,在马铃薯块茎的特定贮藏蛋白基因启动子的驱动下,该基因在块茎中高效表达。对植物淀粉中支链淀粉和直链淀粉组成比例、脂肪中饱和与不饱和脂肪酸组成比例的改进,主要通过导入相关合成代谢途径中的关键酶基因以增加其表达量,或导入其反义基因降低其表达量来实现。Knutzon 等把来自甘蓝型油菜的硬脂酰 ACP 脱饱和酶的反义基因导入油菜,使种子硬脂酸的含量提高了 20 倍。通过导入淀粉粒结合的淀粉合成酶的反义基因获得了仅含支链淀粉的马铃薯。此外,在提高谷物种子维生素和矿物质含量方面也展现了诱人前景。稻米胚乳中缺乏  $\beta$ -胡萝卜素但富含前体物质焦牛儿焦牛儿二磷酸

(geranyl geranyl diphosphate, GGPP), 由 GGPP 合成  $\beta$ -胡萝卜素需在质体中经 4 种特定植物酶催化。瑞士科学家将来源于黄水仙的 4 种酶的基因导入水稻, 使之在胚乳中特异表达, 获得了富含  $\beta$ -胡萝卜素的稻米。日本科学家将抑制胆固醇合成的大豆球蛋白基因与能降低高血压的卵分裂素基因融合后导入水稻, 得到了能抑制人体胆固醇和高血压升高的功能稻米。针对稻米矿质元素含量低且含有抗矿质元素吸收的植酸(phytin)的特点, 科学家提出了导入植酸分解酶的基因, 以提高水稻对矿质元素利用率的策略。

### (5) 抗逆境胁迫

作物抗逆境胁迫基因工程正在成为当前的研究热点, 转基因性状包括抗旱、耐盐、抗涝、抗寒等。干旱和盐碱胁迫通过改变植物细胞内的渗透压而伤害细胞, 改良植物抗旱和耐盐能力主要依靠转入渗透压调节物质如脯氨酸、甜菜碱、调渗蛋白的合成酶基因。抗涝作物基因工程策略是向受体植物导入乙醇脱氢酶基因, 增加该酶的含量以保证植物在缺氧条件下通过无氧酵解获得足够维持生活力的 ATP, 同时解除醇类的毒害。这些基因多来源于植物, 转基因的表达产物较安全。抗寒植物基因工程中应用的基因包括改善受体植物膜脂组分(如增加不饱和脂肪酸含量)的反义基因和抗冻蛋白基因 *afp*, 其中来源于极区深海鱼类的 *afp* 基因编码的抗冻蛋白能抑制细胞内冰晶的形成和生长, 在改良植物抗冻性和浆果类果蔬的耐低温贮存方面具有广阔应用前景。但该基因来自鱼类, 转 *afp* 基因植物食品必须经严格的检测证实食用安全后才能商品化生产。

### (6) 提高作物产量

应用基因工程技术提高光合作用效率以大幅度提高作物产量被认为是缓解世界粮食危机的重要策略之一, 研究主要集中在改造光合作用中催化  $\text{CO}_2$  固定的 Robisco 酶、PEPC 酶的催化活性和导入淀粉合成的关键酶如 ADPG 焦磷酸酶基因提高其含量两方面。尽管目前进展缓慢, 但前景诱人。

#### 1.1.1.2 植物基因工程食品的安全性及评价

转基因植物由于采用遗传工程操作的特殊手段, 因而可能存在

无法预测的其他性状的变化,从而带来某些转基因植物食品的安全性问题。转基因植物食品可能产生危害的机制有三种:

### (1) 转基因本身

非食用生物来源的基因(如微生物来源的 Bt 基因)的表达产物蛋白有可能作为毒素或过敏原危害人体健康,食用生物来源的抗营养因子基因(如豇豆蛋白酶抑制剂基因)的表达产物仍为抗营养因子,受体植物食品中抗营养因子质和量的增加极可能是安全隐患。而反义基因策略中转基因不表达成蛋白质产物,故安全性较高。

### (2) 筛选标记基因

植物基因工程食品中采用的标记基因包括卡那霉素、潮霉素、链霉素、新霉素、氯霉素、庆大霉素等抗生素的抗性基因和草胺磷、草甘膦、氯磺隆等除草剂的抗性基因。标记基因与目的基因一样导入受体并表达,标记基因主要来源于非食用微生物,如处理不当,其表达产物蛋白有可能引起某些人的不良反应或对相应抗生素的临床抗性。

### (3) 受体植物 DNA 发生突变

转基因及其载体 DNA 分子整合到受体植物基因组时,必然引起植物体内的 DNA 发生突变,除插入突变外,还可能引起植物基因组 DNA 的重排、缺失等遗传突变事件,因现在的技术条件仍无法有效控制和预测转基因在受体植物中的插入位置和拷贝数,这些突变可能改变受体植物的代谢系统,从而改变植物食品的营养组成或产生新的未知的毒素和过敏原。

转基因植物食品与人们生活直接相关,对其安全性评价十分重要。欧美国家从 1990 年开始对 GM 食品的评价基于“实质等同性”原则,即利用一个现有的食物或食物成分与新食物或新食物成分相比较,比较对象按食品的使用情况可以是整个植物体、食用部分或食物成分。比较内容包括两者的分子特征、表型特征、主要营养物质、毒素和过敏原。若转基因新食品与现有食品完全等同,则认为其与现有食品一样安全,允许其不加标签上市;若 GM 食品与对照食品大部分等同,仅有一点明确差异且该差异由转基因引起,则差异组分的安全性需经进一步检测,证明无害后方可加标签上市;对与现有食

品完全不等同的 GM 食品也不能认为不安全,但需要严格检测和评价。美国 Maharishi 大学的 Fagan 博士指出,生物技术食品可能存在不可预料的副作用,而且可能产生某些有害的衍生物,他建议对每一种生物技术食品进行临床检测,包括动物体内、体外和喂食试验以及人类的短期和长期试验,并加标签注明为生物技术产品。详细的检测和评价措施已有文献介绍,本文不再赘述。

我国于 1993 年 12 月 24 日由国家科委颁布了《基因工程安全管理办法》,2000 年 7 月农业部又批准了《农业生物基因工程安全管理实施办法》,转基因农作物可望在 2002 年获准进入大田试验。江苏省农科院的刘霁民等对转抗营养因子基因食品的安全性评价提出了建议,认为对转抗营养因子基因植物食品的安全性评价应该在了解基因供体生物和受体植物中抗营养因子的组分和含量的基础上,对转基因食品进行急性和亚急性毒性试验,证明安全者加标签后上市。

随着我国转基因作物的商品化及加入 WTO 后进口 GM 食品的冲击,GM 食品将很快进入我们的生活,制定我国的 GM 食品安全性评价体系及管理法规势在必行。在目前情况下应注意以下几点:

① 在依据欧美国家的“实质等同性原则”的基础上,应把 GM 食品安全性评价的重点放在对动物和人体的临床毒理学检测上,进行一定数量的动物和人体进食试验,确认其食用安全性。

② 在市场销售任何 GM 食品和向农民出售任何可能作为食品的转基因植物种子时,应加标签并说明其中转基因及标记基因产物的名称、含量和相应的去除方法(如必要),充分尊重消费者的知情权。

③ 严格禁止孕妇及婴儿使用 GM 食品。

④ 开展转基因植物食品的检测和鉴别技术方法的研究,尽快建立切实可行的鉴别 GM 食品的技术方法以用于商检。

### 1.1.1.3 小结

尽管个别 GM 食品植物基因工程体因安全性被禁止释放,如转巴西坚果的 S 清蛋白基因大豆引起 1% 的人过敏,我国的转 afp 基因的抗寒番茄对试验小白鼠表现出一定的毒性,从而引起了人们对

GM 食品的安全性的种种担忧,甚至激烈抵制。但应该明确的是,一方面传统农业的精耕细作已将产量的增加发展到极限,依靠传统耕作技术无法解决人口快速增长所带来的粮食危机;另一方面为了控制病虫害造成的巨大损失,在农作物生长过程中化学农药使用的范围之广和剂量之大更令人担忧,使用过农药的食品在市场上比比皆是且无任何标签,潜在危害更不容忽视。因此应用生物工程技术发展植物基因工程食品是大势所趋,且不说随着生物技术的发展,植物基因工程技术无疑将进一步完善,科学家将可能有效控制转基因在受体植物基因组内的整合位点和拷贝数,并获得无标记基因的“安全”的基因工程体,即使在目前情况下,只要对 GM 食品进行严格评价规范管理,GM 食品就能成为我们生活中一种丰富的食品来源。

作者: 赵 艳 黄大年

### 1.1.2 转基因食品的优点和安全性

自有生命以来,基因在自然界中已跨越了相关物种及不相关物种的界线。人类利用生物技术可以追溯到公元前 1800 年以前,那时有人开始用酵母发酵制作面包和酒。到了 19 世纪 60 年代,人们开始通过人工杂交受精来进行植物育种。他们在并不知道基因的编码特征的情况下,通过杂交来转移或选择基因,使植物具有更多的有益性状。大多数食品,包括水稻、燕麦、马铃薯、玉米、小麦和番茄,都是传统杂交培植的产品。这种已经受了时间考验的方法正继续用于获取具有理想性状的作物。

然而,传统的杂交方法具有其自身的局限性。它只能在相同或相似的物种之间进行,所以使得应用那些对任何植物均有用的基因资源受到了限制。而且在植物杂交过程中,每种植物含有十万种左右的基因,它们是通过随机方式结合的,培植者最后仅需要一部分基因或性状得到转移。为此,他们常需花费 10~12 年的时间,用最初的植物品种进行反复杂交,获取杂种,以得到所期望的性状,同时也培植出几万种不需要的基因。很明显,这一过程是很慢和不够精确的。

现代生物技术和基因修饰方法使这一过程变得更为快速和精确。这是科学家们了解了生命起源和进化的整个过程以后,自觉运用这一机理的结果。

### 1.1.2.1 什么是基因修饰

基因修饰通常指采用 DNA 重组技术(rDNA)来改变微生物及动植物遗传物质的组成的一种方法。这种分子生物技术开发于 1973 年,它可以将遗传物质从一种生物体有效地转入另一种生物体。

科学家们可以不再采用多年来一直沿用的杂交手段,而采用快速鉴别、插入能表达特殊性状的单基因片断,来获取所需要的性状。这样,基因并不一定要从相关的物种中提取才能表达其生物功能,基因可以在所有存活的生物体之间进行转移。

### 1.1.2.2 采用 rDNA 技术的好处是什么

据世界卫生组织(WHO)估计,到 2050 年全球人口将翻一番,达到 90 多亿。显然,食品产量也必须相应增加,但是可耕作的土地又所剩无几。简言之,rDNA 技术是通过减少作物损失,提高作物产量,保护耕地来提高全球的粮食产量,它是一种很有前途、简便、尖端的技术。rDNA 技术的应用已经表明了它可以减少化学杀虫剂的使用,减少可能引起土壤侵蚀的农业耕作,并能够提高作物的营养价值。基因工程作物的主要优点有:

#### (1) 增加作物对特殊病虫害的生物抗性

包括由病毒引起的病害,从而减少化学杀虫剂的使用,降低耕作失败的风险,提高产量。比如,用 rDNA 技术处理过的非洲甜番茄能抵抗致命的花斑病毒,使产量翻倍。通常如果不用杀虫剂,每年将有 60% 的甜番茄作物受这种病毒的侵染而遭受损失。美国人用 *Bacillus thuringiensis* (Bt) 的基因对玉米进行了基因修饰,使玉米能够抵抗顽固的玉米虫害,从而达到提高产量,减少杀虫剂用量的目的。据美国艾奥瓦州立大学 1999 年报道,1998 年美国中西部地区有 26% 的农民种植了这种经基因修饰的玉米,他们普遍减少了杀虫剂的用量,有一半以上的农民完全没有使用杀虫剂。同样,美国国家食



品与农业政策中心(NCFAP)1999年7月报道,美国棉农在1996年使用了抗虫害棉花种子以后,杀虫剂使用量减少了12%,约907t。

#### (2) 对恶劣生长环境的适应性

诸如干旱、高盐分土壤、极端温度等生长环境。通过基因修饰,可以使植物产生亚油酸,这样,植物能够更好地耐低温,抗冷害。

#### (3) 提高作物对除草剂的耐性

提高作物对除草剂的耐性从而使除草剂能抑制杂草的生长,而对期望生长的作物无影响。对除草剂的耐性提高后,作物可以在几乎不需要耕作的情况下生长,从而保护了水土,节约了燃料。

#### (4) 获得期望的功能和性状

如降低致敏物质和有毒物质的含量,延缓成熟,增加淀粉含量,延长货架寿命等。比如,采用 rDNA 技术可以培植出一种高淀粉含量的土豆,这种土豆在油炸时,吸油量少,能制成一种低脂的法式煎炸食品。又如,用于延缓番茄成熟的生物技术同样也可使葡萄的保藏寿命延长,在采摘前和进入市场时具有更好的色泽和风味。

#### (5) 获取期望的营养性状

如改变蛋白质和脂肪的含量,提高植物中有益物质或营养物质的含量。全世界营养缺乏问题普遍存在,如缺乏维生素 A、铁、碘、锌等,采用 rDNA 技术可以增加作物中营养物质的种类和数量,从而彻底解决这一问题。又如在以稻米为主食的国家中,水稻经基因修饰以后,可含有  $\beta$ -胡萝卜素及更多的铁,从而解决这些元素缺乏的问题。这些采用 rDNA 技术后营养物质增多或达到一个最佳的营养水平的食品不仅仅可以治疗营养缺乏症,甚至还有助于防治一些慢性疾病。

### 1.1.2.3 rDNA 技术安全吗

据美国国家科学院(NAS)报道,不相关生物体之间的转基因并无多大危险。用这种方法获得的基因同由自然选择或传统同种间的杂交方法获取的基因一样安全。而且并没有迹象表明异种生物体之间的转基因,尤其是在食品生产领域的转基因技术,会将一种无害的生物体转变为有害的生物体。转基因过程本身不会对生物体造成