

KIE XIUE GONG SHU



中国科学院新世纪〈科学丛书〉 主编 何远光

# 神奇的植物基因工程

程红焱 著

★ 『跳来跳去』的基因  
★ 你知道『基因枪』吗  
★ 能吃下去的『预防针』  
★ 未来穿什么



1

— 内蒙古大学出版社 —

责任编辑: 李继尔

封面设计: 徐敬东

---

#### 图书在版编目(CIP)数据

神奇的植物基因工程 / 程红焱著. — 呼和浩特:

内蒙古大学出版社, 2000.5

(新世纪《科学丛书》 何远光主编)

ISBN 7-81074-022-9

I. 神… II. 程… III. 植物—基因—遗传工程—基本知识 IV.Q943.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第25101号

---

#### 顾问

王大增 院士

王佛松 院士

张广学 院士

王经仁 院士

郭慕孙 院士

严陆光 院士

---

#### 编委

关定华 研究员

胡亚东 研究员

陈树楷 教授

周家斌 研究员

刘金 高级工程师

何远光 高级工程师

史耀远 研究员

---

## 神奇的植物基因工程

程红焱 著

---

内蒙古大学出版社出版发行

内蒙古瑞德教育印务股份

有限公司呼和浩特市印刷

内蒙古新华书店经销

开本: 850 × 1168/32 印张: 0.5 字数: 12 千

2000年5月第1版第1次印刷

印数: 1-11000册

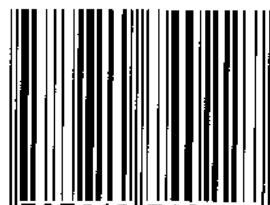
ISBN 7-81074-022-9/N 1

本书编号: 1-32

全套50册 定价: 50.00元(分册1元)

---

ISBN 7-81074-022-9



9 787810 740227 >



## 目 录

程红焱, 1967 年出生, 山西太原人, 1987 年毕业于北京大学生物系, 获理学学士学位, 1990 年、1994 年在中国科学院植物研究所分别获硕士学位、博士学位。在国内外学术刊物上发表论文 20 多篇, 1995、1999 年分别被破格提升为副研究员、编审。1996 年从事科学学术刊物《植物学通报》编辑工作, 现任编辑部主任、副主编, 兼任中国植物学会科普教育工作委员会委员、中国国际生物奥林匹克竞赛委委员、中国植物学会和中国科学院植物研究所主办的科普期刊《植物杂志》编委会委员。

|                   |      |
|-------------------|------|
| 崇尚科学(序) .....     | (1)  |
| “跳来跳去”的基因 .....   | (3)  |
| 基因工程的“功臣” .....   | (4)  |
| 你知道“基因枪”吗 .....   | (6)  |
| 未来餐桌上的绿色食物 .....  | (8)  |
| 能吃下去的“预防针” .....  | (11) |
| 未来穿什么 .....       | (13) |
| 让植物产出石油来 .....    | (14) |
| “白色污染”将不复存在 ..... | (16) |

# 崇尚科学

——寄语青少年

江总书记在党的十五大报告中号召我们“努力提高科技水平,普及科技知识,引导人们树立科学精神,掌握科学方法”。面向 21 世纪,我们要实现科教兴国的战略目标,就是要大力普及科技知识,提高国人的科学文化素质。特别是对广大的青少年,他们正处于宇宙观、世界观、人生观、价值观的形成时期,对他们进行学科学、爱科学、尊重科学的教育,进而树立一种科学的思想和科学精神,学习科学方法对他们的一生将产生重大的影响,同时也是教育和科学工作者的重要任务之一。

由中国科学院和内蒙古大学出版社共同编纂出版的“科学丛书”就是基于上述思想而开发的一项旨在提高青少年科学文化素质,促进素质教育的科普工程。该“丛书”具有以下三大特色。

**买得起:**丛书每辑 50 册,每册一元。

**读得懂:**每册以小专题的形式,用浅显的表达方式,通俗易懂的语言,讲述各种创造发明成果的历程,剖析自然现象,揭示自然科学的奥秘,探索科技发展的未来。

**读得完:**每册字数万余字,配以相应的插图,一般不难读完。

我们的目的就是要通过科普知识的宣传,使广大青少年在获得科技知识、拓展知识面、提高综合素质的同时,能够逐步树立起科学的思想和科学的精神,掌握科学方法,成为迎接新世纪的优秀人才。

最后,真诚地祝愿你们——

读科学丛书,创优秀成绩,树科学精神,做创新人才。

中国科学院 卢佩群

**基** 因”是什么?你一定知道“种瓜得瓜,种豆得豆”,你也可能注意到了近几年的“克隆羊”、“亲子鉴定”、“名人精子库”、“美女卵子库”等新闻热点,这些都涉及到一个生物学的基本概念——“基因”。

众所周知,双胞胎几乎长得一模一样,黑眼睛黑头发的父母生出的孩子肯定不会是蓝眼睛和黄头发,这些现象就是“遗传”。而遗传的物质基础是“DNA”,遗传的基本单位是“基因”,它是由 DNA 组成的,并构成染色体的一部分。基因决定着由亲代遗传而来的生物体的性状,因此种瓜得不到豆,种豆也吃不到瓜。

但是,“基因”也不是一成不变的,它也会在漫长的自然演化岁月中“偶然”地发生小小的变化,并把这种变化传给后代,生物学家称之为“基因突变”,正是有了“基因突变”,世界才不会是千篇一律,生命才会多姿多彩。

1859 年,达尔文发表了改变世界的《物种起源》一书,提出了自然选择学说,但是有两种现象在此书中没有提及,一是同一物种内个体间的变异最早是如何产生的;二是变异是如何传给后代的。现在,基因与基因突变方面的研究已经解决了这些问题。自从 1909 年丹麦植物学家约翰逊把遗传因子称为基因(即希腊语“产生”之意)以来,经过一个世纪的研究和探索,人类对基因的认识越来越深刻,甚至可以人为地重新“组装”基因,虽然还不能种“瓜”得“豆”,但是瓜可以越种越甜,豆也可以越种越香,而且已经可以让“瓜”的后代长出“豆”的品性,这就是神奇的“基因工程”。

现在的“基因工程”技术,就是让物种超越亲缘障碍,在人为的条件下进行遗传物质的重组,改变一个物种的性状。其实,基因工程所能做的事情远不止是改良物种,它能使得诸如癌症、爱滋病、环境污染、资源和能源危机等许多人类在 20 世纪束手无策的难题迎刃而解。这本小册子将为你呈现在 21 世纪最有前途的生物高技术——“基因工程”的魅力。

## “跳来跳去”的基因

1976年英国科学家道金斯曾经写了一本书——《自私的基因》，用基因的“自私性”来解释很多生物的竞争性和利己性，生物为了把自己所承载的基因能更多、更快、更好地遗传给后代，基因为达到复制的目的是无所不为的。甚至生物的“利他行为”和“利己行为”本质上都是“自私”的基因在作祟，在“利己”和“利他”的两种可选策略中，哪一种能使更多的基因生存和复制，生物就会选择哪种策略。比如鸟群中报警小鸟在危险来临时牺牲自己发出警报；在蜜蜂群中工蜂尽职照料蜂王，抚育幼儿，自己却不生育，在有入侵者时会舍命保护整个蜂群和它们的食物……。这些例子都是因为同种生物的不同个体所携带的基因基本上是相同的，为了让更多的同类基因成功地生存和复制，牺牲个别个体而使更多的同类个体得以生存和繁衍。

基因本身是“自私”的，其中“转座子”就是基因“自私性”的极端表现。“转座子”就是染色体上的一段特殊的DNA，它能够“随心所欲”地在染色体上变换位置，影响其他基因的表达，它的发现导致了一个诺贝尔奖的诞生。

早在20世纪40年代，美国女科学家麦克林托克在研究玉米的遗传规律时发现，有些基因可以在染色体上“跳来跳去”地变换位置，甚至可以从一条染色体“跳到”另一条染色体上，基因的这种“跳越”行为造成玉米某些性状的改变，于是她提出了“可移动的遗传因子”的概念。到了70年代，许多科学家们都证实了这种“可移动的遗传因子”的普遍存在，并给它起了个正式名字——转座子，麦克林托克也因为在此方面的开创性工作，在81岁高龄时获得了1983年的诺贝尔生理学—医学奖。

转座子为何要“跳来跳去”？其实这是基因“自私性”的表现，转座子中包含一些基因，当转座子“跳离”原来的位置，插入到DNA的一个新位置时，转座子会对新位置附近的基因造成一定的影响，在离开该位置时，它又能把一些附近的基因一起带走。要知道在自然界中基因的突变是要经过漫长的进化历程的，转座子的这种“唯我独尊”式的“跳来跳

去”对基因组的进化很有帮助,其归根结底还是为了基因能够在自然界中成功地生存和复制。

转座子的发现,对现代基因工程做出了很大的贡献,科学家受“跳来跳去”的转座子的启发,想令其携带上专门设计好的基因插入到科学家所希望的 DNA 的位置上,采用“基因重组”技术帮助科学家们做很多意想不到的绝妙事情。

## 基因工程的“功臣”

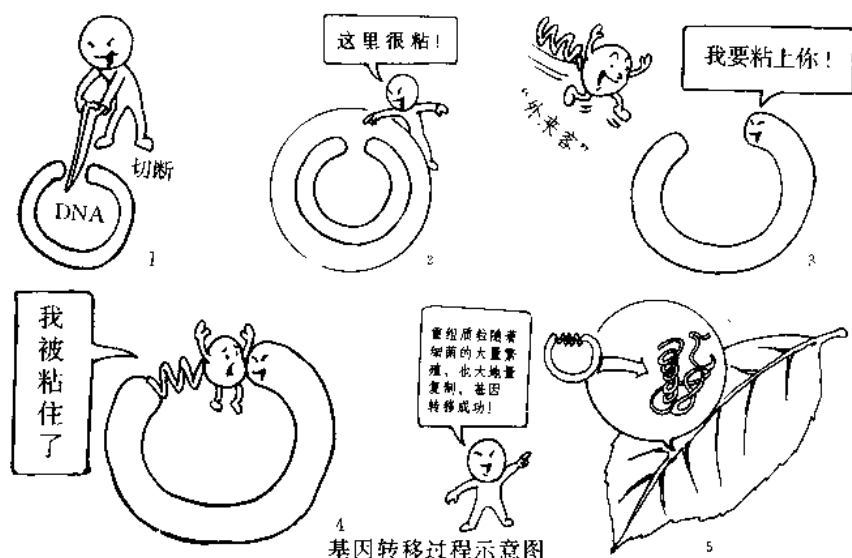
说起基因工程,就得提到大肠杆菌,可不要谈“菌”色变,它可是基因工程的“功臣”。现在我们就来看看大肠杆菌是如何工作的。

大肠杆菌是一种细菌,是人和动物肠道中的正常菌群,正常情况下不会致病。它是人类了解得最清楚的单细胞原核生物,大小只有 0.5~0.8 微米宽、1 到 3 微米长。细菌是最简单的原始生命之一,细胞内除了有一个称为染色体的 20 亿分子量的 DNA 分子外,还有一个闭合环状的双链 DNA 分子,称为“质粒”。质粒有何作用呢?大家都知道消炎药,就是抗菌素,是用来杀死使人感染发炎的细菌的。抗菌素用来治疗各种疾病,但临床使用效果越来越差,原因是细菌产生了耐药性。这种耐药性是如何产生的呢,其实耐药的细菌体内有一种质粒,叫抗性质粒,能合成一些酶,把抗菌素变成无毒的物质,这样抗菌素对细菌就无能为力了。当然,质粒的作用不只是产生抗药性,质粒有很多种,如大肠杆菌中有一种质粒能合成一些物质,可以杀死别的没有这个质粒的细菌,不同的质粒使细菌具有各种各样的生存本领。

转基因技术须有载体,让基因搭什么样的“车”到达要去的地方,这可不是一件容易的事情。大肠杆菌中的质粒,可以自我复制,可以通过细菌的接合而转移,也可以通过细菌的细胞分裂而传递,不同质粒的基因可以重组,质粒的基因与染色体的基因也可重组,利用这种特殊的本领,让它作为载体,基因就可搭乘这个“小车”驶向科学家想让它去的位置,实现改良物种的愿望。

生物体内有一种酶叫“限制性内切酶”,可以识别一段有特别的碱

基顺序的 DNA,并像剪刀一样在此识别位置切断 DNA,切断的 DNA 分子的两端有“粘性”,可以与其它 DNA 分子的末端“粘”在一起。科学家们用这把“剪刀”把细菌中的质粒 DNA 剪开,这样原本是一个闭合环的 DNA 分子,变成了一条两端有“粘性”的线。在线状质粒 DNA 分子的一端“粘”上一段外来的 DNA 基因片段,然后让这条线的两端再次“粘合”,就又变成了一个 DNA 环,与原来不同的是被插入了一段“外来客”DNA。这时的质粒叫“重组质粒”,它在细菌体内可以做为一个整体,复制并执行各自的功能。随着细菌的大量繁殖,质粒也大量复制,这段“外来客”DNA 也“借光”跟着大量地复制,并在体内发生作用。如果这段外来 DNA 携带着产生棉纤维的基因,大肠杆菌就可以生产出棉纤维;如果这段外来 DNA 携带着产生胰岛素的基因,大肠杆菌也就可以产生出胰岛素。科学家们用这种原理,研制出了很多对人类有用的东西,如治疗糖尿病的胰岛素,治疗侏儒症的生长素等。



基因转移过程示意图

首次将外源基因以质粒为载体转入大肠杆菌并获得表达的,是 1976 年美国加州大学旧金山分校的博耶教授,他转移的基因是能治疗隐性胰腺炎的“生长抑制素释放因子”。在这之前的生产方法是从动物

的下丘脑中提取此类物质,从 10 万只羊中只能提取到 1 毫克。企业家斯旺森闻讯拜访了博耶,并成立了世界上第一家遗传技术的公司。利用大肠杆菌生产这种药物的成功不仅使此药的价格大大降低,带来了丰厚的经济效益,而且在生物科学史上开创了新纪元。

自大肠杆菌为基因工程做出“里程碑”性的贡献之后,微生物的基因工程便迅猛地发展起来。但植物的基因工程,因为一直没有找到合适的基因载体而没有什么进展。后来,“Ti 质粒”和“Ri 质粒”的发现促进了植物基因工程的发展。

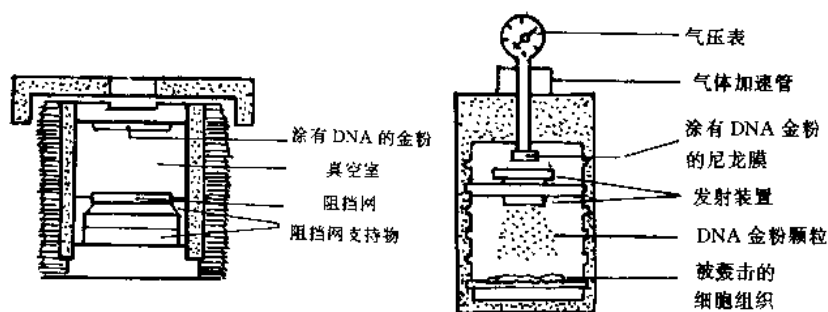
科学家找到一种能使双子叶植物长瘤的农杆菌,这种细菌中有一个小的环状 DNA——“Ti 质粒”,当这些细菌感染植物细胞时,质粒进入植物细胞后释放,质粒的 DNA 可以自发地整合到一些高等植物的染色体 DNA 上,是一种天然的植物基因载体。它的发现,大大推动了基因工程的进展。以前科学家们一直苦于找不到合适的基因载体来改良植物,Ti 质粒的发现,使科学家们可以将外来的基因插入 Ti 质粒,然后整合到植物细胞中。例如,将菜豆贮藏蛋白的基因引入向日葵细胞中,可以在向日葵的组织中产生菜豆贮藏蛋白。但是有一个问题,这种向日葵组织不能生根,只是一个“瘤”细胞而已,不能长成一个完整的植株。科学家们继而又对 Ti 质粒进行改造,减少了它的毒性,去掉了抑制长根的基因。后来,又有了新的进展,从土壤发根杆菌中找到了一种质粒——“Ri 质粒”,它可以像 Ti 质粒那样,能携带外来基因并整合到植物细胞的 DNA 上,而且与 Ti 质粒相比,它的优点是不会使接受外来基因的植物细胞组织失去生根长芽的能力,比 Ti 质粒更加理想。

## 你知道“基因枪”吗

20 世纪 80 年代以来,用农杆菌的 Ti 质粒和土壤发根杆菌的 Ri 质粒做为载体,把外源基因转入植物细胞中,这一技术使植物遗传工程获得了巨大成功。据统计,现在已有 100 多种植物利用这一方法获得转基因成功。但是,这个方法主要适合双子叶植物和少数的单子叶植物,而对于多数的单子叶植物不太适合。这一状况限制了农作物的品种改

良,因为我们吃的粮食大多来自禾谷类这样的单子叶植物。不过科学家们又发明了新的转基因方法——“基因枪”法。这一方法使禾谷类作物的基因工程在 20 世纪 90 年代取得了突破性的进展。下面就向大家介绍一下“基因枪”。

“基因枪”顾名思义就是发射基因的枪。子弹就是经过包装的 DNA 片段,这个 DNA 片段上有我们需要的基因。科学家用氯化钙和亚精胺把 DNA 沉积在金粉(或钨粉)的金属颗粒表面,然后将这些颗粒悬浮在一种液体里。把这种液体均匀地涂在尼龙或塑料膜上,用这种膜制成“基因枪”的“子弹”。科学家们设计了特殊的装置,驱动这种“子弹”高速运动。当“子弹”遇到刚性的阻挡网时,涂有 DNA 金粉的尼龙膜被阻挡,而带有 DNA 的金属颗粒则会因惯性穿过阻挡网继续高速运动,直接穿透植物细胞壁,进入细胞内。



发射前 DNA 子弹发射装置放大图

正在发射中的基因枪

最早的“基因枪”是由美国康乃尔大学的 Sanford 等人在 1987 年设计制造的,当时,驱动“基因子弹”高速运动的动力来自弹膛中火药爆炸产生的动力。但是这种火药爆炸式的基因枪射击的深度以及 DNA 金属颗粒的分散范围是很不容易控制的,而且被轰击的细胞损伤很大。

后来,在 1991 年, Sanford 等人对“基因枪”进行了设计改造。他们利用可以控制的高度压缩的氮气、氦气做驱动力。这样就可以掌握“子弹”的运动速度, DNA 金属颗粒的分布也很均匀。驱动力的大小是如何控制的呢? 原来,科学家用一种高分子聚合物——“聚苯均四甲酰亚胺”制成一种膜,用这种膜制成的小圆片可以承受的气体压力是固定

的。在一定的压力下,此膜破裂,这时处于临界压力的气体产生的驱动力也是固定的,可以驱动“DNA 子弹”高速运动。在世界上很多基因工程实验都在使用这种高压气动式基因枪。

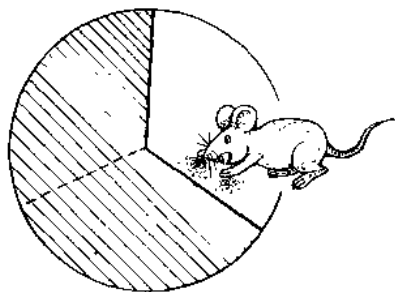
现在,随着“基因枪”技术的发展,新式的“基因枪”又被设计出来。这种基因枪叫高压放电式基因枪,它可精确地控制“基因子弹”的轰击速度,从而控制射入细胞层的深度,将细胞组织的损伤降到最低程度。驱动“基因子弹”的力量,是来自于高压放电引起水滴汽化产生的冲力。

但“基因枪”还有一些缺陷,就是转化率不高,转化率只有 2%~3%,而用 Ri 质粒及 Ti 质粒细菌感染方法的转化率为 20%~50%,科学家们现在将两种方法结合使用,效果很好。农杆菌感染细胞时,需要人为地用针刺、刀划制造“伤口”,农杆菌才容易进入细胞,释放 Ri 质粒或 Ti 质粒。用“基因枪”轰击,可以制造多处分布均匀的“伤口”,此时再让农杆菌感染这些细胞,可以大大提高农杆菌法的转化效率。

用“基因枪”法获得的转基因植物已有几十种,其中包括小麦、大麦、燕麦、大豆等粮食作物及烟草等经济作物,大大推动了农业的发展。

## 未来餐桌上的绿色食物

自人类从事农业生产以来,就一直试图更好地防治与我们竞争的杂草、害虫和疾病。中世纪,大约每种出的 3 粒种子里,人吃掉一粒,另外一粒留作第二年的种子,还有一粒则被害虫吃掉。今天的情况已经大大改善,但是就全球来说还是约有 1/3 的作物被其他动物吃掉。为了对付昆虫和较大型动物对作物的破坏,大量化学合成的农药施用到农田和果园之中,却造成环境污染、抗药性等一系列严重问题。如今,我全球约有 1/3 的作物被其它动物吃掉们很难吃到真正的“绿色食品”。在未来的餐桌上,情况将大不一样,你可能吃到的任何东西都与转基因植物有关,因为人类为了解决以上问



题,已经彻底与化学农药告别,转抗虫基因的作物为我们提供了“绿色”粮食和蔬菜,为畜牧业提供了“绿色”饲料,人类的生活质量将会越来越高。

生产优质高产的转基因作物是解决不断增加的人口对粮食需求的重要途径之一。增加农作物的蛋白含量,增加粮食和饲料原料价值的研究,目前世界各国都在进行尝试。据报道,美国已经用基因重组技术使甘薯的蛋白含量提高了3~4倍,赖氨酸含量也提高到5倍。日本已经开发出含高类胡萝卜素的番茄,比普通番茄的类胡萝卜素含量要高2~3倍,而且色泽更红更鲜。

人是万物之灵,是生命进化的最高形式。人的食物来源是动植物,但基因工程可以让动植物含有人的基因,甚至产生人体蛋白,这样的动植物你还敢吃吗?

当你正美美地吃着猪排时,要是有人告诉你嘴里咀嚼的肉中有人的基因,你可不要少见多怪。美国农业部的研究者已将人的“胰岛素样生长因子-1”基因成功地转到猪的细胞中,培育出能使身体脂肪减少的瘦型猪。这种转基因猪的脂肪减少了10%,瘦肉增加了6%~8%,并且不出现转基因猪常有的胃溃疡、嗜睡、怕热、生育力下降(不排卵)和食欲不振的症状。要不了多久,您的餐桌上会出现含有人基因的瘦猪肉。

如果你觉得吃含有人类基因的瘦猪肉有点别扭,那么你对直接能产生人体蛋白的转基因鸡就更是难以接受。乍一听令你觉得好像“吃鸡”变成了“吃人”,其实,你大可不必产生这种联想。近日美国的两家公司分别宣布成功地研究出转基因鸡,这种鸡含有人体基因,产的蛋中含有人体抗体,还有人体抗干扰素。这意味着通过鸡生蛋可以“生”出人类所需的药物来,为人治病。在培养转基因鸡时他们将控制人体蛋白的基因“运”至鸡的体内,还应用了“基因开关”技术,使这些人体基因只在鸡蛋中开启,使得人体蛋白只存在鸡蛋的蛋白中。这种鸡下的每一颗蛋中含人体蛋白可达100毫克,如果每只鸡每年平均产蛋200颗,用这种方法获得人体蛋白的产量是相当可观的,其药用市场的前景也是十分诱人的。

随着人们生活水平的提高,由于膳食不均衡带来的疾病如肥胖、高血脂和糖尿病会越来越严重。糖尿病患者必须少吃像土豆这类高淀粉食品,但是在不久的将来,吃一种特殊的土豆,就能控制糖尿病。1997年7月,加拿大西部的一所大学用转基因土豆抑制糖尿病发病的动物实验首次获得成功。他们的转基因土豆中含有一种“谷氨酸脱氢酶67”的活性蛋白,它是胰岛素依赖性糖尿病患者的自身抗原之一。在4周内连续用这种马铃薯喂给患糖尿病的小鼠,小鼠的病情被缓解。1998年11月美国的一所大学的科研人员给患糖尿病的小鼠喂食一种转基因土豆,糖尿病也被有效控制。这种土豆可以产生一种蛋白质,叫做“胰岛素融合蛋白”,可以抑制糖尿病发病,相信不久的将来,糖尿病人可以吃的基因土豆将研制出来。此外,还可以利用转基因技术研制出能预防龋齿的药物牙膏。

在人乳中存在的乳铁蛋白,是胎儿对细菌、真菌和病毒产生抵抗力的重要成分,人乳清蛋白具有特殊的生理功能,其氨基酸组成是人类十分理想的营养。如果可以在谷物中产生这种蛋白,将可以补偿禾谷类作物的赖氨酸含量少的缺陷。同样,在豆科植物中产生这种人蛋白将弥补豆科植物的甲硫氨酸含量少的缺陷。法国的科学家将乳铁蛋白编码基因转入了烟草,烟草产生的乳铁蛋白与人乳铁蛋白的生物学功能相当。通过利用玉米等低成本农作物,大规模地生产含人乳铁蛋白的粮食将成为可能。由于哺乳动物乳铁蛋白可以杀灭真菌和细菌,科学家推测,向作物中输入乳铁蛋白基因还可以增强植物对其他植物病原细菌的抗性。

人类已经成功地对多种植物进行了遗传工程改良,使之生产特殊蛋白,这些植物包括:大豆、苜蓿、向日葵、烟草和油菜等,但向市场推出的产品大都来自玉米。之所以选择玉米,是因为玉米基因容易被修饰。目前利用生物技术生产的大多数工业性物质都是经过发酵或在生物反应器中产生的,若是利用玉米将简化蛋白的生产过程,在特殊的磨房中用标准技术“三下两下”就可提取出来,在今后3到5年内,还将开发可食用的玉米疫苗。

## 能吃下去的“预防针”

为了预防传染性疾病,几乎每个人都打过预防针,预防针就是各种各样的疫苗。您一定对小时候打针时的恐惧有印象,那时候就会想:要是像吃糖一样把预防针吃下去就好了。植物基因转移技术的建立和发展,使小时候的愿望变成现实。

当病毒或病菌第一次侵入人体时会使人产生病症,入侵的病毒和病菌在医学上叫做“病原体”。病原体进入人体后可以产生一些蛋白质,医学上称之为“抗体”,当人体内有抗原出现,免疫系统会自动产生对付它们的武器——“抗原”。当这些病原体第二次入侵时,人体内的免疫系统早在它们上次入侵后就已产生了一层天然屏障,抗体会自动识别并消灭它们。在自然状况下,抗体的获得是要以病原体第一次入侵人体为代价的。打预防针实际上是让人体在不受第一次病原体侵染的情况下,注射作为抗原的疫苗,也就是病原体产生的蛋白质,刺激人体产生抗体,这样人类就可以抵抗病毒和病菌的感染而保持健康。

将细菌和病毒等病原体的抗原编码基因导入植物细胞,植物细胞就会产生这些蛋白质,并且保留了天然的免疫原性,当人们食用这些植物时,就会产生抗体,这种疫苗叫做基因疫苗。

利用转基因动物细胞生产疫苗的技术复杂而昂贵,相比之下,利用转基因植物来生产疫苗有很多优越性。植物细胞培养的条件简单,便于操作,可以降低成本,而且由于植物细胞具有细胞的全能性,这些小小的细胞都可以长成完整的植物,可以通过大面积种植这样的植物的生产廉价的疫苗。我们从小到大,都要打许多种预防针,既痛苦又繁琐,需要大量的人力物力。通过多种转基因植物的杂交,可以在一种植物体内积累多种病原体的抗原基因,这样一来只吃土豆就可以代替打多种预防针,既减轻了痛苦,又降低了费用。与动物相比,植物基因疫苗还有一个动物无法比拟的重要优越性,就是安全性更高。由于人类也是动物,所以用动物生产的病毒疫苗接种到人体之中,可能会对人體造成潜在的危險,而植物病毒不会感染人类,因而不用担心植物基因疫苗有意味

不到的危害。另外,传统的疫苗在注射前需要冷冻保藏,运输和贮藏成本很高,植物基因疫苗可以克服此弊端。由于转基因植物的各个部位都具有了新的遗传品性,当然这些植物的种子也不例外,而种子易于贮存和运输,所以为了便于生产和运输,种子如各种豆类作为可食用疫苗是理想的选择。试想吃几颗花生米就能代替打预防针,这是多么美妙的事情。基于这么多的优越性,科学家预测,随着植物基因工程技术和蛋白质提纯技术的发展,植物很可能成为未来人类疫苗的重要生产系统。

第一个利用植物生产可食用疫苗的报道,见于国际专利合作公约(PCT)之下的一次专利申请,在烟草植物中产生链球菌变异株 *spaA* 蛋白,占烟草蛋白的 0.02%,有不错的口服效果。美国 Prodigene 公司自称是第一个销售转基因植物生产重组蛋白的公司,同时声称用转基因植物研制可食用疫苗的工作已步入正轨,人们食用这种疫苗以后,希望对食物中所含抗原产生免疫反应。

病菌性腹泻和霍乱是发展中国家儿童死亡的主要杀手,引起腹泻的有轮状病毒、霍乱弧菌和相关的产肠毒素性大肠杆菌。目前已有利用转基因植物生产出能抵御霍乱和产肠毒素性大肠杆菌的口服疫苗。纽约植物学家阿森将这些病菌的基因转入土豆的 DNA 中,这种经过基因改造的土豆可以成功地合成病菌的蛋白质,人吃了这种土豆就会产生对此病的免疫反应。通过对 14 位自愿者的临床观察,证实了这种土豆疫苗能在人体的肠道和血管中发挥作用,比传统疫苗的效果还要好。

后来有人用西红柿培养霍乱和乙肝等疫苗,都获得了成功。乙型肝炎是一种肠道传染性疾病,目前还没有有效的治疗方法。我国疫苗的价格居高不下制约了乙肝的防治,给人民的生命和财产造成很大损害,我国每年在肝炎治疗上花费高达 200~300 亿元。1995 年有人将乙肝表面抗原基因转入土豆中,用这样的土豆喂养小老鼠,小老鼠体内产生了抵御乙肝病毒的抗体,还有在莴苣和香蕉中试验成功的报道,人类吃了土豆、香蕉和莴苣就可以不得乙型肝炎的日子指日可待。

此外,基因疫苗给癌症和艾滋病患者带来希望,美国已批准用基因疫苗治疗艾滋病的 I 期临床实验。在国外,已有很多学者探讨了用核酸疫苗治疗人的肿瘤,已有报道将基因导入小鼠腺瘤或纤维肉瘤,可以毒

死肿瘤细胞,大大减缓了肿瘤的生长,甚至使肿瘤完全消退。我国的科学家也开始了食用疫苗的研究和开发,“八六三”高科技委员会已批准在肿瘤基因治疗上的立项,并已经取得了一定的进展。可以预测,在不久的将来,很可能在餐桌上就可以解决许多不治之症的世纪难题,吃各种各样的食品就会得到对抗各种疾病的免疫力。

## 未来穿什么

基因工程的产生不仅影响未来人们的“吃”,还影响未来人们的“穿”。它可以为人类提供真正的“绿色”食品,也可以为人类提供真正的“绿色”衣料。

染料中含有对人体有害的物质,甚至还有致癌物质,因而专家建议贴身内衣最好选用无色面料。现在科学家们已经找到了彩色的野生棉品种,这种野生棉的纤维虽然不适合纺织,但是将它们的彩色纤维基因转入到现在种植的棉花植株中,就会产生出有天然颜色的棉花。目前,我国的科学家已经成功地培育出驼色和淡绿色的转基因棉,穿用这种棉花生产的天然有色面料,再也不用担心染料对人体的危害了。

还有更稀奇的报道。最近,我国科学家已成功地培育出转兔毛基因的棉花,这在世界上还是首例。科学家们将从兔子中分离到的角蛋白基因转入棉花中,这样的棉花生产出的棉纤维有兔毛的特性,弹性和保暖性比普通棉花好,棉纤维的伸长度比普通棉花增加了60%,外观色泽似兔毛般光亮,手感也比普通棉花柔软。兔毛乎?棉花乎?将来用这种棉花生产出的衣料很难说清楚是“纯毛”,还是“纯棉”。如果商店的售货员向你介绍这种即可以说是纯毛,也可以说是纯棉的产品,你可别认为是一派胡言。

如果你不喜欢纯毛或纯棉的织物,而对真丝衣料情有独钟,那么基因工程也会为你服务。1999年日本的科学家利用基因工程使家蚕分泌带绿色荧光的蚕丝。他们利用一种杆状病毒,将编码家蚕丝心蛋白的基因与编码绿色荧光蛋白的基因相互融合。再用这种病毒感染家蚕,使病毒中的绿色荧光蛋白基因通过同源重组过程而替代了家蚕的内源丝心

蛋白基因,含有这种融合工程基因的家蚕产出丝腺和蚕丝都可发出绿色的光泽,一只这样的家蚕可分泌400毫克的丝蛋白。利用基因工程可使家蚕成为生产有用蛋白的工厂,基因工程改良过的家蚕不仅可分泌上述的绿色荧光蚕丝,而且有望通过导入蜘蛛的丝心蛋白基因,使其分泌出的蚕丝具有蜘蛛丝的坚韧性,从而可用于编织防弹衣和降落伞。

利用基因工程,人类甚至可以不用种植棉花,利用细菌就可以生产纺织原料。美国得克萨斯大学的教授成功地用膜醋酸菌生产出可以代替棉花的纤维,这种细菌产的纤维在结构上与高等植物的纤维十分相似,而且用它生产的帆布十分结实。虽然棉花纤维是最纯的



蚕的忧虑

纤维,但是仍然还有5%的杂质,在纺织过程中要花费高昂的代价去除这些杂质。而用膜醋酸菌生产的纤维,纯度几乎达到100%。目前,正在研究把膜醋酸菌中的这种纤维素基因转入棉花中,以期生产出更结实、纯度更高的棉花纤维。基因工程还可望利用细菌生产有特殊用途的纤维,如制造纸币、税票、医用绷带等的纤维原料。

基因工程不仅对未来人类的“吃”和“穿”带来了许多益处,还能帮助人类提高生活的质量,美化生存环境。例如,随着对控制植物开花的基因研究,通过基因技术手段,对花发育基因的调控和花性状的改造,控制鲜花开放的时间和样式,人们可以随心所欲地设计鲜花。

## 让植物产出石油来

石油是化石能源,是不可再生的。按照目前人类对石油的开采速度估计,现今石油的储量只够开采30年。因此,许多国家都已经开始寻找新的能源,并不约而同地把目光投向绿色植物。

太阳能可以说是取之不尽的,而只有绿色植物才能把太阳能固定