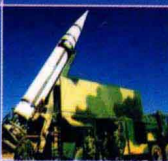


KEXUEMUJIZHE

科学目击者

生物工程

北京未来新世纪教育科学研究所 编



新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

科学目击者

生物工程

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社

喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学目击者/张兴主编. —喀什:喀什维吾尔文出版社;乌鲁木齐:新疆青少年出版社, 2005. 12

ISBN 7-5373-1406-3

I. 科... II. 张... III. 自然科学—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160577 号

科学目击者

生物工程

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:600 字数:7200 千

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 7-5373-1406-3 总定价:1680.00 元(共 200 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

同仁们常议当年读书之难，奔波四处，往往求一书而不得，遂以为今日之憾。忆苦之余，遂萌发组编一套丛书之念，望今日学生不复有我辈之憾。

现今科教发展迅速，自非我年少时所能比。即便是个小地方的书馆，也是书籍林总，琳琅满目，所包甚广，一套小小的丛书置身其中，无异于沧海一粟。所以我等不奢望以此套丛书贪雪中送炭之功，惟愿能成锦上添花之美，此为我们奋力编辑的目的所在。

有鉴于此，我们将《科学目击者》呈献给大家。它事例新颖，文字精彩，内容上囊括了宇宙、自然、地理、人体、科技、动物、植物等科学奥秘知识，涵盖面极广。对于致力于奥秘探索的朋友们来说，这是一个生机勃勃、变幻无穷、具有无限魅力的科学世界。它将以最生动的文字，最缜密的思维，最精彩的图片，与您一起畅游瑰丽多姿的奥秘世界，一起探索种种扑朔迷离的科学疑云。

《科学目击者》所涉知识繁杂，实非少数几人所能完成，所以我们在编稿之时，于众多专家学者的著作多有借鉴，在此深表谢意。由于时间仓促，纰漏在所难免如果给读者您的阅读带来不便，敬请批评指正。

编 者

目 录

一	生物工程的体系	1
	1. 与“上帝”媲美——遗传工程	1
	2. 胜过美猴王的“金箍棒”——细胞工程	17
	3. 姹紫嫣红刹那间——酶工程	25
	4. 可爱的“小东西”——微生物工程	29
	5. 青出于蓝而胜于蓝——蛋白质工程	37
	6. 转化为生产力的“金桥”——生化工程	38
二	生物工程的丰碑	41
	1. 进化论的奠基者达尔文	41
	2. 发现神奇比例的孟德尔	59
	3. 基因列车的车长	70
	4. 看见了神秘的“螺旋梯”	75
	5. 生物工程的又一座丰碑	82

一 生物工程的体系

生物工程,充满着无限生机和美好前景的体系,仿佛一座珍藏着无数珍宝的迷宫,充满了神秘色彩。

它既包括与“上帝”媲美能创造新物种的遗传工程,又包括能随意使生物变大变小的细胞工程;既包括能使生物反应于刹那间完成的酶工程,又包括能给人类带来众多福音的微生物工程;既包括在基因工程的基础上“青出于蓝而胜于蓝”的蛋白质工程,又包括将各类生物工程转化为生产力的生化工程。

下面,让我们一起走进这奇妙的生物工程体系。

1. 与“上帝”媲美——遗传工程

我们生活的这个地球上,生存着亿万种种类各异的生物。它们(包括人类)从诞生之初便经受着大自然的严格选择。在这个选择过程中,成千上万的物种灭绝了,而那些经受过长时间变异的积累之后,生理条件与外界环境相适宜生命力强盛的物种,逐步取代了旧的物种,摇身一变,成为地球的新主人。与此同时,新一轮选择又开

始了……就在这样反反复复、周而复始的选择与淘汰中，物种把好的结构与功能通过遗传保留了下来，在不断变化的环境中继续向前发展。

通过遗传与变异积累的自然进化，耗去了生物相当漫长的岁月，一个新物种的产生往往需要上百万年时间。能不能在一个相对较短的时间内很快地创造新的生物类型呢？传统的办法是强制不同的生物之间进行杂交，然后从其后代中选出良种。但是，不同种生物之间的杂交，往往是无法做到的，比如老鼠和细菌、绵羊和猪之间。

为什么不可以把老鼠的某一个或者几个基因（遗传物质），如胰岛素基因，安插到细菌的细胞中去，让细菌来生产我们所需要的一些物质呢？这在一般人看来，简直是异想天开。但是，科学家们并不这样认为，他们很早就开始致力于这项工作的研究，希望有朝一日，生物学方面的新发现能够使人类生活得更加幸福。随着分子生物学的迅速发展，生物遗传的分子机制也被逐步认识。到了20世纪60年代，经过几代科学家的努力，一门崭新技术——遗传工程的诞生使这个想法成为了现实。

什么是遗传工程呢？就是把不同生物的遗传物质（基因），在体外进行人工“剪切”、“组合”和“连接”，使遗传物质重新组合在一起，然后通过载体（如微生物质粒、噬菌体、脂质体等），转入微生物细胞或者其它细胞体内，进行繁殖，使所需要的遗传物质在细胞内表达，产生出人类所需要的产物，或者创造出新的生物类型。通俗地讲，就是把具有某种遗传信息的基因，用一种比较巧妙的人

工方法取出来,然后又用比较巧妙的人工方法把它“介绍”进另一种生物的细胞里,使那个细胞发生定向的变化,使它能够依照人们的愿望发挥作用。这就创造出了生物新品种,使生物能够更好地为人类服务。

要了解遗传工程,首先就得了解什么是遗传物质,怎样获得遗传物质。因为细胞是生命的基本单位,遗传信息就存在于细胞里,我们先从细胞开始说起吧。

生命来源于细胞

大自然孕育了数百万种绚丽多姿、形态各异的生物。然而,无论这些生物如何千差万别,它们都拥有一个最基本的共同特点:都是由细胞组成的(病毒不具有细胞结构)。

组成生物体的细胞可以是一个,也可以是许多个。由一个细胞构成的生物体叫单细胞生物,如细菌以及某些原生动物和低等植物。由许多细胞构成的生物叫多细胞生物,高等动物、植物和人都是多细胞生物。一般来说,多细胞生物所含细胞数是不固定的,成年人的细胞约有 6×10^{13} 个。一个有机体含有如此众多的细胞,我们就不难想像,一个细胞该有多么微小。

细胞的形状千姿百态、多种多样,有球形、椭圆形、立方形、柱形、扁平形、棱形、星形、多边形等等,另外,还有些细胞的形状是可变的,如变形虫和白细胞。细胞形态的差异,一般是与它们所执行的生理机能和所处的环境条件有关。神经细胞担任传导刺激的任务,它的胞体高

度异化成树枝状突起,有的突起可长达1米以上,这样就大大增加了它与其它细胞的接触面;具有收缩机能的肌细胞,多伸展呈细长形或者棱形;彼此相互紧密连接的细胞(如动物的上皮细胞)多为扁平形、立方形或者柱形;游离细胞则多为圆形或椭圆形。

构成生物体的细胞,根据其结构特征,可以分为原核细胞和真核细胞两大类。20世纪50年代以后,由于电子显微镜的使用和生物学技术的发展,人们已经逐渐认识到原核细胞与真核细胞的重大区别。原核细胞在进化上处于较原始的阶段,结构简单,构成的生物种类也相对比较少;而真核细胞在进化上处于较高级的阶段,结构较复杂,构成的生物种类相对繁多些。典型的原核细胞——细菌,是遗传工程中的重要宿主细胞。研究和认识细菌细胞的结构,是分子生物学的重要内容之一。细菌的结构可以分成两个部分:一是不变部分或者称为基本结构,如细胞壁、细胞膜、细胞核和核糖体,是全部细菌细胞所共同拥有的;二是可变部分或者称为特殊结构,如鞭毛、荚膜、芽孢等,这些结构只在部分细菌的细胞中发现,可能具有某些特定的功能。

构成高等动物体、植物体以及人体的细胞都是真核细胞,它们虽然在形状、大小和功能上各不相同,但基本结构是一样的,都是由细胞膜、细胞核和细胞质以及各种细胞器构成的。在植物细胞膜的外面,还有一层细胞壁。结构和功能相同的细胞紧密地集合在一起,构成动物、植物及人体的各种组织。各种不同的组织结合在一起行使

一定的生理功能,则构成器官(如植物的根、茎、叶,动物的感觉器官、消化器官等)。各种组织和器官有序地结合在一起,彼此配合工作,就构成了一个完整的生物有机体。

基因——遗传的基本单位

我们常听说“这孩子长得像他父亲”,表明父亲的某些性状通过某种方式在子代身上表现了出来,这种现象一般被称为遗传;我们也常听说“这孩子长得既不像父亲,也不像母亲”,这种说法表明这个孩子具有他的父母所没有的某些特点,这种子代与亲代存在差异的现象,称为变异。研究遗传与变异的学科则称为遗传学。

古典的遗传学基本停滞于观察、描述生物性状及从事植物杂交试验方面。到了1900年,奥地利学者孟德尔发表的遗传学论文《植物杂交试验》中的遗传规律被重新证明并为科学家们所接受以后,遗传学的研究便同当时方兴未艾的细胞学研究相结合,发展到细胞遗传学阶段。1953年,沃森和克里克提出了DNA双螺旋结构模型之后,使生物的遗传与变异的研究深入到分子水平,分子遗传学从此诞生。随着遗传学的不断发展和深入,人们逐渐弄清了基因的本质并揭示出遗传的机理。从20世纪60年代开始,科学家分离出单个基因并进行了转移,开始了遗传工程的研究。可见,人类研究生命,目的不仅仅在于探讨生命的本质,更重要的是为了改造生命,征服自然,造福于人类。孟德尔从事植物的杂交试验,引进了一

种称为遗传因子的东西,即后来人们所说的基因。但是基因是什么,它存在于细胞中的什么地方,当时科学家们还无从知道。

到了1940年左右,随着生物学的不断发展,科学家们通过卓有成效的工作取得大量的实验证据,表明一切生物的遗传物质都是核酸,核酸存在于细胞核中,而基因就是核酸分子上具有遗传效应的功能单位。科学研究的每一步发展,都凝结了科学家的毕生心血。虽然有些发现也存在偶然的成分,但“机遇往往是属于那些有准备的头脑”的人。正是由于这些默默无闻、不畏艰难的科学家们的辛勤研究,人类社会的科学水平才不断提高。生物体各种性状的控制,都是通过基因上的遗传密码达成的。在生物个体的发育过程中,遗传信息经过转录和翻译,使后代表现出与亲代相似的遗传性状。1958年,克里克提出了DNA(脱氧核糖核酸)的复制、转录和RNA(核糖核酸)的转译的中心法则,后来克里克又将中心法则补充。

所谓中心法则是指遗传信息自我复制时是从DNA到DNA;转录时,以DNA作为模板,在酶(一种生物催化剂)的作用下合成RNA;而转译则是由转录来的RNA顺序决定蛋白质中氨基酸顺序的过程。由于生物体的生命活动过程主要是通过蛋白质来实现的,所以DNA→RNA→蛋白质的过程,就是生物体由遗传特征到生命活动特征的表现。

了解了基因和中心法则以后,我们便可以知道,通过改变基因的组合,便可以改变生物的特征,这就是遗传工

程的基础。

遗传工程的实现

遗传工程是 20 世纪 60 年代发展起来的一门边缘科学,它综合了生物学、工程学等许多学科的知识,使用了许多最新实验手段。掌握和发展这门科学技术,人们就能够更加有效地改造生物,这就意味着人类对自然将会有更大的自由,人类征服自然界的夙愿将会成为现实。

怎么实现遗传工程呢?或者说,遗传工程的一般过程是什么呢?经过多年的摸索和总结,科学家们把它分成了三个步骤:基因的获得、载体的选择、基因的重组和转移。

(1) 基因的获得

遗传工程是一项非常细致的科技工作。要进行这项工作,科学家们首先就要进行研究,查明哪些生物含有他们所需要的基因,并且能够取出他们所需要的基因。如何查明和取出所需要的基因呢?这需要经过无数次科学实验。这些科学实验的背后,蕴藏着科学家们辛勤的汗水。他们采取各种方法,选择各种对象进行实验。通过十几年的科学研究,现在至少有两种方法可以用来获得人所需要的基因:一是从某种生物体中分离出来;二是采用人工的方法进行合成。

(2) 基因的分离

核酸分子就像我们常见的绳子一样盘旋缠绕而成链状,一条核酸链上少则含有几个基因,多则上千个,基因

■科学目击者

仅仅是核酸分子上的一个小小的区段。要将基因片段从核酸分子上解离下来,就必须破坏基因片段与核酸分子其它片段之间的连结,这种连结是依靠核酸分子中两个核苷酸间的作用力——磷酸二酯键来完成的。很显然,我们不可能像外科手术那样直接进行操作,打开这种连结。而且也不可能在显微镜——无论是普通显微镜还是电子显微镜下进行操作。由于基因的分离是在分子水平上进行的;因此,人们借助进行分子手术的特殊工具——核酸分解酶来获得某一生物的基因片段。

我们知道,在化学中,催化剂能够使一个不能进行或者缓慢进行的化学反应在较短的时间内迅速完成,而它本身的性质却没有改变。酶就是一种催化剂,是由有生命的细胞产生的,可以对生活细胞中进行的多种多样的物质转化起催化作用。核酸分解酶是专门作用于核酸中两个核苷酸间的磷酸二酯键的。根据酶的作用方式,核酸分解酶可以分成两种:核酸外切酶和核酸内切酶。

核酸外切酶作用在 DNA 双螺旋分子末端的单链部分上或者作用在单链的 DNA 分子上,从这些部分切下单个的核苷酸。在进行基因分离时,DNA 分子片段可能会产生一些缺口或者受到损伤,有一种连接酶能够专门对这些缺口和受到损伤的部位进行修补和连接。

核酸是由一个个核苷酸通过磷酸二酯键连接而成的,每个核苷酸分子由三个部分组成:核糖、磷酸和碱基。DNA 与 RNA 的区别主要在于核糖的不同,而不同的 DNA(或者 RNA)分子总是以它的碱基顺序相区别的。

核酸内切酶专门作用在 DNA 分子内部的磷酸二酯键上,使核酸分离成更小的片段——寡核苷酸。不过,它们并不是一遇到磷酸二酯键,就胡乱切割的,而是选准目标进行切割。也就是说,核酸内切酶这种手术刀并不是通用的,它们对 DNA 的切割具有专一性。

是几种常用的核酸内切酶和它们所识别的顺序。为了简化,我们用 C、T、A、G 表示四种不同的碱基,其中 C 与 G、A 与 T 互补配对。箭头指向表示对应的核酸内切酶所能断裂的磷酸二酯键。

内切酶 EcoR I、EcoR II 和 Hind III 切割 DNA 后,留下的末端有 2~4 个碱基长度的单链部分。仔细看一下,我们便会发现,这两个游离的末端旋转 180° 以后竟然完全相同。当它们和被同一种酶切割而成的末端相遇时,就会由于碱基的互补,而恢复成原来的碱基顺序。因此,在分子生物学中一般称这种末端为粘性末端(另外还有平齐末端)。这种粘性末端十分奇妙,在遗传工程中也非常有用。正是根据这一特性,才能把不同来源的 DNA 分子经过同一种限制性内切酶切割以后组合在一起。在遗传工程中,为了能够获得完整的基因,一般采用切点比较少的,也就是识别顺序比较长的核酸内切酶。

到这里,也许有人感到疑惑:既然核酸内切酶是由生活细胞产生的,那么它对于自己细胞内的 DNA 发生不发生切割作用呢?

不要感到疑惑。核酸内切酶只作用于外来的 DNA,即外源性 DNA。所谓外源性 DNA,就是说,这种 DNA

■科学目击者

分子不是宿主细胞原有的,它的成分另有特点。自己细胞所产生的内切酶一般对于自己细胞内的 DNA 不发生作用,例如 EcoR I 对大肠杆菌中的 DNA 不能进行切割,如果能够发生作用,岂不等于自杀?怎样利用核酸内切酶分离基因呢?一般这样进行:从生物体的特定细胞里取出染色体,用物理的或者化学的方法去除附着在其上面的蛋白质(如果有蛋白质的话),剩下的就是染色体上的 DNA 分子。取出了 DNA 分子以后,就可以用一定的核酸内切酶来对它进行处理了。经过处理的 DNA 分子,就在某些特定的位置上断裂了,由此可以得到 DNA 碎片或者个别的基因。但是这不一定是所需要的基因,还需要进行实验。通过一系列的实验来进行分析,获得人们所需要的基因。

(3)基因的人工合成

基因一旦被人们所认识,就不再局限于只有生物体才能制造和提供了。在实验室里,照样可以人工合成出所需要的基因来。

现在有两种方法可以人工合成基因:人工化学合成和酶促合成。人工化学合成比较复杂,一般只局限合成比较小的核酸分子。20 年前,有一位科学家用化学方法合成了一种激素基因,由这种基因翻译生成的激素只含有 14 个氨基酸残基。这种基因的合成是按照设计要求,由单核苷酸连接形成寡核苷酸,然后再使两个寡核苷酸片段互补的部分配对,余下的不配对的单链部分,再与另一寡核苷酸片段配对,就这样按照预先设计连接下去。

连接处单链上的缺口,经连接酶的作用,形成磷酸二酯键。如此,所需要的目的基因就产生了。

酶促合成,指的是以 mRNA(信使核糖核酸)作为模板,在反向转录酶的作用下合成与 mRNA 互补的 DNA 单链,再经过加倍,形成双链 DNA。前几年,科学家们用小鼠的胰岛素 mRNA 制成 DNA,转移到大肠杆菌体内,从大肠杆菌中获得了只有高等动物体内才能产生的胰岛素分子。

至此,与传说中上帝可随意创造万物一样,能够定向改造生物、制造新生命的遗传工程已经完成了第一步。

(4) 基因运载体的选择

遗传工程中,有了目的基因,那么怎样把它导入受体生物的细胞中去呢?科学家们设想,有这样一种载体,就像摆渡的船只,把行人从此岸送到彼岸,它能够自由地出入细胞;还能够被限制性核酸内切酶切去一部分,可以连接外源性 DNA,并将外源性 DNA 导入受体;并且能够自我复制。根据这几点设想,科学家们选中了两类运载体:一是病毒(包括噬菌体),一是细菌的质粒。

病毒是没有细胞结构的寄生物。在寄主细胞以外,它们没有生命现象。一旦进入寄主细胞以后,它们就开始产生代谢作用了。病毒的基本成分是核酸和蛋白质,大部分病毒的核酸是 DNA。病毒的核酸是病毒的遗传物质,它一般位于病毒内部的中央部分,蛋白质包裹在核酸的周围。在一般人眼里,病毒总是同某些恶性的传染疾病(如流行肝炎、乙型脑炎、艾滋病)等紧密相连的,人