



科技探索·奥秘生命

李华金◎编著

无性繁殖

——克隆



中国出版集团
现代出版社



科技探索·奥秘生命

生命科学丛书

无性繁殖

——克隆



中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

无性繁殖：克隆 / 李华金编著. — 北京：现代出版社，2012. 12

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0793 - 1

I. ①无… II. ①李… III. ①克隆 - 青年读物②克隆 - 少年读物 IV. ①Q785 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 286108 号

无性繁殖：克隆

- | | |
|------|-------------------------------------|
| 编 著 | 李华金 |
| 责任编辑 | 张桂玲 |
| 出版发行 | 现代出版社 |
| 地 址 | 北京市安定门外安华里 504 号 |
| 邮政编码 | 100011 |
| 电 话 | 010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真) |
| 网 址 | www. xdcbs. com |
| 电子信箱 | xiandai@ cnpitc. com. cn |
| 印 刷 | 北京嘉业印刷厂 |
| 开 本 | 710mm × 1000mm 1/16 |
| 印 张 | 14. 5 |
| 版 次 | 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷 |
| 书 号 | ISBN 978 - 7 - 5143 - 0793 - 1 |
| 定 价 | 28. 80 元 |
-

版权所有，翻印必究；未经许可，不得转载

前言

PREFACE

无性繁殖——克隆

科学的发展给人类的梦想插上了翅膀。在全世界和平与发展的大环境下，生物技术的发展突飞猛进。基因重组、基因治疗、无性繁殖、人工授精、体外孕育、胚胎移植和器官移植等，使我们的生活更加丰富多彩。如今，你可能想不到，当你去市场买菜时，也许在你挑选的蔬菜之中就有转基因蔬菜；当你领孩子去动物园时，可能你看到的动物中就有克隆动物；在你身边走过的人，可能就是那个“试管婴儿”……这时，你会猛然发现，原来高科技就一直在你身边。

通俗地说，克隆就是复制和无性繁殖，其中胚胎克隆是从卵巢中分离出卵母细胞，培养成熟卵子后去掉细胞核（即去除遗传因子），只留细胞质（营养物质），把优良品种受精卵卵裂后的带核细胞注入其内，再移植母体等待克隆的优良品种出生；体细胞克隆则是取身体任何部位的细胞，在其增殖分裂过程中取带核细胞注入只留细胞质的卵母细胞内，再移植母体培养。克隆和被克隆者具备完全一样的基因。

克隆技术目前正在向三个产业化的方向努力。首先是胚胎工程产业化，这是一次技术革命，是利用克隆技术来繁育良种；其次是转基因工程产业化，形象地打个比方，目前治疗血液病所用的昂贵的白蛋白是从人的血液里提取

的，如果能把人的白蛋白基因转移到牛的身上，那么喝牛奶就可以补充白蛋白，再对这样的牛大批量克隆，则白蛋白的造价就会降低很多，不至于有更多的病人用不起；再次就是组织工程，提取人的干细胞，体外培育出与提供细胞的人特征完全相同的细胞、组织或器官。

但克隆人体器官绝不等于克隆人，克隆器官是治疗性克隆，供医学研究，其神经组织远未发育出来，没有知觉意识，谈不上是个“人”；而克隆人是生殖性克隆，在总体上违背了生命伦理原则，“我想我们的技术可以达到克隆人。”中国克隆动物基地负责人在回答本报记者提问时曾这样自信地回答，但他强调我们不会克隆人，对克隆人，科学家的主流意识是反对的，联合国教科文组织、世界卫生组织和国际人类基因伦理委员会及各国政府都明确表示反对。

人和动物不同，有不同的思想、生存方式和生活环境，克隆人的基因虽然和被克隆者一模一样，但彼此年龄有差异，克隆人也必须完成一个成长的过程，与被克隆者存在于不同的环境中，接受不同的教育，必然会造成不同的性格，这是后天决定的。所以，克隆希特勒不等于会带来世界大战，伟人也不会因为克隆而永生。从这个角度讲，克隆人没有太大的意义。

克隆，在世纪之交变得纷纷扰扰，对生命的“复制”，是人们对生命的珍视，还是使生命变得廉价？我们苦苦思索。总之，克隆对我们的生命造成了很大的冲击，所以从珍视生命的角度出发，克隆技术还应慎行。

《无性繁殖——克隆》这本书让你更加客观地了解克隆技术。让我们大家一起去探索吧！

C

目录 无性繁殖——克隆

CONTENTS WUXING FANZHI KELONG

生命复制的信息

- 生命的单元——细胞 2
- 生命复制的基础——DNA 14
- 生命复制的单位——基因 20
- 生命复制的法则——遗传规律 33

基因工程

- 什么是基因工程 38
- 基因工程操作的工具 40
- 基因工程的基本操作步骤 42
- 各国的基因研究 44
- 转基因技术 45
- 神奇的基因工程分析术 52
- 基因工程与环境保护 54
- 基因工程与医药卫生 56
- 基因工程的危害 61
- 基因工程的前景 63
- 基因工程大事记 70

克隆技术冲击波

- 什么是克隆技术 74

克隆技术的发现之旅 75

“多莉”的诞生历程 79

“多莉”的意义和引起的反响 83

“多莉”之死 89

克隆之父——施佩曼 92

多莉之父——维尔穆特 94

克隆与孪生的区别 95

试管婴儿是克隆吗 100

克隆技术引发的社会问题 104

人的克隆——自我复制 105

克隆技术对伦理学的冲击 108

克隆技术在中国

童第周的怪鱼 112

没有外祖父的癞蛤蟆 114

高价克隆牛 115

小白鼠长人耳 117

转基因兔 118

转基因山羊 119

转基因鱼 122

新时期中国的克隆成果 123

多姿多彩的克隆技术

人工授精与胚胎移植 128

动物细胞核移植 131

胚胎分割 134

| | |
|----------|-----|
| 胚胎嵌合技术 | 135 |
| 核移植的几项成果 | 136 |
| 雌核生殖技术 | 137 |
| 植物无性繁殖 | 140 |
| 试管育苗 | 141 |

克隆技术造福于人类

| | |
|---------------|-----|
| 单克隆抗体技术 | 146 |
| 干细胞的研究 | 151 |
| 未来的制药厂 | 154 |
| 克隆技术与濒危生物保护 | 155 |
| 克隆技术与人的器官移植 | 157 |
| 克隆技术服务农业 | 158 |
| 克隆技术能实现人类哪些梦想 | 161 |
| 克隆对生物多样性的影响 | 163 |
| 动物克隆技术促进畜牧业发展 | 164 |
| 克隆技术打破种间隔离 | 166 |

克隆人的的是是非非

| | |
|-----------|-----|
| “克隆人”的前奏曲 | 170 |
| 可怖的艺术世界 | 174 |
| “克隆人”是什么 | 177 |
| 到底如何克隆人 | 178 |
| 支持克隆人的观点 | 182 |
| 希望克隆自己的人 | 183 |
| 反对克隆人的呼声 | 184 |

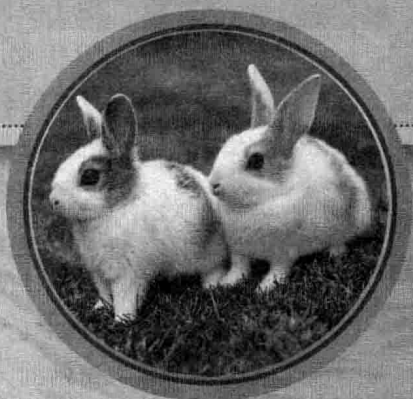
| | |
|-----------------------|-----|
| 各国政府对克隆的态度 | 186 |
| 平民百姓对克隆的态度 | 188 |
| 科学技术是双刃剑 | 189 |
| 科学家对克隆的态度 | 191 |
| 与“孟德尔定律”相违背的克隆人 | 192 |
| 克隆人打破了传统的家庭观念 | 194 |
| 克隆完全相同的人永无可能 | 195 |
| 克隆技术的真正危险 | 198 |
| 克隆人：生命伦理禁区 | 200 |
| 理性对待克隆人 | 204 |
| 如何对待克隆技术 | |
| 在茫然的社会舆论面前 | 210 |
| 科学需要理解 | 214 |
| 科学有待规范 | 217 |
| 约束自我，尊重人类 | 220 |
| 中国克隆大事记 | 222 |
| 世界克隆大事记 | 223 |

无性繁殖——克隆

生命复制的信息

WUXING FANZHI KELONG

几十万年以来，高级生命的繁衍遵循着阴阳和合的性生殖的天然规律。然而，20世纪生物科学的发展彻底地打破了这一点。一只克隆羊的出现引起世界各国政府、舆论界的密切关注。究竟什么是克隆技术？未来生物科学的发展会给人类带来一些什么？人类应不应该把自己克隆？这一切，只有了解了生命高科技的最新进展才能得出答案！“克隆”打破了高级生命的繁衍遵循着阴阳和合的性生殖的天然规律，成为迄今以来最为人关注的生物技术。





生命的单元——细胞

◎ 什么是细胞

在古代，人们知道怎样进行栽培、育种、嫁接和杂交，却并不知道为什么要这么做。这其中的奥秘是现代生物学家才给我们揭示出来的。现在我们知道，生命的基本单位是细胞，栽培、育种、嫁接和杂交实际上是细胞及细胞构成的组织在发挥作用。一个小小的细胞，诞生、发育、繁殖、分裂，使得育种和杂交成为可能。成千上万个细胞构成的生物组织“军团”，使得栽培和嫁接成为可能。归根结底，还是因为细胞本身就具有生命的全部复制功能。

细胞是生命的基本单位，所有的生命形式，基本上都是以细胞为基础的。生命要延续，不管是无性生殖，还是有性生殖，归根结底，都是小小的细胞在不停地“吃喝拉撒”，在不停地复制自己。因为细胞本身就具有生命的全部复制功能，因此现代生物学家要进行“克隆”，就要对细胞进行“手术”。

生命开始于细胞，所有的生命活动只有在细胞结构中才能实现。但细胞

的发现经历了一个漫长的过程。17世纪60年代，胡克发现了孕育生命的细胞；19世纪30年代，施旺和施莱登创立了伟大的细胞学说，他们把生命的奥秘和生命的本身浓缩到了一个微观境界，实现了生命科学的第一次统一。生命宝盒的开启，使人们认识到小小的细胞如同人类社会一样，是一个奇妙的大千世界，是由膜包裹着的生物大分子体系的精细结

趣味点击

嫁接

嫁接，植物的人工营养繁殖方法之一。即把一种植物的枝或芽，嫁接到另一种植物的茎或根上，使接在一起的两个部分长成一个完整的植株。嫁接时应当使接穗与砧木的形成层紧密结合，以确保接穗成活。接上去的枝或芽，叫做接穗，被接的植物体，叫做砧木或台木。



构。让我们走进细胞的王国，去探寻奥秘吧！

◎ 细胞的构成

从整体上看，细胞分原核细胞和真核细胞两大类。从原生动物到人类，从低等植物到高等植物，绝大多数动植物都是由真核细胞构成的。真核细胞里具有真正的细胞核。细菌、蓝藻属于原核细胞生物，它们的结构简单，种类不一。原核细胞的外部由细胞膜包围着，内部脱氧核糖核酸（DNA）的区域没有被膜包围，只有一条 DNA。这就是说，它没有一个像样的细胞核，原核细胞因此而得名。在先进的高倍显微镜下，可以清晰地观察到真核细胞的内部结构。以植物细胞为例，细胞的外面有细胞壁，细胞与细胞之间有一层胶状物，把两个细胞壁紧紧地黏合在一起；在相邻两个细胞细胞壁之间有胞间连丝，使细胞之间彼此互通；细胞内有细胞质和细胞核，细胞质内有线粒体、质体、内质网、高尔基体和液泡等内含物，还有丝状和管状结构，类似细胞的肌肉和骨架；细胞核内有核膜，使核与细胞质分开，还有染色质和核仁；细胞的表面由一层质膜包裹，控制着细胞内外物质的运输。

细胞表面的那层质膜叫做细胞膜，又称质膜。细胞膜是一个有序的、动态的、开放的、具有选择性和渗透性的结构，它不仅是生命结构与非生命结构的边界，也是细胞内许多独立结构的边界。在显微镜下，细胞膜的结构变化多端，有的向内折叠成手指状，有的向外凸出形成月牙状。植物细胞的细胞膜外还有细胞壁，其主要成分是纤维素，具有支持和保护植物细胞的功能。

细胞的中枢是细胞核，它是遗传信息储存、复制和转录的场所。细胞核包括核膜、染色质和核仁等部分。核膜是包在核外的双层膜，外膜可延伸与细胞质中的内质网相连。一些蛋白质和 RNA 分子可通过核膜或核膜上的核孔进入或输出细胞核。染色质是细胞核中由 DNA 和蛋白质组成并可被苏木精等染料染色的物质，染色质 DNA 含有大量的基因片段，是生命的遗传物质，因此，细胞核是细胞的



广角镜

内质网

内质网是细胞内的一个精细的膜系统。是交织分布于细胞质中的膜的管道系统。两膜间是扁平的腔、囊或池。



控制中心。核仁是细胞核中的颗粒状结构，富含蛋白质和 RNA，是核糖体的装配场所。在细胞核中，染色质和核仁都被液态的核质所包围。

知识小链接

纤维素

纤维素 (cellulose) 是由葡萄糖组成的大分子多糖。不溶于水及一般有机溶剂。是植物细胞壁的主要成分。纤维素是自然界中分布最广、含量最多的一种多糖，占植物界碳含量的 50% 以上。棉花的纤维素含量接近 100%，为天然的最纯纤维素来源。一般木材中，纤维素占 40% ~ 50%，还有 10% ~ 30% 的半纤维素和 20% ~ 30% 的木质素。

细胞质是细胞膜内的透明黏稠并可流动的物质，各种各样的细胞器就分布在细胞质中。细胞器主要包括线粒体、内质网、高尔基体、溶酶体、质体等，其中线粒体和质体是较大的细胞器。另外，细胞质中还有由微管、肌动蛋白和中间丝构成的细胞骨架。有些细胞表面还有鞭毛和纤毛，可帮助细胞自主运动。这些细胞器相互关联，相互补充，协同作用，共同执行生命功能。



拓展思考

膜蛋白

生物膜所含的蛋白叫膜蛋白，是生物膜功能的主要承担者。根据蛋白分离的难易及在膜中分布的位置，膜蛋白基本可分为三大类：外在膜蛋白或称外周膜蛋白、内在膜蛋白或称整合膜蛋白和脂锚定蛋白。膜蛋白的功能是多方面的。有些膜蛋白可作为“载体”而将物质转运进出细胞。有些膜蛋白是激素或其他化学物质的专一受体，如甲状腺细胞上有接受来自脑垂体的促甲状腺素的受体。

各类细胞器的膜（如内质网膜、内囊体膜等）、核膜和质膜在分子结构上基本相同，它们统称为生物膜。大多数生物膜的厚度只有 7 ~ 8 纳米，主要是由磷脂类组成的双分子层，脂双层中还以各种方式镶嵌着具有重要功能的蛋白质分子，如受体。脂双层中的磷脂分子亲水的“头”（磷酸的一端）



向着外侧，磷脂分子疏水的“尾”（脂肪酸的一端）向着内侧。根据脂双层中脂类分子和蛋白质分子可以横向移动的发现，生物学家辛格在 1972 年提出了生物膜的流动镶嵌模型。

生物膜是支持细胞正常生命活动的最基本的结构，它使各个细胞器组成生命活动的统一体。内质网是合成膜的主要部位，大多数磷脂和胆固醇都是在此合成，许多膜蛋白也在这里合成。它们通过内质网表面时，将内质网膜包裹在自己身上，然后像乘车旅行那样，到达高尔基体，并成了高尔基体的一部分。在高尔基体内，蛋白质进行再加工后，或到溶酶体内或被运输到质膜与其他结构中。这样，通过膜的流动（又称膜流）就实现了物质的运输更新，膜也随之不断得到再生和流转。

生命起源于细胞。在漫长的生命演化过程中，为适应不同需要出现了各种各样的细胞。如传导冲动的神经细胞、自律跳动的心肌细胞、携带氧气的红细胞、提供能量的肌肉细胞、吞噬病菌的白细胞，等等。细胞直径一般为 10 ~ 30 微米，但体积大的细胞，人的肉眼就可以看见，如鸟类的蛋最大的直径达 10 厘米，章鱼的神经细胞有几米长；最小的细胞直径不到 1 微米，如支原体只有 0.1 ~ 0.3 微米，原始

细菌也要用高倍显微镜才能看清楚。细胞的大小，即使在同一生命体的相同组织中也不一样。同一个细胞在不同发育阶段，它的大小也会改变。

细胞的形状多种多样，有球体、多面体、纺锤体和柱状体等。由于细胞内在的结构和自身表面张力以及外部的机械压力，各种细胞总是保持自己的一定形状。细胞的形状和功能之间有密切关系。例如，神经细胞会伸长几米，这是因为伸长的神经细胞有利于传导外界的刺激信息；高大的树木之所以能

趣味点击

白细胞

白细胞旧称白血球。血液中的一类细胞。白细胞也通常被称为免疫细胞。人体和动物血液及组织中的无色细胞。有细胞核，能做变形运动。白细胞一般有活跃的移动能力，它们可以从血管内迁移到血管外，或从血管外组织迁移到血管内。因此，白细胞除存在于血液和淋巴中外，也广泛存在于血管、淋巴管以外的组织中。



郁郁葱葱，是因为植物内的导管、筛管细胞是管状的，有利于水分和营养的运输。

◎ 奇妙的细胞社会

我们知道，细胞是生命的最基本的结构单位。虽然每个细胞都可以独立地生活，但多数生命体是由多细胞组成的，即使某些单细胞的病菌也常常形成一个群体。因此，细胞多数是生活在群体环境中的。细胞在群体之间互相分工、互相协作、互相制约，共同构成了奇妙的大千世界——细胞社会。

在细胞社会中，数以万计的细胞要建立确定的关系：首先细胞间要能互相识别；其次细胞间要形成固定的连接；最后在识别和连接的基础上，细胞之间、细胞与个体之间要能相互进行信息交流。只有这样，一个基本的细胞社会才能形成。

细胞之间能够互相识别，是维尔森在 1907 年的海绵实验中证实的。海绵是最简单的多细胞动物，仅由 5~6 种细胞组成，用机械方法就可将海绵体游离成单个细胞。当维尔森把颜色不同的两种海绵细胞混合时，游离的单细胞会迅速重聚成团，结果每个聚合体只含一种颜色的细胞。维尔森发现，这种细胞间的互相识别特征在其他的物种上也表现得非常明显。如将鸟类或哺乳类动物的肝脏细胞分散，重聚时同物种的细胞也会迅速相聚；植物花粉与柱头的识别，只有同种花粉才会萌芽；精子和卵子的识别，也只有同物种才能受精……

可见，细胞间的识别是普遍存在的，并有物种、器官和发育过程的特异性。细胞之间的特异识别的分子基础是细胞表面的糖复合物，即黏附在细胞表面的跨膜糖蛋白分子。该分子的大部分在胞外，且常有糖链；胞质部分一般较小，具有信号传递或信号放大的作用。

经过识别后形成的稳定的细胞聚合，为形成细胞连接提供了条件。细胞连接是指多细胞有机体中相邻细胞之间，通过细胞质膜相互联系和协同作用的重要组织方式。根据不同的组织功能，细胞之间发展出相应的连接方式，如封闭连接、间隙连接、锚定连接等。

封闭连接是存在于小肠上皮细胞或脂肪细胞中的一种连接方式，又叫紧密连接。它形成的封闭连接结构可以起到封闭隔离的作用，保护内部组织不



受侵害，同时将相邻细胞间的上皮组织联合成一个整体，阻止了可溶性物质从上皮细胞一侧向另一侧扩散。间隙连接是存在于肝细胞中的一种连接方式。它是通过一排坚硬而空心的圆筒形结构蛋白将细胞连接起来，并且圆筒的两端插入相邻的细胞中，这样就在 2~3 纳米的细胞间隙建立了一个中空过道，相邻的两个细胞正是依赖这一结构进行离子和小分子的交换。锚定连接是存在于上皮组织、心肌组织等结构中的一种连接方式。

知识小链接

肝细胞

肝脏是由肝细胞组成，肝细胞极小，肉眼看不到，必须通过显微镜才能看到。人肝约有 25 亿个肝细胞，50 个肝细胞组成一个肝小叶，因此人肝的肝小叶总数约有 50 万个。肝细胞为多角形，直径约为 20~30 微米，有 6~8 个面，不同的生理条件下大小有差异，如饥饿时肝细胞体积变大。每个肝细胞表面可分为窦状隙面、肝细胞面和胆小管面三种。肝细胞里面含有许许多多复杂的细微结构：如肝细胞核、肝细胞质、线粒体、内质网、溶酶体、高尔基氏体、微粒体及液泡等。

在相互识别和形成连接的基础上，通过直接通讯或连接通讯、神经传导和激素信号等方式，细胞之间就可以进行通讯了。多细胞生物细胞间的通讯，对于多细胞生命体的诞生和组织构建、协调细胞功能、控制细胞分裂和生长是必须的。今天，细胞之间、细胞与个体之间的信息通讯，已经成为生命科学领域的一个研究热点。

◎ 细胞的化学成分

细胞中的化学成分是极其复杂和繁多的，需要利用现代生物化学知识和技术进行分析研究。而正是这些复杂繁多的化学成分，构成了生命存在和新陈代谢的物质基础。生物化学是以研究生命的物质基础和阐明生命的物质代谢为主要目的的科学，直接涉及生命的本质问题。

早在 19 世纪下半叶，伟大的革命导师恩格斯就在生命的定义中指出：



“生命是蛋白体的存在方式，这个存在方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断地新陈代谢，而且这种新陈代谢一停止，生命就随之停止，结果便是蛋白质的分解。”恩格斯对生命定义在一定程度上揭示了生命的物质基础，即具有新陈代谢功能的蛋白体。

进入 20 世纪，人类对生命的认识迅速发展。1953 年遗传物质 DNA 双螺旋结构的发现，开创了从分子水平研究生命活动的新纪元。此后，遗传信息由 DNA（脱氧核糖核酸）通过 RNA（核糖核酸）传向蛋白质中心法则的确立、遗传密码的相继破译、蛋白质的人工合成等一系列重大研究成果表明：核酸（DNA 与 RNA）和蛋白质是生命的最基本物质，蛋白质是一切生命活动调节控制的主要承担者，生命活动在酶的催化作用下进行，几乎所有酶的化学本质是蛋白质。从而揭示了核酸、蛋白质、酶等生命大分子的结构、功能和相互关系，为研究生命现象的本质和活动规律奠定了理论基础。

核酸——生命的本源物质。核酸是细胞的核心物质，是细胞里最重要的生命大分子之一。核酸呈酸性，最初是从细胞核中发现的，所以称为核酸。地球上的所有生命体中都含有核酸，它是支配生命从诞生到死亡的根源物质，主宰着细胞的新陈代谢，储存着生命的全部遗传信息。因此，核酸被现代科学家誉为生命之本。

根据核酸中所含戊糖的不同，可将核酸分成脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）两类，它们都是由许多顺序排列的核苷酸组成的大分子。每一个核苷酸含有一个戊糖（核糖或脱氧核糖）分子、一个磷酸分子和一个含氮的有机碱（碱基）。这些有机碱分为两类，一类是嘌呤，是双环分子；一类是嘧啶，是单环分子。嘌呤包括腺嘌呤（A）和鸟嘌呤（G）2 种；嘧啶有胸腺嘧啶



拓展思考

蛋白体

现代分子生物学证明，蛋白体是以核酸和蛋白质为主要成分的多分子体系。早在 100 多年前，恩格斯就指出，“蛋白体是生命存在的方式，这种方式本质上就在于蛋白体的化学组成部分的不断自我更新。”恩格斯不仅揭示了蛋白体是生命的物质基础，还指出了蛋白体的功能是具有自我更新的能力。