

基因与基因工程

郑丽沙

生物与医学工程学院

lishazheng@buaa.edu.cn

内容

- * 基因
- * 基因工程

基因

* 所谓基因，就是带有遗传性状的DNA片段，每个基因具有自身的遗传密码。



基因学说的创立

- * 1864年英国哲学家斯宾塞(H. Spencer)曾提出“生理单位”，1868年达尔文(C.R. Darwin)将其称为“微芽”，1884年瑞士植物学家耐格望(Nageli)称之为“异胞质”(idioplasm)，1889年荷兰学者德弗里斯(U. De Vries)称为“泛生子”。1883年德国魏斯曼(A. Weismann)称之为“种质”，并指明生殖细胞中的染色体便是种质，认为种质是遗传的，体质不遗传，种质影响体质，而体质不影响种质。这在理论上为重新发现广为人们接受的孟德尔遗传规律铺平了道路。

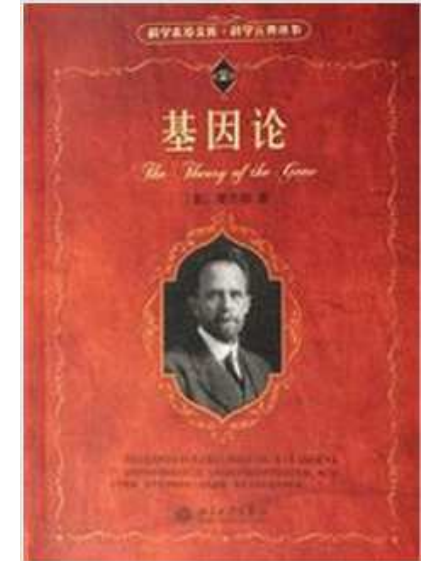
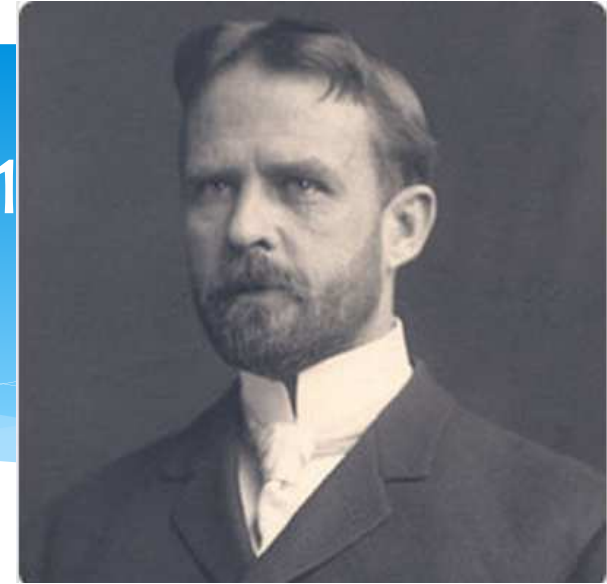


* 遗传子(hereditary factor)的概念,最初是由遗传学的奠基人孟德尔(G.J. Mendel, 1822-1884)提出的。他的两大遗传定律奠定了遗传学的基础。但在当时条件下,他的科学发现和见解,没有引起生物学界同行的注意。湮没了35年之后,即1900年才被荷兰的德弗里斯(H. De Vries)、德国的科伦斯(C. Correns)和奥地利切尔马(G.E. Tschermak)等植物学家重新发现。

* 1909年丹麦植物生理学家和遗传学家约翰森 (W. Johannsen)称孟德尔式遗传中的遗传因子为**基因**，并且明确区别基因型和表型。同年贝特森还创造了等位基因、杂合体、纯合体等术语，并发表了代表性著作《孟德尔的遗传原理》。

摩尔根(T. H. Morgan, 1866-1

- * 在孟德尔定律的基础上，创立现代遗传学的“基因理论”。曾对多种生物（包括许多种海洋生物）和生物学问题进行研究；利用果蝇进行遗传学研究，发现了染色体是基因的载体，确立了伴性遗传规律。并发现位于同一染色体上的基因之间的连锁、交换和不开等现象，建立了遗传学的第三定律——**连锁交换定律**。把400多种突变基因定位在染色体上，制成染色体图谱，即基因的连锁图。于1926年出版了《基因论》（The Theory of the Gene）专著，对基因这一遗传学基本概念进行了具体而明确的描述。

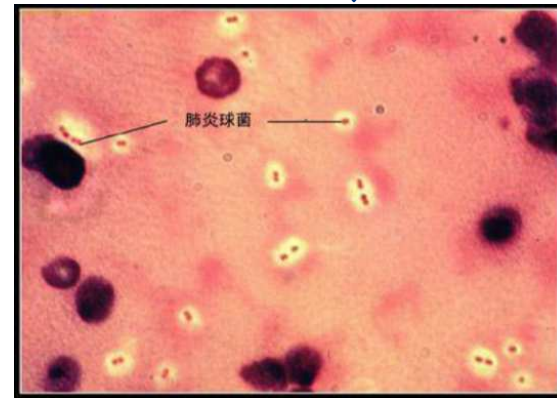


基因的化学本质-DNA

- * 1944年艾弗里(O. T. Avery, 1877-1955)的肺炎双球菌的转化实验证明DNA是遗传物质。他和麦卡蒂(M. McCarty)等人发表了他和麦卡蒂(M. McCarty)等人发表了关于“转化因子”的重要论文，首次实验明确证实：DNA是遗传信息的载体。

肺炎双球菌的转化实验

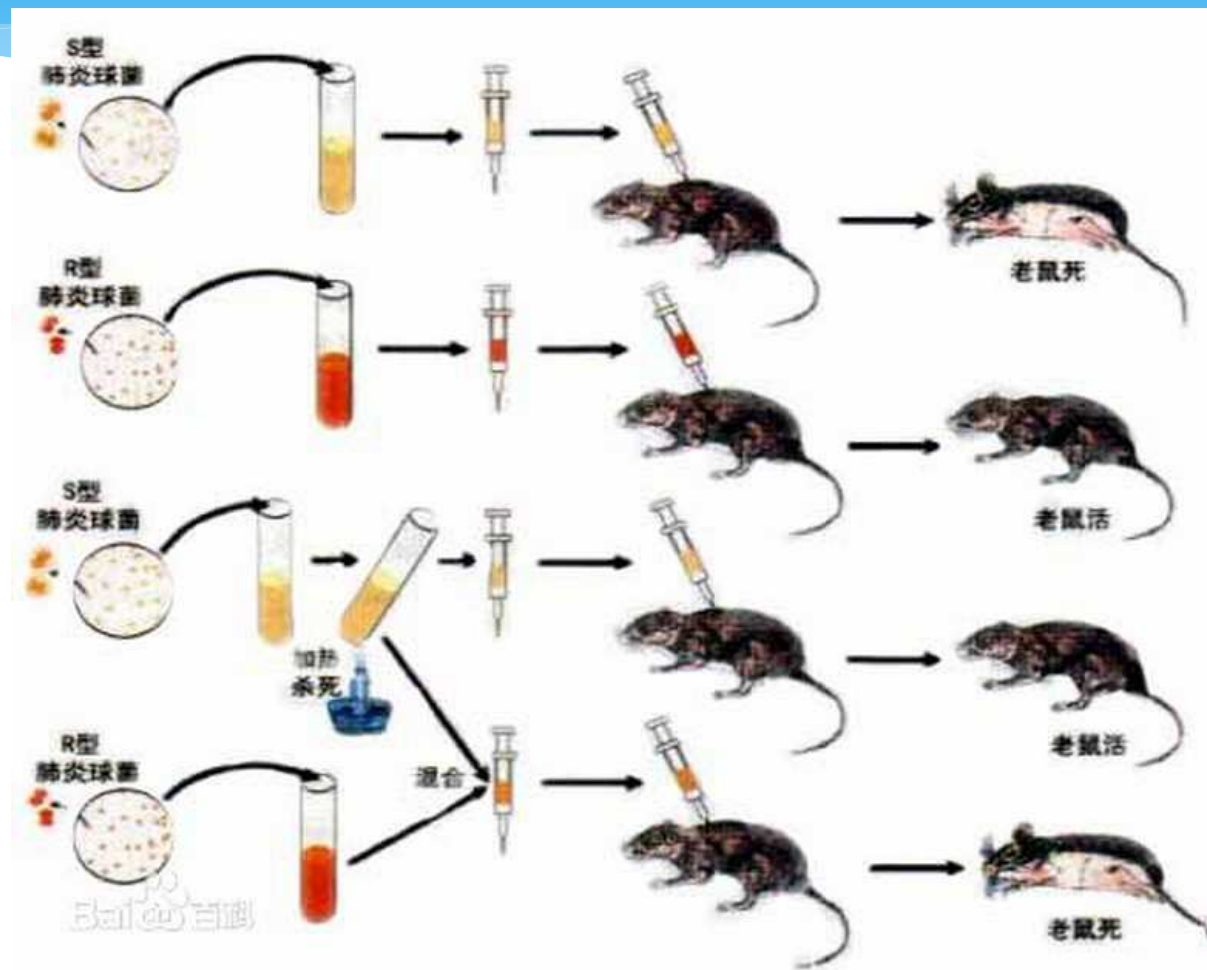
- * 肺炎双球菌(*Diplococcus pneumoniae*)是一种病原菌，存在着光滑型(Smooth简称S型)和粗糙型(Rough简称R型)两种不同类型。其中光滑型的菌株产生荚膜，有毒，在人体内它导致肺炎，在小鼠体中它导致败血症，并使小鼠患病死亡，其菌落是光滑的；粗糙型的菌株不产生荚膜，无毒，在人或动物体内不会导致病害，其菌落是粗糙的。



* 格里菲斯的实验

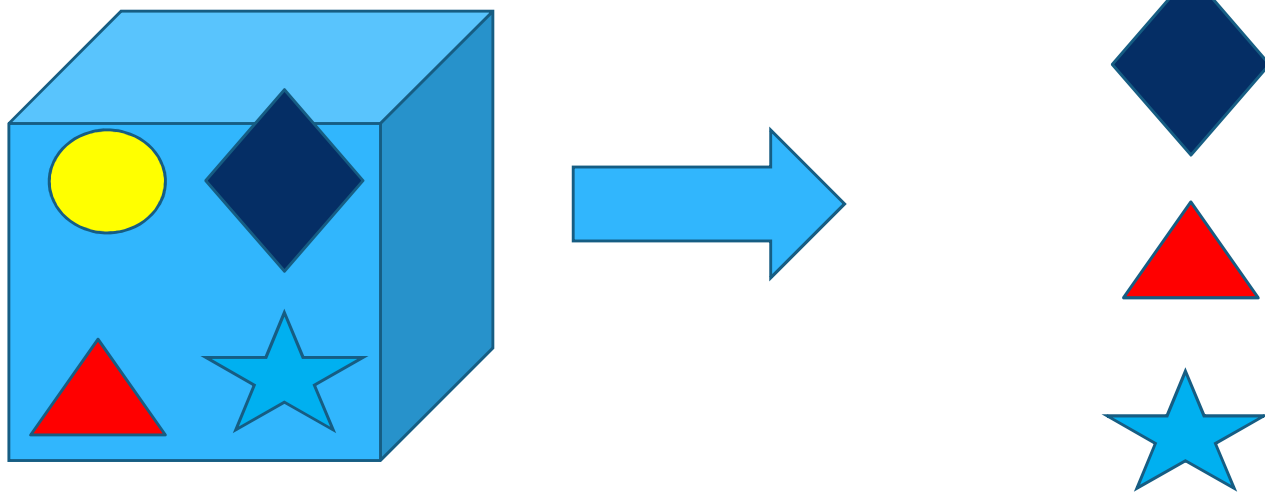
这个实验说明什么呢？

S型死菌体内有一种物质能引起R型活菌转化产生S型菌。格里菲斯称这一现象为转化作用



* 已知S型死菌体内有一种物质能引起R型活菌转化产生S型菌，请设计实验研究该转化物质是什么？

* 核心思路：化繁为简



* 埃弗雷等人的进一步实验

* 1944年美国的埃弗雷等人在格里菲斯工作的基础上，对转化的本质进行了深入的研究（体外转化实验）。从S型活菌体内提取DNA、RNA、蛋白质和荚膜多糖，将它们分别和R型活菌混合均匀后注射入小白鼠体内，结果只有注射S型菌DNA和R型活菌的混合液的小白鼠才死亡，这是一部分R型菌转化产生有毒的、有荚膜的S型菌所致，并且它们的后代都是有毒、有荚膜的。

R型细菌 + S型菌的DNA → R型细菌和 S型菌

R型细菌 + S型菌的
蛋白质或荚膜多糖 → 只长R型菌

R型细菌 + S型菌的
DNA + DNA酶 → 只长R型菌

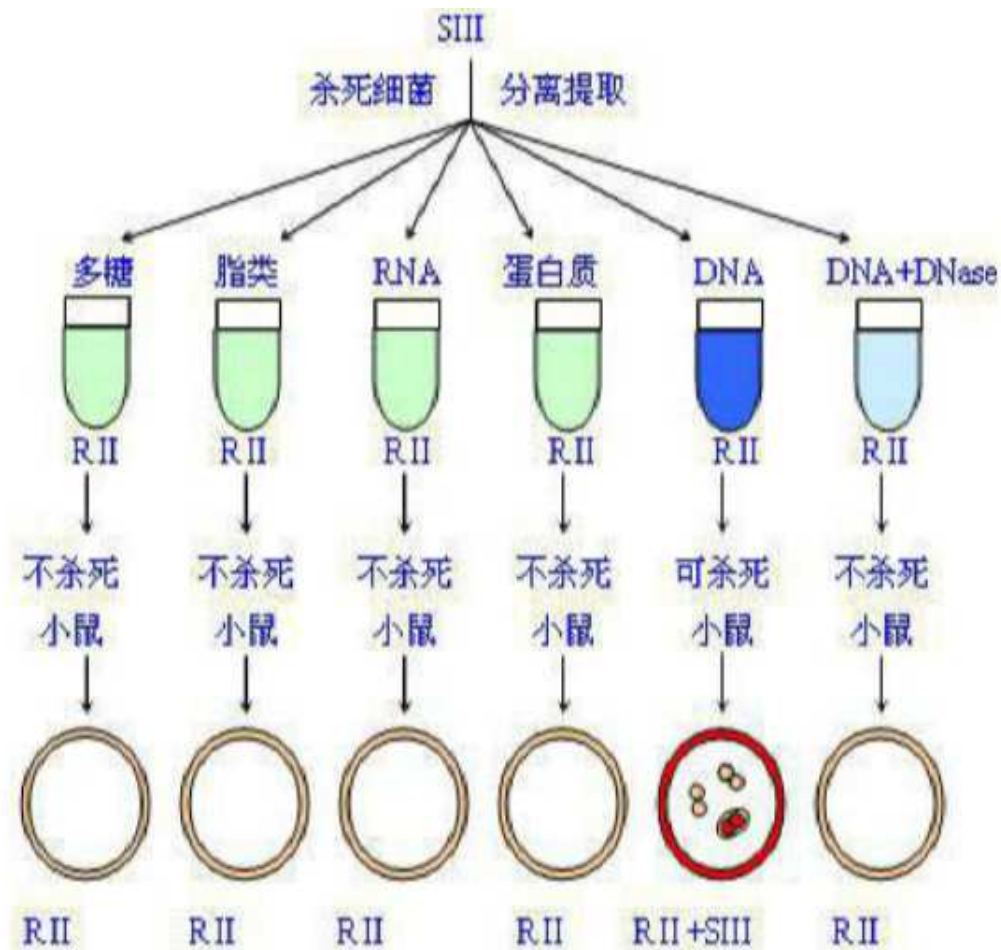


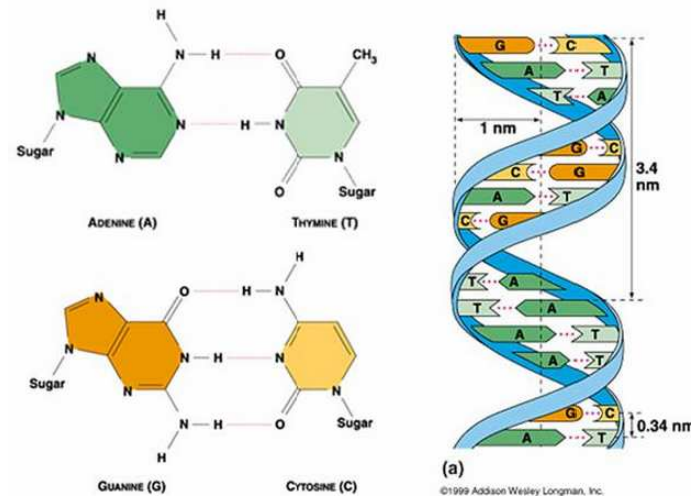
图 9-2 Avery, O. 等的体外转化实验

实验说明：转化因子的实质是DNA，DNA是使得R型细菌产生稳定遗传变化的因子。

- * 从而引入了转化的概念：
- * 转化 (transformation) 是某一基因型的细胞从周围介质中吸收来自另一基因型的细胞的DNA而使它的基因型和表现型发生相应变化的现象。

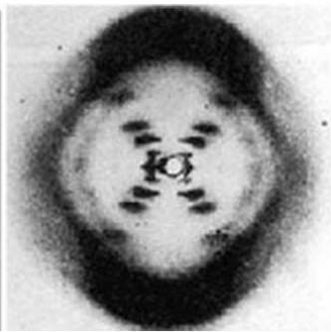
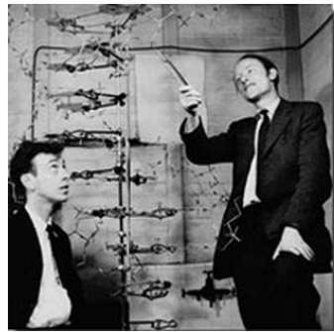
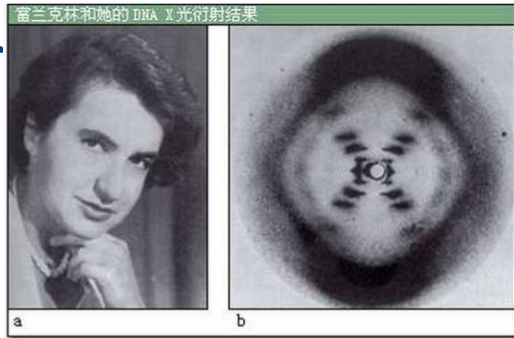
DNA

- * DNA是由4种脱氧核糖核苷酸dAMP、dGMP、dCMP、dTMP，按一定顺序排列而成的大分子。DNA链由两条碱基互补的脱氧核苷酸链反向平行旋转形成。每个脱氧核苷酸由一个碱基、一个脱氧核糖及一个磷酸分子组成。



DNA双螺旋结构

- * 1953年，美国分子生物学家詹姆斯·沃森(J.D. Watson)和英国物理学家弗朗西斯·克里克(F.H.C. Crick)根据威尔金斯(M. Wilkins)和富兰克林(R. Franklin, 1920-1958)x射线衍射分析，提出了著名的DNA双螺旋结构模型，进一步说明基因成分就是DNA，它控制着蛋白质合成，基因就是DNA分子的一个



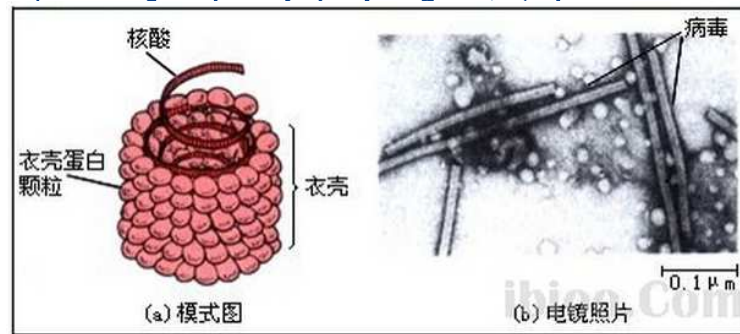


* 富兰克林与DNA的发现：巨大的优势却落败

- * 合作：威尔金斯与富兰克林之间关系势同水火
- * 依靠自己单打独斗
- * 效率：谨慎的天性使她进展缓慢
- * 创新性思想：她始终也不敢相信DNA在任何情况下都会呈螺旋形，而是将其视为在特殊条件下出现的一种特殊情形。

威尔金斯给沃森看了一些新的X射线照片直接促使双螺旋结构的诞生。“如果这不是一次无私的为了科学进步而分享信息的举动，那也应该算是一次愤怒的报复行为”。

* 随着研究的深入，现在我们已经知道，在生物界并非所有的基因都是由DNA构成的。某些病毒和噬菌体，它们遗传体系的基础是RNA，而不是DNA。例如，吉尔(A. Gierer)和施拉姆(G. Schramm)在研究烟草花叶病毒时，首先发现了RNA分子能传递遗传信息，同时他们还发现烟草花叶病毒的RNA成分在感染的植株叶片中能够诱导合成新的病毒颗粒。



基因的语言——遗传密码

- * 经过许多人的共同努力，特别是尼伦伯格(M. W. Nirenberg)和科拉纳(H. G. Khorana)出色工作，到1961年底有关遗传密码的若干最主要的问题都已经得到了解决。

		Second letter				
		U	C	A	G	
First letter	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA Stop UAG Stop	UGU } Cys UGC } UGA Stop UGG Trp	U C A G
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G

- * 第一个问题是密码比率，即多少个碱基决定一个氨基酸。
- * 你能设计实验证明吗？
- * 初步简单排除：
 - * 1个碱基决定一个蛋白：就可决定四种氨基酸，显然太少
 - * 2个碱基决定一个蛋白：就可决定十六种氨基酸，显然还是不够。
 - * 3个碱基决定一个蛋白：就可决定六十四种氨基酸，可能。需要实验证明

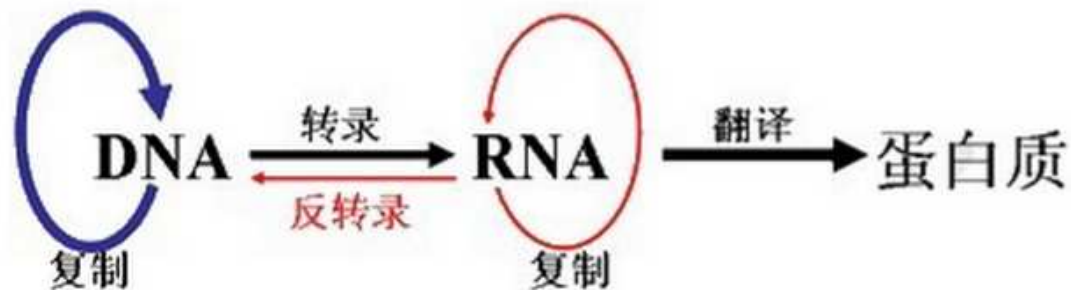
* 第二个问题是密码是否重叠。根据烟草花叶病毒突变体外壳蛋白质氨基酸顺序的研究表明，通常总是只有一个氨基酸发生改变。其他方面的类似研究得到相同的结果。因此得出结论：遗传密码是不重叠的。

* 是相邻的2个三联体密码之间是否存在着“逗号”，在一条由多核苷酸组成的DNA链上，由每3个碱基组成一组的所谓三联体究竟怎样才能被正确地阅读呢？实验证明，碱基的阅读是从一个个固定的起点按序进行的，它并不存在有什么“逗号”问题。

- * 1959年三联体密码的猜想终于被尼伦伯格(Nirenberg Marshall Warren) 等人用“体外无细胞体系”的实验证实。尼伦伯格等人的实验用人工制成的只含一种核苷酸的mRNA作模板，提供核糖体、ATP、全套蛋白翻译所必需的酶系统和二十种氨基酸单体等等作为原料，在合适的条件下接着观察这已知的核苷酸组成的mRNA翻译出的多肽链。结果发现形成一条多个氨基酸组成的肽链。从而表明mRNA上的碱基决定氨基酸。此外实验同时也证明了mRNA上的密码是奇数的三联体，因为只有奇数的三联体才能形成交互的二个密码。

遗传信息的传递——中心法则

*“中心法则”是指遗传信息在细胞内的生物大分子之间转移或传递的基本法则。1958年，沃森和克里克等人在综合地分析了20世纪50年代末期有关遗传信息流向的各种资料的基础上，提出了描绘DNA、RNA和蛋白质三者关系的所谓中心法则。1970年特明(H. M. Temin)在发现了逆转录酶，进一步发展和完善了“中心法则”



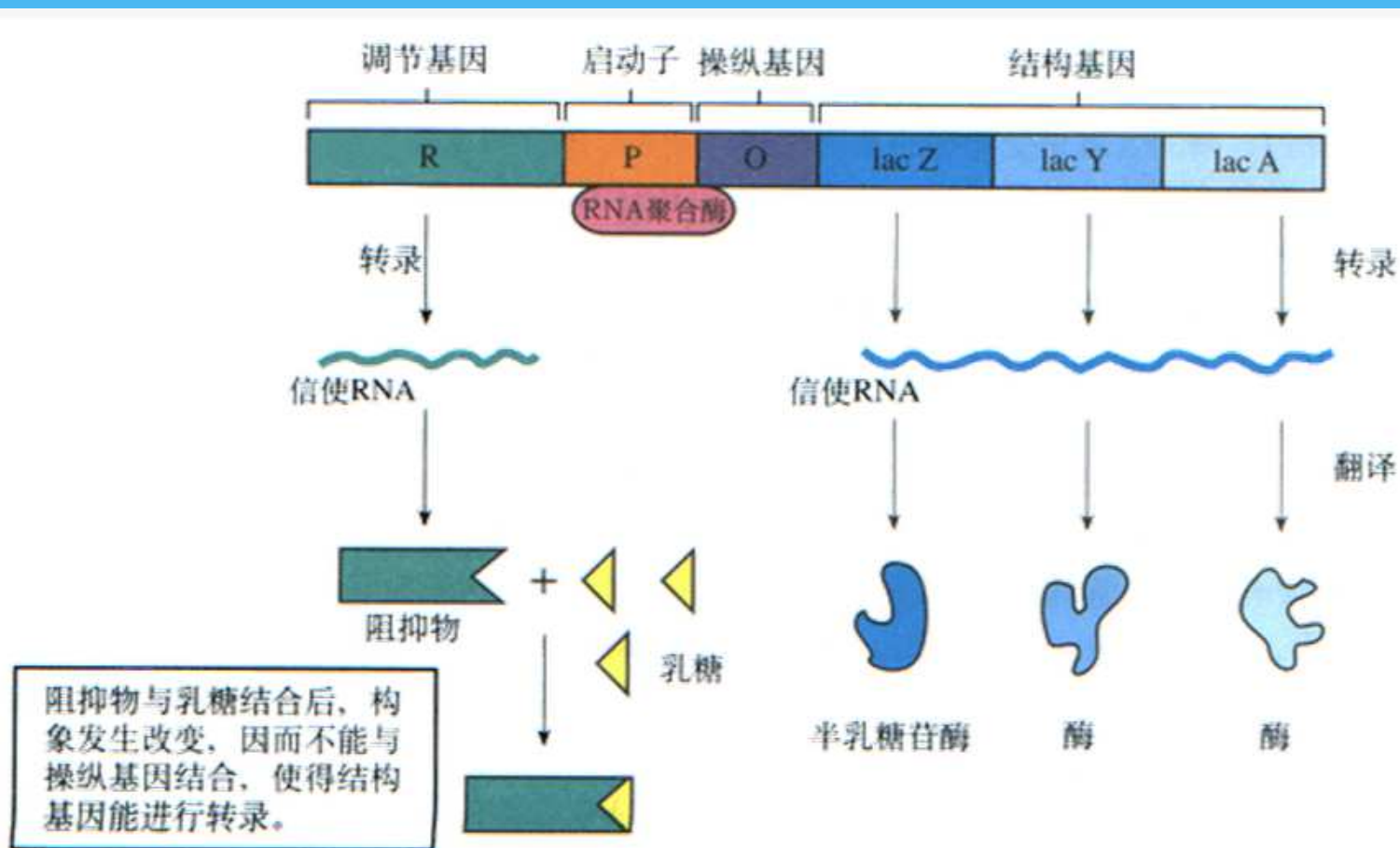
基因表达及其调控

- * 过去人们对基因的功能理解是单一的作为蛋白质合成的模板。但是1961年法国雅各布(F. Jacob)和莫诺(J.L. Monod)的研究成果，大大扩大了人们关于基因功能的视野。他们在研究大肠杆菌乳糖代谢的调节机制中发现某些基因不起到蛋白质模版的作用，只有调节或操纵作用，提出了操纵子学说。从此将基因分为结构基因、调节基因和操纵基因。

原核细胞调控——乳糖操纵子为例

- * 乳糖操纵子是参与乳糖分解的一个基因群，由乳糖系统的阻遏物和操纵序列组成，使得一组与乳糖代谢相关的基因受到同步的调控。在大肠杆菌的乳糖系统操纵子中， β -半乳糖苷酶，半乳糖苷渗透酶，半乳糖苷转酰酶的结构基因以LacZ (z)，Lac Y (y)，Lac A (a) 的顺序分别排列在染色体上，在z的上游有操纵序列Lac O (o)，更前面有启动子Lac P (p)，这就是操纵子（乳糖操纵子）的结构模式。编码乳糖操纵系统中阻遏物的调节基因Lac I (i) 位于和p上游的临近位置。

乳糖操纵子



* 平时I基因经常进行转录和翻译，产生有活性的阻遏蛋白。当大肠杆菌在含有葡萄糖而不含乳糖的培养基中培养时，阻遏蛋白与操纵基因结合，从而阻挡了RNA聚合酶的前移，使结构基因不能转录，也就不产生利用乳糖的3种酶。当大肠杆菌在只含乳糖而不含葡萄糖的培养基中培养时，乳糖便与结合在操纵基因上的阻遏蛋白及游离的阻遏蛋白相结合，并改变阻遏蛋白的构型，使其失活，从而使阻遏蛋白不能与操纵基因结合，这时RNA聚合酶可以通过O区而到达结构基因，使结构基因开始转录和翻译，产生出利用乳糖的3种酶。如果培养基中同时含有葡萄糖和乳糖，细菌只利用葡萄糖而不利用乳糖，原因是在这种情况下RNA聚合酶不能与启动基因结合，因此也就不能使结构基因进行转录和翻译。

- * 这一个完整的调节系统包括结构基因和控制这些基因表达的元件，形成了一个共同的调节单位，这种调节单位就称为操纵子（opron）。

真核细胞基因调控

* 真核细胞表达的调控，比原核细胞要复杂得多，至今还没有较为系统的、通用的而又为实验所证实的理论。普遍认为，真核基因的表达调控主要有3种形式：①结构基因的内部或其附近存在对基因表达起调控作用的DNA序列；②基因中某段富含CG的序列的甲基化对基因表达起调控作用；③通过染色体的结构的变化控制基因的表达。一般认为，在真核基因的结构基因的上游有一个启动基因区（由增强子和启动子组成）。下游结构基因由一些外显子和内含子组成。

* 基因表达的调控可以在不同的层次、不同的水平上进行，大致可分为5个方面：

* 1)转录调控

* 2)转录后调控

* 3)翻译调控

* 4)翻译后调控

* 5)蛋白质活性调控

现代基因的概念

- * 基因是DNA分子上具有遗传效应的特定核苷酸序列的总称。以下对几个有关基因的新名词做个解释。
- * 重复序列及重复基因
- * 根据对多种生物DNA所作的详细分析表明，在真核基因组存在有4种不同类型的DNA序列：不重复的唯一序列（只有一个拷贝），低度重复序列（<10个拷贝），中度重复序列（10几百个拷贝），高度重复序列（几百个到几百万个拷贝）。

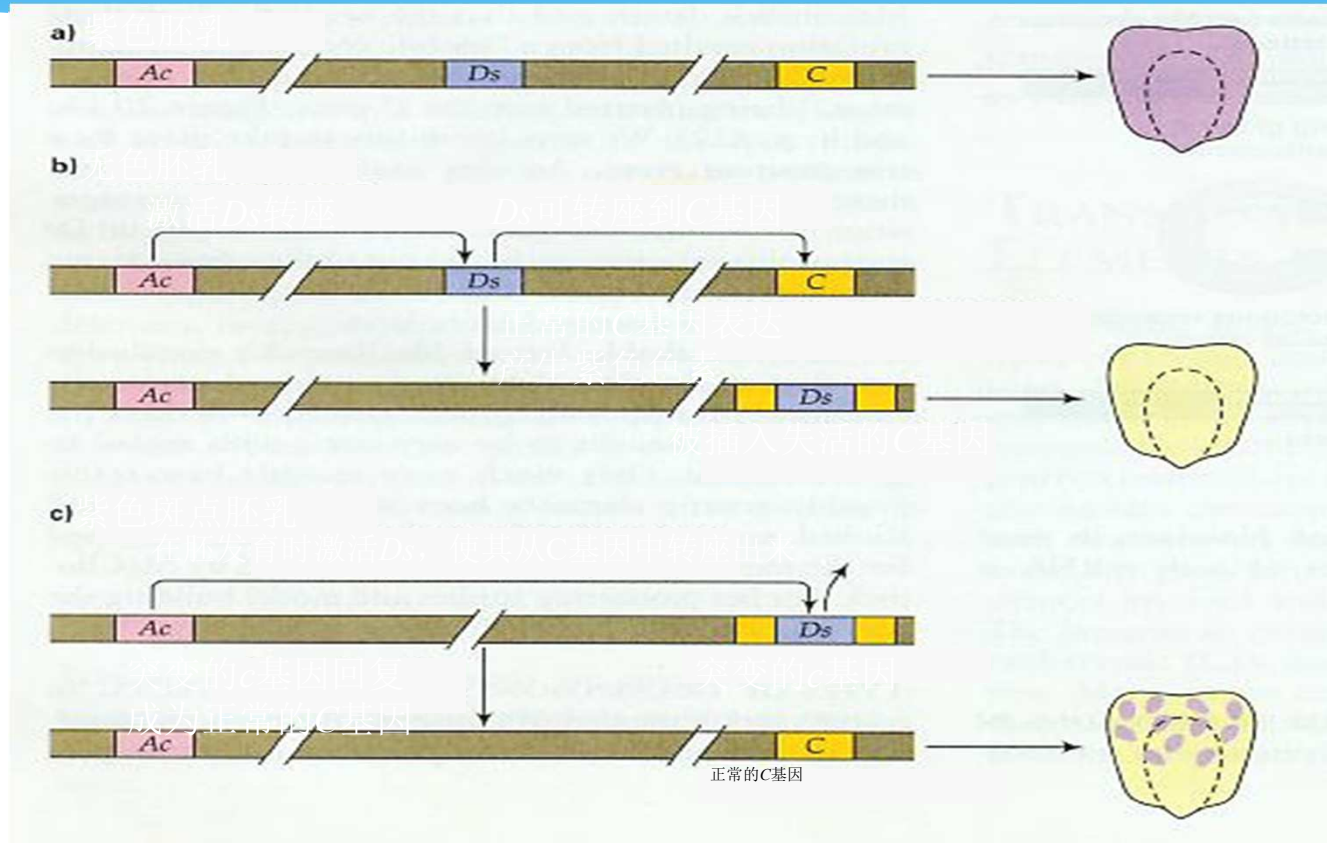
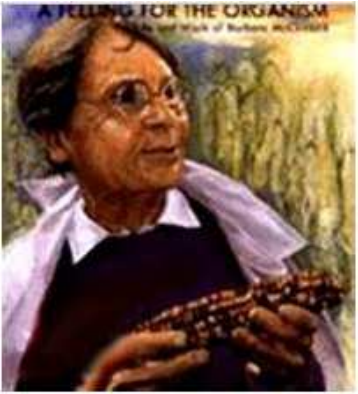
* 重叠基因

- * 长期以来，人们一直认为在同一段DNA序列内是不可能存在重叠的读码结构的。但是，1978年费尔(Feir)和桑戈尔(F.Sanger)在研究分析兵X174噬菌体的核苷酸序列时，发现由5375个核苷酸组成的单链DNA所包含的10个基因中有几个基因具有不同程度的重叠，但这些重叠的基因具有不同的读码框架。以后在噬菌体G4、MS2和SV40中都发现了重叠基因。基因的重叠性使有限的DNA序列包含了更多的遗传信息，是生物对它的遗传物质经济而合理的利用。

* 移动基因

* 移动基因，又叫转座因子。由于它可以从染色体基因组上的一个位置转移另外一个位置甚至在不同的染色体之间跃迁，因此在文献上有时也形象地称之为跳跃基因。

玉米转座子



Ac基因与Ds基因却相距很远，甚至不在同一染色体上



When you know you're right, you don't care what others think. You know sooner or later it will come out in the wash.

(Barbara McClintock)

* 断裂基因，在它们的核苷酸序列中间插有与氨基酸编码无关的DNA间隔区，称内含子(intron)，使一个编码基因分隔成不连续的，相应地被称为外显子(Extron)的若干区段。我们称这种编码序列不连续的间断基因为断裂基因。

* 假基因

- * 1977年，雅克(G. Jacq)在对非洲爪蟾5S rRNA基因簇的研究后提出了假基因的概念，这是一种核苷酸序列同其相应的正常功能基因基本相同，但却不能合成出功能蛋白质的失活基因。假基因的发现是真核生物应用重组DNA技术和序列分析的结果。现已在大多数真核生物中发现了假基因，如Hb的假基因，干扰素、组蛋白、 α 球蛋白和 β 球蛋白、肌动蛋白及人的rRNA和tRNA基因均含有假基因。由于假基因不工作或无效工作，故有人认为假基因，相当人的痕迹器官或作为后补基因。

* 管家基因和奢侈基因

* 具有相同遗传信息的同一个体细胞间其所利用的基因并不相同，有的基因活动是维持细胞基本代谢所必需的，而有的基因则在一些分化细胞中活动，这正是细胞分化、生物发育的基础。前者称为管家基因，而后者被称为奢侈基因。

基因工程的基本定义

- * 基因工程原称遗传工程（genetic engineering）。
- * 狭义：
- * 基因工程是指将一种或多种生物体（供体）的基因与载体在体外进行剪接重组，然后转入另一种生物体（受体）内，使之按照人们的意愿遗传并表达出新的性状。
- * 三大要素：
- * 供体、受体、载体

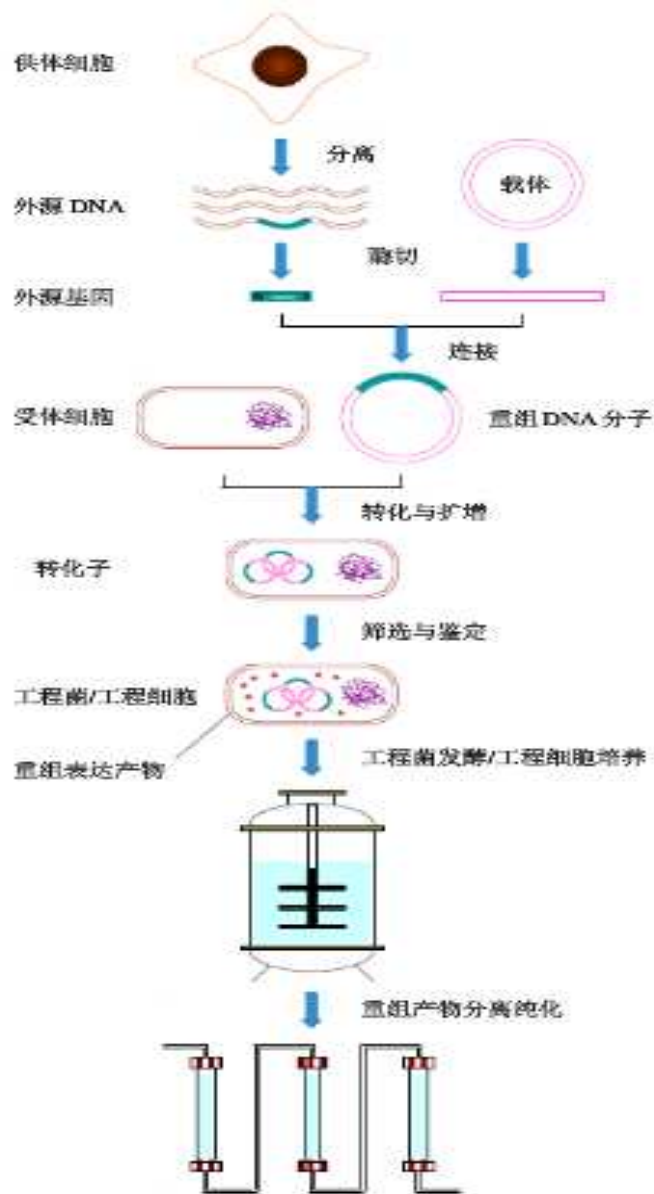


* 广义：

* DNA重组技术的产业化设计与应用，包括上游技术和下游技术两大组成部分。上游技术指的是外源基因重组、克隆、表达的设计与构建（即狭义的基因工程）；而下游技术则涉及含有重组外源基因的生物细胞的大规模培养，以及外源基因表达产物的分离纯化过程。



基因工程基本过程



1. **切**: 获取目的基因, 酶切目的基因及载体
2. **接**: DNA与载体连接
3. **转**: 将外源重组分子导入受体细胞
4. **增**: 培养转化细胞, 扩增DNA重组分子
5. **检**: 筛选重组子。

基本原理

- * 三大基石：

- * 分子遗传学、分子生物学、生物工程学

- * 载体在受体细胞中自主复制，提高外源基因的剂量：分子遗传学原理

- * 筛选重组基因的转录调控元件：分子生物学原理

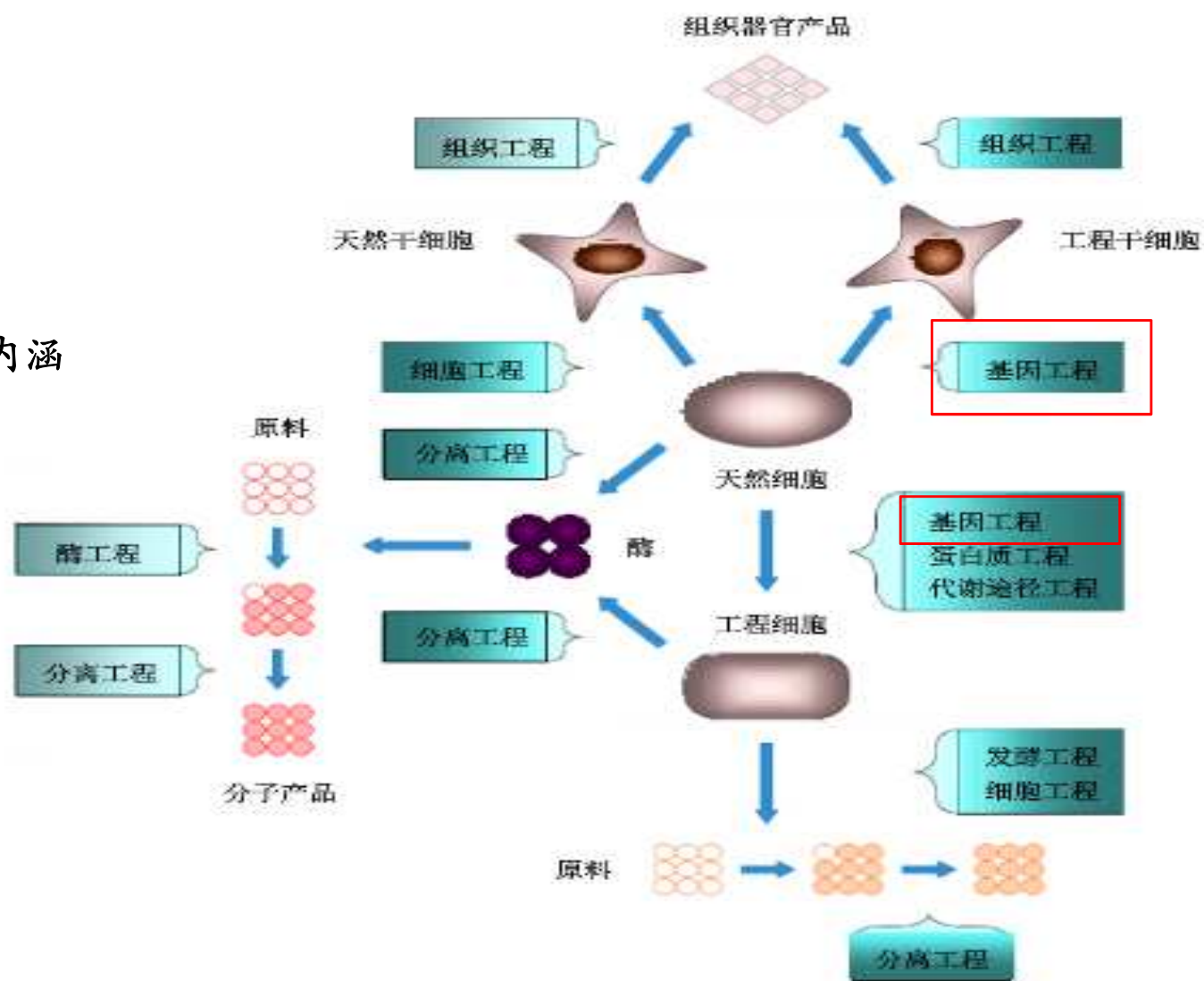
启动子、增强子、终止子等

- * 修饰构建蛋白翻译表达的调控元件：分子生物学原理

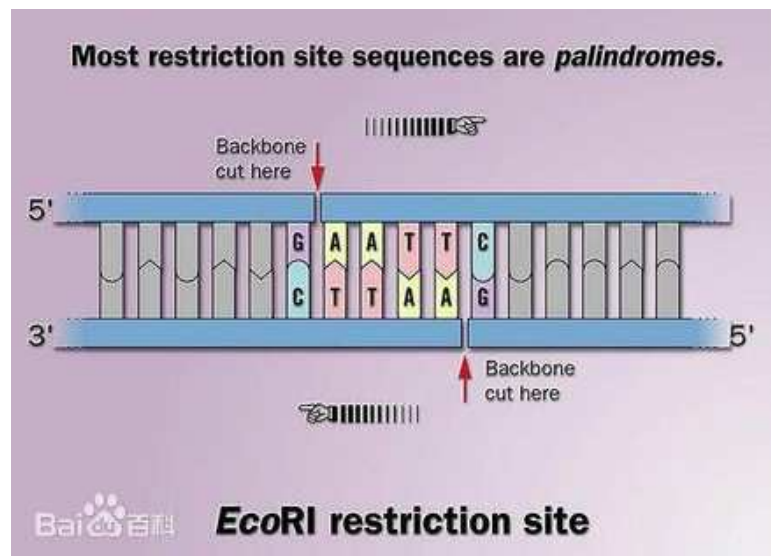
mRNA非编码区、SD序列、密码子等

- * 工程菌的稳定增殖与生产：生物工程学原理

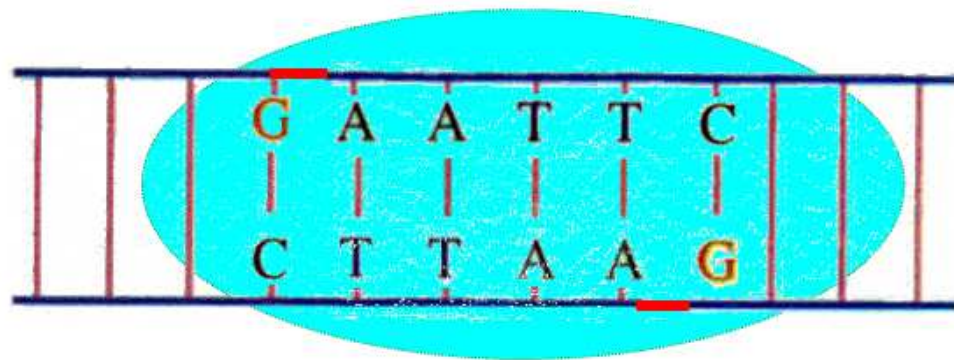
现代生物工程基本内涵



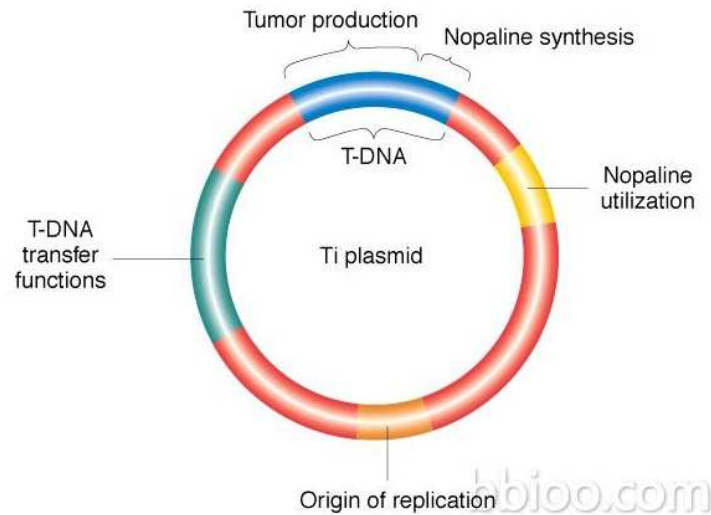
- * 基因工程的剪刀：限制性核酸内切酶
- * 可以识别特定的核苷酸序列，并在每条链中特定部位的两个核苷酸之间的磷酸二酯键进行切割的一类酶



- * 基因的针线：DNA连接酶
- * 连接DNA链3'-OH末端和另一DNA链的5'-P末端，使二者生成磷酸二酯键，从而把两段相邻的DNA链连成完整的链。

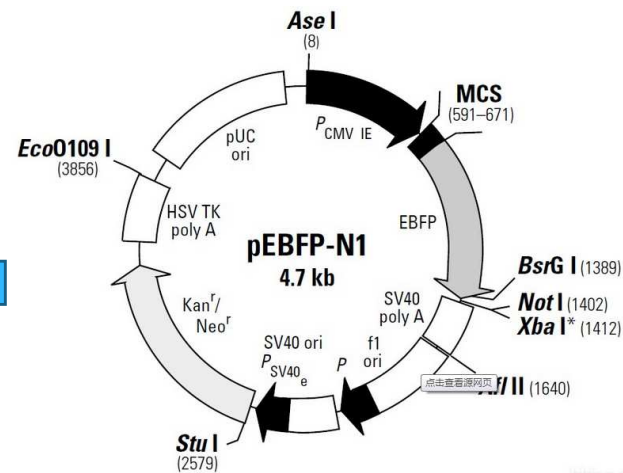


- * 基因的运输工具：载体
- * 常用质粒（细胞染色体外能够自主复制的的环状DNA分子）、噬菌体、病毒



* 如何验证克隆成功了呢？ 请设计实验证明

外源DNA



基因工程基本形式

第一代基因工程	基因的高效表达	经典基因工程
第二代基因工程	基因的定向诱变	蛋白质工程
第三代基因工程	代谢过程的修饰重构	途径工程
第四代基因工程	全基因组或染色体的转移	基因组工程

基因工程的安全性问题：

- * 1975- 开了组DN 进行
- * 物理
- * 分为
- * P1级
- * P2级
- * P3级
- * P4级
- * 筑物，并保时操作有与细菌培养物的隔离。



全性展
-《重
范。

他建

埃博拉病毒

基因工程的安全性问题：

- * 选择非病原生物体作为外源DNA的载体和宿主。
- * 主要是大肠杆菌及其质粒和病毒。
- * 分为三等：是依据大肠杆菌在自然环境中的存活率而规定的安全防护标准：
- * EK1级：此类菌株在自然环境中一般都要死亡；
- * EK2-3级：此类菌株严格要求人工合成的物质才能存活，而在自然环境中绝对无法存活。

基因工程的研究意义

- * 第一，大规模生产生物分子。
- * 第二，设计构建新物种。
- * 第三，搜寻、分离、鉴定生物体尤其是人体内的遗传信息资源。

第四次工业革命

- * 1980年11月15日，美国纽约证券交易所开盘的20分钟内，Genentech公司的新上市股票价格从3.5美元飙升到89美元，这是该证券交易所所有史以来增值最快的一种股票。
- * 因为上市前两年，该公司的科学家们克隆了编码胰岛素的基因。
- * 目前，已经投放市场以及正在研制开发的基因工程药物几乎遍布医药的各个领域，包括各种抗病毒剂、抗癌因子、新型抗生素、重组疫苗、免疫辅助剂、抗衰老保健品、心脑血管防护急救药、生长因子诊断试剂等。



* 高能源始终是严重制约人类生产活动的主要因素。以石油为代表的传统能源开采利用率的提高以及新业利用DNA重组技术构建的新型微生物能大幅度提高石油的二次开采率和利用率，并将难以利用的纤维素分解为可发酵生产燃料乙醇的葡萄糖，使太阳能有效地转化为化学能和热能。

* 环境保护是人类可持续生存与发展的大课题。一些能快速分解吸收工业有害废料、生物转化的工业有害气体以及全面净化工业和生活废水的基因工程微生物种群已从实验室走向三废聚集地。



基因工程做成的**DNA**探针能够十分灵敏地检测环境中的病毒、细菌等污染。



1t水中只有**10**个病毒也能被**DNA**探针检测出来



利用基因工程培育的“指示生物”能十分灵敏地反映环境污染的情况，却不易因环境污染而大量死亡，甚至还可以吸收和转化污染物。

基因工程做成的“超级细菌”能吞食和分解多种污染环境物质。



通常一种细菌只能分解石油中的一种烃类，用基因工程培育成功的“超级细菌”却能分解石油中的多种烃类化合物。有的还能吞食转化汞、镉等重金属，分解DDT等毒害物质。

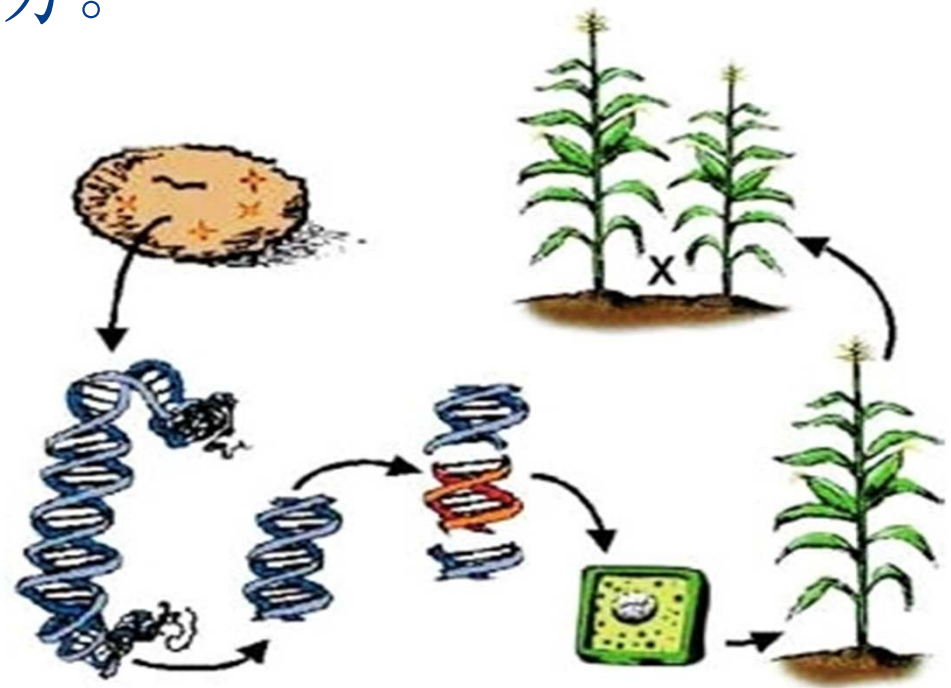
* 在轻工食品产业，与传统的诱变育种技术相比，基因工程在氨基酸、助鲜剂、甜味剂等食品添加剂的大规模生产中日益显示出强大的威力。



图版1 中国农业科学院培育的转Bt基因抗虫棉花的抗虫效果（中国农业科学院生物技术所供稿）



图版2 中国林科院培育的转Bt基因抗鳞翅目昆虫欧洲黑杨的抗虫效果（第一凡报） 1: 转基因欧洲黑杨试验林（树龄4年）；2、3: 周围树木遭受虫害情况；4: 转基因欧洲黑杨虫试：3000叶龄第七天



- * 信息产业中，利用基因定向诱变技术可望制成运算速度更快、体积更小的蛋白芯片，人们装备使用生物电脑指日可待。
- * 生物电脑：利用生物分子代替硅，实现更大规模的高度集成。传统计算机的芯片是用半导体材料制成的，1毫米见方的硅片上最多不能超过25万个。而生物芯片上生物计算机的元件密度比人的神经密度还要高100万倍，传递信息的速度也比人脑的思维速度快100万倍。



第二次农业大革命

- * 利用重组微生物可以大规模生产对棉铃虫等有害昆虫具有剧毒作用的蛋白类农用杀虫剂，由于基因工程也可用来改良农作物的品质。



* 基因工程改善农产品质量。一些易腐烂的蔬菜水果如番茄、柿子等也能通过DNA重组技术改变原来的性状。对某些基因进行构修饰，提高植物细胞内的渗透压，可在很大程度上增强农作物的抗旱、耐盐能力。





无冰晶细菌帮助草莓抗霜冻



转黄瓜抗青枯病基因的甜椒



转鱼抗寒基因的番茄



转黄瓜抗青枯病基因的马铃薯



不会引起过敏的转基因大豆



Figure 28–21 Cloning in mice. The gene for human growth hormone was introduced into the genome of the mouse on the right. Expression of the gene resulted in the greatly increased size of the mouse.



生长快、耐不良环境、肉质好的转基因鱼(中国)

- * 在家畜品种改良方面，基因工程技术同样大有用武之地，其中最主要的成果是动物生长激素的广泛使用。注射或喂养由基因工程生产的生长激素，能缩短生长期，提高饲料利用率，改善品质。





乳汁中含有人生长激素的
转基因牛(阿根廷)



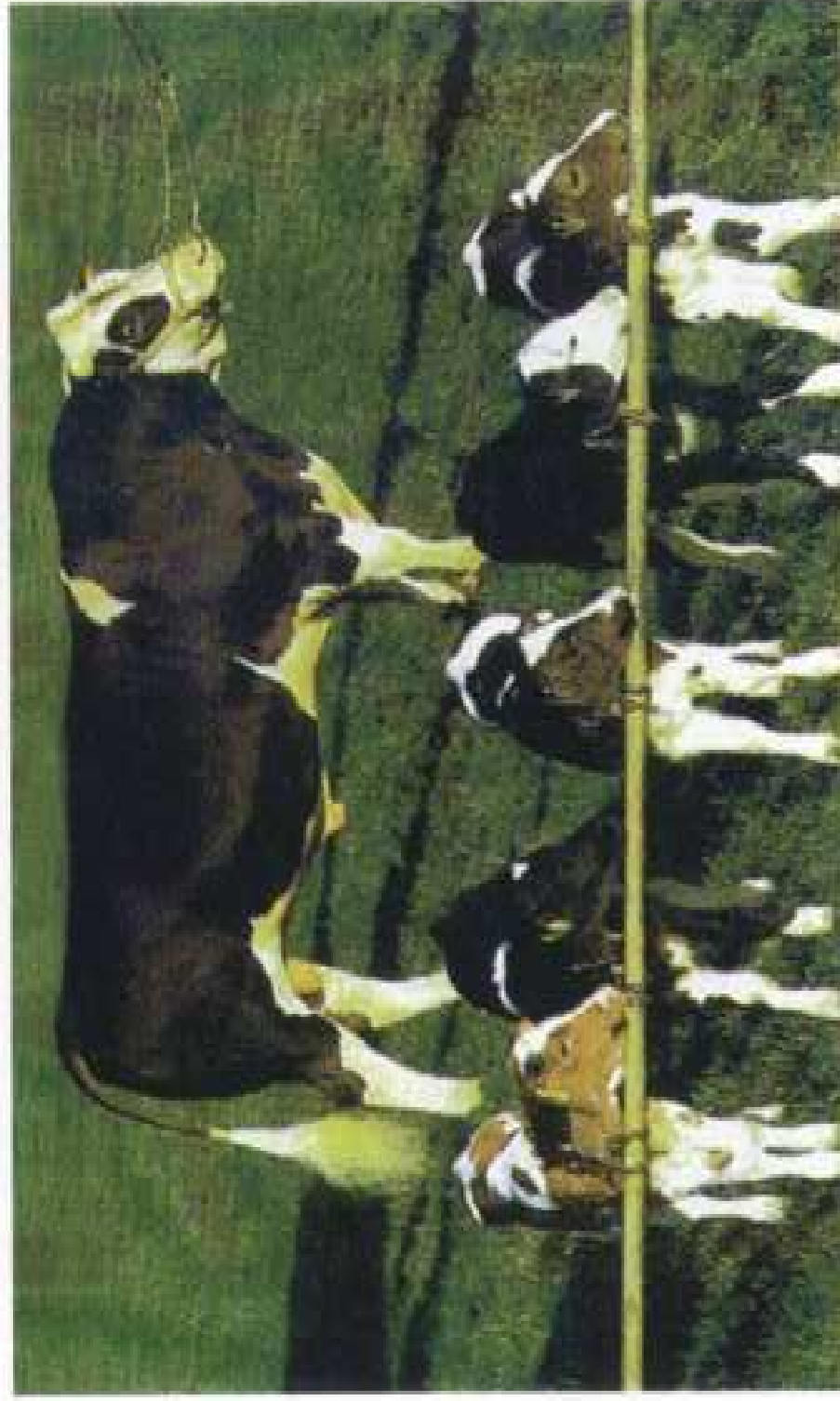
图 19-13 克隆羊“Dolly”与其供体羊 Pinn
Dorset (ruodin Institute 赠, 2000)
Dolly 羊的母亲为 Scottish Blackface 母羊

动物器官反应器：血液反应器和乳腺反应器



美国通过基因工程将人的基因植入牛的体内，由转基因公牛授精的母牛产下了5头健壮的牛犊，这些小牛犊均携带有人类的基

因





导入贮藏蛋白基因的超级羊和超级小鼠

导入人基因具特殊用途的猪和小鼠



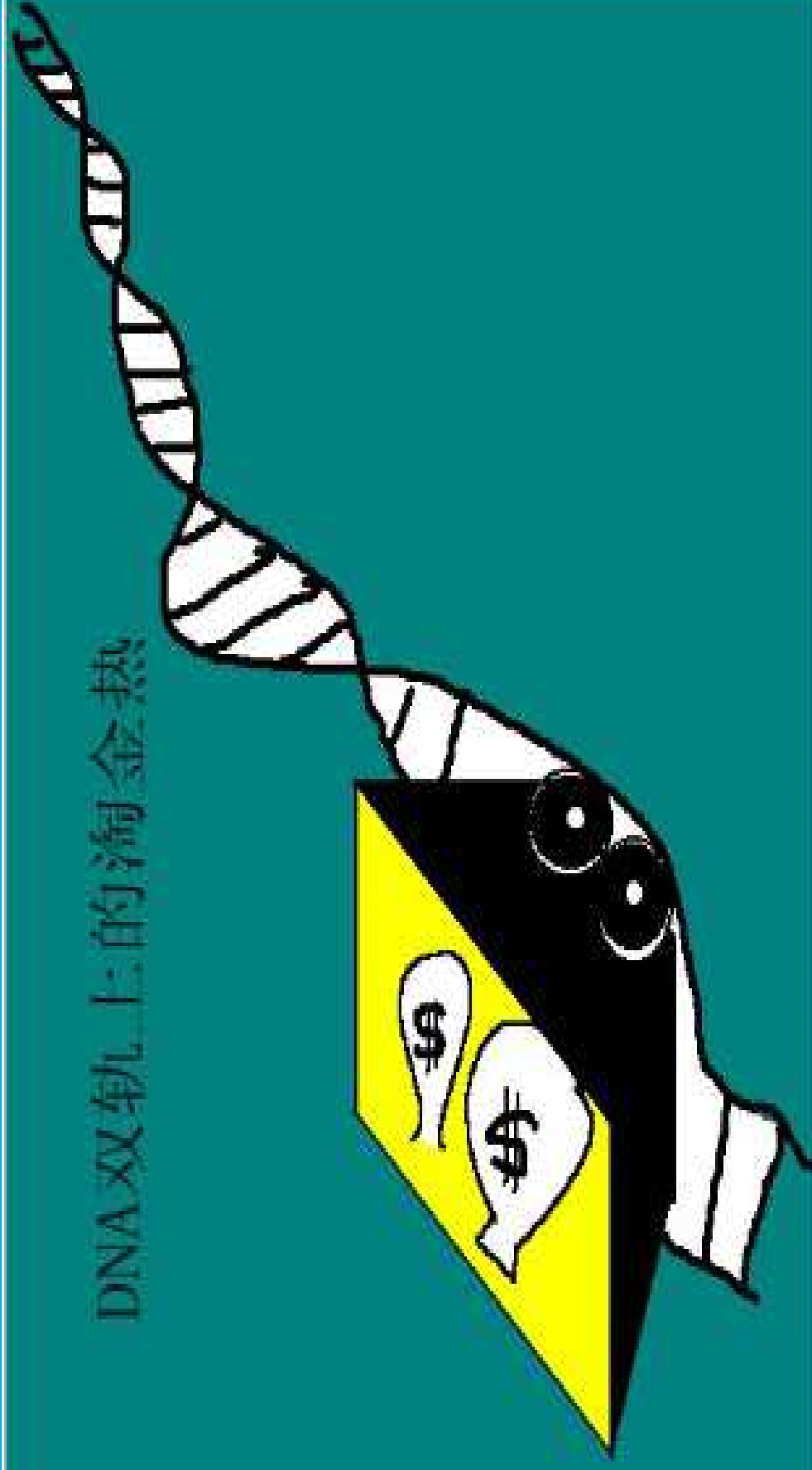
* 第四次医学大革命

- * 许多疾病例如血友病、心脑血管疾病、癌症等都是分子病。分子病的治疗方法主要有两种：一是定期向患者体内输入病变基因的原始产物，以对抗由病变基因造成的危害；二是利用基因转移技术更换病变基因，达到标本兼治的目的。
- * 基因疗法实施的前提条件是对人类病变基因的精确认识，因而揭示人体2万-3万基因的全部奥秘具有极大的诱惑力。美国一家生物技术公司不惜花费几千万美元的重金从分子生物学家手中买断刚刚克隆鉴定的肥胖基因。
- * 人类基因组计划的实施，一本厚达几百万页的人类基因大词典即新陈代谢是生物界最普遍的法则，然而细胞乃至生命终结的机制却是一个极有价值的命题。学家们可能已经找到了控制细胞寿命的关键基因——端粒酶编码基因。也许一天，人们借助于基因工程手段可以巧妙地操纵该基因的开关，使得日趋衰老的细胞、组织、器官甚至生命重新焕发出青春的光彩。

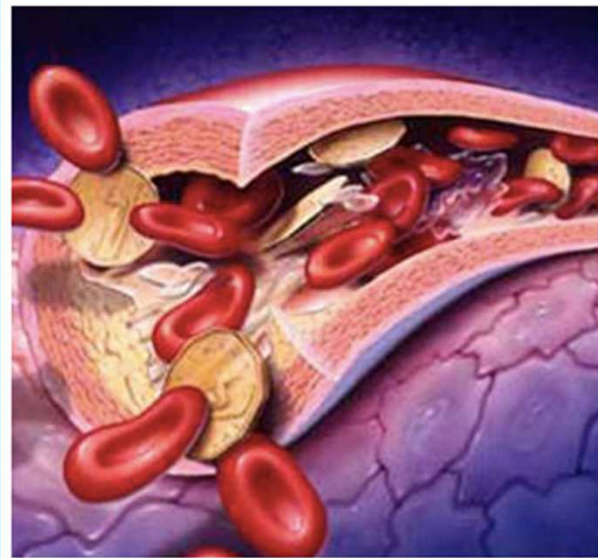
主要基因工程产品的研制、开发、上市时间

产品	时间	国家	用途	上市时间	国家
人生长激素释放抑制素(SRM)	1977	日本	巨人症		
人胰岛素	1978	美国	糖尿病	1982	欧洲
人生长激素 (HGH)	1979	美国	侏儒症	1985	美国
人 α -干扰素 (IFN)	1980	美国	病毒	1985	欧洲
乙肝疫苗 (HBsAgV)	1983	美国	乙肝	1986	欧洲
人白细胞介素	1984	美国	肿瘤	1989	欧洲
人促红细胞生成素 (EPO)		日本	贫血	1988	欧洲
人粒细胞集落刺激因子(G-CSF)			白血病	1991	美国
人组织纤溶酶原激活剂 (t-PA)			血栓症	1987	美国

DNA双轨上的淘金热

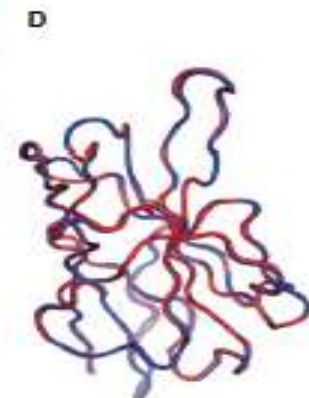
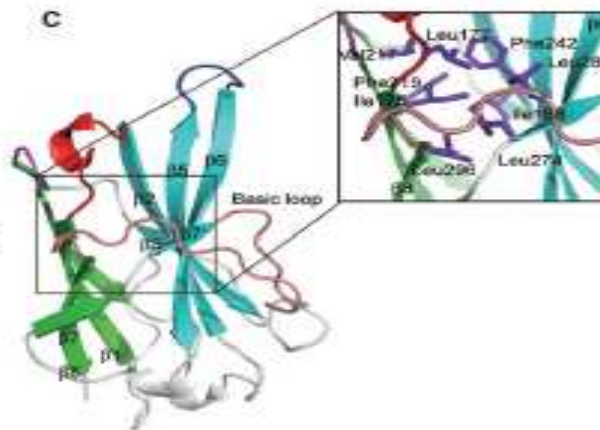
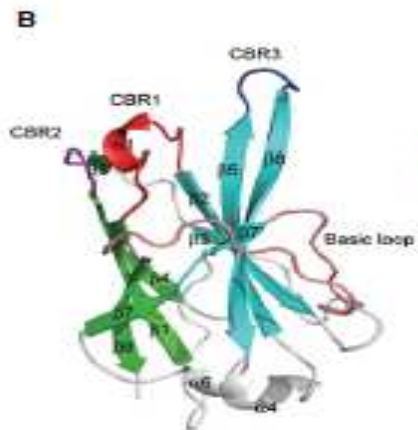
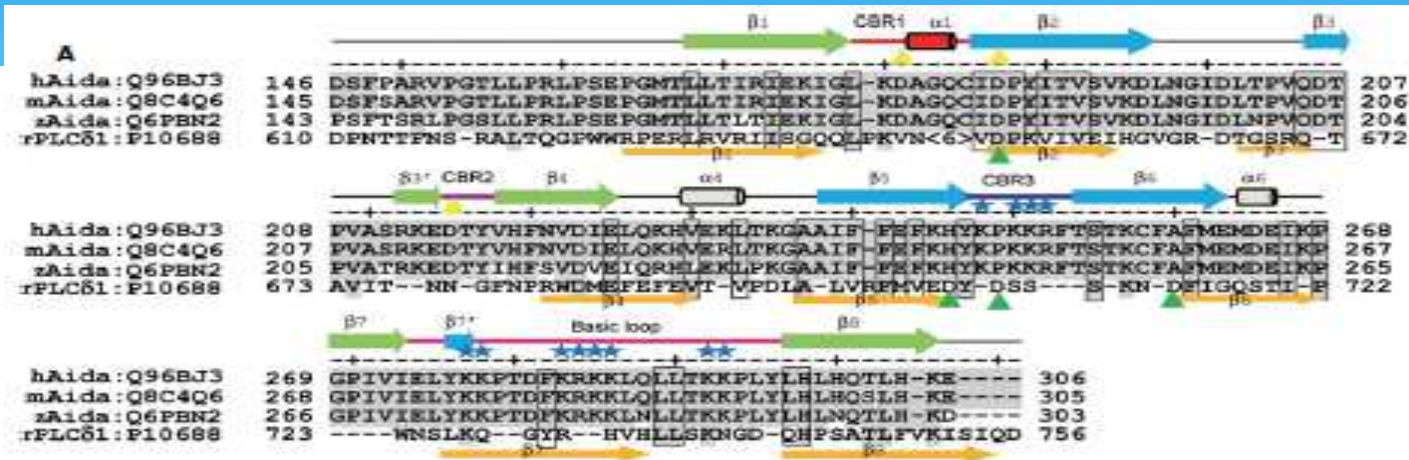


基因治疗



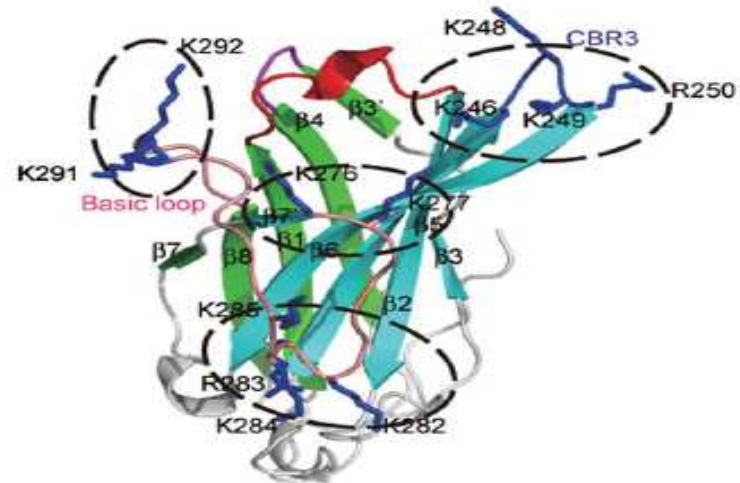
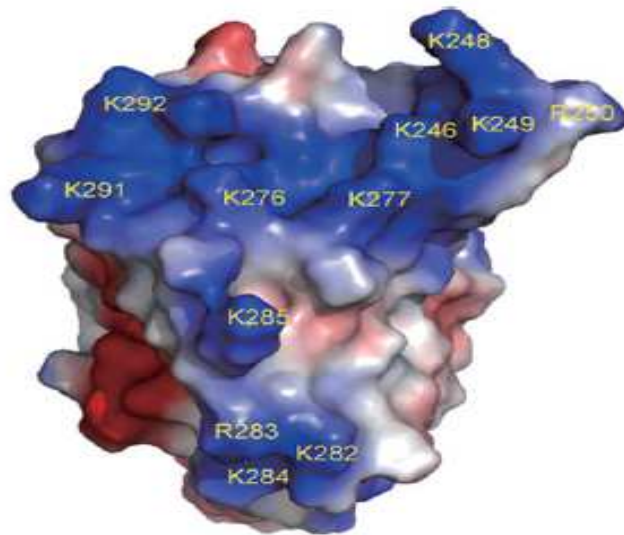
镰刀型贫血患者的血红蛋白

基因研究



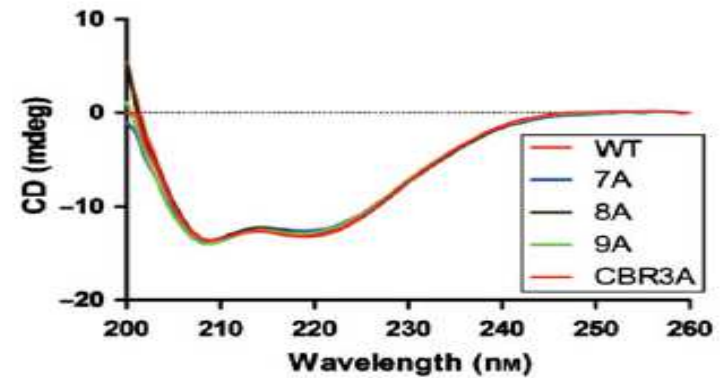
2014 FEBS J

A



B

	246	251	275	285	292
WT	KPKKRF	---	YKKPTDFKRKKLQLLTKK		
7A	KPKKRF	---	Y AA PTDFKRKKLQLLTKK		
8A	KPKKRF	---	YKKPTDF AAAA LQLLTKK		
9A	KPKKRF	---	YKKPTDFKRKKLQLL TA A		
CBR3A	APAAA F	---	YKKPTDFKRKKLQLLTKK		



讨论：转基因食品的利与弊

方舟子VS崔永元



讨论一：

转基因食品：吃or不吃？

- * 1998年，世界上第一批商业化种植的转基因木瓜出现在美国夏威夷。这种转基因木瓜转入了一个木瓜环斑病毒的基因，目的在于使木瓜对这种病毒产生抗性。
- * 如果你知道目前90%以上的木瓜都是转基因产品，你会如何选择？



- * 在美国约70%的加工食品含有转基因成分，而加工食品又占到美国人食谱的将近70%。
- * 根据美国农业部网站发布的数据，截至2012年，美国国内生产的94%的大豆和88%的玉米都是转基因作物。
- * FDA的规定是指，已经通过安全性检查的转基因食品原料不必在制成品外包装标注。同时，FDA又对标注“非转基因”进行了严格限定，以避免造成消费者的负面印象。所以，在美国商场里，就连工作人员也很难分辨出哪些是转基因产品，哪些是非转基因产品。

- * 2013年5月23日，美国参议院通过表决，以71票对27票否决了要求转基因食品强制标注的提案。此前，在2012年11月6日美国大选同时，加利福尼亚州对类似的“37号提案”进行了全民投票，结果是53%对47%否决——这两项提案的否决，意味着在美国，不管是民众还是国会，都选择了反对“转基因强制标注”。
- * FDA对此的解释是：“转基因标注在食品安全法律上说不通。有可能存在安全隐患的成分才要用标记的方式提醒消费者。转基因至今为止并没有发现任何不安全的例子，标记后就会给消费者以转基因成分有安全问题的错觉。”

- * 美国先正达公司研发的一种含有胡萝卜素的“黄金大米”也是一个典型的代表。它的独特黄色来自添加的 β -胡萝卜素，也就是维生素A的前体。在亚洲，每年有约100万儿童死于因缺乏维生素A而导致的免疫力低下，另外还有35万亚洲儿童因缺乏维生素A而导致失明。世界卫生组织认为，解决这一问题的最佳方法不是向穷人发放维生素A药片，而是想办法提高穷人膳食中的胡萝卜素含量。



讨论二：

转基因技术对农业的贡献？

讨论三：

转基因食品到底有什么危害？

讨论四：中国转基因该何去何从



讨论五：

对于转基因的论战，我的建议是...

Thank you