

新课改普通高中生物学科素养

1. 生命观念

生命是源于自然随机事件且能在与环境互动中保留下来的具有新陈代谢和自我复制特征的物质形态。生命是结构与功能的统一体，无贵贱之分。生命观念是指对观察到的生命现象及其相互关系或特性进行解释后的抽象，是经过实证后的想法或观点，有助于理解或解释较大范围的相关事件和现象。学生应该在较好地理解了生物学概念性知识的基础上形成生命观念，如结构与功能观、进化与适应观、稳态与平衡观、物质与能量观等，并能够用生命观念认识生命世界、解释生命现象。

2. 理性思维

崇尚并形成科学思维的习惯，能够运用归纳与概括、演绎与推理、模型与建模、批判性思维等方法探讨生命现象及其规律，审视或论证生物学社会议题。

3. 科学探究

能够发现现实世界中的生物学问题，针对特定的生物学现象，进行观察、提问、实验设计、方案实施以及结果的交流与讨论。在开展不同的工作时，都乐于并善于团队合作。

4. 社会责任

生物学科的社会责任是指基于生物学的认识，参与个人与社会事务的讨论，做出理性解释和判断，尝试解决生产生活中的生物学问题的担当和能力。学生应能够关注涉及生物学的社会议题，参与讨论并做出理性解释，辨别迷信和伪科学；主动向他人宣传健康生活、关爱生命和保护环境等相关知识；结合本地资源开展科学实践，尝试解决现实生活中与生物学相关的问题。

孟德尔的经典传奇故事

天才意味着一生的辛勤劳动

——孟德尔

孟德尔的出生地是现今捷克境内，当时属于奥匈帝国。

孟德尔的父亲是佃农，但他却没有子承父业。受当地神父的鼓励和建议，孟德尔的父母决定让他多接受优质的教育。

1850 年 4 月 17 日，孟德尔写过一个自我介绍，介绍了他并不幸福的童年时光，这也成为后世人们了解他的原始资料。

孟德尔小学毕业后，1834 年上中学。4 年后，他的父亲在一次事故中受伤。因此，16 岁的他不得不一边上学，一边做家教。

1840 年中学毕业时，他最大的问题是失去了生活来源。失去希望和焦虑的痛苦、未来前景的悲观，导致他身体不适而生病，被迫和父母待了一年。次年，他通过努力得以做私人教师，以支持学业。通过刻苦的学习，他成功地修完两年的哲学。

1843 年，他进入布鲁诺的圣汤玛斯修道院。空余时间忙于修道院一个小型植物和矿物收藏。从此，他对自然科学的爱好更加深化。

1845 年，他到布鲁诺哲学学院听了农业、园艺和葡萄种植课程。

1843 年，不满 21 岁的孟德尔进入布鲁恩的圣汤玛斯修道院，并于 1847 年 25 岁时成为神父。孟德尔原名 Johann，入修道院后加 Gregor 教名。到修道院后，孟德尔曾考过教师资格，但两次都没过生物学测试，所以后来只能做代课老师，在当地的中学教了 14 年低年级物理学和自然史。他一直以实验物理学家自称，而不说自己是生物学家。

1862 年，孟德尔提交布鲁恩地区 15 年气象总结。他一生中参与了 8 个科学



（虽说孟德尔是遗传学之父，但最初他的生物学考试却没有合格）

学会、26 个非科学协会。

1865 年 2 月 8 日和 3 月 8 日两个星期三的晚上，在布鲁恩自然科学学会，孟德尔宣读了豌豆研究结果。当地小报对孟德尔的演讲有报道，但未能引起国际科学界的注意。

1868 年，修道院院长去世后，孟德尔经过两轮选举后当选院长。之后的他用了多种植物做遗传实验。

1870 年，他加入养蜂协会，1877 年报告对蜜蜂飞行和产蜜量的 4 年观察。他曾研究苹果和梨的抗病性。

1884 年 1 月 6 日，孟德尔去世。园艺协会刊物讣告称：“他的植物杂交实验开创了新时代”。

据他的朋友说，孟德尔生前相信“我的时代会到来”。确实如此，但要等他去世 16 年，理论公布 34 年以后。

1900 年，三位科学家几乎同时发现孟德尔的遗传定律。德弗里斯的《杂种的分离律》、科伦斯的《关于品种间杂种后代行为的孟德尔定律》以及丘歇马克的《豌豆的人工杂交》等三篇论文，相继在《柏林德国植物学会》杂志第 18 卷上发表（三篇论文收到的时间分别为 1900 年的 3 月 14 日、4 月 24 日和 6 月 2 日）。这样，三位不同国度的植物学家通过各自独立的植物杂交实验，并在研究论文发表的前夕查阅有关文献，而几乎同时重新发现了孟德尔早在 1866 年发表的论文——“植物杂交实验”。

细胞周期的调控机制是什么？

细胞周期可以模式化分为四个时期： G_1 期、S 期、 G_2 期、M 期。其中 G_1 期、S 期、 G_2 期共同组成间期，M 期又称细胞分裂期。细胞分裂后，增殖的细胞可以进入下一个细胞周期的 G_1 期，也可以脱离细胞周期而进入一个非增殖的休眠状态—— G_0 期，也称为沉默期。

细胞的周期能够正常进行，是一个受调控的过程。如果细胞没有进行 DNA 的复制就开始进行分裂，或者在分裂前进行多次 DNA 的复制，这对于细胞来说都将带来灾难性的后果。那么细胞周期是如何进行调控的呢？

图 1 为细胞周期的示意图：

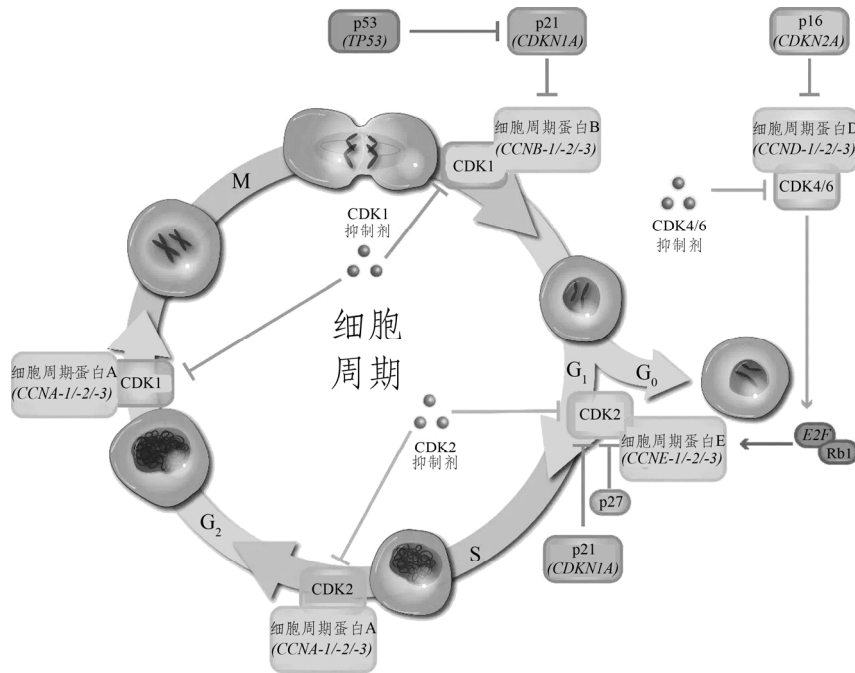


图 1 细胞周期

细胞分裂周期的起始需要一种胞外生长因子——促细胞分裂原。在 G₁ 期，细胞会对其环境进行准确的评估，如果发现缺少胞外生长因子（促细胞分裂原），细胞就不会进入下一个阶段，而是离开 G₁ 期，并进入 G₀ 休眠期，细胞将不会进行分裂。科学家将细胞对其 G₁ 期进行评估的点称为限制点（或 R 点），只有那些通过评估的细胞才可以进入下一个阶段。

其实在细胞内，像 R 点一样对细胞周期进行评估的点还有很多，科学家把这些点统称为检验点。这些点随时可以终止细胞分裂或周期的进程，以避免细胞出现异常现象。

细胞周期的过程中也要受到多种蛋白激酶复合物催化的蛋白质磷酸化的调控，这些复合物包括调控亚基——细胞周期蛋白，以及催化亚基——依赖细胞周期蛋白的激酶（CDK）。CDK 只有与细胞周期蛋白发生结合才具有活性。每个 CDK 可以与一种以上的细胞周期蛋白结合。不同的复合物调节细胞周期的不同时期，受到多种因素的影响。

细胞周期蛋白——CDK 复合物有三种不同的种类（图 2），分别与细胞周期

的 G₁ 期、S 期、M 期有关。G₁ 期 CDK 复合物通过激活的转录因子来保证细胞进入 S 期，为表达 DNA 合成所需的酶和编码 S 期 CDK 复合物的基因。S 期的 CDK 复合物激发有序 DNA 合成的起始，该机制将确保每一条染色体仅复制一次。有丝分裂期的 CDK 复合物诱导染色体凝集并有序地分配到两个子细胞中去。

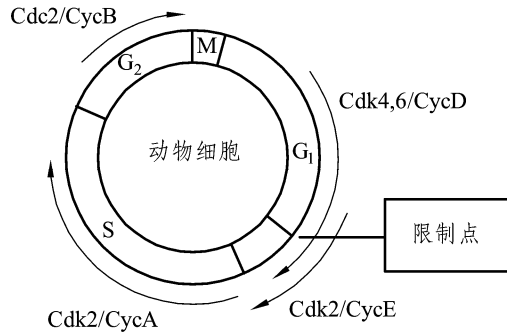


图 2 CDK 复合物

G₁ 期进入 S 期的关键因素是什么？

细胞周期中的 G₁ 期进入 S 期，主要是由基因转录激活（有时是抑制）来调控的。

调节细胞从 G₁ 期到 S 期过渡的调控因子，主要是 Rb 基因与 E2F-1（图 3），它们与 CyclinD1、P16 和 CDK4/6 构成复杂的反馈调控环路。

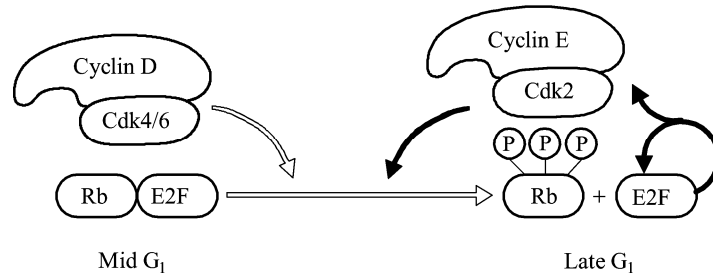


图 3 Rb 与 E2F 的结合与分离

在静止期细胞中，Rb 与 E2F 结合而作为转录抑制子，也就是说 E2F 活性受 Rb 蛋白的影响。

正常细胞到达 G_1/S 调控点时，pRb 蛋白磷酸化，即与 E2F 分离，活化 E2F-1，E2F-1 与 DP-1 形成二聚体 E2F-1/DP-1，从而激活一些基因的表达与转录，最终使细胞进入 S 期（图 4）。

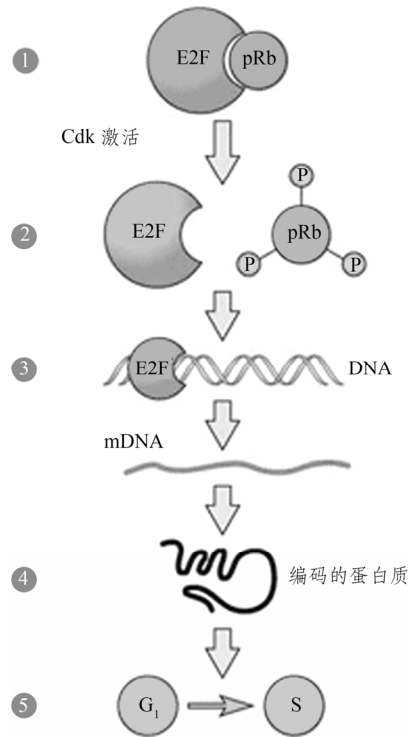


图 4 G_1 期进入 S 期的条件

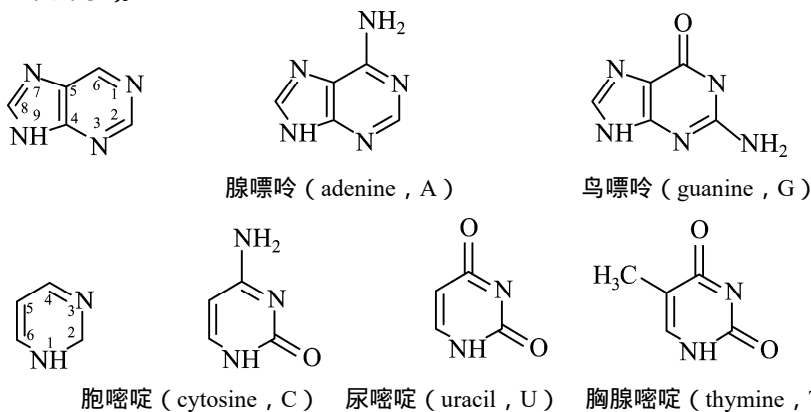
此后，E2F-1/DP-1 表达及时下降，使 S 期事件得以正常进行，再通过 G_2/M 调控点完成分裂。其中，E2F-1/DP-1 在 G_1/S 的及时活化和进入 S 期后表达及时下降是维持 DNA 稳定性、保证细胞周期正常进行的关键因素。

当 Rb 蛋白处于去磷酸化状态时，E2F 活性就受到抑制。

碱基、核苷、核苷酸的结构你知道吗？

1. 碱基

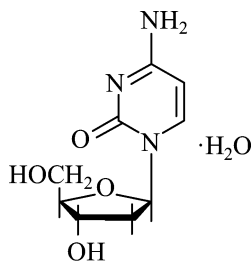
碱基共有 5 种：腺嘌呤（缩写为 A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）、胸腺嘧啶（T，DNA 专有）和尿嘧啶（U，RNA 专有）。5 种碱基中，腺嘌呤和鸟嘌呤属于嘌呤族（缩写为 R），它们具有双环结构。胞嘧啶、尿嘧啶、胸腺嘧啶属于嘧啶族（Y），它们的环系是一个六元杂环。RNA 中，尿嘧啶取代了胸腺嘧啶的位置（如下所示）。



除上述主要碱基外，核酸中也有一些含量很少的稀有碱基。稀有碱基的结构多种多样，多半是主要碱基的甲基衍生物。tRNA 往往含有较多的稀有碱基，有的 tRNA 含有的稀有碱基达到 10%。

2. 核苷

核苷是由戊糖（五碳糖）和碱基通过糖苷键连接而成的（如下所示）。糖苷键是由戊糖 C-1 上的羟基与嘌呤碱 N-9 或嘧啶碱 N-1 上的氢原子经脱水缩合形成的。核苷根据其所含戊糖的不同分为核糖核苷和脱氧核糖核苷。由稀有碱基形成的核苷称为稀有核苷，如假尿嘧啶核苷、次黄嘌呤核苷等。



如果戊糖 2 号碳原子上是 OH，称为核糖核苷；如果戊糖 2 号碳原子上是 H，则称为脱氧核糖核苷。

3. 核苷酸

核苷酸是由一个或多个磷酸分子共价结合于核苷的核糖的 3'、5' 位或 2' 位而成的。核苷酸主要参与构成核酸，许多单核苷酸还具有多种重要的生物学功能，如与能量代谢有关的三磷酸腺苷（ATP）、脱氢辅酶等。某些核苷酸的类似物能干扰核苷酸代谢，可作为抗癌药物。

根据糖的不同，核苷酸可分为核糖核苷酸及脱氧核苷酸两类。根据碱基的不同，又可分为腺嘌呤核苷酸（腺苷酸，AMP）、鸟嘌呤核苷酸（鸟苷酸，GMP）、胞嘧啶核苷酸（胞苷酸，CMP）、尿嘧啶核苷酸（尿苷酸，UMP）、胸腺嘧啶核苷酸（胸苷酸，TMP）及次黄嘌呤核苷酸（肌苷酸，IMP）等。核苷酸中的磷酸又有一分子、两分子及三分子几种形式，所以，在 5' 位上最多可以连接 3 个磷酸基团。如 5'-三磷酸腺苷（ATP）或 5'-三磷酸脱氧鸟苷（dGTP）；同样，还有 dCTP、UTP、dTTP 等。

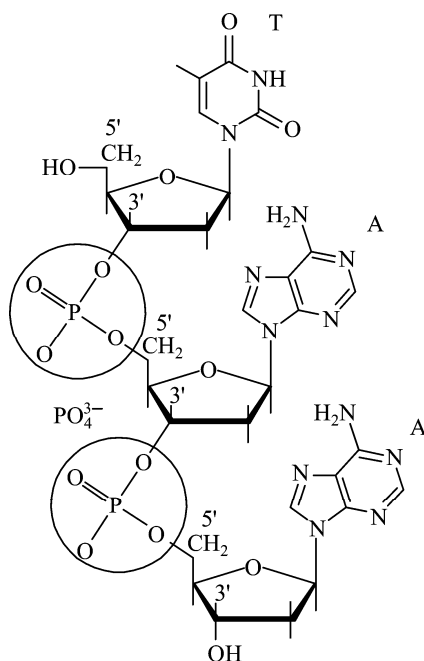
在 DNA 复制和 DNA 转录时，每个三磷酸核苷脱掉一个焦磷酸基团（两个磷酸根），而保留一个磷酸基团，以整合到核酸链中。

为什么称核酸为“酸”？

核酸为什么被称为“酸”呢？

我们先来看看核酸的结构，DNA 或 RNA 分子中，脱氧核糖核苷酸或核糖核苷酸通过一个磷酸基团与前一个核糖的 5' 羟基和下一个核糖的 3' 羟基共价连接而形成多聚物。任何一条核酸链（环状的除外），无论其长度如何，都具有一个连接或没有连接着磷酸基团的游离 5' 端，和一个通常含有游离羟基的游离 3' 端（如右所示）。

中性条件下，每一个磷酸基团带有一个单位的负电荷，是强酸的阴离子，



所以核酸是带有强负电荷的多聚体。这就是人们称核酸为“酸”的根本原因。

什么是卫星 DNA?

1968 年, 布里腾 (Britten) 和科恩 (Kohne) 指出, 真核细胞基因组含有重复序列。特别是一些两栖动物如美洲蝾螈的基因组 90% 为重复序列 DNA, 某些重复频率高达一百万次。

真核生物基因组中高度重复序列 DNA 是由一些极短的碱基序列 (如图 5 中的 AGGGTT) 构成, 以数千个拷贝的串联方式排列。这种高度重复排列的 DNA 序列称为卫星 DNA。各类卫星 DNA 都是由各种不同的重复序列家族所组成的, 卫星 DNA 通常是串联重复序列。

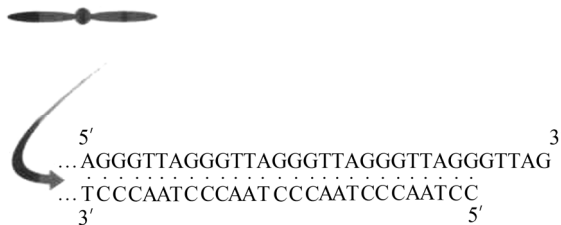


图 5 碱基序列

卫星 DNA 按其重复单元核苷酸的多少, 可以分为两类。一类是小卫星 DNA, 由几百个核苷酸对的单元重复组成, 一般位于染色体的末端。另一类是微卫星 DNA, 由 2~20 个核苷酸对的单元重复成百上千次组成, 一般较为平均地沿染色体分布。

所有哺乳动物都有高度重复的 DNA, 大鼠细胞在易于丢失 DNA 的培养条件下, 也不丢失卫星 DNA, 这说明重复 DNA 对细胞是很重要的。目前研究还没有表明其作用, 但用来鉴定个人与其家族的亲缘关系的技术——DNA 指纹技术, 其基础就是小卫星 DNA 的重复序列 (图 6)。因为不同的人 (除了同卵双生的个体), 其卫星

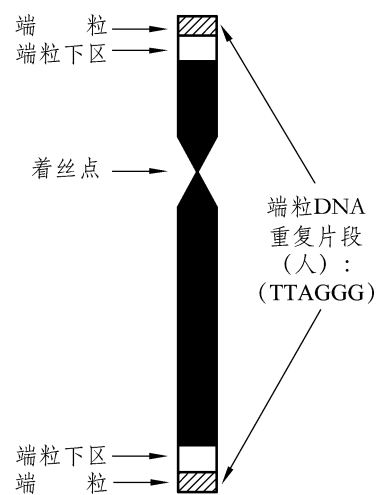


图 6 人的小卫星 DNA 的重复序列