



◎ 生命科学学习指导系列
研究生入学考试指南



Learning Guide
for Genetics

新编遗传学学习指导

李雅轩 胡英考 主编



科学出版社

生命科学学习指导系列

新编遗传学学习指导

李雅轩 胡英考 主编

科学出版社

北 京

内 容 提 要

本书以《普通遗传学》(张飞雄、李雅轩主编,科学出版社,2010.2)为蓝本,同时参考了目前国内外多种版本的教材内容并遴选了各主要教材中的典型习题,收录了部分大学的考试原题和部分考研试题。本书内容及选题涉及广泛,题型多样,有利于学生在学习中从不同方面、不同角度进行对比与分析,对学生理解掌握遗传学课程基本内容及考研具有重要的指导作用。

本书包含三部分。第一部分侧重理论分析与习题的练习指导,对每章的内容分别进行了系统分析,附有本章概述及学法指导、基本原理与概念、典型例题分析、书后习题(普通遗传学——张飞雄,李雅轩主编)和补充习题;第二部分为各章习题精解部分;第三部分收录一些院校的考试原题和参考答案做为学生学习自考的模拟试题。

本书是生命科学类专业学生学习遗传学及考研的专业辅导教材,可供综合性大学以及农、林、医等相关学科不同层次的师生和科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

新编遗传学学习指导/李雅轩,胡英考主编. —北京:科学出版社,2012.3
生命科学学习指导系列
ISBN 978-7-03-033373-5

I. ①新… II. ①李… ②胡… III. ①遗传学-高等学校-教学参考资料 VI. ①Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 007930 号

策划编辑:陈 露 / 责任编辑:陈 露 叶成杰
责任印制:刘 学 / 封面设计:殷 靓
责任校对:刘珊珊

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

南京理工出版信息技术有限公司照排

上海欧阳印刷厂有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 3 月第一次印刷 印张:21

字数:469 000

定价:36.00 元

《生命科学学习指导系列》

总主编 安利国

《新编遗传学学习指导》编委会

编：李雅轩 胡英考

主 编：张飞雄 郭善利 刘林德 姚志刚

委：(按姓氏笔画为序)

王艳华 王爱云 任如意 刘 梅

孙 力 宋书娟 张 莉 张韩杰

赵 昕 赵明日 赵彦宏 章远志

梁前进 蔡民华

2012.1.1
2012.1.1

新版前言

遗传学是生命科学中一门基础学科,同时也是发展最为迅速、研究最为活跃的前沿学科之一。掌握好遗传学的基础知识和基本原理,对于进一步深入学习和研究现代分子生物学和生物技术等具有极为重要的作用。

在科学出版社的支持下,我们在2006年出版了《遗传学学习指导》(李雅轩、胡英考主编)一书,从基础原理与概念介绍、典型例题的解答以及习题精解等方面系统全面地叙述并解答了遗传学的基本问题,为师生的教与学提供了方便实用的参考书。但在使用本书的过程中我们也发现,该书的内容编排还存在着不尽如人意的地方,有必要进一步补充与完善。

本书在2006版《遗传学学习指导》的基础上,以张飞雄、李雅轩主编的《普通遗传学》(第二版,科学出版社,2010)各章节习题为基础,参选了国内外主要遗传学教材中具有典型意义的习题和近三年部分院校的考试原题,以遗传学内在的逻辑顺序为脉络撰写完成。

全书共分三个部分,第一、第二部分为内容概要与习题解答,是本书的重点内容。此部分共分12章,包括遗传物质、孟德尔定律及其扩展、连锁互换与基因作图、性别决定与伴性遗传、细菌与噬菌体遗传、遗传重组、染色体畸变、基因突变、细胞质遗传、数量性状遗传、基因调控与发育和群体遗传学等。在各章节中首先概要介绍了各章节知识主要概念以及各知识点之间的内在联系,并辅之以典型例题对知识点进行解读,同时选编了张飞雄、李雅轩主编《普通遗传学》教材各章节后习题并进行分析解答,而后遴选了多本主要教材的部分典型习题组成了补充拓展题解部分。主要题型分为概念、填空、判断、选择、计算与分析题等题型。该部分内容的设立,可以帮助读者依托教材,全面掌握相应的知识。第三部分介绍并分析解答了近三年部分高校的遗传学试题,以帮助学生在学习过程中了解部分高校遗传学的教学重点和教学层次,并可以作为学习、自测及考研之用。本书的参编人员都是在教学第一线的骨干教师,具有丰富的教学经验。在编写过程中,参编人员注重从多方面提高本书的知识和实用性,高效率地为读者提供具有内在逻辑的、方便实用的遗传学学习方法。

参加本书编写的人员有首都师范大学李雅轩、胡英考、张飞雄、蔡民华和赵昕,北京大学医学部宋书娟和章远志,北京师范大学梁前进,牡丹江师范学院任如意,鲁东大学刘林德、赵彦宏、王爱云、张莉和王艳华,山东枣庄学院刘梅,山东滨州学院姚志刚和张韩杰,烟台大学孙力、赵明日和郭善利等多位老师。在本书编写过程中还得到了武汉大学丁毅先生和清华大学张贵友先生的热心支持与帮助,在此表示衷心的感谢!对科学出版社陈露、李瑾和叶成杰编辑对本书的出版所付出的辛勤努力亦表示衷心的感谢!

限于编者水平有限,本书难免存在一些不足,同时由于遗传学是一门发展非常迅速的学科,有些问题的解答亦会随着研究的发展得到进一步的补充和完善,真诚地希望使用本书的同行给予批评指正,以便再版时修改完善。

首都师范大学生命科学学院

李雅轩 胡英考

2012年1月

第 一 部 分

遗传学内容 概要与习题

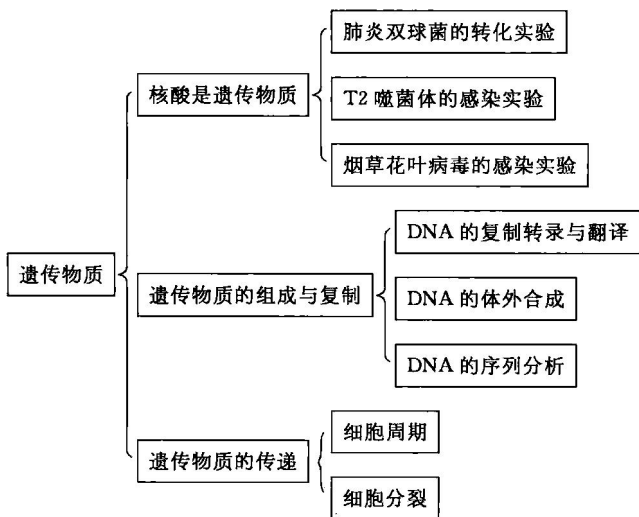
第一章 遗传物质

一、本章概述及学法指导

核酸是遗传物质,通过自我复制在物种的上下代之间进行传递,维持物种遗传物质的稳定性,使物种不断繁衍与发展。本章通过大量的实验,证明了核酸是遗传物质。在这一部分学习中重点思考实验的细节,体会实验设计的巧妙性,培养科研意识,为今后自己的科研工作打下基础。

从分子水平上讲,DNA的复制是一种高保真的半保留复制方式,是一个酶促的过程。据此原理,可进行DNA的人工合成。聚合酶链式反应部分还介绍了基因组研究中的一个十分重要的组成部分——DNA序列分析。随着实验方法及设备的改进,提高了测序的速度与准确性,为基因组研究所需要的大规模分析提供了强有力的保障。

就细胞学水平而言,染色体的准确复制与分离决定了亲子代细胞之间的稳定性。另外,减数分裂的发生,实现了遗传物质在上下代个体之间传递的稳定性,实现了遗传物质重新组合所产生的丰富变异,增强了物种的适应性。这一部分对于理解配子的发生、遗传的实质具有重要意义,是本章的重点之一。



二、基本原理与概念

【基本原理】

1. DNA 人工合成的基本原理概述

DNA 人工合成的基本原理是:首先,将所要合成寡聚核苷酸链的 3'-OH,与一个不溶性载体(如多孔玻璃珠)相连,使之固定;然后,按照 3'→5' 的方向将核苷酸单体逐个加上去。为减少副反应的发生,核苷酸上的所有活泼基团,如氨基和羟基等,都用不同的保护基予以保护,其中 5'-OH 用 4, 4'-二对甲氧基三苯基(DMT)保护,3'端的二异丙基亚磷酸酐上磷酸的-OH 用甲基或 β 氰乙基保护。

2. 化学法测定 DNA 序列的基本程序

用特异的化学裂解法测定 DNA 的核苷酸序列是由美国哈佛大学的 A. M. Maxam 和 W. Gilbert 发明的。

其基本程序是:

首先,制备末端标记的单链 DNA。一般采用多核苷酸激酶将 $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]\text{-ATP}$ 中的 $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]$ 引入双链 DNA 的 5'端,此时双链都被标记,用内切酶切除一端,则剩下的 DNA 就只有一条链被标记,这就是放射性标记的单链 DNA。

其次,用适当的化学试剂处理上述标记的单链 DNA,使标记的 DNA 在 4 种核苷酸中的一种核苷酸处断开。通过 4 种不同的处理方法,使 DNA 的断裂分别发生在 A, G, C 和 T 处,每个分子断裂的次数平均多于或等于一次,这样就会得到各种长度的放射性 DNA 片段群体。

最后,将 4 组片段进行聚丙烯酰胺凝胶电泳分离,用 X 射线胶片对电泳胶进行放射自显影,就可以从胶片上读出 DNA 的核苷酸顺序。

化学法分析 DNA 序列主要用于 DNA 序列较短或 DNA 序列由于二级结构的存在难于用双脱氧法测准时;但改进的方法可以用于大片段 DNA 的测序,采用耐热的 DNA 聚合酶也可以用双脱氧法对存在二级结构的单链 DNA 进行测序。大规模 DNA 测序则主要采用双脱氧的方法。

3. 双脱氧链终止法测定 DNA 序列的原理

英国剑桥大学的 F. Sanger 等人于 1977 年发明了双脱氧链终止法测定 DNA 序列的方法。其原理是在体外合成 DNA 的同时,加入使链合成终止的试剂(通常是 2', 3'-二脱氧核苷酸),与 4 种脱氧核苷酸按一定比例混合,参与 DNA 的体外合成,产生长短不一、具有特定末端的 DNA 片段;由于二脱氧核苷酸没有 3'-OH,不能进一步延伸产生 3', 5'-磷酸二酯键,合成反应就在该处停止。该方法由此命名为双脱氧法。

4. 进行有性生殖的真核生物其遗传物质的传递方式

进行有性生殖的真核生物其遗传物质的传递方式是:亲代遗传物质(DNA)先进行复制,然后经减数分裂产生具有减半遗传物质的配子;雌雄配子两两结合而成合子,遗传物质含量又恢复为亲代状态,完成上下代遗传物质的传递。合子再经有丝分裂,分化,生长发育成为新的个体,个体每个细胞的遗传组成都同合子一样,完成上下代细胞间遗传物质

的传递。

【基本概念】

1. 遗传学(genetics):是研究生物遗传与变异的科学。
2. 遗传(heredity):指生物繁殖过程中,亲代与子代以及子代各个个体之间在各方面相似的现象。
3. 变异(variation):指亲代与子代以及子代各个个体之间总是存在不同程度的差异,有时子代甚至产生与亲代完全不同性状表现的现象。
4. 半保留复制(semiconservative replication):DNA 复制时,以自己为模板,保持完整性,但它们互相分开,作为新链合成的模板,所形成的两个分子彼此相同,并且也跟亲本相同,这种复制方式叫半保留复制。
5. 遗传工程(genetic engineering):指在体外将不同来源的 DNA 进行剪切和重组,形成杂合 DNA 分子,然后将其导入宿主细胞,使其扩增表达,从而使宿主细胞获得新的遗传特性,产生新的基因产物。
6. 同源染色体(homologous chromosome):在二倍体生物中,每对染色体的两个成员中一个来自于父本,一个来自于母本,且形态大小相同的染色体被称为同源染色体。
7. 联会(synapsis):同源染色体的两个成员侧向连接,像拉链一样并排配对的现象被称为联会。联会发生于偶线期,终止于双线期。
8. 联会复合体(synaptonemal complex, SC):同源染色体联会过程中形成的一种独特的亚显微的非永久性的复合结构。在适当的时候可以激活染色体的交换。
9. 交换(crossing over):非姐妹染色单体间发生遗传物质的局部交换。
10. 交叉结(chiasma):非姐妹染色单体间若干处相互交叉缠结,交叉是染色单体发生交换的结果。

三、典型例题及分析

1. 简述 DNA 分子的右手双螺旋结构模型。

解答:

Watson 和 Crick(1953)根据碱基互补配对的规律以及对 DNA 分子的 X 射线衍射的研究结果,提出了著名的 DNA 分子的右手双螺旋结构模型,该模型的要点是:

- (1) 脱氧核糖和磷酸基通过 3', 5' 磷酸二酯键交互连接,成为螺旋链的骨架;两条主链以反向平行的方式组成双螺旋,主链处于螺旋的外侧,碱基则处于螺旋的内侧。
- (2) 两条长链彼此以互补碱基之间的氢键相连,碱基互补配对关系只能是 A 与 T 以两个氢键配对,G 与 C 以三个氢键联结配对。所以在 DNA 分子中,A 与 T 相等,G 与 C 相等,即 $A/T = G/C = 1$,这称为 Chargaff 法则。
- (3) 该模型的螺距是 $34\text{\AA}$,即双螺旋链中任意一条链绕轴一周(360°)所升降的距离。该模型每个螺距含 10 对核苷酸,即每两个碱基平面的垂直距离为 $3.4\text{\AA}$,相对于螺旋轴移动 36° 。

(4) 沿螺旋轴方向观察,双螺旋的表面形成两条凹槽,一条宽而深叫大沟,一条狭而浅叫小沟;大沟对于遗传上重要功能的蛋白质识别 DNA 双螺旋结构上的特定信息非常重要。

2. 如何利用放射性同位素标记 T2 噬菌体验证核酸是遗传物质?

解答:

分析 T2 噬菌体的化学组成,发现在它的 DNA 中含有 P 元素但不含有 S 元素,在蛋白质中含有 S 元素但不含有 P 元素;我们还知道,T2 噬菌体侵染 *E. coli* 时有一种物质进入 *E. coli* 细胞,繁殖出更多的 T2 噬菌体,那么进入 *E. coli* 的这种物质肯定是遗传物质。采用放射性同位素对 T2 噬菌体的蛋白质和核酸分别进行标记,可以证实 T2 噬菌体侵染过程中,上下代间的连续物质是 DNA 而不是蛋白质。用含有³²P 同位素的培养基培养 *E. coli*,用 T2 噬菌体去感染,产生的后代噬菌体其 DNA 中就含有³²P 同位素;用这种被标记的噬菌体再去感染在正常培养基上培养的 *E. coli*,结果发现进入细胞内部的物质具有放射性,这说明是噬菌体的 DNA 进入了细菌的细胞。如果用含有³⁵S 同位素的培养基培养 *E. coli*,用 T2 噬菌体去感染,产生的后代噬菌体其外壳蛋白中就含有³⁵S 同位素,用这种噬菌体再去感染在正常培养基上培养的 *E. coli*,结果含有³⁵S 同位素的物质都留在细菌细胞的外部,即外壳蛋白并不进入细菌细胞。

3. 假设 *E. coli* 合成 DNA 的速率是每分钟 100 000 个碱基对,复制其整个染色体需要 40 min。问:

(1) *E. coli* 染色体中有多少碱基对?

(2) *E. coli* 染色体在双螺旋状态下的长度是多少? 也就是说,如果染色体形成环状结构,它的周长是多少?

解答:

(1) 由于 *E. coli* 的 DNA 复制过程为复制叉式复制或滚环式复制,但是一次复制都只有一个起始点。这样,如果 DNA 合成的速率是每分钟 100 000 个碱基对,其复制整个染色体需要 40 min 的话,则 *E. coli* 的染色体中会含有 $100\,000 \times 40$ 个碱基对,即 4 000 000 个碱基对。

(2) 双螺旋 DNA 每上升一个螺旋的长度为 3.4 nm,根据 DNA 双螺旋模型,每个螺旋为 10 个碱基对,因此 *E. coli* 染色体的长度为: $3.4\text{ nm} \times (4\,000\,000/10) = 1\,360\,000\text{ nm} = 1.36\text{ mm}$ 。

4. 试述减数分裂的意义。

解答:

通过减数分裂形成的性细胞都具有体细胞染色体数目的一半,在受精结合后,受精卵恢复到体细胞的染色体数目,保证了遗传物质在上下代之间的连续性和稳定性,为后代的正常发育和性状表现提供了遗传物质基础;同源染色体的非姐妹染色单体在减数分裂的前期 I 发生对应节段的交换,随后发生非同源染色体的随机组合,使后代的遗传物质发生变化,表现为多样化,增强了生物的适应能力。

5. 试比较有丝分裂与减数分裂之区别。

解答:

有丝分裂是指染色体复制一次,细胞分裂一次,其结果形成两个与亲代细胞染色体数

目一样的子细胞;减数分裂是染色体复制一次,细胞连续分裂两次,形成4个子细胞,每个子细胞中染色体的数目减半,并且在减数分裂中有同源染色体之间的交换,这样就为遗传性状的重新组合提供了物质基础。从过程上分析可以发现二者之间的差异,如下表所示:

时 期		有 丝 分 裂	减 数 分 裂
第 一 次 分 裂	G1 期	物质合成(RNA 和蛋白质)	物质合成并有特殊蛋白形成
	S 期	合成 DNA 和组蛋白	合成 DNA 和组蛋白,但有一部分 DNA 未完成复制
	G2 期	形成微管蛋白等	无明显 G2 期
	前期	染色质丝逐渐缩短变粗形成明显的染色体,核膜核仁解体,每条染色体有两条单体	染色体行为复杂,可分为5个亚期。其中染色体逐渐螺旋化缩短变粗,有同源染色体的联会配对及物质重组,可见同源染色体之间的交叉现象;有部分 DNA 合成
	中期	着丝粒排列在赤道面上,染色体两臂在赤道面两侧有一定扭曲	配对的同源染色体分列在赤道面两侧,其着丝粒只与同侧纺锤丝相连
	后期	着丝粒分裂,染色体中每条单体形成一条独立的染色体,移向细胞两极	同源染色体彼此分离移向细胞两极,每条染色体有两条单体
第二次分裂	末期	染色体解旋,核膜核仁形成,细胞质分裂,形成两个子细胞;染色体数目与亲代细胞染色体数目一致	染色体解旋,核膜核仁形成,细胞质分裂,形成两个子细胞。染色体数目减半
		无	有,染色体行为与一般有丝分裂相同

四、书后习题与解答

1. 如何证明核酸是遗传物质?

解答:

DNA 作为遗传物质最早的证据来自肺炎链球菌的转化实验。Griffith(1928)首先发现肺炎球菌的转化作用。他将 R 型活细胞和加热杀死的 S 型死细胞分别注入不同小鼠的体内,结果两种处理的小鼠都不致病;如果把加热杀死的 S 型死细胞与 R 型活细胞一起注入小鼠体内,结果小鼠致病死亡。对死亡小鼠的尸检表明,死亡是由 S 型活细胞引起的,因为细菌细胞外含有多糖荚膜,这说明经加热杀死的 S 型细胞的某种物质使非致病的 R 型细胞转变为致病菌,这种现象称为转化(transformation)。

1944 年,Avery 等人不仅在体外成功地重复了上述实验,而且用生物化学的方法证明了转化因子(transforming factor)是 DNA,而不是多糖荚膜,也不是蛋白质和 RNA。Avery 等将 S 型细菌杀死,然后分别分离纯化出 DNA、RNA、蛋白质和多糖荚膜,用这 4 种物质分别与 R 型细菌共同感染小鼠,结果发现,只有 DNA 与 R 型细菌共同感染小鼠才能引起小鼠肺炎,其他都不能引起小鼠肺炎。如果用 DNA 酶(DNase)处理使 DNA 降解,则不出现转化现象;如果用其他的酶如蛋白酶进行处理,则对转化没有影响。这就充分地证明了使 R 型细胞转化为 S 型细胞是由于 S 型细胞中的 DNA 片段转入了 R 型细胞的结果,即引起这种改变的遗传物质是 DNA。以后的实验表明,转化的频率随着 DNA

纯度的提高而增加,转化也可以在体外进行。

2. 试比较 *E. coli* DNA 聚合酶 I 与 DNA 聚合酶 III 主要功能的异同。

解答:

DNA 聚合酶 I 和 III 的主要特性与功能可以从以下几个方面进行比较:

(1) DNA 聚合酶活性

DNA 聚合酶 I 和 III 都具有 DNA 聚合酶活性,都需要模板和引物,都需要引物具有 3'-OH。但 DNA 聚合酶 I 的主要功能在于 DNA 的修复和 RNA 引物的替换;而 DNA 聚合酶 III 的主要功能是使 DNA 链的延长。

(2) 3'→5' 外切核酸酶活性

DNA 聚合酶 I 和 III 都具有这种酶活性,作用于 3' 端。当复制时错误地掺入一个碱基时,则该碱基与模板不能配对,这两种酶都可以将 3' 端所掺入的错误碱基切除。这种酶活性对于保证聚合作用的正确性是不可缺少的,该功能也称校对功能,对于作为遗传物质的 DNA 所需要的稳定性和极高的保真度至关重要。

(3) 5'→3' 外切核酸酶活性

DNA 聚合酶 I 和 III 都具有这种酶活性,但作用方式不同。DNA 聚合酶 III 只能作用于单链 DNA;而 DNA 聚合酶 I 的 5'→3' 外切核酸酶活性具有以下特征:核酸必须有 5'-磷酸末端;必须是已经配对的;去除方式是一个接着一个;可以是脱氧核糖核酸,也可以是核糖核酸。

DNA 聚合酶 I 的 5'→3' 外切核酸酶活性与聚合酶活性一起,可以产生所谓的切刻平移。

(4) 核酸内切酶活性

DNA 聚合酶 I 具有这种能力。当 5'-P 是不配对的单链时,它作用于与单链相连的两个配对碱基之间,切断磷酸二酯键。

(5) 缺口填充能力

DNA 聚合酶 III 只能填充几个碱基的小缺口;而 DNA 聚合酶 I 则能填充很大的缺口,甚至能完成几乎整个互补链的复制。

3. 什么叫切刻平移? 它有什么应用?

解答:

所谓切刻平移,就是双链 DNA 的一条链发生断裂,产生一个 5'-磷酸和 3'-OH;在 5'-磷酸端,DNA 聚合酶 I 行使 5'→3' 外切核酸酶活性,将核苷酸一个个地切除,同时在 3'-OH 端又行使 DNA 聚合酶活性进行聚合反应;随着两种反应的进行,切刻由 5' 端向 3' 端转移,由于 DNA 聚合酶 I 不具有 DNA 连接酶活性,所以切刻一直保留,因此叫切刻平移。

它主要应用于分子杂交中的探针标记。

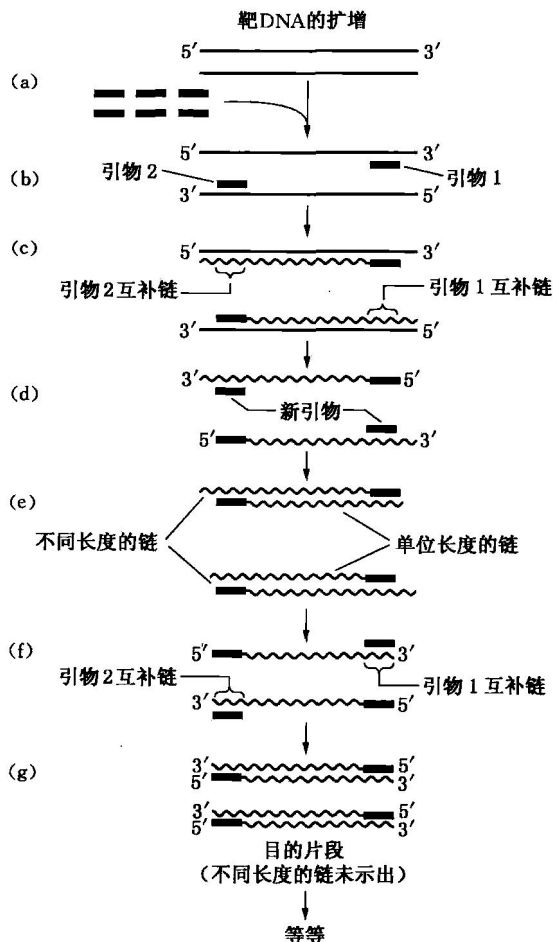
4. 试说明 PCR 的原理与方法。

解答:

聚合酶链式反应,即 PCR 技术,是美国科学家 K. B. Mullis 发明的一种在体外快速扩增特定基因或 DNA 序列的方法,又称为基因的体外扩增法。

PCR 技术的原理与细胞内发生的 DNA 复制过程十分类似。首先,双链 DNA 在临近沸点的温度下加热分离成两条单链 DNA 分子;然后,加入到反应混合物中的引物与模板 DNA 的特定末端退火;接着,DNA 聚合酶以单链 DNA 为模板,利用反应混合物中的 4 种脱氧核苷三磷酸,在引物的 3'-OH 端合成新生的 DNA 互补链。

它可以在试管中建立反应,经数小时的多次循环之后,就能将极微量的目的基因或某一特定的 DNA 片段扩增数十万乃至千百万倍,无需通过烦琐费时的基因克隆程序,便可获得足够数量的精确的 DNA 拷贝,所以人们也将它称之为无细胞分子克隆法。具体方法如下图所示:



(a) 起始材料是双链 DNA 分子;(b) 反应混合物加热后发生链的分离,然后致冷使引物结合到位于待扩增的靶 DNA 区段两端的退火位点上;(c) Taq 聚合酶以单链 DNA 为模板在引物的引导下利用反应混合物中的 dNTPs 合成互补的新链 DNA;(d) 将反应混合物再次加热,使旧链和新链分离开来;这样便有 4 个退火位点可供引物结合,其中两个在旧链上,两个在新链上(为了使图示简化,在以下略去了起始链的情况);(e) Taq 聚合酶合成新的互补链 DNA,但这些链的延伸是精确地局限于靶 DNA 序列区,因此这两条新合成的 DNA 链的跨度是严格地定位在两条引物界定的区段内;(f) 重复过程,引物结合到新合成的 DNA 单链的退火位点(同样也可形成不同长度的链,但为简洁起见,图中略去了这些链);(g) Taq 聚合酶合成互补链,产生出两条与靶 DNA 区段完全相同的双链 DNA 片段

5. 试说明双脱氧法测定 DNA 序列的方法。

解答:

双脱氧法测定 DNA 顺序的基本程序是:

- (1) 选取待测 DNA 的一条链为模板,用 5' 端标记的短引物与模板的 3' 端互补;
- (2) 将样品分为 4 等份,每份中添加 4 种脱氧核苷三磷酸和相应于其中一种的双脱

氧核苷酸。例如,第一份中添加 4 种 dNTP 和一定比例的 ddATP;第二份则添加 4 种 dNTP 和一定比例的 ddGTP;第三份添加 ddCTP;第四份添加 ddTTP。

(3) 加入 DNA 聚合酶引发 DNA 合成,由于双脱氧核苷酸与脱氧核苷酸的竞争作用,合成反应在双脱氧核苷酸掺入处终止,结果合成出一套长短不同的片段。

(4) 将 4 组片段进行聚丙烯酰胺凝胶电泳分离,根据所得条带,读出待测 DNA 的碱基顺序。

待测的 DNA 片段一般为单链,将其克隆至 M13 或其衍生载体上,用一个通用引物(universal primer)来起始合成。待测的 DNA 片段也可以是双链的,其原理与此相同。

6. 试解释有丝分裂与减数分裂是如何维持遗传物质的稳定性的。

解答:

进行有性生殖的真核生物,其遗传物质的传递方式是:亲代遗传物质(DNA)进行复制,经减数分裂产生减半遗传物质的配子;雌、雄配子结合而成合子,遗传物质含量又恢复为亲代状态,完成上下代遗传物质的传递。这样就保持了遗传物质在亲子代之间传递的稳定性;同时,由于在减数分裂中有同源染色体之间的交换,这样就为遗传性状的重新组合提供了物质基础。

合子经有丝分裂,发生细胞的分裂与分化,生长发育成为新的个体,个体每个细胞的遗传组成都同合子一样,完成上下代细胞间遗传物质的传递。在有丝分裂过程中,由于间期染色体准确复制,在分裂期两条子染色体分开,分别分配到子细胞中去,使得子细胞具有与母细胞在数量与质量上完全相同的染色体,保证了细胞在遗传上同母细胞完全一致,也保证了个体的正常发育,以及物种的连续性和稳定性,并且在进行无性繁殖的生物中保证了性状表现的稳定性。

五、补充习题

【习题】

I. 填空题

1. DNA 作为遗传物质最早的证据来自肺炎链球菌的_____实验。经加热杀死的 S 型细胞的某种物质使非致病的 R 型细胞转变为致病菌,这种现象称为_____。
2. 转化的频率随着 DNA 纯度的提高而_____,转化可以在体外进行。
3. *E. coli* T2 噬菌体,外壳的化学组成为_____,包裹在外壳内部的是_____,尾部由中心轴、收缩鞘组成,末端由基盘、尾锥和尾丝组成。整个 T2 噬菌体约含 40% 的_____和 60% 的_____。
4. DNA 是四种_____的多聚体,细胞中采取的主要构象方式是_____结构模型,相当于 DNA 二级结构的_____构象。除此之外,还有_____构象、_____构象、_____构象和_____构象等右手双螺旋构象,以及左手双螺旋的_____构象等。
5. DNA 的两条链是_____平行的,而 DNA 聚合酶可以使新生链按_____的方向生长,而不能相反。

6. 许多生物的复制原点都是_____的区段,即富含_____的区段。从原点开始,DNA 的复制大多是_____进行的,但也有_____的或以_____进行的,这取决于_____的性质。

7. DNA 复制的方式一般分为两类:一类叫做_____,即复制叉式复制;另一类叫_____,即先导链是共价结合在一条亲本链上,这主要是滚环式复制。

8. DNA 的复制是一个非常复杂的酶学过程,需要_____种以上的酶和蛋白质的参与,其中_____是复制过程的核心酶。

9. 引物的 RNA 在合成后并不与模板分离,而是以_____与模板结合,合成这种引物的酶称为_____。

10. DNA 连接酶只作用于_____时。

11. 在 DNA 复制过程中还需要_____,它能促进 DNA 的两条互补链分离;还需要_____,即拓扑异构酶的参与。

12. 原核细胞没有核膜,因而也就没有细胞核,只有染色质区,称为_____。

13. 原核生物的 DNA 在复制时存在着两种方式,即_____和_____。

14. 利用人工的方法在体外合成核酸包括两种方法:一种是_____;另一种是_____。

15. 测定 DNA 序列的方法主要有两种:一种是_____,又叫 Maxam-Gilbert 法;另一种是_____,又叫酶法、Sanger 法或链终止法。

16. 含 29%腺嘌呤和 29.5%尿嘧啶的病毒,其遗传物质的最大可能是:_____。

17. *E. coli* 中用以识别终止密码子 UAA, UAG 的蛋白因子是_____。

18. 非同源染色体上的非等位基因在形成配子的过程中进行_____。

19. 一个初级卵母细胞经减数分裂后形成_____个卵细胞。

20. 在减数分裂过程中,如果某基因与着丝点之间没有发生交换,则随着同源染色体的彼此分开,该等位基因就发生了_____。

21. 在减数分裂过程中,染色体复制_____次,细胞分裂_____次,所以在末期 II,染色体数目减少了一半。

22. 玉米体细胞有 20 条染色体,10 条来源于父本,10 条来源于母本,经过减数分裂有_____的配子中 10 条染色体全部来源于父本或母本。

23. 一个雄性性母细胞经过减数分裂形成了_____个配子体。

24. 玉米授粉后,在母体植株上结的果穗已经是_____代。

25. 在减数分裂中,染色体减半在_____就已经实现了。

26. 在有丝分裂过程中,从一次分裂的_____开始,到下一次细胞分裂_____为止,称为一个有丝分裂周期。

27. 生物个体产生的配子中所含染色体数正好是该种生物_____体所含染色体数,二者相等。

28. 5 个小孢子母细胞,经过减数分裂,可以生成_____个精子和_____个管核。

29. 一个基因型为 AaBb 的精原细胞,经减数分裂可以形成_____。

4 种类型的精子。

II. 问答与分析题

1. 哪些实验证明 DNA 是双螺旋结构? 这种结构在遗传学上有什么意义?
2. DNA 双链的两条互补链带有相同的遗传信息吗? 请说明。
3. 在双链 DNA 分子中 $A+T/G+C$ 是否与 $A+C/G+T$ 的比例相同,为什么?
4. *E. coli* 的染色体含有长度约为 $1\ 100\ \mu\text{m}$ 的 DNA,问这条染色体有多少核苷酸对?
5. 若一多核苷酸链含有等量的任意位置的腺嘌呤和尿嘧啶,三联体的什么比例将编码(1)苯丙氨酸;(2)异亮氨酸;(3)亮氨酸;(4)酪氨酸?
6. 若两种生物,它们的 DNA 的碱基比率有显著差别,那么在它们的(a)tRNA;(b)rRNA;(c)mRNA 的碱基比率上预期也有差异吗?
7. 什么叫 DNA 重链(H),什么叫 DNA 轻链(L)?
8. 如何验证 DNA 的复制是半保留复制方式?
9. 果蝇的基因组总共约有 1.6×10^8 个碱基对。DNA 合成的速率为每秒 30 个碱基对。在早期的胚胎中,全部基因组在 5 min 内复制完成。如果要完成这个复制过程需要多少个复制起点?
10. 如果某个生物的二倍体个体染色体数目为 16,在有丝分裂的前期可以看到多少个染色单体? 在有丝分裂后期,有多少染色体被拉向细胞的每一极?
11. 某种生物的初级卵母细胞中有 16 条染色体,那么请试回答下列问题:
 - (1) 在第一次减数分裂前期有多少四分体?
 - (2) 在减数分裂的前期 II 含有几个二分体?
 - (3) 减数分裂后期 II 各有几条染色体移向细胞的两极?
12. 现有一未知生物的分裂中期染色体标本,这种生物有 12 条染色体。其中两条染色体明显比其他染色体要小,且长度与着丝粒的位置相同,这两条染色体是何关系?

(胡英考)