



生命科学辅导丛书 **之**
名·师·点·拨·系·列

分子生物学

赵亚华 主编

名师点拨系列



科学出版社
www.sciencep.com

生命科学辅导丛书之名师点拨系列

分子生物学

主 编 赵亚华
副主编 朱国辉 文风云



科学出版社
北京
www.sciencep.com

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是生命科学辅导丛书之名师点拨系列中的一本,也是配套普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础分子生物学教程》(第二版)的分子生物学学习辅导书。全书共分11章,包括:概论,核酸的结构与功能,基因与基因组,DNA的复制,DNA的损伤、修复与基因突变,DNA的重组与转座,RNA的转录合成,RNA转录后得剪接与加工,遗传密码与蛋白质生物合成,原核生物基因表达调控,真核生物基因表达调控。每章包含重点提示、核心概念、知识要点、试题精选和参考答案五个部分。本书最后附有5套模拟试题并配以参考答案,方便读者自测学习效果。

本书可作为生命科学相关专业本科生的教学辅导资料和相关教师的教学参考书,也可作为硕士研究生入学考试辅导用书。

图书在版编目(CIP)数据

分子生物学/赵亚华主编. —北京:科学出版社,2008

生命科学辅导丛书.名师点拨系列

ISBN 978-7-03-023291-5

I. 分… II. 赵… III. 分子生物学-高等学校-教学参考资料 IV. Q7

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第169772号

责任编辑:王国栋 周 辉 刘 晶/责任校对:刘亚琦

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

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>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年3月第一版 开本:B5(720×1000)

2009年3月第一次印刷 印张:11

印数:1—5 000 字数:215 000

定价:20.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<新蕾>)

前 言

本书是生命科学辅导丛书之名师点拨系列中的一本，也是配套普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础分子生物学教程》（第二版）的分子生物学学习辅导书。

随着学科的飞速发展，分子生物学的内容愈来愈多，真正全面系统地掌握分子生物学的知识并不容易，一本合适的学习辅导书能使教师和学生有限的教与学的时间内较好地掌握这门课程的内容，这无疑是非常重要的。本书共分11章，每章包括重点提示、核心概念、知识要点、试题精选和参考答案5个部分。核心概念以精炼的形式给出了每一章的重要概念，是要求一定要掌握的内容；重点提示帮助读者进一步掌握每一章的重点和难点内容，归纳和回忆已学习过的主要内容。本书用较大篇幅精选了一定量的试题并附有参考答案，基本上照顾到了每一章的内容。通过认真完成这些习题，能使读者达到复习和巩固分子生物学基本知识的目的。本书秉承原教材的初衷，重视基本概念，基础知识，具有一定的可读性和适用性，是指导学生快速掌握分子生物学基础知识的必备参考书。

本书的特点是简明扼要、知识点全面。由于分子生物学的内容丰富而繁杂，资料浩瀚，从事这方面工作的专家学者很多，关注的侧重点各有不同，本书难以面面俱到，限于作者水平，疏漏之处在所难免，希望读者批评指正，不胜感激。

在本书出版之即，作者对在编写和出版过程中给予帮助并提出宝贵意见的师生和热心的读者表示衷心感谢！

作者
2009年1月

目 录

前言	1
第一章 概论	1
【核心概念】	1
【知识要点】	1
【试题精选】	2
【参考答案】	2
第二章 核酸的结构与功能	4
【核心概念】	4
【知识要点】	6
【试题精选】	8
【参考答案】	12
第三章 基因与基因组	17
【核心概念】	17
【知识要点】	19
【试题精选】	20
【参考答案】	26
第四章 DNA 的复制	31
【核心概念】	31
【知识要点】	32
【试题精选】	34
【参考答案】	39
第五章 DNA 的损伤、修复与基因突变	42
【核心概念】	42
【知识要点】	43
【试题精选】	45
【参考答案】	48
第六章 DNA 的重组与转座	52
【核心概念】	52
【知识要点】	53
【试题精选】	55
【参考答案】	59

第七章 RNA 的转录合成	62
【核心概念】	62
【知识要点】	63
【试题精选】	65
【参考答案】	70
第八章 RNA 转录后的剪接与加工	74
【核心概念】	74
【知识要点】	75
【试题精选】	77
【参考答案】	82
第九章 遗传密码与蛋白质生物合成	86
【核心概念】	86
【知识要点】	88
【试题精选】	91
【参考答案】	97
第十章 原核生物基因表达调控	103
【核心概念】	103
【知识要点】	105
【试题精选】	107
【参考答案】	114
第十一章 真核生物基因表达调控	122
【核心概念】	122
【知识要点】	125
【试题精选】	127
【参考答案】	132
附录一	142
模拟试题 (1)	142
模拟试题 (2)	144
模拟试题 (3)	147
模拟试题 (4)	150
模拟试题 (5)	153
附录二	156
【全真小考】	
【六套真题】	
【五套模拟题】	
【名师讲堂】	

第一章 概 论

重点提示：分子生物学的概念（掌握），分子生物学研究的主要内容（掌握），分子生物学与生物化学的关系（熟悉），分子生物学的发展历程（了解），21 世纪分子生物学的发展趋势（了解）。

【核心概念】

(1) 分子生物学——包括对蛋白质和核酸等生物大分子结构与功能的研究，以及从分子水平上阐明生命的现象和生物学规律。分子生物学的一般概念侧重于研究核酸（基因），主要研究基因或 DNA 结构与功能、复制、转录、表达和调节控制等过程。其中也涉及与这些过程相关的蛋白质和酶的结构与功能的研究。

(2) 分子生物学研究的主要内容：基因与基因组的结构与功能，DNA 的复制、转录和翻译，基因表达调控的研究，DNA 重组技术，结构分子生物学等。

(3) 分子生物学与生物化学的关系：分子生物学与生物化学之间的关系非常紧密，难以区分。分子生物学从分子水平上研究生命的现象，生物化学是从分子水平上研究生命现象的化学本质，两者不能截然分开，但它们的研究方向和研究方法与手段却有一定的区别。在研究方向上，分子生物学的着重点是大分子的结构与功能，而生物化学则是生物分子的代谢转化；在研究方法上，分子生物学主要以分子生物学、化学和物理学的方法进行研究，而生物化学主要采用生物化学、化学及生理学的方法，两者采取了很多不同的研究手段。

(4) 21 世纪分子生物学的主要发展趋势：功能基因组学、蛋白质组学与蛋白质的功能、生物信息学等。

【知识要点】

广义上的分子生物学主要是对蛋白质和核酸等生物大分子结构与功能的研究，以及从分子水平上阐明生命现象和生物学规律的学科；狭义上指的是主要研究基因或 DNA 结构与功能、复制、转录、表达和调节控制等过程，也涉及与这些过程相关的蛋白质和酶的结构与功能的研究。目前一般采用的是狭义上的概念。

分子生物学是在多个学科的基础上发展起来的，因此与多个学科都存在交叉，特别是生物化学。归纳分子生物学的研究的内容，可以概括为以下五个方面：①基因与基因组的结构与功能；②DNA 的复制、转录和翻译；③基因表达调控的研究；④DNA 重组技术；⑤结构分子生物学。

分子生物学发展的速度是相当惊人的。发展过程可简单地概括为四个阶段：人类对 DNA 和遗传信息传递的认识阶段，重组 DNA 技术的建立和发展阶段，重组 DNA 技术的应用阶段，以及功能基因组和蛋白质组学的发展阶段。第三阶段发展极为迅速，特别是人类基因组计划（HGP）启动并完成以来，相关理论与技术的发展日新月异。

随着人类基因组计划的完成，人类已经掌握了许多模式生物的所有遗传密码。但基因组计划并不能直接阐明基因的功能，更不能预测某基因所编码蛋白质的功能与活性，所以并不能指导人们充分正确地利用这些基因的产物。于是出现了“后基因组时代”，旨在快速、高效、大规模鉴定基因的产物和功能。人类基因组研究的重点由结构向功能转移，这成为今后发展的主流方向。相关学说理论相应诞生，如功能基因组学、蛋白质组学和生物信息学。生命科学又进入了一个全新的时代。

【试题精选】

简答题

1. 什么是分子生物学？
2. 基因的研究经历了哪几个阶段？每个阶段的内容是什么？
3. 分子生物学与生物化学的关系是怎样的？
4. 分子生物学的发展经历了哪几个阶段？
5. 21 世纪分子生物学有怎样的发展趋势？

【参考答案】

1. 广义上讲的分子生物学包括对蛋白质和核酸等生物大分子结构与功能的研究，以及从分子水平上阐明生命的现象和生物学规律。狭义的概念是将分子生物学的范畴偏重于核酸（基因）的分子生物学，主要研究基因或 DNA 结构与功能、复制、转录、表达和调节控制等过程。其中也涉及与这些过程相关的蛋白质和酶的结构与功能的研究。

2. 主要有四个阶段：①20 世纪 50 年代以前，主要从细胞染色体水平上进行研究，是基因的染色体遗传学内容；②50 年代之后，主要从 DNA 大分子水平上进行研究，属于基因的分子生物学阶段；③80 年代以来，由于重组 DNA 技术的不断完善和应用，人们已经改变了从表型到基因型的传统研究

基因的途径，而能够直接从克隆目的基因出发，研究基因的功能及其与表型的关系，使基因的研究进入了反向生物学阶段；④近年来，随着人类基因组计划的顺利完成，分子生物学已经转入一个以基因组功能研究为主要内容的“后基因组时代”，或者说是“从基因组到蛋白质组”。

3. 分子生物学与生物化学之间的关系非常紧密而难以区分。分子生物学从分子水平上研究生命的现象，生物化学是从分子水平上研究生命现象的化学本质，两者不能截然分开，但它们的研究方向和研究方法与手段却显示出明显的区别。在研究方向上，分子生物学的着重点是大分子的结构与功能，而生物化学则是生物分子的代谢转化；在研究

方法上, 分子生物学是以化学和物理学的方法进行研究, 而生物化学主要采用生物化学、化学及生理学的方法, 两者采取了很多不同的研究手段。

4. 分子生物学的发展过程可以简单地概括为四个阶段: 第一个阶段是人类对 DNA 和遗传信息传递的认识阶段, 在这个阶段最重要的事件是确立 DNA 为生物遗传物质的地位, 1953 年双螺旋结构的提出对开创生命科学新时代具有里程碑的意义; 第二个阶段是重组 DNA 技术的建立和发展阶段, 酶的发现和分离在这个阶段起到重要作用, 1971~1972 年重组 DNA 技术得到发展, 克隆出第一个细菌基因, 开创了基因工程的新纪元; 第三个阶段是重组 DNA 技术的应用和分子生物学的迅猛发展阶段, 1985 年 PCR 技术的发明以及 2003 年人类基因组计划的完成是分子生物学飞速发展的重大里程碑; 第四个阶段是后基因组时代的到来。

5. 目前, 人类基因组研究已经转入以基因组功能研究为主要内容的“后基因组”时代。它的主要任务是研究细胞全部基因的表

达图式和全部蛋白质图式, 或者说是“从基因组到蛋白质组”。由此, 分子生物学的重点又回到了蛋白质方面。主要概括为以下几个研究方向。

(1) 功能基因组学。功能基因组学的任务, 是对成千上万的基因表达进行分析比较, 从基因组整体水平上阐述基因活动规律。其研究的核心问题是基因组多样性和进化规律, 基因组的表达及其调控, 模式生物体基因组研究等。

(2) 蛋白质组学。蛋白质组学是以蛋白质组为研究对象, 研究细胞内所有蛋白质及其动态变化规律的科学, 现在, 蛋白质组的研究进展速度极快。随着新思路 and 新技术不断涌现, 蛋白质组学将会不断完善, 发展成后基因组时代的带头学科。

(3) 生物信息学。生物信息学主要是对 DNA 和蛋白质序列资料中各种类型信息进行识别、存储、分析、模拟和转输。它主要在以下方面提供帮助, 如基因的染色体定位、寻找感兴趣序列的同源序列而进行的快速搜索、基因识别和科学文献的查找。

第二章 核酸的结构与功能

重点提示：细胞内的遗传物质（掌握），核酸的化学组成与共价结构（掌握），DNA 的一级结构、二级结构（掌握），DNA 双螺旋模型特征、碱基互补配对、维持 DNA 双螺旋结构的作用力以及 DNA 双螺旋结构的多态性（掌握），DNA 分子的高级结构（熟悉），反向重复序列（掌握），三股螺旋 DNA 及 DNA 的四链结构（了解），DNA 结构的动态性与精细结构（了解），DNA 的超螺旋结构与拓扑学性质（了解），真核生物的染色体及组装（熟悉），核小体的形成及染色质的高级结构（了解），RNA 的结构与功能（掌握），RNA 的结构特点及其与 DNA 的区别（掌握），细胞中 RNA 的分布（了解）与 RNA 的种类（熟悉），核酸变性的概念、引起 DNA 变性的主要因素、DNA 变性发生的一系列变化、 T_m 值概念及意义（掌握），核酸的复性及复性条件（掌握），核酸复性的动力学曲线与复性程度的检测（了解），影响 DNA 复性速度的主要因素（熟悉），核酸的分子杂交（掌握），分子杂交的种类及其应用（了解）。

【核心概念】

(1) 核酸——是由一系列单核苷酸交替存在的戊糖和磷酸残基形成骨架连接而成的、无分支结构的多聚核苷酸链。核苷酸由含氮碱基、戊糖与磷酸组成。核酸是生物体细胞内一类重要的生物大分子物质，在生物的个体生长、发育、繁殖、遗传和变异等生命过程中起着极为重要作用。

(2) DNA 一级结构——指 DNA 中脱氧核苷酸的连接方式及排列顺序。

(3) DNA 二级结构——两条多核苷酸链反向平行盘绕所生成的双螺旋结构。

(4) DNA 双螺旋模型——1953 年，Watson 和 Crick 提出了 DNA 双螺旋模型，模型解释了当时所知道 DNA 的理化性质，并将 DNA 的结构与功能联系起来。模型主要特征有：①两条主链以反平行的方式围绕同一中心轴相互缠绕，组成双螺旋，形成右手螺旋；②碱基之间通过氢键连接，A 和 T 互补配对形成两个氢键，G 与 C 互补配对形成三个氢键；③两个相邻碱基对之间相距 0.34nm，夹角为 36° ，每旋转一圈包括 10 个核苷酸，双螺旋的平均直径为 2 nm；④维持双螺旋结构稳定性的主要因素有氢键和碱基堆积力。

(5) 双螺旋结构的多态性——生物体基因组的大多数 DNA 都以 B 型双螺旋的形式存在，此外较为常见的是 A 型双螺旋，相对湿度在 75% 以下时呈现这种结构。另外在分析人工合成的 dCGCGCG 寡核苷酸结构时发现一种左手螺旋结构，称为 Z 型双螺旋，这种构象在天然 DNA 局部区域也有发现。

(6) 超螺旋——DNA 的三级结构，是 DNA 在双螺旋二级结构的基础上进一步扭曲而形成的。DNA 分子以纵轴方向额外地多转或少转几圈，就会使螺旋结构产生分子内部张力，DNA 分子就会发生扭曲，用以抵消张力，这种扭曲后的结构就称为超螺旋。超螺旋本身具有方向性，当旋转方向不同时，可产生正超螺旋和负超螺旋两种形式的拓扑结构。

(7) 碱基互补配对——两条核苷酸链依靠彼此碱基之间的立体化学特性，形成氢键，旋转结合在一起，而且必须是嘌呤和嘧啶相配对，在 A 和 C、G 和 T 之间不能形成适合的氢键，只有 A 和 T 互补配对形成 2 个氢键、G 与 C 互补配对形成 3 个氢键，才能保证形成正确的双螺旋结构，这种碱基之间的配对原则称为碱基互补配对，碱基在一条链上的排列顺序不受限制。根据碱基互补配对原则，当一条多核苷酸链的序列被确定后，即可决定另一条互补链的序列。

(8) 发夹结构——指核酸链由于自身回折配对而产生的反平行双螺旋结构，由称为茎的碱基互补配对双螺旋区域和不能配对的突环区域构成。

(9) 回文序列——即反向重复序列。指在双链 DNA 序列中按确定的方向阅读双链中的每一条链的序列都是相同的。

(10) DNA 结合蛋白——泛指一类能结合于 DNA 分子上的蛋白质，包括各种酶类，如 DNA 聚合酶、RNA 聚合酶、转录因子和调节蛋白（如分解代谢激活蛋白 CAP、Cro 阻遏蛋白等）。

(11) 端粒酶——一种核糖核蛋白酶，催化端粒中重复单位的延长，从而延长端粒的 3' 端，在无限增殖真核细胞中调节端粒丢失和端粒 DNA 从头合成之间的平衡。

(12) 真核生物染色体组装——首先 DNA 和组蛋白构成核小体；然后多个核小体形成串珠链，串珠链绕成每圈 6 个核小体的中空螺旋管的微纤丝；微纤丝再与多种非组蛋白结合形成突环，每个突环含若干功能相关基因；6 个突环会形成一个玫瑰花结状结构，组装成每圈 30 个玫瑰花结的螺旋圈；最后由 10 个螺旋圈再组装成一个染色单体。

(13) 核小体——由直径 2nm 的 DNA 双螺旋绕组蛋白形成直径约 11nm 的核小体“串珠”结构，为染色体的基本结构单位。每一个单体中含有 H2A、H2B、H3 和 H4 各 2 分子（它们构成一个八聚体），1 分子 H1 染色质中的 DNA 双螺旋一般为 180~200bp，等距离缠绕组蛋白八聚体形成众多核小体，各颗粒之间为带有 H1 组蛋白的连接区 DNA。

(14) 常染色质——在细胞间期核内染色质折叠压缩程度较低，处于伸展状态，碱性染料着色浅而均匀的区域，是染色质的主要部分。

(15) 异染色质——在细胞间期核内染色质压缩程度较高，处于凝集状态，碱性染料着色较深的区域。在着丝粒、端粒、次缢痕以及染色体的某些片段，由较短和高度重复的 DNA 序列组成永久性的异染色质。

(16) HMG 蛋白——一类能由低盐溶液抽提、溶于 2% 三氯乙酸、相对分子质量在 3.0×10^4 以下的非组蛋白。因其相对分子质量小、在凝胶电泳中迁移速度快而得名。

(17) 核酸变性与复性——当呈双螺旋结构的 DNA 溶液缓慢加热时，其中的氢键断开，双链 DNA 变为单链，称为核酸的变性。在适宜的温度下，分散开的两条 DNA 链可以完全重新结合成和原来一样的双股螺旋，这个过程称为复性。变性产生增色效应，而复性产生减色效应。

(18) 增色效应——在 DNA 双螺旋结构模型中碱基埋藏于内侧，变性时由于双螺旋解开，碱基外露，在 260nm 处紫外吸收值增加，这一现象称为增色效应。

(19) 减色效应——随着 DNA 的复性，核酸在 260nm 处的光吸收值降低的现象。

(20) 分子杂交——两条不同来源的 DNA (或 RNA) 链或 DNA 与 RNA 之间存在互补序列时，在一定条件下可以发生互补配对形成双螺旋分子，这种分子称为杂交分子。形成杂交分子的过程称为分子杂交。

(21) Northern blotting——Northern 印迹法。是用于鉴定 RNA 的杂交技术，将 RNA 变性后转移到硝酸纤维素膜上再进行杂交的技术。

(22) Western blotting——Western 印迹法。将聚丙烯酰胺凝胶电泳分离后的蛋白质样品转移到一定的固相支持物上，然后利用免疫检测的方法来检测特定蛋白质的实验技术。

【知识要点】

核酸是细胞内的遗传物质，包括脱氧核糖核酸 (DNA) 和核糖核酸 (RNA) 两类。DNA 是主要的遗传物质，具有储存遗传信息、将遗传信息传递给子代、物理和化学性质稳定、有遗传变异能力、适合作为遗传信息的特性。RNA 作为遗传物质，发挥着与 DNA 相同的功能。

核酸以核苷酸为单位，是通过 3', 5'-磷酸二酯键形成的链状多聚体，核苷酸由含氮碱基、戊糖与磷酸组成。含氮碱基为腺嘌呤 (A)、鸟嘌呤 (G)、胞嘧啶 (C)、胸腺嘧啶 (T) 和尿嘧啶 (U)。戊糖分为 D-核糖和 D-2'-脱氧核糖两类。单由戊糖和碱基缩合而成的分子，称为核苷。

核酸是一条无分支结构的多聚核苷酸链，其核苷酸序列即为一级结构，亦称共价结构。DNA 的一级结构就是指 DNA 分子中的核苷酸排列顺序，即碱基排列顺序。作为信息分子的 DNA，携带有两类不同的遗传信息：一类负责编码细胞内组成型蛋白质氨基酸序列信息以及编码 RNA 信息；另一类负责基因表达的调节控制信息。研究 DNA 一级结构对阐明遗传物质结构、功能及表达、调控都极其重要。RNA 的一级结构主要由 4 种核糖核苷酸 A、G、U、C 组成。细胞内

RNA的最主要功能是参与蛋白质的生物合成。除此之外，它还具有生物催化剂等功能。

由 Watson 和 Crick 提出的 DNA 双螺旋模型，描述了 DNA 的二级结构。此模型指出 DNA 双螺旋结构是以脱氧核糖和磷酸基通过 3', 5'-磷酸二酯键连接形成主链，两链间的碱基以碱基互补形成配对，按照一定的螺旋参数扭曲，形成有大沟和小沟的螺旋结构。维持这种结构的主要是两碱基间的氢键、碱基堆积力和分子内部正负电荷的作用。双螺旋结构具有多态性，除了 Watson 和 Crick 提出的 DNA 双螺旋模型中的 B 型双螺旋的形式外，还有如 A 型、C 型等右手螺旋和 Z 型的左手螺旋形式。它们各有特点，而且各构象在一定条件下可以相互转变。

对于基因组由单链 DNA 或 RNA 组成的病毒，其核酸链可形成发夹结构。如果是含有反向重复序列的双链 DNA 分子，则可形成十字架结构。如果双链核酸的一条链为全嘌呤核苷酸链，另一条链为全嘧啶核苷酸链时，DNA 分子还能转化形成三链结构。DNA 还有四链结构，其结构单元是鸟嘌呤四联体，4 个鸟嘌呤碱基分别来自 4 条多聚鸟苷酸链。

DNA 分子构象具有动态性，不同构象之间可以相互转变，其构象变化可通过圆二色谱 (CD) 等技术进行测定。双链 DNA 经常发生瞬间的局部开链泡状结构，又称为双螺旋的呼吸作用。这对于 DNA 结合蛋白识别 DNA 内部所含信息以及与 DNA 结合都有重要作用。DNA 除了整体构象会发生改变外，由于序列的不同，DNA 双螺旋局部构象也出现一定范围内的变化，如螺旋扭转角的变动、碱基对之间的移动等。双链 DNA 还具有纽结、超螺旋、多重螺旋、连环等高级结构，其中最常见的是超螺旋结构。超螺旋有正、负两种形式的拓扑异构体。

真核生物有染色体结构，它在细胞间期表现为染色质。染色质是以双链 DNA 作为骨架，与组蛋白和非组蛋白及少量各种 RNA 等共同组成的丝状大分子物质。通常含有 5 种主要组蛋白：H1、H2A、H2B、H3 和 H4。后 4 种组蛋白以八聚体形式形成核心颗粒，缠绕在核心颗粒表面形成核小体，这是真核生物染色质的基本结构单位。非组蛋白是染色质中除组蛋白之外的组分十分复杂的其他蛋白质，包括高迁移率蛋白 (HMG)、转录因子、染色质结合的酶和参与染色质高级结构和中期染色体结构的骨架蛋白。这些蛋白质协助 DNA 折叠、构成染色体骨架或参与基因表达调控。

从核小体到染色质，其间经过多个压缩过程：先是形成串珠链，接着形成微纤维结构、玫瑰花结状结构、螺旋圈，最后组成染色体。人类 DNA 经过这样的压缩后，长度压缩至 $1/3 \times 10^5$ 。

RNA 的结构、功能比 DNA 要复杂得多，虽然它为单链线性分子，只有部分双螺旋结构，但是它的结构存在更多的变异，而且 RNA 功能多样，除了作为遗传信息的传递者，还作为储藏者和表达者，以及承担着其他的细胞功能。

RNA 大致分为 3 类: tRNA、mRNA 和 rRNA, 还有 snRNA、snoRNA 等种类的 RNA。

加热、极端 pH、有机溶剂都能使 DNA 变性。核酸变性产生一系列变化, 包括 DNA 溶液的黏度大大下降, 沉淀速度增加、浮力密度上升、紫外吸收光谱升高、酸碱滴定曲线改变、生物活性丧失等。相应的, 也存在 DNA 的复性。复性过程基本上符合二级反应动力学, 可用复性曲线 (Cot 曲线) 表示。起始浓度和反应时间的乘积 (Cot) 的大小可作为复性程度的量化指标。复性程度通过测定减色效应等几种方法来检测。有多种因素影响 DNA 复性的速度。DNA 双螺旋结构的各种性质在复性后能得到恢复, 利用这一特性, 可进行分子杂交。

【试题精选】

一、名词解释

1. DNA 一级结构
2. 回文序列
3. 超螺旋 DNA
4. 发夹结构
5. 核小体
6. 碱基互补配对
7. DNA 变性与复性
8. 增色效应与减色效应
9. DNA 的熔解温度 (T_m)
10. 分子杂交
11. Western blotting

二、填空题

1. 细胞内主要的遗传物质是_____，_____也是遗传物质。作为遗传物质它们应具备以下四个特点：_____、_____、_____和_____。
2. 两类核酸在细胞中的分布不同，DNA 主要位于_____中，RNA 主要位于_____中。
3. RNA 是由核糖核苷酸通过_____键连接而成的一种_____。几乎所有的 RNA 都是以_____为模板_____而来，因此，其序列和 DNA 中一条链的序列_____。
4. DNA 的二级结构为_____。
5. 维系 DNA 双螺旋结构稳定的力主要有_____和_____。
6. DNA 双螺旋的构型可以有 3 种，它们分别为_____、_____和_____。
7. 左手的 Z-DNA 与右手的 B-DNA 相比，前者的每对核苷酸之间的轴向距离_____于后者；前者的直径_____于后者。
8. 给动物食用 ^3H 标记的_____，可使 DNA 带有放射性，而 RNA 不带放射性。
9. 核酸分子中的糖苷键均为_____型糖苷键，糖环与碱基之间的连接键为_____键，核苷与核苷之间通过_____键连接成多聚体。
10. 在真核细胞中的染色体结构由约 140bp 的 DNA 缠绕于由_____组成

的八聚体外，又以约 60bp 的 DNA 及_____形成的细丝相连组成的串珠状结构进一步压缩而成。

11. 真核细胞核小体由_____和_____组成。

12. 真核生物染色体 DNA 的构型主要是_____。

13. Z 型 DNA 是_____螺旋，每周由_____ bp 构成。

14. 天然染色体末端不能与其他染色体断裂片段发生连接，这是因为天然染色体的末端存在有_____结构。

15. 端粒酶由_____和_____两部分组成。

16. DNA 变性后，紫外吸收_____，黏度_____，浮力密度_____，生物活性_____。

17. 因为核酸分子具有_____、_____，所以在_____ nm 处有吸收峰，可用紫外分光光度计测定。

18. $Cot_{1/2}$ 实验测定的是_____。

19. DNA 样品的均一性愈高，其溶解过程的温度范围愈_____。DNA 所在介质的离子强度越低，其溶解过程的温度范围愈_____，溶解温度愈_____，所以 DNA 应保存在较_____浓度的盐溶液中。

20. DNA 在水溶液中热变性之后，如果将溶液迅速冷却，则 DNA 保持_____状态；若使溶液缓慢冷却，则 DNA 重新形成_____。

21. DNA 复性的两个必要条件是_____和_____。

22. DNA 分子的复性是一个缓慢、可逆的过程。影响 DNA 复性速度的因素有_____、_____、_____和_____等。

23. 核酸复性程度的检测可通过以下 3 种方法进行：_____、_____和_____。

三、选择题

1. 某 DNA 分子中腺嘌呤的含量为 15%，则胞嘧啶的含量应为（ ）。

A. 15% B. 35% C. 40% D. 70%

2. 双链 DNA 中的碱基对有（ ）。

A. A-U B. G-T C. C-G D. C-A

3. 根据 Watson-Crick 模型，求得每一微米 DNA 双螺旋含核苷酸对的平均数为（ ）。

A. 25 400 B. 2540 C. 29 411 D. 2941

4. 构成染色体的基本单位是（ ）。

A. DNA B. 核小体 C. 螺线管 D. 微纤丝

5. DNA 在 30nm 微纤丝中压缩多少倍？（ ）。

A. 7 倍 B. 10 倍 C. 30 倍 D. 240 倍

6. DNA 在染色体的常染色质区压缩多少倍? ()
- A. 10 倍 B. 100 倍 C. 1000 倍 D. 10 000 倍
7. DNA 在中期染色体中压缩多少倍? ()
- A. 10 倍 B. 100 倍 C. 1000 倍 D. 10 000 倍
8. 组蛋白的净电荷是 ()。
- A. 正 B. 中性 C. 负 D. 不带电荷
9. 核小体的电性是 ()。
- A. 正 B. 中性 C. 负 D. 不带电荷
10. DNA 的熔解温度 T_m 值大小与下列哪个因素无关? ()
- A. DNA 的均一性 B. G-C 碱基对的含量
- C. 介质中离子强度 D. 介质的 pH
11. 双股 DNA 的 Watson-Crick 结构模型中 ()。
- A. 碱基平面和核糖平面都垂直于螺旋长轴
- B. 碱基平面和核糖平面都平行于螺旋长轴
- C. 碱基平面垂直于螺旋长轴, 核糖平面平行于螺旋长轴
- D. 碱基平面平行于螺旋长轴, 核糖平面垂直于螺旋长轴
12. 下列有关 DNA 双螺旋结构模型的描述, 哪个是不正确的 ()。
- A. 同种生物体不同组织中的 DNA 碱基组成极为相似
- B. 两股多核苷酸链通过 A-T、C-T 之间的氢键连接
- C. DNA 双螺旋中碱基对位于内侧
- D. 维持双螺旋稳定的主要因素是氢键和碱基堆积力
13. 以下哪一项不是维持 DNA 双螺旋结构稳定性的力? ()
- A. 碱基对之间的氢键 B. 双螺旋内的疏水作用
- C. 二硫键 D. 碱基堆积力
14. DNA 变性是指 ()。
- A. 互补碱基之间氢键断裂 B. 多核苷酸链解聚
- C. 分子中磷酸二酯键断裂 D. DNA 分子中碱基丢失
15. DNA 双螺旋的解链或变性打断了互补碱基间的氢键, 并因此改变了它们的光吸收特性。以下哪些是对 DNA 解链温度的正确描述? ()
- A. 哺乳动物 DNA 解链温度约为 45°C , 因此发热时体温高于 42°C 是十分危险的
- B. 依赖于 A-T 含量, 因为 A-T 含量越高则双链分开所需要的能量越少
- C. 是双链 DNA 中两条单链分开过程中温度变化范围的中间值
- D. 就是单链发生断裂 (磷酸二酯键断裂) 时的温度
16. 在类似 RNA 这样的单链核酸所表现出的“二级结构”中, 发夹结构的形成 ()。

- A. 基于各个片段间的互补, 形成反向平行双螺旋
 B. 依赖于 A-U 含量, 因为形成的氢键越少则发生碱基配对所需的能量也越少
 C. 仅仅当两配对区段中所有的碱基均互补时才会发生
 D. 允许存在几个只有提供过量的自由能才能形成碱基对的碱基
17. 有关核酸杂交的叙述哪一项是错误的? ()
 A. DNA 变性的方法常用加热和碱变性
 B. 相同来源的核酸才能通过变性而杂交
 C. 不同来源的核酸复性时, 若全部或部分碱基互补就可以杂交
 D. 杂交可以发生在 DNA 与 DNA, RNA 与 DNA, RNA 与 RNA 之间
18. 下列关于 RNA 的描述不正确的是 ()。
 A. 参与蛋白质的生物合成
 B. 生物催化剂的功能, 作用于 RNA 转录后的剪接加工
 C. 与生物机体的生长发育密切相关, 参与基因表达的调控
 D. 与生物的进化关系不大
19. DNA 分子中的超螺旋描述不正确的是 ()。
 A. 仅发生于环状 DNA 中
 B. 在线性和环状 DNA 中均有发生, 缠绕数的增加可被碱基配对的改变和氢键的增加所抑制
 C. 可在一个闭合的 DNA 分子中形成一个左手双螺旋
 D. 是双螺旋中一条链绕另一条链的旋转数和双螺旋轴的回转数的总和
20. 真核生物 DNA 缠绕在组蛋白上构成核小体, 核小体含有的蛋白质是 ()。
 A. H1、H2、H3、H4 各两分子
 B. H1A、H1B、H2B、H2A 各两分子
 C. H2A、H2B、H3A、H3B 各两分子
 D. H2A、H2B、H3、H4 各两分子

四、简答题与计算题

1. 人类对遗传物质的认识分为哪几个阶段? 每个阶段的标志性实验或特征是什么?
2. Watson-Crick 模型的结构特征是什么? 螺旋之间的作用力有哪些?
3. DNA 双螺旋结构有哪些形式? 说明其主要特点和区别。
4. 什么是拓扑异构体? DNA 超螺旋结构的拓扑异构有哪几个常用描述参数?
5. 什么是染色质? 它可以分为哪两类? 真核生物的染色体是怎样组装的?