



遗传学

自学指导书



齐见龙 编著
伍育源

● 海南人民出版社 ●

遗传学自学指导书

齐见龙 伍育源 编著

海南人民出版社出版、发行 海南军区印刷厂印刷
开本：787×1092毫米1/32 印张：7 字数：141,000
1987年2月第1版 1987年2月第1次印刷
印数：1550册

统一书号：13362·7 定价：2.50元

序 言

遗传学是本世纪初兴起而迅速发展起来的学科，在它的发展过程中，与动、植物和微生物遗传、细胞学、胚胎学、生态学、生物化学、生物物理学和生物统计学等互相结合、互相渗透。特别是五十年代初分子遗传学的兴起，七十年代初，由于重组DNA技术的成功而建立了遗传工程，使遗传学进入到一个飞跃发展的新时期。已成为现代生物学的中心和带头学科。因此，研究遗传学不但有重要的理论意义，也有十分重要的实践价值。

根据国内外生物系各专业的教学计划，遗传学都是一门十分重要的专业基础课，因此，在学习的时候应较系统的掌握遗传学的基本概念和基本原理，同时也应注意遗传学的发展方向和新的研究成果。因为现代遗传学又是一门方法精密的实验科学，所以在学习基本知识的同时，力求了解实验工作的设计和思路，实验技术的发展和应用。

本指导书是作者根据多年的教学实践和“中学教师进修高等师范生物专业的遗传学教学大纲”编写成的。在内容编排上，依据学科的体系，从遗传的细胞学基础、遗传的基本规律、数量性状的遗传、遗传的物质基础和功能、遗传物质的变异、遗传工程和遗传与优生等主要内容均作

了重点的介绍，从个体水平、细胞水平到分子水平和群体水平也作了概述。在选材上也比较广泛，包括微生物、植物、动物和人类的遗传等问题，并尽量采用了一些生产和生活实践的例证。为了便于自学，全书各章首先提出学习该章书的目的要求和主要内容，文字上也力求通俗易懂，重点明确，在各章之后还附有必要的复习思考题，可作为复习时的重点参考。相信本书的出版对广大进修遗传学的中学教师是会有所收益的。

郭 宝 江

一九八六年十月

编 者 的 话

本指导书是为配合中学教师进修高等师范和高师生物系学生的学习需要，根据高等师范生物专业有关的遗传学教学大纲编写的。

在内容编排上，依据学科的体系和有关教材的章节顺序，对主要内容作了重点的介绍。全书共十三章，文字上力求通俗易懂，各章首先提出学习的目的要求和主要内容，然后介绍了一些遗传学解题范例。在各章之后还附有必要的复习思考题，作为重点复习时的参考。全书最后还附有部分思考题的答案，以便自学。

在编写过程中，得到广东省遗传学会副理事长、广东省仲恺农业技术学院院长郭宝江教授的大力支持，并为本书作了序。在此，谨致以衷心的感谢。

本书是为了便于自学而做的一个尝试。然而限于编者的水平和时间匆促，错漏之处，在所难免。敬请批评指正。

编 者

1986.12.

目 录

绪论	(1)
第一章 遗传的细胞学基础	(5)
第二章 遗传的分离规律	(21)
第三章 遗传的自由组合规律	(32)
第四章 遗传的连锁与交换	(55)
第五章 性别决定与伴性遗传	(73)
第六章 数量性状的遗传	(91)
第七章 细菌和病毒的遗传	(115)
第八章 遗传的分子基础	(125)
第九章 染色体畸变	(143)
第十章 基因突变	(159)
第十一章 遗传工程	(174)
第十二章 细胞质遗传	(183)
第十三章 遗传与优生	(199)
附 I 思考题答案	(206)
附 II 主要参考文献	(215)

绪 论

一、目的要求

掌握遗传和变异的概念，了解遗传学的发展简史，以及明确遗传学的研究任务及其在理论和实践中的意义。

二、主要内容

一、遗传学研究的对象和任务

遗传学是研究生物遗传和变异的科学。遗传和变异是生物普遍存在的极其复杂的生命现象，是生命活动的基本特征之一。遗传与变异两者相反相成，构成生物世代延续中一对特有的矛盾。研究遗传、变异的本质和规律，是了解自然、克服自然和改造自然、从自然里得到自由的一种武装。

遗传和变异的概念：遗传一般指生物前后代的相似。也就是子代按照亲代所经历的同一发育途径和方式，把从环境摄取的物质组织起来，产生与亲代相似的复本的一种自身繁殖过程。不论哪一种生物，从最简单的原核生物象病毒和细菌等，到真核生物象各种低等的和高等的动植物，借助于遗传，才能“物生其类”，保持物种的相对稳定。在农业实践上，任何优良的栽培植物和家畜、家禽品种，借助于遗传，才能继续发挥其稳产高产的作用。

变异一般是指生物前后代之间和后代不同个体之间的差异。和一切运动发展中的事物一样，遗传的稳定性也是相对的。任何生物的遗传物质在自我复制过程中都有可能发生变化，任何生物的新陈代谢过程无不受到环境的制约，在变化复杂的内外条件的影响下，生物的性状发育就会有差异。自然界生物借助于变异的存在，才能适应变化的环境，才能“适者生存”。如果新的变异能够遗传，并为自然选择所保留，就能产生新的类型，新的亚种、新的物种。在农业实践中，借助于变异和变异的遗传，才有可能人工创造新品种。

遗传和变异的表现都离不开一定的环境条件。因为任何生物都必须生活在环境中，从环境里摄取营养，通过新陈代谢进行生长、发育和繁殖，从而表现出性状的遗传和变异。生物与环境的辩证统一，是生物生存和发展的必要条件。

那末，生物为什么会产生遗传和变异？它们有些什么规律？其物质基础是什么？人类能否控制生物的遗传和变异？这些正是遗传学研究的主要问题。研究生物的遗传与变异现象，深入探讨它们的本质，并利用所得成果，能动地改造生物，更好地为人类服务，这就是遗传学的任务。

二、遗传学的发展简史

恩格斯指出：“科学的发展一开始就是由生产决定的”。遗传学和其他学科一样，是劳动人民在长期的生产实践和科学实验中总结产生出来的。人类很早就开始注意到遗传和变异现象，并且知道利用生物的遗传和变异，通

过人工选择可以形成各式各样的符合人类需要的品种。然而，对遗传和变异开始系统的研究，那是十九世纪的事情。遗传学的建立和发展，大致经历经典遗传学与现代遗传学两个阶段和三个水平。即个体水平（形式遗传学）、细胞水平（细胞遗传学）和分子水平（分子遗传学）。

从十九世纪中叶到1900年孟德尔遗传规律的重新发现，这是遗传学创立期，这时遗传学作为独立的科学分支诞生了。

从1900年到1926年摩尔根《基因论》的发表，使遗传学从只观察研究生物性状的外部表现的个体水平进入到细胞水平。

本世纪四十年代以后，遗传学开始了一个新的转折点，这表现在两个方面：一是理化诱变；二是普遍以微生物作为研究对象来代替过去常用的动、植物。特别是1953年英国学者克里克（Crick）和美国学者华特生（Waston）提出了著名的DNA双螺旋结构模型。这标志着遗传学进入了一个新阶段——分子遗传学的新时代。

六十年代，蛋白质和核酸的人工合成，中心法则的建立，三联体密码的确定，调节基因作用原理的发现，以及突变的分子基础的揭示等，已使遗传学的发展走在生物学科的前面了。七十年代已进入人工合成基因的时代，并利用细胞融合、转化、遗传工程等新技术，朝定向地改造生物的遗传结构的新水平迈进。

三、遗传学在理论和生产实践中的作用

遗传学的研究和进一步发展在理论上将有助于了解生

命的起源和本质，有助于了解生命在自然界的历史发展。在实践上也将为控制和改造自然提供更有力的保证。科学的发展必将影响社会经济的深刻变革。遗传学是促进农业、工业、医疗卫生以及国防现代化的有力武器，对我国的社会主义建设将起着重大的作用。

三、本章思考题

- 1、什么是遗传？什么是变异？
- 2、遗传学的研究在理论和实践上有什么重要意义？

第一章 遗传的细胞学基础

一、目的要求

1、重温细胞的结构和功能，重点掌握染色体的构造、化学组成及其超微结构。

2、掌握细胞在有丝分裂和减数分裂过程中，染色体的变化特征。

3、了解细胞的有丝分裂和减数分裂在遗传学中的重要意义以及动、植物配子发生和染色体周史。

二、主要内容

现在地球上生活着的动、植物和微生物中，除去病毒和噬菌体等最简单的生命类型之外，所有生物都是由细胞组成的。细胞是生物体形态结构和生命活动的基本单位。所以 为了研究生物遗传和变异的规律及其机理，必须首先了解细胞的结构和功能、细胞增殖的方式及其与遗传的关系。

一、细胞的结构和功能

生物细胞可分为两大类：原核细胞和真核细胞。原核细胞简单，种类较少，细菌、蓝藻等属于这一类。真核细胞结构复杂，种类繁多，原生动物，植物，动物及人类细胞都属于真核细胞。原核细胞与真核细胞的主要区别见下表。

	原核细胞	真核细胞
细胞大小	很小（1—10微米）	较大（10—100微米）
细胞核	无膜（称“类核”）	有膜
遗传系统	DNA不与蛋白质结合，一个细胞只有一条DNA	核内的DNA与蛋白质结合，形成染色质，一个细胞有两条以上的染色体。
细胞质	细胞质中没有完整的细胞器	细胞质中具有各种完整的细胞器。
细胞壁	主要由胞壁质组成	主要由纤维素组成（植物）

细胞的结构一般可分为细胞膜、细胞质和细胞核等三类组成部分。真核细胞的结构和功能概括如下：

1、膜
相结构
(生物
膜)

①细胞膜——指细胞中把原生质与环境分开的一层薄膜，又叫质膜。为类脂双分子层结构。能调节和保持细胞内微环境的相对稳定性。

内质网——为双层膜结构，厚度为 50Å ，分为光滑内质网和粗面内质网两种。

高尔基体——为单层膜所包被的一些扁平囊泡，膜厚为 $60\sim 70\text{Å}$ 。与细胞内物质的聚集、储存和运转有关。

细胞核膜——为双层致密的单位膜。

②内膜
系统

线粒体——由内外两层膜组成，外膜平整，内膜在不同部位向中心腔伸入形成嵴。为细胞的“动力站”。其自身含有DNA。

叶绿体——植物细胞特有，由双层膜包围着。内部有许多沿长轴平行排列的膜结构——类囊体，形成一种片层系统，是光合作用的细胞器，并具有一定的独立的遗传功能。

溶酶体——由单层膜包被，内含多种水解酶类。

2、质相结构

- ①核糖体—由蛋白质和RNA组成，是蛋白质合成的场所。
- ②中心体—位于细胞核的附近，由一对互相垂直的短筒状中心粒和明亮区组成。中心体与细胞分裂时纺锤体的排列方向和染色体的走向有关。
- ③微梁系统
 - 微管—直径20—25毫微米，其功能主要是保持细胞形状、细胞运动和细胞内物质运输，可构成鞭毛、纤毛等。
 - 微丝—直径为5—6毫微米，与细胞移动、细胞质的川流运动有关。
 - 居间纤维—大小介于微管与微丝之间，结构与功能尚不清楚。
- ④细胞质基质—也称透明质。为透明的粘液状基质，即作为细胞质中各种细胞器的环境部分。

3、核相结构

- ①核膜—是核与细胞质之间的界膜，由双层较致密的单位膜构成，每层厚度约45~75 Å，核膜上具核孔。
- ②核质—核内大部分空间为核质所充满，其主要是染色质。染色质包括DNA、RNA、组蛋白及非组蛋白等。
- ③核仁—为核内折光率较强的匀质球体，包括纤维区、颗粒区。其主要功能是合成rRNA。

二、染色体的形态、结构和数目

染色体是各种生物细胞中的一个重要组成部分，某一物种都有一定数目和一定形态、结构的染色体，它们通过相继的细胞分裂而复制并在世代相传的过程中稳定地保持其形态、结构和功能的特性。

(一) 染色体的一般形态和结构

细胞分裂中期的染色体，每条染色体由两条染色单体所组成，染色单体中含有染色线，而染色线包括染色粒和细纤维两部分，染色线外围有基质包被，基质表面具膜。

每条染色体上各有一段相对不着色的狭小区域，这里基质很少，可见染色线通过，即称为着丝点（又称着丝粒）。染色体在着丝点处好象中断成左右两个臂，表现一个缢痕，称为主缢痕。有些染色体还有一个付缢痕，这些区域也着色较浅，某些付缢痕与核仁的形成有关，所以付缢痕又称核仁形成区。付缢痕末端由一条染色质丝连接着的一小段染色体，称为随体。同种细胞内染色体的形态、大小、着丝粒和付缢痕在染色体上的位置以及随体的有无都是相对固定的，因此都可以作为识别染色体的标志。

染色体的化学成分是DNA、RNA、组蛋白和非组蛋白。染色体的不同部位上，由于染色质组成和分布上的差异，有的区域着色较深，称为异染色质区，相反染色较浅的区域称常染色质区。

(二) 染色体的形态分类

不同染色体的着丝点位置是相对恒定的，根据着丝点的位置不同，可把染色体分为下列几类。

①等臂染色体—中间着丝点染色体，两臂接近等长，细胞分裂后期呈V形。

②非等臂染色体 { 近中着丝点染色体—两臂一长一短，细胞分裂后期呈L形。
近端着丝点染色体—一臂长，另一臂极短，细胞分裂后期呈棒形。
顶端着丝点染色体—在着丝点处横断后产生的染色体。

(三) 巨染色体

多线染色体是一种遗传学上很著名的染色体。在双翅目昆虫如果蝇、摇蚊、蚊等的某些组织中，如唾液腺中。虽然细胞不断地长大，但不分裂，染色体却连续复制，结果形成了又粗又长的多线染色体。又称巨染色体。通常由500—1000条以上疏松的染色线聚集而成。

另一类巨染色体，在中轴的两侧有许多精细而对称的环状凸出，似灯刷，所以称为灯刷染色体。

(四) 染色体的数目和大小

不同生物的染色体数是恒定的。生殖细胞里的染色体数称为单倍数(n)，合子发育产生的身体细胞里的染色体数称为双倍数($2n$)。如：玉米 $2n = 20$ ， $n = 10$ ，

人类 $2n = 46$, $n = 23$ 等。因为合子是配子受精融合产生的, 因而染色体也是两两成对的。每一对形态、结构及功能相同的成对的染色体称为同源染色体。

染色体组是指真核生物细胞经过减数分裂以后, 配子里的一套染色体(每一对同源染色体中的一条), 以及多倍体的染色体组组成成分, 称为一个染色体组。

染色体组型是指生物一个个体或物种体细胞的全部染色体数和染色体形态特征的总和称为染色体组型。也称核型。

染色体的大小, 在不同生物之间有时差别很大, 在同种生物甚至同一细胞内有些也相差悬殊。小型的染色体长约0.25微米, 较大的染色体, 长可达30微米。

不同物种的染色体数目不同, 常见生物的染色体数目可参阅有关教材、专著。

(五) 染色体的超微结构

染色体的超微结构研究的核心问题, 是DNA和蛋白质的结构关系以及这种关系的动态变化。核内的DNA与组蛋白、RNA、非组蛋白等结合形成染色体。染色体到有丝分裂间期又扩散为染色质。因此染色质和染色体是有丝分裂周期中不同阶段的运动状态。五十年代末到七十年代初关于染色体的超微结构提出了很多模型, 直到1973年发现了核体, 这方面的研究才取得了新的突破。从而确定了染色质的基本结构单位的核粒模型。据此, 人们提出了从染色质到染色体的动态变化的模型, 即染色体的四级结构模型。即: