

全国高等农业院校试用教材

动物遗传学

北京农业大学主编

畜牧专业用

农业出版社

全国高等农业院校试用教材

动物遗传学

北京农业大学主编

12104/23

畜牧专业用



北林图 A00114908



274808

农业出版社

主编 北京农业大学 吴仲贤
编著 华中农学院 彭中镇
华南农学院 吴显华
江苏农学院 平福增
甘肃农业大学 张 斌
东北农学院 盛志廉
北京农业大学 吴仲贤

全国高等农业院校试用教材

动物遗传学

北京农业大学主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 12.25印张 254千字

1981年6月第1版 1982年7月北京第3次印刷

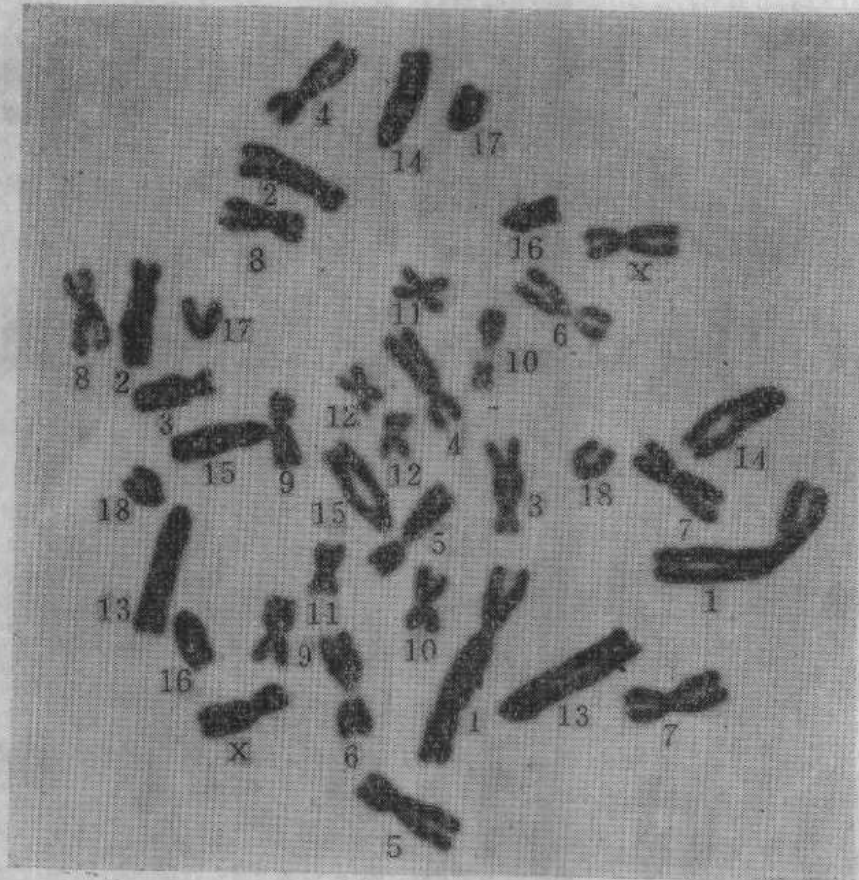
印数 16,201—32,800册

统一书号 16144·2162 定价 1.30元

前 言

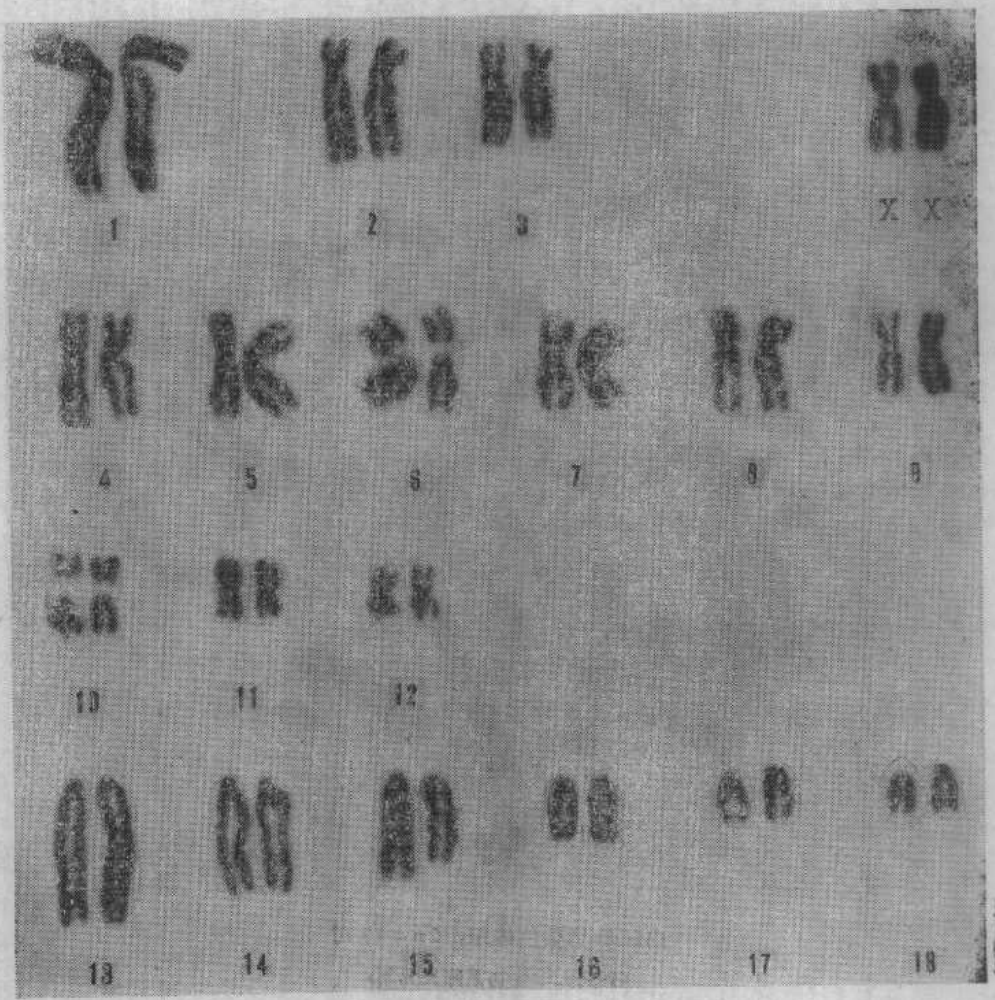
本书是根据 1977 年农林部“关于编写高等农林院校试用教材通知”的精神编写的。参加的单位有北京农业大学、华中农学院、华南农学院、江苏农学院、甘肃农业大学和东北农学院。内容除介绍现代遗传学的主要发展及其各个分支的情况外，首先叙述遗传学的基本规律，即分离、自由组合和连锁的基本原理，然后就这些规律的发展如性别决定和伴性遗传加以阐述。由于分子遗传学的发展以及 DNA 即去氧核糖核酸分子结构的阐明，我们又就遗传物质的性质、功能及其意义做了比较详细的阐述，以说明它与物理化学等学科的联系，以及它在性状发育和经济动植物方面的改进的重要性。此外，由于本书是为高等农业院校畜牧专业而编写的，除变异的一般细胞学基础外，又详细介绍了畜群的一些重要数量性状的遗传及其机制。最后，由于畜禽重要经济性状的改良牵涉群体的基因频率和基因型频率及交配制度，我们在介绍了群体遗传学的基本原理之后又紧接着介绍数量性状的改良原理和遗传参数，即重复力、遗传力和遗传相关这些基本概念，以便为学习数量遗传学做基本准备。总之，在这个课程范围之内，不可能介绍所有的细节，但是各个分支的基本知识大致都具备了。本书可供大专院校学生教材之用，或供中等专业学校师生的参考。

动物遗传学编写小组



内江母猪染色体组：2n=19对

(四川大学生物系陈文元制)



目 录

第一章	绪论	1
第二章	遗传的细胞学基础	5
第一节	细胞的结构	5
第二节	染色体	8
第三节	细胞分裂	11
第四节	染色体在动物生活史中的周期变化	16
第三章	遗传的基本规律(一)	18
第一节	分离定律	18
第二节	自由组合定律	22
第三节	遗传规律的发展	28
第四章	遗传的基本规律(二)	37
第五章	性别决定和伴性遗传	44
第一节	性别决定理论和性别控制	44
第二节	性别转变和性畸形	48
第三节	伴性遗传	51
第四节	从性性状和限性性状的遗传	53
第六章	遗传物质	56
第一节	核酸(DNA或RNA)是基因的活性物质	56
第二节	DNA的分子结构	60
第三节	DNA的复制过程	66
第四节	DNA的生物动物和蛋白质合成过程	69
第七章	遗传与性状发育	76
第一节	基因与性状	76
第二节	性状发育的生理生化基础	77
第三节	性状发育和基因功能的调节	78
第四节	性状发育中细胞内与细胞间的相互作用	81
第五节	人工控制性状发育的实例与展望	83
第八章	变异	86
第一节	生物界中的变异现象	86
第二节	基因突变	89
第三节	染色体畸变	94
第四节	关于获得性遗传问题	103
第九章	畜禽质量性状的遗传	105

第一节	家畜外部性状的遗传	105
第二节	鸡的某些外部特征的遗传	109
第三节	畜禽的血型遗传	115
第四节	遗传缺陷与致死基因	120
第五节	质量性状的遗传方式和基因型的判定	123
第十章	基因频率与基因型频率	129
第一节	概念与关系	129
第二节	哈代—温伯定律	131
第三节	基因频率的计算	135
第四节	影响基因频率和基因型频率变化的因素	137
第十一章	近交与杂交	144
第一节	概念	144
第二节	近交与杂交的遗传效应	144
第三节	杂种优势的理论	148
第四节	种间杂交	151
第十二章	数量性状改良的原理	154
第一节	什么是数量性状	154
第二节	数量性状的改良	155
第三节	数量性状的改良和实践	158
第四节	通径系数理论	164
第十三章	遗传参数	168
第一节	重复力	168
第二节	遗传力	175
第三节	遗传相关	182

第一章 绪 论

遗传学是一门新兴的科学，它起源于1866年孟德尔（G.Mendel）所发表的植物杂交试验。在这篇论文里，他把八年（1856—1864）中所进行的豌豆杂交试验以及由此总结出来的遗传规律，发表了出来，公之于世。但是，由于当时的生物学界被1859年达尔文所出版的《物种起源》这一著作所提供的进化学说的气氛所笼罩，同时又由于孟德尔所利用的方法很新颖，没有为当时的生物学家所理解，因此，迟迟地没有得到承认。直到1900年，三位生物学家，即德国的柯林斯（C.Corers）、荷兰的德福理（H.De.Vries）和奥国的薛尔马克（Von.Tschermak）各自进行的试验得出与孟德尔同样的结论，并且又发现了早在三十多年前孟德尔就发表了的著作，这才使生物学界公开承认孟德尔的伟大贡献。从那时起直到现在，遗传学就以无比的生命力发展，迅速成为生物科学的中心，我们在这本书中所介绍的，就是这门学科在本世纪的七十多年中，所作出的杰出的发展与成就。

现在，我们首先阐述遗传学的定义，在1904年，贝特逊（W.Bateson）给新生的遗传学下了一个定义，这就是：遗传学是研究遗传和变异的科学。在这里他说明遗传就是有血统关系的生物个体之间的相似地方，变异就是有血统关系的生物个体之间不同的地方。所谓血统关系，分两种情况，一是直系的遗传关系，如父母与子女，祖父母与孙子女；另一是平行的关系，如兄弟姊妹或表兄弟姊妹等等。遗传学就是研究这些直系亲属和平行亲属个体之间的相同、相似和不相同、不相似的部分。

这个定义在很长的一段期间，例如从1900年到四十年代左右，都可以包括遗传学所研究的主要范围。但是，随着时间的推移与遗传学新的部门产生和发展，已经不适用了。

第一个改变发生于遗传学概念的本身，这就是它研究的问题，主要是亲属之间的相似性。虽然亲属间不相似的地方也是研究的对象，但只是作为一种手段。因此，我们可以说，遗传学就是研究这种相似性的根源的，亦即遗传学是研究遗传的。而不相似的地方只是作为一种手段。用上述的概念来说，变异只是研究遗传的一种手段；而如果我们不研究变异，遗传的规律就难以发现了。此外，利用上述的概念，也可以说，进化论是研究变异的科学，即有血统关系的个体之间不相同的地方。根据进化论的理论，所有生物界的微生物、植物、动物都是有血统关系的，即所谓生命同源。它们之间短期的（即三代五代、十代八代）相似性就构成遗传，而它们长期的（即几千代、几万代、几十万代）遗传或者变异就构成进化。因此，总的说来，进化论是研究变异的科学。从这个观点来看，遗传学只是进化论的一小部分，即在生命的延续中，短期的、相似性的部分。而进化论则包括长期的、相似的或不相似的部分。

遗传学定义的次一发展是,当遗传的规律被阐明之后,人们就要问:遗传的物质基础是什么?这由遗传规律的研究可以归结为基因,即遗传的基本颗粒或粒子。人们需要研究这种粒子的物理和化学结构,于是,遗传学家穆勒(H.J. Muller)就把遗传学定义为研究基因的科学。这一般可分为三个部分:(1) 基因的物理和化学结构。(2) 基因在由父母到子女的繁殖过程中怎样传递。(3) 基因在生物的发育和代谢过程中,怎样发挥它的作用。显而易见,这个定义,就比前一定义范围广泛多了。但是,这个定义也只维持了不过十多年到二十年的生命。因为随着构成基因的物质化学分子结构被阐明,即核酸,包括去氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA),是构成基因的基本物质,这个定义也就嫌不够用了。

到了今天,仅仅生物学的定义还不能概括遗传学的整个范围,由于有了试管遗传学的研究,用它可以探讨基因在体外的繁殖,以及由宇宙飞船在天体上运行的核酸物质的研究,我们就有必要采用一个更新的定义,这个定义是,遗传学是研究能够自我繁殖的核酸的性质、功能和意义的科学,这就包括了体外遗传和宇宙遗传的更广泛的涵义。这就是1900年以来,遗传学飞速发展而成为一门庞大学科的全部历史。

再次,我们谈遗传学的范围,也就是它的各个分支。

从水平上说,遗传学可以分为:(1) 个体水平的遗传学,即细胞遗传学;(2) 群体水平的遗传学或群体遗传学;(3) 分子水平的遗传学或分子遗传学。细胞遗传学讨论的是,当不同的品种或品系的个体杂交时,它们的子一代和子二代所表现的遗传规律以及携带各种不同基因的载体的染色体在各亲代与子代中分布情况,也就是说遗传行为与染色体之间的平行关系,它们造成细胞遗传学的主要内容。由于所涉及的只是某些个体杂交时的情况,包括基因和染色体的情况,它们又称为个体遗传学。换句话说,细胞遗传学就是孟德尔所发现的遗传规律与贝特逊和彭乃特(R.C. Pallett)所发现的及摩尔根(T.H. Morgan)所解释的连锁定律与细胞学中的染色体的研究的综合产物。

从这个水平推广到群体水平,我们就有了群体遗传学的发展。在1908年英国数学家哈迪(G.H. Hardy)和德国遗传学家万因伯格(W. Weinberg)分别发现,一对基因只要经过一代的随机交配就达到平衡,也就是说各种基因型的比例,如果没有其他干扰因素,如突变、选择等就不再改变,这一定律,奠定了群体遗传学的基础。经过费歇(R.A. Fisher)、霍尔登(J.B.S. Haldane)和莱特(S. Wright)三人在二十年代和三十年代初期的努力就壮大起来了。群体遗传学讨论的是基因在整个群体中的频率分布和变化速度,也就是说在经过不同干扰因素作用的情况下,基因频率如何改变并达到新的平衡。这里分两种情况:如果讨论的是长期的千百万代的自然选择问题,就可以称为进化遗传学。另一方面,如果讨论的是短期的人工选择问题,特别是数量性状短期内改进的问题,就可以称为数量遗传学。显然,数量遗传学涉及的是与人类生活有关的经济动植物的育种问题。这些都要在群体的基础上予以研究,因而又可以称为群体遗传学。显然,数量遗传学只是群体遗传学的一部分。

从细胞的基础上，向细胞的显微结构和超显微结构深入，我们就达到分子水平的遗传学或分子遗传学。分子遗传学讨论的主要是三种大分子在遗传中的作用，即多糖、多肽、多核苷酸。多糖是构成细胞膜的主要成分；多肽主要是构成核蛋白的组蛋白及原生质中各种成分的构成物，而多核苷酸则是构成核酸的主要组成物，也就是所谓的遗传物质。核酸无论在生物体中或体外在适当的条件下都能自我复制，即产生与他们相类似的副本。分子遗传学就是研究这些大分子的化学和生化结构、生物功能、活动和变化的科学。显然，分子遗传学是研究分子水平上的遗传物质的表现和规律的学问。它们造成了今日生物科学的高峰，即1974年出现的遗传工程这一新生学科。它为核酸的分割、基因的转移和新生命类型的塑造与合成提供了起点，也就是说，人类今后可以按照自己的意愿创造自己所需要的类型的生物。

由于遗传学的范围如此庞大，以致它渗入生物学的许多分支，因而我们又可以按照不同的生物范畴来划分，从而形成：（1）动物遗传学；（2）植物遗传学；（3）微生物遗传学；（4）人类遗传学。动物遗传学主要研究与人类生活有关的各种动物，如家畜、鱼类、鸟类、昆虫等等中的规律及其应用。植物遗传学则研究各种作物，粮、棉、油、麻、牧草、果树、蔬菜等等的遗传规律及改良问题。这些既需要利用细胞遗传学的方法，也需要数量遗传学的方法。微生物遗传学则主要研究原生动、藻类、细菌、真菌和病毒等的遗传变异问题；在原理上虽然和动植物大体一样，但方法上却因个体微小、繁殖特快而发生巨大的差异，现在主要进入了分子遗传的范畴。人类遗传学则主要讨论的是人类性状的遗传规律，特别是造成各种疾病以及畸变的基因问题，其应用主要在如何避免各种遗传疾病及治疗这些疾病的方法，除了细胞遗传、数量遗传、分子遗传各种方法的综合以外，还借助于免疫遗传学与新生的遗传工程学。

最后，我们还可以按遗传机制的研究来划分遗传学。这里有好几门重要的学科：辐射遗传学，它是由穆勒在1927年所发表的关于X射线可以引起基因突变这一重要发现所奠定基础的。自那以后，遗传学家们陆续发现多种电离辐射都可以引起基因突变，虽然其中多数是致死和半致死的，但是也有少量非致死的基因变化，这便为利用辐射来产生新的植物、微生物和低等动物的新品种提供了有效方法。虽然在初期辐射遗传学主要是为了提供新的基因作育种之用，但后来的研究愈来愈着重于产生突变的机制及辐射如何能产生突变，它作用于基因的什么部分，怎样引起它的本质变化。由于基因的数目很多，变化的方向、种类又是不定的，而且许多新组合的可能性远远没有实现，因而辐射遗传学的研究就为新类型生物的创造奠定了广阔的基础。它在生物学中的含义就像在物理科学中元素的人工引变和新元素的产生意义同样重大，因为除了利用自然存在的基因以外，人们还可以利用它来产生新的基因，为人类自己的目的服务。

除辐射遗传学之外，还有对于基因作用的生理机制进行研究的所谓生理遗传学。这门学科主要研究的是基因怎样发挥其生理作用及在何时作用，作用于什么器官、组织、细胞，作用的速度如何，最后形成怎样的效果。特别是对于突变基因所造成的与正常基因的偏离

的整个变化过程可以与正常的生理过程加以比较，从而对这些变化进行一个轮廓的描绘。由于仅仅生理的描绘还不够，由此又产生了生化遗传学。虽然生化遗传学的初期仅仅是为生化性状的遗传和变异进行探讨，但由于生理遗传学的深入，必然牵涉到生化机制，又由于化学诱变的发现，对于由化学方法引起突变要牵涉到化学机制，所以生化遗传学又深入到纯粹化学遗传学的深度。总之，遗传学的研究这时便深入到与物理学、化学相融汇贯通的境界，可以用最基本的物理、化学概念来解释各种分子水平上的遗传现象。这不能不说这是生物科学上的一项重大突破。

然而，是否可以认为生物学上的重要问题都已经由遗传学的研究，一一解决了呢？例如：关于生命的起源问题就有人曾经说过，地球上第一个核酸分子的出现，就是生命的起源。又例如：有人说，单个基因在群体中频率的变化，就是进化的单位过程。虽然这些已为生物学家普遍接受，但生命的奥秘，还远远没有被发现，其中最突出的就是发育机制问题。一个受了精的鸡蛋，在短短的二十一天孵化之后，就变成小鸡。从鸡蛋到小鸡的生理生化变化，其复杂程度真是不可想像，特别是对于胚胎发育过程中所牵涉的变化问题，比起我们迄今所知道的任何生物学现象，如繁殖、遗传、代谢、进化不知道复杂多少倍。现在几乎可以说，生物学中所有重大问题，其基本理论都已解决，或解决在望，只有发育的问题除外。胚胎学仅仅是一门描述性的科学，胚胎学的试验也仅仅是一大堆个别试验，缺少一个中心理论。发生遗传学的出现，便是为了解决这一问题所提出的。有人说，我们已开始理解发育的问题了，但这毕竟是重复近半个世纪来的老话。进一步的研究发现，所认识的仍然是一些个别现象。从开始的遗传密码，到最后表型的产生，我们都有比较明确的理解，但是这中间的发育过程，却是一个偌大的奥秘。这样说，并不否认胚胎学家们在近几十年来的个别成就，但是总起来说，发育的机制问题却是一个远远没有解决的问题。虽然会有人认为作者的这些话未免有些偏激，但是指出问题的所在，即是解决问题的开端；作者这样说也不过是为了指出发生遗传学的巨大重要性，因为我们已初步看出，只有从遗传学的观点来研究发生和发育的机制，才是解决这一问题的最好方法。这也是今后我们的青年生物工作者和遗传工作者所应努力的一个重要方向。

在以后的一些章节里，我们将就上面所谈到的一些遗传学的分支，一一予以一些相应的阐述。

(北京农业大学 吴仲贤)

第二章 遗传的细胞学基础

第一节 细胞的结构

细胞的发现是十九世纪的重大发现之一。伟大导师恩格斯对于细胞的发现给予了极高的评价。现在知道，除了最低等的生物——病毒和立克次体外，一切生物无不由细胞所构成，少者只有一个细胞，如细菌、草履虫，多者以千万亿计，如一个成人身上大约有1,800万亿个细胞。就是这些大小、形态不同的细胞，共同构成了一个有机整体。而且，组成生物有机体的各种物质——主要是核酸、蛋白质、类脂和碳水化合物，它们本身并没有生命，只有当它们以配合得非常之好的方式精巧地组织起细胞时，才出现生命，显示出生命活动的各种属性。机体的任何一种细胞，不论它们在大小、形状、结构上是怎样的不同，但在生活机能上都基本相似。因此，细胞是构成生物机体的形态结构和生命活动的基本单位，即结构单位和功能单位。

细胞一般很小，只有在显微镜下才能看到。支原体是最小的单细胞有机体，最小的直径仅有1/10微米（1微米等于千分之一毫米）。细菌的大小在0.5—20微米之间。最大的单细胞有机体如变形虫约1,000微米。组成高等动物组织的大多数细胞，直径在20—30微米之间。动物身体中产生的最大的单个细胞是鸟类的卵细胞（鸟类的卵黄就是一个卵细胞），如鸵鸟的卵细胞直径可达5厘米左右。

细胞的形状，多种多样，有圆形、椭圆形、方形、多角形、扁平形、圆柱形和杯形等等，随它们所起的特殊作用而异。

尽管细胞的大小特别是形状差异很大，但绝大多数的细胞都包含两个主要的部分——位于最内部的细胞核及其周围的细胞质。整个细胞的外面由膜包裹着，此膜称为质膜。

一个典型的动物细胞结构模式如图2—1所示。

一、质 膜

质膜也叫做细胞膜。在电子显微镜下观察质膜的截面，可清楚地看到质膜由三层组成。也已确定，动物细胞质膜的化学成分主要是类脂（磷脂是主要的类脂成分）和蛋白质，还有少量的碳水化合物。由于各种细胞器也具有与质膜十分类似的膜，所以给这种膜取了个名词，叫做单位膜。

质膜是保持细胞形状的支架，有保护细胞免受外界环境的损害的能力。质膜还是细胞与细胞外环境之间联系的唯一途径，也是进行许多化学反应的表面。哺乳动物细胞的表面

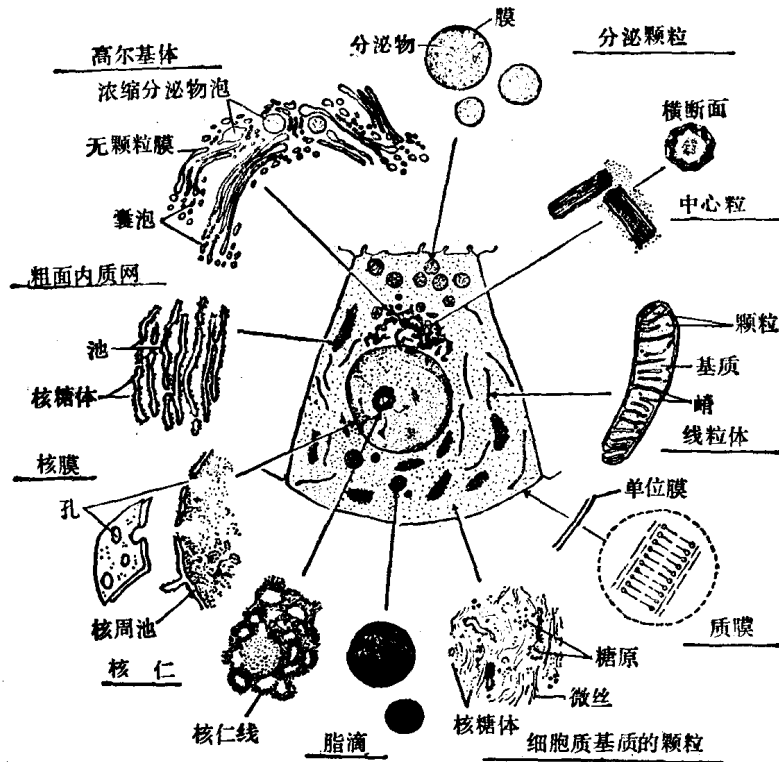


图 2—1 动物细胞结构模式图

位于中央的图表示在光学显微镜下所看到的细胞器和内含物，其周围描绘的是电子显微镜下所看到的同一组成的微细结构（选自 R.D. Frandson, B.S.D.V.M.M.S. *Anatomy and Physiology of Farm Animals*, 1975）

存在着各种表面抗原，不仅不同物种的细胞之间，而且同一物种不同遗传类型的个体细胞之间，表面抗原也有差别，这在遗传学上是有意义的。

二、细胞质

质膜以内，细胞核以外的物质，统称为细胞质。经过各种固定和染色技术处理之后，细胞质内可观察到某些折光率较强，高度专门化的细胞成分，叫做细胞器，它们在细胞机能中起着重要作用。细胞质中还含有一些内含物。其余的则称为基质，基质是未分化的细胞质。

细胞器主要有以下几种：

1. 内质网与核糖体：内质网是由以膜为界的腔（或池）组成的呈网状的相互连接的膜系。在一些地方与质膜或者核膜的外膜连接，这种内质网膜的外表面附着有一层核糖体，这种内质网叫做粗面内质网，而不附有核糖体的，叫做滑面内质网。

核糖体或称核糖核蛋白体是由核糖核酸（简称 RNA，约占 60%）和蛋白质（约占 40%）所组成的颗粒状结构。组成核糖体的 RNA 称为核糖体 RNA（rRNA）。

核糖体存在于所有生物中。在没有核膜的原核生物细胞（细菌、支原体、蓝绿藻）中，核糖体是游离地分散于细胞内。有核膜的真核生物的细胞，核糖体散布于细胞质基质内，而在较高等的生物体中，大部分细胞的核糖体往往附着在内质网的膜表面上，只有少数细胞的核糖体是游离的。

核糖体是细胞内蛋白质合成的场所。在细胞中，蛋白质几乎全在细胞质的核糖体里合成。后面将要讲到，在蛋白质合成过程中，首先在细胞核内按照脱氧核糖核酸（简称 DNA）分子结构转录成 DNA 的副本——信使 RNA（mRNA），然后再按照副本转译成特定的蛋白质，转译这一步工作就是在核糖体这个地方进行的。在核糖体上新合成的蛋白质分子就以某种方式进入内质网的池中，在那里被贮存起来，再输出到细胞外部去。在没有或很少有内质网的细胞中，蛋白质的合成在游离的核糖体上进行，并贮存于细胞基质中。

2.高尔基体：高尔基体存在于除细菌和支原体以外的一切细胞中。在动物细胞中，可在细胞核周围及内质网附近观察到一些由表面光滑的膜围成的呈扁平状的，平行地排列着的袋，以及散布在它们周围的许多较小的囊泡，这就是高尔基体。

高尔基体具有贮存细胞内新合成物质的功能，又具有分泌作用。当由膜围成的袋中积起分泌物后，袋呈现球状，这时被称之为浓缩分泌物泡。

3.线粒体：线粒体多为丝状、棒状或粒状。有一层外膜和一层内膜，内膜的不同部位向内折叠形成许多书架般的褶脊，把线粒体内部隔成很多小室。这些褶脊，被称之为嵴，嵴的上面存在着颗粒，有各种各样的酶分子定位于这些颗粒中，其中以各种氧化酶为最多。线粒体是细胞内生成高能磷酸键 ATP 的氧化磷酸化的主要场所，活细胞内的大部分工作均依赖于线粒体连续不断地产生出来的能量，因而被视为细胞内的“动力站”。膜上具有小孔，允许 ATP 向线粒体外面扩散。除细菌、支原体、蓝绿藻外，所有生物的细胞中都有线粒体。那些不含线粒体的细胞中，这些特殊的酶系似乎是与质膜结合在一起。

线粒体的膜主要是由蛋白质和类脂构成。六十年代初已经证实，线粒体中也含有 DNA，存在于被嵴隔成的小室中。但线粒体 DNA 在全部细胞 DNA 中的含量很少，细胞中几乎 100% 的 DNA 都集中于细胞核的染色体上，剩下的 DNA 存于线粒体和叶绿体中（叶绿体为植物细胞所特有）。细胞器 DNA 与核 DNA 在核苷酸组成上有差别。细胞器 DNA 能自我复制，也可能能够控制所在细胞器中的蛋白质合成。然而，这种 DNA 其功能在某种程度上仍然受到核 DNA 控制的调节。

同一物种中，线粒体的数目因细胞类型的不同而有差异，不象染色体数目和 DNA 量那样恒定，一般讲，凡是消耗能量较大的细胞（如精子），线粒体就多些。

4.溶酶体：溶酶体是动物细胞中的一种能够消化或溶解物质并呈球状的小囊泡。它被一层单位膜包围着。内含有高浓度的 12 种以上的消化酶，其中包括蛋白酶、核酸分解酶、糖苷酶，起着细胞内的消化作用（包括消化细胞内的物质与外来颗粒），以及为细胞受到损伤或老死需要更新时起着自溶作用（自体消化作用）。

溶酶体的数量因细胞的功能而异。如巨噬细胞那样的行使特殊消化功能的细胞中，溶

酶体就特别大，数量就特别多。

5.中心粒：中心粒为动物细胞和若干低等植物所特有。多在有丝分裂时显现得较清楚。每个细胞的核膜外面都有两个互成直角的中心粒。中心粒呈圆筒形，它的壁由九根细管组成，而每根细管又有更小的单位，即三根细管组成。

中心粒在细胞分裂时起着重要作用。构成纺锤丝的微小管就是从中心粒长出的。

从上述可见，原核生物没有各种细胞器，然而，譬如细菌，在其细胞内部却有各种颗粒和囊泡散布着，起着类似细胞器的作用。在这些颗粒和囊泡中，有的上面附着叶绿素，能进行光合作用，有的提供能量，有的可进行细胞中蛋白质的合成。

三、细胞核

真核生物的细胞都有细胞核，核一般呈球状或卵圆形。通常一个细胞只有一个核，但也有两个核和多核的（如变形虫是多核的）。极少数的高度分化的细胞没有核（如哺乳动物体内成熟的红细胞，但应指出，它只是在成熟过程中消失的，发育的初期都有核）。原核细胞虽然没有定形的核，但具有核的物质。

细胞核的功能是把遗传物质完整地保存起来，并把它从一代传到下一代；并且指导RNA的合成。

细胞核外为核膜，内为核质，其中有一个或多个核仁。

核膜由两层单位膜组成。在核膜的整个表面上有一些孔，系由内、外单位膜融合而成，它大概是细胞核与细胞质进行物质交换的渠道之一，例如，mRNA分子和组成核糖体的rRNA可能就是通过这些孔自细胞核进入细胞质的。原核细胞相当于核的部分没有核膜。

核膜以内，核仁以外的物质，叫做核质。核质由染色质和核液组成。在分裂间期的生活在细胞核中，在光学显微镜下，核质一般是均匀一致的，但一经杀死固定，染色处理后，核质则显示出不同的反应，其中极易吸收碱性染料，着色深的物质，叫做染色质；其他不着色或着色极浅的物质，就是核液。染色质呈粒状，丝状或结成网状而散布于核液中；当细胞进行分裂时，这团网状的染色质渐次变化成一定数目的染色体。染色质的主要成分是DNA和组蛋白组成的核组蛋白。染色质是合成RNA的地方。

核仁是一个形状不规则的，往往致密而结实的物体。在它的周围看不出有膜的存在。其化学成分，主要是蛋白质和RNA。核仁往往与个别染色体上的特定部位相联结，染色体上的这个特定部位叫做核仁组织者，因此核仁与核仁组织者的RNA保持着密切的联系。

第二节 染色体

前已述及，在正处于分裂时期的细胞中，染色质可显现为形状清晰的小体，这就是染色体。在有丝分裂后期典型的染色体的基本结构如图2—2。

染色体一般呈圆柱形。外有表膜，内有基质。在基质穴中有两根卷曲着而又相互缠绕

的染色线贯穿着整个染色体的长度。在染色线的整个长度上，由于染色质的集中分布，常出现有一定排列顺序易于着色的许多颗粒，叫做染色粒。同一染色体上的这些颗粒大小不匀，以不规则的间隔排列着。在染色体上的一定位置，有一不易着色的区域，叫做着丝点。每一个染色体有一个着丝点。当细胞分裂时，纺锤丝就附着在这个地方，因而与分裂时的染色体移动有关。着丝点所在的地方，染色体直径较小，象香肠中部打了个结一样，被勒了进去，所以也叫主缢痕。着丝点把染色体分成两个臂，着丝点的位置决定着两臂长度的比例与分裂后期染色体的形态。如果着丝点在染色体的中间，则两臂长度大致相等，染色体近似于V形；如它偏离中间，则两臂长度不一，近似于L形；如它接近于顶端，则形成单臂染色体，近似于棒形（见图2—3）。

有的染色体还有另一直径较小的地方，叫做次缢痕（也与主缢痕一样，染色较淡）。它与主缢痕的区别是：在次缢痕处不能弯曲，而在主缢痕处是能弯曲的；不同染色体的次缢痕的位置是恒定的，而着丝点的位置如上所述是有变化的。因此，着丝点的位置在鉴别特定的染色体中具有很大价值。有的染色体的末端还有一个圆形或略伸长的突出物，称为随体。通常，在每个核中，有那么个别或极少数染色体在次缢痕处有一个染色很深的所谓核仁组织者的区域，它联着一个核仁，如人的第13—15染色体和第21—22染色体的短臂上，玉米的第6染色体的短臂上，都有核仁组织者的区域。rRNA就是在核仁组织者上面合成的。

每个物种都有其特定的染色体数目。染色体数最少的是线虫，只有2个，而最多的是羊齿植物，有500个。部分动物的染色体数目如表2—1。

同一物种的染色体数目是恒定的，而且每一种生物个体中的每一个细胞其染色体数目也是相同的。在其世代的延续中，染色体的数目一般保持不变。在体细胞中，染色体是成对的，即每种大小，形状相同的染色体各有两个（性染色体可能例外）。例如，牛的体细胞中的染色体有60个，就是30对。成对的染色体叫同源染色体，其中一个来自父方，一个来自母方。每对同源染色体在长度，直径，形状，着丝点位置以及染色粒的排列都相同。

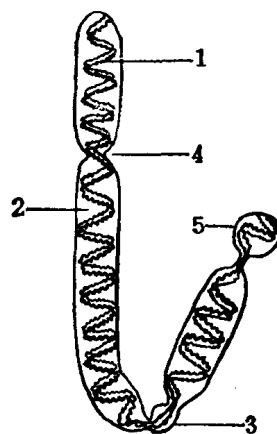


图2—2 一个后期染色体的形态与结构

1.染色丝 2.染色体基质 3.着丝点
4.次缢痕 5.随体

（引自E.D.P.戴罗伯底斯等著：《普通细胞学》中译本，科学出版社，1961）

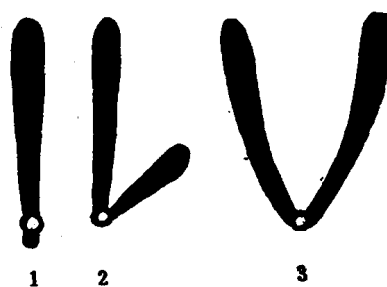


图2—3 有丝分裂后期染色体的各种形态

根据着丝点位置而分：1.棒形染色体或称具端着丝点染色体 2.L形染色体，或称具近中间着丝点染色体 3.V形染色体，或称具中间着丝点染色体
（引自E.D.P.戴罗伯底斯等著《普通细胞学》中译本，科学出版社，1961）