

遺 傳 學

(下 冊)

广东农林学院农学系

遗传选种教研组编

1975年6月

道

德

學

卷一

目錄

卷一

卷二

毛主席语录

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然和改造自然，从自然界得到自由。

学习外国必须同独创精神结合起来，引进新技术必须同自己钻研结合起来。

百花齐放、百家争鸣的方针，是促使艺术发展和科学进步的方针，是促进我国社会主义文化繁荣的方针。

对科学上、艺术上的是非，应当保持慎重的态度，提倡讨论，不要轻率地作结论。我们认为，采取这种态度可以帮助科学和艺术得到比较顺利的发展。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 录

第二篇 细胞遗传学基础

第一章 遗传的细胞学基础

第一节 染色体的形态、结构和特性	1
一、染色体的形态	1
二、染色体的结构和化学成分	3
三、常染色体和性染色体	4
四、染色体的个性和连续性	4
第二节 细胞分裂	7
一、细胞有丝分裂过程	7
二、细胞减数分裂过程	10
三、有丝分裂和减数分裂的比较	12
第三节 高等植物的世代交替	14
一、孢子体时期	14
二、小孢子发生和雄配子体	14
三、大孢子发生和雌配子体	18
四、受精	18

第二章 遗传性状的传递规律

第一节 分离定律	19
一、试验的特点	19
二、一对相对性状的杂交试验	20
三、遗传因子分离的假说	23

四、分离假说的证实	25
五、分离和显性的条件	26
六、分离定律的理论和实践意义	27
第二节 自由组合 (独立分配) 定律	28
一、两对相对性状的杂交试验	28
二、遗传因子自由组合的假说	30
三、自由组合假说的证实	32
四、多对遗传因子的分离比例	33
五、染色体和遗传因子的平行关系	34
六、自由组合定律的理论和实践意义	36
第三节 基因的表现和互相作用	37
一、基因的互相作用	37
二、一因多效和多因一效	41

第三章 连锁遗传

第一节 连锁遗传的特点	42
第二节 连锁和交换的遗传机理	44
第三节 交换的细胞学证据	48
第四节 三点测验和基因座位	50
第五节 连锁遗传在作物育种中的作用	52

第四章 染色体的变异

第一节 染色体数量的变异	54
一、整倍性的变异	54
二、非整倍性的变异	55
三、植物的单倍体	56

四、植物的多倍体	59
第二节 染色体结构的变异	71
一、缺失	71
二、重复	72
三、倒位	73
四、易位	75

第五章 遗传物质的分子基础

第一节 核酸是遗传的物质基础	79
一、间接证据	79
二、直接证据	82
第二节 核酸的化学结构	88
一、DNA 的化学组成和分子构型	88
二、RNA 的化学组成和分子构型	91
第三节 DNA 作为主要遗传物质所具备的特点	92
一、DNA 的复制 (连续性和相对稳定性)	92
二、DNA 的多样性	95
三、DNA 的可变性	96
第四节 核酸在蛋白质合成中的作用	99
一、DNA、RNA 和蛋白质在代谢过程中的 关系	99
二、蛋白质合成的机理	100
第五节 遗传密码	105

第六章 突变和诱变

第一节 突变的概念	107
-----------	-----

一、基因突变	107
二、核外突变	108
三、自发突变和诱发突变	108
第二节 基因突变的特征	109
一、突变的频率	109
二、突变的性质	109
三、基因突变发生的时期	112
第三节 诱发突变	113
一、诱发因素	113
二、突变的显现	114
三、影响诱变的因素	117
四、产生诱变的机理	118
五、影响突变表现和传递的因素	120

第七章 杂种优势和细胞质遗传

第一节 杂种优势	122
一、杂种优势的概念和杂种优势利用概况	122
二、作物杂种优势利用的主要方法	123
三、杂种优势的遗传学基础	126
四、杂种优势的固定问题	130
第二节 细胞质遗传	131
第三节 作物的雄性不育性	134
一、作物雄性不育的类型	135
二、作物雄性不育的特征	139
三、不育系、保持系和恢复系在遗传机理上的相互关系	140
五、杂种优势的分子基础和生理代谢特点	131

第一章 遗传的细胞学基础

生物大多数是多细胞类型（当然还存在单细胞生物和没有细胞形态的生物）。胚胎学的研究证明，大部分多细胞生物是从一个细胞（受精卵）发育而来的。也就是说，亲本提供给子代的，只是一个配子：父本产生的雄配子（精子）和母本产生的雌配子（卵子）。这样，配子就成为了亲代同子代间唯一的直接物质联系，它好象一座狭窄的桥梁一样，使亲代的遗传性状能一代一代的相传下去。以后的研究又发现，一般生物的雌、雄配子的大小是不一样的，卵子比精子往往要大许多倍。精子和卵子虽然大小如此悬殊，但它们在传递遗传性状上一般具有完全相同的能力。这就使人们提出这样的问题：在配子（精子、卵子）里，究竟哪一部分对遗传性状的传递起主要作用呢？近代细胞学的研究表明，同一物种内，精子和卵子的细胞核的大小基本上是相等的，因此认定遗传性状的传递同细胞核的关系最密切。细胞核内有核仁和染色体。

体细胞的增加和配子的形成，都是通过细胞分裂的方式实现的。在细胞分裂过程中，染色体在形态和行为上都发生一系列有规则的变化，这些现象同遗传的机理关系至大，因此，在讲授遗传学的基本规律之前，让我们首先介绍有关染色体的构造和细胞分裂过程染色体的行为。

第一节 染色体的形态、结构和特性

一、染色体的形态

染色体只有在细胞分裂时才能看到，以分裂的中期和后期表现最为坚实，它好象一根坚实一致的圆柱体，每个染色体都有两个臂，称染色体臂。一个染色体可分为下列几部分：

1. 着丝点 一个缢痕位于染色体两臂相遇之处，在这个缢痕里可以看到很清楚的染色较淡的区域，称着丝点。着丝点所处的缢痕称主缢痕。

2. 次缢痕 这个区域染色很淡。它的位置、范围、大小大体上是恒定的。

3. 端粒 染色体的每个末端称端粒。端粒似有极性，任何情况下，染色体断片不能接到端粒上，相反，断片是两极性的，彼此可接合成各种形式，如果染色体的两个端粒都失去，它们甚至可形成一个染色体环。

4. 随体 它是一个圆形或伸长的突出物，由一根极细的染色质细丝从染色体上分隔出来，其大小、形态通常是恒定的。

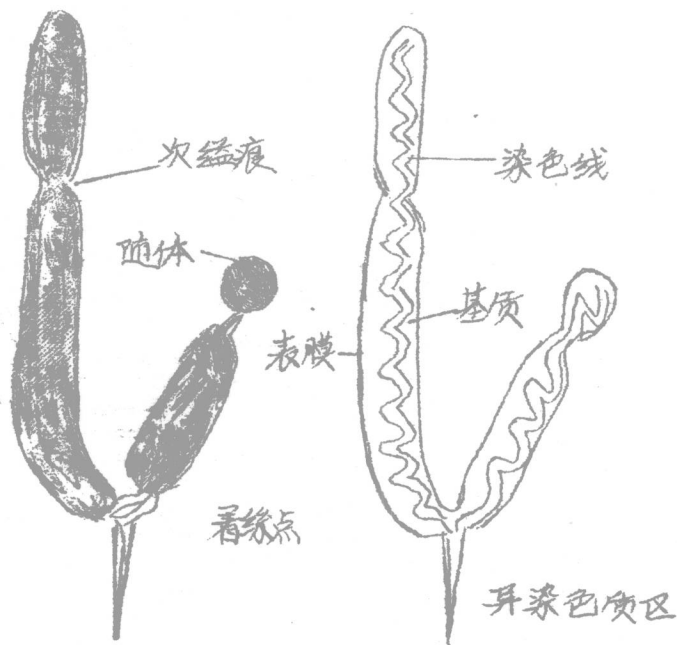


图1-1 染色体的外部形态和内部结构图解

根据着丝点在染色体上的位置不同，可把染色体分为：
 (1) 近端着丝点染色体（又名*i*形染色体）；(2) 亚中间着丝点染色体（又名*j*形染色体）；(3) 中部着丝点染色体（又名*V*形染色体）。

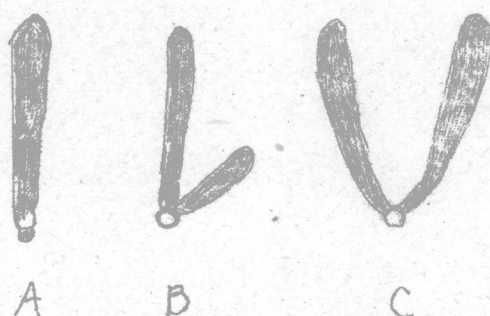


图 1-2 着丝点位置不同的染色体

- A、近端着丝点染色体；
 B、亚中间着丝点染色体；
 C、中间着丝点染色体；

二、染色体的结构和化学成分

染色体以染色线为主要的结构基础。染色线纵贯整个染色体。每一个染色体有两根染色线，它们分别由两种不同的螺旋所组成，一种是具有 10~30 个旋转的大螺旋，另一种是与大螺旋垂直的并且由更多的螺旋组成的小旋转。染色线上往往会有许多容易染色的颗粒，称染色粒。染色线周围是一些透明的物质，称染色体基质。

基质外是一层薄膜，称表膜。

染色体由核蛋白构成。所含的核蛋白主要是去氧核糖核酸（DNA）。染色时整个染色体的着色是不均匀的，各部分有深有浅，染色较深的部分称为常染色质，染色较淡的部分称为异染色质。〔图 1-1〕

三、常染色体和性染色体

细胞遗传学的研究发现，在大多数两性生物中，有一对特殊的染色体，专化于性别的决定，称性染色体。

性染色体以外的染色体，称常染色体。例如普通果蝇 (*Drosophila melanogaster*) 有四对染色体，其中三对是常染色体，一对是性染色体。形状各不相同，一个钩状的称Y染色体，另一个棒状的称X染色体(图1-3)。



图1-3 雄果蝇的染色体

四、染色体的个性和连续性

各个物种的染色体数目是恒定的，同一个物种中，各个染色体的形态特征(包括长度、着丝点位置、随体的有无以及染色粒和异染色质分布等)也是相对稳定的(图1-4)。由染色体的数目、形态、大小以及其它在鉴定一个特殊染色体群时所能考虑到的特征，综合构成了染色体组型(又称核型，它是一个个体、族、种、属或者更大类群的特征，可作为研究物种的亲缘关系和分类的重要依据之一)。

染色体是连续的，表现在两个方面。一是染色体能通过复制而增殖，另一是染色体在整个分裂周期(包括间期在内)并不消失，始终保持其个性。

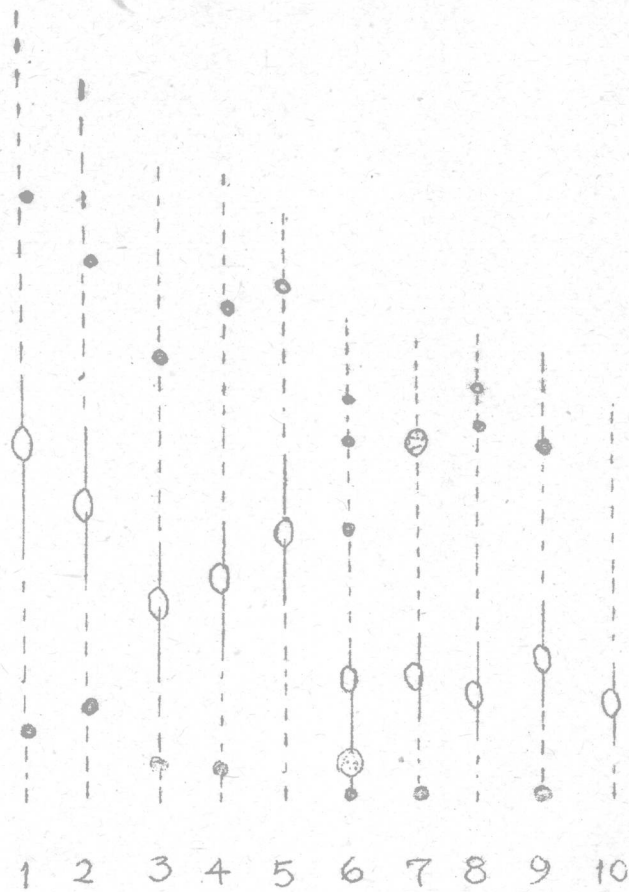


图 1-4 玉米染色体的个性示意图

玉米染色体图解，指出相对长度、着丝点位置（中空卵形图）、染色深点（涂黑的），和第六染色体的核仁组织者（涂黑的），接近着丝点的异固缩带以实线表示，染色体的常染色质带以虚线表示。

表1-1 主要作物染色体数目

作物	学名	体细胞 染色体 数(2n)	作物	学名	体细胞染 色体数 (2n)
水稻	<i>Oryza sativa</i>	24	豇豆	<i>Vigna sinensis</i>	22, 24
高粱	<i>Sorghum vulgare</i>	20	茶	<i>thea sinensis</i>	24, 30, 44, 46
玉米	<i>Zea mays</i>	20	苧麻	<i>Boehmeria nivea</i>	28
普通小麦	<i>Triticum aestivum</i>	42	洋麻	<i>Hibiscus cannabinus</i>	36
大麦	<i>Hordeum vulgare</i>	14	国果种黄麻	<i>Corchorus capsularis</i>	28
燕麦	<i>Avena sativa</i>	42	长果种黄麻	<i>C. ditiorus</i>	56
荞麦	<i>Fagopyrum esculentum</i>	16	莱菔菹	<i>Medicago sativa</i>	32
番薯	<i>Ipomoea batatas</i>	90	黄苣菹	<i>M. falcata</i>	16, 32
木薯	<i>Manihot esculenta</i>	72	小油菜	<i>Brassica chinensis</i>	20
马铃薯	<i>Solanum tuberosum</i>	48	叶油菜	<i>Brassica napus</i>	38
甘蔗	<i>Saccharum officinarum</i>	820	大油菜	<i>B. juncea</i>	36
甜菜	<i>Beta vulgaris</i>	18	剑麻	<i>Agave sisalana</i>	138
大豆	<i>Glycine max</i>	40	咖啡	<i>Coffea arabica</i>	44
木豆	<i>Cajanus indicus</i>	22	可可	<i>Theobroma cocoa</i>	20
花生	<i>Arachis hypogaea</i>	40, 20	西瓜	<i>Citrullus vulgaris</i>	22
蚕豆	<i>Vicia faba</i>	12	番茄	<i>Lycopersicon esculentum</i>	24
黑麦	<i>Secale cereale</i>	14	茄子	<i>Solanum melongena</i>	24
小米	<i>Setaria italica</i>	18	萝卜	<i>Raphanus sativus</i>	18
菸草	<i>Nicotiana tabacum</i>	48	黄瓜	<i>Cucumis sativus</i>	14
芝麻	<i>Sesamum indicum</i>	52	黍稷	<i>Panicum miliaceum</i>	36
海岛棉	<i>Gossypium barbadense</i>	52	大麻	<i>Cannabis sativa</i>	20
陆地棉	<i>G. hirsutum</i>	52	亚麻	<i>Linum usitatissimum</i>	30, 32
中棉	<i>G. arboreum</i>	26	豌豆	<i>Pisum arvense</i>	14

第二节 细胞分裂

一、细胞的有丝分裂过程

多细胞生物的体细胞，主要是通过有丝分裂的方式增殖，故有丝分裂又称体细胞分裂。

有丝分裂是一个复杂的过程。在分裂期间和分裂以前，细胞的状态有很大的区别。分裂以前（营养期），细胞核的染色体伸张到最大限度，很细，不容易着色，因而不易看见，这时只能看到分散的呈网状的染色质。到了细胞分裂时期，染色体缩短加粗，又容易着色，故容易观察到。

有丝分裂是一个复杂的连续过程，可分为五个时期：

1. 间期 间期是两次分裂的中间时期。此时期细胞核在生长增大，代谢很旺盛，在储备细胞分裂时所需物质。近年来一些实验结果指出，染色体是在间期复制的，也就是以原来的一个染色体就具有并列的两个染色单体，但染色体上的着丝点还是成单存在的，还没有分裂。

2. 前期 原先间期核内的染色体细线开始螺旋化，因此染色体逐渐缩短和加粗，逐渐可看到清晰的染色体，着丝点区域变得相当清楚了，每一染色体会含有一个着丝点和两个纵向并列的染色单体。核旁的中心体一分为二，并向相反的方向移动而形成纺锤体。纺锤体是核液和细胞质等形成的细丝，由蛋白质分子按一定的方向排列组成，它的收缩引起染色体的移动。核仁、核膜逐渐消失，于是染色体与细胞质混在一起。

3. 中期 这时染色体开始向赤道板上移动，最后全部染色体排列在赤道板上（主要是所有的着丝点排列在一个平面上，染色体的两臂仍可上、下、左右地分布在细胞空间）。这时染色体的着丝点同纺锤丝连接起来，一条纺锤丝连着一个着丝点。

为样板，复制出另一个染色体，这样，细胞核内的每一个染色体

4. 后期 每一个染色体的着丝点分裂为二，着丝点分开后即被纺锤丝拉向两极移动，同时纵裂的染色单体也跟着分开，分别向两极移动，这就完成了染色体的分裂。此时每个染色单体已成为一个独立完整的染色体了，称为子染色体。

5. 末期 这是细胞重新组成的时期。开始时两组子染色体的螺旋结构逐步消失，使染色体变得更细更长，并失去了基质。最后子核的膜重新形成，核仁重新出现，纺锤体也随之消失。在两个子核形成后，接着便发生细胞质的分裂过程。在植物细胞，是在两个子细胞中间残留的纺锤丝的基础上形成细胞板，最后成为细胞壁，把一个母细胞分隔成两个子细胞，从而完成了有丝分裂过程（图1-5）。

如把有丝分裂的过程概括起来，其要点是：①每一个染色体都进行了复制，形成两个染色单体；②，两个染色单体彼此分开成为两个子染色体，各自向细胞的两极移去；③ 染色体平均地分给两个子细胞，结果子细胞之间以及子细胞和母细胞之间的染色体数目保持不变。

有丝分裂在遗传上有什么意义呢？第一：通过每个染色体准确地纵裂为二，然后有规则地分配到两个子细胞去，遗传物质由此可以准确地传递给下一代，使两个子细胞在遗传组成上同母细胞完全一样；第二，有丝分裂是均等式的分裂，子细胞同母细胞在遗传物质的数量和质量上完全相同，从而保证其正常生长发育。



图1-5 包括三对染色体的
有丝分裂模式图

二、细胞的减数分裂过程

采取有性生殖方式的高等生物，除了在身体组织进行有丝分裂外，在性细胞成熟时，还要进行减数分裂才能产生染色体减半的大、小孢子，然后再形成配子。因此，减数分裂又称成熟分裂，这个过程有两个特点，一是细胞分裂两次，由一分为二，由二分为四，而染色体只分裂一次，结果，子细胞的染色体数比原来减少了一半，由 $2n$ 株变为 n 株。例如水稻，体细胞染色体数为 24 ($2n=24$)，经减数分裂形成的精子和卵子的染色体数各为 12 ($n=12$)。另一是前期特别长而且变化复杂，其中包括同源染色体*的配对、交换与分离等。

由经过减数分裂后形成的雌、雄配子(n)结合成合子后，使下一代仍然保持 $2n$ 染色体数，从而保证了物种染色体数目的恒定性。所以，减数分裂在生物学上是具有很重要的意义的。

整个减数分裂过程包括两次细胞分裂，而每次细胞分裂又可分为若干个时期。

第一次分裂：

1. 前期 I

它比有丝分裂的前期复杂，又可细分为五个时期。

细线期 染色体细长如线，可看到清晰的染色粒。

偶线期 成对的同源染色体配对。配对是十分准确的，一定是同源染色体才能配对，而且是相同形态的染色粒部分互相配对。

粗线期 配对的染色体变短变粗，同源染色体紧密

*[註]：同源染色体——为形态相似、遗传性质相同的两个染色体，形成一对相对应的染色体。其中一个从父方得来，原来是精子带进来的，称父源染色体；另一是由母方得来，原来是在卵子里的，称母源染色体。