

中央农业广播学校试用教材

遗传及作物育种

中央农业广播学校主编

广 播 出 版 社

中央农业广播学校试用教材

遗传及作物育种

中央农业广播学校主编

中央农业广播学校试用教材

遗传及作物育种

中央农业广播学校主编

•

广播出版社出版发行

北京市怀柔印刷厂印刷

•

787×1092毫米 16开 8印张 170(千)字

1983年2月第1版 1983年2月第1次印刷

统一书号: 16236·009 定价: 0.68元

编写者：刘锡田

编写说明

本教材是专为中央农业广播学校农学基础班编写的。全套教材共四册，即《化学基础》、《植物及植物生理》、《土壤肥料》、《遗传及作物育种》，是在农业中专教材的基础上加以删简编写而成的。这一套教材着重编写具有共性的基础理论知识，以求使学员从科学道理上提高认识、分析和解决农业生产问题的能力。

通过广播系统讲授农业科学知识还是一项新的尝试，为使这套教材能够适应广播教学和农村基层干部、知识青年自学的特点，尽量做到文字通俗易懂；安排较多的插图及表格，并在每章（或节）后附有习题。配合这套教材，另发讲课提要、习题答案和自我测验作为补充。

此外，为了弥补广播教学直观性差的缺点，备有辅导用的幻灯片和讲课录音带，可以与教材配合，以增进教学的效果。

考虑到学习的对象很广泛，学员的基础和要求不完全相同，因此，我们把教材内容分为两种，一种用较大字号编排，作为教学基本内容，广播教学即以这部分为范围；另外，有一部分用较小字号编排，作为参考性的补充教材，学员可根据条件选择自学。

由于时间仓促，又缺乏广播教学的经验，这套教材可能存在不少问题和缺点，今后将在教学实践中，根据广大读者意见，进行修改和订正。

中央农业广播学校

绪 言

每种作物都有多种不同的品种，有的因早熟高产而普遍受欢迎；有的因具有抗寒、抗旱、抗病虫或耐盐碱等特性，能在不利环境条件下保持稳产；也有的因品质特优，色味俱佳，成为名产，享有盛誉……。这些种类繁多的品种是如何产生的呢？又怎样才能保持品种的特性并合理利用，以发挥其最大的效应呢？这就是我们在作物育种学里所要学习的主要内容。

人类选育新品种的工作由来已久。当人类文明初开的时候，就开始选种，保留并繁殖了有利于人类的个体。通过长期不断的选择，选育出了各种各样的家养动物和栽培植物品种。

现代的育种工作已不再满足于选择自然界提供的变异类型，而是有计划、有目的地用人工的方法，如采用杂交、电离辐射、化学药剂处理等手段，创造出极其丰富的变异类型，并应用花粉培养的方法加速育种的进程，甚至可以通过远缘杂交创造出自然界所没有的新类型，如我国科学家鲍文奎用小麦与黑麦杂交，培育出小黑麦，它是一个自然界所没有的新种。可见，现代育种工作的水平和效率比古代不知要高多少倍。

新品种的选育是为了提高产量及增进品质，但是，任何一个品种只有在一定区域内和一定的栽培条件下，才能获得高产，而且品种在不断使用过程中，往往会因混杂退化而造成减产。所以，在选育新品种的同时，还必须掌握合理利用品种的原则和方法，使现有品种能发挥其最大的增产效益。

现代育种学是以现代遗传学为基础的。遗传学是研究生物遗传和变异规律的科学。了解了生物遗传和变异的内在规律，就可以有效地选择优良变异个体或利用人工创造变异，选育新品种，并保持新品种的优良性状稳定遗传，在较长时间内发挥优良特性的作用。譬如，育种上常常遇到的问题，像杂交种第一代为什么都整齐一致，产量高，而第二代就变得参差不齐，并且产量显著下降？单纯靠灌大水施大肥，能否选育出高产品种？都是属于遗传学的范畴。如果我们掌握了一定的遗传学知识，在实践中碰到某些具体问题，就能运用遗传学的原理，灵活地加以解决，从而避免了育种工作中的盲目性。所以，遗传学和作物育种学是紧密相关的两部分。也正因为如此，本书将遗传学和作物育种学两部分尽可能地揉和在一起，以达到学以致用目的。

目 录

绪 言

第一篇 遗传学基本知识 (1)

第一章 遗传和变异 (1)

第一节 遗传和变异 (1)

第二节 遗传的变异和不遗传的变异 (2)

第三节 遗传、变异和选择 (3)

第二章 遗传的物质基础 (4)

第一节 遗传物质在染色体上 (4)

第二节 去氧核糖核酸 (DNA) 是主要的遗传物质 (10)

第三节 核酸的分子结构及 DNA 的复制 (11)

第四节 蛋白质的生物合成 (13)

第三章 遗传的基本规律 (17)

第一节 分离规律 (17)

第二节 自由组合 (独立分配) 规律 (20)

第三节 连锁和交换规律 (21)

第四节 基因和性状表现的关系 (24)

第五节 数量性状的遗传 (26)

第六节 遗传基本规律的应用 (28)

第四章 变异的类型 (32)

第一节 染色体畸变 (33)

第二节 倍性育种 (35)

第三节 基因突变 (38)

第四节 诱变育种 (40)

第五章 遗传工程 (44)

第一节 细胞工程 (44)

第二节 基因工程 (45)

第二篇 合理利用现有品种..... (48)

第六章 品种与农业生产..... (48)

第一节 品种..... (48)

第二节 优良品种..... (49)

第三节 合理利用品种..... (51)

第七章 防止品种混杂退化, 提纯复壮生产原种..... (54)

第一节 品种的混杂和退化..... (54)

第二节 提纯复壮生产原种..... (56)

第三节 健全良繁体系, 逐步实现“四化一供”..... (60)

第八章 引种..... (68)

第一节 引种的意义和作用..... (68)

第二节 引种的一般规律..... (69)

第三节 引种应注意的事项..... (72)

第三篇 人工选育新品种..... (74)

第九章 系统育种..... (74)

第一节 系统育种及其在育种工作中的作用..... (74)

第二节 系统育种的基本原理..... (75)

第三节 系统育种的方法和程序..... (76)

第十章 杂交育种..... (78)

第一节 育种目标和品种资源..... (78)

第二节 杂交..... (80)

第三节 杂交育种的程序..... (86)

第四节 远缘杂交..... (90)

第十一章 杂种优势的利用..... (94)

第一节 杂交和自交..... (94)

第二节 杂种优势的遗传理论和生理代谢特点..... (95)

第三节 利用杂交优势的主要途径..... (97)

第四节 三系的选育和应用..... (101)

第十二章 (附录) 田间试验方法..... (106)

第一节 田间试验设计的基本知识..... (106)

第二节 田间试验和统计基础知识..... (110)

第三节 田间试验设计和试验结果分析..... (113)

第一篇 遗传学基本知识

第一章 遗传和变异

第一节 遗传和变异

众所周知，麦粒种下去总是长成麦子；水稻的后代仍然是水稻；每个优良品种的后代也能保持其特有的优良性状，正如俗话说：“种瓜得瓜，种豆得豆。”这就是说生物可以通过各种繁殖方式产生和自己相似的后代。这种亲代能产生与自己相似的后代的现象就是遗传。

另一方面，亲代和子代间多少还存在着相异之处。同一小麦品种的后代，植株高矮，穗子长短，粒子大小都不完全一样。高秆品种中有时会产生矮秆植株，晚熟品种中也偶而会出现早熟类型，即使由同一穗子上的种子繁殖的后代也有或多或少的差异，有的甚至差异很大。生物亲子之间以及子代个体之间表现在性状上的差异就是变异。

遗传和变异是生物界的普遍现象。二者相互对立又相互依存。遗传代表着生物相对不变的一个方面。生物靠着遗传使后代保持其祖先的性状，这样，物种才得以保持稳定，而变异则使生物能不断出现各种新类型，以适应变化着的环境条件。因此变异意味着发展。地球上在生物产生的初期只有构造最简单的生物，如单细胞的细菌、藻类等。以后通过不断的变异和遗传，经过了几十亿年的进化，才形成了今日世界上众多的生物类型。

就作物育种而言，作物通过遗传使品种的性状保持相对的稳定，这样，我们才能在生产上长期利用品种的优良性状，以发挥品种的增产性能。但是，如果一个品种只是固定不变，那就不可能进一步发展，不可能产生更优良的新品种。人类只有在作物发生变异的基础上才能获得优良的变异类型，而变异又离不开遗传，优良变异只有通过遗传，才能一代代保持，这样才能培育出新品种来。总之，遗传和变异是既相互矛盾又相互统一两个方面，育种工作就是正确运用遗传和变异的矛盾和统一关系，使品种不断得到改进和发展。

生物在世代相传的过程中表现出来的遗传现象是人所熟知的。人们常说：“有芒小麦的芒是从其上代遗传得来的。”“番茄的红果肉能遗传给后代。”似乎以为性状是直接遗传的。我们知道任何一个子代最初都是来自一个受精卵，可是事实上在受精卵里并未找到亲代的任何模型或性状，在有芒小麦的受精卵里不存在芒的雏型，红果肉番茄的受精卵里也找不到红果肉的性状。那么，为什么由受精卵发育成的个体却能保持着双亲的某些性状呢？

现代遗传学的产生和发展终于揭示了生物遗传的秘密。原来，每一种生物具有的性

状都是由其细胞内所特有的遗传物质所控制的，这种遗传物质称为基因。每一个生物都能将自己的全部遗传物质经复制后传给性细胞，再通过受精作用使子代得到了亲代的遗传物质，从而使子代表现出亲代的性状。

生物在世代相传的过程中表现出来的变异现象也是人所共知的。生物为什么会发生变异呢？不外乎两方面的原因：一是由于环境条件的改变，一是由于遗传物质发生了变异。

第二节 遗传的变异和不遗传的变异

生物的性状既受遗传物质的控制，而且性状的表现还需要一定的环境条件，所以一般外界环境条件的变化也能对生物的某些性状产生明显的影响。比方说，将一个优良品种种植在瘠薄的土壤里，再加上不良的栽培条件，结果就会使植株变矮，穗子变小，籽粒干瘪，以致产量显著下降。这种变异能否遗传？或者说遗传物质能否因为瘠薄的土壤和不良的栽培条件而发生相应的改变？如果我们将这样的种子，来年种植在肥沃的土壤中，再采用优良的技术措施，情况就会和上一年截然不同：植株高度恢复正常，穗大粒多，籽粒饱满，恢复了原品种的优良性状。这一事实说明遗传物质具有稳定性。瘠薄的土壤和不良的栽培条件虽然能使性状向着低产方向变异，但不能使品种高产的遗传物质发生相应的改变，所以当下一代条件适宜时，它的优良性状便再次表现出来。

可是遗传物质的稳定性也是相对的，有时遗传物质本身也会产生这样或那样的变异，例如，在很纯的白花豌豆的地里有时会偶然出现紫花植株。一个品种通过x光等照射处理，也能使遗传物质发生变化，从而使后代的植株发生各种各样的变异：有的变高，有的变矮，也有的变得早熟或者晚熟等等。由于遗传物质的改变而引起的性状变异一般能遗传给后代。

由此，我们可以将变异分为两大类，即遗传的变异和不遗传的变异。由一般环境条件引起的外部性状改变属于不遗传的变异。这类变异往往与外界环境条件作用的方向一致，即在同样的条件作用下，所有的个体都发生同样的变异。如上所述，优良品种在瘠薄的土壤和不良的栽培条件下，必然向低产方向变化，而在肥沃的土壤和优越的栽培条件下又能获得高产。

遗传的变异则不存在这样的关系，遗传物质的改变往往是偶然发生的，而且是不定向的。比方说，我们根本不可能预料在白花品种的豌豆地里在什么时间什么条件下会发生什么花色的变异。因而遗传的变异又叫不定变异，而不遗传的变异又叫一定变异。

在自然界这两类变异往往同时存在，而且大多数的变异属于不遗传的变异，遗传的变异只是少数。在育种及良种繁育工作中选择优良单株时应该认真区别这两类变异，如果我们单纯以植株的性状表现作为中选的标准，而不管植株生长的具体环境条件，甚至选择那些生长在地边或肥堆的地方的植株，其结果将使我们的工作徒劳无益。

怎样区别遗传的变异与不遗传的变异呢？有经验的人都知道，选择优良单株需要在土、肥、水、密等条件基本一致的环境下进行，这样选出的优良单株，属于遗传的变异的可能性较大，然后还需要对每一个中选单株的后代进行鉴定，即每一单株种成株行，试验地条件尽可能一致，以便于正确进行比较。只有子代表现和亲本一样优良，才是遗传的优良变异。

第三节 遗传、变异和选择

自然界发生的可遗传的变异往往是不定向的，而且绝大多数对生物不利，只有少数有利。凡是对生物有利，能适应外界环境条件的变异就在生存竞争中被保留下来，而不利的变异类型就逐渐被淘汰。这种“适者生存和不适者淘汰”的过程叫做自然选择。地球上的各种生物类型都是在不断产生变异和遗传的基础上经过自然选择而形成的。人类从知道农耕和畜养牲畜的时候起，也就开始了人工选择。例如留种时总是选用大而饱满的种子，宰鸡时照例先宰下蛋少的鸡。其结果却在无意中驯化并改造了无数的动物和植物，使这些动物和植物向着人类所需要的方向发展，从而创造出了形形色色的栽培植物和家养动物的品种。这些栽培植物和家养动物的品种变化如此之大，以致和它们的野生祖先相比变得几乎不可辨认了。有谁能想到那花器长得像棉絮般的花椰菜（俗称菜花）与卷叠着叶片的结球甘蓝（俗称洋白菜或卷心菜）竟是“同胞兄弟”——它们共同起源于野生甘蓝（见图1—1）。这些事实告诉我们，选择虽然是一件极其简单而平凡的工作，然而却能显示出强大的威力。

由此，我们不难理解，生物的进化和创造优良的新品种，首先都要有变异，从变异的材料中选择能遗传的符合人类需要的个体，经过鉴定评比，从中选出表现确实优良而

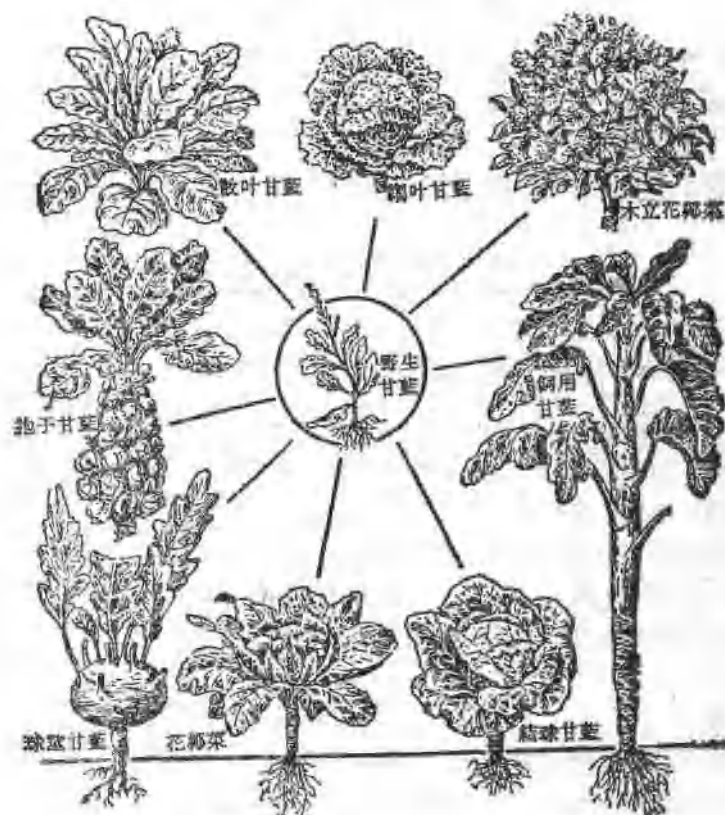


图1—1 栽培甘蓝及其野生祖先

性状又稳定的后代，即可成为新品种。所以遗传、变异和选择，是生物进化和新品种选育的三大因素，而遗传、变异是基础，选择是动力。

小 结

1. 遗传和变异是生物界的普遍现象。新品种的选育和良种繁育工作正是建立在生物遗传和变异这一特性的基础上。

2. 生物之所以表现遗传现象，是由于亲代的遗传物质基因通过性细胞传给了子代，遗传物质控制着性状的形成，但是性状的表现还需要一定的环境条件。遗传物质是内因，是性状发育的依据；环境条件是外因，是性状表现的条件。

3. 生物性状的变异可以分为遗传的变异和不遗传的变异。由一般环境条件的变化引起的变异称为不遗传的变异，其变异的方向与环境条件作用的方向一致，所以又叫一定变异。由于遗传物质的改变而引起的变异称为遗传的变异，其变异的方向不定，又称为不定变异。育种和良种繁育选择优良单株时必须善于区分这两类变异。

4. 由于变异可以不断发生，而且是不定向的，所以必须进行选择。遗传的变异为选择提供了原材料，选择决定了性状改进的方向。遗传、变异和选择是生物进化和新品种形成的三大因素。

复 习 思 考 题

1. 生物的遗传和变异的特性对于选育新品种和品种保纯，既有有利的一面，也存在着不利的一面。为什么？试举例谈谈。

2. 遗传的变异和不遗传的变异有什么不同？

3. 如何鉴定变异是遗传的还是不遗传的？区别它们有何实践意义？

第二章 遗传的物质基础

第一节 遗传物质在染色体上

每一种生物所具有的性状是由其细胞内特有的遗传物质所控制的。细胞学和遗传学的发展，证明了绝大部分遗传物质都存在于细胞核内的染色体上。至今人们虽然还无法直接观察遗传物质的存在，但是染色体是遗传物质的载体已是确凿无疑的事实。因此我们需要掌握染色体的有关性质和特点，以及在细胞分裂和生物世代交替的过程中染色体的变化规律。

一、染色体

染色体存在于细胞核中。它和细胞中的其它细胞器不一样，在细胞分裂过程中染色体的形态特征呈现出一系列规律性的变化。在细胞尚未分裂时染色体好像细线一样缠绕在核内，随着细胞分裂的进行它们就逐渐变粗变短，到细胞分裂

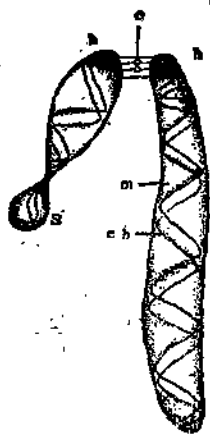


图 2-1 染色体图

c. 着丝点 ch. 染色线
h. 异染色质区 S. 随体 m. 基膜

结束它们又恢复到原来的状态。细胞核内的所有染色体在形态特征上虽然有差别，但基本结构是一致的。一条典型的染色体，看上去有点像一条蚯蚓（图2—1），里面含有两条相互平行且盘旋起来的染色线，如同双股的弹簧一样。着丝点是细胞分裂时纺锤丝附着的地方，是染色体的重要结构。一条染色体如果失去着丝点该染色体就不可能存在。在着丝点两边的染色体段称为“臂”。有的染色体的着丝点适中，因它的两条臂几乎等长，也有的染色体的着丝点近于顶端，因而一条臂很长，而另一条臂很短，或几乎没有。不同染色体之间的区别不仅表现在染色体的长短、大小上，而且染色体上着丝点所在的位置也是区别染色体的重要标志。

染色体本身并没有颜色，只有当细胞处于分裂时期才容易被染上颜色，从而直接观察到它的完整形态，染色体即因此而得名。实际上染上色的只是一些小颗粒，这些染了色的小颗粒称为染色质。

各种生物的染色体数目是恒定的，即同“种”生物的各个细胞核里的染色体数目是相同的。例如，玉米的每个细胞核内都是20条染色体，普通小麦则是42条染色体，水稻24条，甘薯90条，烟草48条等等

现假设一种生物的细胞核内具有6条染色体（图2—2）。这6条染色体是成对的，共有3对，每对染色体都具有各自的形态特征，属于同一对的两条染色体形态和大小相同，称为同源染色体。不同对的染色体之间形态大小不同，称为非同源染色体。

染色体在体细胞中是成对的（用 $2n$ 表示），而在性细胞中是成单的，即只含有体细胞中每对同源染色体中的一条，因而性细胞的染色体数只有体细胞的一半（用 n 表示）如玉米 $2n=20$ ， $n=10$ 。

在遗传学里为了便于识别和研究染色体，往往将一种生物的染色体根据形态特征编成固定的号码。例如玉米的10对染色体按照所编的号码分别称为：第1染色体、第2染色体……第10染色体。

二、细胞分裂

生物的生长靠的是细胞分裂，通过细胞分裂使细胞有规律地增多，从而使生物逐渐长大、长高、长粗；生物的繁殖也是靠细胞分裂，通过细胞分裂产生精子和卵子，由此才能进行受精产生下一代，所以说，生物的生长发育和传宗接代都是建立在细胞分裂的基础上。

在高等生物中细胞分裂有两种，即有丝分裂和减数分裂。无论哪种分裂方式，在细胞分裂时每条染色体必须先复制成完全相同的两份，然后均等地分配到子细胞中去，从而使分裂后的子细胞中染色体的数目保持均衡。

染色体的复制过程大致是这样的：一条染色体先复制成两条形态大小完全一致的染色单体，但着丝点并未分裂，由一个着丝点将两条染色单体联结在一起。随着细胞分裂的进行着丝点才分裂为二，这时一条染色体才真正分裂成两条染色体。需要指出的是：着丝点是染色体独立存在的标志。由一条染色体复制成的两条染色单体之所以称为染色



图2—2 假设一种具有6条染色体的生物
左图为体细胞：6条染色体2个一类，共有三类不同形态
右图为性细胞：具有3条不同的染色体

单体，是因为着丝点尚未分裂，只有当着丝点分裂为二以后两条染色单体才分别称为染色体（图2—3）



(1)带有遗传物质A和b (2)一条染色体复制成两条染色体的两条染色单体，但着丝点尚未分裂 (3)着丝点分裂，使两条染色单体分开，成为两条染色体。

图2—3 一条染色体的分裂过程

(一) 细胞的有丝分裂

体细胞的分裂多属于有丝分裂。有丝分裂的过程简单说来就是：染色体先准确地复制成相同的两份，随着细胞分裂的进行，相同的两份染色体均等地分配到两个子细胞中去，因而分裂后的子细胞与分裂前的母细胞染色体数目保持不变。所以有丝分裂也叫等数分裂。（图2—4）

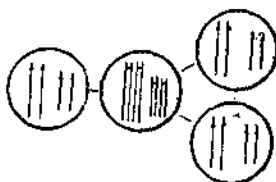


图2—4 有丝分裂：细胞分裂一次染色体也复制一次。

有丝分裂是一系列的连续过程，有丝分裂之前，细胞内DNA即开始进行复制，为细胞分裂做必要的物质准备，这个时期叫做间期。根据细胞核，特别是染色体的形态变化特点，把有丝分裂划分为四个时期：（图2—5）

图2—5 有丝分裂模式图

1~4. 前期 5. 中期
6. 后期 7~9. 末期



前期：染色体开始为扭曲的细丝，以后逐渐缩短变粗，并且形态也越来越清楚。这时可以见到每一条染色体由两条染色单体构成。核仁和核膜逐渐消失。

中期：核与细胞质无明显界限，各个染色体排列在细胞中央的赤道板上。两极出现纺锤丝，各条纺锤丝附着在各个染色体的着丝点上，形成一个纺锤体。所有染色体的着丝点都处于一个平面上，而染色体的两臂可以上下左右地自由分布。这时染色体最具有典型性，非同源染色体间区别明显。

后期：纺锤丝向两极收缩，着丝点分裂为二，因而每条染色体的两条染色单体便成为独立的染色体，并随着纺锤丝的牵动分别向两极移动，使得分向两极的染色体数目相等。

末期：分向两极的染色体各在一极组成新的细胞核。染色体又变得松散细长，核仁重新出现。接着在纺锤体的赤道板区域形成细胞板，此时一个细胞分裂为两个子细胞。各个子细胞又恢复为分裂前的状态。

(二) 细胞的减数分裂

减数分裂发生在性细胞形成的过程中。减数分裂的过程与有丝分裂相似，其主要差别在于：在减数分裂过程中细胞连续分裂了两次，形成四个子细胞，而染色体仅复制了一次，由于将染色体两次均分的结果，每个子细胞只得到母细胞染色体数目的一半。（图2—6）。例如，玉米的性母细胞（性母细胞也属于体细胞）染色体数为20条，经减数分裂后形成的精细胞和卵细胞的核中都只有原细胞核中染色体数的一半即10条。

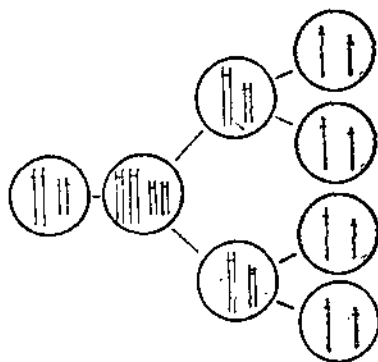


图2—6 减数分裂

染色体复制一次，细胞分裂了两次。

减数分裂的整个过程，可以概述如下（图2—7）

减数第一分裂期（I）：

第一前期 分为以下五期

细线期：染色体细长如线，交织成网状，染色体上有染色粒。

偶线期：同源染色体开始相互吸引，从纵向靠拢“配对”，称为联会。应当指出：在有丝分裂时，同源染色体是不配对的，这是两种分裂方式的重要区别之一。

粗线期 配对了的染色体变粗变短，由于每条染色体已经复制成两条染色单体，这时每对染色体共有四根染色单体缠绕在一起，仿佛就是一个单位。由同一条染色体复制成的两条染色单体称为“姊妹染色单体”。这两条姊妹染色单体为相对的另一对姊妹染色单体的“非姊妹染色单体”。

双线期 相互配对的同源染色体开始分离，好像有一种相互排斥的力量代替了偶线期的相互吸引的力量。但此时同源染色体尚未完全分开，在非姊妹染色单体之间出现了“交叉”结。交叉结可以在一对染色体的一处，也可以在多处发生。“交叉”只是现象，其实质是在非姊妹染色单体之间发生了片段交换。有关交叉的实质将在连锁遗传中述及。

终变期 染色体浓缩到最短的程度，各条染色体一般靠近细胞核膜，疏散地分布在

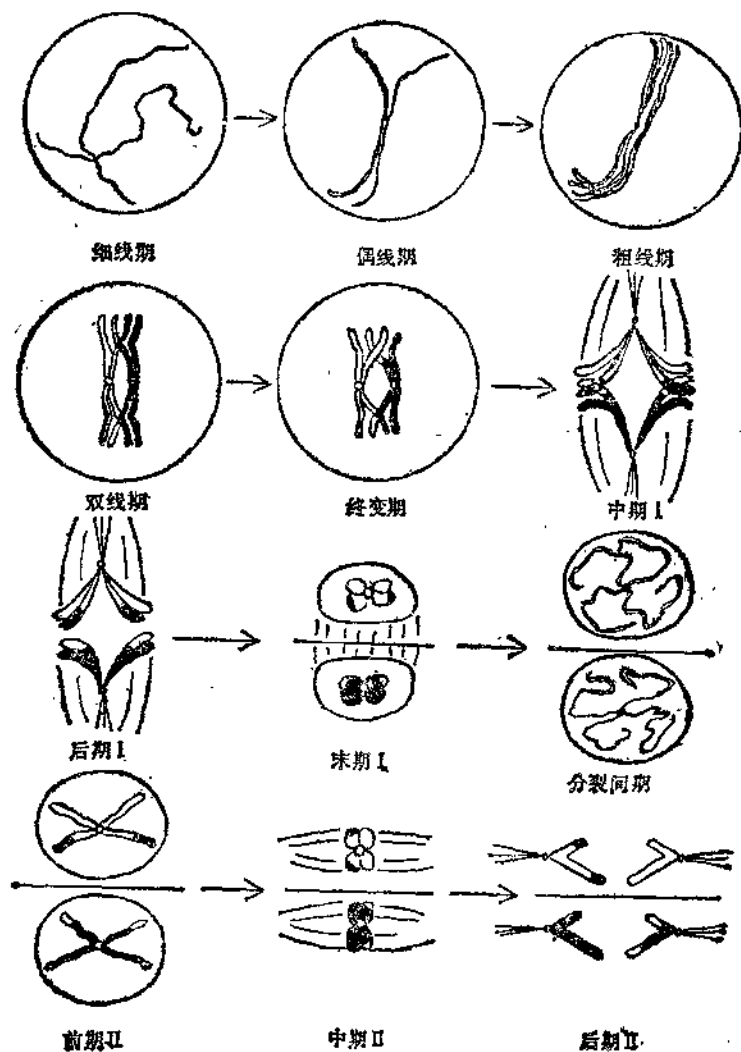


图 2-7 减数分裂模式图。(第一前期——第二后期)

四周。这时染色体的数目最为清楚。

第一中期 核膜消失，染色体排于赤道板上，每对同源染色体的两个着丝点分别向着相对的一极。

第一后期 来自两极的纺锤丝把各对同源染色体分别拉向两极，每一极只分到每对同源染色体中的一个，实现了染色体数目的减半。这时每个染色体含有两条染色单体。

第一末期 染色体移向两极后松开变细，形成两个子核，同时细胞质分为两部分，于是形成两个子细胞。紧接着就进入下一次分裂。

减数第二分裂期(Ⅱ)：

第二前期 每条染色体含有两条染色单体，但染色单体彼此很松散。

第二中期 每个染色体整齐地排列在赤道板上，着丝点开始分裂。

第二后期 着丝点分裂为二，各个染色单体由纺锤丝拉向两极。

第二末期 拉到两极的染色体形成新的子核，同时细胞质又分为两部分。

减数分裂的结果形成四个子细胞。原来在粗线期的四条染色单体，这时都各自分配到四个子细胞中，所以每个子细胞的染色体数比母细胞中少了一半。

减数分裂的过程虽然比较复杂，但最重要的还是第一前期中的五个时期，即细线期、偶线期、粗线期、双线期、终变期以及第一中期，因为这一阶段染色体的行为决定了遗传物质的分配。

三、性细胞的形成

性细胞又叫配子，可分为雌配子（卵子）和雄配子（精子）两类。性细胞由性器官中的性母细胞发育而来。性母细胞与一般的体细胞一样，具有成对的染色体（ $2n$ ）。在雄性器官中性母细胞称为花粉母细胞，雌性器官中性母细胞称为胚囊母细胞。现以玉米为例，将雌雄配子的形成过程略述如下（图2—8）：

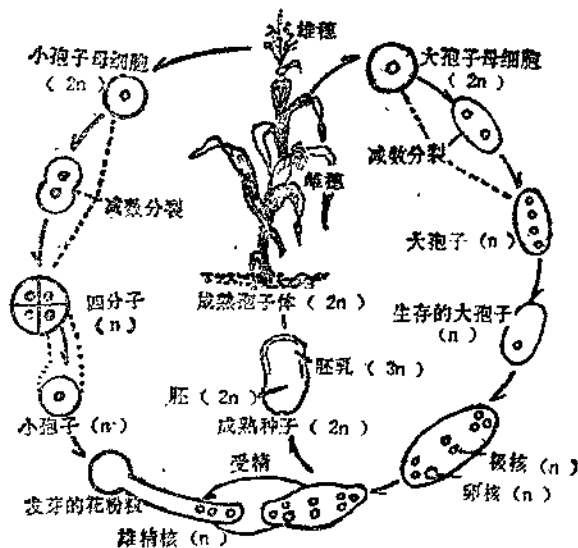


图2—8 玉米的生活周期

花粉粒及精子的发育 在花药里充满着很多花粉母细胞(小孢子母细胞)每个母细胞($2n$)通过减数分裂产生四个单核花粉粒。每个花粉粒含有 n 个染色体。然后每个花粉粒的核经过一次有丝分裂产生一个营养核(n)和一个生殖核，生殖核再经过一次有丝分裂产生2个精子(n)。在成熟的花粉粒里有2个精子和一个营养核，它们都具有 n 个染色体。

胚囊及卵子的发育 在胚珠的珠心内由1个胚囊母细胞(也叫大孢子母细胞)，通过减数分裂产生四个大孢子(又叫四分体，各含 n 个染色体)。其中靠近珠孔的三个自行解体，只有远离珠孔的一个继续发育成胚囊，单核胚囊通过连续三次有丝分裂，成为具有八个核的胚囊，每个核含有 n 个染色体。这八个核的位置是这样的：中部有两个极核；靠近珠孔一端的3个核形成三个细胞，其中较大的一个为卵细胞(即卵子)，旁边两个为助细胞；在胚囊另一端的三个核形成三个反足细胞，这时就形成了成熟的胚囊。

受精和种子的形成 当雄蕊成熟以后，花药即行破裂。大量花粉粒从花药中飘落出

来，落到雌蕊柱头上后，即萌发产生花粉管，向柱头内伸长。花粉管经过花柱、子房和珠孔进入胚囊，花粉管伸长时营养核在花粉管的顶端，两个精子紧跟在营养核的后面。随着花粉管的延伸，营养核最终作为营养消耗掉，而两个精子相继进入胚囊，其中一个与胚囊中的卵子相结合成为受精卵，与此同时，另一个精子与胚囊中的两个极核相结合成为初生胚乳核，至此完成了受精过程（图2—9）。

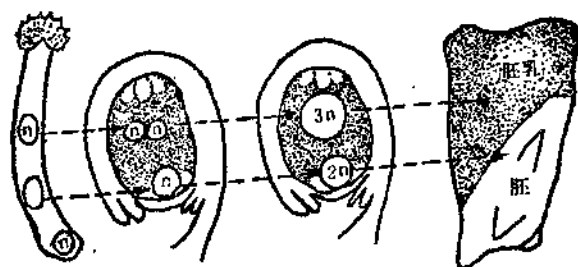


图2—9 高等植物的双受精和种子形成示意图

受精完成后即开始种子发育，由受精卵发育成种子的胚，由初生胚乳核发育成种子的胚乳。胚具有 $2n$ 染色体，而胚乳细胞具有 $3n$ 染色体。例如玉米的胚乳细胞有 3×10 个染色体，即 $3n = 30$ 。根据这个道理，在玉米的胚乳细胞内同源染色体都是3个，而不像受精卵那样是1对。那么由种子成长起来的子代植株会不会也有 $3n$ 染色体的体细胞呢？不会的。因为植株不是由胚乳，而是由胚发育而来的。在有胚乳的植株（如禾谷类作物）中，到种子成熟之前全部胚乳细胞都已经完全解体，胚乳部分只存在淀粉、脂肪和蛋白质作为填充物，以后当种子萌发时，这些填充物作为幼苗萌发的营养消耗掉。至于那些没有胚乳的种子（如双子叶植物的棉花、大豆、花生的种子），它们的胚乳细胞早在种子萌发的前期或中期就解体了。只在种子内留下不易察觉的残迹。所以胚乳细胞不可能参加到子代植株的细胞中去。

种子的胚和胚乳由于是受精后的产物，因而它属于子代生命，具有同时发育母本性状和父本性状的物质基础。而果皮和种皮则不一样，它们原是花器中的子房壁和珠被，因而仍属于母体细胞组织。了解种子的胚、胚乳以及种皮和果皮这三部分在遗传组成上的区别对正确认识性状遗传规律是很必要的。

此外还需说明，一般生物的雌雄性细胞的大小是有明显差别的。雌性性细胞比雄性性细胞大许多倍。这是因为卵子中含有较多的细胞质。而雄性性细胞在产生花粉管的过程中细胞质就消耗殆尽了，真正与卵核和极核受精的只是两个精核。

从上述过程可以看出，由染色体成对的体细胞，通过减数分裂形成了染色体数目减半的配子；雌雄配子通过受精过程又使染色体恢复到成对状态。这样使每一种生物的染色体数目在世代交替的过程中始终保持恒定。在细胞里找不到其他物质，能正确地复制自己并具有如此相对的稳定性，由此说明遗传物质就是在染色体上。

第二节 去氧核糖核酸(DNA)是主要的遗传物质

染色体是遗传物质基因的载体，要研究基因是什么，就要从分析染色体的成分着手。染色体主要是由蛋白质、和去氧核糖核酸（简称DNA）组成。其中蛋白质约占66%，去氧核糖核酸（DNA）约占27%。此外，还有约6%的核糖核酸（RNA）。