

农业干部培训教材

农作物遗传育种

农牧渔业部干部培训班
浙江农业大学班 编

上海科学技术出版社

农业干部培训教材

农作物遗传育种

农牧渔业部干部培训班 编
浙江农业大学班

上海科学技术出版社

农业干部培训教材

农作物遗传育种

农牧渔业部干部培训班 浙江农业大学班 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.875 字数 105,000

1985年6月第1版 1985年6月第1次印刷

印数: 1-16,400

统一书号: 16119·847 定价: 0.78元

前 言

这套《农业干部培训教材》包括植物和植物生理、农业气象、土壤肥料、植物保护、农作物遗传育种、作物栽培和畜牧兽医共七种,是为农牧渔业部委托举办的江苏、浙江和上海两省一市县级以上农业领导干部培训班编写的。从一九七九年九月以来,我们已使用了四年共八期。在此期间,我们曾几次组织有关教师到各地调查,收集资料,并广泛听取了历次学员的意见,在此基础上,作了多次修改,以期能较好地反映两省一市的农业生产实际。为满足各地农业干部培训的需要,今由上海科学技术出版社出版。

这套教材以讲授各学科的基本理论和基础知识为主,并结合南方当前农业生产的实际,阐述一些主要的技术措施。在讲授时,既可按照学科的系统性顺序进行,又可根据生产的环节,重新组织各课体系,讲授当前生产上需要的科学技术;既解决目前的需要,又照顾了长远的需要。每讲的内容既有相对的独立性,又与其他各讲组成一个有机的整体;文字精练,图文并茂,方便自学。每讲之后还附有复习思考题。

本教材主编陈锡臣,副主编王兆骞、陈世才。

各分册的编写人员:

植物和植物生理	钱 熙	梁竹青
农 业 气 象	乐锦蟠	
土 壤 肥 料	童永忠	马国瑞
植 物 保 护	陈 琇	陈鹤生

农作物遗传育种

夏英武

作物栽培

王兆骞 丁元树 丁守仁

沈惠聪 贾仁清

畜牧兽医

盛叔本 方德罗

参加本教材审编的有：俞震豫、申宗坦、葛起新等；参加编写工作的还有王人潮、董明远、王华仁等。

这套教材尽管作了多次修改，但由于我们水平有限，难免有不妥之处，甚至有错误的地方，敬请读者提出批评和指正。

农牧渔业部干部培训班浙江农业大学班

一九八四年三月

目 录

引言.....	1
第一讲 遗传的基本规律.....	2
一 有关遗传学的几个概念.....	2
二 遗传的细胞学基础.....	5
三 分离定律.....	13
四 独立分配定律.....	17
五 连锁遗传.....	23
六 数量性状的遗传.....	25
七 近亲繁殖.....	29
八 基因突变和染色体变异.....	36
九 遗传工程.....	42
复习思考题.....	44
第二讲 作物育种的方法.....	47
一 育种目标.....	47
二 品种资源.....	51
三 引种.....	53
四 系统育种.....	60
五 杂交育种.....	65
六 杂种优势的利用.....	78
七 辐射育种.....	92
八 远缘杂交.....	97
九 倍性育种.....	99
复习思考题.....	103
第三讲 良种繁育与推广.....	104

一 品种区域试验.....	104
二 品种审定.....	106
三 良种繁育的任务.....	107
四 品种混杂退化的原因和防止的方法.....	112
五 种子贮藏.....	115
六 种子检验.....	122
复习思考题.....	133
第四讲 田间试验方法	134
一 田间试验的意义.....	134
二 田间试验的基本要求.....	135
三 田间试验的类型.....	136
四 田间试验的设计.....	139
五 试验田的管理.....	143
六 试验结果的整理分析.....	145
复习思考题.....	148

引 言

作物遗传育种的内容包括:遗传学、育种和良种繁育学和田间试验三个部分。

遗传学是研究生物遗传和变异规律的科学,它的任务在于研究生物遗传和变异的原因、规律性,以便能动地去控制、改造和利用生物遗传和变异的途径和方法,创造作物新品种,为人类利益服务。

育种学是研究改良现有品种和创造新品种的科学。它的任务不仅是从自然界中选择已有的优良变异,育成新品种,更重要的是应用有性杂交等方法改变作物的遗传性,通过选择,培育新的优良品种。

良种繁育学是研究生产过程中如何保持良种的纯度和典型性,并不断改进种性的科学。它的任务在于防止品种混杂退化,繁育纯、净、健、壮的种子,并对已经混杂退化的当家品种进行提纯复壮,恢复和改善其种性,以继续保持良种的高产稳产性能。

田间试验的任务是运用科学的方法,鉴定新的品种和新的栽培技术,观察它们有些什么特点,判断它们的增产效果有多大。

第一讲 遗传的基本规律

遗传学是研究生物遗传和变异规律的科学，是农作物育种工作的理论基础。

人类对遗传和变异现象早就注意到了，但遗传学正式建立和发展还只有八十余年。近八十年来，遗传学的发展不论在深度和广度上都是极快的，已经从细胞水平发展到了分子水平，而且正在由表及里地深入研究遗传物质的结构和功能，这对培育高产、优质、抗病的农作物新品种，将会有更大的作用。

为了学习遗传的基本规律，先介绍遗传学中的一些基本概念。

一、有关遗传学的几个概念

(一)生物的遗传和变异

生物是有生命的物体，遗传与变异是生物界普遍存在的现象。

什么是遗传？遗传就是上下代保持相似性，即在一定条件下，亲代的一切性状能遗传给后代，子代的一切性状基本上和亲代相似。俗语说：“种瓜得瓜，种豆得豆。”水稻种下去总是长成水稻，高粱的后代不会是小麦，良种得高产，劣种常欠收，这种亲代与子代相似的表现，就是遗传。正因为有这种生物特性，所以一个优良品种的后代基本上仍是优良品种，因此

遗传性是一个比较稳定的属性。

什么是变异？亲代与子代之间或同一亲本后代个体之间的差异，称为变异。虽然同一对亲本的后代基本上类似于亲本，但仔细区分，个体间仍有差异。同一个稻穗上的种子所长成的植株，在性状上或多或少也有差异；即使一卵双生的姐妹也不可能完全一模一样，这就是变异。正是因为有变异，才形成了生物的多样性。

遗传和变异是生命运动中的一对矛盾。这种矛盾存在着对立统一的关系。遗传是相对的，而变异则是绝对的。没有遗传，不可能保持物种和品种的相对稳定性；没有变异，就不会产生新的性状，生物的进化和新品种选育也就不可能。遗传和变异不断的矛盾运动，经自然选择，形成了形形色色的物种；同时通过人工选择，又育成了适于人类需要的各种品种。所以说，遗传、变异和选择是生物进化和选育新品种的三个主要因素。

(二)遗传的变异和不遗传的变异

生物性状变异是多种多样的，有的变异主要由于遗传的原因，有的变异主要由于环境的影响。在变异中，大致可分为遗传的变异和不遗传的变异两大类别。

遗传的变异是指变异发生后，能够遗传下去。如小麦的有芒变成无芒，水稻的高株变为矮株，大豆的紫花变成白花。这类变异一旦发生，就能继续在后代中出现。引起遗传的变异的根本原因，是由于生物体内的遗传物质基础发生变化。在育种工作中要特别重视这类变异，因为它们是新品种选育和原有品种退化的根源。

不遗传的变异是指生物在不同环境条件下产生的变异，一般只表现于当代，不能遗传下去。例如，同一种水稻，种在

田边或稀植肥多处的植株,就表现分蘖多,穗子大,粒数多;而种在田中间,密植肥少的植株,就表现分蘖少,穗子小,谷粒少。象这种环境引起的简单的、表面的变异是不遗传的,根本原因是环境条件的影响不会改变品种的遗传物质基础。

同时,必须指出,上述两类变异的划分也是相对的,不能把它们绝对化了。因此在一定环境条件下,通过长期定向的影响,由量变的积累可以转化为质变,就有可能形成遗传的变异。

在育种工作中要善于区别遗传的变异和不遗传的变异,以便在育种中能选择遗传的变异,摒弃不遗传的变异。

(三)遗传学上常用的几个重要名词

性状 当人们研究遗传和变异的内在规律时,总是根据连续世代之间性状的表现进行分析的。遗传学中把生物体所表现的形态特征和生理特征,统称性状。

相对性状 通常是指杂交中,亲本或各器官、各部分所表现的相对不同的某一形态或生理特征。例如,不同亲本其株高不同,有的为高秆,有的为矮秆,如果以高秆和矮秆亲本杂交,这里高与矮便是一对相对性状;同样的道理,作物籽粒的大小,抗病性的强弱,花色的红白等均为相对性状。

显性、隐性性状 杂交两亲本的一对相对性状,在 F_1 代只有一个性状表现出来,而另一个隐藏着,但在 F_2 代仍分别表现出来。在 F_1 代表现出来的性状叫显性性状,另一个隐而未见的性状叫隐性性状。例如,豌豆红花品种与白花品种杂交, F_1 表现为红花, F_2 则分离出红花与白花。故红花为显性性状,白花为隐性性状。

基因、基因型、表现型 经典遗传学把决定某一性状的遗传基础叫做基因。例如,植物开红花有一个控制红花的基因,

开白花有一个控制白花的基因，有芒有一个有芒基因，无芒有一个无芒基因。世代相传的是基因而不是性状。基因就是决定某种蛋白质分子结构的一段相应的脱氧核糖核酸 (DNA) 链。拿高等动植物来说，DNA 与蛋白质一起构成染色体，所以从染色体水平来看，与此相应的一段染色体就是基因。遗传学上把一个个体或某一性状的遗传基础称基因型，表现出来的性状称表现型。基因型是个体内部的遗传结构，肉眼是看不到的，表现型是外部表现的性状，是可以见到的。基因型通过外界环境条件而起作用，才能发展为表现型。两者的关系可表示如下：

基因型 + 环境 $\xrightarrow{\text{(发育)}}$ 表现型

例如，鸡的腿有黄色和白色两种类型，也已知它们是受不同基因型控制的。但黄腿鸡一定要用黄色玉米或含胡萝卜素等食料喂养才能表现为黄色，白腿鸡不论用什么玉米喂养都是白色。但是黄腿鸡如仅用白色玉米喂养，也会表现为白色；而且这样连续喂养几代总是白色。可是，如果改用黄色玉米或含胡萝卜素等食料喂养，黄色腿立即又表现出来了。由此可以知道，一般的环境条件能够影响表现型，但不能影响到基因型的本身，这也就是有些变异不能遗传的原因。

二、遗传的细胞学基础

细胞是生物体的基本结构单位，是生物生命活动和遗传变异的基础。从生物有性繁殖过程看，新个体是从一个受精卵开始形成，前后代遗传物质的联系途径是精细胞和卵细胞。可见遗传基础必然是存在于细胞里。那么，植物的细胞结构

是怎样的呢？细胞中哪些部分和遗传最密切相关？现简要介绍如下。

(一)植物细胞的结构

植物细胞一般包括细胞壁、细胞质和细胞核等部分。

细胞壁是由纤维素和果胶质等构成的，对植物的细胞和植物体起着保护和支架的作用。

细胞质是被细胞壁包围着的原生质。细胞质里负载有：细胞核、线粒体、叶绿体、核糖体、高尔基体、溶酶体、质体和液泡等(图 1-1)。细胞质是一种无色、透明、半流动、有一定弹性的物质，目前认为有少数遗传物质存在于细胞质内。

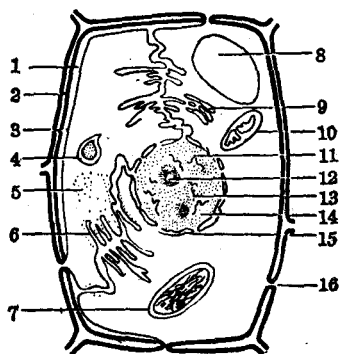


图 1-1 植物细胞模式图

1. 细胞壁； 2. 胞间层； 3. 细胞膜；
4. 溶酶体； 5. 核糖体； 6. 内质网；
7. 叶绿体； 8. 液泡； 9. 高尔基体；
10. 线粒体； 11. 细胞核； 12. 核仁；
13. 染色质； 14. 核液； 15. 核膜；
16. 胞间连丝。

细胞核一般为圆形，它是由核膜、核液、核仁和染色质四部分所组成。细胞核内主要是能用碱性染料着色的染色体。遗传学研究证明，生物遗传现象的物质基础主要存在于染色体上。

(二)染色体

染色体是细胞核中最重要的组成部分。细胞分裂以前，染色体在细胞核内成为细丝状，因为它太细了，只有在电子显微镜下才能看到。随着细胞的分裂，染色体开始浓缩，才可以在光学显微镜下观察到一条条线状的染色体(图 1-2)。由图 1-2 可见，染色体通常由着丝点及其两边的二条染色体臂等部分组成。在

细胞分裂中期的每一条染色体里都有两条染色单体，它们互相盘旋着。凡纺锤丝附着于染色体的地方，称为着丝点，它与后期染色体向两极移动有关。着丝点部位是染色体上相对不着色的，而且是直径较小的部分。

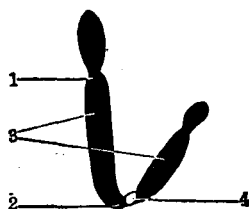


图 1-2 染色体的形态

1. 次缢痕；2. 主缢痕；
3. 染色体臂；4. 着丝点。

各种生物的染色体不但数目不同，形态、大小和结构也不同。每个物种的染色体数目是相对恒定的。体细胞里染色体数是成双的，而生殖细胞里染色体数只有体细胞的一半，故以“ n ”表示生殖细胞染色体数，而体细胞染色体数则以“ $2n$ ”表示(表 1-1)。研究表明，体细胞中共有两套同样

表 1-1 主要作物的染色体数目

作物名称	体细胞染色体数 ($2n$)	配子染色体数 (n)
水稻	24	12
普通小麦	42	21
大麦	14	7
玉米	20	10
高粱	20	10
大豆	40	20
陆地棉	52	26
甘薯	90	45
花生	40	20
白菜型油菜	20	10
甘蓝型油菜	38	19

的染色体,一套来自雄性生殖细胞(即雄配子),另一套来自雌性生殖细胞(即雌配子)。配子只带有一套染色体。由于各对染色体的两个成员之间,它们的形态大小相同、遗传的性状相同,所以在遗传学上称它们为同源染色体。不同对染色体之间称为非同源染色体。

(三)有丝分裂

细胞繁殖的方式是细胞分裂,植物的生长和发育都是细胞分裂增殖的结果。细胞分裂分有丝分裂和无丝分裂两种,但最主要的方式是有丝分裂。有丝分裂的特点是:细胞不是直接分裂为二,而是先进行染色体复制(即细胞内染色体数目增加一倍),随后,随着细胞分裂,染色体对等地分裂到两个子细胞中。有丝分裂的整个过程,可以分为连续的四个时期:前期、中期、后期和末期。

前期 细胞核的网状染色质浓缩聚合为线状染色体,每一染色体自我复制成两根染色单体,它们仅在着丝点处相连接,并排列紧密。核仁和核膜逐渐消失。

中期 染色体移动排列在细胞中央的一个平面(即赤道板)上,从两极伸出纺锤丝,纺锤丝附着在染色体的着丝点上,对应的两条染色单体面向两极,准备分裂。

后期 各染色体的两个染色单体在着丝点处分开,由于纺锤丝的牵动而分别向两极移动。分离后的染色单体就是一条完整的染色体。这时两极都有一组完整的染色体,其数目与分裂前的染色体数目一样。

末期 分布在两极的两组染色体,由短变长,并逐渐恢复到分裂间期状态。每个子细胞核各形成一新的核膜,核仁也重新出现,细胞质开始分裂,赤道板上出现细胞板,逐渐形成细胞壁,最后分为两个细胞(图 1-3)。

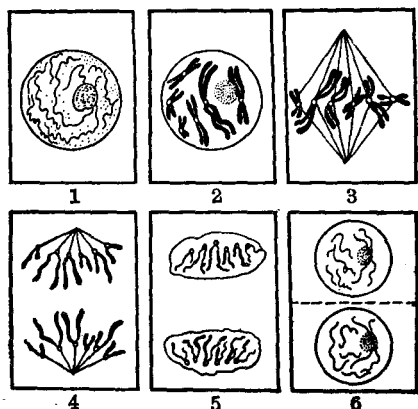


图 1-3 有丝分裂的模式图

1. 极早前期；2. 前期；3. 中期；4. 后期；5. 末期；6. 晚末期。

有丝分裂通常也称为体细胞分裂，其遗传意义：一是每个染色体准确地复制分裂为二，均等地分配到两个子细胞中去，使形成的两个子细胞在遗传组成上与亲代细胞完全一样，故同一生物体的不同体细胞一般具有相同的遗传物质。如利用植物营养器官进行无性繁殖的后代，因为具有和亲体相同的遗传物质，表现遗传相对稳定性；二是说明染色体是连续存在的，可以看到每个物种染色体的数目和形态的恒定性。

(四) 减数分裂

减数分裂是仅发生在将成熟的生殖细胞中的一种特殊的有丝分裂，其主要特点有二：一是细胞连续分裂两次，而染色体只分裂一次，减数分裂结果，子细胞中染色体数目减半；二是同源染色体配对的现象。

减数分裂全过程包括两次细胞分裂，每次细胞分裂又可分为若干时期(图 1-4)。

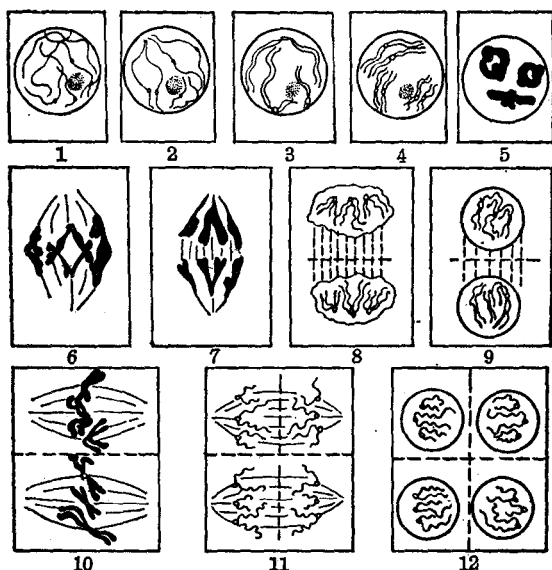


图 1-4 细胞减数分裂模式图

1. 细线期; 2. 偶线期; 3. 粗线期; 4. 双线期; 5. 终变期;
6. 中期 I; 7. 后期 I; 8. 末期 I; 9. 前期 II; 10. 中期 II;
11. 后期 II; 12. 末期 II。

第一次分裂可分为前期、中期、后期、末期四个时期:

前期(I) 这期比较复杂, 大体可分为以下五个阶段:

细线期——染色体逐渐明显, 细长如线, 其上染色粒很清楚。

偶线期——同源染色体配对(又称联会)。其中一条来自父本, 一条来自母本, 它们在形态上彼此相似, 遗传性质上基本一致。

粗线期——染色体变短变粗。每个染色体已纵裂为二, 这样, 每对染色体就由四个染色单体组成, 这四个同源染色单