

作物育种原理和方法



江苏科学技术出版社

作物育种原理和方法

薄元嘉 尹道川 编著

江苏科学技术出版社

作物育种原理和方法

薄元嘉 尹道川编著

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：苏州印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 14.25 字数 314,000

1983 年 11 月第 1 版 1983 年 11 月第 1 次印刷

印数：1—3,600 册

书号：16196·132 定价：1.45 元

责任编辑 张湘君

前 言

生产实践证明,应用优良品种,是提高农作物产量的一个最经济而有效的措施。农业生产越向高阶阶段发展,品种工作在农业生产中的地位,愈益显得重要。

建国以来,我国作物育种工作取得了较大成就,育成了一大批优良品种。一些主要作物,已经实现了良种化;在某些领域,如水稻的矮化育种、杂交水稻的选育和推广、单倍体育种等方面,都已处于世界领先地位。但是,从总的来说,我国的作物育种工作与农业生产迅速发展的形势,与农业现代化的要求还不相适应。因此,有待于我们广大育种工作者努力运用现代科学技术成就和基础理论知识,充分利用我国的自然资源,以常规育种方法为基础,积极应用育种新技术和新方法,大力开展作物育种工作,选育出适合不同地区不同需要的更多更好的新品种。

本书对作物育种的遗传学基础知识,遗传资源的评价利用,各种育种途径,良种繁育技术,田间试验方法等作了系统的阐述。同时扼要地介绍了近二十年来国内外作物育种的新动态、新技术和新成就,特别是国外培育多抗性品种以及其他突破性品种的方法和经验。

本书主要供具有中等以上文化程度的育种工作者参考。在写作过程中,我们力求做到理论联系实际,在介绍有关育种原理的同时,尤其侧重于讲清楚各个具体的技术环节、做法,以及应注意的一些技术问题,并举具体事例加以说明和验证,

希望能给读者一些启发和帮助。

本书主要由薄元嘉同志执笔,其中辐射育种、单倍体育种两章由尹道川同志执笔。在全书编写过程中,马益康同志参加了讨论和修改书稿等工作。由于我们水平有限,书中错误及不当之处,望广大读者批评指正。

薄元嘉 尹道川

1983年3月

目 录

第一章 作物育种的遗传学基础

第一节	作物的进化和繁殖·····	1
第二节	遗传因子的分离规律·····	18
第三节	独立分配(自由组合)规律·····	23
第四节	连锁遗传规律·····	30
第五节	染色体变异和基因突变·····	37
第六节	数量性状的遗传·····	50
第七节	细胞质遗传·····	61

第二章 作物育种学概论

第一节	品种的概念·····	67
第二节	良种的增产作用·····	71
第三节	作物育种的任务和途径·····	74
第四节	怎样制订育种目标·····	83
第五节	种质资源——育种的原始材料·····	87
第六节	选择方法·····	95

第三章 引种和驯化

第一节	引种的意义和成就·····	114
第二节	引种的理论依据·····	117
第三节	我国几种主要作物的引种规律·····	121
第四节	植物的引种驯化·····	132
第五节	引种的原则和方法·····	135

第四章 系统育种

第一节	系统育种的意义和成就·····	140
第二节	系统育种的理论依据·····	145

第三节	系统育种的技术环节·····	148
第四节	系统育种的程序·····	152
第五章	杂交育种	
第一节	杂交育种的遗传原理·····	155
第二节	杂交亲本的选配原则·····	157
第三节	杂交方式·····	162
第四节	杂交技术·····	172
第五节	杂交后代的培育和选择·····	184
第六节	不同繁殖方式作物杂交后代的选育·····	203
第七节	加速育种进程的途径·····	208
第六章	远缘杂交和多倍体育种	
第一节	远缘杂交的意义·····	217
第二节	远缘杂交不可交配性的原因及其克服办法·····	221
第三节	远缘杂种夭亡或不实的原因及其克服方法·····	228
第四节	远缘杂种后代分离特点与选择方法·····	234
第五节	多倍体育种·····	238
第七章	杂种优势的利用	
第一节	杂种优势的概念及其遗传原因·····	245
第二节	杂种优势的利用方法·····	250
第三节	品种间杂种优势的利用·····	255
第四节	玉米自交系间杂种优势的利用·····	262
第五节	油菜自交不亲和系杂种优势的利用·····	273
第八章	雄性不育系的利用	
第一节	雄性不育的特性及其遗传方式·····	277
第二节	三系的选育方法·····	281
第三节	小麦杂种优势的利用·····	288
第四节	杂交水稻的制种技术·····	293
第五节	化学杀雄·····	301

第九章	辐射诱变育种	
第一节	辐射诱变育种的概念及其特点	305
第二节	电离射线的种类及其特性	309
第三节	怎样进行辐射诱变育种	314
第十章	单倍体育种	
第一节	单倍体和单倍体育种	324
第二节	单倍体育种的特点	326
第三节	怎样获得单倍体植株	329
第十一章	抗病育种	
第一节	抗病育种的意义	336
第二节	植物的抗病性	338
第三节	病原菌的致病性及其变异性	343
第四节	抗病育种的途径和方法	345
第五节	抗病性丧失的原因及其解决途径	360
第十二章	良种繁育和种子检验	
第一节	良种繁育的意义和任务	364
第二节	良种的繁育推广体系	365
第三节	良种的提纯复壮	370
第四节	种子检验	382
第十三章	田间试验方法	
第一节	田间试验的意义、要求和任务	387
第二节	田间试验设计方法	389
第三节	田间试验技术	399
第四节	育种试验常用的统计方法	407
第五节	试验结果统计分析	430
附表 I	t 值表	
附表 II	5%与1%显著点的 F 值简表	
附表 III	χ^2 值表	
附表 IV	5%SR 值表	

第一章 作物育种的遗传学基础

遗传学是研究生物遗传和变异的科学。它的任务是研究生物遗传和变异的原因及其规律性，并涉及到物种的起源和进化。因此，它也是一门紧密联系生产实际的基础科学。作物育种工作者必须掌握一定的遗传学知识，以它作为理论基础，才能按照人们的需要，能动地利用和控制作物遗传变异，进行品种改良或创造新的品种，为人类服务。

第一节 作物的进化和繁殖

一、作物的进化

自然界的生物种类繁多。据估计，目前世界上已发现的植物约有 39 万种(我国有 2.5 万种)。这些分布在世界不同自然地理和气候条件下的植物，经过人类一万多年的栽培和驯化，以及自然选择和人工选择产生的栽培作物的品种和类型，更是形形色色。但是，毫无疑问它们都是由原始野生类型通过不断的遗传、变异和选择，逐渐进化而来的。因此，要了解作物品种的进化，就必须了解遗传、变异和选择三者之间的辩证关系。

1. 遗传和变异

(1) 什么叫遗传 自然界的一切生物，都是由各种细胞组成的。它们有两个共同特点：一是任何生物都必须从它周

围的自然界中，吸收同化它们各自需要的物质，如空气、阳光、水分和养料等（称为同化作用），同时排出一些不需要的物质，如 CO_2 等（称为异化作用）。它们都按照祖先的一定的生活方式进行生命活动，即所谓新陈代谢。这种新陈代谢停止了，生命就随之死亡。二是所有的生物都能进行自我繁殖，老的个体成长、衰老、死亡，同时繁殖出新的后代。在繁殖过程中，它们都能把亲代的形态特性遗传下去，产生和自己相似的后代。俗语说：“种瓜得瓜，种豆得豆。”这种上下代之间性状相似的现象，就是遗传。任何生物，只要有繁殖的能力，就可把它的性状传递给下代。可见遗传是生物有机体的主要特征，遗传机制是和它的繁殖过程紧密联系着的。

生物的遗传性是比较稳定的，只要外界条件能满足它生长发育的要求，就不会有较大的改变。如果一个优良品种的遗传性不是相对稳定的话，那么在生产上就无法利用它。

（2）什么叫变异 生物对外界环境条件具有一定的适应能力。当外界环境条件发生变化时，就会出现下面几种情况：

第一，生物不能适应这种条件而死亡，如水稻没有水就会枯死。

第二，当条件不能完全满足它的要求时，某种性状不能充分发育而不表现出来。如分枝小麦种在瘠薄的土地上，植株变得矮小，穗不分枝。

第三，生物被迫适应新的条件，而使原来的遗传性发生变化。如果这种新的条件长期对它起作用或者影响到它的性细胞，这种变异就会逐渐稳定，形成新的遗传性，并能遗传给后代。例如外来小麦品种阿夫，棉花品种岱字 15 号，在我国不同地区条件下种植，产生了许多不同类型的变异个体，育成很

多新品种。

生物能适应新的环境条件而改变自己本性的能力，叫做变异性。但必须指出，子代的一切性状，都是既与亲代相似而又不完全相似，即所谓不变之中有变。也就是说，亲代在遗传的同时，又伴随着变异的发生。这种变异是受物种内部遗传机制所制约的。由此可见，生物的属性既有遗传的一面，同时又有变异的一面。因而有机体在繁殖过程中同时会出现遗传和变异两种普遍现象。生物具有变异性，才能出现新类型，为选择提供基础，使生物由低级向高级、由简单向复杂的方向发展，否则生物就不能进化。

(3) 遗传和变异的辩证关系 遗传和变异是对立统一的关系，它们是相互依存，相互制约，并相互转化的一对矛盾的两个方面。遗传是相对的，有条件的。一个优良品种，只有在一定的条件下通过遗传性的作用，它的优良性状才能表现出来，并传递给后代。所以在生产上必须良种与良法相结合，才能发挥良种的增产作用。但变异性是绝对的，无条件的。任何作物品种，都会发生变异。除自然界发生的自然变异外，人们也可采取某些方法，使之产生新的变异类型，形成新的遗传性。由此可见，现有的遗传性相对稳定的品种或类型，是由过去的变异类型转化而来的；而现在的变异新类型则可进化为将来遗传性相对稳定的新品种或新类型。这样通过遗传性的变异，变异性的遗传，遗传性及其变异性的矛盾和统一，生物就能不断进化，不断发展，在生产上创造出丰富多彩的各种作物新品种、新类型。

2. 遗传、变异和环境

(1) 遗传的变异和不遗传的变异 引起作物品种产生变异的原因有两种：一种是由于遗传物质的改变而产生的。如

高秆品种中出现的矮秆个体,感病品种中出现的抗病单株等。这类变异能在后代中重复出现,属于遗传的变异,即达尔文所指的不定变异。这种变异在大致相同的外界条件下,各个个体之间发生的变异是不相同的,变异一般也较明显。它们是育种上需要选择的对象。至于遗传物质发生改变的原因,可能是基因的重组和互作,基因突变或染色体结构和数量的改变等等,这将在以下有关章节中加以阐述。

另一种是由于环境条件的影响而发生的变异,一般不会引起遗传物质的改变,因而当代发生的变异不能遗传给后代,属于不遗传的变异,即达尔文所指的一定变异。这种变异在相似的外界条件作用下,多数个体产生相似的变异。如种植在较瘠薄的土地上,植株变矮,穗子变小等。这种变异个体之间差异不明显。但是在生物进化过程中,性状的变异和外界条件的关系存在着不同的观点。即关于生物为了适应外界条件而发生的定向变异(称为获得性)能否遗传的问题,至今仍然有争论,各有实验结果作为论据。

上述两类变异,在当代有时难于区别,要根据下代的表现加以检验。由于在不遗传的变异中进行选择是没有效果的,因而育种工作者必须善于识别可遗传的变异和不遗传的变异。

(2) 基因型和表现型 作物品种各种性状的表现都是作物的遗传性与环境条件相互作用的结果。不同的作物品种各有一整套特定的遗传物质,它具有一种潜在能力,能按照一定的方式对外界条件发生一定的反应,发育成特定的性状。例如玉米中有一种“日光红”品系,在有阳光的条件,会发生一种生化反应。叶片表现为红色,在遮光的条件下,就不能表现红色。而没有日光红遗传物质的品系,即使在有阳光的条件,叶片也不表现红色。在日光下能使叶片产生红色反应的遗传

物质,就是日光红品系的基因型,而表现出来的性状(红白绿)则叫做表现型。由此可见,表现型是基因型和其外界条件相互作用的结果。

基因型和外界条件是内因和外因的关系。前者是内因,它是形成表现型的根据;环境条件是外因,它是使基因型得以发育表现出来的必要条件,外因必须通过内因而起作用。基因型是遗传的可能性;表现型是遗传基础(基因型)在外界条件作用下表现出来的现实性。各种作物品种各个具体性状的发育所要求的条件是不相同的。即使相同基因型的品种,在不同的条件下,它们的表现型也可能是不同的。如同一品种,在某些地区表现早熟,在另一地区就不表现早熟。有些性状,如芒的有无和壳色等,受环境条件的影响较小,基因型和表现型常常是一致的。而产量因素、成熟期和分蘖率等,受环境条件的影响较大,基因型和表现型有时就不相一致。在育种工作中,人工选择就是根据表现型选择所需要的基因型。

(3) 反应规范 作物品种对外界条件都有一定的适应能力,能适应变化着的外界条件。同时,同一基因型在不同条件下,反应也会发生变化。但这种反应有一定的范围,称为反应规范。它是基因型反应变化的可能幅度。由于不同物种在长期进化过程中遇到的外界条件是不相同的,因而不同物种、不同性状的反应规范,差异很大。如有些植物生长在水中的叶子和水面外的叶子形状不同;有些植物品种在不同温度条件下开的花颜色不同;某些作物品种,在不同播种期条件下,产量水平、叶片数、生育期有较大差异,有些品种则变化较小。因此,育种工作者对某些作物品种性状的反应规范,应该有所了解,这样可增强对选育材料适应能力的预见性。

3. 遗传、变异和选择

(1) 遗传、变异和选择是生物进化的因素 在自然界中,生物在不断地产生新的变异。如果这种变异在生物学特性方面对外界条件有较强的适应能力,就会产生更多的后代,通过自然选择对变异的积累作用,形成新的物种;或者与原有物种并存,各自分布在最适应的地域;如果产生的新类型适应能力很差,在自然选择作用下就会被淘汰。达尔文的“物竞天择”学说,即适者生存,不适者淘汰。而人工选择,可以引导作物朝着一定方向发展,这也是自然界生物进化的主要因素。

(2) 植物的系统发育 自然界的植物“种”,总是在自然选择作用下,经过长期的进化和发展形成的。生物学上把物种长期进化发展的历史称为系统发育。在整个系统发育过程中,仍然是遗传和变异的矛盾和统一,促使物种向前进化和发展。系统发育以个体发育为基础。在个体发育中获得的新变异,又可以不断地丰富和发展系统发育。遗传基础是在进化过程中形成的,它集中反映了物种形成的特点,对其所处的条件具有最好的适应性。个体发育又受系统发育所制约,它通过遗传基础(基因型)来体现。因此个体发育所反映的不仅是个别个体发育的特点,也反映了该物种形成过程的特点。所以对于遗传基础的形成,基因型和表现型以及和外界条件的相互关系,必须从物种进化的角度来加以理解。

(3) 作物品种的演变与改良 人类在同自然作斗争的过程中,根据人们的需要无意识或有意识地选择一些有利的变异类型进行驯化和栽培,使野生种的一些不利性状,如豆类的裂荚性,小麦的穗轴易断,壳粒不易分离,棉花的粗短纤维等,得到逐步克服,演化而成为栽培种。同时,通过相互引种,不断改良、演变而成为栽培作物的各种品种和类型。

但是,栽培种具有的一些性状,并不是全部能满足人们的要求。一方面从野生种演变为栽培种过程中,野生种原有的一些有利性状,如抗逆性、抗病性,某些优良品质等在栽培种中反而削弱或者是失去了。另一方面随着生产的发展,对品种性状提出了更高的要求。因而人们除利用自然变异优中选优外,还要人工创造各种变异,使作物品种的演变,朝着更加符合人们需要的方向发展。这里人工选择是栽培作物产生和发展的主要因素,也是现代育种工作的主要内容。人工选择和自然选择的方向有的一致,有的不一致。如果两种选择可以结合进行,则可加速育种进程。

二、作物的繁殖

当生物体生长到一定的时候,就具备繁殖的机能。在繁殖过程中,它们传递各自的性状特点,使之世代相传。育种工作者可以在各个世代里了解亲代子代间遗传性的相互关系,从中选择理想的类型育成新品种。

1. 作物的繁殖方式

作物的繁殖方式,一般分为营养繁殖与有性繁殖两种。

(1) 有性繁殖 有性繁殖是通过雌雄性细胞的融合而形成新的个体,产生后代。性细胞是上下代之间遗传物质联系的唯一桥梁。由于两性配子的结合,传递了双亲的遗传可能性。因此,有性繁殖作物具有遗传多样性。在育种工作实践中,可通过人工杂交,使两亲的优良性状结合在一起,育成新品种。

在有性繁殖作物中,由于授粉方式不同,又可分为自花授粉(小麦、水稻、大豆等)、常异花授粉(棉花、高粱等)及异花授粉(玉米、黑麦等)三种。

(2) **营养繁殖** 又称无性繁殖。营养繁殖是由体细胞或有机体的部分组织如甘薯块根、马铃薯的块茎,以及某些植物的匍伏枝或叶片(秋海棠等),再生成与原来相同的个体,产生后代。由于细胞具有全能性,在营养繁殖情况下,亲代的遗传性可通过体细胞来传递。实际上营养繁殖只是亲体生长发育的继续,它继承了亲体的基因型,因而其遗传性是比较稳定的。

但是,植物的繁殖方式也不能绝对加以区分。有很多作物,在一定的条件下,既可以进行营养繁殖,也可以营有性繁殖。这类植物(如甘薯、甘蔗等)通过有性杂交,获得优良杂种后,用营养繁殖方式产生遗传性稳定的营养系,就能在生产上应用。这实质上也是杂种优势利用的一种特殊方式。

2. 细胞和染色体的构造

(1) **细胞的构造** 细胞是生物体的结构和进行生命活动的基本单位,是由细胞膜、细胞质和细胞核三部分组成的。但植物的细胞最外面还有一层较厚的起着保护作用的细胞壁。胞壁以内有生命的物质,叫做原生质体。在多细胞生物中,各种细胞的结构和形态是有区别的,但其主要构成部分都是细胞质和细胞核。

细胞膜是细胞质外围的一层薄膜,所以简称质膜。它的主要功能是有选择地控制细胞内外水分和某些物质的渗入或渗出。

细胞质是质膜内环绕细胞核外围的原生质,其中含有的液体是细胞浆。在细胞质中,还含有各种细胞器,主要有线粒体、质体和核糖体。它们都具有一定的形态结构和遗传功能。质体中的叶绿体,是绿色植物细胞中特有的一种细胞器,它的功能是进行光合作用。

细胞核简称核，一般为圆球形。但不同生物及不同组织的细胞核，在形状和大小方面都有很大差异。核由核膜、核质（染色质和核液）、核仁等部分组成，是遗传物质聚集的主要场所，对细胞发育和控制性状遗传起主导作用。核内能染色较深的物质叫做染色质，在细胞分裂时，染色质呈现一定的形状、结构和数目，这就是染色体。它是遗传物质（基因）的载体。作物性状的遗传，主要是由细胞核控制的，故称核遗传（图1-1）。

（2）染色体的形态结构和数目 染色体是细胞核最重要

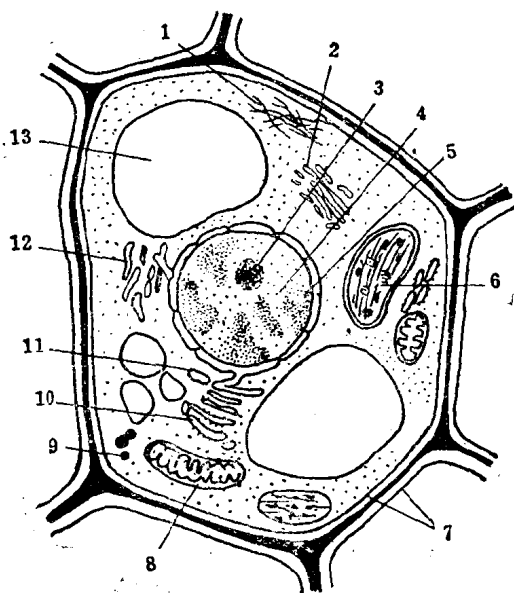


图1-1 植物细胞的构造模式

1. 微细纤维 2. 高尔基体 3. 核仁 4. 核
5. 染色线 6. 叶绿体 7. 细胞壁 8. 线粒体
9. 油滴 10. 粗面内质网 11. 核糖体
12. 滑面内质网 13. 液泡