



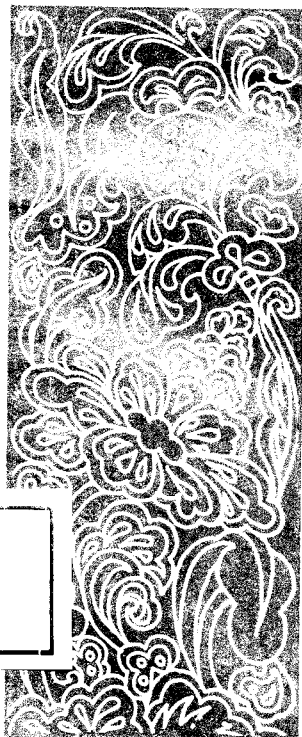
中华人民共和国农业部主编



农业生产技术基本知识

遗传学原理

裴广铮 王顺华编著



农业出版社



衷心的感谢。

农业科技人员的勤恳工作和广大农业生产者的创造性劳动，推动着我国的农业科学技术蓬勃发展，科技成果层出不穷，由于我们掌握的资料有限，未能充分地反映到这套丛书中来，不足之处，热诚希望读者提出宝贵意见，以便今后在修订中逐步补充完善。

《农业生产技术基本知识》编审委员会

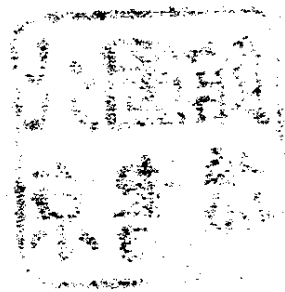
主任委员 刘锡庚

副主任委员 邢毅 臧成耀 常紫钟

委员 (依姓氏笔划为序)

王天铎	王金陵	王树信	方中达	方原	冯玉麟
冯秀藻	庄巧生	庄晚芳	关联芳	许运天	李连捷
吴友三	陈仁	陈陆圻	陈华癸	郑丕留	郑丕尧
张子明	季道藩	周可涌	姚鸿震	赵善欢	袁平书
高一陵	陶鼎来	奚元龄	黄耀祥	曹正之	彭克明
韩湘玲	栗宗嵩	管致和	戴松恩		

1955.12



编 者 的 话

本书旨在向读者介绍遗传学基本的理论知识，俾便广大读者在掌握这一科学知识的基础上更有效地改良和创造农业动植物品种，适应我国农业发展的新形势，造福人民。

本书在简单地介绍了生物遗传、变异概念以及遗传的细胞学的基础上，阐述了遗传学的分离、独立分配与连锁交换三个基本规律和数量性状的遗传、不同繁殖方式的遗传效应，进而介绍了遗传的化学基础，最后列举并阐述了生物的种种遗传变异——基因突变、染色体数目变异、染色体结构变异以及细胞质遗传等。在编写过程中，注意了遗传学发展的新动向、新内容，诸如分子遗传中的一些新发展。同时注意了理论与实际的联系，除了各节详述了各种遗传规律的实用意义外，还根据繁殖方式不同的这一基本特点，把近亲繁殖、杂种优势和群体遗传学中的群体遗传平衡规律合并为第五节“不同繁殖方式的遗传效应”，以便读者对日常生活及生产中的诸多现象和问题得以理解。此外，在编写上力求做到通俗易懂，说清问题，尽量适应阅读对象的需要。但限于我们的水平以及遗传学理论性较强的特点，无论在内容或文字上都远未做到令人满意，可能还存在不少问题和错误，恳望广大读者热心指正。

本书初稿经南京农业大学潘家驹教授详细审阅并提出修改意见，特此致谢！

绪言及第二、三、四、五节由王顺华执笔，第一、六、七、八、九节由裴广铮执笔。本书大部分插图选自全国高等农业院校《遗传学》统编教材以及复旦大学编《遗传学》教材等书，特此说明。

编 者

1984. 5.

• 1 •

出版说明

近年来，我国广大农村干部、社员，为了加快发展农业生产，建设起发达、富庶的农村，逐步地实现农业现代化，学习农业科学技术知识的热情空前高涨，广大农村出现了爱科学、学科学、用科学的新气象。为了适应广大读者学习上的迫切需要，这一套《农业生产技术基本知识》，经过重新增补修订，体现了知识更新，反映了农业科技发展的新水平，现在以其崭新的风貌和读者见面了。

《农业生产技术基本知识》原是在五十年代组织编写的。自初版问世以来，经三次增补修订，由最初的二十三分册发展为三十三分册，再版四次，深受农村干部和群众欢迎，对发展农业生产起到一定的积极作用。这次重新修订编写，为便于读者按专业阅读，在原来三十三分册的基础上发展为一百多分册，力求每个学科既突出重点，又有系统性。丛书内容注重理论联系实际，以阐明科学知识为主，兼顾技术上的应用；文字力求通俗易懂，深入浅出，是一套适于广大农村干部和群众自学的农业科普读物。

为使这套涉及农林牧副渔多学科的丛书保证质量，我们邀请了有关方面的专家、学者组成了本书的编审委员会。值此丛书重新出版之际，谨向本书编著者及各位编审委员致以

目 录

绪 言	1
一、遗传与变异	1
二、遗传、变异与环境的关系	2
三、遗传学研究的对象和任务	4
第一节 遗传的细胞学基础	6
一、细胞的结构与功能	6
二、染色体的数目、形态和结构	11
三、体细胞的有丝分裂	14
四、生殖细胞的形成	18
五、植物的生活周期	27
第二节 分离规律与独立分配规律	29
一、孟德尔的豌豆杂交试验	29
二、分离规律	30
三、独立分配规律	37
四、多因一效和一因多效	45
五、分离规律和独立分配规律的意义	50
第三节 连锁互换规律	51
一、连锁遗传现象	51
二、连锁遗传的解释	52
三、完全连锁和不完全连锁	53
四、基因定位与连锁群	57
五、性别决定与性连锁	63

第四节 数量性状的遗传	69
一、数量性状的特征	69
二、数量性状的遗传机理	70
三、研究数量性状的基本统计方法	72
四、遗传方差组成的分析	77
五、数量性状的几个遗传参数及其意义	81
第五节 不同繁殖方式的遗传效应	86
一、近亲繁殖的遗传效应	87
二、异体受精的遗传效应	98
第六节 遗传物质的分子基础及遗传工程	109
一、核酸是遗传物质	109
二、核酸的化学组成与分子结构	116
三、遗传信息的贮存与复制	120
四、遗传信息的传递与蛋白质合成	123
五、基因概念的发展与基因的作用	130
六、遗传工程	139
第七节 基因突变	153
一、基因突变的概念、频率和时期	153
二、基因突变的特点	155
三、突变性状的表现	158
四、基因突变的分子基础	161
五、诱变在育种中的应用	169
第八节 染色体结构变异与数目变异	173
一、染色体结构的变化	173
二、染色体数目的变化	184
第九节 细胞质遗传	203
一、细胞质遗传现象及其特点	203
二、植物雄性不育及其在育种工作中的应用	209

绪 言

奇妙的生物界，自古吸引着人类。人们观察自然，研究自然。为什么自然会有这么多形形色色的物种？为什么牛生的总是牛，马生的总是马，孩子总是象爹妈？为什么同一个物种内的个体总是千差万别，世界上找不出两个完全相同的生物个体？于是，一门重要而有趣的科学——遗传学诞生了。遗传学就是研究生物的遗传与变异的科学。那么，什么是生物的遗传与变异呢？

一、遗传与变异

生物和非生物的主要区别之一就是能进行繁殖，产生和自己相似的后代。俗话说：“种瓜得瓜，种豆得豆”。矮秆水稻的后代茎秆也矮；长毛兔的后代毛也长；优良品种的后代产量高，等等。这种子代和亲代相似的现象叫做遗传。

然而，生物的子代只是象其亲代而不是和亲代完全相同。一块地里播种同一个小麦品种，不同麦株高矮不同，穗子的大小不同，即使同一穗子上麦粒的轻重也有差别；一胎所生的孪生兄弟也不完全相象。这种同一生物不同个体之间存在着差异的现象称为变异。

生物的种类很多，据估计植物大约有 39 万种，动物大约有 113 万种。无论是低等生物还是高等生物，无论是植物还是动物，都具有遗传和变异的特性。如果没有遗传，各种生物不能繁衍种族，自然界就不会保存这些形形色色的物种，优良品种的特性也不会传递给后代；如果没有变异，遗传只是简单的重复，生物不可能进化，自然界也不可能形成这么多的物种，更谈不上选育新品种了。

二、遗传、变异与环境的关系

（一）遗传基础与环境条件 任何生物都是在一定的环境中生活的，生物表现的性状是受遗传基础和环境条件两方面相互作用的结果。例如河南小麦引种到广东，茎秆粗壮，叶片繁茂，但不抽穗开花。这是什么原因？原来河南小麦的发育需要一定的低温，不满足这一条件，水肥再好也不能抽穗开花。这种特性是由亲代传递给它的遗传基础所决定的，遗传基础是性状发育的内因，环境条件是性状发育的外因，外因通过内因起作用。只有环境条件适合遗传基础的要求，性状才能表现。

又如有一种玉米，它的茎秆和叶鞘都表现为淡红色。这种性状叫做日光红，必须在阳光的直接照射下才能表现出来，如果缺乏阳光仍然表现绿色。但是当人们把连续几代种在缺光的条件下表现绿色的玉米再栽培在充足的阳光下时，它又表现出日光红了。可见环境条件只能改变生物性状的表现而不能改变它的遗传基础。生物的遗传基础具有相对的稳定性。

性。

(二) 性状的反应规范 生物的不同性状对环境的反应是不同的。遗传学上把一定遗传基础控制的性状，在不同条件下的变化范围称为反应规范。不同性状的反应规范是不同的。有的性状反应规范小，例如菊花是开黄花还是开白花，水稻是糯性还是非糯；人类的血型是A型还是O型等。这些性状在不同的环境条件下很少变化。另外有一些性状，例如小麦植株的高矮，玉米果穗的长短，母鸡产卵的多少等，受环境条件影响较大，即反应规范比较大。还有一种生长在水中的植物叫做水毛茛，同一株不同部位的叶片区别很大。长在水中的叶片叶裂多而深，成丝状；长在水上的叶片形成正常的扁叶。它的反应规范更大。

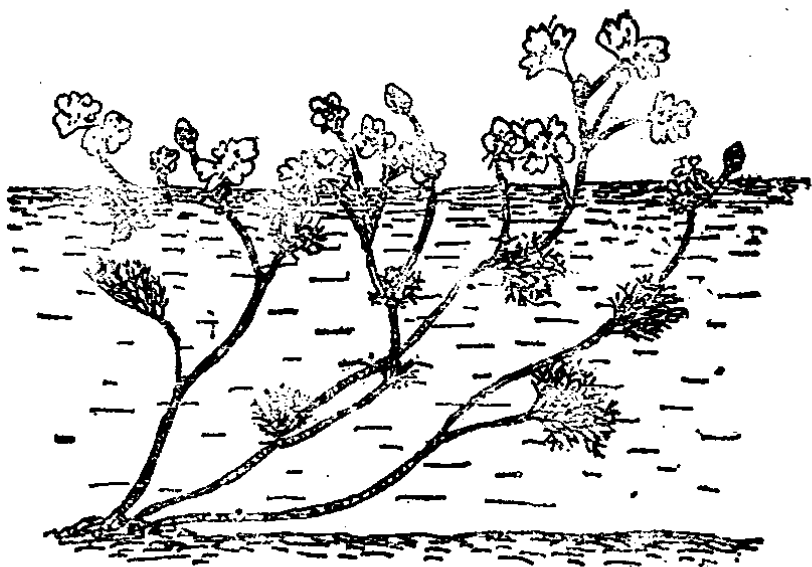


图1 水毛茛的叶片示意

(三) 遗传的变异和不遗传的变异 上面讲到环境条件只能改变性状的表现而不能改变遗传基础，但这只是相对的。

这里所指的环境条件是指一般的环境改变。有些特殊的环境条件，如x射线、紫外线及其他一些射线，温度的极端变化和某些化学药品等，不仅能改变生物性状的表现也能改变生物的遗传基础。这些特殊的环境条件不仅人工可以创造，而且自然界也存在。只有遗传基础改变了的变异才是可以遗传的。

遗传的变异可以因特殊的环境条件而引起，但主要是由于原来的遗传基础不纯而分离出来的。这类变异能遗传给后代。还有一类是受环境条件影响而产生的变异。例如同一块地里的棉花，边行的棉株因为空间大，果枝多，脱落少而结铃多；中间的棉株因为不通风透光，脱落多而结铃少。同一块田的水稻，由于施肥不均匀，有的株分蘖多，穗大粒多，单株产量高；有的株分蘖少，穗小粒少，单株产量低。把这种单株产量高的棉花或水稻种子第二年单独栽培，它们的丰产性是不能遗传下去的。这种变异就是不能遗传的变异，它们的性状虽然表现了变异，但是遗传基础却没有改变。

分清遗传的变异和不遗传的变异，对育种工作是很重要的。如果选择的优良个体是不遗传的变异，选择就无效。只有选择的优良个体是可以遗传的变异，才有可能培育成一个新的优良品种。

三、遗传学研究的对象和任务

遗传学研究的对象包括所有的生物，从低等生物——病

毒、细菌等，到各种植物和动物，以至万物之灵的人类。

前面已介绍遗传和变异是生物的普遍现象。生物为什么会表现遗传和变异？遗传和变异有没有规律性？遗传基础究竟是什么？在生物体内有没有遗传的物质基础？等等，这些自然界之谜，正是遗传学要研究的问题。

遗传学是研究生物遗传与变异规律的科学。它的任务是研究生物遗传与变异的现象，探索遗传与变异的原因及其物质基础，揭露遗传与变异的内在规律及生命的本质，从而能动地改造生物，更好地为人类服务。

作为一门独立的学科，遗传学在 1900 年才诞生，但是，它的发展却是惊人的。迄今为止，遗传学已发展有细胞遗传学、数量遗传学、生化遗传学、微生物遗传学、医学遗传学和分子遗传学等 30 多个分枝。人们不仅知道了控制生物性状的遗传是有遗传物质的，而且知道了遗传物质位于生物体内什么地方，更进而知道了遗传物质究竟是什么东西。遗传学是一门重要的理论科学，涉及到生物进化的机理。同时它是指导动物、植物和微生物育种的理论基础；同医药事业、人类疾病的防治、环境保护和国防事业等方面也有着密切的联系。特别是随着遗传研究应用近代数学、物理学和化学的新成就而创建了一门新兴的学科——遗传工程。遗传工程的发展是当今世界面临的第四次产业革命的重要标志之一，对人类生活的改进和科学的推动将起到不可估量的重大作用。

第一节 遗传的细胞学基础

生物界里，除了病毒、噬菌体这些最简单的生命没有完整的细胞结构外，其他生物全是由细胞组成的，因此细胞是生物最基本的结构单位和功能单位。

低等生物如细菌、蓝藻等只由一个细胞构成，多细胞生物则包含了大量形态、结构、功能各异的细胞。就如同大量的砖块砌成了高楼大厦一样，大量的细胞构成了多细胞生物。

细胞分裂是生物传宗接代不断繁殖的基础；细胞分裂也是生物遗传变异和进化的基础。

为了深入研究生物遗传变异的规律及遗传变异的细胞内在机理，必须了解细胞的结构、功能以及细胞分裂方式等方面的问题，从而认识遗传的细胞学基础。

一、细胞的结构与功能

细胞的构造有简单与复杂的差别。通常把它们划分为原核细胞与真核细胞两大类。细菌和蓝藻属于原核细胞生物，其细胞构造简单，由细胞壁、细胞膜、核区和细胞质所组成。其核由于不包有核膜，因此表现为界限不清的核区。核区中染色体单由脱氧核糖核酸（DNA）组成，没有组蛋白，这种染

色体常成环状。

除细菌、蓝藻外，其他的单细胞与多细胞生物都是真核细胞生物。真核细胞的细胞质与细胞核间存在界限分明的核膜，典型的真核细胞包括细胞膜（植物还有细胞壁）、细胞质和细胞核三个部分。下面对这些结构分别加以简单描述（图2）。

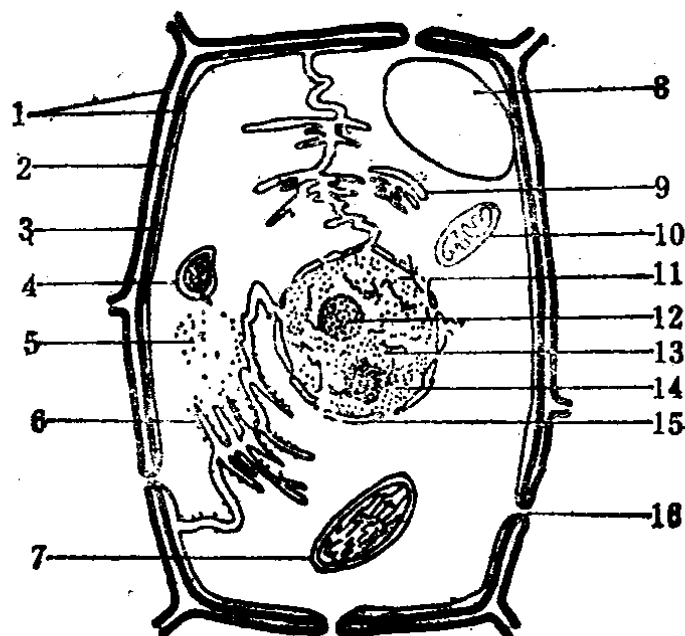


图2 植物细胞模式图

- 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

（一）细胞膜 细胞膜是细胞质外围的一层薄膜。细胞膜可以再生、扩张和收缩，它有弹性。细胞膜的最大功能是具有渗透性，能够依赖附着在它上面的各种酶有选择地从周围环境中摄取养分，并把代谢产物排出体外，可见细胞膜有识别一定物质的能力。另外，细胞膜的有些微孔是胞间连丝（植物细胞特有的结构）的通道，因此细胞膜又有运输物质

的功能。植物细胞除有细胞膜外，还有含有纤维素的细胞壁。细胞壁除对细胞起保护作用外，对植物体还起支架作用。

(二) 细胞质 细胞膜内除细胞核以外的原生质部分即为细胞质，它是一种半透明而均匀的物质（细胞基质），其中可以看到大小不一、带折光性的物体，这种有形物体基本上可分两大类：一类是细胞的内含物，如脂肪滴、淀粉粒、卵黄粒（动物中）等。这些物质在细胞中不稳定，常随细胞的代谢而发生很大的变动；另一类是细胞本身不可缺少的组成物即细胞器，它们各有不同的形态、结构与功能，有的还能自我复制。

细胞器是细胞内有生命活动的组成部分，它们包括：线粒体、核糖体、内质网、高尔基体、中心体（或称中心粒，高等植物无）、溶酶体以及植物细胞所特有的液泡和各种质体。其中线粒体、叶绿体、核糖体与内质网都具有重要的遗传功能。

线粒体是一种极为重要的细胞器。一般为线状或颗粒状，也有棒状和网球拍状的。线粒体含有多种氧化酶，是细胞内氧化作用和呼吸作用的中心，能产生很多三磷酸腺苷（ATP），为细胞活动提供所需的能量，相当于细胞的“动力车间”。线粒体也参加细胞内蛋白质的合成，体内也含有脱氧核糖核酸（DNA）、核糖核酸（RNA）和核糖体等，可见它也载有遗传物质。但线粒体DNA多是环状的，也有突变的能力。

质体为高等植物所特有，由于质体含有的色素和功能不同，可把质体分为叶绿体、有色体、白色体三种。其中最主

要的是绿色植物用来进行光合作用的叶绿体。叶绿体的形状、大小也随植物种类不同而有区别，一般多为卵圆形。它含有叶绿素，叶绿素能在阳光下将二氧化碳和水合成为碳水化合物——贮藏淀粉。和线粒体一样，叶绿体也含有自身的DNA、RNA等遗传物质，叶绿体DNA呈环状，并能自我复制。叶绿体也能合成脂肪与蛋白质，因而它是细胞中大量合成淀粉、附带合成脂肪与蛋白质的“生产车间”。另外叶绿体还可以发生白化突变，可见它具有遗传功能。

核糖体是极微小的细胞器，在细胞质中数量很多，除线粒体、叶绿体中含有核糖体外，它以颗粒状游离在细胞质中或附着在内质网上。核糖体主要由RNA与多种蛋白质组成。它的主要功能是合成各种蛋白质，因而是整个细胞中合成蛋白质的“生产车间”。

内质网是细胞质中一种折叠的膜状结构，在细胞质中广泛分布。有两种类型：一种是粗糙内质网，其表面附有核糖体，这种内质网与蛋白质合成密切有关；另一种是光滑内质网，其表面没有核糖体。内质网常与核膜、细胞膜相连，它的主要功能是沟通细胞核与细胞质之间以及细胞之间的物质交流，因此内质网参与了细胞内物质的吸收、分泌、扩散与转移，具体地说它转运蛋白质合成所需的原料并最终将合成的各种蛋白质加以运送，它相当于细胞中的“管道系统”。

（三）细胞核 细胞核由核膜、核液、核仁和染色体组成。

核膜是包围在细胞质表面的一种双层膜。它把细胞核与细胞质划分为两个功能不同而又密切联系的部分。核膜上有