

中国农村致富技术函授大学
农民技术员培训教材

遗传育种技术



中国广播电视出版社

中国农村致富技术函授大学

农民技术员培训教材

遗传育种技术

师守望 李素芬 编

中国广播电视出版社

内 容 提 要

本书较完整系统地介绍了畜禽遗传育种技术。由浅入深地叙述了有关生物质量性状和数量性状遗传的基础知识和理论。最后用主要篇幅阐述选种、选配、纯繁杂交等多方面的技术方法。

本书系中国农村致富技术函授大学农民技术员培训教材之一,亦可供有关科技人员学习参考。

中国农村致富技术函授大学

农民技术员培训教材

遗传育种技术

师守堃 李素芬 编

中国广播电视出版社出版发行

河北省怀来县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开 印张 5.56

1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

统一书号: 16236·090

前 言

党的十一届三中全会以来，我国农村面貌发生了深刻的变化。然而由于历史的原因，我国农村科学文化水平还很低，农村科技人才严重不足，远远不能适应农村经济发展的需要。1986年1月全国地方科技工作经验交流会提出，在“七五”期间，要对全国1亿多在乡初、高中青壮年农民进行技术培训，使他们每人掌握一两项实用技术，使其中的500万人达到农民技术员的水平。这是提高农民科学素质，振兴农村经济，促进农村两个文明建设的重要战略措施。这一任务也已列入中国科协“三大”提出的“七五”工作计划。中国农村致富技术函授大学是中国科协主办的一所传授农村实用技术，培养农民技术员的学校。为了配合国家“星火计划”，落实中国科协“七五”期间的农村培训任务，特组织北京大学、北京农业大学、中国科学院、中国农业科学院等单位的专家编写了这套农民技术员培训教材。

本套教材以农村适用技术为主，兼顾必要的基础理论，包括种植系、养殖系、加工系及乡镇企业系4个系21个专业，共150余种，主要包括大田作物、果树、蔬菜、花卉苗木及各种经济作物的栽培和增产技术，家禽家畜的饲养管理和常见病的防治，农副产品的深加工以及建筑施工、建材生产、乡镇企业经营管理、乡镇企业会计、服装剪裁、竹木制品加工等方面的知识和技术，内容丰富，通俗易懂。它既可以帮助读者在短时间内掌握一两项实用技术，开辟致富门路，也可以作为各地培训农民技术员的教材和广大农民学习专业技术的自学读物。

本套教材的编写工作，得到中国科协、国家科委、国务院贫困地区经济开发领导小组、农牧渔业部、民政部以及中国广播电视出版社等单位领导和同志们热情指导和大力支持，在此我们表示衷心的感谢。

中国农村致富技术函授大学

1987.5 北京

目 录

第一章 遗传学基本知识

第一节 遗传.....	(1)
第二节 遗传复制现象.....	(2)
第三节 DNA的构造和特性.....	(4)
第四节 DNA遗传密码.....	(9)
第五节 DNA转录、翻译过程.....	(11)
第六节 遗传基因.....	(14)
第七节 细胞分裂.....	(17)
第八节 染色体生命史的变化周期.....	(23)
第九节 染色体的结构、组型和数目.....	(26)

第二章 遗传的基本规律

第一节 分离定律.....	(30)
第二节 自由组合定律.....	(37)
第三节 连锁定律.....	(48)

第三章 数量遗传的基本原理

第一节 数量性状的表型分布.....	(53)
第二节 分析数量性状的统计方法.....	(57)
第三节 数量性状表型值分割.....	(62)
第四节 表型值方差分割和遗传参数.....	(65)
第五节 数量性状传递规律.....	(69)
第六节 数量性状遗传方式.....	(74)

第四章 选种

第一节 选种的作用和意义.....	(83)
第二节 表型和表型值的观察记录.....	(89)

第三节 质量性状的选种方法 (104)

第四节 数量性状的选种方法 (114)

第五章 交配制度

第一节 表型选配 (137)

第二节 亲缘选配 (138)

第三节 纯种交配选育 (150)

第四节 杂交生产利用 (156)

第六章 遗传改良生产体系

第一节 生物生产特点 (165)

第二节 育种生产计划 (167)

第三节 今后提高畜禽生产水平的途径 (169)

第一章 遗传学基本知识

第一节 遗传

遗传是一种生命现象。所有的生物都用最佳的生殖方式繁衍种族，以保证其种族生命在世代间的连续。这种世代的连续就是泛指的遗传含义。

一、遗传现象

“种瓜得瓜，种豆得豆”、“子女象父母”等等就是人们最常说的遗传现象。其他，在哺乳动物中同卵孪生的同胞兄弟或姐妹几乎长的一模一样，同一种类家畜家禽具有代代相同的特征，例如不管生长在哪里的白色来航鸡都有基本相同大体一样的白羽、黄脚和特大的单冠等性状。这些都是表现形式不同的遗传现象。因此，人们通常将有很远到很近的亲缘关系个体间的性状表现相似的现象叫做遗传。

人们可能对整体或局部等不同的情况都讲遗传。从上下代个体看，黄牛生黄牛是遗传，这时的遗传是指上下代整体特征的传与不传或象与不象。黄牛中的役牛犍力大其子牛犍力也大、肉牛长肉快其子牛长肉也快、乳牛产奶多其子牛产奶也多，这些也是遗传，这时的遗传是指上下代局部性状的传与不传或象与不象。在研究遗传现象中，人们的着眼点往往都从局部具体性状考虑。

二、传与不传

遗传特性是生物的一种潜在能力，能否表现及何时表现均是有条件的。有的性状是伴性遗传的，例如人类中有患红绿色盲病的外祖父，往往通过不表现该病症的女儿把红绿色盲病遗传给他的外孙。有的性状表现受性别的约束，例如遗传优秀的种公牛本身并不产奶，却能将其产奶多的性状遗传给它的子女。有的性状表现受发育生长阶段的影响，例如男人遗传性秃顶不出现在幼年以前而是在成年以后。总之有许多性状的表现受身体内外多种环境条件的影响。因此在研究遗传现象时要对具体性状进行具体分析。

三、变异现象

生物遗传并不是父母把眼睛、鼻子等直接遗传给子女。那么父母究竟把什么东西传给子女，才使子女象父母呢？现在已经明确是遗传信息物质将祖代的特征世代传递给子孙。

研究证明所有生物的遗传信息物质都是脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA），主要是DNA。有了一定结构的DNA，便产生一定结构的蛋白质，由一定结构的蛋白质便带来一定的形态结构和生理特性。

现在我们回答什么是遗传，就可明确地说：遗传就是世代间遗传信息物质的传递。通过生殖过程中的遗传信息物质的复制，才使子女象父母。

第二节 遗传复制现象

本节以最小生物噬菌体为例，说明世代交替的遗传复制

过程。

前已指出噬菌体的结构很简单，只有一个由蛋白质构成的呈六角形的头部和中空的尾部，里面是遗传信息物质脱氧核糖核酸（DNA）或是核糖核酸（RNA），没有其他身体机器。噬菌体不能独立生活、繁殖，它侵入细菌时是先用尾部末端吸在细菌表面，接着释放溶菌酶，将细菌的细胞壁穿个小孔，然后把头部内含的DNA注射到细菌细胞内。噬菌体的DNA进入细菌后进行自我复制并合成蛋白质装配成新的噬菌体，经过几十分钟以后细菌细胞破裂，释放出几十或几百个噬菌体来，再去侵染其他细菌。这些新遗传复制出来的每一个噬菌体不但含有和原先注入相同的DNA，还有一个和留在细菌体外完全相同的由蛋白质构成的外壳。图1是噬菌体侵染细菌过程的示意图。

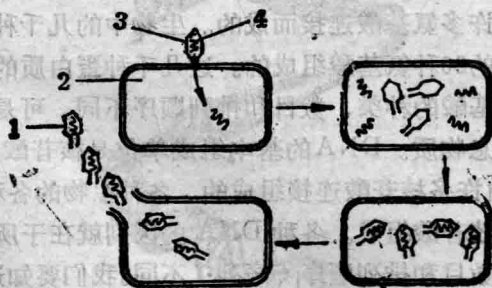


图1 噬菌体侵染细菌示意图

1.噬菌体 2.细菌 3.蛋白质外壳 4.DNA

由噬菌体遗传复制过程明确地告诉我们：噬菌体的“子女”象它们的“父母”是因为它们获得了“父母”的DNA。它们在“父母”传给DNA指导下又获得了和“父母”结

构形态相同的外壳。如此周而复始地进行传递。

可见，由噬菌体推而广之包括其他生物都是“父母”把DNA（部分噬菌体和动、植物病毒只有RNA而没有DNA，那就由RNA来代替DNA的地位）传给“子女”，有了一定结构的DNA便产生一定结构的蛋白质，由一定结构的蛋白质便带来一定的形态结构和生理特征。这便是“子女”从获得“父母”的DNA开始，到充分表现一切遗传性状的过程。这也充分证明DNA是传递遗传信息的具体物质，下面就从DNA的构造特性开始研讨遗传问题。

第三节 DNA的构造和特性

DNA分子和蛋白质分子都是大分子化合物。蛋白质变化多端，具有个性。蛋白质的基本组成单位是氨基酸，每种蛋白质都是由许多氨基酸连接而成的。生物中的几千种蛋白质都是由同样的20种氨基酸组成的。这几千种蛋白质的差别就在于所含氨基酸的种类、数目和排列顺序不同。可是蛋白质不是遗传信息物质。DNA的基本组成单位是核苷酸，各种DNA都是由许多核苷酸连接组成的。各种生物的各种DNA却仅由四种核苷酸组成。各种DNA的区别就在于所含核苷酸的种类、数目和排列顺序（序列）不同。我们要知道DNA怎样在遗传中起作用，必须了解它的结构。

一、化学结构

组成DNA分子的核苷酸都包括磷酸、脱氧核糖和碱基三部分。其中前两种化合物在四种核苷酸中都是一样的，四种核苷酸的区别只是所含的碱基不同。看来各种DNA分子的

区别归根结底在于所含碱基的种类、数目和排列顺序不同。DNA中的四种碱基是腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）和胸腺嘧啶（T）。RNA的化学结构同DNA的基本相同，只是其核苷酸中所含的糖类是核糖而不是脱氧核糖，所含的碱基是A、G、C、U（尿嘧啶）而不是A、G、C、T。

二、立体结构

DNA分子还有其特定的立体结构。上面已经讲过，DNA的化学结构是由许多核苷酸连接而成。从立体结构看，DNA分子是由两条多核苷酸长链向右盘旋而成的双螺旋，双螺旋线不分支存在于细胞中，主要是细胞核染色体长度之中。DNA分子结构的模式见图2和图3。



图2 DNA分子立体结构示意图

图中所示为中期染色体一条姐妹染色单体中的DNA分子双螺旋结构

D表示脱氧核糖 P表示磷酸 A表示腺嘌呤 T表示胸腺嘧啶

C表示胞嘧啶 G表示鸟嘌呤

从图 2 看，DNA 分子的立体结构好象一个螺旋形“梯子”，两边是“扶手”，中间有等距离的“横竿”。如果把 这个螺旋形梯子拉直就象图 3 所示那样，梯子的两边即 DNA 分子的两条长链在外侧，均由脱氧核糖和磷酸一个隔一个地

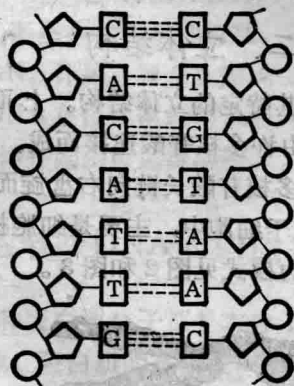


图 3 螺旋拉直以后的 DNA 分子

○表示磷酸 ◇表示脱氧核糖 □表示碱基

连接而成梯子的扶手。梯子横竿阶梯是由每一边和脱氧核糖相连的碱基配成一对组成的，即配对两碱基之间通过氢链（图 3 中的虚线）组成阶梯的横竿。两个横竿之间的距离是相等的。

DNA 分子的突出特点是长而细。当然在不同的物种、不同的染色体中 DNA 分子长度是有变化的。据统计，猪的一个体细胞内全部 38 条染色体中的 DNA 分子接在一起约有 70 厘米长，人的一个体细胞内全部 46 条染色体中的 DNA 分子接在一起约有 2 米长，如果把一个人体所有细胞的染色体的 DNA 分子连接在一起约相当于地球到太阳的距离。DNA 分

子这么长怎么能容纳在几十对小小的染色体中呢？原来它太细了，细到只有人类头发直径的两万五千分之一，直径仅有 $20\text{\AA}$ （ $1\text{\AA}=0.1\text{纳米}$ ）。这又长又细的DNA分子象钢丝一样，能够高度螺旋化又能反复折叠地压缩存在于极小的染色体中。

三、碱基配对法则

DNA分子中碱基主要有四种，即两种嘌呤和两种嘧啶。在碱基的阶梯组对时很有规则，一个嘌呤必定和一个嘧啶配成一对，而且总是A与T或T与A配成一对或是C与G或G与C配成一对。因此，只要一条长链上碱基排列顺序确定了，相对的另一条长链上碱基排列顺序也就随之而定了。图2或图3中的每一级阶梯既是一对碱基也是一对核苷酸。在含有几百万对碱基的DNA分子中，四种碱基组对可以无穷无尽的排列方式出现，因为碱基的前后排列次序则不受什么规律所限制。

DNA分子结构的多核苷酸链是有方向性的。从图3中可以看出，左边链的上方是一个磷酸，下方是一个脱氧核糖，而右边链则恰好相反。

四、DNA的复制

DNA分子不同于蛋白质分子的独特功能之一就是能够自我复制或称为生物合成方式。DNA的复制就是由一个母DNA分子形成两个与原来完全相同的子DNA分子。复制过程是在解旋酶的作用下，双螺旋DNA分子的两链之间的氢键断裂解开成为两条原单链。然后以两条原单链作模板，在DNA聚合酶的作用下，以细胞内的三磷酸脱氧核苷作为原

料，接着碱基配对法则，新形成两条分别与两条原链相互配对的新链。最后配对的原链和新链合在一起形成一个子DNA分子。这样一个母DNA分子便复制成两个与原来完全相同的子DNA分子。还有，DNA分子又长又细，所以母DNA分子分别在解旋酶与聚合酶作用下，是边解旋边复制的，不是等母链完全解开后再复制。DNA分子半保留式的复制过程见图4。

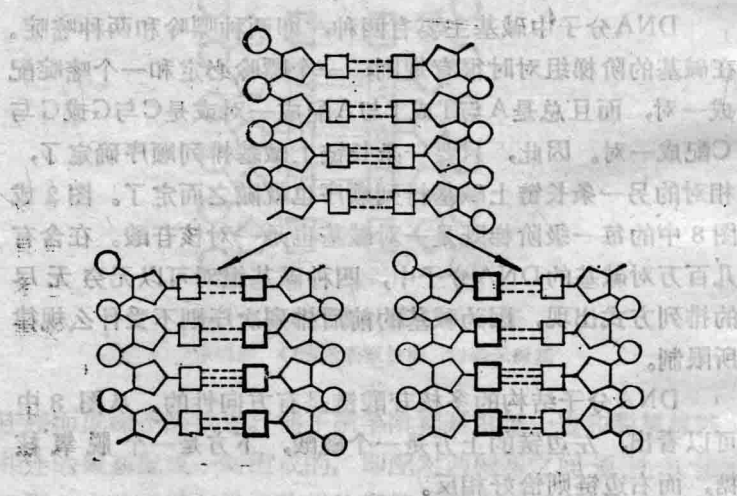


图4 DNA复制的示意图

粗线条部分表示新合成的单链

○表示磷酸 ◇表示脱氧核糖 □表示碱基

通过上述生物合成方式，可以了解在一般情况下，新合成的DNA分子中的核苷酸排列次序和原有的DNA分子是一模一样的，新的DNA分子好象是原有的复制品，所以称为（自我）复制。

第四节 DNA遗传密码

DNA复制只不过是让DNA分子本身存在下去。可是，生物的子代象其父母是因为在上下代间有相同存在方式的蛋白质体。为什么上下代会有相同的蛋白质呢？这是由于父母把自己所有的DNA分子复制了一份传给子女。再由传给子女的DNA控制合成与父母相同的蛋白质体。要制成一个蛋白质分子，DNA分子必须按照某种特定的顺序把大量氨基酸排成此特定的蛋白质。对于该蛋白质每个氨基酸位置，DNA必须从20种不同的氨基酸当中依次选用一个个合适的氨基酸。在这一过程中，用四种碱基（核苷酸）直接模印或挑选20种氨基酸是不可能的。经研究发现是每三个碱基（核苷酸）决定一种氨基酸。那么在四种碱基中每次取三个的数学排列组合方式共有 $4^3 = 64$ 种。64种组合方式对20种氨基酸是太多了，所以在生物中同一种氨基酸常由不止一种碱基组合所决定。

由DNA分子的碱基组合决定蛋白质合成而控制生物性状发育的过程和拍发无线电报非常相似。我们知道，无线电通过“滴”“嗒”两种讯号的不同排列组合传递信息。在无线电报中通常由四个数字组成一个电码，代表一定的含义，人们对照电码本即可翻译出电文。在把DNA分子翻译成蛋白质的过程，我们可以把DNA分子比喻做一种只有四个文字的拼音字母，每一个字都由三个字母拼成；把蛋白质比喻成非拼音文字的汉文，则每一种氨基酸就可被看成是其中的一个字。这样经过研究得到的核苷酸和氨基酸的对应关系就是遗传密码字典，而对应于氨基酸的碱基组合就被称为三位遗传密码。经研究观察，认为从病毒到人类所有生物的遗

传密码是相同一致的，这一点就从分子水平上说明了生物界是关连统一的。1966年版的遗传密码字典见表1。

关于这本遗传密码字典有几点需要说明的。

1. DNA分子中的核苷酸有A、T、G、C四种，字典里都出现A、U、G、C四种。这是因为实际上蛋白质的合成不是直接用DNA作为模板，而是用DNA的副体——mRNA作为模板。而RNA中则含有A、U、G、C这四种核苷酸。在字典里用U代表尿嘧啶核苷酸。

表1 遗传密码字典

1 \ 2	U	C	A	G	3
U	苯丙氨酸 苯丙氨酸 亮氨酸 亮氨酸	丝氨酸 丝氨酸 丝氨酸 丝氨酸	酪氨酸 酪氨酸 . .	半胱氨酸 半胱氨酸 . 色氨酸	U C A G
C	亮氨酸 亮氨酸 亮氨酸 亮氨酸	脯氨酸 脯氨酸 脯氨酸 脯氨酸	组氨酸 组氨酸 谷氨酰胺 谷氨酰胺	精氨酸 精氨酸 精氨酸 精氨酸	U C A G
A	异亮氨酸 异亮氨酸 异亮氨酸 甲硫氨酸和甲酰 甲硫氨酸	苏氨酸 苏氨酸 苏氨酸 苏氨酸	天冬酰胺 天冬酰胺 赖氨酸 赖氨酸	丝氨酸 丝氨酸 精氨酸 精氨酸	U C A G
G	缬氨酸 缬氨酸 缬氨酸 缬氨酸	丙氨酸 丙氨酸 丙氨酸 丙氨酸	天冬氨酸 天冬氨酸 谷氨酸 谷氨酸	甘氨酸 甘氨酸 甘氨酸 甘氨酸	U C A G