

全国中等农业学校教材

作物遗传与育种学

第一分册 作物遗传学基础

(第二版)

山东省昌潍农业专科学校
广西壮族自治区农业学校

主编

农学专业用

农业出版社

全国中等农业学校教材

作物遗传与育种学

第一分册 作物遗传学基础

(第二版)

山东省昌潍农业专科学校 主编
广西壮族自治区农业学校

全国中等农业学校教材
作物遗传与育种学
第一分册 作物遗传学基础 (第二版)

山东省昌潍农业专科学校 主编
广西壮族自治区农业学校

* * *
责任编辑 徐建华

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)
新华书店北京发行所发行 北京密云县印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 7.25印张 156千字
1979年10月第1版 1989年4月第2版北京第3次印刷
印数 36,501—53,300册 定价 1.35元

ISBN 7-109-00448-1/S·332

主 编 宋邦钧 (山东省昌潍农业专科学校)
副主编 王宗宣 (广西壮族自治区农业学校)
编写者 宋邦钧
李元慧 (山东省昌潍农业专科学校)

编者说明

本教材是在原《作物遗传与育种学》北方本和南方本的基础上进行修订的。原书北方本是由山东省昌潍农业专科学校宋邦钧、黑龙江省北安农业学校王立人主编，周武岐、吉殿威、张泽炯、孙凤璞参加编写。原书南方本是由广西壮族自治区农业学校王宗宜、四川省绵阳农业学校蔡国章主编，李伟棠、曹延科、王淑慎、马洪沃、祁祖白、雷治平、玉中尧、杨宪民参加编写。

农牧渔业部教育司于1983年6月在南宁召开了本教材修订研讨会，讨论了教材修订意见，并于1983年9月组织山东省昌潍农业专科学校、广西壮族自治区农业学校、河南省中牟农业学校、福建省龙溪农业学校和黑龙江省佳木斯农业学校的有关教师对原教材进行修订。这次修订的原则是，在原书的基础上，力求做到科学性、系统性；内容更为充实，概念更加明确，文字通俗易懂，并尽可能地反映一些新的科学知识。但由于我们的水平和时间有限，在内容深广度的处理上，难免有主观性和片面性，希望使用本教材的同志提出宝贵的意见，以便今后使其更臻于完善。

修订本的书名为《作物遗传与育种学》。共分为五个分册。

第一分册：作物遗传学基础

第二分册：作物育种和良种繁育学通论

第三分册：作物育种和良种繁育各论（北方本）

第四分册：作物育种和良种繁育各论（南方本）

第五分册：田间试验和生物统计

分册出版，便于使用和其它专业选用。

在修订和审稿过程中，得到兄弟学校、农业科研单位的协助和支持，在此一并表示感谢。

《作物遗传与育种学》教材修订组

一九八四年

目 录

绪言	1
第一章 生物的遗传和变异	7
第一节 遗传变异的概念	7
第二节 遗传、变异与环境	10
第三节 遗传、变异与生物进化	14
第二章 遗传的细胞学基础	18
第一节 细胞的构造	18
第二节 染色体	22
第三节 细胞分裂及配子形成	27
第四节 授粉、受精及种子形成	37
第三章 分离规律	44
第一节 一对相对性状的遗传	44
第二节 分离现象的分析	48
第三节 分离规律的普遍意义	53
第四节 分离规律的应用	59
第四章 独立分配(或自由组合)规律	63
第一节 两对相对性状的遗传试验	63
第二节 独立分配(自由组合)规律的原理	65
第三节 独立分配规律在育种上的意义与应用	73
第四节 基因的相互作用	75
第五章 连锁遗传规律(连锁与互换规律)	84
第一节 连锁遗传的表现及特征	84
第二节 连锁遗传原理	89
第三节 交换值与连锁群	96

第四节	连锁遗传规律的应用	97
第五节	性别决定与性连锁	100
第六章	数量性状的遗传	106
第一节	数量性状的遗传特点	106
第二节	数量性状的遗传原理	108
第三节	数量性状的遗传力	116
第四节	数量性状遗传的应用	123
第七章	近亲繁殖与杂种优势	126
第一节	近亲繁殖	126
第二节	杂种优势	135
第八章	细胞质遗传与植物的雄性不育性	142
第一节	胞质遗传	142
第二节	植物雄性不育性的遗传	146
第九章	基因突变和染色体变异	153
第一节	基因突变	153
第二节	染色体的变异	160
第十章	遗传物质的分子基础及遗传工程简介	175
第一节	核酸是遗传的物质基础	175
第二节	核酸的化学组成与分子结构	179
第三节	遗传信息的传递和表达	185
第四节	基因的概念及其发展	194
第五节	遗传工程简介	197
附	实验指导	204

绪 言

一、遗传学的意义 遗传学是研究生物遗传与变异的科学。它是生物科学中的一门十分重要的基础理论学科，也是作物育种和良种繁育的理论基础。

遗传学研究的主要内容是：生物遗传、变异的基本规律，遗传的物质基础，尤其是遗传物质的化学本质和遗传物质的传递、表达及人类对遗传变异的控制等。不难看出，这些问题的阐明，不仅是探索生命起源、细胞起源与生物进化等重大课题的有力武器，也是植物、动物和微生物育种的理论指南，同时也是解决人类遗传病症及肿瘤防治的理论基础。因此，学习遗传学不论在理论上和生产实践上都有着十分重要的意义。随着遗传学的发展，遗传学研究的内容已渗透到生物科学的各个领域，使遗传学发展成为现代生物学中的重要学科。目前以遗传工程为中心内容的生物技术已成为当代新技术革命的重点之一。

二、遗传学的产生和发展

(一) 遗传学的产生 遗传学同其他学科一样，也是人们在长期的生产活动和科学实验中总结和发展起来的。在古代人们已经注意到了生物的遗传变异现象，如我国在春秋战国时代就有“桂实生桂，桐实生桐”和“种麦得麦，种稷得稷”的记载，就是对遗传现象的粗浅认识。劳动人民在长期

的认识自然和生产活动中，还学会了一些改造生物的方法，并利用自然变异选育出了许多动、植物新品种，促进了农业生产的发展。而生产发展的需要，又推动了人们对遗传变异问题的探索。

十九世纪中叶，英国学者达尔文(Darwin 1809—1882)和他的合作者，通过对野生和家养动植物的长期考查，总结出了以自然选择为中心的进化学说，促进了生物学的发展。他还提出了“泛生论”的假说，解释生物的遗传现象。他设想生物体内每一部分都有相应的“微芽”——各部分的雏形，生物繁殖时，通过血液循环或导管运动集中到生殖细胞里，传到下一代，并生长发育成生物体的各个部分，从而完成性状的遗传。这一假说虽然缺乏科学性，至今未被证实，但却包含着遗传物质的初步概念，对遗传学的产生起着推动作用。

真正科学地、有分析地对生物遗传和变异进行系统的研究，是从孟德尔(Mendel 1822—1884)开始的。他在前人研究的基础上，利用豌豆为试验材料，经过八年的研究，发现了杂种的显性现象和杂种后代的性状分离，于1865年发表著名论文《植物杂交试验》，提出了遗传因子假说，初步建立了遗传的分离规律和独立遗传规律（合称为孟德尔遗传定律）。在此以前，人们对于遗传现象的认识受着所谓融合遗传理论的支配，即认为父母本所产生的雌、雄配子结合后所产生的子代是父母双亲血统的融合，把遗传现象视为血液或类似于液态物质的某些融合。而孟德尔的豌豆杂交试验没有发现什么性状融合现象，认为性状的遗传是由遗传因子决定的，而遗传因子是独立存在，独立遗传的。生物的遗传是显

粒式的，而不是融合式的，从而奠定了颗粒式遗传的科学基础。然而，孟德尔的论文在当时并没有引起人们的重视，事隔 35 年之后，即在 1900 年，才由荷兰的费里斯 (De Vries)、德国的柯伦斯 (Correns) 和奥国的柴马克 (Tschermak) 三人分别在不同的地点，不约而同地以自己的实验证实了孟德尔的试验结果，重新发现了孟德尔定律。这一年被认为是遗传学作为一门独立的科学而建立和开始发展的一年。

(二) 遗传学的发展 遗传学的发展经历了一个由个体水平到细胞水平，由细胞水平到分子水平的发展过程。前者叫做经典遗传学发展阶段，后者为现代遗传学发展阶段。

经典遗传学的发展 十九世纪末，随着工业的发展和科学仪器的改进，发明了显微镜，促进了细胞学和胚胎学的发展。通过有丝分裂、减数分裂、受精现象及染色体行为的研究，又促进了遗传学与细胞学的结合，开辟了细胞遗传学的研究领域。使遗传学只从观察研究性状的外部表现的个体水平进入到研究细胞内部结构遗传成分和遗传功能的细胞水平。

二十世纪初，对遗传学的创立和发展有重大影响的学说，还有韦斯曼 (Weismann 1834—1914) 的“种质论”。他把生物体明确地区分为体质和种质，认为体质由种质产生，环境只影响体质，而不影响种质，并指出细胞中的染色体就是种质。种质决定着生物体的各种性状的遗传，种质在各世代是连续不断的。这些观点虽然过于绝对化，但对于遗传物质的作用及遗传本质的认识更加深入了。

对遗传的发展作出建树的还有约翰生 (Johannsen

1859—1927) 和贝特生 (Bateson, W) 等人。约翰生于 1909 年发表了“纯系学说”, 成为育种的基础理论之一, 并提出了“基因”一词, 代替了孟德尔假定的遗传因子。同年, 贝特生提出了遗传学这一学科的名称, 还创立了等位基因、杂合体、纯合体等遗传学术语, 发表了重要著作《孟德尔的遗传原理》。

在细胞遗传学的形成和发展上作出突出贡献的摩尔根 (Morgan, T. H. 1866—1945), 他同他的学生以果蝇为材料, 结合细胞学的研究, 证明基因存在于染色体上, 呈直线排列, 并发现了基因连锁与交换规律, 发表了著名的《基因论》, 逐渐形成了一套经典的遗传学理论体系即染色体的基因理论。以后的遗传学就以基因学说为基础, 进一步深入到各个领域, 建立了众多的分支和完整的体系。

随着物理化学的研究进展, 许多学者利用各种射线照射动植物体, 诱导基因突变获得了成功, 并逐渐用于育种实践, 从而发展了辐射遗传学及辐射育种学。随着农作物杂种优势的研究及利用, 遗传学上又产生了一些杂种优势的遗传假说。这些成就都为进一步探索遗传变异开辟了新途径, 并为育种实践提供了更多的依据。

现代遗传学的发展 四十年代以后, 遗传学开始了一个新的转折, 主要表现在两个方面: 一是理化因素诱变; 二是以微生物为材料, 研究基因的原初作用、精密结构、化学本质、突变机制以及细菌的基因重组、基因调控等, 取得了, 往在高等生物研究中难以得到的成果, 大大丰富了遗传学的基础理论, 使遗传学的发展由细胞遗传学时期发展到微生物遗传学时期, 进而发展到分子遗传学时期。应该提到的是,

1941年比德尔 (Beale) 和塔特姆 (Tatum) 利用红色面包霉为材料, 系统地研究了生化合成与基因的关系, 提出了一种基因一种酶的理论, 证明了基因通过它所控制的酶决定生物代谢中的生化反应, 进而决定着遗传性状。以后, 阿弗莱 (Avery) 等人的细菌的转化试验有力地证明了去氧核糖核酸 (DNA) 是遗传物质。

特别值得提出的是, 1953年英国生物学家克里克 (Crick) 和美国生物化学家沃森 (Watson), 把前人研究的资料汇总起来, 用 X 射线衍射分析研究, 提出了著名的 DNA 双螺旋结构模型, 这对解释染色体的复制和生物性状的遗传, 找到了理论根据, 明确了基因是 DNA 分子链上的各个片断, 从而奠定了分子遗传学的基础, 标志着遗传学发展到了一个新高度。分子遗传学的建立犹如遗传学中的“生长点”, 表现了巨大的生命力。

六十年代, 蛋白质和核酸的人工合成以及中心法则的建立, 遗传密码的确定, 基因作用的调控以及突变分子的揭示等, 使遗传学的发展走在了生物科学的前列。同时它的影响也渗透到生物学的每一学科之中, 成为生物科学和分子生物学的中心学科。在发展趋势上, 它继续以原核生物为材料向纵深发展的同时, 又重点地向真核生物分子遗传学、发育遗传学和遗传工程学三个方向发展。目前, 从七十年代开始已进入人工合成基因的新时期, 并利用细胞融合、转化, 基因工程等新技术, 朝着定向地改造生物的遗传结构的新水平迈进。

回顾遗传学八十多年来的发展历史, 表明遗传学是一门发展很快的科学, 也是一门重要的科学。它的分支几乎扩展

到生物学的所有领域，成为生物科学的中心。遗传学之所以能够这样迅速地发展，一方面由于遗传学与许多科学相互结合与渗透，促进了一些边缘学科的形成；另一方面，由于遗传学广泛应用近代物理、化学的新成就、新技术，因而使遗传学的研究能由表及里，由浅入深，由简单到复杂，由宏观到微观，逐步深入地研究遗传的物质基础和这些物质的功能，以及遗传物质怎样控制生物性状的遗传等重大问题。

现代遗传学已发展成为三十多个分支，如细胞遗传学、生化遗传学、发育遗传学、分子遗传学，等等。其中分子遗传学已成为生物学中最活跃和最有生命力的学科之一；而遗传工程则是在分子遗传学的理论基础上的—门新技术。采用这种新技术来改良种植的植物、饲养的动物以及微生物，将导致一次新的技术革命。

第一章 生物的遗传和变异

遗传和变异是生命的普遍现象，二者总是同时出现。任何一种生物在繁殖后代绵延种族的过程中，其子代与亲代以及子代与子代之间，都能保持着相似的性状，同时又能产生某些差异。既保持着相对的稳定性，又能发生变化，是各种生物共同的特征，也是生物进化和品种选育的基础和保证。

第一节 遗传变异的概念

一、遗传的概念 遗传，是指生物的子代与亲代之间的相似性。生物在繁殖过程中，都能将它们的特征特性从亲代传给子代，具有使子代保持与亲代相似的本领。俗话说，“种瓜得瓜、种豆得豆”。泰山1号小麦种植上几代后，还是泰山1号的长相；北京鸭繁殖几代后，仍具有北京鸭的特征，短期内看不出明显的变化。这就是说，各种生物或各种品种在世代相传的过程中，都能保持着性状的相对稳定性。

为什么生物的子代能够发育出与亲代相似的性状呢？简略地说，是由于在繁殖过程中，子代接受了亲代传下来的成套的遗传物质，子代按照这套遗传物质的规定，发育成与亲代相似的各种性状。生物的各种性状，如小麦的长芒、抗锈病、红粒等等，都有相应的遗传物质控制着。遗传学上，对

控制各个性状遗传的基本物质单位，通称为“基因”。如长芒性状有长芒基因，短芒性状则有短芒基因；白粒性状有白粒基因，红粒性状则有红粒基因。生物的各种基因，都具有相对的稳定性，即一般不发生变化，因而生物的性状也具有相对稳定性。

二、变异的概念 变异，是指子代与亲代之间的相异性，也就是子代与亲代或同一亲本的子代个体之间，有些性状彼此不同的现象。

地球上的任何生物或任何品种，其子代与亲代以及子代的不同个体之间，既有“大同”，又总是有些“小异”，世界上没有绝对相同的两个生物个体，也没有绝对不变的物种，其根源就在于生物具有变异的特性。例如，目前栽培的水稻品种不下数千个，但考查它的历史，都起源于极少数的野生种，现在它们之所以有各种性状的不同，就是由于水稻在长期世代相传的种族繁衍过程中，不断发生变异和经过选择的结果。

生物性状的变异，有的能够遗传给后代，叫“可遗传的变异”，有的则不能遗传给后代，叫“不遗传的变异”。可遗传的变异，是由于遗传物质发生变化所产生的变异。外界因素的作用，是变异的必要条件，但必须通过生物体内部遗传物质的变化，这种变异才能够遗传给后代。例如用放射性物质处理某一作物品种，使其遗传物质发生分子结构的变化，从而产生性状的变异，这样的变异能够遗传给后代。再如，我们用两个性状不同的品种杂交，使杂种后代发生遗传物质组成成分的变化，这样的变异也能遗传。如果外界条件的影响仅仅使某些外部性状发生变异，而遗传物质并未变化，则这

种变异不能遗传给后代。例如，我们在营养与光照条件特别好的地方选出一株穗大粒多的变异植株，下一年再种到一般大田里，就表现不出上一年那样的穗大粒多的性状了。就是说，在上一年因条件优越而发生的变异没有得到遗传。因为这种变异只是外界条件造成的暂时影响，而没有使遗传物质发生变化的缘故。

以上两种变异有时容易分清楚，有时不易分清。例如长芒小麦后代中产生了无芒变异；红粒高粱后代中出现了白粒变异单株等，类似这样的性状变异，一般是能够遗传的。但是可遗传的变异与不遗传的变异往往交织在一起，例如在杂种后代中有的植株高，有的植株矮；有的穗子大，有的穗子小等，可能是由于遗传物质的变化造成的，也可能是由于地力肥瘦不同造成的，但多数情况是两者共同造成的。所以正确区分这两种变异是遗传育种工作的重要课题之一。对育种工作来讲，能够遗传的变异才有意义，因为不可能从不能遗传的变异中选出新品种来。

三、遗传与变异的关系 生物在世代相传的种族繁衍过程中，既有遗传，又同时有变异，二者既是对立的，又是辩证统一的，是矛盾统一体的两个侧面。

生物的遗传，代表着生物相对不变的一面，生物靠着遗传，才能保持种族的相对稳定；农作物品种才能保持原有的优良性状。但这种不变是相对的，而变则是绝对的。假如生物没有变异，就不能出现各种新类型，也就不能适应复杂的环境条件，生物的发展进化及人类选育新品种也就不可能。正是由于遗传与变异的矛盾统一，促进了生物的发展与进化。