

农业技术干部培训丛书



# 作物遗传 和育种

王象坤 编

科学普及出版社

农业技术干部培训丛书

# 作物遗传和育种

王象坤 编

科学普及出版社

## 内 容 提 要

《作物遗传和育种》是农业技术干部培训丛书的一个分册。

全书共分十二章，第一至第八章为遗传学部分，主要内容为作物遗传学的基础知识。第九至第十二章为作物育种学部分，主要内容为诱变育种、远缘杂交、多倍体育种和单倍体育种四种非常规育种的原理和方法。

本书可供农业科技人员、农业干部、农村知识青年以及中央农业广播学校师生学习和参考，也可作为农技人员短期培训的选用教材。

农业技术干部培训丛书

作物遗传和育种

王 象 坤 编

责任编辑：刘庆坤

封面设计：刘玉忠

\*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷一厂印刷

\*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：7½ 字数：162千字

1985年1月第1版 1985年1月第1次印刷

印数：1—8,850册 定价：0.90元

统一书号：16051·1055 本社书号：0865

## 《农业技术干部培训丛书》编委会名单

**主编：**沈其益

**编委**（按姓氏笔划）：

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王在德 | 王沛有 | 王经武 | 王象坤 | 孔繁玲 | 古希昕 |
| 兰林旺 | 卢宗海 | 甘孟侯 | 陈 仁 | 陈兆良 | 陈兆英 |
| 苏宝林 | 陆子豪 | 郑开文 | 季学禄 | 张淑民 | 金瑞华 |
| 俞家宝 | 胡先庚 | 祖康祺 | 施森宝 | 徐楚年 | 黄汉炎 |
| 常 城 | 解春亭 |     |     |     |     |

## 序 言

农业是国民经济的基础，加快农业发展必须依靠政策和科学。提高当前农村的科技人员、领导干部和广大知识青年的农业科学技术知识水平，又是加快发展农业生产，把科学技术转化为生产力的一项重要措施。《农业技术干部培训丛书》就是为了适应这个需要而编写的。

这套丛书包括《小麦》、《玉米》、《棉花》、《北方水稻》、《蔬菜》、《北方果树》、《作物遗传和育种》、《土壤》、《肥料》、《植物病理基础知识》、《农业昆虫基础知识》、《农药基础知识》、《田间试验统计》、《植保机械》、《排灌机具》、《小型拖拉机和农机具》、《畜牧》、《家畜普通病》、《畜禽传染病和寄生虫病》以及《农业经济管理》等 20 个分册。今后为了适应农业新形势的发展和农村广大科技人员的需要，还将增编其它新的分册。

这套丛书中的《小麦》、《玉米》、《棉花》、《作物遗传和育种》、《土壤》、《肥料》、《昆虫植病基础知识》和《农药基础知识》原是北京农业大学部分教师深入农村，进行农业技术函授教育和总结经验编写的函授教材，曾在我国北方农村试用多年，读者感到深入浅出，既有理论知识，又能联系实际，学了会用，有利于自学提高，受到读者的欢迎。河北省科学技术协会和河北省科学普及创作协会为了满足该省广大读者的需要，邀请北京农业大学组成编写组，对上述教材进行补充修订，并增加《畜牧》、《兽医》和《畜禽传染病和寄生

虫病》3个分册，由河北省科学技术协会在内部发行，以推动农业技术干部培训工作，也受到广大科技人员和各级领导的欢迎。不少省、市科协也对这套丛书给予重视，要求面向全国扩大发行，以满足我国广大农村科技人员、领导干部和农村知识青年的需要。

为此，《农业技术干部培训丛书》编委会决定，除对上述各分册进行补充修订外，再增加9个新的分册，由科学普及出版社正式出版，向全国发行。

我们希望这套丛书经过不断发展、补充和修订，能为我国广大农业科技人员、干部、农村知识青年以及中央农业广播学校学员的学习和进修提供较好的学习参考材料。这套丛书也是业余函授教育的补充和发展，希望《丛书》对青年自学成材，学以致用，推广新的科技成果，发展农业生产起积极的促进作用。

因为我国农业自然条件差别很大，农业生产必须因地制宜，不能生搬硬套。一个专册不可能概括全国各地情况，这套丛书以适应华北为主，并适当照顾其它地区。今后还得按照不同地区和专业需要编写相应的专册。

由于编者知识有限，不当之处请广大读者给予批评指正。

沈 其 益

一九八三年二月

# 前 言

遗传学是研究生物遗传和变异规律的科学。它是生物科学的一门基础理论学科，是育种的理论基础。育种学是创造新品种的学科，也是遗传学的应用科学。育种实践是遗传学理论的源泉，遗传学和育种学相互依赖、相互渗透，又相互促进，这就是遗传学和育种学之间的辩证关系。从历史上看，先有育种实践，以后才有遗传学。然而，自从本世纪初诞生了遗传学以后，育种工作遵循遗传学原理，显著提高了育种效率。现代育种工作者要想更快地和更有效地取得成果，必须利用现代遗传学所提供的新理论、新技术，才能适应育种科学现代化的要求。

本书内容共分十二章，第一到第八章为遗传学部分，主要是作物遗传学的基础知识，一般不涉及动物和微生物方面的材料。第九到第十二章为作物育种学部分。由于常规育种的几种方法已经在《小麦》和《玉米》两本书的育种部分有了较详细的介绍，这里只介绍了诱变育种、远缘杂交、多倍体育种和单倍体育种四种非常规育种的原理和方法。

本书初稿写成后，承北京农业大学农学系遗传教研组吴兰佩教授、赵世绪副教授及林廷安讲师审阅了有关章节，并提出宝贵意见，在此深表谢意。由于作者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，希望读者批评指正。

王 象 坤

一九八三年二月

# 目 录

## 第一章 遗传、变异与进化

|     |          |   |
|-----|----------|---|
| 第一节 | 什么是遗传    | 1 |
| 第二节 | 什么是变异    | 2 |
| 第三节 | 遗传、变异与环境 | 4 |
| 第四节 | 遗传、进化和育种 | 9 |

## 第二章 作物遗传和育种的细胞学基础

|     |                         |    |
|-----|-------------------------|----|
| 第一节 | 作物的繁殖和遗传                | 18 |
| 第二节 | 细胞的结构                   | 20 |
| 第三节 | 细胞的有丝分裂                 | 26 |
| 第四节 | 细胞的减数分裂                 | 31 |
| 第五节 | 植物配子的产生和受精过程            | 37 |
| 第六节 | 高等植物的世代交替和染色体的<br>周期性变化 | 41 |

## 第三章 遗传的基本规律

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 第一节 | 基因的分离规律    | 47 |
| 第二节 | 基因的自由组合规律  | 58 |
| 第三节 | 基因的连锁和交换规律 | 67 |

## 第四章 数量性状的遗传

|     |         |    |
|-----|---------|----|
| 第一节 | 数量性状的特征 | 77 |
|-----|---------|----|



|     |                      |    |
|-----|----------------------|----|
| 第二节 | 数量性状的遗传方式·····       | 81 |
| 第三节 | 数量性状遗传研究的基本统计方法····· | 87 |
| 第四节 | 控制数量性状的基因数怎样推算·····  | 89 |
| 第五节 | 多基因假说和育种·····        | 90 |

## 第五章 细胞质遗传和雄性不育

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 第一节 | 细胞质遗传的特点·····   | 94  |
| 第二节 | 细胞质遗传的物质基础····· | 96  |
| 第三节 | 雄性不育的遗传·····    | 99  |
| 第四节 | 雄性不育的利用·····    | 106 |

## 第六章 生物的变异

|     |                   |     |
|-----|-------------------|-----|
| 第一节 | 什么是突变？它有哪些特点····· | 114 |
| 第二节 | 突变的类型·····        | 119 |

## 第七章 遗传的物质基础

|     |                   |     |
|-----|-------------------|-----|
| 第一节 | 核酸作为遗传物质的证据·····  | 134 |
| 第二节 | 核酸的化学结构和自我复制····· | 137 |
| 第三节 | 基因怎样控制性状·····     | 143 |

## 第八章 遗传工程

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 第一节 | 遗传工程的概念·····    | 153 |
| 第二节 | 基因工程施工的步骤·····  | 155 |
| 第三节 | 细胞工程·····       | 162 |
| 第四节 | 亚细胞水平的遗传工程····· | 165 |
| 第五节 | 展望·····         | 167 |

## 第九章 诱变育种

|     |             |     |
|-----|-------------|-----|
| 第一节 | 诱变育种的意义     | 169 |
| 第二节 | 诱变因素和诱变育种原理 | 172 |
| 第三节 | 诱变处理的方法     | 174 |
| 第四节 | 诱变后代的选择     | 179 |
| 第五节 | 国外辐射育种发展动向  | 184 |
| 第六节 | 其他物理诱变途径    | 186 |

## 第十章 远缘杂交育种

|     |                          |     |
|-----|--------------------------|-----|
| 第一节 | 远缘杂交的意义与成就               | 190 |
| 第二节 | 远缘杂交的理论探讨                | 192 |
| 第三节 | 小麦远缘杂交的范围                | 193 |
| 第四节 | 克服远缘杂交不亲和性与杂种不育的方法       | 198 |
| 第五节 | 克服远缘杂种后代“疯狂分离”与“返亲遗传”的方法 | 202 |
| 第六节 | 对远缘杂交研究的展望               | 204 |

## 第十一章 多倍体育种

|     |          |     |
|-----|----------|-----|
| 第一节 | 多倍体育种的意义 | 206 |
| 第二节 | 多倍体育种原理  | 208 |
| 第三节 | 多倍体育种方法  | 215 |

## 第十二章 单倍体育种

|     |               |     |
|-----|---------------|-----|
| 第一节 | 单倍体育种的意义与途径   | 219 |
| 第二节 | 小麦的花粉育株       | 222 |
| 第三节 | 单倍体小麦植株二倍化的方法 | 227 |

|     |                   |     |
|-----|-------------------|-----|
| 第四节 | 花粉植株后代的选育·····    | 228 |
| 第五节 | 当前单倍体育种研究的重点····· | 230 |

# 第一章 遗传、变异与进化

## 第一节 什么是遗传

在我们生活的地球上存在着一个郁郁葱葱、千姿百态的生物界。这形形色色、各式各样的生物，复杂的如人类及多细胞结构的高等动植物，简单的如单细胞的细菌，甚至非细胞结构的病毒。生物都具有一个共同特点，就是能通过各自不同的繁殖方式产生与自己相似的后代，延续自己的种族。正如大家所熟知的那样，种瓜得瓜，种豆得豆。白粒麦子农大 139 播种后，仍然产生白粒的 139 麦子；黄色马齿型的金皇后玉米播种后，仍然结成金皇后玉米棒子。这种产生与自己相似的同类个体，即类生类现象就是遗传。

上下代之间的遗传现象，不仅表现在白粒小麦产生白粒小麦，黄色马齿玉米产生黄色马齿玉米这类形态特征上，而且也表现在抗寒性、抗病性、耐肥性、早熟性等生理特性上；不仅表现在植株高低、叶片长短、籽粒大小和形状等外部形态上，还表现在内部结构上。如水稻、小麦、玉米结实器官的分化特点，甚至一般人们很难注意到的细微性状，如颖尖颜色的有无、浓淡，护颖的长短、粗细，在亲代与子代之间，也都遗传得那么维妙维肖。

这种子代与亲代之间的遗传现象，是一个品种具有稳定性的根据。我们选育的各种优良作物品种，之所以能在生产

上一代一代地使用，正是由于它具有遗传的特性。如东方红3号小麦品种从1967年育成并推广到生产中去，已经种植了十几年，今天仍在北方冬麦区生产上发挥增产作用。

## 第二节 什么是变异

生物在繁殖后代的遗传过程中，由于内部的和外部的原因，同时也包含着变异的过程。子代与亲代之间，只能相似而不会完全相同。子代个体之间也总是存在着某种程度上的差异，所谓“一母生九子，九子各不同”。这些差异就是变异。

北京市海淀区六郎庄是著名的京西稻产地。四十年代开始引进日本水稻品种以来，第一年水稻一般都表现比较整齐一致。第二年，水稻群体的整齐度就发生了变化，植株的高低，叶片的长短与挺立程度，籽粒形状，抗病性以及成熟期等都发生了变化。这些变化就是变异。当地农民就利用这些变异选育了不少新品种。如他们从银坊品种中选育出早银坊、快银坊、中银坊等。

生物既有遗传的特性，又有变异的特性，这是对立的统一体的两个方面。正因为性状能遗传，才能使优良品种保持着它的优良性。所以，遗传有它积极的一面，可以使不断变化的品种，在一定时期内稳定下来，保持品种的高产性和产量的稳定性。在生产上可以反复使用一个优良品种的根据也就在这里。但是，如果一个品种只有遗传，没有变异，那末，品种就没有改进，没有发展，永远停止不前了。正是由于生物同时存在的变异，育种工作者才可能利用变异选育新品种，这是变异的积极一面。如果一种小麦品种只有变异没

有遗传，那么，高产品种的后代将不是高产品种，抗病品种的后代将不是抗病品种，矮秆品种的后代将不是矮秆品种。所以，任何一个品种，在生产过程中，既有遗传现象，又有变异现象，子代与亲代既相似又不相似，或者某些性状相似，某些性状则不相似，品种总是在不变之中又有变。

在一般的条件下或一定的时期内，在遗传与变异这一对矛盾的统一体中，当遗传成为矛盾的主要方面时，品种保持相对的稳定；而当条件出现转换，变异成为矛盾的主要方面时，有机体的性状发生改变，品种产生变异。有利的变异经过选择稳定下来，成为有机体新的遗传特性，遗传又转化为矛盾的主要方面，新品种又保持相对的稳定。矛盾统一的结果，使品种得到提高和发展。

例如，小麦品种农大 139 自七十年代推广以来，由于高抗条锈病，抗倒伏，耐寒，高产，稳产，适应性广泛，在北京、天津、河北省北部与中部的广大地区，深为社员群众喜爱。十年来，由于各地坚持提纯复壮，使农大 139 的优良性状代代相传，基本上保持了原来的种性。农大 139 这个品种至今仍为广大北方冬麦区的主要当家品种之一。但是，农大 139 品种中仍然不断发生变异。北京市东北旺公社在坚持穗行圃的良种繁育过程中，利用农大 139 的有利变异，陆续选出一系列新品种，如 74093 就是其中之一。74093 除保持了农大 139 的主要优良性状之外，比农大 139 早熟 2 天，在抗叶锈病及防早衰方面，都比农大 139 有所提高。目前，74093 已在北京等地取代了农大 139 部分栽培面积。

上述例子清楚地说明了遗传与变异的辩证统一关系。对待一个优良的作物品种，既要保持它的优良种性，使其相对

稳定，以便在生产的较长时期发挥增产作用；同时，又要重视选择有利的变异，作为选育品种的材料，培育出新的高产品种。

### 第三节 遗传、变异与环境

#### 一、不遗传的变异和遗传的变异

任何生物都会发生变异，作物品种也会发生变异，这是生物界的普遍规律。但是，生物所发生的变异是否都遗传呢？人们很早就注意到，有的变异是遗传的，有的变异则是不遗传的。

大家知道，同一小麦品种，生长在地边的植株一般比田间的植株要高，分蘖要多，穗子也大，籽粒饱满。把这两种有差别的穗子第二年分别种下去，这种差异就不见了，说明这种变异一般是不遗传的。又如，一个高产水稻品种，如果把它种植在瘠薄的土壤中，加以栽培管理粗放，缺水缺肥，所有植株都会变矮，分蘖减少，穗子变小，千粒重降低，产量显著下降。这种变异是否能遗传呢？如果将这些种子收起，第二年将它们改种在肥沃的土壤中，并加以精心管理，结果就会与上一年完全不同，植株高度恢复正常，分蘖明显增多，仍旧是穗大粒多，籽粒饱满，产量又高了，恢复了原来高产品种的优良性状。这个事实告诉我们：良好的生长条件会使优良的遗传特性得到充分发展，不良的生长条件则会抑制这种发展，象这种一般环境条件引起的变异通常是不遗传的。

然而，能遗传的变异也是广泛存在的。如水稻的高秆和矮秆，玉米的黄粒和白粒，小麦的抗病和感病，甘薯的长蔓和短蔓等。这类变异一经出现多半会遗传下去。

再如，一个品种经过辐射处理后，高秆品种中出现矮秆，感病品种中出现抗病单株，晚熟品种中出现早熟植株等，这类变异也是会遗传的。

还有，在有性杂交情况下出现的许多变异，通常也是可以遗传的。

显然，对于育种工作者来说，应该重视的是那些能遗传的变异，因为这种变异才能用来选育新品种。同时，这种变异也可能造成正在使用的品种的退化变劣。

一百多年前，英国生物学家达尔文把生物在改变了的生长条件影响下产生的变异分成两类：一类是一定变异，即在同一的外界环境条件影响下，同一品种的有机体都发生同一方向的变异，如肥沃的土壤可使植株普遍变高；另一类是不定变异，即在同一的外界环境条件下，同一品种的有机体发生不同方向的变异，如经过辐射处理后，同一品种的植株中出现晚熟、中熟、早熟等各种变异类型。

## 二、基因型和表现型

亲代是怎样将性状传给子代的呢？

大多数高等植物，如农作物是通过有性繁殖来传宗接代的，也就是通过两性细胞的结合将亲代的各种性状传给子代。性细胞是怎样将上一代的性状传给下一代的呢？过去曾有人认为，性细胞里就含有亲代的全部性状，精子或卵子里就有父母的缩影。欧洲还有一个科学家画了一个人的精子，



里面就有着一个小人。可是在最精密的电子显微镜下，谁也没有看到过精子或卵子里有丝毫象人的形象。小麦的受精卵里也看不到小麦的微小植株或任何性状。那么，亲代究竟把什么东西传给子代，才使子代象亲代呢？

现代遗传学的研究表明，生物的性状不是直接遗传的。生物通过雌雄生殖细胞的结合或者由体细胞（如甘薯、马铃薯等）发育成新的个体时，要经过一系列复杂的质变过程，这个过程叫做个体发育。例如，小麦的分蘖是经分蘖期前一系列质变形成的，穗部性状是在穗分化时期经过复杂的质变而形成的，子代的所有性状都在个体发育过程中重新形成。而不是由亲代继承了现成的性状表现出来的。

性状、特性的遗传实际是亲代将一整套的遗传物质传给子代的。生物的任何性状都是以该性状的遗传物质为基础，在一定的环境条件影响下发育起来的。性状的发育不能没有发育该性状的遗传物质，也不能没有发育该性状的环境条件。

亲代传递给子代的一整套遗传物质叫遗传基础或称基因型，因子型、遗传型等。叫法虽不同，所说的都是一个概念。基因型经过个体发育所表现出来的性状叫表现型。

现代遗传学的研究证明，生物遗传的物质基础主要是细胞核里的 DNA 即去氧核糖核酸，DNA 是基因和染色体的主要成分，基因是遗传的基本单位，千百个基因都位于细胞核的染色体上。除了染色体带有遗传因子外，细胞质里也有一些遗传因子，也有一些基因属性的物质。因此，这里所说的遗传基础即基因型，是指亲代传给子代的一整套的遗传物质总和，它包括细胞核内的染色体及其上面分化的基因、细胞质中所有的细胞质基因等。