

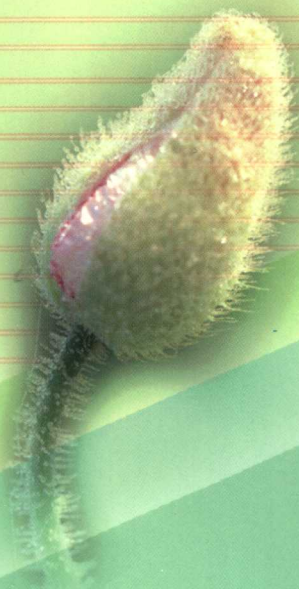


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教育)

# 植物遗传育种及 种苗繁育

郭才 霍志军 主编



中国农业大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教育)

# 植物遗传育种及种苗繁育

郭 才 霍志军 主编

中国农业大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

植物遗传育种及种苗繁育/郭才,霍志军主编. —北京:中国农业大学出版社,2006.9  
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

ISBN 7-81117-065-5

I. 植… II. ①郭… ②霍… III. ①植物育种:遗传育种②植物-种子繁殖 IV. S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 082788 号

**书 名** 植物遗传育种及种苗繁育

**作 者** 郭 才 霍志军 主编

**策划编辑** 孙 勇

**责任编辑** 孟 梅

**封面设计** 郑 川

**责任校对** 王晓凤 陈 莹

**出版发行** 中国农业大学出版社

**社 址** 北京市海淀区圆明园西路 2 号

**邮政编码** 100094

**电 话** 发行部 010-62731190,2620

**读者服务部** 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

**出 版 部** 010-62733440

**网 址** <http://www.cau.edu.cn/caup>

**E-mail** caup@public.bta.net.cn

**经 销** 新华书店

**印 刷** 北京鑫丰华彩印有限公司

**版 次** 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

**规 格** 787×1 092 16 开本 19 印张 463 千字

**印 数** 1~3 000

**定 价** 25.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

**主 编** 郭 才(黑龙江农业经济职业学院)  
霍志军(黑龙江农业职业技术学院)

**副 主 编** 崔振海(黑龙江农业工程职业学院)  
梁忠斌(辽宁铁岭农业职业技术学院)

**编 者** 胥学峰(吉林农业科技学院)  
张文新(辽宁农业职业技术学院)  
李同华(黑龙江生物科技职业学院)  
郭艳华(黑龙江农垦农业职业学院)  
刘 威(辽宁铁岭农业职业技术学院)

**主 审** 杜广平

## 内 容 提 要

本书是高等职业教育技能型人才培养培训工程系列教材之一,在编排上充分考虑高职院校的培养目标、教学要求和学生特点,采取模块式结构构建,每个模块自成体系,立足实用性和针对性,内容新颖,文字精练,通俗易懂,理论联系实际,便于学生学习和教学安排。本教材共分四个单元 30 个模块进行编写,主要包括:分离规律、独立分配规律、连锁遗传规律、数量性状遗传、近亲繁殖、杂种优势、细胞质遗传、雄性不育、基因突变、染色体变异、分子遗传学基础、育种目标、种质资源、引种、选择育种、有性杂交育种、杂种优势育种、诱变育种、倍性育种、离体培养育种、分子育种、植物繁殖方式、种苗生产的程序与方法、粮食作物的种子生产技术、蔬菜作物种苗生产技术、果树种苗生产技术、草本园林植物种苗生产技术、木本园林植物种苗生产技术、种子室内检验、种苗田间检验。全书能够充分反映植物遗传基础、现代育种技术和植物种子生产中形成的新知识、新成果和新技术。

每个模块后,都附有复习思考题和相关实验实习,便于学生复习和即学即练。

本书可作为高职高专院校、本科院校举办的职业技术学院、五年制高职、成人教育农林类各专业的教材,建议教学时数为 90~120 学时,也可供相关专业学生和广大农业科技工作者参考。

## 前 言

现代教科书种类繁多,大学、高职、中专教材比比皆是,有关植物育种、良种繁育、种子检验等教材也是多种版本,但大都存在内容单一,知识面窄,理论过深,缺乏实用性,内容却越积越多的特点。本教材在编排上充分考虑高职院校的培养目标和教学要求,采取模块式结构构建,每个模块自成体系,融会了植物遗传基本原理、各类植物育种方法、种子生产的最新研究成果和发展,注重理论知识的指导性和技能知识的实用性,内容全面,覆盖面宽,理论联系实际。教学内容符合高职学生现状,培养目标符合用人单位需求。

本教材编写人员分工如下:种苗生产的程序与方法、粮食作物的种子生产技术由黑龙江农业经济职业学院郭才编写;分离规律、独立分配规律、种质资源、草本园林植物种苗生产技术、木本园林植物种苗生产技术由黑龙江农业工程职业学院崔振海编写;连锁遗传规律、育种目标、种子室内检验、种苗田间检验由黑龙江农业职业技术学院霍志军编写;数量性状遗传、基因突变、选择育种、有性杂交育种、杂种优势育种由辽宁农业职业技术学院张文新和辽宁铁岭农业职业技术学院刘威编写;细胞质遗传、雄性不育、诱变育种、果树种苗生产技术由吉林农业科技学院胥学峰编写;近亲繁殖、杂种优势、引种、蔬菜作物种子生产技术由辽宁铁岭农业职业技术学院梁忠斌编写;染色体变异、分子遗传学基础、倍性育种、离体培养育种、分子育种由黑龙江生物科技职业学院李同华编写;植物繁殖方式由黑龙江农垦农业职业学院郭艳华编写。

本教材广泛参阅、引用了许多专家、学者的著作、论文和教材的部分内容,在此一并致以诚挚的谢意。

由于编写人员水平有限,书中难免有一些不足和错误之处,欢迎广大读者批评指正,以便我们今后修订、补充和完善。

编 者

2006年5月

# 目 录

## 第一单元 植物遗传学基础

<b>模块 1 分离规律</b> .....	3
1.1 孟德尔的豌豆杂交试验 .....	3
1.2 一对相对性状的杂交试验 .....	3
1.3 分离现象的解释 .....	5
1.4 表现型和基因型及基因型分析 .....	6
1.5 分离规律的验证 .....	6
1.6 分离规律及其实质 .....	7
实验实习 .....	9
<b>模块 2 独立分配规律</b> .....	10
2.1 两对相对性状的遗传 .....	10
2.2 独立分配现象的解释 .....	11
2.3 独立分配规律的验证 .....	12
2.4 独立分配规律及实质 .....	13
2.5 多对基因的遗传 .....	13
2.6 独立分配规律的应用 .....	14
<b>模块 3 连锁遗传规律</b> .....	16
3.1 连锁遗传的表现 .....	16
3.2 连锁遗传的解释与验证 .....	17
3.3 连锁和交换的遗传机理 .....	19
3.4 连锁遗传规律的应用实例 .....	22
<b>模块 4 数量性状遗传</b> .....	25
4.1 数量性状的特征 .....	25
4.2 数量性状遗传的解释 .....	26
4.3 数量性状遗传研究统计分析方法 .....	28
<b>模块 5 细胞质遗传</b> .....	32
5.1 细胞质遗传的概念和特点 .....	32
5.2 叶绿体遗传 .....	33
5.3 线粒体遗传表现 .....	34
5.4 细胞质遗传的分子基础 .....	34
5.5 细胞质基因和细胞核基因的关系 .....	35
<b>模块 6 雄性不育</b> .....	38
6.1 雄性不育的类别及其遗传特点 .....	38
6.2 雄性不育性的利用 .....	41

<b>模块 7 近亲繁殖</b> .....	43
7.1 近亲繁殖的概念 .....	43
7.2 近亲繁殖的遗传效应 .....	43
7.3 回交的遗传效应 .....	44
7.4 纯系学说 .....	45
7.5 近亲繁殖在育种上的利用 .....	46
<b>模块 8 杂种优势</b> .....	48
8.1 杂种优势的表现 .....	48
8.2 $F_2$ 杂种优势的衰退 .....	49
8.3 杂种优势的遗传理论 .....	49
8.4 杂种优势的利用 .....	50
实验实习 .....	51
<b>模块 9 基因突变</b> .....	53
9.1 基因突变的概念和特征 .....	53
9.2 基因突变与性状表现 .....	56
9.3 基因突变的鉴定与诱发 .....	57
<b>模块 10 染色体变异</b> .....	60
10.1 染色体形态结构变异 .....	60
10.2 染色体数目的变异 .....	65
<b>模块 11 分子遗传学基础</b> .....	70
11.1 遗传物质的化学本质 .....	70
11.2 遗传信息的传递规律 .....	75
11.3 基因的表达调控 .....	79

## 第二单元 植物育种方法

<b>模块 12 育种目标</b> .....	85
12.1 现代农业对作物品种性状的要求 .....	85
12.2 制定育种目标的一般原则 .....	87
<b>模块 13 种质资源</b> .....	89
13.1 种质资源的概念和重要性 .....	89
13.2 种质资源的分类 .....	90
13.3 种质资源的搜集与整理 .....	92
13.4 种质资源的保存 .....	93
13.5 种质资源的研究和利用 .....	96
实验实习 .....	97
<b>模块 14 引种</b> .....	99
14.1 引种的概念及意义 .....	99
14.2 引种的基本原理 .....	100



---

14.3 引种方法	102
实验实习	104
<b>模块 15 选择育种</b>	<b>105</b>
15.1 选择与选择育种	105
15.2 有性繁殖植物的选择育种	107
15.3 选择育种中的株选方法	111
15.4 有性繁殖植物选择育种的程序	113
15.5 无性繁殖植物的选择育种	116
<b>模块 16 有性杂交育种</b>	<b>120</b>
16.1 有性杂交育种的概念	120
16.2 有性杂交育种的杂交方式	120
16.3 杂交亲本的选择与选配	122
16.4 杂交技术	124
16.5 杂种后代的处理	125
<b>模块 17 杂种优势育种</b>	<b>128</b>
17.1 杂种优势与利用	128
17.2 选育一代杂种的程序	130
17.3 雄性不育系的选育和利用	133
17.4 自交不亲和系的选育和利用	134
<b>模块 18 诱变育种</b>	<b>137</b>
18.1 诱变育种的概念及特点	137
18.2 辐射诱变育种	138
18.3 化学诱变育种	142
18.4 诱变育种程序	144
<b>模块 19 倍性育种</b>	<b>147</b>
19.1 多倍体育种	147
19.2 单倍体育种	150
<b>模块 20 离体育种</b>	<b>153</b>
20.1 离体育种概述	153
20.2 植物离体快速繁殖	160
20.3 花粉和花药培养	161
20.4 胚和胚乳的培养	162
20.5 原生质体培养和植物细胞融合	163
实验实习	165
<b>模块 21 分子育种</b>	<b>170</b>
21.1 分子标记辅助育种	170
21.2 植物基因工程与转基因植物	175

## 第三单元 植物种苗繁育技术

<b>模块 22 植物繁殖方式</b> .....	183
22.1 繁殖的概念及意义 .....	183
22.2 植物繁殖方式的分类 .....	183
<b>模块 23 种苗生产的程序与方法</b> .....	188
23.1 常规种子生产的程序与方法 .....	188
23.2 杂交制种技术 .....	191
23.3 品种混杂退化原因及防止方法 .....	193
23.4 加速良种繁育的方法 .....	198
<b>模块 24 粮油作物种子生产技术</b> .....	201
24.1 主要农作物常规种子生产技术 .....	201
24.2 玉米杂交种子生产技术 .....	204
实验实习 .....	210
<b>模块 25 蔬菜植物种子生产技术</b> .....	213
25.1 大白菜种子生产技术 .....	213
25.2 番茄种子生产技术 .....	216
25.3 黄瓜种子生产技术 .....	217
25.4 马铃薯种薯生产技术 .....	220
实验实习 .....	223
<b>模块 26 果树种苗生产技术</b> .....	226
26.1 建立母本园和苗圃 .....	226
26.2 果树良种繁殖材料的选择 .....	227
26.3 果树种苗的培育 .....	228
26.4 无病毒果苗的生产 .....	229
26.5 苗木出圃 .....	232
26.6 种苗生产的档案制度 .....	233
<b>模块 27 草本园林植物种苗生产技术</b> .....	235
27.1 花卉种苗生产概况 .....	235
27.2 花卉种子的类型 .....	237
27.3 常规种子生产技术 .....	238
27.4 $F_1$ 代杂种的生产 .....	239
27.5 花卉种子生产基地的建立和管理 .....	241
27.6 花卉种苗生产技术 .....	243
实验实习 .....	247
<b>模块 28 木本植物种苗生产技术</b> .....	250
28.1 种子园的建立 .....	250
28.2 采穗圃 .....	252

## 第四单元 植物种苗检验

<b>模块 29 种子室内检验</b> .....	257
29.1 种子标准化 .....	257
29.2 室内种子检验程序 .....	258
29.3 种子检验技术 .....	260
实验实习 .....	279
<b>模块 30 种苗田间检验</b> .....	281
30.1 种苗田间检验意义 .....	281
30.2 种苗田间检验内容与时期 .....	282
30.3 种苗田间检验程序与方法 .....	283
实验实习 .....	285
<b>参考文献</b> .....	287

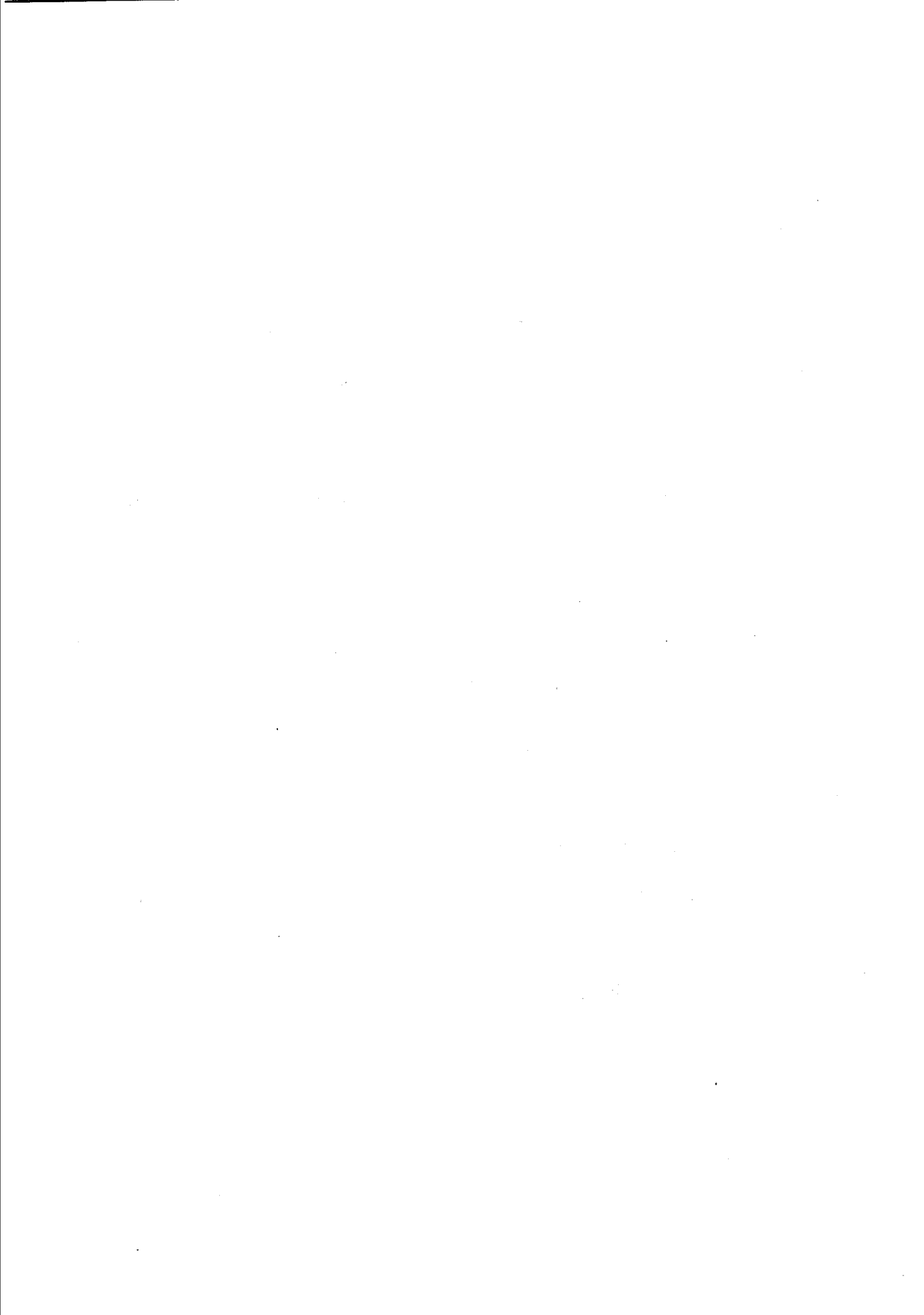
# 第一单元

## 植物遗传学基础

植物遗传学是研究植物遗传和变异的科学。植物遗传和变异是植物最基本属性,是生命世界的一种自然现象。植物子代与亲代间相似的现象就是遗传,子代与亲代以及子代个体间的差异就是变异。

“种瓜得瓜,种豆得豆”、“一母生九子,九子各不同”就是我国民间对遗传和变异现象的形象概括。遗传与变异是生命运动中的一对矛盾,它们相互对立,相互制约,在一定条件下又相互转化。遗传是相对的、保守的,而变异是绝对的、发展的。没有遗传,就不可能保持物种的相对稳定性,没有变异,也就不可能有物种的进化和新品种的选育。遗传和变异这对矛盾不断运动,经过自然选择,才形成形形色色的物种,同时,经过人工选择,才育成适合人类需要的众多品种。因此,遗传、变异和选择是生物进化和新品种选育的三个基本因素。

植物遗传学的任务就是从研究遗传变异的现象出发,探索植物遗传变异的原因及其物质基础,揭示其内在的规律,进而指导人们能动地改造植物,控制种性,为人类谋福利。



# 模块1 分离规律

## 知识目标

- 了解植物一对相对性状在遗传过程中的分离现象和分离规律。
- 从理论上认识并掌握植物产生性状分离的原因及分离规律的实质。

## 技能目标

- 通过玉米 $F_2$ 代粒色显性性状和隐性性状的观察和统计,除验证分离规律外,应深入掌握分离规律在育种上的广泛应用。

分离规律是孟德尔从一对相对性状遗传试验中总结出来的。孟德尔(1822—1884)出生于奥地利的一个农民家庭。父亲是农民,擅长嫁接,母亲是园林工人。由于家庭的影响,孟德尔从小酷爱自然科学。他于1851年在维也纳大学学习,1853后从维也纳到修道院当修道士,直至1868年当选为修道院院长。他从1856年起就在修道院的花园里种植豌豆,开始他的“豌豆杂交试验”,到1864年共进行了8年,发现了前人未认识到的分离规律。

## 1.1 孟德尔的豌豆杂交试验

孟德尔选取用严格自花授粉的豌豆为试验植物,从中选取了许多稳定的、易于区分的性状作为观察分析的对象,从一对相对性状遗传试验中总结出了分离规律。所谓性状,是生物体所表现的形态特征和生理特性的总称。孟德尔把植物表现的性状区分为各个单位作为研究对象,这些被区分开的每一个具体性状称为单位性状。例如,豌豆的花色、种子形状、子叶颜色、豆荚形状、未熟豆荚颜色、花序着生部位和植株高度等性状,就是7个不同的单位性状。不同的单位性状有着各种不同的表现,如豌豆花色有红花和白花,种子形状有圆粒和皱粒、子叶颜色有黄色和绿色等。这种同一单位性状在不同个体间所表现出来的相对差异,称为相对性状。

## 1.2 一对相对性状的杂交试验

孟德尔在做豌豆的杂交试验时,选用有明显差异的7对相对性状的品种作为亲本,分别进行杂交,按照杂交后代的系谱关系进行详细的记载,并采用统计学的方法对杂种后代表现相对性状的株数进行计算,最后分析了它们的比例关系。

——现以其中的红花×白花的杂交组合试验结果为例加以说明(图1-1)。红花与白花为一对相对性状。

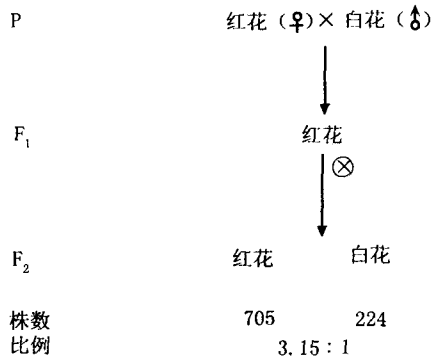


图 1-1 豌豆花色的遗传

图 1-1 中, P 表示亲本, ♀ 表示母本, ♂ 表示父本, × 表示杂交。F<sub>1</sub> 表示杂交第一代, 是指杂交当代母本所结的种子及由它所长成的植株, 在杂交时先将母本的雄蕊完全摘除(去雄)然后将父本的花粉授到母本的柱头上(人工授粉), 去雄和授粉后还必须套袋隔离, 防止其他花粉授粉。⊗ 表示自交, 是指同一植株上的自花授粉或同一植株上的异花授粉。F<sub>2</sub> 表示杂种第二代, 是指由 F<sub>1</sub> 自交产生的种子及由它所长成的植株。依此类推, F<sub>3</sub>、F<sub>4</sub> 分别表示杂种第三代和杂种第四代等。

杂交结果: ① 花色表现, 红花 × 白花所产生的 F<sub>1</sub> 植株全部开红花。F<sub>1</sub> 自交后, 在 F<sub>2</sub> 群体中出现了开红花和开白花的两种类型。② 两种花色的株数表现, 共 929 株, 其中 705 株开红花约占总数的 3/4, 224 株开白花约占总数的 1/4, 两者的比例接近于 3 : 1。

孟德尔还反过来进行白花(♀) × 红花(♂) 的杂交试验, 所得结果与前一杂交组合完全一样, F<sub>1</sub> 全部开红花, F<sub>2</sub> 群体中红花与白花比例也同样接近于 3 : 1。如果把前一杂交组合称为正交, 则后一代杂交组合为反交。正、反交的结果完全一样, 说明 F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 的性状表现不受亲本杂交组合方式的影响。

孟德尔在豌豆的其他 6 对相对性状的杂交试验中, 也获得了同样的结果。现将其试验资料汇总于表 1-1。

表 1-1 孟德尔豌豆一对相对性状杂交试验结果

性状	杂交组合	F <sub>1</sub> 表现的 显性性状	F <sub>2</sub> 的表现		
			显性性状	隐性性状	显性 : 隐性
花色	红花 × 白花	红花	705 红花	224 白花	3.15 : 1
种子形状	圆粒 × 皱粒	圆粒	5474 圆粒	1850 皱粒	2.96 : 1
子叶颜色	黄色 × 绿色	黄色	6022 黄色	2001 绿色	3.01 : 1
豆荚形状	饱满 × 不饱满	饱满	882 饱满	299 不饱满	2.95 : 1
未熟豆荚颜色	绿色 × 黄色	绿色	428 绿色	152 黄色	2.82 : 1
花序着生位置	腋生 × 顶生	腋生	651 腋生	207 顶生	3.14 : 1
植株高度	高的 × 矮的	高的	787 高的	277 矮的	2.84 : 1

杂交结论:孟德尔从以上7对相对性状的杂交结果中看到了两个共同的特点:

(1)  $F_1$  所有植株的性状表现都是一致的,都只表现一个亲本的性状,而另一个亲本的性状隐而未现。他将在  $F_1$  中表现出来的性状称为显性性状,如红花、圆粒等;在  $F_1$  未表现出来的性状称为隐性性状,如白花、皱粒等。

(2) 在  $F_2$  代群体中,植株个体之间在性状上表现不同,一部分植株表现了显性性状,另一部分植株则表现了隐性性状,即显性性状和隐性性状都同时表现出来,二者之比大约为 3:1。隐性性状在  $F_2$  代中能够重新表现出来,说明隐性性状在  $F_1$  代是暂时隐蔽并没有消失。孟德尔把同一个体后代出现不同性状的现象称为性状的分离现象。

### 1.3 分离现象的解释

这7对相对性状在  $F_2$  中为什么都出现了 3:1 的分离比例呢?孟德尔在解释这些现象时,提出了遗传因子分离假说,科学地解释了分离现象产生的原因。这一假说后来被细胞学的大量遗传实验所证实,并发展成现代基因学说。假说的要点:

(1) 每一性状都是由遗传因子(基因)决定的。

(2) 每个植株的体细胞内控制一对相对性状的遗传因子是成对存在的,即一对遗传因子控制花色,另一对控制种子形状。例如  $F_1$  植株必须有一个控制显性性状的遗传因子和一个控制隐性性状的遗传因子。

(3) 在杂种  $F_1$  体细胞内成对的遗传因子各自独立,互不混杂、互不影响、互不干扰。

(4) 在形成配子时,成对遗传因子彼此分离,均等地分配到不同的配子中去,结果每个配子(花粉或卵细胞)中只含有成对遗传因子中的一个。

(5) 雌雄配子结合,形成合子或新的个体是随机的、机会均等的。

现仍以豌豆红花×白花的杂交试验为例,加以具体分析。

假设:在豌豆花色这对相对性状中,以 C 表示显性的红花因子,以 c 表示隐性的白花因子。由于纯系红花亲本在体细胞中应具有一对红花因子 CC,白花亲本应具有一对白花因子 cc。红花亲本产生的配子中只有一个遗传因子 C,白花亲本产生的配子中只有一个遗传因子 c。虽然产生的雌雄配子的数目很多,但两亲本的配子中分别只有一种,即 C 或 c。受精时,雌雄配子结合  $F_1$  所有个体应具有 C 和 c 两个遗传因子,即基因组合为 Cc。由于 C 对 c 有显性作用,所以  $F_1$  植株的花色全部为红色,只表现显性性状。子一代虽然开红花,但控制白色性状的 c 基因仍独立存在。当  $F_1$  植株自交产生配子时,由于减数分裂,C 与 c 又彼此分离,各被分配到一个配子中(基因分离),所以,产生的配子(雌配子和雄配子)有两种:一种带有遗传因子 C,另一种带有遗传因子 c,两种配子数目相等,而且成 1:1 比例。含有不同遗传因子的雌雄配子结合是随机的。 $F_1$  自交时雌雄配子的结合如图 1-2 所示。

由此可见,含有不同遗传因子的雌雄配子结合是随机的,可有 4 种组合,但实际上遗传因子组合只有三种:1/4 个体带有 CC,2/4 个体带有 Cc,1/4 个体带有 cc。其中 1/4CC 和 2/4Cc 都开红花,而只有 1/4cc 开白花,所以,  $F_2$  群体中红花植株与白花植株的比例为 3:1。



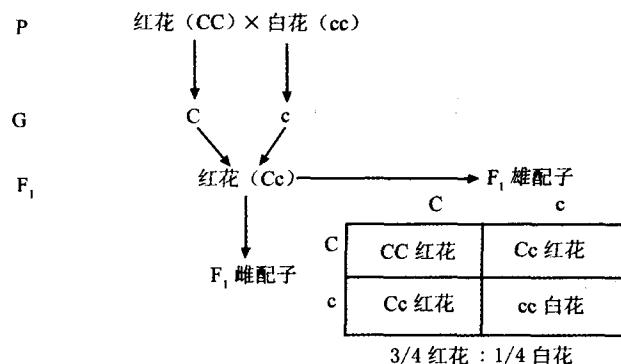


图 1-2 孟德尔对分离现象的解释

## 1.4 表现型和基因型及基因型分析

孟德尔在解释上述遗传试验中所用的遗传因子,就是我们现在所称的基因,如红花基因 C 和白花基因 c,相互为等位基因。因此,在遗传学上,把植物个体细胞内的基因组合称为基因型,例如,决定红花性状的基因型为 CC 和 Cc,决定白花性状的基因型为 cc。基因型是生物性状表现的内在的遗传基础,是肉眼见不到的,只能根据杂交试验通过表现型来确定。表现型是指生物的性状表现,如红花和白花等。表现型是基因型和外界环境共同作用下的具体表现,是可以直接用肉眼观察到的。从基因的组成看,CC 和 cc 两个基因型,等位基因是一样的,这在遗传学上称为纯合基因型,具有纯合基因型的个体称为纯合体。在纯合体中,只含有显性基因的叫显性纯合(CC),只含有隐性基因的叫隐性纯合(cc)。具有一个显性基因和一个隐性基因组成的基因型(Cc),等位基因不同,称为杂合基因型,含有杂合基因型的个体称为杂合体。

## 1.5 分离规律的验证

分离规律是完全建立在一种假设的基础上,这个假设的实质就是成对的基因(等位基因)在配子形成过程中彼此分离,互不干扰,因而配子中只有成对基因的一个。为了证明这一假设的真实性,可以采用以下方法验证。

### 1.5.1 测交法

在遗传和育种中,为了验证某种表现型的个体是纯合基因型还是杂合基因型,常用测交的方法进行验证。

测交是指被测检的个体与隐性纯合个体间的杂交。根据测交子代所出现的表现型种类和比例,来推断未知个体的基因型。因为隐性纯合体只能产生一种含隐性基因的配子,它和含有任何基因(无论是显性基因还是隐性基因)的配子结合,其杂交子代都只能表现出被检测个体配子所含基因的表现型。因此,测交子代表现型的种类和比例恰好反映了被测个体所产生的配子种类和比例,从而可以确定被测个体的基因型。

例如,一株开红花的豌豆不知基因型是 CC 还是 Cc,可与开白花豌豆(必须是隐性的纯合