

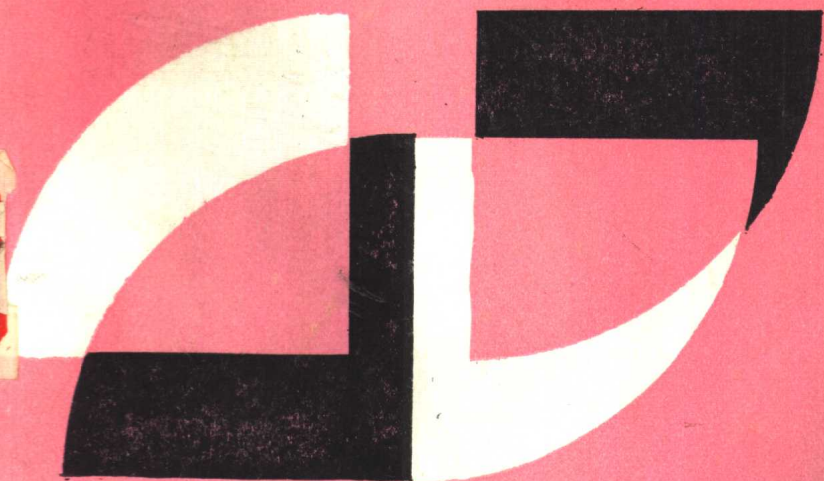
程 经 有 编

遗传学

自学指导书

北京市高等教育自学考试学习指导书

(试用本)



农业出版社

北京市高等教育自学考试学习指导书（试用本）

遗传学自学指导书

程经有 编

农 业 出 版 社

北京市高等教育自学考试学习指导书（试用本）

遗传学自学指导书

程经有 编

* * *

责任编辑 徐建华

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 3.5印张 70千字

1985年9月第1版 1985年9月北京第1次印刷

印数 1—13,000册

统一书号 16144·3011 定价 0.57元

出版说明

高等教育自学考试是为“四化”建设开发智力、选贤育能的新渠道，是把个人自学、社会助学和国家考试结合起来的新型成人高等教育形式。为了提高质量，指导考生自学，帮助开展社会助学活动，我们组织出版一套《高等教育自学考试学习指导书（试用本）》。

这套指导书将指导自学者明确学习目的，以马克思主义的立场、观点和方法学好各门课程的内容，启发自学者独立思考，培养运用所学知识分析和解决实际问题的能力。它将对指定的学习用书提示要点，解释难点，提供参考书目，给以必要的注释，补充一些有助于加深理解和扩大知识面的材料，提供重要实验的指导和一定数量的思考题，以便帮助自学者深入地系统地理解和掌握学习内容。

学习指导书，有的是由主考学校的课程考试委员编写，有的是与其他教师共同编写，由主考学校聘请专家审议的，在此谨向有关专家、主考学校和编者致以谢意，并望广大读者提出宝贵意见。

鉴于目前社会上编写的高等教育自学考试指导、辅导书和试题解答较多，建议考生慎重选择用书。并请有关单位和个人不要用北京市高等教育自学考试学习指导书（或学习用

书)的名义出版书籍。

北京市高等教育自学考试委员会

1934年2月

编 者 的 话

这本遗传学指导书是根据浙江农业大学主编的全国高等农业院校试用教材《遗传学》编写的。全书共分12章，并附有习题解答。本指导书各章根据教材内容提出一些问题，进行解释和讨论。读者应以教材为主，结合指导书进行自学。

目 录

第一章	分离规律.....	1
第二章	独立分配规律.....	4
第三章	遗传的细胞学基础.....	12
第四章	连锁遗传规律.....	19
第五章	染色体结构的变异.....	34
第六章	染色体数目的变异.....	40
第七章	基因突变.....	49
第八章	遗传物质的分子基础.....	55
第九章	遗传工程.....	63
第十章	数量性状的遗传.....	68
第十一章	近亲繁殖和杂种优势.....	79
第十二章	细胞质遗传.....	87
习题解答		94

第一章 分离规律

这一章主要讲述孟德尔如何通过精确的杂交试验，发现并用遗传因子（即基因）解释分离规律；其次围绕分离规律介绍有关的基本概念。现将一些要点说明如下。

一、利用相对性状进行遗传规律研究

在研究遗传规律时，总是把有相对性状差别的亲本杂交，观察这些性状在世代中的表现，统计大量数据，进行分析研究。孟德尔选用豌豆为主要实验材料，进行了大量杂交，从而发现了遗传因子的分离规律和独立分配规律。

所谓相对性状是指属于同一性状的不同类型，如豌豆的花色性状有红花和白花两种类型，红花和白花是一对相对性状；同理，高株和矮株也是一对相对性状。

二、一对相对性状显隐性的确定

一对相对性状的两个成员中何者为显性，何者为隐性，是根据杂种一代的性状表现确定的。比如小麦有芒和无芒一对性状，无芒为显性，有芒为隐性，但水稻中有芒为显性，无芒为隐性，因为前者 F_1 表现无芒，后者 F_1 表现有芒。

三、什么是分离规律

生物性状都由相应的遗传因子控制的。遗传因子在体细胞中成对存在（如纯合体的红花为CC，白花为cc），当个体在形成配子时，成对的基因彼此分离到不同的配子中去，各

个配子只带有成对基因中的一个。杂种一代的一对基因(Cc)分别来自雌、雄配子，虽然处于杂合状态，但彼此并不混合而保持相对的独立性，当杂种一代形成配子时，又按原样分离到不同配子中去，产生数目相等的两种配子。在雌、雄配子自由结合下， F_2 有三种基因型，成 $1:2:1$ 之比；两种表现型，成 $3:1$ 之比。分离规律的实质是成对的遗传因子在形成配子时彼此分离。

四、测交的作用

用开白花的隐性亲本(cc)和开红花的杂种一代(Cc)杂交，以测定杂种一代产生的配子种类和比例，这种杂交叫做测交。按照分离规律，杂种可产生两类配子，其中半数配子带有C因子，半数配子带有c因子，当用开白花的隐性亲本为父本进行测交时，测交子代将有半数开红花，半数开白花。事实与预期的结果相一致。这是因为隐性亲本只产生一种隐性基因c的配子，它不会对由雌配子带来的因子的表型效应起遮盖作用(见教科书32页图2—1)，所以测交子代的表现型种类和比例，可以反映 F_1 产生的配子种类和比例。

测交的方法为孟德尔所首创，后来在遗传研究上被广泛应用。用作测交的隐性亲本叫做测验种。测验种既可以作为父本，也可以用作母本，其结果是一致的。

五、自交是鉴定基因型最简便有效的方法

在完全显性条件下，表现显性性状的个体，其基因型可能是纯合的，也可能是杂合的。这可以通过自交的方法，从自交子代的性状表现来鉴别。显性纯合体的自交后代不会发生性状分离，而显性杂合体的自交后代中，将分离出 $3/4$ 的显性个体， $1/4$ 的隐性个体。

六、不完全显性

具有一对相对性状差别的两个纯合亲本杂交，如 F_1 表现为双亲的中间型，称为不完全显性。如紫茉莉的红花（ RR ）与白花（ rr ）杂交， F_1 为粉红花，所以紫茉莉的红花为白花的不完全显性。 F_1 自交后，在 F_2 群体中将出现 RR 、 Rr 、 rr 三种基因型和相应的红花、粉红花和白花三种表现型，均呈1 : 2 : 1之比。可见在不完全显性条件下，基因型和表现型是一致的，由表现型即可推知其基因型。

复 习 题

教科书[1]36—37页第2，3，5题。

补充题

萝卜的块根有长形、圆形和椭圆形的。各种类型间的杂交产生以下结果：

(1) 长形 × 椭圆形 → 159长形 : 156椭圆形

(2) 椭圆形 × 圆形 → 203椭圆形 : 199圆形

(3) 长形 × 圆形 → 176椭圆形

(4) 椭圆形 × 椭圆形 → 121长形 : 242椭圆形 : 119圆形

试根据上述试验结果综合考虑，确定萝卜长形、圆形和椭圆形间的显隐性关系，并写出各杂交组合亲本的基因型。

[1] 系指浙江农业大学主编的全国高等农业院校试用教材《遗传学》一书，下同。

第二章 独立分配规律

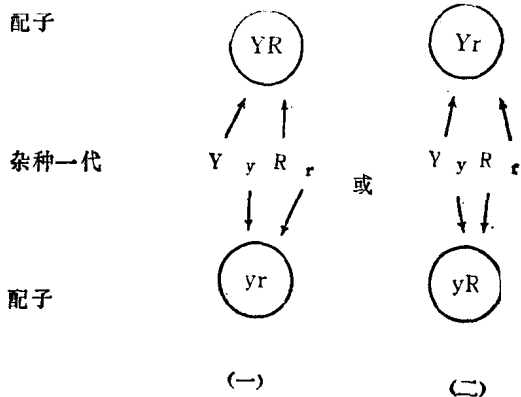
本章主要讲述独立分配规律，两对独立遗传基因间互动及“多因一效”和“一因多效”的概念。现将前面两个问题解释如下。

一、什么是独立分配规律

孟德尔在研究一对性状遗传规律的基础上接着研究二对和多对性状的遗传规律，从而提出了第二个重要的遗传规律，独立分配规律。这一规律认为，具有二对或二对以上基因的杂种一代在形成配子时，各对基因的分离和组合是互不干扰，自由组合的。

二、为什么二对基因的杂种一代可以形成4种配子并且比数相等

现以两对基因的杂种一代($YyRr$)为例，图解说明如下：

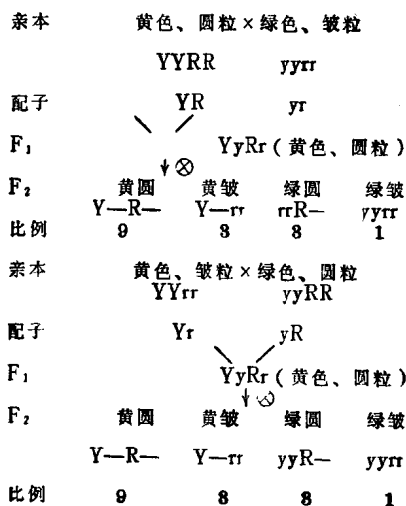


图中（一）表示第一种分离组合方式，Y与R进入一个配子，y与r进入另一个配子，产生YR和yr两种配子；（二）为另一种分离方式，Y与r，y与R分别进入一个配子，产生Yr和yR两种配子。由于（一）与（二）两种分离方式机会相等，比如有一百个细胞，其中50个细胞按（一）式分离，50个细胞按（二）式分离，总计可产生YR、Yr、yR和yr四种配子，成1：1：1：1之比。

在遗传学上称这样的两对基因是独立遗传的。

三、两对相对性状的遗传

在独立遗传和显性完全的条件下，具有两对性状差别的纯合亲本杂交时，不论亲本的性状组合如何，杂种一代具有相同的基因型和表现型。杂种二代的群体中，两个显性性状组合在一起的个体占9/16，一个显性和一个隐性以及与之相对的一个隐性和一个显性组合在一起的个体各占3/16，二个隐性组合在一起的个体占1/16。如下图所示。



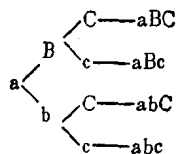
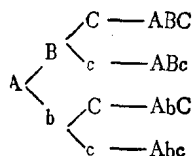
四、多对相对性状的遗传

多对性状杂种后代的分离要比一对和二对的杂种复杂得多，但有一定规律，只要各对基因是独立遗传的，那末在一对基因差别的基础上，每增加一对基因杂种一代形成的配子种类增加二倍，雌、雄配子间可能组合数增加四倍， F_2 基因型种类增加三倍， F_2 纯合基因型种类增加二倍（见教科书43页表3—4）。

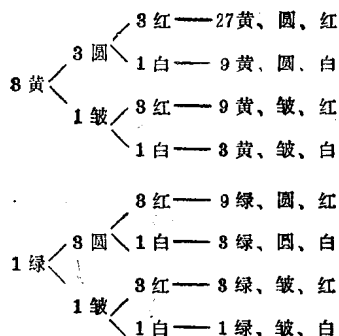
从表中可以推知，杂合基因对数 $n = 10$ 时，则 F_2 表现型种类为 $2^n = 2^{10}$ ，其余各项为 2^{10} ， 2^{10} ， 3^{10} ， 4^{10} ， 2^{10} ， $3^{10} - 2^{10}$ 。

关于 F_1 产生的配子种类及 F_2 表现型种类和比例，可按下列简单方法推算出来。

三对基因的杂种一代 $AaBbCc$ ，可产生如下 8 种（ $2^3 = 8$ ）配子：



黄色、圆粒、红花的豌豆和绿色、皱粒、白花豌豆杂交， F_2 的表现型及相应比数为：



五、关于基因的互作

孟德尔所发现的两个遗传规律，经实验证明普遍存在于各种生物中。但广泛的杂交试验结果也发现了一些例外现象，杂种一代或二代出现不同于双亲的性状，而且杂种二代表现型分离比例也不符合 $9 : 3 : 3 : 1$ 。经分析表明，有关的性状是由两对独立遗传的基因相互作用的结果。各种互作类型在 F_2 虽各有其特殊的分离比例，但都是在 $9 : 3 : 3 : 1$ 分离比例的基础上作相应的改变。分述如下。

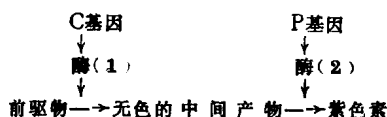
(一) F_2 出现两种表现型

1. 互补作用 F_2 分离比例为 $9 : 7$ 。两个香豌豆品种杂交， F_1 开紫花， F_2 分离为 9 紫花 : 7 白花。遗传分析表明

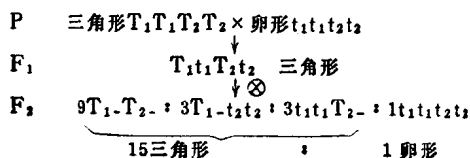
P	白花 CCpp × 白花 ccPP			
	↓			
F_1	CcPp (由于 C, P 基因间的互作, 表现紫花)			
	↓ ⊗			
F_2	1CCPP	1CCpp	1ccPP	1ccpp
	2C-PP	2CcPp	2ccPp	
	2CCP-			
	4CcPp			
	9C-P- :	3C-pp	3ccP-	1ccpp
	9 紫	7 白		

有C与P两对互补基因控制花色的遗传。当两对基因均为显性时，不论纯合或杂合（C__P__）均为紫花，如果其中一对为隐性时（C__pp或ccP__）为白花

紫色素的形成是一系列生化过程的最终产物，每一步的变化都由相应的基因指导下形成的特殊的酶参与，否则生化过程就会中断。我们假定紫色素形成前的两个生化过程分别由C和P两个显性基因控制，由C基因指导下形成的酶能把前一种物质转化为无色的中间产物，而P基因指导下形成的酶能使无色的中间产物转化为紫色素。如果其中任何一个基因变为隐性基因时，由于不能产生相应正常的酶而使这一过程中断，最终不能产生紫色素。可见紫色素的形成，C和P基因的作用是互为补充，缺一不可的。



2. 重叠作用 F_2 分离比例为15 : 1。芥菜蒴果的形状有三角形的，也有卵形的。试验表明蒴果形状的遗传受 T_1 和 T_2 两对基因的控制。 T_1 和 T_2 的单独作用都能使蒴果成为三角形，而且作用是重叠的， $T_1_T_2_$ ， $T_1_t_2t_2$ 和 $t_1t_1T_2_$ 具有相同的表现型，故 T_1 和 T_2 两对基因称为重叠基因。当 T_1 和 T_2 均不存在时， $t_1t_1t_2t_2$ 表现为卵形。以三角形蒴果的亲本（ $T_1T_1T_2T_2$ ）和卵形亲本（ $t_1t_1t_2t_2$ ）杂交， F_1 为三角形， F_2 将分离成三角形和卵形两类植株，成15 : 1之比。



3. 抑制作用 F_2 分离比例为13:3。两对互作的基因中, 其中一对显性基因本身并不产生任何性状, 但对另一对基因起抑制作用, 使其失去其原有的表型效应, 这对基因叫做抑制基因。在玉米胚乳蛋白质层颜色遗传中C为基本色素基因, 形成有色的蛋白质层; I为显性抑制基因, 其相对的隐性基因i, 则无抑制作用; c基因失去形成有色的蛋白质层的能力, 形成无色的蛋白质层。下列杂交组合在 F_2 将分离成13无色:3有色。

P 无色蛋白质层 CCII × 无色蛋白质层 ccii

↓

F_1 CcIi 无色

↓ ⊗

F_2 9 C__I__ : 3 C__ii : 3 ccI__ : 1 ccii

无色 有色 无色 无色

无色:有色=13:3

(二) F_2 出现三种表现型

1. 显性上位作用 F_2 分离比例为12:3:1。两对独立遗传的基因, 其中一对基因对另一对基因的表现起遮盖作用, 换句话说, 由于某一对基因的作用而使另一对基因失去其原有的表型效应, 这叫做上位作用。显性上位作用就是一对显性基因对另一对基因起上位作用, 当这对显性基因不存在只存在隐性基因时, 另一对基因才表现出特有的表型效应。西葫芦皮色的遗传上, 显性白皮基因(W)对显性黄皮基因(Y)有上位作用, W__Y__和W__yy均表现白色。当显性基因W不存在时, wwY__表现黄色, wwyy表现绿色。

P 白皮 WWYY × 绿皮 wwyy

↓

F_1 WwYy 白皮

↓ ⊗

F_2 9 W__Y__ : 3 W__yy : 3 wwY__ : 1 wwyy

白皮 白皮 黄皮 绿皮

白皮 : 黄皮 : 绿皮 = 12 : 3 : 1

2. 隐性上位作用 F_2 分离比例为 9 : 3 : 4。一对隐性基因对另一对基因起上位性作用,叫做隐性上位性作用。玉米胚乳蛋白质层颜色的遗传,当基本色素基因C存在时, C__Pr__表现紫色, C__prpr 表现红色;当C基因不存在时, ccPr__和ccprpr均表现白色(即无色),表明一对隐性基因cc对Prpr一对基因起上位性作用。

P 红色蛋白质层CCprpr × 白色蛋白质层ccPrPr



F_1 CcPp 紫色



F_2 9 C__Pr__ : 3 C__prpr : 3 ccPr__ : 1 ccprpr

紫色 红色 白色 白色

紫 : 红 : 白 = 9 : 3 : 4

3. 积加作用 F_2 分离比例为 9 : 6 : 1。两对独立遗传的基因,它们的显性基因单独存在时,具有相同的表型;但它们同时存在时作用是积加的,产生另一种表型;显性基因均不存在代之以两对隐性基因时,则产生另一种表型效应。如南瓜果形的遗传, A 与 B 基因单独作用相同, AAbb 和aaBB均为圆球形,但A__B__为扁形,表明A 与B 基因间有积加作用,当A和B均不存在时,aabb为长形。

P 圆球形AAbb × 圆球形aaBB



F_1 AaBb 扁形



F_2 9 A__B__ : 3 A__bb : 3 aaB__ : 1 aabb

扁形 圆球形 圆球形 长形

扁形 : 圆球形 : 长形 = 9 : 6 : 1