

高等学校试用教材

生物学

下 册

四川大学生物系《生物学》编写组编

高等教育出版社

高等学校试用教材

生 物 学

下 册

四川大学生物系《生物学》编写组编

高等教育出版社

本书原由人民教育出版社出版。1983年3月9日，
上级同意恢复“高等教育出版社”；本书今后改用高等
教育出版社名义继续印行。

高等学校试用教材

生 物 学

下 册

四川大学生物系《生物学》编写组编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

开本 787×1092 1/32 印张 10 插页 1 字数 225,000

1980年4月第1版 1984年3月第5次印刷

印数 37,201—42,560

书号 13010·0501 定价 0.75 元

目 录

第七章 生物的遗传与变异	1
第一节 基因及其在多细胞动植物中的传递规律	1
分离定律	2
自由组合定律	5
基因分离和自由组合的细胞学基础	6
性染色体和伴性遗传	10
连锁和交换	12
数量遗传	18
细胞质遗传	28
第二节 遗传的物质基础	30
遗传的物质基础是核酸	31
蛋白质与生物性状	32
分子遗传学的“中心法则”	36
遗传密码	39
蛋白质的生物合成	42
突变	45
基因作用与环境影响的相互关系	49
杂种优势	55
第三节 遗传工程	60
限制酶技术	60
分离和制造某些基因的方法	63
转移基因的方法和媒介	64
基因工程的应用和展望	67
第八章 生物的生殖、发育与生长	70
第一节 生物的生殖	71
无性生殖	71
有性生殖与性别决定	76
受精	79
有性生殖的类型	82

世代交替	88
第二节 被子植物的发育	91
种子及种子的萌发	91
苗的发育与生长	93
被子植物的生殖过程和胚胎发育	95
第三节 动物的胚胎发育	99
蛙胚发育的主要过程	99
卵裂中细胞命运的决定	102
胚胎各部分之间的诱导现象	107
基因活化与组织分化	109
发育中细胞的联合	111
第四节 生长、衰老和死亡	113
动物与植物的生长	114
幼虫和变态	116
再生	117
肿瘤	118
衰老	120
死亡	122
第九章 生物的调节与控制	124
第一节 神经调节	124
神经系统的进化和分布	124
中枢神经系统简述	127
周围神经系统简述	129
植物性神经简述	131
刺激与反应	133
神经冲动及其传导	134
突触及突触传递	137
反射活动及其调节	141
条件反射	147
第二节 动物的激素调节	150
脊椎动物的内分泌腺与激素	150
激素的作用与机制	161
激素分泌的调节	164
昆虫激素	165

第三节 植物的激素调节	168
生长素及其作用	168
赤霉素及其作用	173
细胞激动素及其作用	175
脱落酸及其作用	176
乙烯及其作用	177
第四节 免疫	177
抗原	178
非特异性免疫	179
特异性免疫	183
第十章 生物的分类	195
第一节 分类的原则	195
人为分类和自然分类	195
种和种的命名法	197
分类阶梯	202
模式法及其意义	204
检索表	206
分类学的现代进展	208
第二节 生物的主要类群	211
原核生物界	211
植物界	212
动物界	216
第十一章 生物与环境	224
第一节 环境分析	224
生物圈与生境	224
耐性	229
环境因子影响的积累	230
气候图	232
限制因子与主导因子	233
第二节 种群生态学	234
密度与变率	234
出生率与死亡率	235
生活表及存活曲线	236
性比	237

指数增长曲线	238
种群数量增长的逻辑斯蒂曲线	239
种群的空间变动	241
第三节 生态系统和生物群落	242
生态系统	242
生物群落	245
第十二章 生物的进化	248
第一节 生物进化的证据	249
古生物的记录——进化的时间概念	249
胚胎学的证据	255
比较解剖学上的证据	258
生物化学方面的证据	261
第二节 生命进化的历程	265
从无机物到有机物——生命的起源	265
从非细胞到细胞——细胞的起源	267
从异养到自养、从厌氧到好氧——光合作用的出现	269
从原核细胞到真核细胞	270
从无性生殖到有性生殖	271
从单细胞生物到多细胞生物	272
从水生到陆生	273
从猿到人——人类的起源和发展	274
第三节 生命进化的总趋势	278
从少到多——分化进化	278
从低级到高级——复化进化	280
第四节 达尔文学说	282
拉马克学说	282
达尔文学说	284
第五节 现代达尔文主义	292
突变为进化提供了原材料	292
种群的遗传特点与基因频率	294
哈代-温伯格定律	295
引起种群中基因频率改变的因素	297
自然选择的主导作用	300
适合度和选择压力	301

第六节 物种形成	303
物种的概念	303
隔离在物种形成中的作用	304
新种形成的两种形式	306

第七章 生物的遗传与变异

遗传和变异是最基本的生命现象之一。遗传指的是亲代与子代的相似，变异指的是亲代与子代以及种内个体与个体之间的差异。子女和父母是比较相像的，但又不完全相像。同一品种的苹果树都具有某些相似的共同特点，但在这个品种的各苹果树之间却有高矮、分枝情况和结实率等种种方面的差异。这些都是我们在日常生活中经常可以遇到的生物遗传和变异的例子。

研究遗传和变异规律的科学叫做遗传学。遗传学的主要内容是研究生物怎样把性状传递给后代和生物在传代中怎样发生变异。生物能不能发生变异？怎样的变异才能遗传给后代？人们能不能按照生物遗传变异的规律来改造植物、动物和微生物，使它们更好地为人类服务？这都是遗传学要研究的问题。同时培养高产抗病的作物和家畜，防治人类的遗传疾病等等，也都需要有遗传学的理论作指导。

遗传变异的规律是生物科学的一个基本规律。正如我们在后面的章节中将会看到的，在探讨生物的生长发育、进化、分类乃至生理或生态时，都会涉及某些遗传学的道理，都要借助遗传学的一些理论去阐明有关方面的某些问题。

第一节 基因及其在 多细胞动植物中的传递规律

细胞遗传学的主要学说是基因学说。基因是一种遗传单位，

主要存在于染色体上, (也有非染色体基因), 它的物质基础是DNA。基因有它的相对稳定性, 但是可变的, 在世代传递中有其规律性。细胞遗传学者就是在遗传性状的传递中开始发现基因的。下面我们先从遗传学的奠基人孟德尔的工作讲起, 然后再逐步进入到基因的作用机制、基因工程和遗传学其它方面的问题。

分 离 定 律

孟德尔(Gr. Mendel, 1822—1884) 是十九世纪奥国的学者。他根据连续八年豌豆杂交实验的结果, 在 1865 年提出了两条著名的遗传定律——分离定律和自由组合定律。

孟德尔是利用豌豆的七对相对性状来进行杂交实验的。在遗传学中, 所谓性状指的是生物在形态、生理、生化等各方面的特征和特点。相对性状则是彼此对立的表现为不同状态的性状。例如豌豆的红花与白花, 马的白色与枣红色, 人的卷发与直发, 小麦对锈病抗性的有无等, 都是相对性状。

孟德尔在当时豌豆杂交实验中所用形态上的七对相对性状是: 红花对白花, 花在腋部对顶端, 高茎对矮茎, 种子光滑对皱皮, 豆荚饱满对不饱满, 豆荚绿色对黄色, 子叶黄色对绿色。他发现在杂种第一代(简称子₁代)中, 每对相对性状都只有一种性状能得到表现, 例如以红花与白花两个品种杂交所产生的子₁代的花全都是红色, 以高茎和矮茎两个品种杂交, 得到的子₁代全都是高茎。孟德尔把这种在杂交子₁代中得到表现的性状称为显性性状, 得不到表现的性状称为隐性性状。他还发现如果让这类子₁代杂种自花授粉(自交), 在后代(称为子₂代)中就会重新出现相对性状, 其中具显性性状与隐性性状个体的比例大约为 3 : 1(表 7-1)。

相对性状在杂种子₁代中只有显性性状才能表现, 而在子₂代中又会重新出现隐性性状, 并且显性与隐性性状个体的比例为

3 : 1, 对这种现象, 孟德尔用遗传因子在有性生殖过程中要发生分

表 7-1 孟德尔豌豆杂交实验的结果

亲 本	子 ₁ 代	子 ₂ 代的个体数和比例
红花 × 白花	全为红花	红花 白花 705 224 (3.15 : 1)
腋部花 × 顶花	全为腋部花	腋部花 顶花 651 207 (3.14 : 1)
高茎 × 矮茎	全为高茎	高茎 矮茎 787 277 (2.84 : 1)
光滑种子 × 皱皮种子	全为光滑种子	光滑种子 皱皮种子 5474 1850 (2.96 : 1)
豆荚饱满 × 豆荚不饱满	全为豆荚饱满	豆荚饱满 豆荚不饱满 882 299 (2.95 : 1)
绿色豆荚 × 黄色豆荚	全为绿色豆荚	绿色豆荚 黄色豆荚 428 152 (2.82 : 1)
黄色子叶 × 绿色子叶	全为黄色子叶	黄色子叶 绿色子叶 6022 2001 (3.01 : 1)

离的假说来加以解释。

孟德尔认为性状的产生是由于在细胞中存在有遗传因子(后来称为^{基因})的原故。每种遗传因子控制着一种性状。在体细胞内, 遗传因子是成对存在的。在生殖细胞形成的过程中, 成对的遗传因子彼此分离, 结果导致在生殖细胞中只有单个遗传因子存在,

经受精后才会重新恢复成对的状态。遗传因子在细胞中成对存在时,彼此不会融合。个体表现的性状或表现型(phenotype)是由成对遗传因子的组成状况或基因型(genotype)来决定的。两个遗传因子均为显性因子或一个为显性一个为隐性因子时,表现出来的均为显性性状。只有在两个遗传因子均为隐性因子时,个体才会表现出隐性性状。

如果用拉丁字母来代表遗传因子,例如用 R 代表豌豆的红花(显性)因子, r 代表白花(隐性)因子。基因型 RR 和 Rr 的个体都是红花的,只有基因型为 rr 的个体才会是白花的。个体的两个遗传因子相同时,被称为是纯合的(homozygous),例如对于豌豆的花色基因来说, RR 属于显性纯合的, rr 则为隐性纯合的。反之,如果个体所具有的两个遗传因子不同时,则称为杂合的(heterozygous),例如豌豆的花色基因型为 Rr 时就是杂合的。

孟德尔的杂交分离假说可以由图 7-1 来表明。

孟德尔的分离假说可以用回交(backcross)来进一步证实。为了验证这一假说,孟德尔曾经用杂交后子₁代的杂合红花(Rr)豌豆,与纯合隐性的白花(rr)豌豆交配,结果得到了完全符合预期的结果,后代中有一半是红花豌豆,另一半是白花豌豆,其过程如图 7-2。因此这种用纯合隐性类型(rr)来检查表现显性性状的个体的基因型是纯合(RR)或是杂合(Rr)的配种方法又称为测交。在育种工作中,人们常常根据孟德尔的这一假说,用杂交和回交的方法去检查品种的某种遗传因子(即后来所谓的基因)的组成是否已经达到了纯合。

人们后来发现,很多生物性状的遗传,都是符合孟德尔的遗传因子杂交分离假说的,因此认为这个假说乃是生物性状遗传中的一个基本规律,即将其称为“分离定律”,并列为遗传学的三条基本定律中的第一条定律。

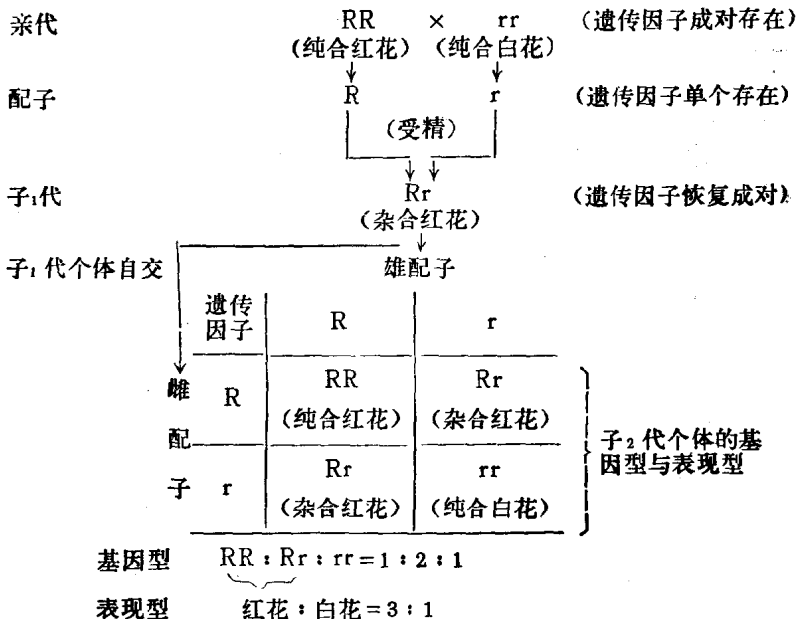


图 7-1 红花豌豆与白花豌豆杂交后性状的分离。

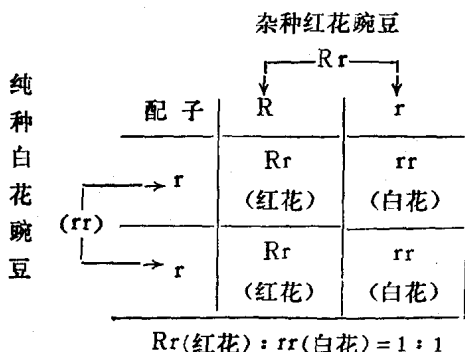


图 7-2 杂种红花豌豆与纯种白花豌豆的测交试验。

自由组合定律

孟德尔在他的豌豆杂交实验中,除发现了分离定律外,还发现了两对以上相对性状在遗传中的自由组合定律。

用黄色光滑种子(Y_YS_S)的豌豆与绿色皱皮种子(y_ys_s)的豌豆杂交时,由于黄色对绿色是显性,光滑对皱皮是显性,因此子₁代个体的种子全部都是黄色光滑的,其基因型为 Y_yS_s。若用杂种子₁代的个体进行自交,则在子₂代的个体中,除了会出现原有的黄色光滑种子与绿色皱皮种子的类型外,还会出现黄色皱皮种子与绿色光滑种子的新类型,并且各种类型的比例大约为黄色光滑:黄色皱皮:绿色光滑:绿色皱皮=9:3:3:1。

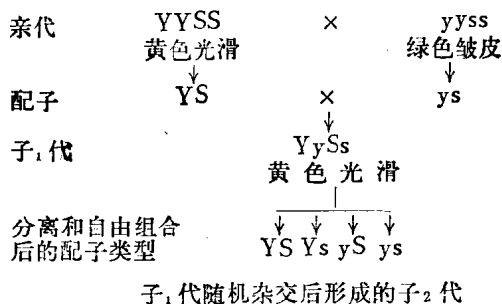
孟德尔用自由组合假说解释以上现象。他认为在生殖细胞形成的过程中,在遵循分离假说的原则下,控制某种性状的成对遗传因子可以和控制其它性状的成对遗传因子随机自由组合。表现型为黄色光滑种子的杂种子₁代(Y_yS_s) 在形成生殖细胞时,Y与y及S与s都要发生分离,但分离后Y可以和S组合,也可以用同样的机会和s组合;s可以和Y组合,也可以用同样的机会和y组合。因此结果形成的精子或卵子,都有YS、Ys、yS、ys四种类型,并且各种类型的形成机会是相等的。受精过程中,由于四种精子与四种卵子的随机结合,就会得到如图7-3所示的子₂代。

孟德尔提出的遗传因子自由组合的假说和分离假说一样,也是生物性状遗传中的一个基本规律,后来被人们称为“自由组合定律”,列为遗传学三条基本定律中的第二条定律。

孟德尔的分离定律和自由组合定律可以用来指导作物和家畜的育种。例如我国早年就曾通过蚂蚱小麦和碧玉小麦在杂交中遗传性状的分离和自由组合,经过对后代的选择,而把蚂蚱小麦的抗病力和碧玉小麦的高产性结合起来,育成了既高产又抗病的碧蚂一号小麦品种。

基因分离和自由组合的细胞学基础

基因的分离和自由组合,可根据多细胞动植物在有性生殖过



卵 子 \ 精 子	YS	Ys	yS	ys
YS	YYSS 黄色光滑	YYSs 黄色光滑	YySS 黄色光滑	YySs 黄色光滑
Ys	YYSs 黄色光滑	YYss 黄色皱皮	YySs 黄色光滑	Yyss 黄色皱皮
yS	YySS 黄色光滑	YySs 黄色光滑	yySS 绿色光滑	yySs 绿色光滑
ys	YySs 黄色光滑	Yyss 黄色皱皮	yySs 绿色光滑	yyss 绿色皱皮

黄色光滑 : 黄色皱皮 : 绿色光滑 : 绿色皱皮 = 9 : 3 : 3 : 1

图 7-3 黄色光滑种子与绿色皱皮种子的豌豆杂交结果示意图。

程中生殖细胞(配子)形成时, 染色体数目的减半和受精以后染色体数目的恢复来从细胞学上加以解释。

多细胞动物和植物的生殖细胞的形成都要经过减数分裂的过程。减数分裂包括两次紧接着的细胞分裂, 分别称作第一次减数分裂和第二次减数分裂。减数分裂是特殊的有丝分裂(图 7-4)。

以豌豆为例, 它的双倍体细胞中染色体的数目是 14 条, 它们在大小和形态上正好可以配成七对同源染色体对, 即每条父本染色体都会有一条在大小和形态上与它相同的母本染色体。

第一次减数分裂与一般有丝分裂的不同之处, 首先是在第一次减数分裂的前期中, 所有的同源染色体都会配对。这种染色体

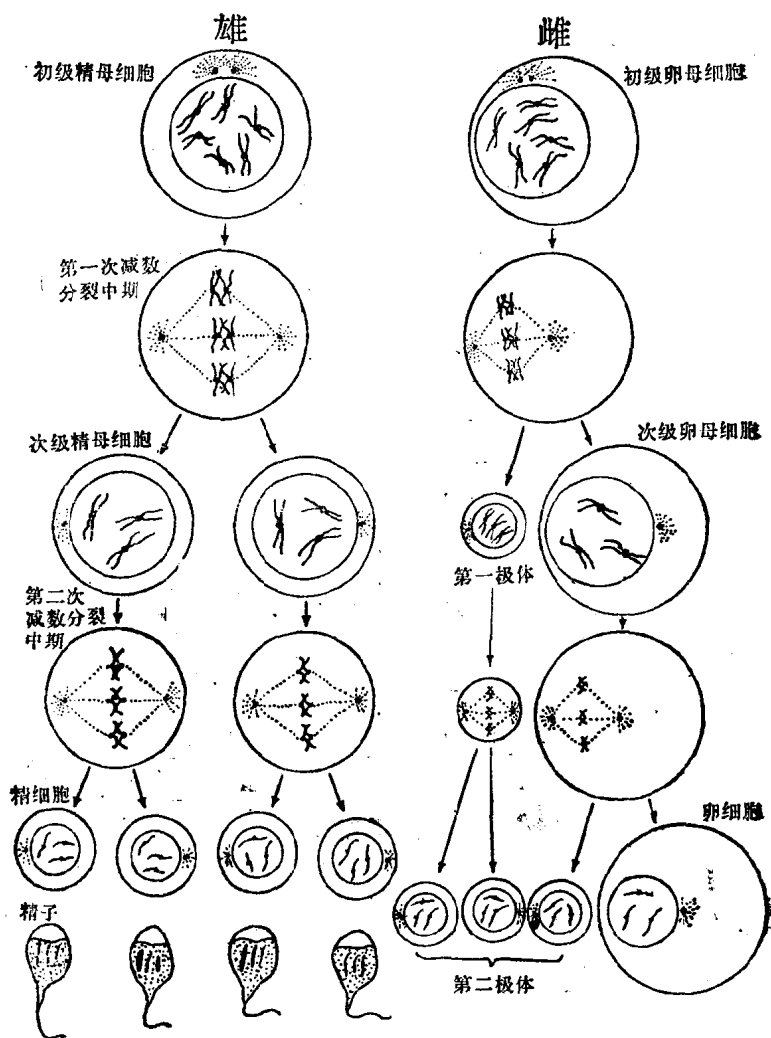


图 7-4 减数分裂示意图。

配对的情况称为联会 (synapsis)。一般的有丝分裂则无联会现象出现。因此在豌豆生殖细胞形成的第一次减数分裂中，所能看到的是七对联会起来的染色体，而在体细胞的有丝分裂中则为 14 条

分散的染色体。

其次，是在这次分裂中着丝点并不分裂，只是每条染色体纵裂为两条姊妹染色单体（chromatid），以致每对联会着的染色体成为含有四条染色单体的四分体（tetrad），但在每个四分体中只有两个着丝点。以豌豆为例，在第一次减数分裂后的细胞内，虽然有14条染色单体，但却只有七个着丝点。这时每对染色单体是由原来的同一条染色体纵裂来的。

第三个不同之处是在四分体的染色单体之间可以发生节段的互换（图7-5）。其中非姊妹染色单体之间的互换尤其重要，因为它可以改变染色体中原有遗传信息的内容，是有性生殖中后代的遗传信息重新组合的方式之一。这种在染色单体之间发生的节段互换，在遗传学中称为交换（cross-over）。交换也是摩尔根的工作和理论的细胞学证据。

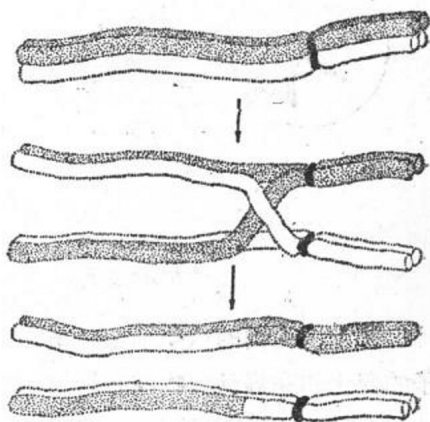


图 7-5 染色单体之间发生节段互换的示意图。

第一次减数分裂以后，接着进入第二次减数分裂。第二次分裂的特点是染色单体不再分裂，而只是着丝点分裂。然后由分裂后的着丝点各拉一条染色单体到两极，因此最后形成的生殖细胞中，每个只有七条染色体，成为单倍体细胞。

减数分裂中，同源染色体分配到各个生殖细胞中去的机会是随机的。因此，在不同的生殖细胞间染色体可以有各种不同的组合。例如双倍体为四条（两对）染色体的马蛔虫，就可以由于同源