

青年文库

# 懂一点遗传学

方宗英 著



## 内 容 提 要

遗传学是生物学的一个分支，它是研究生物遗传和变异规律的科学。遗传学的创立为选择和培育动植物和微生物优良品种，以及解决医药实践中有关问题提供了理论基础。

本书用大量的生物遗传实验材料，通俗地、简明地阐述了现代遗传学的基本原理，并对分子遗传学和“遗传工程”作了概要的介绍。

封面设计：胡 亦

## 懂一点遗传学

方宗熙 江乃萼著

\*

中国青年出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

787×1092 1/32 4.5印张 70千字

1980年1月北京第1版 1980年1月北京第1次印刷

定价 0.34元

## 出版说明

我们伟大祖国的社会主义革命和社会主义建设，已经进入新的发展时期。学习革命理论，完整准确地掌握马列主义、毛泽东思想体系，学习科学文化知识，极大地提高青年一代的科学文化水平，成为青年更加特别突出的任务。为了适应青年学习的迫切需要，我们决定出版一套《青年文库》。

《青年文库》包括哲学社会科学、自然科学和文学艺术各个方面的读物。它以中等文化程度的青年为主要对象，力求比较系统地、通俗地、简明扼要地介绍各门学科的基本理论和基础知识，帮助青年用马列主义、毛泽东思想和现代科学文化知识武装自己，在华主席为首的党中央领导下，为建设社会主义的现代化强国贡献自己的青春。

中国青年出版社编辑部

# 目 次

## 一 孟德尔的遗传学说..... 1

从豌豆的实验讲起(1) 显性现象(6) 分离规律(9) 表现型和基因型(10) 菜豆种子选择的故事(12) 输血的故事——抗原和抗体(14) 卷羽鸡——不完全显性(18) 基因和性状(20) 侏儒小家鼠为什么长不大?(23) 黄牛的角和绵羊的角(26) 秃顶的原因是什么?(29) 双杂种——自由组合规律(30) 狗毛长短和颜色的遗传(33) 孟德尔遗传理论的遭遇(35)

## 二 细胞遗传学——染色体学说.....37

细胞学说(37) 遗传的基础——染色体(40) 染色体学说(44) 白眼果蝇的故事(46) 性染色体(48) 怎样辨认出母鸡?(52) 基因和染色体(55) 果蝇残翅和黑身的遗传(57) 玉米两对性状的遗传(62) 基本的遗传规律——怎样创造优良品种(66) 杂种玉米(69)

## 三 从异常的遗传现象进一步了解遗传.....74

细胞质的遗传(74) 不完全的男性或女性(77) “半阴阳”(79) 安康羊的故事(81) 遗传缺陷的故事(83) 先天愚型(87) 小黑麦的故事(88) 突变(92) 有些家兔的脂肪为什么呈黄色?(94) 小家鼠白化的生理原因是什么?(97) 半乳糖血症是怎样出现的?

(100) 基因、酶和新陈代谢的关系(102) 体细胞杂交(105)

#### 四 分子遗传学和遗传工程..... 109

关于遗传物质的实验(109) 遗传物质的分子结构(115) DNA  
的功能(118) 从DNA到个体(124) 遗传工程(129)

#### 结语——什么是遗传学? ..... 135

## — 孟德尔的遗传学说

### 从豌豆的实验讲起

#### (一)

从前，在十九世纪的五十年代，奥地利的地方（现在这地方属于捷克斯洛伐克的领土）有一个平凡的科学工作者，名叫孟德尔（1822-1884），在一间教会办的学校里教书和传教。

他出身贫苦，小时候就被送进教会，训练他做传教士。

当时欧洲的许多学校都是教会办的。在教堂里，孟德尔有机会学习科学，也有机会进行科学实验。

当时，他的教学工作不太重，有不少业余时间可以利用。

他怎样利用业余的时间呢？

他喜欢数学和植物学，就利用业余时间，搜集了许多豌豆品种<sup>①</sup>，把它们栽种在教堂的菜园里进行实验。

从许多豌豆品种的栽培中，他认识了不同品种的豌豆有

---

① 品种：具有一定的经济价值、遗传性比较一致的一种栽培植物或家养动物的群体。品种经人类选择、培育而得，能适应一定的自然、栽培或饲养条件，在产量和品质上比较符合人类的要求，是一种农业生产资料。如新疆细毛羊、珍珠矮 11 号水稻等。

不同的特点，就是有不同的性状。例如，有些品种开红花；有些品种开白花；有些品种结的种子是圆形的，有些品种结的种子不饱满，表面上发皱；有些品种是高茎的，有些品种是矮茎的；等等，这些都是不同的性状。

他想：让不同品种杂交，会产生什么样的后代呢？

首先，什么叫杂交？

不同品种或不同物种<sup>①</sup>的个体进行交配，叫做杂交。例如豌豆紫花品种跟白花品种交配，就是杂交。种子圆形品种跟种子皱皮品种交配也是杂交。

当时，在世界许多地方，已经广泛利用杂交方法来创造新品种。但是，谁也没有从杂交实验中发现什么遗传规律。性状是怎样遗传的？这时候，谁也不知道。

孟德尔利用不同品种的豌豆进行杂交实验，总结出了遗传规律。

他是怎样发现遗传规律的呢？

这得从头讲起。

## (二)

豌豆是一种自花传粉的植物。

什么叫自花传粉呢？

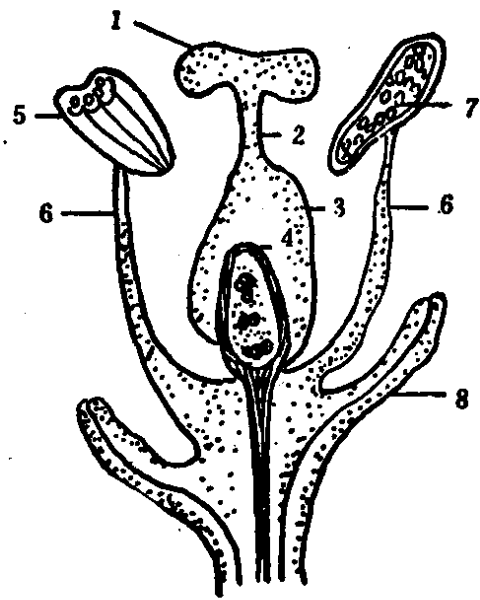
自花传粉也叫自花授粉。所谓粉指的就是花粉。花粉是

---

① 物种，简称“种”。这是具有一定的形态和生理特征以及一定的自然分布区的生物类群，是生物分类的基本单位。一个物种中的个体一般不跟其他物种中的个体交配，或交配后一般不能产生有生殖能力的后代。物种是生物进化过程中从量变到质变的一个飞跃，是自然选择的历史产物。

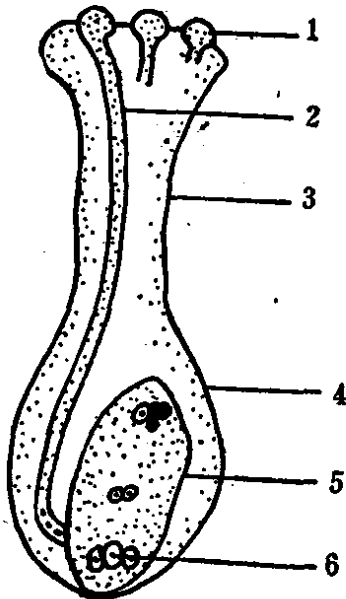
一种雄性的生殖细胞。一棵植物产生的花粉如果落在同一棵植物的雌蕊上，这就实现了自花传粉。

豌豆象许多其他植物例如花生、水稻和小麦等那样，在同一朵花里长着雌蕊和雄蕊。雌蕊是雌性的生殖器官，它一般可以分做三个部分：柱头、花柱和子房。柱头是接受花粉的地方，子房里有胚珠，胚珠里有卵细胞。雄蕊是雄性的生殖器官，它一般可以分做两个部分：花丝和花药。花丝一般细长，



雌雄同花的一朵花。1—4.雌蕊，1.柱头；2.花柱；3.子房；4.胚珠；5—7.雄蕊；5.花药；6.花丝；7.花粉粒；8.花被，有保护作用。

官，它一般可以分做两个部分：花丝和花药。花丝一般细长，



受粉过程。1.花粉粒；2.花粉管；3.花柱；4.子房壁；5.胚珠；6.卵子。

顶端着生花药。花药就是产生花粉的构造。一个花药里经常有许多花粉粒。

花粉粒如果落在柱头上，它就开始活动起来了。

什么样的活动呢？

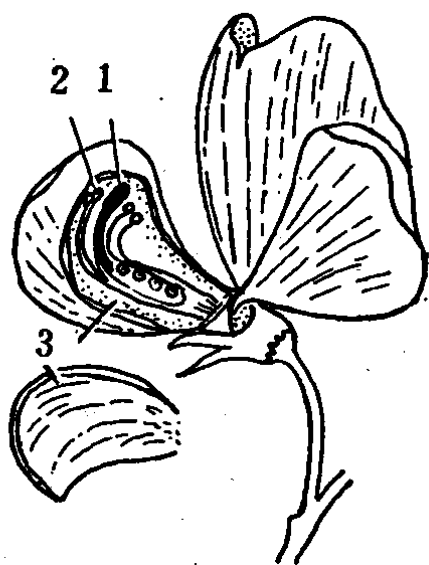
花粉粒落在适宜的柱头上，它就向花柱里面长出花粉管。花粉粒里的生活物质就往花粉管里移去。

花粉管在花柱的内部往下伸长，一直长到子房，接着就穿过子房壁，进入胚珠。花粉管里有一个精子（就是



雄性配子) 细胞。这精子细胞跟胚珠里的卵子 (就是雌性配子) 结合, 就成为受精卵。受精卵也叫合子, 它通过多次的细胞分裂, 产生出许多细胞, 就长成胚胎。这胚胎就是种子的主要部分。成熟的种子落在土壤里, 种子中的胚胎就长成植株, 在土壤里长出许多根, 在空气中长出茎和叶。植株到成熟的时候, 就开花。花经过授粉作用, 就结成果实, 果实里长着种子。这就是许多绿色植物的生活史, 也就是一般农作物的生活史。

豌豆是严格的自花授粉植物。它长出的花还没有展开, 里面的花粉粒就已经落在自花的柱头上, 实现了自花授粉, 这也就是说, 豌豆在自然界里一般没有杂交的现象。因为外边的花粉一般没有机会进入花里, 实现异花授粉。菜豆、花生等也都是严格自花授粉的植物。



豌豆的花。1. 雌蕊; 2. 雄蕊; 3. 花被。可以看出雌蕊和雄蕊被包在花被里, 它是严格自花授粉的。

那么对豌豆怎样进行杂交实验呢?

让人来帮助豌豆进行杂交。

在豌豆长出花还没有授粉以前, 把花朵掀开, 把花里的雄蕊去掉, 这叫做去雄。用小纸袋罩着去雄的花朵。等这雌蕊成熟的时候, 从另一个品种的成熟的花里取出花粉, 放到这雌蕊的柱头上, 再用小纸袋罩着, 防止其他花粉进入, 这样就进行了杂交。

用什么来采取花粉呢？

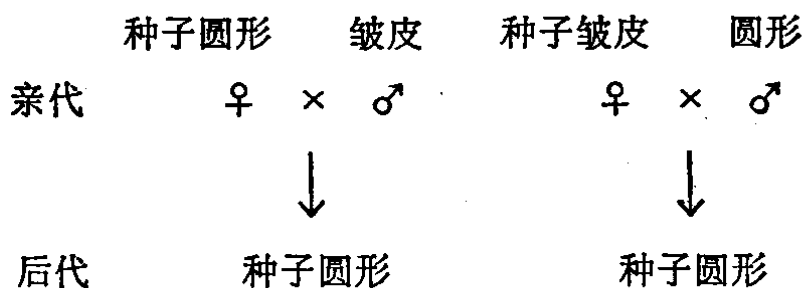
可以用鸡毛或毛笔去采取花粉，也可以把整个雄蕊取下，用花药在异花的柱头上涂一下，花粉就会掉在柱头上。

### (三)

杂交所产生的后代有什么性状呢？

孟德尔让高豌豆和矮豌豆进行互交，所产生的后代都是高豌豆。用结圆形种子的豌豆跟结皱皮种子的豌豆进行互交，后代都是圆形种子。

所谓互交，就是让不同性状的个体互为父本和母本。情形如下：

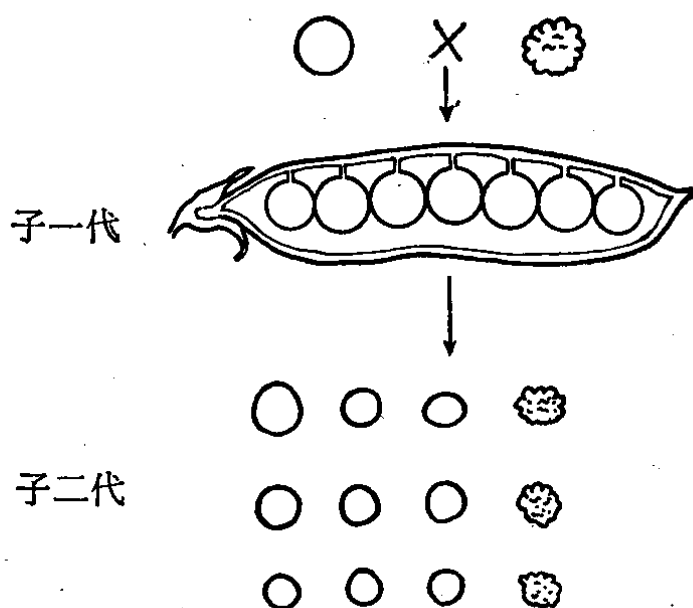


在这里，♀代表雌性，是母本；♂代表雄性，是父本。×代表交配。所产生的后代叫做杂种子一代，常用  $F_1$  代表。

为什么互交所产生的子一代都是种子圆形的豌豆呢？皱皮种子的性状为什么不见了呢？是否以后永远消失了呢？

让实验来回答吧。孟德尔让子一代（圆形豌豆）自花授粉，产生的后代叫做子二代，常用  $F_2$  代表。子二代有  $3/4$  是圆形种子，有  $1/4$  是皱皮种子。这表示皱皮种子的性状虽然在子一代里没有出现，可并没有消失，它在子二代里出现了。

怎样解释这种遗传现象呢？



豌豆种子形状的遗传情况。亲代是种子圆形和皱皮，  
子一代是圆形种子；子二代是 3/4 圆形：1/4 皱皮。

## 显性现象

### (一)

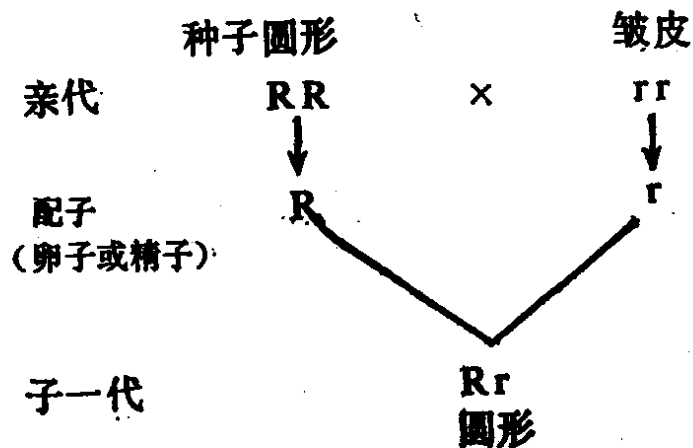
孟德尔提出遗传单位和显性原理来解释这种遗传现象。

按照孟德尔的意见，遗传的变异例如豌豆的种子圆形和皱皮、高茎和矮茎等相对性状，受相对的遗传单位控制。这种遗传单位在身体细胞里成双存在，在生殖细胞里成单存在。

按照孟德尔的意见，相对的遗传单位之间有显性和隐性的关系。所以性状有显性性状和隐性性状。所谓显性性状，就是在子一代中得到表现的性状；所谓隐性性状，就是在子一代中得不到表现的性状。隐性性状的遗传单位，在跟显性性状的遗传单位同时存在的时候，得不到表现，但是，它并没有消失，而是在子二代中得到表现。

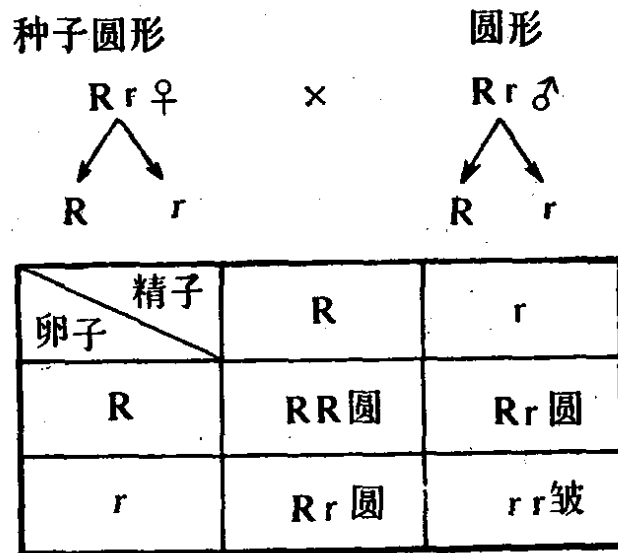
(二)

上述的遗传单位叫做基因。用英文字母代表基因，例如用大写字母R代表圆形种子的基因，用小写字母r代表皱皮种子的基因，上述的遗传现象可以说明如下：



在这里，R和r这一对基因叫等位基因。R对r呈显性，所以子一代Rr是种子圆形，r这个等位基因得不到表现。

按照孟德尔的假说，子一代Rr会产生两种卵子R和r，两种精子R和r。这两种卵子和两种精子碰机会相互结合的结果，会产生1/4的RR、2/4的Rr和1/4的rr。情形如下：



由于R对r是显性,Rr和RR的表现都是种子圆形。

孟德尔实际上是让253个子一代植株自交,得到了许多子二代种子。这些种子表现圆形的一共是5474粒,表现皱皮的一共是1850粒。总数是7324粒。在这里,圆形种子:皱皮种子是 $5474:1850=2.96:1$ 。这非常接近3:1。

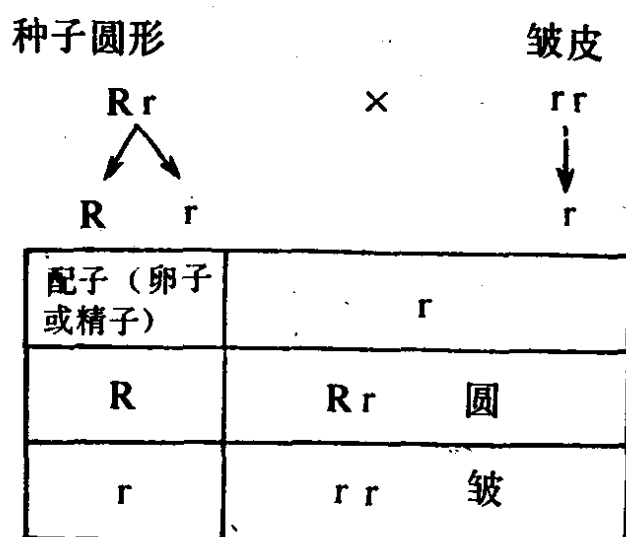
### (三)

怎样证明孟德尔的解释(设想或假说)是对的呢?

从上面的材料可以看出,问题的关键在于证明子一代的遗传内容是Rr,不是RR,也不是rr。

怎样证明呢?用测交方法可以证明。

什么叫测交?测交是用隐性类型的个体来跟杂种子一代交配。这因为隐性类型的个体,就所研究的性状讲,只能产生隐性的遗传单位,例如r。如果子一代的遗传内容的确是Rr,它所产生的配子只会是1/2的R和1/2的r。测交的结果,按理讲,只能是1/2的Rr(圆)和1/2的rr(皱)。换句话说,子一代的遗传内容不管是什么,都会得到全部表现。



测交的实验结果跟预期的一致。孟德尔上述测交实验的结果是 106 粒圆形种子和 101 粒皱皮种子。这跟 1:1 是非常接近的。

这就是说,孟德尔关于等位基因分离的假说得到了证明。

#### (四)

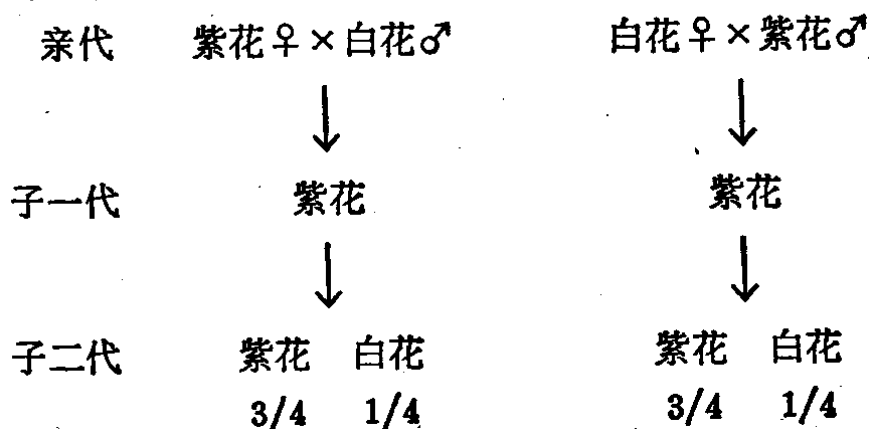
在这里可以看出孟德尔进行科学实验的时候所表现的科学态度:第一,他细心做实验,不使材料混杂;第二,他系统地观察,仔细地记录;第三,他注意数量,所得到的种子数量或植株数量都如实记录下来;第四,他善于从事实提出假说;第五,他善于安排实验来证明自己提出的假说。

### 分 离 规 律

#### (一)

上面所讲的一对性状的遗传情况,不是个别的,偶然的。孟德尔一共用了七对相对性状的品种进行杂交实验,都得到了相同的结果。

比方说,孟德尔从豌豆紫花品种和白花品种的杂交中也得到了相同的结果。



这样有规律的遗传现象叫做分离规律。

分离规律讲的是相对性状在子二代中出现的规律性，就是隐性性状在子二代中重新分离出来的规律性。

孟德尔从这里得出遗传单位的概念。

## (二)

分离规律的基本内容如下：

第一，相对的性状由相对的基因所制约，相对的基因叫做等位基因。

第二，基因有高度的稳定性，等位基因例如  $R$  和  $r$  在一起，相互不会改变性质。所以隐性的等位基因  $r$  跟  $R$  在一起，可以不表现，但是性质不变。

第三，父母双方对后代的遗传是相等的，各占一半。所以互交的后代是一样的。

第四，杂种例如  $Rr$  把相对基因  $R$  和  $r$  传递给后代的机会是相等的，这是因为所产生的  $R$  和  $r$  配子在数量上是相等的。

第五，受精作用是随机的，是没有选择性的。例如  $R$  或  $r$  精子跟  $R$  或  $r$  卵子彼此没有相互选择的现象。

第六，等位基因例如  $R$  和  $r$  的生活力基本上是一样的。如果它们的生活力有差异，至少这差异在早期是不显著的。如果在早期就表现差异很大，那么预期的结果就得不到了。

## 表现型和基因型

### (一)

从上面的材料可以看出，个体的变异是可以看到的性状，

这叫做表现型。遗传内容或遗传单位是看不到的，是从性状的遗传规律推知的，这叫做基因型或遗传型。

表现型和基因型是两个不同的概念，代表两个不同水平的东西。表现型是受精卵通过个体发育而逐渐形成的性状或特性。基因型是个体发育的基础，是表现型的根据。

这就是说，基因型和表现型有联系又有区别。基因型是从表现型和系统的遗传观察中推知的。同一表现型可以有不同的基因型，例如豌豆圆形种子的基因型可以是RR，也可以是Rr。同样道理，高豌豆的基因型可以是TT，也可以是Tt。究竟是哪一种基因型，可以从家系的历史知道，也可以从测交知道。

另一方面，同一基因型也可以有不同的表现型。例如，高豌豆种子虽然是TT基因型，如果它生活在缺乏养分的条件下，就会长得很矮小。又例如，有的同一品种的藏报春，在摄氏20度条件下开红花，在30度条件下开白花。

## (二)

由此可知，表现型受两方面的因子所影响：一方面受基因型的制约，例如基因型是tt的豌豆品种，给它极其充分的水分和肥料，它也不能长成高豌豆；另一方面又受环境的影响。所以表现型是基因型和环境相互作用的产物：

基因型 + 环境  $\rightarrow$  表现型。

这里有一点值得注意：基因型的差异所引起的表现型差异是遗传的。这种差异叫做遗传的变异。例如TT和tt所引起的变异是遗传的。仅仅由环境差异所引起的表现型差异是



不遗传的,例如基因型是TT的高豌豆在不同的营养条件下,高度有所差异,这种变异是不能遗传的。

还有,环境变化所能引起的表现型差异是受基因型的制约的。例如藏报春有许多品种,有些品种的花色受温度的影响,有些品种的花色不受温度的影响。这说明这样的辩证法原理:外因是变化的条件,内因是变化的根据,外因通过内因而起作用。

## 菜豆种子选择的故事

### (一)

菜豆也是一种自花授粉的植物。

在所栽培的菜豆品种中,有许多不同的品种。例如有一个品种结的种子每粒平均重量是550毫克,另一个品种结的种子每粒平均重量是500毫克。把它们播种在相似的条件,代代基本上表现出相似的差异。

可是,在同一品种中,所结的种子有大有小。如果从同一品种中取出大小不同的种子来播种,在相似条件下,它们的后代种子的平均重量是一致的。

这说明了什么呢?

这说明了在同一品种中,不同的种子基因型虽然相同,但是环境条件不会完全相同,例如接受的养料不完全相同,种子在大小上就有所差异,说明表现型出现了差异,可是这种差异(变异)是不遗传的。

这也说明了,在同一基因型(同一“纯系”,就是在等位基