



12孟德尔的豌豆杂交实验(二)



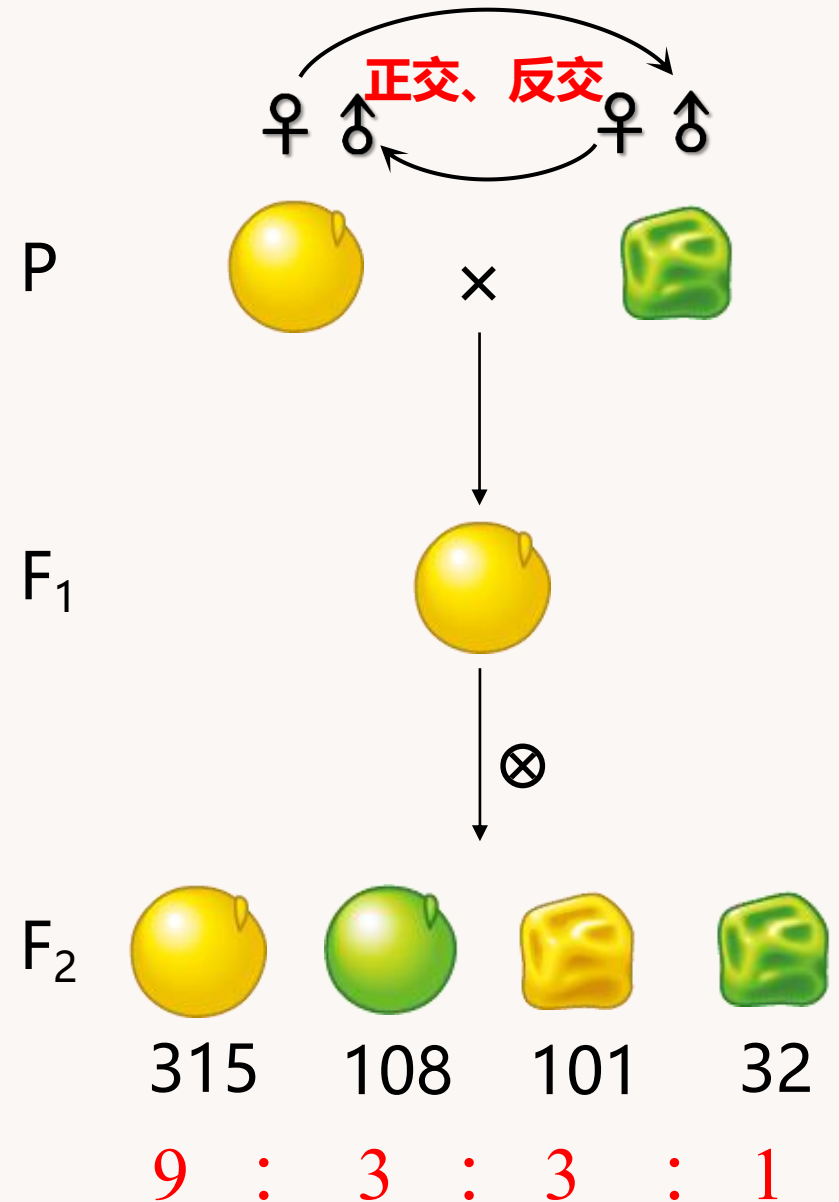
Mendel



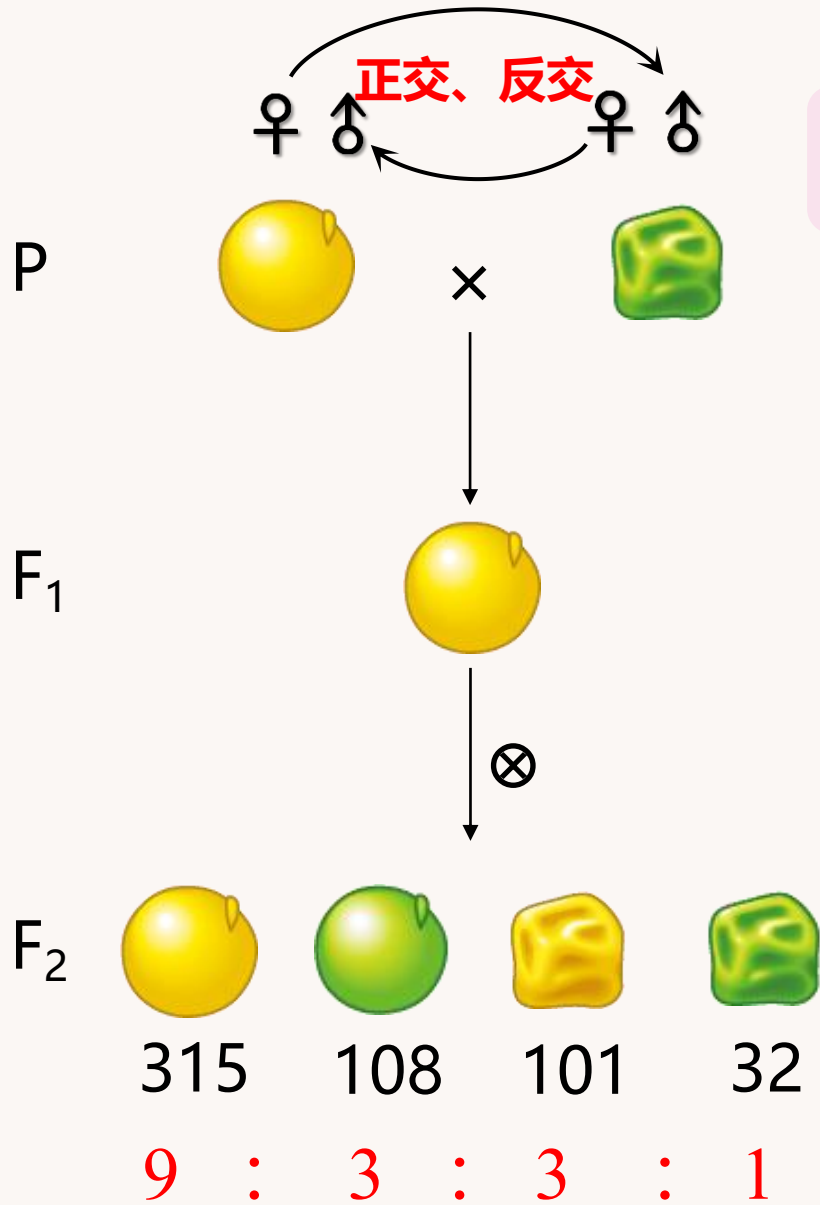
# 一、两对相对性状的杂交实验

- 为什么F<sub>1</sub>全为黄色圆粒?
- 为什么F<sub>2</sub>中既有黄圆、绿皱的**亲本型**, 又有黄皱、绿圆的**重组型**? 而且比例为 9 : 3 : 3 : 1?
- 分别去看粒型, 圆: 皱=3 : 1;  
颜色, 黄: 绿=3 : 1。

说明什么?

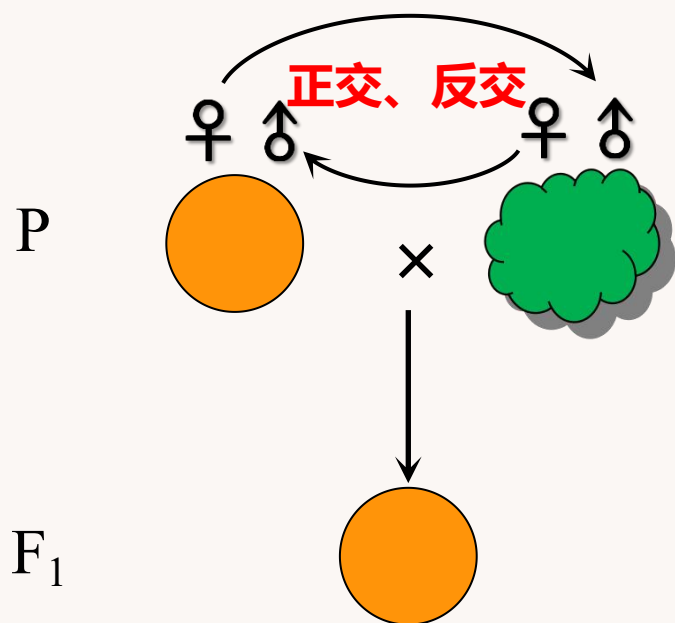


观察实验，发现问题



## 两对相对性状的杂交实验

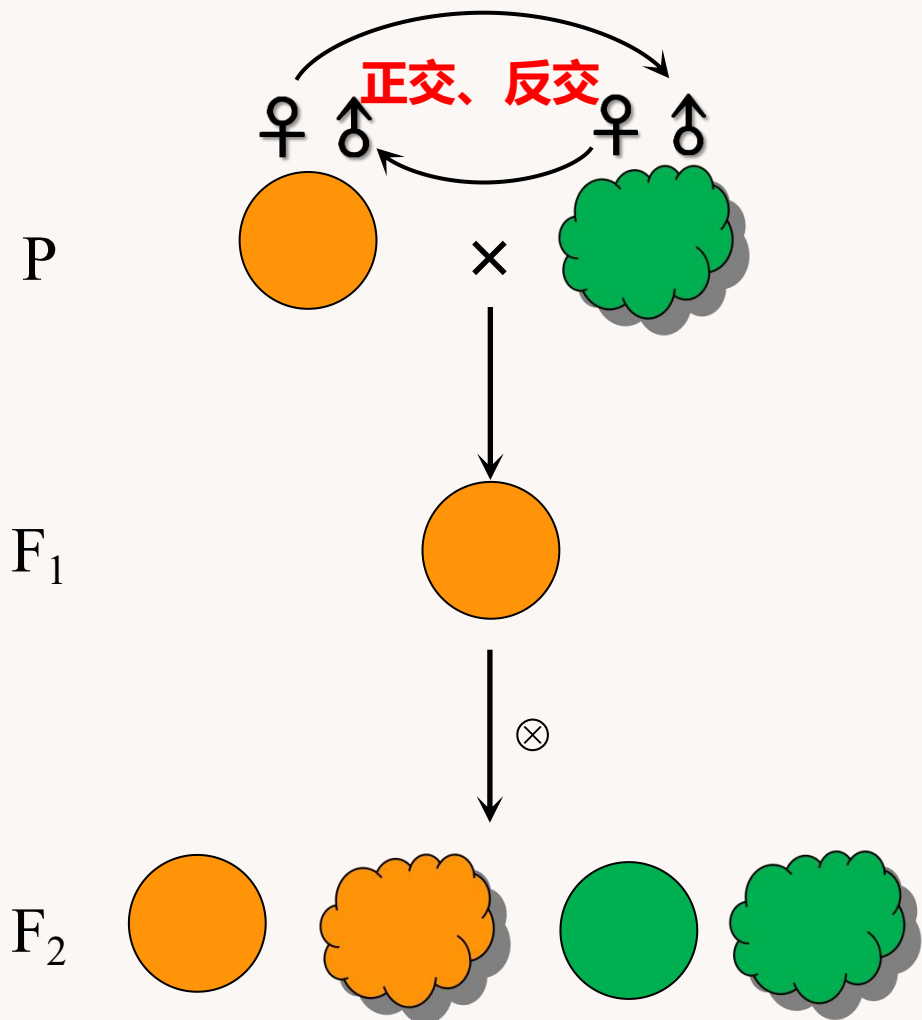
- 为什么F<sub>1</sub>全为黄色圆粒？
- 为什么F<sub>2</sub>中既有黄圆、绿皱的**亲本型**，又有黄皱、绿圆的**重组型**？而且比例为9 : 3 : 3 : 1？
- 分别去看粒型，圆：皱=3 : 1；颜色，黄：绿=3 : 1。说明什么？



## 观察实验，提出问题

### 根据分离定律分析

1. 子代只有黄色，说明黄色为**显性性状**。
2. 子代只有圆粒，说明圆粒为**显性性状**。
3. F<sub>1</sub>自交后，后代会出现**绿色皱粒**的豌豆。

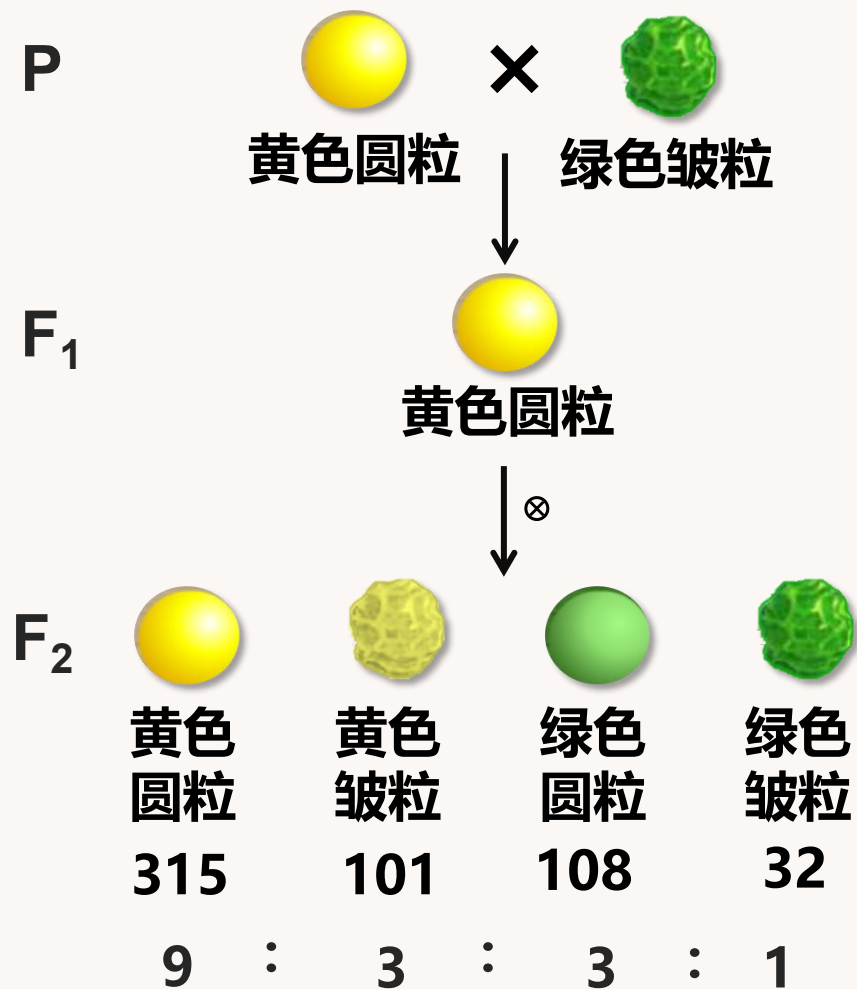


## 观察实验，提出问题

F<sub>2</sub>中，预测的**绿色皱粒豌豆**是出现了，但是，新增**黄色皱粒**和**绿色圆粒**豌豆。

**新增的豌豆的性状，和原来的豌豆有关系吗？**

## 观察实验，提出问题



种子形状

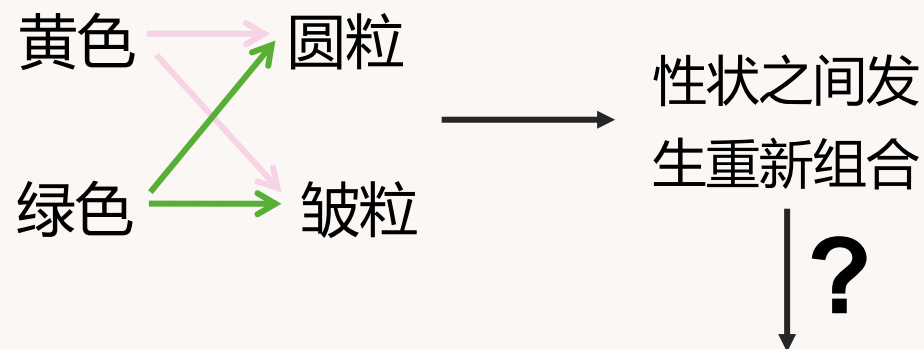
- 圆:  $315 + 108 = 423$
- 皱:  $101 + 32 = 133$

3 : 1

子叶颜色

- 黄:  $315 + 101 = 416$
- 绿:  $108 + 32 = 140$

3 : 1



两对相对性状的遗传因子间是否也发生了组合



## 大胆猜测，提出假设

针对两对相对性状的实验，孟德尔在原来四条实验的基础上，又提出了一条假说。

### 假说

$F_1$ 在产生配子时，每对遗传因子彼此分离，不同对的遗传因子可以**自由组合**。

# 提出假说

## 对自由组合现象的解释和验证

①假设豌豆的圆粒和皱粒分别由遗传因子R和r控制，黄色和绿色分别由遗传因子Y和y控制。

黄色圆粒

绿色皱粒

P

YYRR

×

yyrr

F<sub>1</sub>

YyRr

黄色圆粒

P中形成了哪些配子？

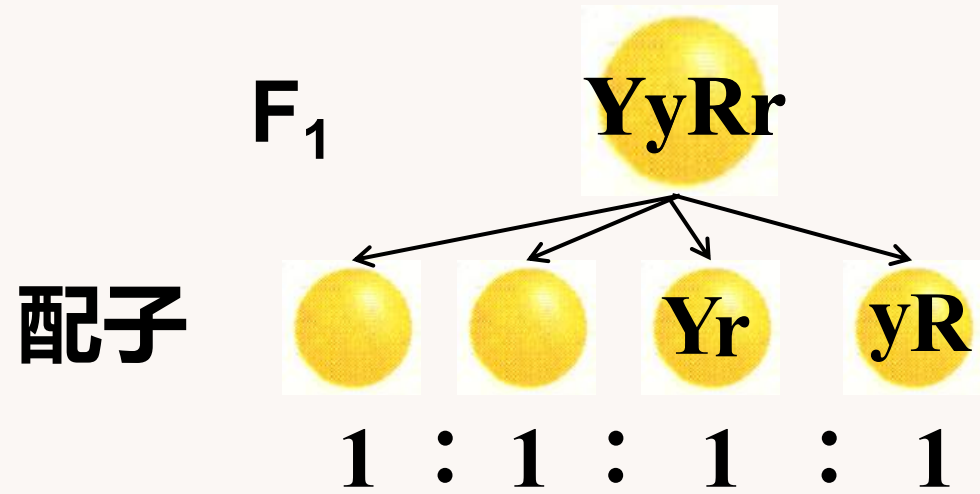
YYRR

yyrr



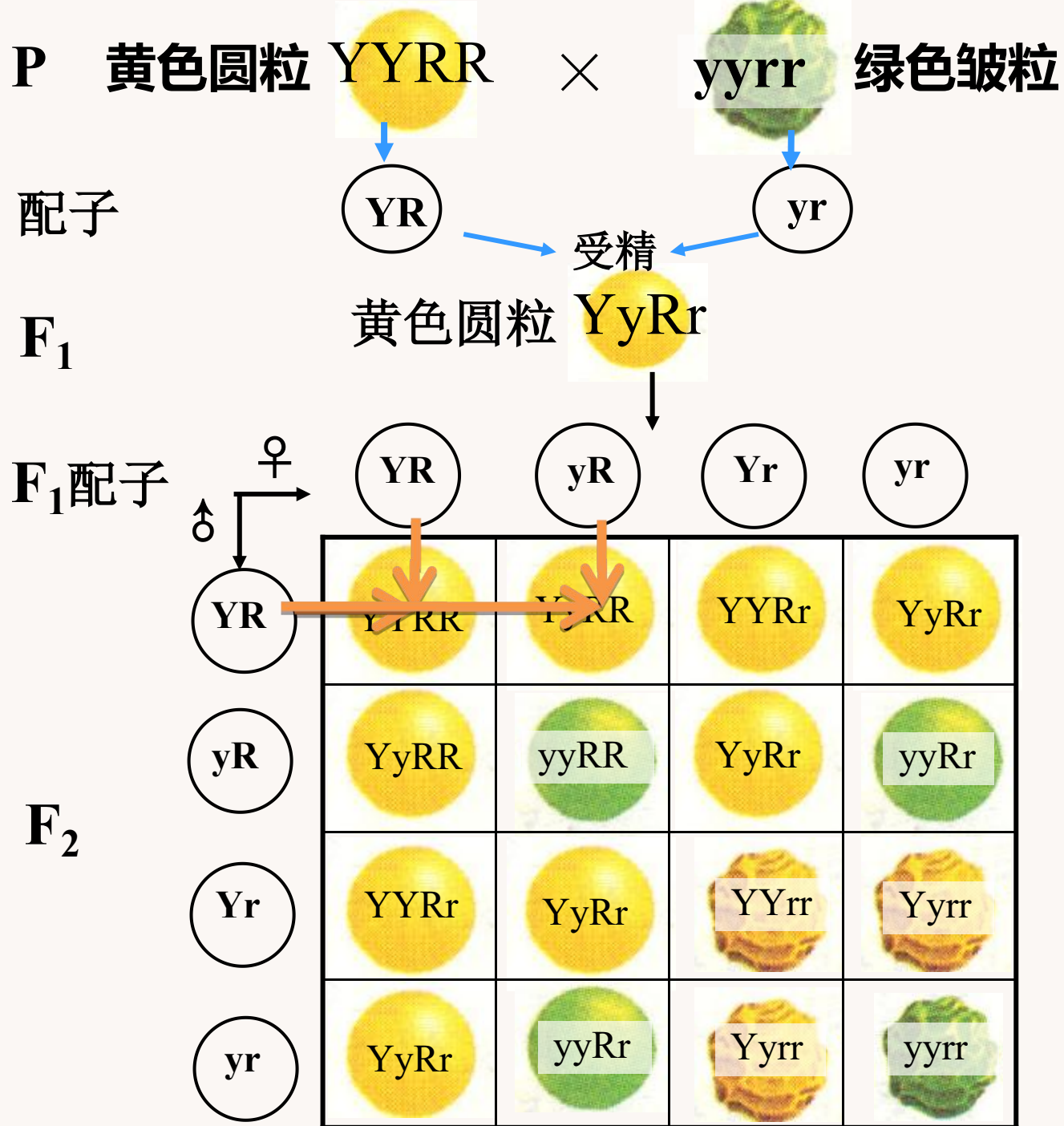
孟德尔作出的解释是：

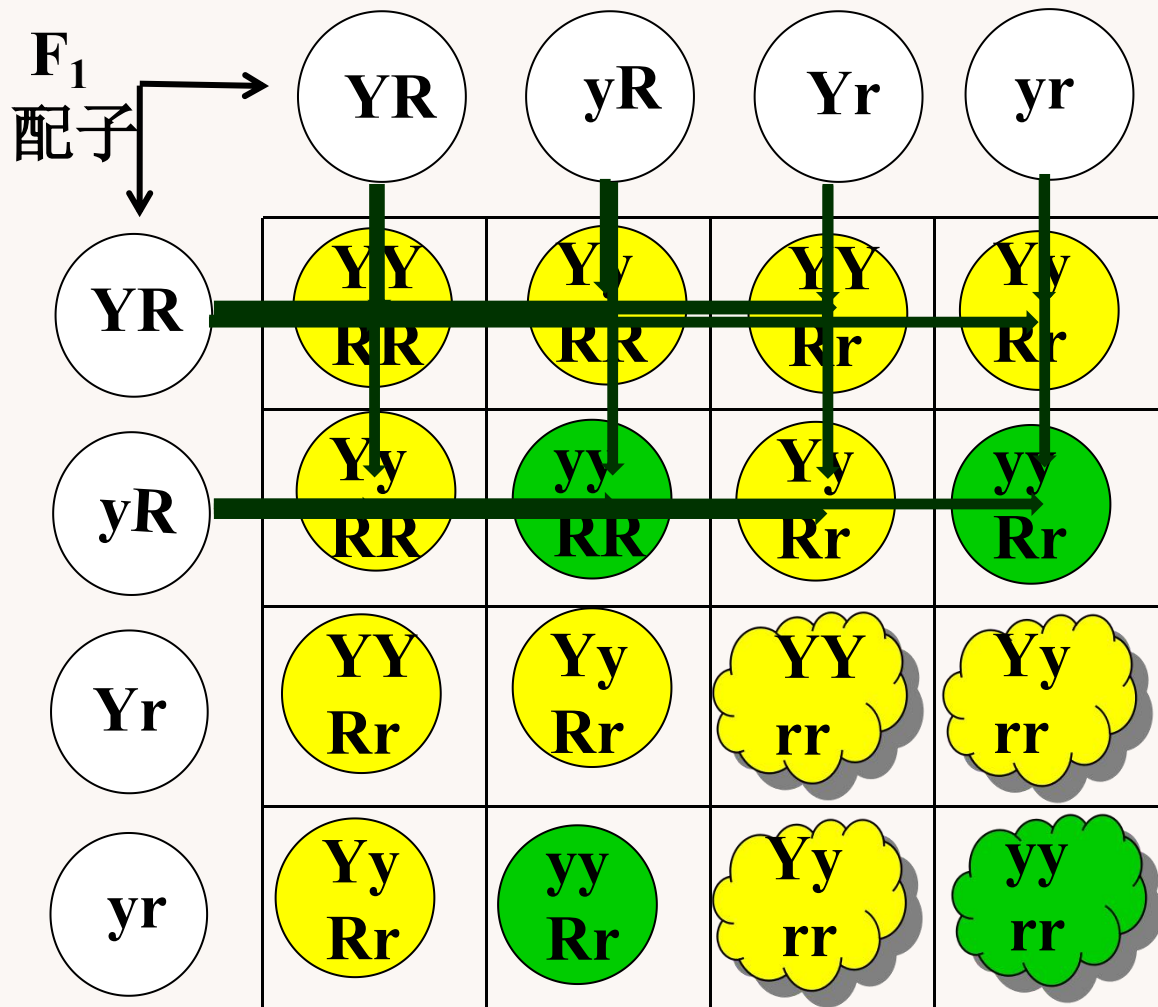
②F<sub>1</sub>在产生配子时，每对遗传因子彼此分离，不同对的遗传因子自由组合，则F<sub>1</sub>产生的雌配子和雄配子各有4种：YR、Yr、yR、yr，它们之间的数量比为1:1:1:1



③受精时，雌雄配子随机结合。

雌雄配子的结合方式：  
4x4=16





结合方式有 16 种

表现型 4 种

基因型 9 种

1 YYRR    2 YYRr    9/16

2 YyRR    4 YyRr    **双显**

1 YYrr    2 Yyrr    3/16

**单显**

1 yyRR    2 yyRr    3/16

1 yyrr    1/16    **双隐**

YY RR	Yy RR	YY Rr	Yy Rr
Yy RR	yy RR	Yy Rr	yy Rr
YY Rr	Yy Rr	YY rr	Yy rr
Yy Rr	yy Rr	Yy rr	yy rr

### 纯合子

YYRR、YYrr、yyRR、yyrr  
各占1/16, 共占4/16

### 单杂合子

YYRr、YyRR、Yyrr、yyRr  
各占2/16, 共占8/16

双杂合子 YyRr 占4/16

### 亲本类型

Y\_R\_ + yyrr 占10/16

### 表现型

### 重组类型

Y\_rr + yyR\_ 占6/16

# 单独分析每一对相对性状：

<b>F<sub>1</sub></b>	<b>Yy (黄色)</b>		<b>Rr (圆粒)</b>
	↓ ⊗		↓ ⊗
<b>基因型</b>	<b>( 1YY : 2Yy : 1yy )</b>	<b>×</b>	<b>( 1RR : 2Rr : 1rr )</b>
<b>比例</b>	<b>1/4 2/4 1/4</b>		<b>1/4 2/4 1/4</b>
<b>表现型</b>	<b>( 3黄色 : 1绿色 )</b>	<b>×</b>	<b>( 3圆粒 : 1皱粒 )</b>
<b>比例</b>	<b>3/4 1/4</b>		<b>3/4 1/4</b>

乘法原理：两个（或两个以上）独立事件同时出现的概率，等于它们各自概率的乘积。



已知4对等位基因独立遗传：

- (1) 基因型是AaBbCcdd的个体能产生的配子种类是8种。
- (2) 基因型是AabbCCDD的个体能产生的配子种类是2种。
- (3) AaBbCcdd与AabbCCDD杂交，产生的子代表现型有4种，基因型有12种。
- (4) AaBbCcdd与AabbCCDD杂交产生的子代中，aaBbCCDd的个体所占比例是1/16

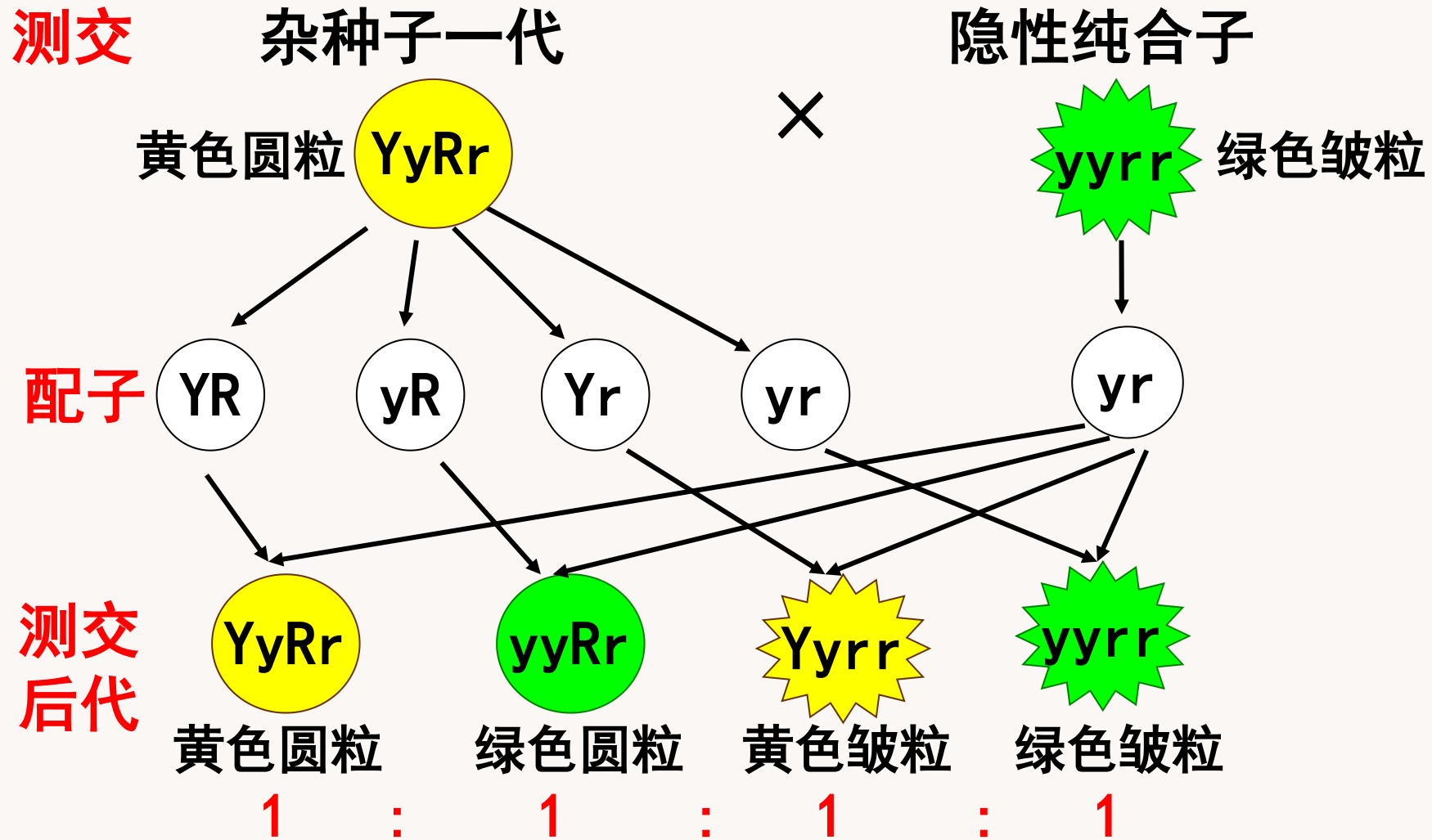


# 孟德尔关于两对相对性状遗传提出的假说



- 两对性状分别由两对遗传因子控制。
- 黄色与绿色分别由Y、y控制；圆粒与皱粒分别由R、r控制。
- 在产生配子时，每对遗传因子彼此分离，不同对的遗传因子可以自由组合。
- 受精时,雌雄配子结合是随机的。

### 三、对自由组合现象解释的验证-----测交实验



## 实施实验，验证假说

最后孟德尔正式实施实验，实验结果确实是

$31 : 27 : 26 : 26 \approx 1 : 1 : 1 : 1$ 与预测完全相符！  
证明孟德尔的自由组合假说是正确的。



## 孟德尔第二定律——自由组合定律

- 控制不同性状的遗传因子的分离和组合是互不干扰的，在形成配子时决定同一性状的成对的遗传因子彼此分离，决定不同性状的遗传因子自由组合。

## 三、孟德尔获得成功的原因

1. 正确选材： 豌豆
2. 研究方法正确： 由简单到复杂  
(由单因素到多因素)
3. 统计方法正确： 采用**统计学**进行统计
4. 科学的实验程序： **假说——演绎法**



格雷格尔·孟德尔  
1822 — 1884

## 四、孟德尔遗传规律的再发现

1900年，孟德尔的遗传规律被重新提出。

1909年，丹麦生物学家约翰逊将“遗传因子”改名为“基因”；  
并提出了表型(表现型)和基因型的概念。

**基因** —— 孟德尔的“遗传因子”

**表型** —— 是指生物个体所表现出来的性状

**基因型** —— 是指与表现型有关的基因组成

**等位基因** —— 控制相对性状的基因，如A与a等

**表型和基因型的关系：** 表型 = 基因型 + 环境条件

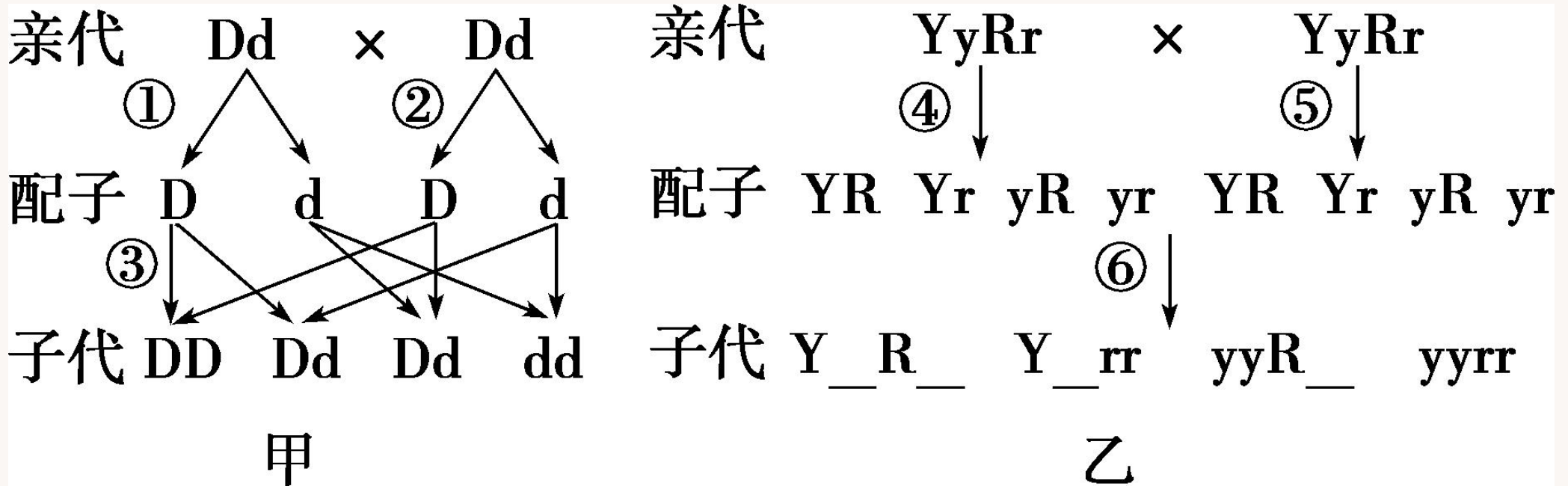
# 分离定律 VS 自由组合定律

- ①两大遗传定律在生物的性状遗传中 同时 进行，同时 起作用。
- ②分离定律是自由组合定律的 基础。

遗传定律	研究的相对性状	涉及的等位基因	F <sub>1</sub> 配子的种类及比例	F <sub>2</sub> 基因型种类及比例	F <sub>2</sub> 表现型种类及比例
基因的分离定律	一对	一对等位基因	2种 1 : 1	3种 1 : 2 : 1	2种 3 : 1
基因的自由组合定律	两对或多对	两对或多对等位基因	4=2 <sup>2</sup> 种 1:1:1:1	9=3 <sup>2</sup> 种 (1:2:1) <sup>2</sup>	4=2 <sup>2</sup> 种 9:3:3:1

# 发展素养

结合下列甲、乙两图，分析基因的分离定律和自由组合定律分别发生在图中哪些过程？



分离定律①②；  
自由组合定律：④⑤

## 五、孟德尔遗传规律的应用

### ① 杂交育种

人们有目的地将有不同优良性状的两个亲本杂交，使两个亲本的优良性状组合在一起，再筛选出所需要的优良品种。



(e.g. 生产出既抗倒伏又抗条锈病的小麦)

# 五、孟德尔遗传规律的应用

## ② 医学实践

人们可以依据分离定律和自由组合定律，对某些遗传病在后代中的患病概率作出科学的推断，从而为遗传咨询提供理论依据。



(e.g. 遗传病的遗传咨询，如白化病等)