

---

## 第四节 遗传实验数据的统计学处理

# 一、概率及其应用

---

## 1、基本定义及其特性

□ **概率 (probability)** : 指一定事件总体中某一事件可能出现的机率

特性:  $0 \leq P \leq 1$ ;

$P=0$  时, 为不可能事件;

$P=1$ , 为必然事件;

$\sum P=1$ ;

---

## 2、概率的基本运算法则

---

■ **乘法定理**：独立事件同时发生的概率等于各个事件发生的概率的乘积

$$P(ABC) = P(A)P(B)P(C)$$

---

---

■ **加法定理**：两个互斥事件同时发生的概率

是各个事件各自发生的概率之和

**互斥事件 (mutually exclusive events)** :

是某一事件出现，另一事件即被  
排斥

$$P(A+B)=P(A)+P(B)$$

---

例：同时上抛一个贰分或伍分的硬币，  
出现一个字面，一个画面的概率是多少

---

	伍	贰
A:	字	画
B:	画	字

$$P(A+B)=P(A)+P(B)= 1/2$$

---

## 二、二项式展开公式的利用

例：Aa × aa

两个子代都是Aa的概率： 1/4

一个是Aa，另一个是aa： 1/2

两个子代都是aa 的概： 1/4

$$(p+q)^2 = 1p^2 + 2pq + q^2$$

$$= 1 (Aa) (Aa) + 2 (Aa) (aa) + 1 (aa) (aa)$$

$$= 1 (1/2) (1/2) + 2 (1/2) (1/2) + 1 (1/2) (1/2)$$

---

$$= 1/4 + 2/4 + 1/4$$

若Aa × aa有三个子代

---

3个子代都是Aa的概率：  $1/8$   $p^3$

2个是Aa，1个是aa：  $3/8$   $3p^2q$

1个是Aa，2个是aa：  $3/8$   $3pq^2$

3个子代都是aa的概率：  $1/8$   $q^3$

$$(p+q)^3 = p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3$$

---

## 二项式展开式

---

$$(p+q)^n = p^n + np^{n-1}q + n(n-1)p^{n-2}q^2 + \\ n(n-1)(n-2)p^{n-3}q^3 + \dots + q^n$$

如果是推导其中某一项事件出现的概率为：

$$C_n^r p^r q^{n-r} \\ \frac{n!}{r! (n-r)!} p^r q^{n-r}$$

---



$$C_n^r p^r q^{n-r}$$

---

**n**: 估测其出现概率的事件数 (总的个体数或基因对数)

**P**: 某一事件 (基因型或表现型) 出现的概率

**r**: 代表某事件出现的次数

**q**: 另一事件出现的概率

**n-r**: 代表另一事件 (基因型或表现型) 出现的次数

$$p+q=1$$

---

### 三、概率展开式的应用

举例1: 杂种YyRrCc自交的F<sub>2</sub>群体的表现型概率

$$(p+q)^3 = p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3 \quad p=3/4 \quad q=1/4$$

$$C_n^r p^r q^{n-r}$$

$$C_3^r (3/4)^r (1/4)^{n-r}$$

具3显性基因的个体概率为  $p^3, 27/64$   $C_3^3 (3/4)^3 (1/4)^0$

2显1隐的个体概率为  $3p^2q, 27/64$   $C_3^2 (3/4)^2 (1/4)^1$

---

一显二隐  $3pq^2$  ,  $9/64$   $C_3^1(3/4)^1(1/4)^2$

全部为隐性性状为  $q^3$  ,  $1/64$   $C_3^0(3/4)^0(1/4)^3$

表现型比率为27:9:9:9:3:3:3:1

---

---

举例2、 如一对夫妇生了10个小孩，问10小孩中4男6女的概率是多少

$$C_{10}^4(1/2)^4(1/2)^6$$

某家6个小孩不是同一性别的概率是多少。

---

# 四、 $\chi^2$ 测验

---

## 1、 $\chi^2$ 测验的意义

**适合度测验**：是指比较试验数据与理论

**假设是否符合的假设测验**

---

## 2、 $\chi^2$ 测验定义式

---

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{实计数} - \text{预计数})^2}{\text{预计数}}$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$



### 3、检验的步骤

---

➤ 计算 $X^2$

➤ 确定自由度 $df=K-1$

➤ 根据 $X^2$ 、 $df$ 查出P值

➤ 根据P值讨论：

$P > 0.05$ ，差异不显著

$P < 0.05$ ，差异显著

$P < 0.01$ ，差异及其显著

---

表 2-4  $\chi^2$  检验表

	紫茎缺刻叶	紫茎马铃薯叶	绿茎缺刻叶	绿茎马铃薯叶	总计
$O$	247	90	83	34	454
$E$	255.4	85.1	85.1	28.4	454
$(O - E)^2$	70.56	24.01	4.41	31.36	
$(O - E)^2/E$	0.28	0.28	0.05	1.10	

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} = 1.71$$

表 2-5  $\chi^2$  表(常用的部分摘录)

$df \backslash p$	0.99	0.95	0.50	0.10	0.05	0.02	0.01
1	0.00016	0.0039	0.46	2.71	3.84	5.41	6.64
2	0.0201	0.103	1.39	4.61	5.99	7.82	9.21
3	0.115	0.352	2.37	6.25	7.82	9.84	11.35
4	0.297	0.711	3.36	7.78	9.49	11.67	13.28
5	0.554	1.145	4.35	9.24	11.07	13.39	15.09
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10	2.558	3.940	9.34	15.99	18.31	21.16	23.21