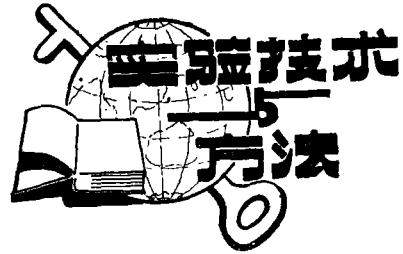


遗传学实验

——果蝇实验

上海复旦大学生物系



(四) 果蝇的二对因子试验

实验原理和目的

本实验通过对果蝇二对相对性状的杂交试验，验证孟德尔第二定律——自由组合定律（独立分配定律）。采用的材料是长翅黑檀体果蝇和残翅灰体果蝇。通过对杂交后代翅型和体色这二个性状的观察，经过数据处理，验证是否符合杂种第二代的分离比数 9:3:3:1 比率。已经知道长翅和残翅是一对相对性状，由位于第二染色体上的基因 +/vg 决定，灰体和黑檀体是另一对相对性状，由位于第三染色体上的基因 +/e 决定，所以都属常染色体遗传。把长翅黑檀体雌蝇 (+ + ee) 与残翅灰体 (vgvg + +) 的雄蝇杂交，或它们的反交，F₁ 代全部是长翅灰体。F₁ 代雌雄蝇互交，F₂ 代产生性状分离，出现了四种表型，图示如下：

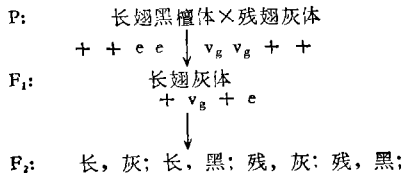


图 4-1 果蝇两对性状的杂交试验

预期结果，应为 9:3:3:1 的比率。表型相同，基因型不一定相同。长翅灰体的一群包括四种不同基因型，这四种基因型单从表型上是分不出的。这个实验验证了“不同染色体上的基因在形成配子时是自由组合的”。

实验准备

1. 用具：麻醉瓶，白瓷板，海绵板、放大镜，毛笔，镊子，盛有饲料的培养瓶 4 只。
2. 药品：酒精棉，乙醚。

实验步骤

1. 选残翅灰体和长翅黑檀体果蝇作亲本，正交或反交都可以，但雌蝇一定要选处女蝇。处女蝇在实验前 2—3 天陆续收集，备用。
2. 进行杂交。正交，反交各一瓶。即：残翅灰体 (♀) × 长翅黑檀体 (♂)；残翅灰体 (♂) × 长翅黑檀体

(♀)。a. 把残翅灰体处女蝇倒出麻醉，挑出 5—6 只，移到杂交瓶；b. 其次把长翅黑檀体果蝇倒出麻醉，在白瓷板上放大镜下，仔细挑出 5—6 只雄蝇，移到上述杂交瓶中；c. 贴好标签：反交与正交方法一样。杂交瓶放到温箱中培养。

(正交)

vgvg + + × + + ee

(♀) (♂)

× 月 × 日

姓名：

3. 7—8 天后，可见到有 F₁ 幼虫出现，倒去亲本果蝇。

4. 再过 4—5 天后，F₁ 成蝇出现。观察 F₁ 翅形和体色，连续检查 2—3 天。不管是正交还是反交，F₁ 应该都是长翅，灰体。若出现其他表型的果蝇，表明已发生了差错，不能再做下去。发生差错的原因很多，如：亲本雌果蝇不是处女蝇；F₁ 幼虫出现后亲本没有倒完；杂交亲本的雄蝇筛选有误，以及亲本原种本身不纯等，都会造成试验失败。

5. 在一个新鲜培养瓶内，放 5—6 对 F₁ 果蝇，这时雌蝇无须处女蝇，在 23℃ 温箱中培养（反交同样做一瓶）。

6. 7—8 天后，F₂ 代幼虫出现，移去 F₁ 代亲本。

7. 再过 4—5 天后，F₂ 代成蝇出现，开始观察。统计四种表型，每隔 2—3 天统计一次，连续统计 7—8 天。被统计过的果蝇放到死蝇盛留器中。

实验结果 填写下列表格

		F ₁			
		交配方式		长, 黑(♂) × 残, 灰(♀)	
统计日期		长, 黑(♀) × 残, 灰(♂)	长, 黑(♂) × 残, 灰(♀)		
		长, 灰数	其它表型的数目	长, 灰数	其它表型的数目

Qiao Shouyi et al.: An Experiment in Genetics

F₂ (正反与反交合并统计)

统计日期	交配方式	各类果蝇数目			
		长,灰数	长,黑数	残,灰数	残,黑数
合计					

实验结果用卡平方来测定好适度 (实际数与理论比的符合程度),公式见表

χ^2 测验

	长灰	长黑	残灰	残黑	合计
实验观察数 (O)					
预期数 (9:3:3:1) (C)					
偏差 (O - C)					
$\frac{(O - C)^2}{C}$					

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - C)^2}{C} = \quad ; P =$$

计算出 χ^2 值后,查 χ^2 表,得到 P 值。若 $P > 0.05$, 结论: 差异不显著。可以认为这二对性状分别由二对基因控制, 遗传方式符合自由组合定律; 若 $P < 0.05$, 结论: 差异显著。可以认为所研究的二对性状的遗传不能用自由组合定律解释(见附录: χ^2 表)。

附录:

χ^2 表, 表内数字是各种 χ^2 值, n 是自由度, P 是在一定自由度下 χ^2 大于表中数值的概率

n	P						
	0.99	0.95	0.50	0.10	0.05	0.02	0.01
1	0.00016	0.0039	0.45	2.71	3.84	5.41	6.64
2	0.0201	0.103	1.39	4.61	5.00	7.82	9.21
3	0.115	0.35	2.37	6.25	7.82	9.84	11.35

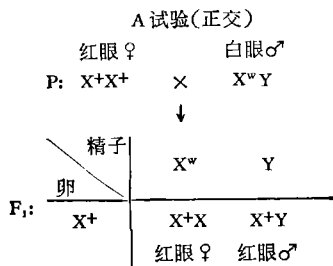


图 5-1 白眼雄蝇与纯种红眼雌蝇杂交, 子代不论雌, 雄都是红眼。

(五) 果蝇的伴性遗传

实验原理和目的

性染色体上的基因所控制的性状在遗传方式上与常染色体上基因有所不同。性染色体上基因随性染色体而传递, 所以它们决定的性状与性别相联系, 这种遗传方式称为伴性遗传。

本实验用红眼果蝇和白眼果蝇为材料, 通过对杂交后代眼色的观察, 了解伴性遗传与常染色体遗传的区别。红眼与白眼是一对相对性状, 分别由 X 染色体上的基因 + (或 +^w) 与 w 决定, 十对 w 是显性。因为雌蝇的性染色体组成是 XX, 雄蝇的性染色体组成是 XY, 而且 Y 染色体上没有与 X 染色体上相对应的基因, 所以红眼果蝇与白眼果蝇杂交时, 正交与反交的结果不同, 如图 5-1, 5-2 所示。

由图解得知, 在杂交组合中, 如以显性纯合体为母本, F₁ 代表型与常染色体遗传方式相同, 全部表现出显性性状。但若以隐性个体作母本时, F₁ 代中的雄性表现母本性状, 雌性表现父本性状, 呈交叉遗传, 这是伴性遗传的特征。因为在同一杂交组合中, F₁ 代的分离比随正反交而不同, 所以 F₁ 代雌雄个体互交时, F₂ 的分离比也随之而异(图 5-3, 图 5-4)。

对 F₂ 代的观察, 不仅可以更好地了解伴性遗传的本质, 同时也可以直接检验你所做的 F₁ 代结果是否正确, 若 F₁ 代中出现了错差, F₂ 就得不到上述的结果。

实验准备

1. 用具: 放大镜, 麻醉瓶, 白瓷板, 海绵, 毛笔, 镊子, 盛有饲料的培养瓶 8 个。
2. 药品: 乙醚, 酒精棉。

实验步骤

1. 以红眼和白眼果蝇作亲本, 正反交都做。实验前要分别收集它们的处女蝇各 10—15 只。

2. 进行杂交。正交: 红眼♀ × 白眼♂。a. 红眼处女蝇分作二瓶, 这两瓶作为杂交瓶; b. 从白眼果蝇培养瓶中分出 10—15 只雄蝇, 分成二份, 放入上述杂交瓶中; c. 贴上标签。反交: 白眼♀ × 红眼♂也做

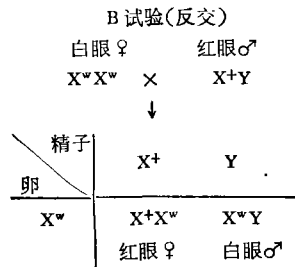


图 5-2 白眼雌蝇与红眼雄蝇杂交, 子代雌蝇是红眼, 雄蝇是白眼。

C 试验

$F_1: X^+X^w \times X^+Y$

红眼♀ ↓ 红眼♂

$F_2:$	精子	X^+	Y
卵	X^+	X^+X^+ 红眼♀	X^+Y 红眼♂
	X^w	X^+X^w 红眼♀	X^wY 白眼♂

图 5-3 子一代红眼雌蝇与红眼雄蝇交配，子二代雌蝇全为红眼，而雄蝇中，红眼和白眼各占一半。

D 试验

$X^+X^w \times X^wY$

红眼♀ ↓ 白眼♂

$F_2:$	精子	X^w	Y
卵	X^+	X^+X^w 红眼♀	X^+Y 红眼♂
	X^w	X^wX^w 白眼♀	X^wY 白眼♂

图 5-4 白眼雄蝇与子一代红眼雌蝇交配时，子二代雌蝇和雄蝇中，红眼和白眼各占一半。

二瓶，方法同上。杂交瓶放 23℃ 温箱培养。

$X^+X^+ \times X^wY$
(正交)
月 日
姓 名

3. 7—8 天后，倒去亲本果蝇。
4. 再过 4—5 天后， F_1 成蝇出现，开始观察 F_1 代眼色。
5. 把 F_1 雌雄果蝇互交，正、反交仍各做二瓶。这时雌蝇可以不是处女蝇。置 23℃ 温箱培养。
6. 7—8 天后，倒去 F_1 代果蝇。
7. 再过 4—5 天后， F_2 代成蝇出现，麻醉后倒在白瓷板上观察眼色，鉴别雌雄。
8. 再隔 2—3 天，再统计一次。

实验结果

$F_1:$ A 试验(正交): 红眼♀ × 白眼♂

观察结果	各类果蝇的数目	
统计日期	红眼♀	红眼♂
合计		
百分比		

$F_2:$ C 试验

观察结果	各类果蝇的数目		
统计日期	红眼♀	红眼♂	白眼♂
合计			
百分比			

$F_1:$ B 试验(反交): 白眼♀ × 红眼♂

观察结果	各类果蝇的数目	
统计日期	红眼♀	白眼♂
合计		
百分比		

$F_2:$ D 试验

观察结果	各类果蝇的数目			
统计日期	红眼♀	白眼♀	红眼♂	白眼♂
合计				
百分比				

(六) 果蝇的三点试验

实验原理和目的

本实验通过对同一染色体上三个非等位基因的交换行为，来验证基因是在染色体上呈直线排列的。先把野生型果蝇与三隐性果蝇杂交，作成三因子杂种($abc/+++$)，再用三隐性个体进行测交。在测交后代中，因交换可得到各种类型的组合，与两个亲本表型不同的称为重组。每个重组值去掉%后，就作为基因间的图距。这是相对距离。三点测交试验也是绘制

贴好标签,在 22—23℃ 中培养。

3. 7—8 天后,倒去亲本。

4. 再 4—5 天后,子一代成蝇出现,进行观察,F₁ 雌蝇全部是野生型,雄蝇全部都是三隐性。

5. 从 F₁ 代中选 20—30 对果蝇,放到牛奶瓶中,在 23℃ 培养。这里雌蝇不一定要是处女蝇(为什么?)。

若用反交:

$$\begin{array}{c} + \quad + \quad + \\ + \quad + \quad + \end{array} \times \frac{m \quad sn^3 \quad w}{\quad \quad \quad} \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array}$$

(♀) (♂)

F₁ 雌蝇一定选处女蝇(为什么?)。

6. 7—8 天后倒去亲本。

7. 再 4—5 天后, F₁ 代成蝇出现,开始观测。果蝇倒出麻醉,放在白瓷板上,用解剖镜检查眼色、翅形、刚毛,各类果蝇分别计数。统计过的果蝇倒掉。过 2 天后再检查第二批,连续检查 7—8 天,即 3—4 次。再迟

时 F₂ 代出现了。要求至少统计 250 只果蝇。因为群体越大,重组值越精确。当然也可以把几个人的数字相加,用来计算重组值。

实验结果

填入表格内,并绘出遗传学图和计算并发率,干涉。

测交后代的表型	观察数	基因间是否重组		
		m—sn ³	m—w	w—sn ³
总计				
重组值				

(乔守怡 江绍慧)

小方法

玉米切穗授粉

在玉米自交系选育过程中,人们常常利用玉米的双穗性状同时进行授粉,以期在一株玉米上同时得到自交种和测交种。下一年就可以通过测交种的产量比较,选留相应的品系。这样不仅可以加快自交系选育,又可减少工作量。但是采用这种选择办法,选择材料

必须是双穗型的。那么单穗型的材料是否可以采用这种选择法呢?我们曾进行了如下试验:

在花丝吐露的前 1—2 天,用锋利的刀片将玉米穗连同苞叶纵向切割,一直切到穗柄,把一个果穗变成两个半穗,果穗切完后,立即各套上一个羊皮纸袋。待花丝吐露时,再分别进行授粉。一半果穗先授粉,授完粉,套好袋,用橡皮筋扎好,再给另外一半果穗授粉。授粉时注意不要将花粉授到另外一半上,以防混杂。

实践证明,这种人为地将一个幼穗切成“双穗”,授粉结实效果良好。切后的穗轴有些弯曲,但籽粒发育饱满,发芽能力正常。

(孙远达)

(上接第 18 页)

参 考 文 献

[1] 华北农业大学,西北农学院编写组:1978.《作物育种学》,甘薯育种,28—39 页。

[2] 张必泰:1978.江苏农业科技,(4):22—27。

[3] 山东省烟台地区农业科学研究所:1978.遗传与育种,(4):21—22。

[4] 板井健吉等:1965.农业译丛,(12):18—19。

[5] 阿福雷德·琼斯:1979.四川农业科技,(1):90—94。