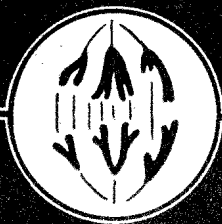


遗传学实验及 自学指导

沈克全 程经有 徐甸 编



中央广播电视大学出版社

遗传学实验及自学指导

沈克全 程经有 徐 旬 编

•

中央广播电视大学出版社出版

中央广播电视大学出版社发行

北京第二新华印刷厂印装

•

开本 787×1092 1/16 印张7.5 千字183

1988年5月第1版 1988年9月第1次印刷

印数 1—3 000

定价2.45元

ISBN 7-304-00306-5/C·9

2.2

5

前 言

本书是为学习广播电视大学农科遗传学课程而编写的,内容包括实验指导及自学指导两部分。实验指导部分较详细地介绍了二十个基本的实验,其中大部分将在电视课中演示。自学指导分章写了提要,介绍了重点、难点,分析了一些例题,希望对学习者有所帮助。由于遗传学是一门基础理论课,名词概念较多,为使其更加明确,书末附有名词解释。

本书末附有电大(农科二年制)遗传学的教学大纲(草案)。

本书实验一、二、三、七、十一、十二、十八、十九及自学指导的绪论、第一、五、六、十二、十三章由沈克全编写,实验四、五、六、八、九、二十及自学指导第二、三、四、十、十一章由程经有编写,实验十、十三、十四、十五、十六、十七及自学指导的第七、八、九章由徐甸编写。名词解释由沈克全编写。插图由祖国洪绘制。

编者水平有限,错误难免,欢迎读者指正。

全书经北京农业大学陆激韵教授审阅,特此致谢。

编 者

1988.5.

目 录

实验指导部分	(1)
实验一 细胞的有丝分裂和根尖涂片压片法	(1)
实验二 细胞的减数分裂和花粉母细胞涂片制片法	(2)
实验三 果蝇唾腺染色体的制备和观察	(4)
实验四 观察花粉直感及分离现象	(5)
实验五 独立分配规律和基因互作	(8)
实验六 基因的连锁和交换	(9)
实验七 果蝇的形态和生活史	(11)
实验八 果蝇的杂交	(12)
实验九 性连锁遗传分析	(14)
实验十 减数分裂中基因分离与交换的验证	(15)
实验十一 染色体结构变异的观察鉴定	(18)
实验十二 非整倍体变异中单体的观察鉴定	(19)
实验十三 染色体组型分析	(20)
实验十四 植物杂交	(24)
实验十五 农作物雄性不育的鉴别	(32)
实验十六 孚尔根(Feulgen)核反应染色法	(34)
实验十七 辐射对植物的作用——苗期及染色体观察	(36)
实验十八 植物多倍体的诱变和鉴定	(37)
实验十九 植物单倍体培养	(39)
实验二十 棉花纤维长度的遗传率测定	(40)
附录一 几种溶液的配制	(42)
附录二 几种培养基的配方	(42)
自学指导部分	(44)
绪言	(44)
第一章 遗传的细胞学基础	(45)
第二章 分离规律	(48)
第三章 自由组合规律	(50)
第四章 连锁遗传规律	(57)
第五章 染色体的结构变异	(67)
第六章 染色体的数目变异	(69)
第七章 遗传物质的分子基础	(72)
第八章 细菌和病毒的遗传	(76)
第九章 基因突变	(79)
第十章 数量性状的遗传	(81)
第十一章 近亲繁殖和杂种优势	(83)
第十二章 细胞质遗传	(85)
第十三章 遗传与进化	(87)
遗传学名词解释	(90)
遗传学教学大纲(草案)	(107)

实验指导部分

实验一 细胞的有丝分裂和根尖涂抹压片法

一、实验目的

1. 学习植物根尖涂抹压片的基本技术。
2. 熟悉细胞有丝分裂的各个时期。

二、实验材料

蚕豆、小麦种子。

三、实验用品

显微镜、刀片、载玻片、盖玻片、镊子、酒精灯、醋酸洋红、对二氯苯、冰箱。

四、说明

高等生物的细胞分裂主要是以有丝分裂方式进行的。它包含两个紧密相连的过程：先是细胞核分裂，即核分裂为两个；后是细胞质分裂，即细胞分裂为二，各含一个核。一般把核分裂期分为前、中、后、末四个时期。前期：细胞核内出现细长而卷曲的染色体，以后逐渐缩短变粗。每个染色体有两个染色单体，这表明此时染色体已经自我复制，但染色体的着丝粒还没有分裂。中期：核仁和核膜均消失，细胞内出现纺锤体，各个染色体的着丝粒排列在赤道面上。后期：每个染色体的着丝粒分裂为二，这时各条染色单体已各成为一个染色体，随着纺锤丝的牵引每个染色体分别向两极移动。末期：在两极围绕着染色体出现新的核膜，染色体又变得松散细长，核仁重新出现。于是在一个母细胞内形成两个子核，在纺锤体的赤道板区域形成细胞板，分成两个子细胞。

在细胞遗传研究中，常常需要知道生物的染色体数目，观察植物根尖有丝分裂中期，能够得到准确的结果。植物根尖涂抹压片法是简易快速制片法的一种，这种方法不必经过复杂的浸蜡脱蜡过程，在短期内就能获得清晰的有丝分裂相。

五、实验的方法和步骤

(一) 实验前准备

1. 缩短染色体

A. 对二氯苯处理法：把实验用的蚕豆或小麦的种子消毒后，放在 $25^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ 的温箱中发芽，待长出 $0.5\sim 1.0$ 厘米的幼根时，剪下 0.5 厘米的根尖，趁温热放在对二氯苯饱和溶液中，处理 $2\sim 3$ 小时，使染色体缩短。配制对二氯苯溶液的方法是：以 $5\sim 10$ 克的对二氯苯放入盛有 60 毫升蒸馏水的三角瓶中，微微加热至 60°C ，使之溶解，成饱和溶液，放入 $25^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ 的温箱中备用。

B. 冰水处理法：将幼根放在装有蒸馏水的小瓶中，置于放有冰块的桶中，或放在冰箱中

处理 24 小时,同样可起到缩短染色体和增加中期分裂相的作用。

2. 固定: 倒掉对二氯苯溶液或蒸馏水,用当时配好的卡诺氏固定液(三份 95% 酒精加一份冰醋酸)固定,然后放入冰箱,可以长期不坏。

3. 水解中胶层: 在压片前将根尖移至 1 N 的盐酸中在 60℃ 温度下处理 10 分钟,溶解掉细胞间的果胶质,然后用自来水冲洗 2~3 次。

(二) 压片

1. 切割: 取出根尖一枚,放在干净的载玻片上,用刀片剔除根冠,然后在分生区切下尽可能薄的组织 3~4 片。

2. 染色涂抹: 在切下的组织上加一小滴醋酸洋红,盖上盖片,在盖片上衬一层吸水纸,用拇指挤压盖片,使细胞舒展,染色体散开。放在低倍镜下观察有丝分裂各个时期的特点,发现有理想的分裂相时,可把载片在酒精灯上往返烘烤,使细胞质褪色,但切忌煮沸生泡,甚至把材料烤黑或烤焦。然后用石蜡将盖片四周封好。1~2 天后,细胞就比较牢固地附着在玻片上,可以依下法制作永久片。

(三) 永久制片

首先,依比例配好下列四种过渡溶液:

(1) 1/2 95% 酒精 + 1/2 冰醋酸;

(2) 2/3 95% 酒精 + 1/3 正丁醇;

(3) 1/3 95% 酒精 + 2/3 正丁醇;

(4) 纯正丁醇。

然后,用刀片刮去盖片四周的封蜡,使盖片朝下放入盛有第一道溶液的培养皿内,在载片的一端垫以细玻棒。待溶液充分渗入材料之后,盖片就自动脱开,在第一道溶液中停留 5~6 分钟之后,把盖片、载片依次移入第二、三、四道溶液,在每道溶液中停留 3~4 分钟。从第四道溶液中取出后,在盖片上小心地加一滴溶于二甲苯的加拿大树胶,迅速依原来脱下盖玻片的位置将载玻片盖上,然后把作好的制片反扣在玻璃板上。最好在片子下面衬以滴有二甲苯的吸水纸。这样,多余的树胶一方面可从盖玻片下排出,同时也避免片子与玻板粘着。待半天后,就可以进行检查,并能长期保存。

根尖涂抹压片或永久片的制作是否良好,决定于材料的分裂相情况,染色深浅,烘烤程度以及永久制片中各个步骤的操作。主要还在于多多练习,摸索经验。在永久制片中,如操作仔细,则大多数有分裂相的细胞不致遗失。

六、作业

每人作一张蚕豆或小麦的有丝分裂中期的良好的永久片。

实验二 细胞的减数分裂和花粉母细胞涂抹制片法

一、实验目的

1. 观察并熟悉减数分裂各个时期的特征及染色体的变化。
2. 学习花粉母细胞涂抹制片方法。

二、实验材料

经过固定的减数分裂各个时期的玉米雄穗。

三、实验用具

显微镜、弯头解剖针、载玻片、盖玻片、镊子、酒精灯、醋酸洋红、45% 醋酸溶液等。

四、说明

(一) 减数分裂各时期的特征和要点

1. 前期 I: 第一次分裂的前期时间较长和较复杂, 一般又可分为下列五个时期:

(1) 细线期: 染色体以单根的细长线显现。首尾不分, 绕作一团, 无法计数。

(2) 偶线期: 同源染色体开始配对, 首先由两端开始, 渐次配到中部, 在配对完成时, 同源染色体的各个相对应部分准确地结合在一起, 偶线期很短, 往往不易找到。

(3) 粗线期: 配对的染色体逐渐缩短加粗, 可以数到单倍体数目的染色体。染色体的个体性也较为鲜明, 能够根据染色体的相对长度、着丝粒的位置、染色粒的大小及特征加以区分。由于每条染色体实际上已纵裂为二, 所以联会中的每对染色体由四条染色单体组成, 称四合体。此时同源染色体的非姊妹染色单体之间可能发生节段互换, 导致杂合体连锁基因之间的交换。注意各对染色体的形态特征, 第 6 染色体与核仁相连系。

(4) 双线期: 染色体缩得较短较粗, 同源染色体之间因相互排斥而分开, 但染色体发生互换的地点仍然连在一起, 构成交叉结, 这是染色体交换的结果。在同种生物中, 交叉的数目一般与染色体长度成正比。可以比较染色体的长度与交叉数目的关系。

(5) 终变期: 染色体继续缩短和交叉结向端部移动(称交叉移端)。此时同源染色体只在远端相接, 分散在细胞核中, 核膜将消失, 所以此时进行染色体计数最为方便准确。和双线期比较, 观察它们的特征有何不同, 并数计染色体的数目。

2. 中期 I: 核仁和核膜已消失, 染色体排列于赤道板上, 成对染色体的着丝粒朝向两极, 纺锤丝出现。注意着丝粒的位置, 计数染色体数目, 并调节显微镜微动螺旋, 观察纺锤丝的形状。

3. 后期 I: 同源染色体由于纺锤丝的牵引而分开, 向两极移动。随着染色体上着丝粒位置的不同, 后期染色体呈现各种不同的形状(L 形、V 形及棒形等)。此时每个染色体的着丝粒尚未分裂, 分向两极的是二分染色体而不是染色单体, 两极各有 n 个二分染色体。可观察趋向两极染色体的对称性, 分别计数两极染色体的数目, 看是否相等。

4. 末期 I: 拉向两极的染色体又聚合起来, 细胞中央由纺锤丝形成细胞板, 把一个母细胞分成两个子细胞, 逐渐进入细胞分裂间期, 染色体又慢慢伸长。但在豌豆、番茄等双子叶植物中, 细胞并不进行分裂, 两个新的细胞核仍然停留在共同的胞质中。

5. 前期 II(第二次分裂的前期): 经过一个短暂的时期, 每一个二分染色体又开始明显缩短, 但着丝粒还连在一起, 染色体臂张开。

6. 中期 II: 可以看到缩短了二分染色体又整齐地排列于各个分裂细胞的赤道板上。可以和中期 I 比较, 看有何区别。

7. 后期 II: 每一个二分染色体的着丝粒已经纵裂, 姊妹染色单体开始分向两极。与后期 I 比较, 在形态上有什么不同?

8. 四分孢子: 趋向两极的染色体形成新的细胞核, 当初每一个花粉母细胞就形成一个四分孢子, 每个小孢子内含有半数染色体。在玉米等植物中, 伴随两次核分裂发生两次胞质分裂, 而在蚕豆等双子叶植物中, 则直到第二次核分裂完成之后才发生胞质分裂。

(二) 材料的采集和存放

1. 本次实验材料从玉米雄穗上取得。在雄穗尖端露出前 7~10 日, 先以手指挤摸外部, 觉得松软时, 以刀片划开茎叶, 取下幼穗分枝 3~4 条, 固定于当时配成的卡诺氏固定液中, 可一直保存于冰箱内。如在固定 24 小时后换以 70% 的酒精存放, 在普通室温下即可保存相当时候。

2. 玉米雄穗每一分枝的中部靠上端的分裂时期最老, 由此向上向下, 小穗逐渐幼嫩。除非整个分枝太老, 通常在一枝上由嫩的部位向老的部位寻找, 可以依次连续获得减数分裂的各个时期, 即由粗线期直到刚刚分开的小孢子。玉米小穗是成对的, 无柄小穗的发育时期比邻近的有柄小穗为早。每小穗内有两朵小花, 各具花药 3 个, 第一小花远比第二小花为幼嫩。同一小花的三个花药则几乎处于同一分裂时期。

五、实验方法和步骤

制作花粉母细胞涂抹片时, 先将雄穗分枝置于培养皿内, 加进少许固定液, 以防干涸。然后用弯头解剖针从适当大小的小花中挑出花药 2 个, 置于载玻片上, 加一滴醋酸洋红, 以两针相交交叉切断花药, 再用针头轻压, 挤出花粉母细胞, 尽量挤净, 然后除去花药空囊及渣子, 微微捣开成堆的细胞, 立刻置于低倍镜下观察。如有所需时期的细胞, 立刻盖上盖玻片, 否则可用纱布擦去。盖上玻片时不必施加压力, 有多余的染液时, 可用吸水纸吸去, 但盖玻片不得来回移动。

烘烤涂抹片是一项很重要的技术。可于获得适当时期后, 比较烘烤前后细胞质与染色体的着色情况, 通常将片子在酒精灯火焰上来回移动, 使细胞质染色尽量褪去, 染色体得到充分鲜明的着色。

涂抹片着色能否达到清晰而有深浅对比的程度, 须视: (1) 醋酸洋红的浓度大小; (2) 针上铁的多少; (3) 氧化(即暴露在空气中)的时间长短而定。如染色过深, 可以从盖玻片的一边加入一滴 45% 的醋酸, 再从另一边吸去, 然后进行烘烤。待颜色深浅合适时, 即可用石蜡(溶于 1/3 松香)把盖片四周密封起来, 写上材料的号码和分裂时期, 即可作为临时保存和观察之用。如材料比较理想, 还可以制成永久片, 以便长期保存。永久片的制作方法见实验一。

六、作业

每人独自寻找主要的分裂时期, 练习制片技术, 至少要作出一张良好的永久片。

实验三 果蝇唾腺染色体的制备和观察

一、实验目的

学习果蝇唾腺染色体的制片技术。

二、实验材料

果蝇幼虫。

三、实验用品

双筒解剖镜、显微镜、解剖针、载玻片、盖玻片、醋酸地衣红染色液等。

四、说明

双翅目昆虫的摇蚊和果蝇等幼虫的唾腺细胞中有巨型染色体, 称为唾腺染色体。它是由多次核内有丝分裂而形成的多线染色体, 可多达千条以上, 而且它们的同源染色体进行体细胞

联合,从而使唾腺细胞中染色体数目减少一半。它们比一般细胞的染色体粗 100~2000 倍,长 100~200 倍。巨型染色体经染色可呈现出许多深浅明显不同的横纹和条带。这种横纹和条带的形态和数目在同一物种的不同细胞中是一样的,它们的变化和遗传变异密切相关。因此这种巨型染色体的多线结构在遗传学研究上具有特殊的意义。果蝇的唾腺染色体中间有一个染色中心,染色体有 X, 2L, 2R, 3L, 3R 和 4 (L 表示左臂, R 表示右臂, 第 4 染色体很短)。

五、实验的方法和步骤

1. 幼虫培养: 选取几对生长健壮的雌雄果蝇, 移入培养瓶内, 在 25℃ 下培养。为了避免产卵过多, 两天后可把亲蝇移出。然后, 撒上一点新鲜的酵母粉于食料表面, 并把培养瓶移至阴凉处培养 (16℃~18℃ 较好)。因为在凉爽温度下发育的幼虫比较肥大。8~10 天后, 幼虫已经成熟, 爬到食物表面或瓶壁上准备化蛹, 这时的幼虫是制备唾腺染色体片子的最佳时期。

2. 雌雄幼虫的识别: 幼虫构造如图 1 所示。这里只是指明生殖腺、神经节及唾腺的大致位置。生殖腺位于身体后半部的两侧。由于雄虫的睾丸要比雌虫的卵巢大得多, 所以不需要借助于任何仪器就可以通过透明的体壁把雌雄幼虫区别开来。见图 1, A 为雄虫, B 为雌虫, A、B 两图所示的睾丸(生殖腺)与卵巢相当于它们的大致比例(见图 1)。

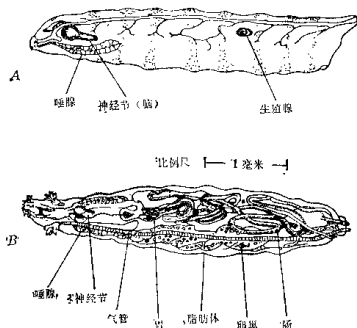


图1 果蝇幼虫图: A 为雄虫; B 为雌虫。

3. 取唾腺及染色: 从培养瓶取出成熟幼虫 1~2 头, 在解剖镜下识别雌雄性别之后, 选择其中雌的一头, 滴一滴生理盐水, 用一根解剖针固定幼虫, 用另一根针放在咀的后部把头部与幼虫身体拉开, 两个肥大囊状的唾腺也随着被拉了出来。然后把唾腺移置于凹玻片上, 用 45% 的醋酸地衣红染色 10~20 分钟, 再把唾腺移至清洁的载玻片上, 加一滴染色液。

4. 压片: 取一片平整的盖玻片, 从一侧轻轻盖在着色的唾腺上, 然后在盖片上垫一层吸水纸, 用拇指挤压盖片, 这样, 吸水纸可以把多余的染色液吸去, 唾腺被压开, 染色体变得分散和伸展。而后把制片放在低倍镜下检查, 若发现有好的细胞, 就改换高倍镜检查。好的制片可于盖片周围涂上石蜡进行临时保存, 或制成永久片(见实验一)。

5. 观察果蝇唾腺染色体: 观察各条染色体及染色中心, 注意各条染色体上的横纹。

六、作业

每人做一张良好的临时片。

实验四 观察花粉直感及分离现象

一、实验目的

1. 识别玉米籽粒的变异性状及其遗传基础;

2. 了解花粉直感现象;

3. 观察分离现象,验证分离规律。

二、实验材料

玉米自交果穗和测交果穗,各种性状的籽粒,固定的雄穗。

三、实验用品

生物显微镜,载玻片,盖玻片,单面刀片,弯头针,镊子,碘液等。

四、说明

1. 玉米籽粒的构造和花粉直感现象:玉米籽粒包括胚、胚乳和果皮三部分(见图2)。胚和胚乳是由双受精作用发育而成,其中胚为二倍体($2n$),胚乳分为淀粉层和糊粉层,均为三倍体。

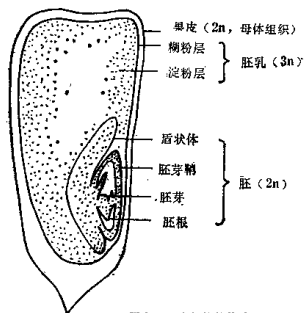


图2 玉米籽粒的构造

胚和胚乳性状的发育方向由父母本的遗传基础共同决定,授粉当代表现显性亲本的性状。因此,当父本花粉含有显性基因时,它所决定的性状就能在授粉当代母本所结籽粒上表现出来,这种现象称为花粉直感。例如,隐性甜玉米植株授以显性非甜玉米的花粉,当代结出的籽粒是非甜的。果皮是由子房壁及珠被发育而成,属于母本的体细胞组织,它的性状发育由母本的遗传基础决定,与当代授粉作用无关,无花粉直感现象。例如,玉米的红果皮(P)为白果皮(p)的显性,以白果皮植株(pp)为母本,授以红果皮植株(PP)的花粉,授粉当代在母本植株上结的种子,仍是白果皮的。

2. 玉米籽粒上的变异性状及其遗传基础。

(1) 果皮颜色:有红果皮(P),白果皮(p),巧克力色果皮(Ch)和花斑果皮(P^b)等性状。

(2) 胚乳性质:有甜(su)与非甜(Su),糯性(wx)与非糯性(Wx),凹陷(sh)与饱满(Sh)等性状,均可表现花粉直感现象。

(3) 淀粉层颜色:有黄色(Y)和白色(y)两种。

(4) 糊粉层颜色:最常见的有无色、紫色和红色三种。糊粉层颜色是受多对基因控制的,在基本色素基因存在的前提下,Pr为紫色,pr为红色。

3. 相对性状的分离现象。

(1) 玉米籽粒性状的分离:以隐性甜玉米(susu)为母本与父本非甜玉米(SuSu)杂交,当代甜玉米植株上结成非甜种子(Susu),由它长出的 F_1 植株经自交后,在自交果穗上产生非甜和甜两种籽粒,比例为3非甜:1甜。如果 F_1 与甜玉米测交,测交果穗上籽粒分成1非甜:1甜。

(2) 配子分离:配子发生分离的直接证明是杂合糯玉米植株在花粉粒上的分离。纯合糯质玉米(wxwx)产生的种子和花粉内含有的淀粉全部为支链淀粉,与碘作用呈现红棕色反应;纯合非糯玉米(WxWx)产生的种子和花粉内则含有一部分直链淀粉,与碘作用呈现兰黑色;杂合非糯玉米(Wxwx)植株由于Wx和wx基因的分离,产生上述两种花粉粒,半数含有Wx基因的花粉粒,与碘作用呈兰黑色,半数含有wx基因的花粉粒,与碘作用呈红棕色。这个分离结果,也可在 $Wxwx \times wxwx$ 的测交中,从籽粒性状分离上得到反映。

① P $susu$ (甜) $\times$ $SuSu$ (非甜)
 $\downarrow$
 F_1 $Susu$ (非甜)
 (由于花粉直感, 在母本植株上结出非甜种子)

② F_1 自交 $Susu$ (非甜)
 $\downarrow \otimes$

δ	Su	su
σ	Su	su
Su	$SuSu$ 非甜	$Susu$ 非甜
su	$Susu$ 非甜	$susu$ 甜

(F_1 植株自交, F_1 植株的果穗所结种子出现 3 非甜: 1 甜的分离。)

③ F_1 测交 P $Susu$ (非甜) $\times$ $susu$ (甜)
 配子

Su	su	su	su
$Susu$		$susu$	
非甜		甜	
1	:	1	

4. 卡方 (χ^2) 测验: 对分离个体进行分析时, 观察到的数值与理论期望数值往往有差异。为了测定这种差异是否显著, 以决定观察数是否与理论分离比例相符合, 可用卡方法进行测定 (原理详见教材)。

$$\chi^2 = \sum \frac{(o-c)^2}{c}$$

式中 o 为各项观察个体数, c 为各项理论个体数, Σ 为各项总和。求得卡方值后, 根据自由度 N (即分离类型组数减去 1) 查卡方表, 求出 P 值 (机率), 再根据 P 值决定是否符合。 $P > 0.05$ 时为符合, $P < 0.05$ 时为不符合。

五、实验方法和步骤

1. 仔细观察玉米各种不同胚乳的性质及它们的外表特征。
2. 区别果皮颜色与糊粉层颜色。用刀片剖开下列不同类型的籽粒, 白玉米, 黄玉米, 红果皮玉米和紫 (红) 糊粉层玉米籽粒, 仔细区别果皮、糊粉层和淀粉层的颜色。这些特征可能在一个籽粒上同时出现, 如红果皮, 紫糊粉层, 黄色淀粉层等。
3. 每人取杂甜 ($Susu$) 玉米的自交和测交果穗各一穗, 并进行卡方测验。
4. 每人取纯合的糯玉米 ($wxwx$) 和非糯玉米 ($Wxwx$) 花药各一个, 分别放在载玻片上, 加一滴碘液 (在 100 毫升水中加入 0.3 克结晶碘和 1.3 克的碘化钾, 保存在深色瓶子中)。用弯头细针切断花药, 轻轻挤出花粉粒, 子低倍镜下观察, 区别糯与非糯花粉的颜色。然后取杂合非糯玉米 ($Wxwx$) 的花药进行同样的镜检, 数计 3~5 个视野中两种花粉粒数, 计算比例是否符合 1:1。

表现型	项目	观察数 (o)	理论数 (c)	偏差 (o-c)	差方 (o-c) ²	$\frac{(o-c)^2}{c}$
显性						
隐性						
合计						

六、作业

1. 列表说明各类籽粒性状的观察结果。
2. 统计自交和测交果穗籽粒分离结果,并进行卡方测定。
3. 统计 3~5 个视野中杂合非糯玉米的糯与非糯花粉粒分离结果。

实验五 独立分配规律和基因互作

一、实验目的

1. 了解两对性状的分离现象,验证独立分配规律。
2. 了解玉米糊粉层颜色的基因互作现象。

二、实验材料

各种分离的玉米果穗。

三、说明

A_1-a_1 和 $Su-su$ 两对基因位于不同对同源染色体上。以糊粉层有色、非甜玉米(A_1A_1SuSu)与糊粉层无色、甜质玉米(a_1a_1susu)杂交, $F_1(A_1a_1Susu)$ 自交, 在自交果穗上产生四种类型的籽粒: 有色、非甜, 有色、甜, 无色、非甜, 无色、甜。比例为 9:3:3:1。 F_1 与无色、非甜亲本测交, 测交果穗上四种类型的比例为 1:1:1:1。

P A_1A_1SuSu (有色、非甜) $\times$ a_1a_1susu (无色、甜)

↓

F_1 A_1a_1Susu (有色、非甜)

↓ ⊗

F_2 $9A_1-Su- : 3A_1-susu : 3a_1A_1Su- : 1a_1a_1susu$

有色非甜 有色甜 无色非甜 无色甜

F_3 A_1a_1Susu (有色非甜) $\times$ a_1a_1susu (无色甜)

↓

♀	♂	
	a_1su	
A_1Su	A_1a_1Susu	有色非甜
A_1su	A_1a_1susu	有色甜
a_1Su	a_1a_1Susu	无色非甜
a_1su	a_1a_1susu	无色甜

已知玉米糊粉层色素的形成至少与 7 对基因有关。以无色糊粉层玉米($A_1A_1a_2a_2$) 与另一

个无色糊粉层玉米($a_1a_1A_2A_2$)杂交,由于 A_1 和 A_2 基因间的互补作用, F_1 籽粒为有色($A_1a_1A_2a_2$), F_2 分离成 9 有色: 7 无色。

$$\begin{array}{rcl}
 P & & A_1A_1a_2a_2(\text{无色}) \times a_1a_1A_2A_2(\text{无色}) \\
 & \downarrow & \\
 F_1 & & A_1a_1A_2a_2(\text{有色}) \\
 & \downarrow \otimes & \\
 F_2 & & 9A_1-A_2- : 3A_1-a_2a_2 : 3a_1a_1A_2- : 1a_1a_1a_2a_2 \\
 & & 9 \text{ 有色} \quad : \quad 7 \text{ 无色}
 \end{array}$$

四、实验方法和步骤

1. 观察 A_2a_1 Susu 自交和测交果穗的分离情况,然后统计各种类型的籽粒数,用卡方法测定是否与理论比例相符合。

2. 观察 $A_1a_1A_2a_2$ 自交果穗的分离情况,统计各类籽粒数后,用卡方法测定是否与理论比例 9:7 相符合。

果穗号_____

项 目 \ 表现型	有色非甜	有色甜	无色非甜	无色甜	合 计
观察数(o)					
理论数(c)					
偏差(o-c)					
差方(o-c) ²					
$\frac{o-c}{c}$					

五、作业

每人统计独立分配和互补作用的玉米果穗各一个,并进行卡方测定。

实验六 基因的连锁和交换

一、实验目的

通过对玉米胚乳性状连锁与交换现象的观察,验证连锁遗传规律。

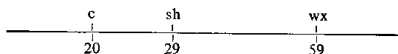
二、实验材料

玉米果穗。

三、说明

1. 两点测验

玉米的 c , sh 和 wx 基因同位于第 9 染色体的短臂上,它们在连锁图上的位置如下图所示。



以有色、饱满玉米(CCShSh)与无色、凹陷玉米(ccshsh)杂交, F_1 (CcShsh) 与双隐性亲本测交, 由于连锁基因间交换的结果, 测交子代中出现少数有色、凹陷(C-shsh)和无色、饱满(ccSh-)两种重组类型。计算测交子代中重组类型的百分率, 就是C-c与Sh-sh两对基因间的交换值。

2、三点测验

以具有有色、饱满、非糯玉米(CCShShWxWx)与无色、凹陷、糯玉米(ccshshwxwx)杂交, F_1 (CcShshWxwx)再和无色、凹陷、糯玉米测交, 得到下列8种表现型籽粒: CShWx(有色、饱满、非糯), cshwx(无色、凹陷、糯), cShWx(无色、饱满、非糯), Cshwx(有色、凹陷、糯), CShwx(有色、饱满、糯), cshWx(无色、凹陷、非糯), CshWx(有色、凹陷、非糯), cShwx(无色、饱满、糯)。

两点测验

果穗号 _____

组 合 \ 项 目	类 型	籽 粒 数	合 计	交 换 值
亲 本 组 合				
重 组 合				

总计 _____

果穗号 _____

交 换 类 型 \ 项 目	表 现 型	籽 粒 数	类 别 合 计	每 类 占 总 数 %	交 换 值
非 交 换 (亲 本 组 合)					
单 交 换 I					
单 交 换 II					
双 交 换					

四、实验方法和步骤

分别统计两点测验和三点测验果穗上各种类型籽粒数, 填入相应的表格中, 并计算交换值。

五、作业

每人统计两个两点测验果穗(即单交换果穗)及一个三点测验果穗(即双交换果穗), 并计算出有关基因间的交换值。

实验七 果蝇的形态和生活史

一、实验目的

1. 识别果蝇原种及少数变种的某些性状;
2. 了解果蝇生活史的各个时期及其特征;
3. 分辨雌性与雄性的成虫;
4. 学会配制果蝇饲料的技术及果蝇饲养方法。

二、实验材料

果蝇原种、若干变种。

三、实验用品

小广口瓶、毛笔、放大镜、镊子、乙醚等。

四、说明

果蝇生活史包括卵、幼虫、蛹及成虫四个变态时期。各期延续时间的长短，随培养温度的不同而有变化。一般在 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 下培养最为合适，超过 30°C 就会引起果蝇的不孕及死亡，而低温则会延长生活周期，并降低生活力。

果蝇的卵长约 0.5 mm ，背面较扁，腹面较圆，背面的前端有支持丝一对。幼虫期包括三个阶段（令），在第三令期，长度可达 4.5 mm 。当开始化蛹时，就从培养基爬到干燥的地方。初化的蛹白色而柔软，以后逐渐变硬，颜色变深。成虫发育完全后，就破壳而出。成虫有向上及向光习性。

雌雄果蝇可以从以下几点加以鉴别：(1)雌蝇一般个体较大，雄蝇则较小；(2)雌蝇腹部的尖端较细面长，雄蝇近椭圆形；(3)雌蝇腹部有较多细而明显的环纹，雄蝇则少而宽(图3)。此外，在雄蝇第一对足的附节基部有黑色鬃毛状性梳，雌蝇则无(图4)。

培养果蝇常用的玉米粉饲料成分及比例如下：

总量	水	洋菜	红糖	玉米粉	安息香酸	酵母粉
400 克	300 毫升	6 克	54 克	40 克	0.6 克	少量

玉米粉饲料的配制过程如下：将剪碎的洋菜放入总量 $2/3$ 的水中，煮沸溶解，加入红糖，煮开后，再以玉米粉与余下的 $1/3$ 水调和好加入，不断进行搅拌，再煮沸 $2\sim 3$ 分钟，然后加入少

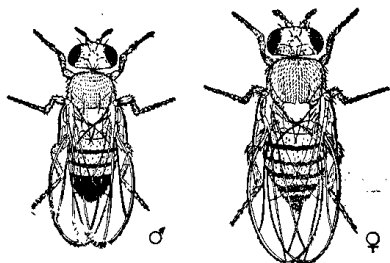


图3 果蝇成虫：左边为雄性，右边为雌性

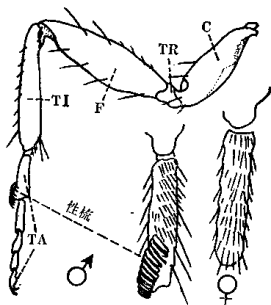


图4 雄性果蝇前足图解

C. 基节；TR. 转节；F. 股节；TI. 胫节；TA. 附节。

许安息香酸(防霉用,也可用苯甲酸),趁温热时,倒入消过毒的广口瓶或大试管中,冷却凝固后,用脱脂棉擦去瓶壁上的水珠,撒入少量酵母粉,即可把果蝇移入。

五、实验的方法和步骤

1. 分辨雌雄蝇:从培养瓶中利用振动作用将果蝇 5~6 个移入麻醉瓶中,然后用棉花团沾少许乙醚,麻醉 30~60 秒,待果蝇发晕后,倒在白纸上,待放大镜进行观察,分辨雌雄虫。

2. 观察卵、幼虫、蛹:从培养瓶外面观察卵着生的位置,然后持放大镜观察卵的形状、颜色和触丝的位置,并在示范用的解剖镜下另行详细观察。再从培养瓶外观察初化的幼虫和将化蛹的幼虫以及初化的蛹和将要羽化的蛹,二者有何区别?

3. 观察各变种的特征:根据果蝇成虫的一般体色、眼色、和翅的长短、形状区分各个变种。

4. 饲料配制:由教师示范。

六、作业

认真观察各个变种的特征,将结果填入下表:

项 目 \ 变种类型	野生种 (+)	白眼 (w)	黄身 (y)	黑檀体 (e)	曙红眼 (we)	棒眼 (B)	残翅 朱红眼 (vg, cn)
体 色							
眼 色							
翅 长							
翅 形							
其 它							

实验八 果蝇的杂交

一、实验目的

1. 学习果蝇杂交技术。
2. 验证连锁遗传规律,比较果蝇测交的正反交差异。

二、实验材料

野生型灰身长翅果蝇和突变型黑身残翅果蝇。

三、实验用品

培养瓶,麻醉瓶,乙醚,镊子,解剖针,白瓷板,毛笔等。

四、说明

果蝇的黑身(b)和残翅(v)是连锁的,位于第二染色体上。以黑身、残翅(bbvv)雌蝇与灰身、长翅(BBVV)雄蝇杂交, F_1 为灰身、长翅, F_1 雌蝇与黑身、残翅雄蝇测交,由于连锁基因交换的结果,测交子代出现四种类型的个体,其中两种为亲本组合,即黑身、残翅和灰身、长翅;两种为重组合,即黑身、长翅和灰身、残翅。如以 F_1 雄蝇与黑身、残翅雌蝇测交,由于雄果蝇不发生交换,测交子代中只产生两种亲本组合个体,各占 50%,无重组合个体。

五、实验方法和步骤

1. 选取亲蝇:杂交所用的雌蝇必须是处女蝇,实验结果才能可靠。分处女蝇的方法是首

先将亲本培养瓶中的全部成虫都移入另一瓶中,然后每隔6~8小时观察一次,将新孵化出的雌、雄成虫放入不同培养瓶中。由于通常成虫孵化出10~12小时不进行交配,所以分得的雌蝇即为处女蝇。为了可靠起见,也可以采用小玻管成虫分蛹法,从两亲本瓶中各选一个将要羽化的蛹,放入小玻管内,羽化后再鉴别雌雄,作杂交亲本。

2. 杂交:将父母本各5~6只一同放入一个培养瓶中,令其自由交配,瓶外贴上标签,注明亲本类型,杂交日期,放入25℃温箱中培养。

3. 选取F₁处女蝇:亲蝇交配7~8天后,移出亲本果蝇。当见到所产的F₁幼虫开始

测交组合 _____

组合	项目	类 型	个 体 数	合 计	重 组 合 %
亲本组合					
重 组 合					

化蛹时,每隔6~8小时观察一次,取出新孵化的雌雄蝇,分别放入不同的培养瓶中。

4. 测交:以F₁雌蝇与双隐性父本杂交,另以F₁雄蝇与父本与双隐性雌蝇杂交。

(1) F₁雌蝇×黑身、残翅雄蝇

(2) 黑身、残翅雌蝇×F₁雄蝇

每一组合共培养两瓶,每瓶内放5~6对杂交亲本。瓶外贴上标签,注明亲本类型,测交日期,放入25℃温箱中培养。

5. 培养测交一代:亲蝇交配7~8天后,见到所产测交一代幼虫开始化蛹时,就将亲本移出。当测交一代果蝇出现以后,每隔两天需观察一次;将结果填入上表。

六、作业

作正、反测交各一个,比较结果有什么不同。



图5 雌果蝇的交换。
灰身残翅雄蝇与黑身长翅雌蝇杂交的结果; F₁雌蝇与黑身残翅雄蝇回交的结果。

