

# 遗传学实习指导

M·克拉列维奇——巴拉利奇  
S·佩特罗维奇 合著

---

吴 冬 和 译  
沈 克 全 校

农 业 出 版 社

---

M.KRALJEVIĆ-BALALIĆ S.PETROVIĆ  
PRAKTIKUM IZ GENETIKE  
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, V.Vlahovića 2  
1981

**遗传学实习指导**

〔南〕 M. 克拉列维奇-巴拉利奇 合著  
S. 佩特罗维奇

吴冬和 译 沈克全 校

\* \* \*

责任编辑 徐建华

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)  
新华书店北京发行所发行 北京市密云县印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 10.5印张 225千字  
1987年4月第1版 1987年4月北京第1次印刷  
印数 1—3,650册  
统一书号 16144·3032 定价 2.20元



## 译 者 的 话

本书为《遗传学实习指导》，主要包括理论叙述、实验和习题三个方面。作者是南斯拉夫诺维萨德大学农学院的著名学者，从事遗传学教学工作已二十多年，有较丰富的教学经验。他们在自己经验的基础上，参考了世界上大量有关文献，写成此书，作为大学遗传学实习课的必读教材。

当前，遗传学发展迅速，日新月异，它已成为生物科学最重要的学科之一。要掌握先进的理论和技术，必须牢固地掌握遗传学的基本原理和研究方法。

全书共有十七章，分述经典遗传学、细胞遗传学、数量遗传学、群体遗传学、分子遗传学和核外遗传等几个方面。原理部分深入浅出扼要地叙述了各章作业的理论根据，据此进行实验和解题。第一章有实验，其它各章都重点放在例题和习题上，最后附有笔试和口试习题及名词解释，供教师和学生参考、查阅。

在一本书中把原理阐述、实验、解题、习题结合在一起的编写方式在国内还很少，因此翻译出来以饕读者。

本书对于大学生、遗传和育种学科的研究生及从事遗传学和育种学研究的年轻科研人员都将有所帮助。

一九八四年九月

## 前 言

这本《实习指导》是根据诺维萨德农学院的遗传学教学大纲编写成的。

全书共有十七章。为了便于理解和完成遗传学作业，每章都简短地叙述了所必需的理论根据，并列举一些解好的例题和大量的练习题。每章还列举了实习的步骤和最必要的解释。

本《实习指导》还包括有用以解释某些遗传学术用语的词汇表（近三百条词汇）。

本《实习指导》的附表中，有一些必要的统计表、实习中用的测验和口试例题、若干类型的书面作业和在本《实习指导》中经常提到的一些种属的染色体数目。

在本《实习指导》中，列举了编写教科书所用的最主要的文献，同时也载有深入研究遗传学用得着的文献。本书大量参考了下列作者的著作：S. Borojević和K. Borojević (1976)，Crow (1976)，Goodenough (1978)，Kuspira and Wolker (1973)，Rieger、Michelis Green (1976)，Stansfield (1969)和Strickberger (1976)等，同时还参考了系列电影《人类遗传学》(Human Genetics, 1972—1977, Milner-Fenwick Inc. 发行，在McKusick, V. A. 及其同事指导下编制)。

我们认为，本《实习指导》可使学生得到良好的实习训

练，在实习中掌握教材内容和得到遗传学笔试及部分口试训练，这是因为本书包含有一些在过去出版的塞尔维亚-克罗地亚文教科书中未曾有过的新知识。本《实习指导》也适用于遗传和育种学科的研究生，对于准备细胞遗传学和群体遗传学的书面考试也是有用的，因为本书含有相当多的例题和作业，而这些例题和作业在以前的学习中是未曾考虑的。本《实习指导》同样可推荐给其他人，尤其是从事遗传学和育种学研究的年轻科研人员，因为本书载有详细的工作过程并对用于遗传学和育种学科科研工作中的某些最现代化方法的分析结果给予说明。

我们特别要感谢我们的斯拉夫科·博罗耶维奇（博士）和卡塔丽娜·博罗耶维奇（博士）两位教授，除感谢他们对本书的评介外，还要感谢他们在本教科书编写过程中所给予的巨大帮助和十分有益的建议。

对诺维萨德大学农学院大田作物和蔬菜研究所在财务方面所给予的帮助也表示感谢。

作者

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一章 细胞的分裂和受精 .....       | 1  |
| 显微镜 .....                | 1  |
| 有丝分裂 .....               | 3  |
| 实习 .....                 | 5  |
| 减数分裂 .....               | 7  |
| 实习 .....                 | 12 |
| 习题 .....                 | 16 |
| 第二章 原核生物和真核生物的生活周期 ..... | 20 |
| 低等真核生物和原核生物的生活周期 .....   | 23 |
| 实习 .....                 | 32 |
| 习题 .....                 | 32 |
| 第三章 配子的形成和确定 .....       | 35 |
| 实习 .....                 | 38 |
| 习题 .....                 | 39 |
| 第四章 基因的独立分配 .....        | 41 |
| 一对基因杂种的遗传 .....          | 41 |
| 两对基因杂种的遗传 .....          | 46 |
| 三对基因杂种的遗传 .....          | 51 |
| 实习 .....                 | 53 |
| 习题 .....                 | 54 |
| 第五章 复等位基因 .....          | 60 |
| 复等位基因实例 .....            | 61 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 实习 .....                         | 66  |
| 习题 .....                         | 67  |
| 第六章 基因互作和致死性 .....               | 71  |
| 基因互作的类型 .....                    | 71  |
| 致死基因 .....                       | 80  |
| 实习 .....                         | 82  |
| 习题 .....                         | 82  |
| 第七章 概率和卡平方 ( $\chi^2$ ) 测验 ..... | 86  |
| 概率 .....                         | 86  |
| 卡平方 ( $\chi^2$ ) 测验 .....        | 90  |
| 实习 .....                         | 97  |
| 习题 .....                         | 98  |
| 第八章 连锁基因和交换 .....                | 102 |
| 两对基因连锁 .....                     | 102 |
| 交换 .....                         | 105 |
| 交换率的计算 .....                     | 108 |
| 染色体图 .....                       | 112 |
| 三对基因连锁 .....                     | 118 |
| 干扰和符合 .....                      | 121 |
| 实习 .....                         | 122 |
| 习题 .....                         | 122 |
| 第九章 性别决定和性连锁性状 .....             | 127 |
| 动物性别的决定 .....                    | 127 |
| 植物性别的决定 .....                    | 135 |
| 低等生物性别的决定 .....                  | 136 |
| X染色体不分离 .....                    | 136 |
| 性连锁基因和限雄基因 .....                 | 138 |
| 实习 .....                         | 141 |
| 习题 .....                         | 141 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第十章 数量性状分析.....      | 145 |
| 统计学参数 .....          | 146 |
| 基因作用方式 .....         | 150 |
| 对表现型变异成分的估算 .....    | 157 |
| 相关 .....             | 168 |
| 回归 .....             | 169 |
| 遗传力 .....            | 177 |
| 实习 .....             | 180 |
| 习题 .....             | 180 |
| 第十一章 种、属间杂种.....     | 185 |
| 染色体组同源、染色体数目相同 ..... | 185 |
| 染色体组同源、染色体数目不同 ..... | 186 |
| 同源联会 .....           | 188 |
| 小黑麦 .....            | 188 |
| 实习 .....             | 190 |
| 习题 .....             | 190 |
| 第十二章 染色体的数量变异 .....  | 193 |
| 实习 .....             | 195 |
| 习题 .....             | 195 |
| 第十三章 染色体的结构变异 .....  | 198 |
| 实习 .....             | 200 |
| 习题 .....             | 201 |
| 第十四章 基因的结构和作用 .....  | 204 |
| 基因 .....             | 210 |
| 突变 .....             | 211 |
| 基因控制 .....           | 213 |
| 实习 .....             | 217 |
| 习题 .....             | 217 |
| 第十五章 母性影响和核外遗传 ..... | 225 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 母性影响 .....         | 225 |
| 核外遗传 .....         | 227 |
| 实习 .....           | 237 |
| 习题 .....           | 237 |
| 第十六章 群体遗传学.....    | 239 |
| 平衡的群体 .....        | 241 |
| 群体平衡受扰乱 .....      | 257 |
| 实习 .....           | 260 |
| 习题 .....           | 260 |
| 第十七章 近交和杂种优势 ..... | 264 |
| 近交系数 .....         | 264 |
| 人的系谱分析 .....       | 270 |
| 近交衰退 .....         | 274 |
| 杂种优势 .....         | 275 |
| 配合力 .....          | 279 |
| 实习 .....           | 287 |
| 习题 .....           | 288 |
| 遗传学名词解释 .....      | 292 |
| 附录 .....           | 313 |

# 第一章 细胞的分裂和受精

## 显 微 镜

显微镜是研究细胞学的基本仪器。它使观测和研究微小的、肉眼看不到的东西成为可能。显微镜的类型很多，现简单地介绍一下实习中使用的那种类型的显微镜。

### 显微镜的构成

显微镜由机械部分和光学部分构成(图 1.1)。机械部分包括：有把手的底座、有螺旋的显微镜工作台（用以移动切片）、显微镜筒(有目镜筒和物镜旋转装置)、粗调和微调螺旋。光学部分包括：放大各种倍数的物镜、目镜、照明装置（光源和反光镜）、带光圈的聚光器。

在物镜和目镜上都刻有放大倍数，通过物镜和目镜的放大倍数相乘即可得到显微镜的近似放大倍数。

### 显微镜的使用

显微镜是十分贵重和精密的仪器，必须慎重使用。现只介绍一些应当注意的最基本的东西。

在搬动和放置时，应当用双手抓住显微镜的把手和托住底座。

在放置和抽出切片时，注意不要损坏物镜，切片要放在低倍物镜下的中心线上。

在查找切片的时候，可慢慢转动粗调螺旋。当切片中目

的物已被看到以后，就只使用微调螺旋（细调螺旋）。

用粗调螺旋查找切片时，首先用放大倍数最小的物镜，先使放有切片的工作台和物镜尽量接近，而后在目镜中观察，并转动粗调螺旋，使物镜和工作台慢慢离开，直到切片清晰为止。随后，可把放大倍数较大的物镜移至光的中心线上，然而，为使图象清晰，只可使用微调螺旋。

要注意不使各种液体物质和化学药品接触显微镜，如有脏东西时，应用细纹纸或特制的布擦拭干净。

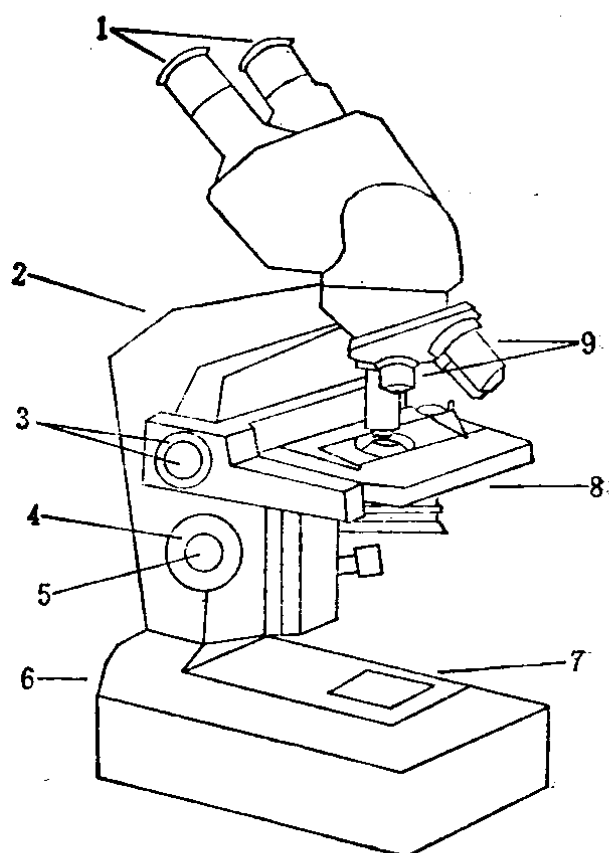


图 1.1 显微镜示意图

## 显微镜观察

将切片置于显微镜下观察，待图象清晰后，在慢慢放大的情况下进行观察。当发现完好的细胞或有兴趣的东西时，需将其移至视野的中心。然后，转用放大较大的物镜，并通过微调螺旋使切片清晰（注意转动微调螺旋的方向）。

为了细致地进行研究，必须借助油镜对切片进行观察。在这种情况下，必须在取下切片之后，将镜油从物镜上揩去。借助镜油进行观察的物镜，有黑环作为标记。

## 有 丝 分 裂

有丝分裂是体细胞的分裂。有丝分裂的目的是增加细胞的数量，从而使有机体生长。其特点是得到子细胞，这些子细胞彼此之间在质和量上是一样的，与母细胞在质和量上也是一样的。

植物的有丝分裂是在根的尖端、茎的生长点、芽及其它含有分生组织的器官里进行的（图1.2）。

动物的有丝分裂是在骨膜的深层、所有的粘膜、骨髓和有关组织中进行的。

有丝分裂可分为细胞核分裂（核分裂）和细胞质、细胞器分裂（胞质分裂）。根据一定的特点，核分裂可分为若干阶段（图1.3）。

间期 染色体很长，而且交织在一起。这是一个非常复杂的阶段，又可细分为合成前期（ $G_1$ ）、合成期（S）和合成后期（ $G_2$ ）。

前期 一条染色

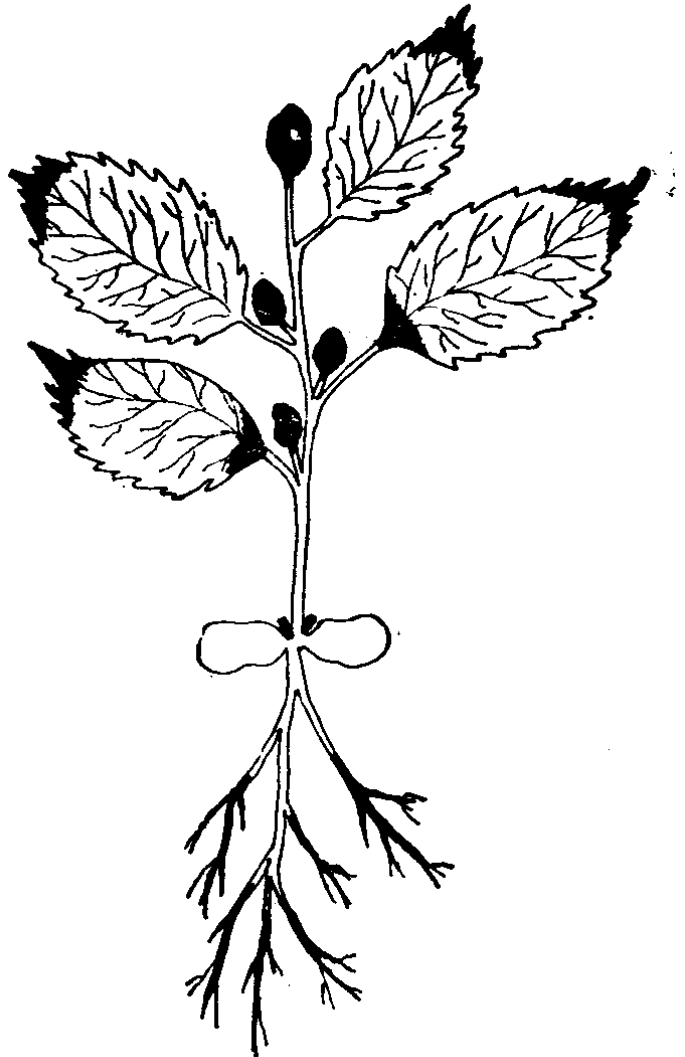


图 1.2 阴影部分为含有分生组织的部分

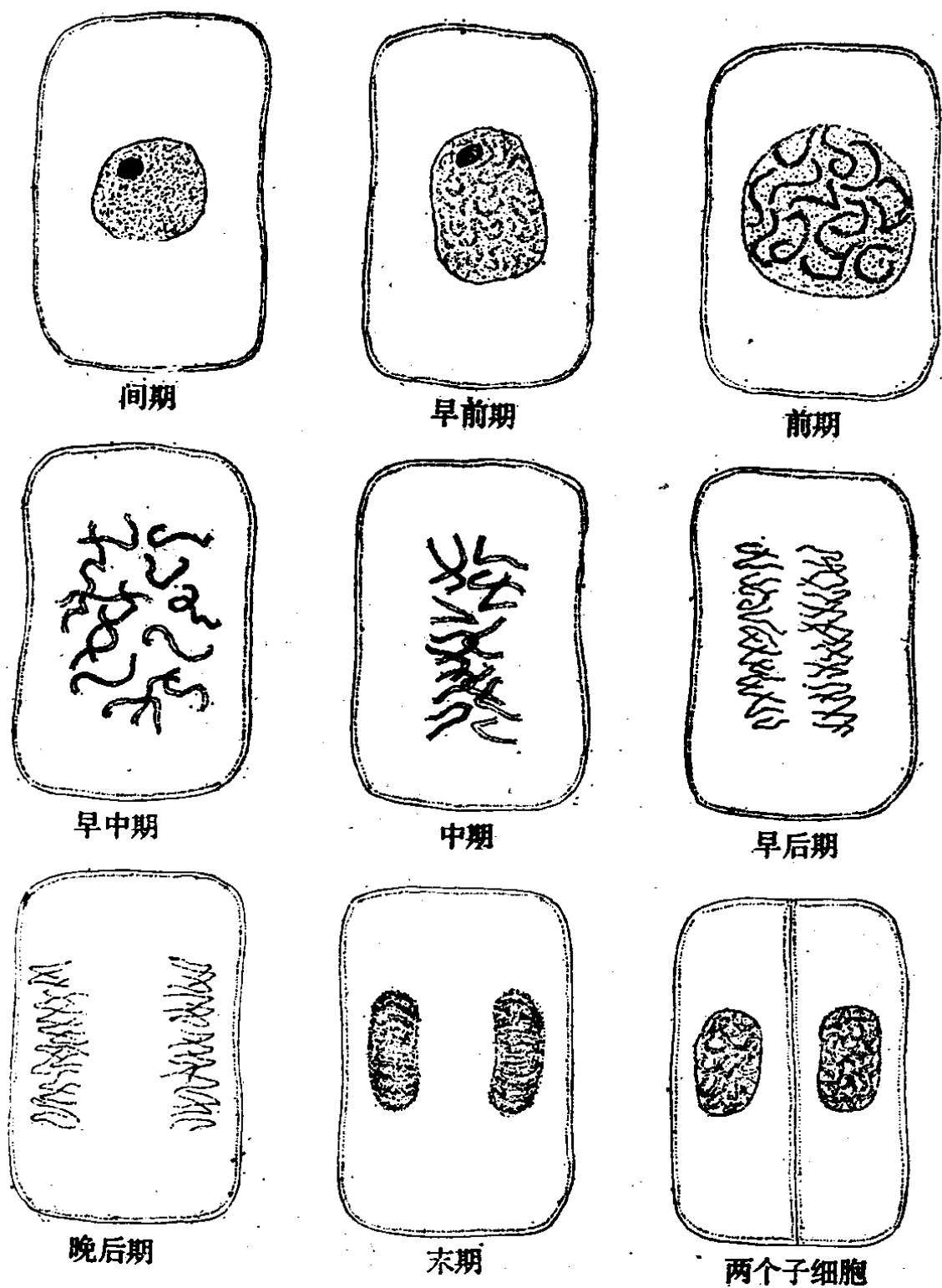


图 1.3 黑麦(*Secale cereale*,  $2n = 14$ )根尖有丝分裂示意图  
(据S. Borojević 和 N. Borojević, 1971)

体分裂成两个染色单体，但只有一个着丝点。染色体呈螺旋状，并缩短，变得愈来愈清晰可见。

中期 染色体排列在赤道板上。每条染色体都由两个染色单体和一个着丝点组成。纺锤丝与着丝点相连。本期的染色体最短。

后期 染色体排列在赤道板上以后，着丝点和染色单体分裂，各条染色体都和自己的着丝点一起向两极移动。一条染色体的一个染色单体向一极移动，而另一个则向另一极移动。这样，两极得到的物质相同。

末期 染色体向两极移动之后，就开始形成核膜，染色体不再呈螺旋状，而形成如同在间期的那种形状。

## 实 习

### （一）了解有丝分裂

#### 1. 电影《有丝分裂》

作者：巴耶尔先生和巴耶尔女士，波兰，克拉科夫市，亚盖洛夫大学，植物生理系。

材料：三种植物

绣球百合 (*Haemanthus katherinae*)  $2n = 18$

夏雪片莲 (*Leucojum aestivum*)  $2n = 22$

英国鸢尾 (*Iris xiphioides*)  $2n = 42$

（三种均属观赏植物）

内容：第一部分：有丝分裂的正常过程

（1）几张间期状态的细胞照片，没有核分裂，但可看到细胞的巨大活性。

（2）从前期到末期的正常分裂过程，三种植物共十张

照片，可以看到染色体的区别，而尤其是染色体的数目不同。

## 第二部分：有丝分裂错乱

### (1) 化学试剂（甲醇）作用引起的错乱

浓度大的试剂会引起细胞的死亡，而浓度小的则会造成各种失常（形成桥、无着丝点断片等）。

(2) 射线引起的错乱（桥，无着丝点断片，后期形成三极，不是所有染色体均在赤道板上排列，染色体迷向等）。

(3) 由秋水仙素的作用而引起的错乱（染色体分裂成两个染色单体，然而，染色单体不向相反的两极离去，而全都留在一个细胞之中）。

## 2. 练习中通过下列方式学习有丝分裂各阶段：

(1) 观看幻灯片；(2) 图片（相册）；(3) 图解；(4) 永久切片等。

### (二) 材料和实习

1. 制作切片 以观察有丝分裂各阶段，并把显微镜下看到的分裂各阶段画下来。

材料：二倍体黑麦 ( $2n=14$ )。取得材料和切片制作的方法（黑麦的有丝分裂见附录）。

### 2. 观察永久片

(1) 观察并绘制小麦的染色体（染色体的形态——染色体、染色单体和染色体臂的形

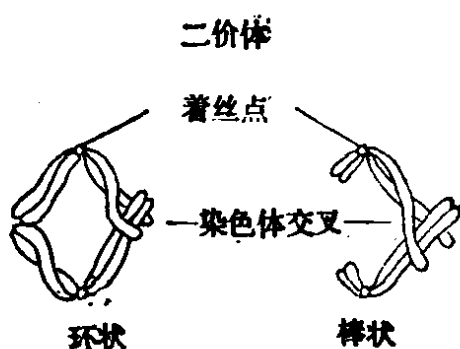
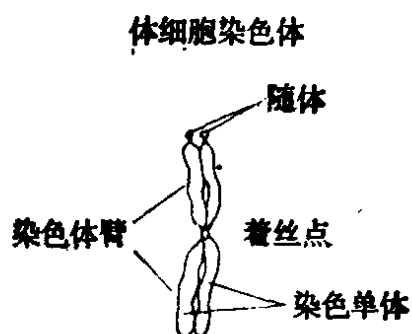
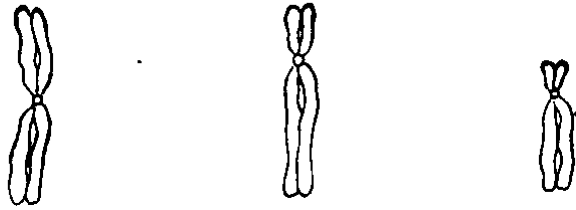


图 1.4 染色体形态



中间着丝点染色体 近中间着丝点染色体 近端着丝点染色体

图 1.5 染色体形状

状，图1.4和图1.5)。

(2) 观察并绘制果蝇 (*Drosophila*) 的巨型染色体。

(三) 知识测查

有丝分裂测验 (见附录)，熟悉有丝分裂的各个阶段 (图册) 及其有关特点。

## 减 数 分 裂

减数分裂是在性母细胞中进行的。减数分裂的目的是使双倍染色体数减为单倍染色体数，以便两性配子结合时恢复形成二倍体生物。减数分裂的特点是得到的子细胞在量和质上都有别于母细胞。减数分裂的第一次分裂是把双倍染色体数减为单倍染色体数，而第二次分裂是简单的有丝分裂，具有单倍染色体数。

根据减数分裂的某些特点，可以分成下列一些阶段 (图 1.6)：

间期 在减数分裂中，间期同样可以分为 $G_1$ 、S和 $G_2$ 阶段。

前期 I 这是一个十分复杂的阶段 (可分成若干步骤)。最主要的是同源染色体要配对。染色体同样分裂成染色单体。

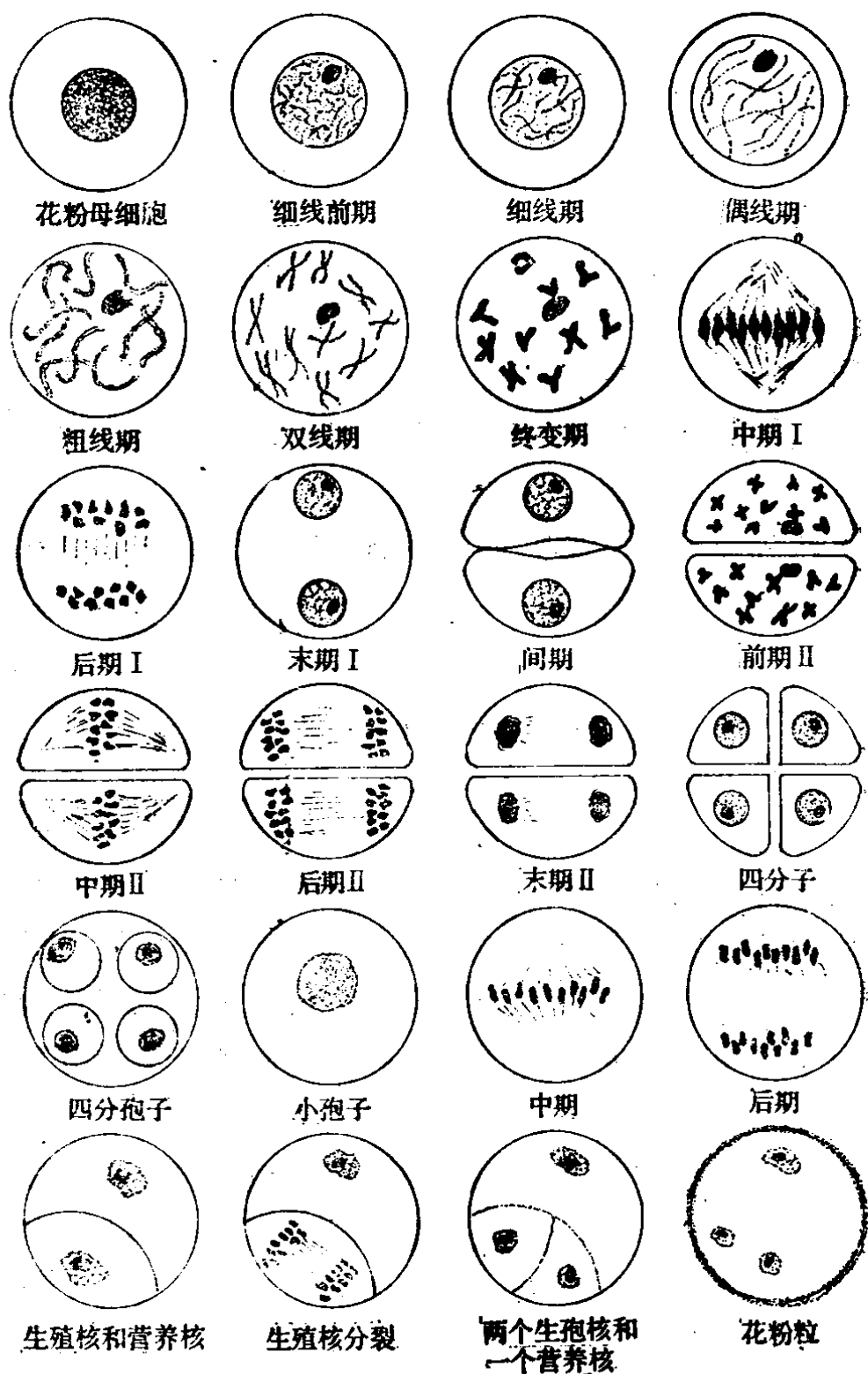


图 1.6 玉米减数分裂示意图  
(据 S. Borojević 和 K. Borojević, 1971)