

农学系教育革命试点班试用教材

作物育种学

(遗传学部分)

试点班综合教研组编

江苏农学院

一九七六年四月

作物育种学

(遗传学部分)

目 录

	页 次
绪 论	1 — 2
上篇 摩根遗传学	3 — 122
第一章 遗传的细胞学基础	3 — 16
§1 有性世代和无性世代	3
§2 有丝分裂	6
§3 减数分裂	9
§4 提 要	15
第二章 性状遗传的基本规律	17 — 50
§1 分离定律	17
§2 独立分配定律	30
§3 连锁定律	39
§4 提 要	49
第三章 数量性状遗传	51 — 69
§1 数量性状和质量性状	51
§2 多基因理论	54
§3 数量性状的遗传参数	57
§4 提 要	68
第四章 细胞质遗传	70 — 81
§1 细胞质遗传现象	70
§2 细胞质遗传的物质基础	73
§3 作物雄性不育的遗传机制	75
§4 提 要	80

第五章 遗传基础的改变	82 — 98
§1 染色体数目的改变	82
§2 染色体结构的改变	89
§3 基因突变	92
§4 提 要	97
第六章 遗传的生化基础	99 — 112
§1 遗传物质的发现	99
§2 DNA 的结构和功能	101
§3 RNA 的结构和功能	105
§4 遗传物质的变异	109
§5 提 要	111
第七章 育种技术的遗传效应	113 — 122
§1 自交和杂交的遗传效应	113
§2 选择的遗传效应	116
§3 遗传型和表现型	119
§4 提 要	121
下篇 米派遗传学	123 — 171
第一章 生物的遗传性及其变异性	123 — 133
§1 遗传性是活体的基本特性	123
§2 遗传性的变异性和保守性	125
§3 性状的发育和遗传	129
§4 提 要	131
第二章 生存条件影响下遗传性的变异	134 — 141
§1 外界条件对于生物变异的作用	134
§2 芽 变	135
§3 培育条件下遗传性的变异	137
§4 提 要	141

第三章 繁殖情况下遗传性的变异	142—153
§1 有性繁殖和无性繁殖	142
§2 授精生物学	143
§3 生活力学说	149
§4 提 要	152
第四章 有性杂交下遗传性的变异	154—166
§1 有性杂交和杂种优势	154
§2 显性现象及其控制	154
§3 杂种后代的多样性现象及其控制	159
§4 远缘杂交	162
§5 提 要	166
第五章 无性杂交下遗传性的变异	167—171
§1 无性杂交和无性杂种	167
§2 无性杂交学说	167
§3 无性杂交的应用和方法	169
§4 提 要	171

绪 论

生物产生与其自身相似的后代，叫做遗传；反之，产生与其自身有不同程度差异的后代，叫做变异。遗传和变异，是生物界普遍存在的现象。俗语“种瓜得瓜，种豆得豆”，讲的是遗传；而“母生九子，九子各别”则讲的是变异。

遗传和变异反映了生物进化过程中的内在矛盾。遗传是保持生物的相对稳定，代表了进化中的保守一面；变异是改变生物原有的稳定状态，代表了进化中的革新一面。在一定情况下，保守势力佔了优势，矛盾就会按旧的方式得到暂时的统一，于是就产生原有性状的遗传。在另一种情况下，革新势力佔了优势，矛盾就会按新的方式得到新的统一，于是就产生性状的变异。所以，遗传和变异是相互依存、相互渗透、不断斗争，并且都可以在一定条件下转化其地位而成为矛盾的主要方面的。这就是说，遗传中包含有变异，变异中包含有遗传，失去了一方，另一方便不能存在；但是佔据矛盾主要方面的是那一方，却是有条件性的。在有些场合，性状的相对稳定可以是矛盾的主要方面；在另一些场合，性状的迅速改变又可以是矛盾的主要方面。

遗传和变异这一对矛盾的不断斗争和不断取得新的统一，是生物进化的根本动力。由此造成了生物界由简单到复杂、从低级到高级的不断发展。遗传学就是研究生物遗传和变异的对立统一规律的科学。

在品种选育工作中，生物的遗传和变异都有重要的利用价值。因为，如果没有遗传和可遗传的变异，一切品种都将成为不可捉摸，选择将无从着手，利用也不可能；如果没有变异和

变异的遗传，生物将不能发展，新的品种将永远不能诞生。所以，要提高育种效率，我们不仅要看到生物的遗传和变异现象，而且必须研究遗传和变异的规律和机制。这样才能有效地把握遗传和变异这一对矛盾，使品种不断地向着我们所需要的方向发展。

自本世纪三十年代以来，遗传学上就存在着两大学派：孟德尔—摩尔根学派和米丘林—李森科学派。由于遗传和变异是一种复杂的生命现象，它的规律和机制涉及到生活物质、遗传物质、生命起源、生物进化等一系列复杂问题，还有许多问题有待进一步研究解决；而两派遗传学的理论都还不能概括和指导全部育种实践，它们和育种实践的需要比较起来，都还有相当差距。在这种情况下，研究两种不同意见，可能比仅仅听到一种声音为好。所以，根据毛主席制定的“百花齐放，百家争鸣”的方针和试点班的教育计划，本讲义将从作物育种的角度上对“摩尔根遗传学”和“米派遗传学”皆作择要介绍，供工农兵学员分析、研究和批判吸收。

上篇 摩派遗传学

第一章 遗传的细胞学基础

§1 有性世代和无性世代

进行有性繁殖的高等植物（如稻、麦、棉、玉米、高粱、大豆等），其生活周期通常都包括一个有性世代和一个无性世代。

有性世代开始于雌、雄配子（雌雄生殖细胞）的形成，至产生受精卵（合子）。在此世代中，大、小孢母细胞（胚母细胞和花粉母细胞）经过减数分裂，最后形成雌雄配子；雌、雄配子再结合（受精），就形成合子，有性世代即告结束。这一世代又叫配子体世代。

无性世代开始于合子，至发育成性成熟个体。在此世代中，合子通过有丝分裂，不断地增多细胞数目和形成各种器官，直至在生殖器官中形成大、小孢母细胞。由合子发育而来的个体叫孢子体，所以无性世代又叫孢子体世代。

有性世代和无性世代的不断交替，构成了生物的系统发育，并推动着生物的不断展。

在有性世代和无性世代的交替过程中，与遗传和变异关系密切的有以下几点：

1. 孢子体来自雌、雄配子的结合，由合子通过细胞的有丝分裂形成，而子代孢子体的性状与其亲代究竟是相似还是相异，通常总是决定于两性配子在遗传上是同质的还是异质的。由此说明，孢子体性状发育的遗传物质和遗传信息，一定是由

雌、雄配子携带的，这些物质和信息是决定孢子体性状遗传或变异的内在因素。

2. 在雌、雄配子结合的过程中，雄配子入卵的物质大体上只有一个雄核，合子的物质基本上是由雄核和卵细胞核的结合以及卵细胞的细胞质组成。既然这种结合的性质可以重大地影响后代的遗传或变异，所以可以推知，遗传物质和信息主要存在于雌、雄配子的细胞核中。

3. 配子细胞核中的染色体数是 n ，合子细胞核中的染色体数是 $n + n = 2n$ ，即合子中色含着来自父本和母本的染色体各一套。由此合子分裂出来的细胞，直至孢母细胞，其染色体数也都是 $2n$ 。大孢母细胞和小孢母细胞经过减数分裂，产生新的配子，其染色体数又为 n 。所以，高等植物有性世代和无性世代的交替在染色体数目上是 n 和 $2n$ 的交替。如以普通水稻为例，其体细胞染色体数 $2n = 24$ ，配子染色体数 $n = 12$ ，它的世代交替过程可见图 1。

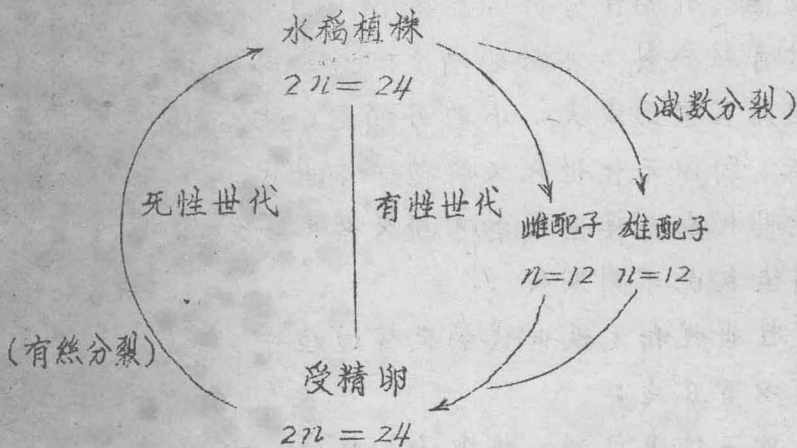


图 1 水稻有性世代和无性世代的交替

各种作物的细胞内都有一定的染色体数目（表 1），它们

作物育种学

表1 主要农作物的染色体数目

作物名称	学名	体细胞染色体数 ($2n$)	配子染色体数 (n)
水稻	<i>Oryza sativa</i>	24	12
普通小麦	<i>Triticum aestivum</i>	42	21
硬粒小麦	<i>Triticum durum</i>	28	14
一粒小麦	<i>Triticum monococcum</i>	14	7
普通大麦	<i>Hordeum vulgare</i>	14	7
玉米	<i>Zea mays</i>	20	10
高粱	<i>Sorghum vulgare</i>	20	10
普通燕麦	<i>Avena sativa</i>	42	21
普通黑麦	<i>Secale cereale</i>	14	7
荞麦	<i>Fagopyron esculentum</i>	16	8
粟	<i>Setaria italica</i>	18	9
山芋	<i>Ipomoea batatas</i>	90	45
中棉	<i>Gossypium arboreum</i>	26	13
陆地棉	<i>Gossypium hirsutum</i>	52	26
海岛棉	<i>Gossypium barbadense</i>	52	26
大麻	<i>Cannabis sativa</i>	20	10
大豆	<i>Glycine max</i>	40	20
花生	<i>Arachis hypogaea</i>	40	20
芝麻	<i>Sesamum indicum</i>	52	26
甘兰型油菜	<i>Brassica oleracea</i>	18	9
蓖麻	<i>Ricinus communis</i>	20	10
糖用甜菜	<i>Beta vulgaris</i>	18	9
甘蔗	<i>Saccharum officinarum</i>	80, 126	40, 63
普通烟草	<i>Nicotiana tabacum</i>	48	24
马铃薯	<i>Solanum tuberosum</i>	48	24
豌豆	<i>Pisum sativum</i>	14	7

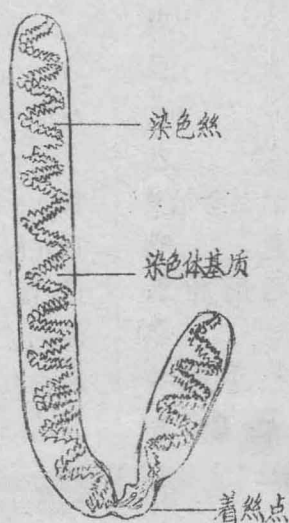
通过有性世代和无性世代的交替，千百年来一直保持着。由于染色体的数目如此稳定，加上一个种或品种，如果染色体数多了一些、少了一些或某些染色体多了一段、少了一段，都会造成后代性状的巨大变异或至不育，所以摩派遗传学认为，遗传物质或信息主要存在于细胞核的染色体上。为研究遗传的变异和机制，需着重追踪染色体在细胞分裂过程中的行为。

§2 有丝分裂

(一) 染色体的形态和结构

染色体是细胞核内的结构物质，在细胞分裂的中、后期，可在显微镜下清楚地看到它们。在外部形态上，它主要色括1个着丝点和2个臂。着丝点是细胞分裂时纺锤丝附着的地方，着丝点两边的染色体小段叫做臂。在染色体内部则有两条染色丝平行地盘旋起来，如同双线弹簧一样贯穿着整个染色体。染色丝的周围则为染色体基质，是一些透明的物质（参2）。

染色体的外形，因着丝点的地位不同而有相当差别。着丝点近端的，染色体呈棍棒状；着丝点偏于一端的，染色体呈L形（如参2）；着丝点居中的，染色体呈V形。同时，染色体的长度也是各不相同的。这里值得注意的是，同一种作物不仅有相对稳定的染色体数目，而且有相对稳定的形态相同的成对染色体，例如，水稻体细胞内有24个染色体，但只有12种不



参2 染色体的形态和结构

同的形态，组成12对；陆地棉体细胞内有52个染色体，但只有26种不同的形态，组成26对染色体。这些同一对的染色体叫做同态染色体或相对染色体。摩尔根学派认为，它们不仅形态相同，而且遗传物质和信息的排列顺序也相同。它们是在受精过程中，一个由父配（雄配子）带来，一个由母配（雌配子）带来。

（二）有丝分裂过程

作物的生长和器官分化，主要是通过有丝分裂增加细胞数目来实现的；所以有丝分裂又叫做体细胞分裂。

具有分裂功能的初生细胞，产生后有一个增大体积的过程，这时叫细胞生长期。当体积达到一定程度后，有一个维持现状或体积稍有缩小的时期，这一时期比生长期短得多，叫做前分裂期。前分裂期中，细胞内进行活跃的生化活动，特别在细胞核内进行着染色体组成成分和其他核物质的合成，为将临的细胞分裂作物质准备。以上两个时期合称为细胞分裂间期。在分裂间期的细胞核，以光学显微镜观察，只能看到核膜内充满不透明的粘稠核液、球形的核仁和许多扭曲交叉而细长的丝状体，像乱线团一样分布在核液中，不能计数。这些丝状体被认为是染色体伸长到最大长度并变得很细的结果。这样对复杂的生化合成有利。

以后，就进入了有丝分裂。有丝分裂又可以分成4个前后连贯的时期（各3）。

1. 前期：细胞核内的染色体逐渐变短，成为明显的染色体。可以看到每条染色体已分裂复制成两个形态相同的染色单体，相互扭曲，靠着丝点相连，最后核仁消失，核膜也消失。

2. 中期：全部染色体皆整齐地排列于细胞中央的赤道板上，并在细胞两极出现纺锤丝，和每条染色体的着丝点相连。

这一时期染色体最清楚，最易计数和鉴别形态。

3. 后期：

由于纺锤丝的收缩，每条染色体的着丝点皆分离，两个染色单体分别向两极移动和集中。因此，细胞两极的染色体数和原来细胞的染色体数一样。

4. 末期：

两套染色体各在一极组成新的细胞核，在细胞中央的赤道板处形成细胞板，整个细胞一分为二。



图 3 细胞有丝分裂过程模式

1—4 前期， 5 中期，
6 后期， 7—9 末期。

(三) 有丝分裂的遗传学意义

1. 每一染色体都准确地复制了自己，然后平均分给了两个子细胞，因而子细胞的染色体数目、形状、大小和遗传物质是一致的。这不仅保证了体细胞染色体组成的稳定和个体生育的正常进行，而且保证了遗传物质可以准确地传递给下一代。

2. 以上是有丝分裂的正常情况。如果在分裂过程中因某

种质因而使染色体（整组或个别几个）的分裂和分离发生差错，则可发生子细胞的某种相应的变异或至死亡（随差错程度及差错染色体的功能而有不同）。如果把这个变异部分作为繁殖材料（无性繁殖），则变异可以保存下去。由此说明，染色体确实是携带着遗传物质的。

3. 在有丝分裂过程中，细胞质虽然也分成了两个部分，但没有发现有何种机制可以保证细胞质成分的平均分配。所以细胞质在遗传上一定是较不重要的。

§3 减数分裂

（一）减数分裂过程

减数分裂是植物在有性世代中进行的一种特殊的细胞分裂。当无性世代在生殖器官中产生孢母细胞后，细胞分裂连续进行了两次（减数第一分裂和减数第二分裂），一分为四，而染色体的分裂复制只进行一次，因而每个子细胞的染色体数比孢母细胞减少了一半。减半通常发生在减数第一分裂。

1. 减数第一分裂：减数第一分裂又分前、中、后、末四个连贯的时期。

（1）前期Ⅰ：此期比较复杂，又可再分成细线期、偶线期、粗线期、双线期和终变期。

〔细线期〕孢母细胞核内的染色体细长如线，染色体数仍然是 $2n$ 。

〔偶线期〕本期的特点是出现染色体的配对。配对不是随机进行的，而是只有同源染色体双方才能互相靠拢，配成一对。这种配对现象叫做联会。联会后，染色体就成为 n 对。由于每对包括两条染色体，故又叫二价体。因而偶线期的染色体是 n

个二价体（还是 $2n$ ）。二价体一个来自亲代雄配子，一个来自亲代雌配子，所以联会反映了同源染色体在成分上的相似和行动上的互相制约。

〔粗线期〕配对的染色体变短变粗，不同对染色体各具不同形态可资区别。同时，每条染色体都已自我复制出两条染色子体，叫姊妹染色子体，但着丝点仍只有一个。因此，这时的每个二价体实际上已有四条染色子体，但只有两个着丝点（这是减数第一分裂期中染色体数减半的重要机制）。此时同源的姊妹染色子体之间可以发生遗传物质的片段交换。

〔双线期〕染色体更加缩短，同时联会力量消失，同源染色体的着丝点彼此分开。但是，由于同源的部分姊妹染色子体之间发生着物质片段的交换，因此染色体的分开并不完全，在某些点上形成了交叉。

〔终变期〕染色体高度浓缩，显得更加粗短，并分散在细胞核内。所以，这时是计数染色体数目的极好时机，核内有几个二价体，就表明有几对染色体。

(2) 中期 I：核仁、核膜消失，染色体排列于赤道板上。同时，纺锤丝出现，与染色体的着丝点连结。这时细胞内的着丝点仍然是 $2n$ 个，向每极的各 n 个。此期亦易计数染色体数目，但为时往往甚短。

(3) 后期 I：纺锤丝收缩，配对的同源染色体分别移向两极。由于着丝点未曾分裂，所以每极的染色体数还是 n 。

(4) 末期 I：分到两极的染色体，分别组成子核，整个孢母细胞一裂为二。这时染色体又旋曲松弛伸长，接着进入减数第二分裂期。

2. 减数第二分裂：减数第二分裂是一次普通的有丝分裂。前已述及，在前期 I 的粗线期，每条染色体都已复制出两条染

色子体，只是着丝点始终未曾分裂。所以减数第二分裂只是以有丝分裂的方式将每一染色体的两条染色单体分开，同时由减数第一分裂形成的两个子细胞再次一分为二。

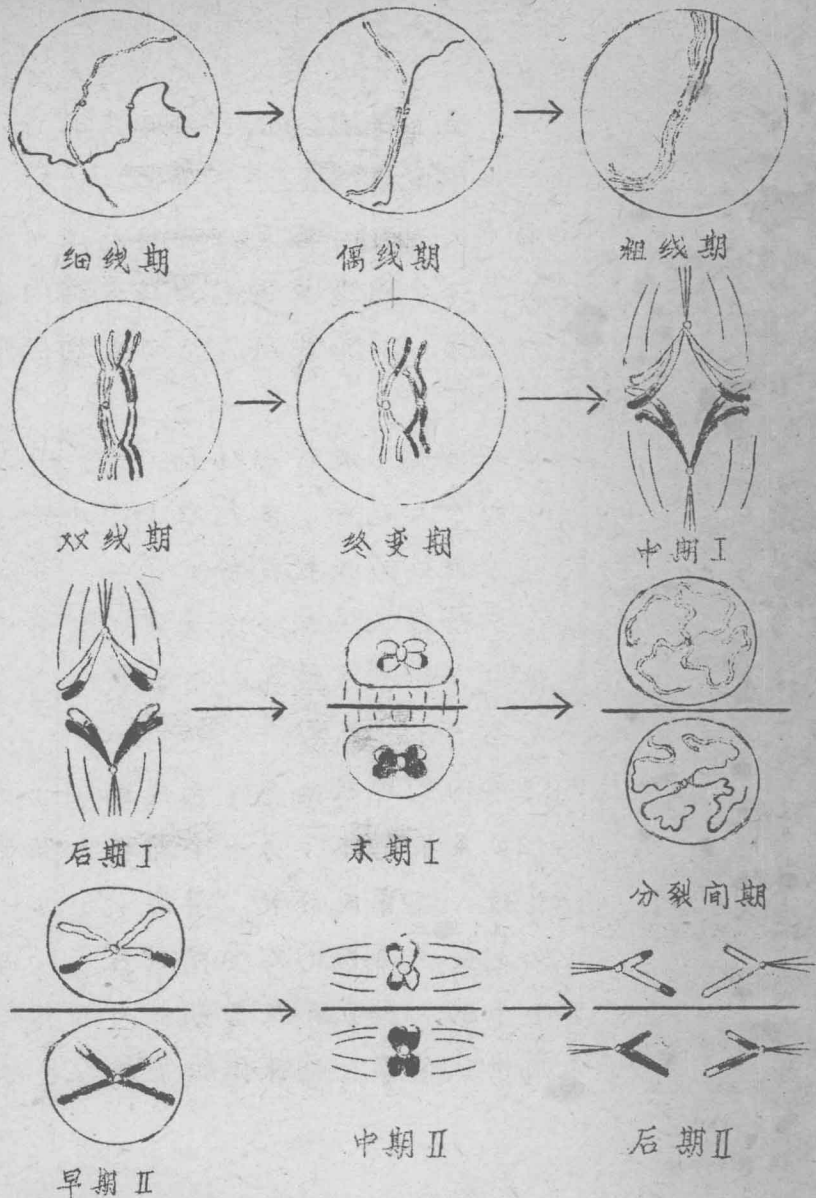


图4 减数分裂过程，包括一对染色体的减数分裂示意

至此，减数分裂结束，每个孢母细胞产生了四个子细胞，核内染色体数则由 $2n$ 变成了 n 。这四个子细胞形状相似，排在一起称为四分子。雌性的四分子叫大孢子，雄性的四分子叫小孢子。以上过程可参见图4。

此处需注意，大孢子还不是雌配子体（胚珠），小孢子也还不是雄配子体（花粉粒）。它们还要进行几次有丝分裂，才成为成熟的胚珠和花粉粒。如以水稻为例，在子房的珠心组织产生的大孢母细胞（胚珠母细胞）有12个二价体（记作12II），经过减数分裂后产生了四个大孢子，各具12条染色体（记作12I）。这四个大孢子，靠近珠孔的三个都逐步退化，只有最内层的一个可继续进行三次有丝分裂，才形成具有8个核的胚珠，每个核的染色体数仍然都是12I。

在花药内产生的小孢母细胞（花粉母细胞）也是有12个二价体，经减数分裂产生了四个小孢子，也是12I。小孢子的核还要经过两次有丝分裂，才能成为成熟花粉：第一次分裂形成一个生殖核和一个管核，生殖核又进行一次分裂形成两个雄核。所以，一个成熟的花粉粒内有两个雄核和一个管核，它们的染色体数也都是12I（参见图5）。

以后，一个雄核与胚珠内的卵核结合，形成的合子发育成胚，具有 $n + n = 2n = 24$ 条染色体；另一个雄核与胚珠内的两个极核结合，形成胚乳核，发育成胚乳，具有 $n + n + n = 3n = 36$ 条染色体（这就是被子植物的双受精过程）。由于水稻植株是由胚生长发育而来的，胚乳都在苗期作为营养物质消耗掉，所以胚乳核不参加世代交替，稻株体细胞的染色体数仍然是 $2n = 24$ 。

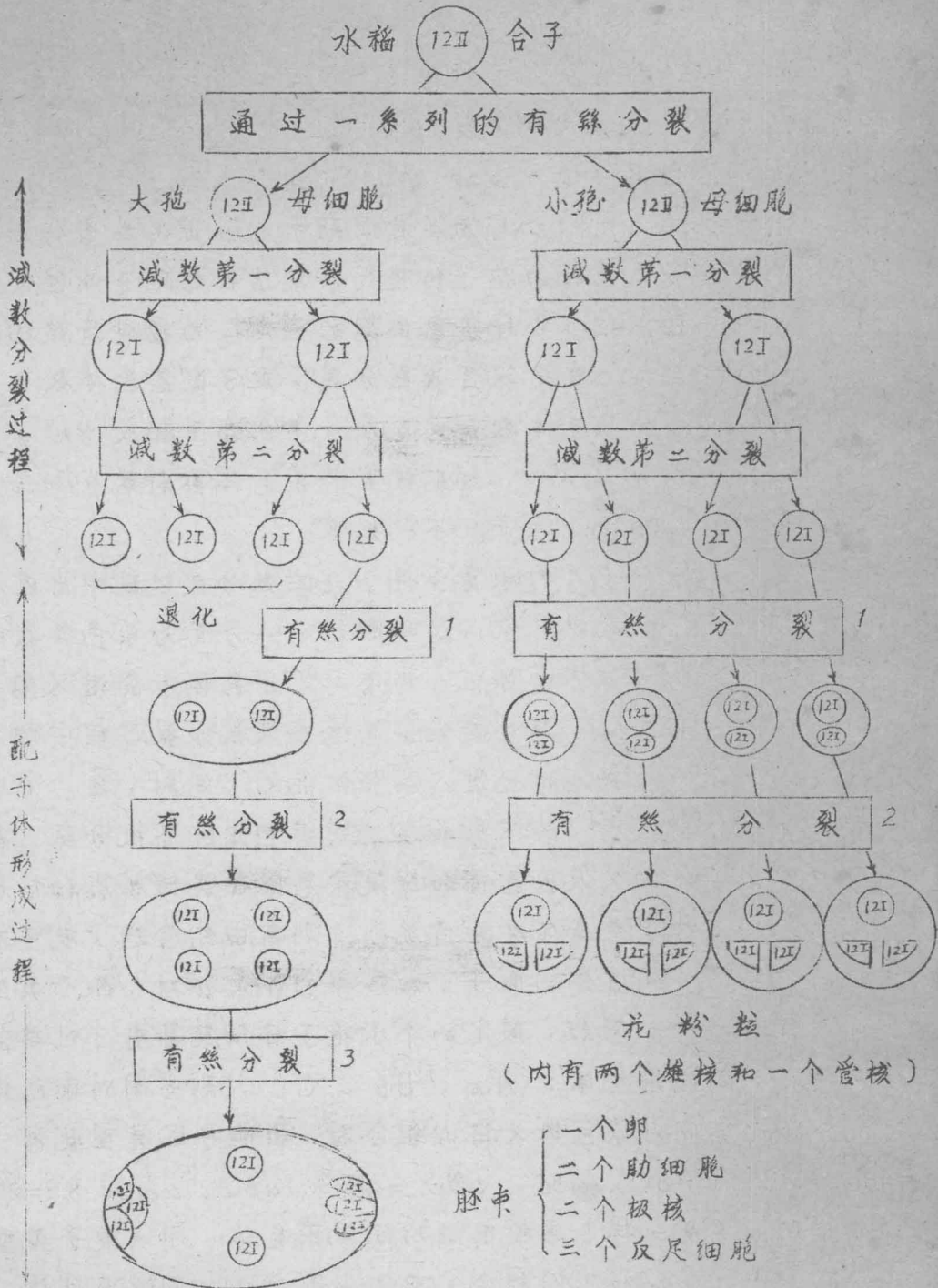


图 5 水稻减数分裂和配子形成示意