



华东师范大学
函授教材

植物形态学及孢子植物学 讲义

裘佩熹 胡人亮 刘怀芳編

(第三册)

华东师范大学函授部

华东师范大学函授教材

植物形态学及孢子植物学讲义

裘佩熹 胡人亮 刘怀芳编

(第三册)

华东师范大学函授部

1959年

本讲义的第一册、第二册、第三册，系根据华东师大植物研究班(第一届)部分同志所编写的植物学教学提纲改编而成，参加该教学提纲编写工作的有凌元浩同志、包文美同志、张四美同志、徐珞珊同志、刘怀芳同志等。该教学提纲的编写工作，是在王志稼教授指导下进行的，特此注明。

——编者——

目 录

第四章 植物的繁殖

一、繁殖在生物学上的意义	1
二、植物繁殖的类型	1
I 营养繁殖	2
II 无性繁殖——孢子繁殖	8
III 有性繁殖	10
三、有花植物生殖器官的发育	12
I 花的形态学	13
II 花的发育	17
III 雌蕊的发育	18
IV 雄蕊的发育	22
V 花各部分在排列上的规律	26
VI 花序及其类型	28
四、开花和传粉	32
I 开花	32
II 传粉	32
III 达尔文及李森科对于植物传粉的研究工作	36
五、受精	37
I 受精的过程	37
II 双重受精的作用	39
III 选择受精及混合花粉传粉法的意义	39
IV 胚及内胚乳的发育	41
V 无融合生殖及无子结果	43
六、种子和果实的发育	43
I 种子和果实的发育	43
II 果实的分类	46
III 果实和种子对于传播的适应	49
IV 果实和种子在人类生活中的意义	50

第四章 植物的繁殖

一、繁殖在生物学上的意义

繁殖是一切生活有机体的重要特性之一，生物之异于非生物者有许多方面，如生长、发育、感应、呼吸、新陈代谢、繁殖等，这些机能，都是只有生物界才具有的。

所谓繁殖，就是植物发育到一定的阶段，能通过有性或无性的方式产生其后代——新植物体的现象；一般在正常发育下的植物体，到成熟时均有繁殖的能力，所以可以说，繁殖是植物共同具有的特性。

繁殖对植物界的发展和繁荣是具有非常重要的意义的。因为任何植物，都有一定的寿命，短至数月、长至数千年。但整个植物界在地球上发展的历史却是几十万万年之久，因此不难想象，假使它没有繁殖的能力，则现在地球上的植物早已绝迹了。

植物的繁殖，不仅对植物界本身的发展和繁衍有极重要的意义，而且对于人类的经济生活也有很重要的意义；例如人们利用了植物繁殖的这一特性来进行播种，使人们得到粮食、同时还懂得用扦插的方法来繁育苗木、用无性杂交的方法来改良品种等等。所有这一类的事例都充分的说明了，人类利用了植物的繁殖规律，来从事农林业的生产。

二、植物繁殖的类型

植物界进行繁殖的方式和类型，也是多种多样的，但是归纳起来都不外乎下列三种形式。(1)营养繁殖，(2)无性繁殖，(3)有性繁殖。所谓营养繁殖，就是植物能分出其植物营养体本身的一部分而生长发育成一新植物个体；例如秋海棠的叶落到地面，若遇到适当的条件则能生根、发芽终于长出一新的植物体；再如我们培育柳树或杨树的苗木时，都是用扦插的方法，这就是利用了植物能行营养繁殖的特性。人类

利用植物的这一特点、从事种种生产实践的活动；所谓无性繁殖、是指植物体的营养器官的某一部分，能形成一种特殊的器官通常称其为孢子囊，由孢子囊中能产生少数的或大量的孢子，而每一个孢子在脱离孢子囊以后，遇到了适当的条件，便能不经过配合，单独发育成一个新的植物体，所以这种繁殖方法，又称为孢子繁殖。孢子繁殖的方式，在低等植物中（如藻类植物及菌类植物）普遍存在。这在人们的日常生活中也是常可遇到的。例如春、夏季节，尤其是在梅雨季节，我们的食物，甚至衣服用具上常易生霉，这就是由于霉菌的孢子落到食物或衣服上，获得了养料，温度和水分而萌发成新的霉菌的结果。此外，人们并能应用植物的这一特点为生产服务；例如种蘑菇便是用老蘑菇的孢子播种的，在培养青霉菌生产青霉素时也是用孢子接种的。第三种方式是有性繁殖，所谓有性繁殖就是植物体有雌雄之分，在雌性植物体上产生的生殖细胞称♀配子，在雄性植物体上所产生的生殖细胞则称♂配子；♀♂配子在适当的条件下进行结合成合子，再由合子发育成新的植物体，这种方式就称有性生殖。在高等植物及低等植物中都存在有有性生殖，但其方式很多，有的比较简单，有的比较复杂，在本章的后面几节中将分别谈到；有性繁殖是一种比较进步的生殖方式，因为用这种方式繁殖所获得的后代，具有父本及母本的双重遗传性，生活力旺盛，能很好的适应环境。

1. 营养繁殖

前以述及，营养繁殖是用分出其植物一部分营养体的方式来进行繁殖的。营养繁殖是植物所具有的一种自然特性，但人类利用它的这一特性，做了不少对人类有益的工作。为方便起见，我们将前者称为自然营养繁殖，后者称为人工营养繁殖。实际上，此二者在性质上是没有区别的，只是后者加入了人工的干涉而以。

一、自然营养繁殖

自然营养繁殖的生理基础是植物营养体的再生作用，在高等植物中，有许多类型的营养繁殖实际上就是由特殊的变态器官有规律的由母体分离出来而发展成新的植物体。这种现象，在多年生草本植物及木本植物中比较多见，而在一年生的草本植物中则较少。高等植物主

要的营养繁殖方式有下列几种。

1. 根状茎: 有许多植物的茎横生在地下, 这种茎称为根状茎。在根状茎的鳞状叶的叶腋内产生腋芽, 腋芽向上生长出地上的分枝。由于根状茎能逐日的不断向前生长, 所以可能在离开它原始出生的地点很远的地方生出新植物体, 扩大其生长范围。田间不少杂草便是以这种方式繁殖的。例如狗牙根、白茅和小薊等, 因此中国有句古话“薊草必须除根”的道理亦在于此。此外如藕, 亦是根状茎的一种形式。蕨类植物中亦有此现象, 故有“走蕨”之称。

2. 鳞茎: 鳞茎是一种短而扁平呈圆盘状的缩短的茎, 上面生有许多肥厚的鳞片, 如洋葱便是一个典型的例子。此外如百合、大蒜等也有鳞茎。在鳞茎的顶部有一顶芽,

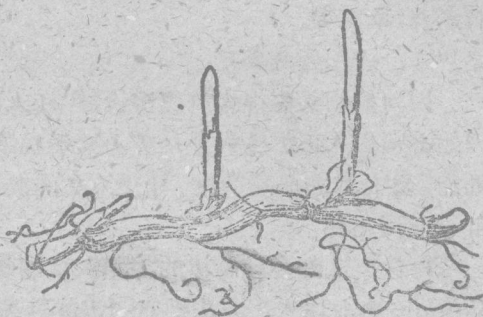


图 79 匍匐水草的根状茎的营养繁殖。

在鳞叶之叶腋内则生长有许多腋芽, 这些腋芽都能发育成新的鳞茎。

3. 块茎: 块茎一般均生在地下部分, 肥大、肉质, 节间甚短, 通常不生



图 80 洋葱鳞茎的营养繁殖

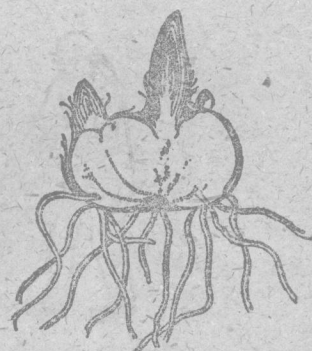


图 81 荸薺球茎的营养繁殖

根。在块茎上常生有侧芽称芽眼。每个芽眼可发育成一新植物体。以馬鈴薯为例，若我們將馬鈴薯切成許多上面生有芽的小块，并将其种入土中，便能长成新植物体。

4. 球莖：在球莖的頂端生芽，下面生不定根，例如茨菇、荸薺等。

5. 匍匐莖：在地上莖的叶腋长出横生于地面的匍匐莖，匍匐莖的頂端及节上具芽，芽可发展成新的植物体，例如野生植物蛇莓，栽培植物石蓮花，草莓等。

二、人工营养繁殖

因为植物具有很大的經濟价值，在人类生活过程中到处需要植物，因此必須用人工方法大量培养及繁殖植物，利用植物具有营养繁殖的机能，更有效的提高产量，满足人类的要求。人工繁殖方法很多，主要可分下列几种：

1. 分离：許多植物体的根莖块莖匍匐莖等所产生的新植物体往往丛生在一起，以人工方法把它与母体分离，分別栽植，例如夹竹桃、雛菊、飞燕艸等。

2. 插枝：从母体植物上剪下来一段枝条(具有叶、叶腋有芽)把它插在土壤中，經過相当时期，在枝条的下端发生不定根，叶腋内的芽发展为枝条，成为新的植物体，例如蔷薇、菊花、葡萄、柳树等。

3. 压条：与插枝的情况类似，但不把枝条从母体上剪断，而是把枝条从母体上弯下，枝条的中段埋在土中，最好以木叉固着，枝条的頂



图 82 人工营养繁殖——分离繁殖法。

端生出土面,并且在被埋着的一段将其木质部以外的部分割去半圈,这样处理使枝条顶端光合作用所制出的养料不会完全向下输送,而积留

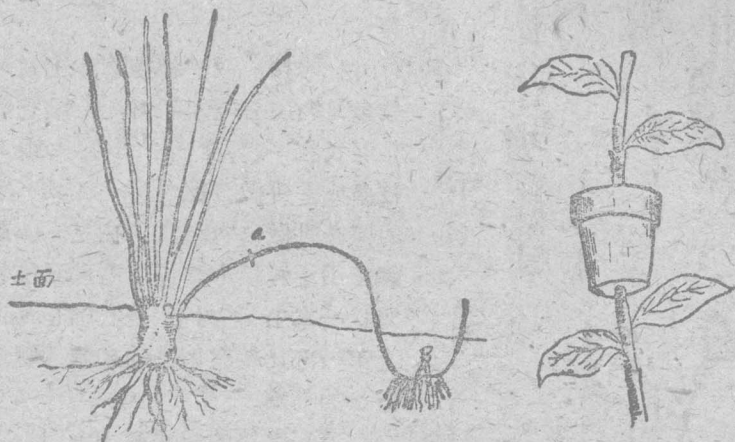


图 83 A 压条法

a 截断枝条处。

B 空中压条法。

b 将枝条固定于土中之木叉。

在伤口处,加强不定根的形成,不定根生长到相当程度,把枝条与母体割断成独立的植物体。生根较缓的植物常以这种方法繁殖,例如夹竹桃、连翘、葡萄、石榴等。

粗干的枝条例如广东、福建、四川等地产的荔枝,植株高大,枝条不易弯到土中,则以空中压条法,把枝条的中段穿在一个装满土壤的罐子里,生根后把罐子下部的枝条剪断,去掉罐子,将枝条插入土中。

4. 插叶:用叶或叶的一部分,带有一根割断的叶脉,平放在潮湿的沙土上,往往在叶的边缘或



图 84 秋海棠叶的插叶繁殖。



图 85 植物的嫁接方法

I 切接法, II 舌接法,
III 芽接法, 1. 砧木, 2. 接穗。

割断的部分, 向上即叶的正面长出不定芽, 向下即叶的反面长出不定根, 发展为新的植物体, 例如秋海棠、蕃茄等。

5. 嫁接: 取一棵植物体上的芽或枝条, 接在另一棵植物体上, 让它们愈合而长在一起, 变成一个整体, 取下的枝条或芽叫做接穗, 另一棵具有根系的植株叫做砧木。我国在三千年前已经应用了嫁接方法, 唐朝郭橐驼曾经写过一本书“种树书”是我国也是世界上第一部比较系统的来叙述嫁接的方法的书籍。

(1) 嫁接的方法有 1000 种以上, 最普通的有以下几种:

i 芽接: 将一棵植物体上的芽嫁接到另一棵植物的茎上, 取芽时连树皮带木质部一起割下, 在砧木上割“T”字裂口, 但不可切入木质部, 然后把树皮的裂口轻轻拔开, 将芽放入, 使二者贴紧, 把砧木裂口处的树皮放回原处, 盖在上面, 芽露于切口的中间, 涂上腊或树脂、用麻缚好, 经过一段时期, 接穗及砧木的形成层不断生长而挤在一起成为整体, 例如桃树、苹果、梨等均可用此法嫁接。

ii 枝接: 是用带有芽的枝条作接穗, 若接穗与砧木的粗细相等, 则两者各切相对斜面, 斜面贴紧相合用麻絮好, 涂上腊即可, 例如蕃茄的嫁接即用此法。

iii 靠接: 将两棵相对靠近生长的植物, 各选一根枝条为接穗及砧木, 但接穗不必剪下, 而将两枝条的相对面切去长度相等的一段树皮, 但不能伤害其形成层, 作为接穗的枝条必须具芽, 将两枝条的切口相对并合, 用清水浸过的纤维包裹, 经过相当时期两者愈合后, 又将作为砧

木的枝条及作为接穗的根系剪去，例如桂花、冬青等。

(2) 接穗和砧木的愈合过程：当接穗及砧木的组织（特别是形成层）并合在一起时，在组织相接触处形成淡褐色的隔离层，它是由邻近的死细胞组成，由于薄壁细胞及形成层的分裂，隔离层消散，接穗及砧木被愈伤组织所充满，两者的细胞壁靠紧相互有原生质丝联系，接穗及砧木成为整体，这样嫁接便成功。

(3) 嫁接及其他营养繁殖的基本区别：嫁接与其他营养繁殖是不同的，因为它具有一般营养繁殖及有性繁殖的生物学意义，一般营养繁殖只保留母体的优良遗传性留给后代，而嫁接不但能保留母体的遗传性，而且通过砧木及接穗相互影响，产生父体及母体双重的遗传性，创造了新的品种，因此嫁接具有有性繁殖相同的价值，米丘林及米丘林工作者指出，由于嫁接所产生的营养杂种及通过有性结合所产生的有性杂种在原则上是没有区别的，这也说明遗传性不一定要由于性细胞的结合，通过染色体从这一棵植物传递到另一棵植物，这个事实也驳到孟德尔摩尔干等人认为遗传性必须通过染色体才能传递的论调。

(4) 蒙导法和性渐近法：米丘林利用砧木和接穗相互影响的原理创立了蒙导法和无性渐近法。

蒙导法：蒙导的意义是培养和教导，利用接穗来蒙导砧木则接穗为蒙导者，利用砧木来蒙导接穗则砧木为蒙导者，但蒙导者必须是年老而遗传性比较稳定的品种，而被蒙导者必须是年幼而遗传性比较不稳定的品种，若我们按这个特征来选择接穗及砧木，通过嫁接，便可获得我们所希望的品种，例如甘季里、西拿伯苹果与海棠果的杂种，甘季里、西拿伯苹果缺少海棠果之的耐寒性，米丘林把它作为接穗，嫁接在海棠果作为砧木蒙导者的树冠上，在蒙导者的影响下，杂种获得高度的耐寒性，最后把接穗从砧木树冠上剪下来进行插枝，得到理想的品种。

无性渐近法：在分类上亲缘关系很远的植物或产地距离很远的植物，往往不能进行有性杂交，但通过无性渐近法便可克服这种困难，把两个不能进行有性杂交的品种嫁接在一起，使它们在杂交前预先相互影响靠近，米丘林为了使杂种花楸与梨杂交，则先将杂种花楸接在梨的树冠上，然后两者进行杂交。

II. 无性繁殖——孢子繁殖

无性繁殖是利用植物的一个单细胞，直接萌发为新的植物体，这种单细胞叫做孢子，它产生于特殊的器官即孢子囊中。

一、孢子繁殖的普遍性：

无论低等植物藻类及菌类，高等植物苔藓、蕨类以致种子植物的生活史中都可发现它们以孢子来进行繁殖的现象。

二、孢子的类型：可能是活动的或者是不活动的。

1. 游动孢子：大多数的游动孢子是裸露的，没有细胞壁，但是具有鞭毛可以在水中游动，鞭毛是纤细的原生质向外突起，例如藻类及水生菌类。

2. 不动孢子：有细胞壁，但不具鞭毛，因此不能游动，靠风力及水流把它传播开来。

三、孢子形成前的减数分裂：

1. 减数分裂的过程：将分裂为孢子的细胞称为

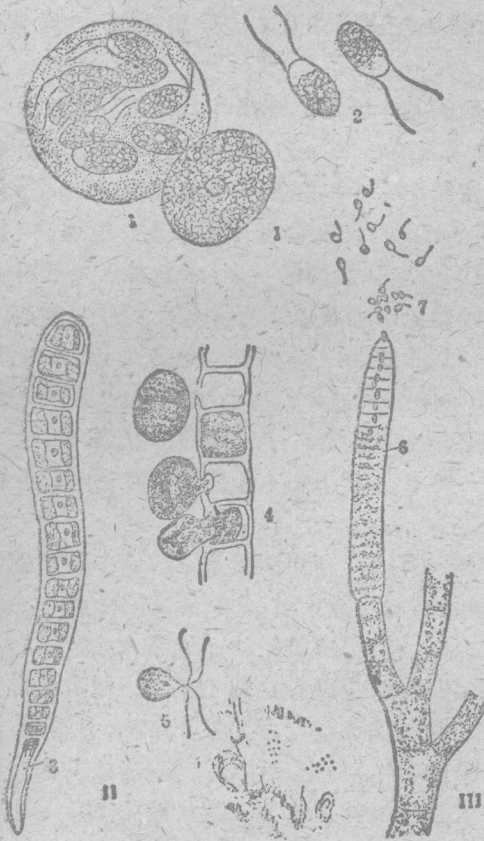


图 86 植物的无性繁殖。

I 绿球藻 (*Chlorococcum limicola*);

II 波发藻 (*Ulothrix zonata*);

III 褐茸藻 (*Ectocarpus siliculosus*).

1. 营养体和八个游动孢子的形成。 2. 具有双鞭毛的游动孢子。 3. 基部细胞 4. 营养细胞产生游动孢子 5. 具有四根鞭毛的游动孢子; 6. 孢子囊 7. 侧生鞭毛的游动孢子。

孢子母細胞，由于它經過二次分裂成为四个細胞，但是其中第一次是減数分裂，第二次是普通分裂，減数分裂的情况与有絲分裂相类似，只是在分裂时細胞核中出現的染色体不經過縱的分裂，而是几块染色体整个的分別趋向細胞的两极，因此每极获得的染色体是母細胞染色体的一半數，若母細胞在細胞分裂时細胞核中的染色体是十六块，則进行普通分裂必縱分裂为三十二块，趋向細胞的两极，每极仍获得十六块，而进行減数分裂，不經過縱分裂，十六块染色体趋向細胞的两极，每极只获得八块，因此是母細胞染色体的一半數。

孢子形成前的两次分裂即減数分裂及普通分裂略述如下：

(1) 減数分裂：必須重复的

指出，苏联学者馬卡罗夫发现，生活細胞在分裂前，細胞核內的物質是完全均一的，不能看到任何結構，細胞核中的染色体只是在細胞分裂时重新产生的。

減数分裂时：前期：細胞核中出現染色体逐漸縮短而加粗，成为几块。中期：各段染色体沿着赤道板相对的排成两排，每排的染色体數目是相等的，若母細胞染色体數目为十六块，則每排为八块，分別排在赤道板的两边。后期：赤道板两边的染色体不經過分裂，各自趋向两极，每极获得母細胞染色体的一半，若母細胞染色体为十六，則每极为八，也就是說每个子細胞只有母細胞染色体的一半數，两个子細胞間形成隔膜，減数分裂与普通分裂相接着，減数分裂沒有进入末期时，便开始

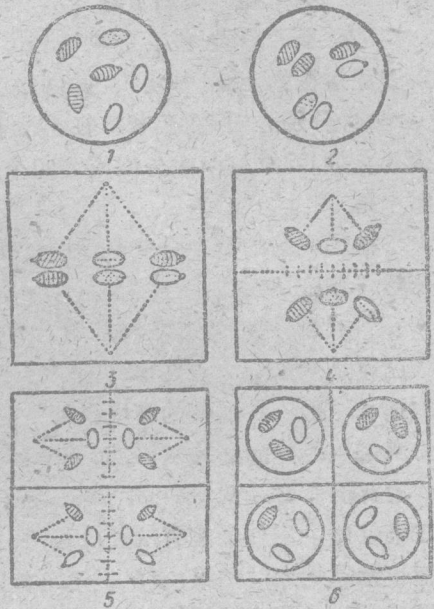


图 87 細胞核的減数分裂图解

- 1. 标示染色体； 2. 染色体成对靠攏；
- 3. 第一次分裂的中期； 4. 第一次分裂的后期；
- 5. 第二次分裂的中期；
- 6. 經過二次分裂的減数分裂細胞的四分体。

了下面一次普通分裂的中期。

(2) 普通分裂: 沒有前期接着上面的減数分裂便进入中期, 染色体排在赤道板的兩边, 每块染色体縱裂为二, 若母細胞为十六, 則縱裂为三十二, 分別趋向兩端, 若母細胞为十六, 每极仍获得十六, 以后进入后期及末期, 通过这两次分裂成为四个細胞, 也就是說孢子母細胞分裂为四个孢子。

植物細胞的減数分裂是俄国植物学家別里亚也夫观察种子植物的花粉母細胞所发现。

2. 減数分裂的必要性: 产孢子的植物体叫做孢子体, 孢子体細胞的染色体是双倍的, 若在形成孢子时不經過減数分裂必产生双倍染色体的孢子, 孢子在适宜的环境条件下萌发为配子体, 則配子体也因孢子为双倍染色体而必为双倍, 而配子体将产生配子, 配子也因配子体染色体为双倍而必为双倍。最后雌雄配子配合, 它們的染色体合并成为四倍染色体了。如果沒有減数分裂, 那么代代相傳, 染色体不断增加, 細胞也无限膨大, “結果, 有机界不可能发生任何进化”(馬卡罗夫語) 自然界只是些无限膨大的有机体。

III. 有性繁殖:

有性繁殖是由两个配子相互結合, 合子萌发为新的植物体。

一、有性繁殖的方式:

1. 同配生殖: 这是最简单的有性結合, 配子是同型的, 两个配子的外型及大小完全相同, 两者都会活动, 具有鞭毛, 两配子相遇便結合为合子, 例如衣藻。

2. 异配生殖: 两个配子的外型及大小都不相同, 虽然两者都具有鞭毛, 但一个比較活动叫做雄性配子, 一个比較不活动的叫做雌性配子, 雄性配子主动的游到雌性配子的旁边与之結合为合子, 例如实球藻。

3. 卵式生殖: 这是有性生殖发展到最高形式, 两个配子的外形及大小完全不相同, 雄配子比雌配小数十倍, 具有鞭毛, 非常活动, 叫做游动精子, 雌配子較大, 内部貯藏丰富的营养, 无鞭毛, 不能活动, 只能被动的被水流动叫做卵, 产生游动精子的配子囊叫做精囊, 能产生很多精

子,产生卵的配子囊叫做卵囊,能产很少的卵,有的只产一个卵,精卵结合为合子。

二、有性过程在有机界演化中的进步作用:

植物体通过繁殖增加个体数量,许多个体遭遇各种不同的环境条件,由于适应各种条件而保存并发展了它们的种类,这样植物体就不断的演化着,而植物繁殖中的有性生殖对植物体来说则具有更大的进步作用。

1. 合子具有双重遗传性,是新有机体发育的基础,合子是由两个配子结合而形成的,但是产生配子的有机体,它们的生长条件是不同的(稍微不同或者非常不同)因而它们各具适应于不同的生长条件的遗传性,由于父体或母体的遗传性不同,则配子获得的遗传性也

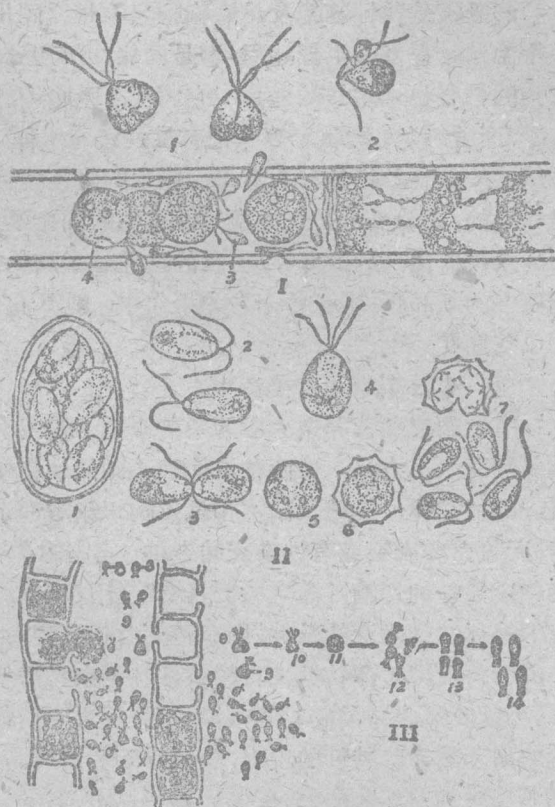


图 83 植物的有性繁殖。

I 配子的类型: 1. 同型配子; 2. 异型配子; 3. 精子; 4. 卵细胞。 II III. 配子形成, 接合, 合子形成和萌发: II 单胞藻(Chlamydomonas): 1. 配子形成前; 2. 游动的配子; 3. 开始接合的配子; 4. 已经接合的配子; 5. 合子初形成; 6. 成熟的配子; 7. 合子萌发。 III 波斐藻(Ulothrix): 8. 配子; 9. 配子开始接合; 10. 已经接合的配子; 11. 合子; 12. 游动孢子; 13. 游动孢子萌发的初期; 14. 幼小的植物体。

必不相同，当两个配子相结合时，合子包含两个配子从父体及母体带来的遗传性，因此合子具有双重遗传性，则对生活条件具有更大的适应性，这些条件保证它发展为新的有机体。

2. 受精是父性细胞及母性细胞双方相互同化的过程：有机体对每一个生活过程都是生理过程，即是同化作用和异化作用的过程，两个性细胞的结合也是这样的过程，它们相互吸收卵或精的内容物成为一个合子，而孟德尔、摩尔干等人把有性过程与生理过程对立起来，认为两性细胞的结合单纯是父性及母性细胞的染色体机械的结合，这种观点是错误的，因为受精是父性及母性细胞的同化过程，所以我们可以选择父体及母体优良的遗传性，有目的地通过杂交的方法，创造出具有优良遗传性的新品种，米丘林一生的工作中，创造了三百多种新品种，正说明了这问题。

三、有性杂交和营养杂交：

有性杂交和营养杂交后的杂种原则上是没有区别的，嫁接的特点就是利用人工方法，使两种遗传性不同的植物体即接穗及砧木结合为统一的植物体，接穗及砧木相互影响正象有性杂交时精卵相互影响一样，无论营养杂交或有性杂交的杂种，它们的遗传性是不稳定的，容易受环境条件的影响，而且它们具有父体及母体的遗传性，若环境条件近似父体特性发育的条件，则杂种的后代发育便可能倾向父体，相反若环境条件近似母体特性发育的条件，则杂种后代的发育便可能倾向母体，因此我们必须控制它的生活条件，促进它所需要的特性的发展并抑制它所不需要的特性的发展，结果得到我们所希望的品种，这是米丘林控制杂种幼苗培养的原则。

三、有花植物生殖器官的发育：

高等种子植物的种子在适当的水分、温度及空气条件下便发展为幼苗，幼苗的根在土壤中吸收水及无机盐类，幼苗的叶在阳光下进行光合作用，制造有机物质。植物体同化这些物质，增加细胞数量，使植物的营养器官不断长大，这样植物通过了春化及光照阶段后，植物体上生芽（顶芽或腋芽）芽的分化发生了改变便产生繁殖器官即花。

I. 花的形态学:

一、花的概念:

花是变态的短枝,但是它的节间很短,而且不分枝,花的各部分,就是各种形状不同的变态叶,但是花能形成大孢子及小孢子,它们的花上萌发,萌发后分别产生精及卵,卵受精后成为合子,合子是种子内的主要部分,第一个给花下定义的是诗人及自然科学家歌德,称花为“适应于繁殖用的一种变态的叶及枝”,花是从芽发展而来,这种芽叫做花芽,芽可生长在主茎上,也可生长在侧枝上,花芽和一般芽相似,外面常有和鳞片相似的叶片把花芽包住叫做苞片,保护幼嫩的芽,苞片的数目随种数而不同,花生长在缩短的茎上,茎的顶端多少有些膨大,叫做花托,花托的形状有圆柱形、圆顶形、平顶形、凹顶形等,这是由于花芽顶端分生组织不平均分裂的结果。花托下部常延长叫做花柄。

二、花的组成部分:

典型的花具有花萼、花瓣、雄蕊及雌蕊四部分,四者俱全的花称为完全花,缺少其中一部分或几部分的称为不完全花。

1. 花萼: (通常以 K 来表示) 是包被在花最外面的一轮叶片, 每叶片叫做萼片, 总称花萼, 萼片的形状及构造和叶子相同, 绿色, 能行光合作用并具有保护作用。

花萼的数目随种类而不同, 萼片可能是全部或部分连合叫做合萼, 例如唇形科, 豆科, 若萼片下面部分连合而上面分离者, 则前者叫做萼筒, 后者叫做花萼裂片, 萼片也可能是分离的叫做离萼, 例如毛茛科、十字花科等, 花萼一般为一轮, 但也有两轮的, 两轮者则外轮称做副萼, 例如锦葵科, 蔷薇科等植物。花萼一般是在花谢后脱落

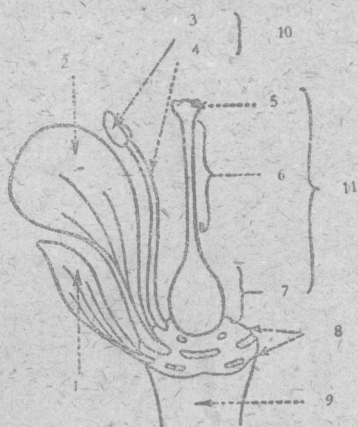


图 89 花的组成部分图解:

1. 萼片; 2. 花瓣; 3. 花药; 4. 花丝;
10 雄蕊; 5. 柱头; 6. 花柱; 7. 子房;
11 雌蕊; 8. 花托; 9. 花梗。