



M. X. 柴拉軒 著
何 永 集 譯

高等植物个体发育的基本规律

科 学 出 版 社

М. Х. ЧАЙЛАХЯН
ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОНТОГЕНЕЗА
ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

ИЗД. АН СССР, 1958

內 容 提 要

本书首先討論了霍洛得尼、李森科等的发育学說,其次談到高等植物个体发育的主要阶段,指出各阶段的生理学特性和形态学特征,繼而以大量的实验資料从年龄变化、营养生长与生殖发育、个体发育与外界环境、器官的相互作用、适应反应等方面,充分地闡明外界因素、农业技术措施及生物学活动性物质对植物的影响,及其所引起的内部变化在个体发育中的作用,并指出个体发育的重心不在外界环境,而可能在植物内部。此书分別敘述了高等植物个体发育的各个阶段的形态生理学和结构变化,批評了“从种子到种子”的論点。本书可以作为农学、园艺、植物生理学工作者的参考資料。

这本书提供了关于研究高等植物个体发育的现代情况的概
念,掌握了一年生、两年生、多年生植物个体发育的全部主要阶段,
指出内在的和外在的因素在个体发育中的作用,对通晓无论是个
体发育的整个过程或是个别阶段的规律性,都提供了理论基础和
实践基础。指出了在作物栽培实践上具有重大意义的调节个体发
育的措施和方法。

1957年5月作者在全苏植物学学会第二次代表大会所作的扩
大报告便是以这本书为根据。

主编 A. Л. 庫尔薩夫院士

目 录

一. 緒論 1	1
二. 植物个体发育的主要阶段 4	4
三. 植物个体发育中的年龄变化 9	9
四. 植物的营养生长和生殖发育 12	12
五. 植物个体发育和外界环境 19	19
六. 植物个体发育过程中器官的相互作用 25	25
七. 植物个体发育中的适应反应 35	35
八. 植物的胚胎生活和幼年阶段 39	39
九. 植物的成熟阶段 42	42
十. 植物的繁殖阶段和衰老阶段 52	52
十一. 結論 55	55
参考文献 60	60

近來很多研究者(薩拉莫夫, Саламов, 1947; 阿瓦克揚和亞斯特立布, Авакян и Ястреб, 1948; 庫恰良, Кочарян, 1948; 杜尔宾和包格达諾娃, Турбин и Богданова, 1948, 1949; 飛根松, Фейгисон, 1948; 切尔-阿瓦涅祥, Тер-Аване-сян, 1949 等)指出, 当用若干个品种的混合花粉來授粉时, 在玉米、小麥、番茄、甘藍、棉花和其他植物的雜种后代中, 具有双父本和多父本的类型特征的發育可能性。这些資料促使我們以新的观点來理解受精过程。因此, 進一步开展不同植物在不同受粉的情况下, 尤其是在混合花粉和充分受粉的情况下对受精过程更廣泛的研究具有重大的積極意义。除必須在受精作用上進行新的細胞胚胎学的研究, 以便闡述一般高等植物, 尤其是被子植物双精和多精入卵的分佈与作用外, 我們觉得还应该从高等植物各个部門双精和多精入卵現象存在可能性的观点出發, 來重審过去的關於受精作用文献, 並总结我們現在对这个问题的了解, 这对于我們不是沒有益处的。从此观点出發, 進行对蕨类、蕨类、裸子植物和被子植物關於受精作用細胞胚胎学文献的研究, 能够發現很多有趣的、但是个别的、分散的、沒有經過充分研究的双精和多精入卵的情况。我認为把这些情况統一地收集和在这篇文章中簡單地加以說明, 是有必要的, 同时也

Murneek, 1937; 柴拉軒, 1937, 1948a)。

米丘林(1939—1941)曾拟制了多年生植物发育的循序阶段学说,他广泛地运用他所获得的杂交种进行培育,因而创造了果树和灌木植物的新品种。米丘林认为只有在一定的外界条件的总体下产生的植物的循序阶段或生活时期的概念才是培育杂种实生苗的基础。多年生植物发育的生活时期,米丘林认为是这样:(1)种子时期:由母本植株受精之后开始,一直到种子由母株脱离;(2)幼年时期:由种子萌发时起,到实生苗第一次开花为止;(3)逐渐成熟时期:结实开始的头3—5年;(4)成年状况时期:适合于最强烈的营养生长和生殖发育;(5)衰老和死亡时期,此时期的特点是植物的生长和繁殖削弱,继之以死亡而结束。

米丘林的这一概念很好地阐明了乔木和灌木植物的主要年龄阶段和生活时期。虽然它并未涉及到一年生植物的个体发育,但是在极大程度上仍然可以视为是构成高等植物个体发育的一般理论的基础(斯克里布钦斯基 Скрипчинский, 1956 a)。

李森科(1935)在试验的基础上提出了春作物和冬作物阶段发育的概念,这些试验成功地指出了对于冬作物的正常发育和加强春作物的发育需要一定时期的低温条件的影响,在低温影响期中通过春化阶段。在另一些试验中说明冬作物只有在通过春化以后才和春作物一样能够调节日照长度。因此李森科提出把产生光周期诱导的时期称为植物发育的光照阶段。光照阶段以后,根据李森科的意见是继续通过暂时还不知道的发育阶段。

李森科的植物阶段发育学说的缺点在于,第一,试验对象局限于长日照的冬作物和春作物类型,因为一切短日照和许多长日照的春作物类型本来都是不具备春化阶段的;其次,春化阶段所包括的仅是与植物由营养生长过渡到生殖发育有联系的各种过程,而未涉及到整个个体发育(柴拉軒, 1955; 斯克里布钦斯基, 1956 b; 耶菲金 Ефейкин, 1957)。

克伦喀(Кренке, 1940 a)曾提出了最可表征一切类型的个体发育过程中植物年龄变化的概念。他认为有机体的发育是有机

体衰老和复壮斗争的统一。根据这一原理他又提出了植物生活史的年龄特征变异性曲线的一般类型，这种曲线主要是根据形态变化。在极大程度上，生理学的和生物化学的规律性的变化是与形态学变化相符合的。克伦喀总结了这些资料并创造了植物衰老与复壮的周期性的理论。这一理论指出了随着植物生活潜力的消亡，衰老和复壮过程的关系是如何变化着的，指出了植物是如何逐渐来完成本身的个体发育。

克伦喀理论的缺点在于他所观察的仅仅是在植物营养器官中完成的形态学和生理学过程，完全没有涉及到生殖发育器官。此外，在他的理论中对外界环境条件的影响估计不足，而在很大程度上集中于对不随外界环境影响而变化的生活势能影响的赘述（杜布罗维茨卡娅 Дубровицкая 和克伦喀，1953；古巴洛 Гупало，1954）。

霍洛得尼（Холодный，1928）和温特（Went，1928）在试验的基础上研究并推进了植物的向性和生长的激素学说。试验表明，如果在光或地心引力单方面的作用下，茎和根的顶端就会产生激素或如下面所说的生长素分布不均的现象。这种分布不均的现象反过来引起器官对称面的生长不均，引起向光性弯曲或向地性弯曲。因此生长的生理作用被认为是植物生长过程的调节器。其后根据生长素的各种不同的作用和某些维生素的作用，霍洛得尼（1939）提出了关于在开花过程中植物激素（生长素和维生素）的综合作用的新概念，他认为这种植物激素乃是植物营养生长和生殖发育的调节器。

霍洛得尼这一概念的缺点在于削弱了营养生长过程和生殖发育过程的差别，在于对生长素和维生素直接影响于植物开花时期而有良好效果缺乏有力证据（柴拉軒和日丹諾娃 Жданова，1938；日丹諾娃，1941）。

根据我们的关于在发育过程中激素特性的概念，植物开花期和整个地转向生殖发育，正说明在有利的日照长度下，植物叶内形成了一种新陈代谢的特殊产物，那就是开花激素。试验和分析使

我們获得了这一概念,这些試驗和分析表明,生长素和可塑性物质——糖类和含氮化合物——的含量是直接和日照长度变化有关的,而与植物的开花期没有关系。

嫁接試驗表明,嫁接在开花植株上的試驗植株是靠由正在开花的砧木的叶内轉运来的物质而开花的。

发育过程的激素假說的缺点在于,第一,激素特性的特殊物质不是由植物中分泌出来;其次,特殊物质的生理作用与总的新陈代谢作用的关系沒有查明(霍洛得尼,1938)。

这里所述的一切理論性的概括,也和某些其他理論概括一样,具有不可辯駁的价值,在頗大程度上是創立个体发育的新学說的基础。但这些理論都有它狹隘的一方面,要么是仅涉及到某些一定的植物羣落,要么就只涉及到它的生命活动的某些方面,远远不能概括近年来所积累的数目庞大的实验材料。

这样就迫切需要以新的实验資料的观点来批判地研究高等植物个体发育的基本規律,迫切需要进一步确立对个体发育的一般学說的实验性探討和理論性探討的方法。

二. 植物个体发育的主要阶段

植物的个体发育或个体发生是由卵細胞受精或由母本植株生殖器官和組織中产生胚芽时开始,于植株死亡时結束。因此,个体

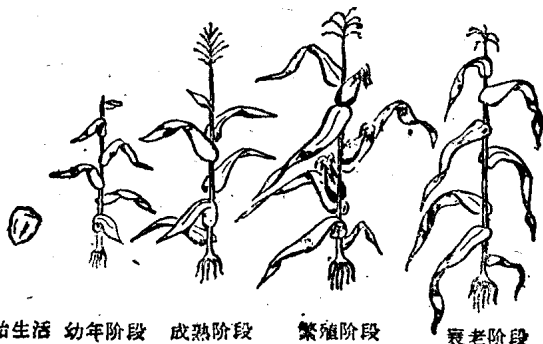


图1 一年生种子植物个体发育的主要阶段

发育是植物生命活动的完全週期。它包括植物的一切生活过程和现象,并视植物的种类不同而有只生活 5—6 个星期的短命植物和生活 3—5 千年的植物界的巨人——紅杉,雪松和其他类型的植物。

植物个体发育的主要阶段如下:(1)胚胎阶段(种子胚或芽胚);(2)幼年阶段;(3)成熟阶段(性成熟或营养体成熟);(4)繁殖阶段(有性繁殖或营养繁殖)和(5)衰老阶段(图 1)。

种子植物的胚胎阶段是由卵细胞受精时起,一直到胚胎萌发时止;幼年阶段——由胚胎萌发到植株上出现花原始体为止;性成熟阶段是由花原始体形成到新胚出现为止;有性繁殖阶段是由胚胎产生到果实和种子的完全成熟为止;最后,衰老阶段——由完全停止结实到植株死亡为止。一次产果植物的个体发育的各阶段,在其生活中只循序出现一次而不重复,不以生活史的总期限为轉移。所有的一年生植物如玉蜀黍、向日葵等,两年生植物如胡蘿卜和甘藍,多年生植物如龙舌兰,毛竹等都是—样。

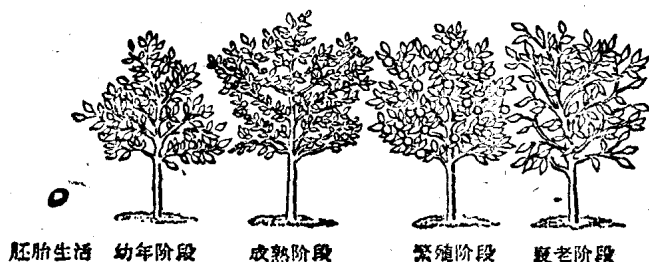


图 2 多年生种子植物个体发育的主要阶段

多次产果植物其胚胎阶段和幼年阶段在其一生中只出现一次,性成熟阶段也只出现一次,但繁殖阶段却有很多次。换句话说,多次产果植物每年都要开花结实,而且一直继续很多年。因此这种植物绝大多数是多年生植物,如森林植物和果树,乔木和灌木树种和多年生牧草(图 2)。

多次产果植物一年一次开花结实的周期性的根据不是新生枝条的小枝和新梢体多年生植物的个体发育重复,而是植物业已过

渡到性成熟阶段,换言之,即过渡到了结实期。多年生多次产果植物的特点不只是多次重复繁殖的阶段长,而个体发育的其他一切阶段,特别是衰老阶段也长。一年生一次产果植物的这一阶段很快就渡过了,而且很少有能坚持到果实和种子成熟以后的。

营养繁殖的植物其胚胎阶段是在营养繁殖器官——块茎、鳞茎、根茎的芽中渡过,幼年阶段是由发芽开始;成熟阶段是由幼嫩植株上新的营养繁殖器官的胚芽出现时起;繁殖阶段的特点是器官完全成熟,一年生植物一次完成,多年生植物重复多次。最后,由于植物生命活动的总的衰退而完成衰老阶段(图3)。

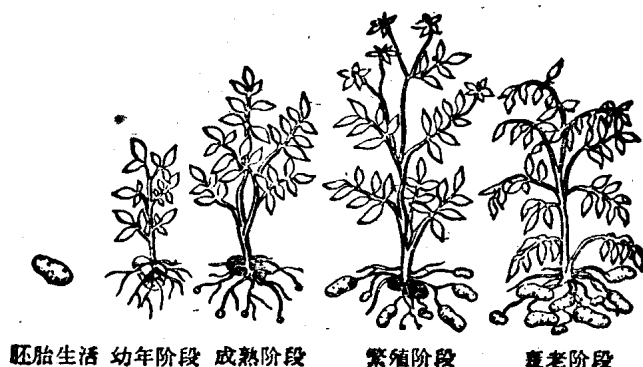


图3 营养繁殖的植物个体发育的主要阶段

由于外界环境条件不良而不能形成繁殖器官的植物,其繁殖阶段缺如,这种植物死亡之后也不留下一个后代。

高等植物个体发育主要阶段情况的提出并不是什么新东西,对于高等动物说来它是人所共知的(纳戈尔尼 Нагорный, 1948),但它的意义却在于肯定了那些真实地反映植物生活中最根本的结构变化和生理学变化的时期的概括和概念(恩格斯 Э. 1953)。

米丘林在叙述他自己六十年来为创造新的植物类型而寻求合理方法的著作中曾多次表白出他的关于木本植物生活阶段的循环性的完整概念的珍贵思想和意象。这里仅将这一概念引用来作为上述的植物个体发育的一般情况(斯克里布钦斯基, 1956a)。

个体发育的每一循序阶段,包括无论是新结构的形成和增长,抑或是准备产生新结构的生理学变化,对个体发育说来都具有特殊的生理学特性和形态学特征。生理学变化与形态学变化在经常的交互作用中是紧密地互相联系的。

植物生理学提出了新类型形成过程与植物生理学状况的变化关系的无数范例。冬季类型在通过春化变异之后所形成的种子属之;由开始时发生于叶内,然后发生于植物其他各部的光週期变化所形成的花、果实、块茎、鳞茎和根茎等属之;在为不同的营养、湿度、日照长度、光照强度和質量等条件所引起的新陈代谢的变异影响之下新类型形成过程中的变化属之。无论是在克列布斯 (Klebs, 1905; Klebs, 1918), 莫利什 (Молиш, Molisch, 1933) 和米丘林 (1948) 的早期著作中或是晚近关于对植物生长和发育的研究方面,类似的例子还有很多 (薩梅庚 Самыгин, 1946; 馬克西莫夫, Максимов, 1948 a)。

这种情况在克列布斯 (Klebs, 1918) 的植物开花学說中得到了最清楚的說明,他把开花的全部过程分为三个时期:(1)“花粉成熟状况”开始时期;(2)花蕾形成时期和(3)花和花序发育时期。这里第一个时期的生理学变化发生于开花过程的第二和第三个时期的形态学变化以前。

同时,在上述研究材料中有許多証明内部生理过程特性反而依靠具有重新出現的结构的事实。現在已經能够充分估計这些証明材料的事实,就是幼苗具有的根和成年植株根部的发育,必須是为了实现以茎和新梢的生长为先决条件的生理学过程 (溫特, 1938; 德·罗卜 De-Ropp, 1946 a, 1946 b; 柴拉軒, 1950; 杜曼諾夫 Туманов 和維諾庫爾 Винокур, 1954; 古巴洛 Гупало 和李特瓦克 Литвак, 1955); 冬季类型只有在卵細胞受精以后經過 15 天,当胚胎形成的第一个阶段已經結束的时候才能进行春化 (科斯久欽科 Костюченко 和扎魯巴洛 Зарубайло, 1937; 格里戈里 Gregory 和皮爾維斯 Purvis, 1938; 阿根廉 Агинян, 1950 a, 1950 b; 科留卡也夫 Корюкаев 和維諾格拉多娃 Виноградова, 1950); 大

多数种子植物不可能在种子内部进行成熟胚胎的春化过程，只有在与幼苗和植株的生长有关的形态学变化发生以后才开始通过春化（米哈依洛娃 Михайлова, 1936; 列伊默尔斯 Реймерс, 1941); 多年生葱属只有在鳞茎成熟以后才通过春化(列伊默尔斯, 1956)。植物只有当绿叶产生以后才进行光週期（克諾特 Knott, 1934; 柴拉軒, 1936 a, б; 莫什科夫 Мошков, 1936; 布薩廖夫 Псарёв, 1936)。生殖細胞发育过程中, 孢子只能在孢子囊内产生, 而配偶子只能在形成了的孢子中产生(斯克里布欽斯基, 1947)。

在植物个体发育中各个不同阶段的个体发育的特点就是具有一定的結構形成和一定的机能活动。在种子内或芽内完成的生理学变化会形成具有莖, 根和绿叶的实生苗。这些新結構的形成导致了在新結構中完成的生理学过程的新水平, 并以这些过程的方向性为轉移导致花芽分生組織中新結構的形成——形成花部器官、块莖和其他生成物; 开花期間各循序阶段的生理学和形态学变化导致种子和果实的形成——在个体发育的整个期間也是如此。

因此, 这正如李森科(1935)在把发育阶段与时期割裂开来时所說, 在测定了的个体发育个别阶段的总体中, 个体发育沒有质量上的生理学变化的独立环节, 也沒有形态学变化的独立环节, 而只有一个循序完成的生理学和形态学变化的共同核心。如果下一阶段的生理学变化在前一阶段的結構形成中发生, 則个体发育的某些个别阶段之間的这种紧密联系就会使它們之間的区分成为有条件的, 但是是完全肯定的区分。

目前我們对于测定新陈代謝中标志着植物发育阶段开始的轉折性的質变的可靠标准还掌握的不多。因此, 植物由一个阶段过渡到另一阶段的主要标准應該是作为各阶段特征的胚胎結構的发生: 胚胎阶段的特征是配偶子的形成; 幼年阶段的特征是胚的萌发; 成熟阶段的特征是花或营养繁殖器官的胚的出現; 繁殖阶段的特征是果实的形成; 衰老阶段的特征是惰性結構的积累。很明显, 只有植物生理学的进一步的成就才能使这些可靠的形态学标准更富有不少可靠的生理学标准, 因而就获得了植物个体发育的个别

阶段的更加完全的特征。

三. 植物个体发育中的年龄变化

植物从一个发育阶段过渡到另一阶段的个体发育是由受外界环境条件的影响而在有机体内产生的内部动力而实现的。植物生命活动和发育的主要动力就是建立和破坏之间的矛盾和随着相应的生理学和形态学变化的植物有机体的同化作用和异化作用之间的矛盾。除此以外,个体发育中还存在着衰老与复壮之间的矛盾,营养生长和生殖发育之间的矛盾等强大动力。

衰老与复壮过程之间的矛盾的表现就是年龄变化。植物在整个个体发育期间,无论是在细胞内、组织内和器官内或是在整个有机体内都要发生年龄变化,植物在任何一瞬间都不会没有年龄变化,年龄变化是一切有组织的有机体的属性。年龄变化开始于胚胎阶段,它贯穿了植物的各个阶段,与植物死亡而同时结束。营养器官也好,生殖发育器官也好,营养繁殖器官也好都不能倖免于年龄变化。

年龄变化是由复壮过程和衰老过程所构成,复壮过程的特点是新陈代谢作用增强,合成作用占优势并形成新的活动机构;衰老过程的特点是新陈代谢水平降低,消耗占优势和惰性结构的积累。克伦喀(1940 a)的研究表明营养器官的形态学特征的规律性的变化是与植物的年龄变化相一致的。在其他许多研究中也找到同样的证明(杜布罗维茨卡娅和克伦喀,1953;古巴洛,1954)。

斯米尔诺夫(Смирнов, 1933)、尼洛夫(Нилов, 1939)、巴甫连柯(Павленко, 1939)和列萍娜(Лепина, 1939)、庫尔薩諾夫和布留什科娃(Курсанов и Брюшкова, 1940)、馬克西莫夫和莫热也娃(Максимов-и Можаяева, 1944)、布拉戈維辛斯基(Благовещенский, 1950)和晚近的杜尔欽(Турчин)、古明斯卡娅(Гуминская)、卜雷舍夫斯卡娅(Плышевская, 1955)、多布魯諾夫(Добрунов, 1956)以及其他許多作者的研究表明,植物衰老过程的特点就是结构蛋白质的更新緩慢,原生质的粘性減低

而透性增高,酵素質量降低而水解能力增高,組織的含水量減低,呼吸和光合作用強度下降,質體中發生變化,葉綠素含量降低,積累鈣質,缺乏鉀、鎂和磷等元素和其他變化。復壯過程的特點與這

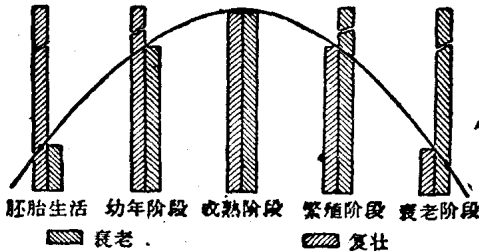


图4 高等植物个体发育中衰老与复壮过程的对比关系

一过程恰恰相反。

衰老和复壮过程是相互不断地联系着的,这一过程的相互联系表现在个体发育的各阶段中。因此这些过程是幼年阶段和衰老阶段的特点。而在幼年阶段时,

衰老与复壮过程的平衡是由复壮过程占优势而达成,衰老阶段一直到有机体死亡以前都是衰老过程占优势。

克倫喀成功地拟制出并提出了在植物个体发育期间关于年龄变化或衰老与复壮过程的平衡变化概念的方案,根据这一方案作出了植物生活史中年齡特征变异性的总曲线,这一总曲线主要是根据形态学特征的各种变化,如叶片和叶柄的大小和形状,枝条、新梢和其他器官衰老的特性。这一点曲线进一步获得了生理学基础,因为形态学特征的变化在頗大程度上是与生理学和生物化学的规律性变化相一致的。

曲线的上升部分表示胚胎和幼年阶段,顶峰表示成熟阶段,而曲线的下降部分表示繁殖和衰老阶段,与此相应的是曲线上升部分复壮过程占优势,下降部分衰老过程占优势,而在曲线顶峰各过程平衡,这是与最强烈的新陈代谢作用和最强烈的结构形成相适应的,此时植物处于生命活动最繁荣的时期。

細胞、組織和器官的年齡变化其速度各不一样,視許多条件而定,这些条件中又以有机体各部分之間的交互作用和外界环境条件的影响具有最现实的意义。

一部分組織和器官的衰老是以有机体整个的衰老为轉移,由莖頂原始形成层部分或由莖部肉質根和块莖的形成层所产生的組

織的壽命是以整個有機體的整個生活時間為轉移的。例如，過渡到開花和結實期的一年生一次產果植物其形成層的活動力消失，莖部全部分化為韌皮部和木質部，而植株在果實成熟以後即形死亡。由植株上切取一片形成層下來放到懷特 (Уайт Whyte, 1949) 或戈特列 (Gautheret, 1955) 培養基中就開始產生一種疏松的癒合組織，這種癒合組織在繼續移植或繼代移植的條件下轉變為同“種”的培養系 (штамм)。這種培養系的壽命很長，個別的甚至可達 20 多年 (布登科 Бутенко, 1956)。以同樣的方法將番茄和其他許多在一個季節內結束了自己生活史的一年生植物的根尖加以培養，就會使它們長期生存在以繼代移植方法而更新的營養混合液中 (斯米尔諾夫, 1956)。這些例子乃是證明個別組織和器官的年齡變化和壽命是以整個有機體的整個年齡變化和壽命為轉移的有力證據。它證明由植物體上切取下來的小片組織和器官就使它們擺脫了迅速進入自己的個體發育的整個有機體的影響，並增長了它們的壽命。

莫里什 (1929) 曾以典型的一年生植物作試驗提出了不同器官的相互作用對年齡變化的影響的不少鮮明例證。這些典型的一年生植物如木犀草 (*Reseda odorata*) 和半边蓮 (*Lobelia erinus*)。系統地將這些植物的側枝和出現的全部花芽都全部切除掉，結果木犀草屬的植株在 2—3 年過程中才生長起來，而半边蓮在晚秋以前仍然是生氣勃勃的。

耶菲金 (1947) 在番茄試驗中成功地指出，芽的分生組織的年齡狀況及其開花的準備是與它們在莖上的位置有關。他指出，若把番茄莖上的腋芽加以移植，則由莖基部移植到莖頂去的芽內生長出來的新枝，大約在開花的時候，就與頂枝近似了，而由頂部移植到莖基部去的芽內所長出的新枝，當莖部被切除以後，就與下部新枝相似。

因此，植物某些部位的年齡狀況是以這些部位與其他部位和與整個有機體的交互作用有關係的。在這種情況下就應當重視克倫喀 (1940a) 在當時所提出的關於植物某一部分的“專有年齡”和

由专有年龄与母株个体整个的年龄所构成的该部分的“普通年龄”的理解。

这里所叙述的所有事实表明，植物过渡到生殖发育和形成开花结实会导致衰老过程的加强。这对于所有的一次产果植物，无论是一年生或是多年生，都可能是一种规律，所以一次产果植物的寿命没有多长。

但是多次产果植物过渡到生殖器官的形成并不缩短衰老过程，这种植物具有延续自己生长的能力，并且繁殖阶段和衰老阶段的期限有时是很长的。有些植物可以生活 2,000 年以上，例如板栗属和圆柏属；有的可以生活 3,000 年，如象柏属、紫杉属和雪松属；有的甚至可以生活 5,000 年，如红杉。

这些资料与人所共知的动物有机体的衰老关系的配合（纳戈尔尼，1948）表明了动物和植物的年龄变化的共同特性。在共同特性之中仍有很大的差别，那就是动物的，特别是脊椎动物的仔畜在胚胎时期就已具备了全部主要器官的雏型，当这些器官达到成年状况的时候即停止增长，所以年老的动物的全部器官的衰退情况都是一样的。植物在其一生过程中都进行生长，连续不断地形成新器官，因此在几千岁的大树上可以发现几小时以前所产生的新生部分。无怪乎照莫里什（1923）的说法是：老树就象一座巨大的废墟，在这座废墟上有生命的东西只占很少一部分。

四. 植物的营养生长和生殖发育

营养生长和生殖发育——种子植物的生殖发育和非种子植物的营养繁殖乃是构成植物个体发育的主要综合过程。

营养生长或营养器官——叶、茎和根的形成和增长是以细胞的增长，以细胞增长的主要阶段——胚胎阶段，伸长时期和分化时期为基础。营养生长也是个体发育中固定不移的过程，只有在休眠期内才停止生长。生殖发育是生殖器官——花和果实的形成和增长。生殖发育只存在于个体发育的一定阶段——性成熟阶段和繁殖阶段。营养繁殖是另一类型的生殖器官——块茎、鳞茎和根

莖的形成和增长。营养繁殖也只有在成熟阶段和繁殖阶段存在。

到目前为止关于李森科的植物生长的概念已是广为传布了，植物的生长就是植物的大小和体积不可逆地增长，这种增长并不表征质量状况，虽然发育是“细胞内含物和器官形成过程的质变途径，植物由播种的种子开始，到新种子的形成必然要经历这一途径”（李森科，1935）。这一概念把生长过程看成只有量变而把生殖发育过程看成只有质变，尽管某些大生理学家（马克西莫夫，1948a）支持这一概念，但由于论据不足引起了萨比宁（1940）和晚近其他作者（列依默尔斯，1956；耶菲金，1957）恳切的批评。作者们指出不能把植物的生长包括新结构的形成在内看成是单纯的量变。同样的道理可以断然指出，生殖发育和与其有联系的生殖器官的形成，包括这种器官体积的增长在内，也不能看作是单纯的质变过程。

恰如在形成花枝时一样，在芽的分生组织中产生了优良的新类型——花原始体，这种花原始体进一步增大体积就变成成为生长在花莖上的花序；同时当在形成营养枝时，在芽的分生组织中则产生优良的新类型——叶原始体，这种叶原始体进一步增大体积就成为叶枝。由此可见个体发育的主要过程——营养生长、生殖发育和营养繁殖——都分别地包括优良新类型的形成，优良新结构的形成及其量的增长。

同时，在这些过程之间也有根本的区别，这种区别就在于个体发育的总的方向不同，或者继续不断地营养生长，或者开花结实，或者营养繁殖。这些过程基本上是不一样的，它们决定于不同的，有时候甚至是完全相反的外界环境条件和内部生理学和结构的特性。

在自然界各种不同的植物中，特别是由于过早开花的幼龄植株的形成，曾不止一次见到过营养生长和生殖发育过程的各种不同的配合（戴尔斯 Diels, 1906；米丘林，1948），但是这些过程中特别显著的区别是在研究植物春化作用和光週期现象时才确定。它说明了冬小麦春播时，分蘖发达，体积增大，不抽莖，虽然同一品