上册目录

序言……v
緒論……1
第一章　植物的发育……5
第二章　細胞生理学……35
第三章　細菌的形态学和生理学……66
第四章　植物的水分代謝……97
第五章　植物的碳素同化作用……159
第六章　植物体內物质的轉化……196

需要全本请访问 www.ertongbook.com

下册目录

第七章　植物对矿物质和氮素的同化作用……235
第八章　发酵和呼吸……343
第九章　植物的生长……377
第十章　植物的运动……399
第十一章　植物生活的周期现象……408
第十二章　受精和遗傳生理学……437

緒　論

K. A. 季米里亚捷夫确定植物生理学的任务如下:"植物生理学所要达到的目的,就是研究和解釋植物有机体的生活現象,同时不仅研究和解釋这些現象,而且要通过这种研究和解釋,使这些現象完全服从于人类的合理的願望,这样,人类便能够任意改变、終止或引起这些現象"(第五卷,143頁)。

虽然 K. A. 季米里亚捷夫說这些話已經过去五十多年了,但是,这些話迄今不但未有失去其意义,而且現在我們听起来,还比季米里亚捷夫同时代的人理解得更为深刻,也使人更为信服。

苏联科学的特色是,不仅力图认識世界,而且力图改造世界。

K. A. 季米里亚捷夫在上面我們引述的这段話中所清楚而透彻表述的,不正是这个意思嗎?这个意思,同馬克思的著作中所說的:"哲学家仅仅說明世界,但是問題在于改变世界"(馬克思《費尔巴哈論綱》),似乎并沒有什么不同。

植物生理学,是研究和认識植物生活过程的規律性,同时,掌握这些規律性,以改变其进程和方向。这里,唯物主义的学派与唯心主义的学派有着根本区别,后者认为科学不是指导实踐活动,而仅仅把一切生活机能归結为物理規律或化学規律,或者企图以各种手段来证实有机体中具有某种非物质的、能控制生命的基质。換句話說,真正的科学是在唯物主义辯证法的基础上发展起来的。而科学上唯心主义的派别,都滾进机械論和生机論的形而上学的絕境。

我們在說明植物生理学的基本任务之后,力求更具体地明确我們所理解的植物生理学究竟是什么。植物生理学是研究作为一个整体的植物的生活中的內在条件(过程)同周圍环境的相互关系的一門科学。

我們所理解的內在条件，是指植物体內进行着的生理过程和作为生理过程之基础的化学、物理以及物理化学諸过程彼此間一定的結合和順序性。非常清楚，这种結合和順序性，是受以往起过作用而現时仍然起着作用的生存条件的影响而在进化过程中形成起来的。

决不能把生活有机体同周圍条件隔絕开来。有机体和周圍条件是一个統一体，破坏这个統一体，便会引起有机体內部发生重大的变化。

前面引述的植物生理学的定义着重地指出植物有机体与生存条件的統一性。此外，还指出，植物生理学不仅致力研究个别过程，而且也研究整个有机体各个过程的相互关系。只有考虑植物生活各个过程的相互关系，才能控制植物生命活动的各个方面并提高其生产率，也就是說，提高农产品的质量和数量。

植物生理学必然涉及植物，即生物体。生物体按一系列的特征来說是不同于非生物体的。

生物体是有机物质存在的一种特殊形式。这种有机物质是从非生活物质发展而来的。恩格斯給生命下的定义如下："生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式实质上就是这些蛋白体的化学成分的不断的自我更新"(《反杜林論》第六版，57 頁)。实际上，生活有机体所固有的新陈代謝，是它的主要特征。

新陈代謝，一方面是指从周圍环境中攝取物质，并加以同化，即把它們改造成为有机体本身的物质；另一方面是指經常进行着的异化过程，即分解过程和把分解产物排泄到周圍环境中去。

恩格斯非常清楚地提出关于生活有机体典型特征的新陈代謝的問題。他說："但一切生物所共有的生命現象究竟是些什么呢？首先是在于：蛋白体从自己周圍环境攝取适当的物质并予以同化，而体內較老部分則趋于分解并被排泄，其他无生命的物体也在自然过程的行进中变化着、分解着并結合着，可是在这之后，它們已不复成为原先那样的东西了。岩石經过風化已不复成为岩石；金屬經过氧化就变成了銹。可

是有些东西在无生命物体中成为破坏原因的，在蛋白质中却成为生存的基本条件。当构成部分的这种不断的轉变、吸取营养和排泄的不断交替，在蛋白体中停止进行之时，蛋白体本身也从此停止自己的生存，它趋于分解，就是說归于死亡。所以生命，即蛋白体的存在方式，首先在于蛋白体在每一瞬間，同时是自己、又是别的东西，而这种情形的发生不是像无生物那样是从外面造成的某种过程的結果。反之，生命通过吸取营养和排泄来进行的新陈代謝是其担当者——蛋白体——所固有的和生来就有的自我完成的过程，沒有这过程，蛋白体就不能生存”（《反杜林論》第 6 版，57—58 頁）。

植物由于同化周圍环境中的物质，其体軀增大，而其体积与重量也起变化。它进行生长并发生一系列质变，也就是发育。由于植物体內进行发育过程的結果，被子植物开花和結实（內含种子），低等植物則形成生殖細胞（孢子）。因此，在新陈代謝的基础上，便进行着植物个体发育的整个周期。

生物的另一个基本特性是感应性，即感受外界环境的影响并对这些影响发生特殊反应的能力。在发育的长远历程中，每一种植物的祖先，都經受过并适应于一定的外界影响，結果是，这些影响便轉化为該物种生活所必需的条件。有机体对于生活条件的一定适应性，就是該有机体的遺傳性。

有机体的遺傳性是历代发育过程中形成的。这个过程称为系統发育。

系統发育使植物对生活条件具有一定的适应性，而在个体发育过程中，由于外界条件的变化，植物也会产生新的要求，因而引起植物类型的变化，出現新的特性和特征。于是，系統发育和个体发育彼此之間便有着密切的联系，而生物体所具有的新陈代謝和感应性的能力，就成为系統发育和个体发育的基础。

因此，为了研究植物有机体的生活規律性，植物生理学家必須观察

需要全本请访问 www.ertongbook.com

植物个体发育中同周圍环境条件有关的生理过程的各个进程，也要考虑过去的历史，即考虑植物有机体进化过程中所經历的一长串的变化。換句話說，植物生理学家遵循着 K. A. 季米里亚捷夫的遺訓，应当采用三种研究方法，即描述法、实驗法和历史方法。只有把这三种研究方法正确地結合起来，才有可能不仅研究、而且控制有机体的生命过程及使其朝着人們所需要的方面变化。

无可怀疑，植物生理学的基本任务是提高农作物的生产率。为了达到这个目的，必須研究不同作物合理施肥的生理学原理；創造关于診断植物需要灌溉和施肥的新方法；研究提高植物抗旱性、抗寒性和抗盐性的方法；合理使用化学药剂（除莠剂）以消除杂草，以及解决一系列其他最重要的問題。

必須創造植物的新品种，把許多有价值的南方作物移植到較北的新区（如玉米、柑桔类植物、茶叶等）。必須选擇适宜的植物作为牧草混播用，以提高栽培植物的生产率，等等。

第一章　植物的发育

植物界包括許多种类的植物，它們彼此之間不仅在体积及形态上有所差异，而且在个体发育特性上也各不相同。

一些植物在一年內結束其整个发育周期，結实和死亡，而另外一些植物則继續生长若干年。前者称为一年生植物，后者称为多年生植物。两者之間的过渡类型，我們称为二年生植物。屬于这一类型的有許多蔬菜作物（胡蘿卜、甜菜、甘藍等等）。二年生植物在越冬后，即生活的第二年，才开花和結种子。

冬性作物界于一年生植物与二年生植物之間。冬性作物于秋天播种，次年夏天才結种子（冬性黑麦、冬小麦等等）。

一年生作物

春性作物　冬性作物

凡是一生中只开花結实一次的植物，称为結一次果植物（Монокарпические растения）①。所有一年生植物、二年生植物以及少数多年生植物，均屬結一次果植物。生长于中亚細亚沙漠的短命植物，寿命是最短促的。短命植物生活周期約三个星期至一个半月。在这个时期，短命植物便結束其整个发育周期——从种子萌发至新种子形成。短命植物利用春天沙漠的优越条件，此时土壤还含大量水分，气溫也比較适宜。随着夏天六月間干旱的来临，短命植物还来得及結种子。十字花科、罌粟科、禾本科和其他一些科的許多代表，都屬短命植物。在中亚細亚植物区系中，短命植物为数达几百种。

① Монос——希腊文之意是"一"，而 Поли——是"多"，Карпон——意即"果实"，直譯为結一次果的植物。

龙舌兰(*Agava*)是一生中只結一次果的多年生植物的最突出例子。龙舌兰在其原产地要到生活的第 8—10 年才开花、結实和形成种子，以后就死亡。苏联中亚細亚的伞形花科阿魏屬(*Ferula*)植物，也具有这种特性。6—7 年生的阿魏屬植物，生长成叶簇状。此后，形成长条状的、比人还高的花序。这时，植物就开花、結实，随后便死亡。

多年开花的多年生植物，称为結多次果植物(Поликарпические растения)，即結实多次的植物。

植物的寿命 在結多次果的多年生植物中，有許多长寿类型。瘤樺树(*Betula verrucosa* Ehrh.)的寿命約 100 年，欧洲云杉(*Picea excelsa* Link)达 300 年，柞树(*Quercus pedunculata* Ehrh.)和級木(*Tilia cordata* Mill.)达 500 年。紅杉屬(*Sequoia* Endl.)的两个种，是寿命特别长的植物。紅杉是松柏目植物，生长于美国加利福尼亚。其中一个种巨杉(*Sequoia gigantea*)，其寿命长达 3000 年，而另一个种紅杉(*Sequoia sempervirens*)則达 6000 年。前一种紅杉，树身特别魁梧，个别树高 150 米，甚为著名。只有澳洲桉树的一些树种，其体长高于紅杉。这些桉树，高达列宁格勒彼得巴甫洛夫堡垒顶

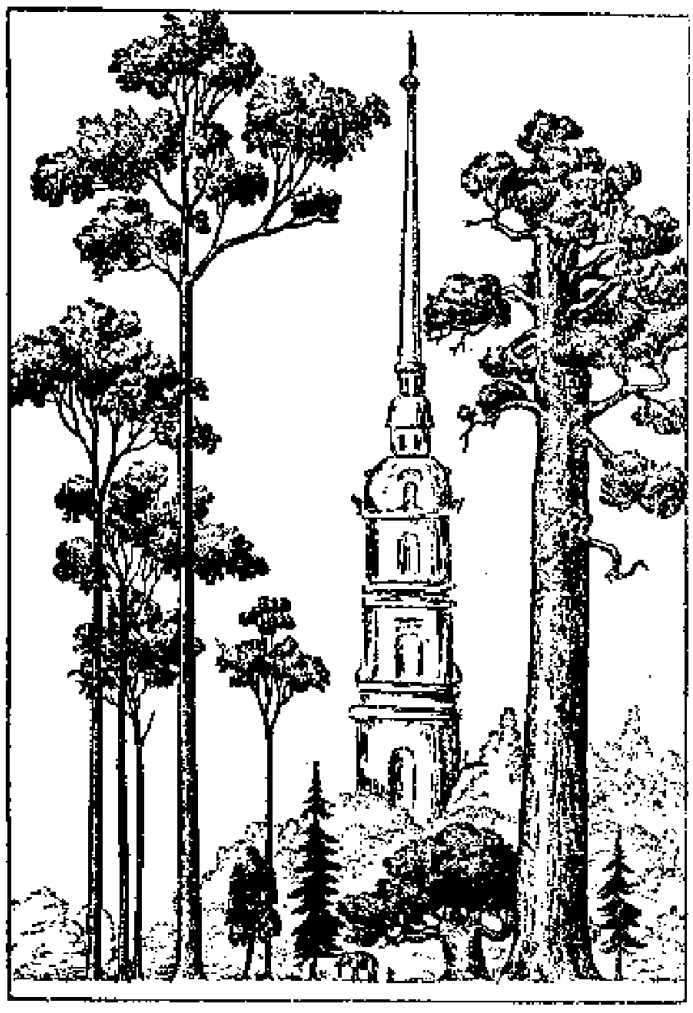

图 1. 桉树(左)与紅杉(右)：
图示下列物体以供比較：彼得巴甫洛夫堡垒的顶尖、樺树、云杉、波巴布树、大象、人。

尖的高度，即 150 米(图 1)。桉树的特点是生长迅速，但寿命不及紅杉长久。

結多次果植物的开花　結多次果植物通常不在其生活的第一年开花，只有达到一定年龄，才能开花。其中有些植物开花的时間来得比較迅速，即开始生长后 5—6 年便开花，而另外一些植物却經过几十年才开花。例如，普通苹果，在开始生长后第 4—10 年就开花，而欧洲云杉則要經过 60—70 年才开始开花。

若干乔木树种开始开花的年龄

樺　树	10—12	年
櫟　树	10	年
榆　树	40	年
槭　树	25	年
冷　杉	30—50	年
云　杉	60—70	年
松　树	15	年
落叶松	10	年（开始开花，但从第 20 年起才結种子）

植物生长和发育概念的确定　多細胞植物的特征之一，就是具有无限生长的能力。树龄高达 200—300 年的树木，其重量和体积继續增大，而且也长出新枝叶。換句話說，多年生植物在其整个生活过程中继續不断生长。由于每种植物是由組成器官和組織的細胞构成，所以植物的生长首先始于其細胞中进行着的各种变化。第一，植物体內的細胞数量增加，第二，細胞体积增大。

植物生长同植物原生质本身的变化有密切关系。一方面，这些变化导致原生质数量的增加；另一方面，导致細胞本身发生多种多样的分化。这时，形成綫粒体和质体，而細胞壁也增厚。生长是一个非常复杂的过程，这个过程导致細胞及整个有机体形成新的結构。Л. А. 薩比宁(Сабинин)最确切地闡明了对生长过程复杂性的理解問題。他以如下

定义来闡述生长的概念：生长是有机体結构成分的新体形成。Л. А. 薩比宁把結构成分理解为原生质和細胞壁中具有各种亚显微結构和显微結构。生长过程中，植物的重量和体积都增加。因此，我們把植物的生长理解为重量和体积的增加，这种增加同有机体結构成分的新体形成有关。我們确定生长的概念之后，再来談談发育的定义。

"我們把种子植物的发育理解为細胞内含物及器官形成过程必要的质变途徑，植物从种子播种到新种子成熟，都要通过这条途徑"(Т. Д. 李森科)。

这个定义有些片面，因为它仅仅指高等显花植物，而且仅仅指一年生类型来說的。植物发育的定义应当具有更普遍的性质，不仅应当包括高等植物，而且也应当包括低等植物，并且还須包括多細胞植物和单細胞植物。因此，我們对上述定义略加修改，并将发育的概念表述如下。

植物的发育应該理解为細胞内含物及形态形成过程必要的质变途徑，植物从生殖細胞(合子、孢子和有机体)到新生殖細胞一次或多次的形成，都要通过这条途徑。

上述定义，不提及高等植物所固有的器官形成过程，而提及一切植物(无論高等植物，还是低等植物)所固有的形态形成过程。单細胞有机体往往具有十分复杂的个体发育周期，这同一系列形态形成过程有密切联系。只要提及粘菌、食藻虫(*Vampyrella*)、許多藻类和眞菌的发育周期，就会十分清楚。上述定义强調指出，生殖細胞在某些情况下就是有机体本身。这是細菌有机体的特征。因为細菌繁殖就是細菌本身的分裂过程。因此，对細菌有机体来說，細胞分裂不仅是生长，而且也是发育。

最后，我們所提出的定义，强調生殖細胞多次形成的可能性，也就是不仅指一年生植物的发育，而且也包括多年生的結多次果植物的发育。

同时，应当指出，新的生殖細胞的多次形成，并不是旧东西的重复。

因为这是在新基础上发生着細胞內含物状态的变化。每次新的結实，是在齡数不同的植物体上发生的。

生长和发育不是等同的現象　根据上述生长和发育的定义，可以看出，生长和发育并不是等同的現象。但是，生长和发育彼此之間又有密切的联系。我們已經指出，生长是植物发育的一种特性。生长和发育之間的关系簡述如下：(1)植物生长迅速(体积增大)及其发育緩慢，植物抵达終点以形成种子的"运动"緩慢；(2)生长緩慢，发育迅速；(3)生长迅速，发育也迅速；(4)生长緩慢，发育也緩慢。

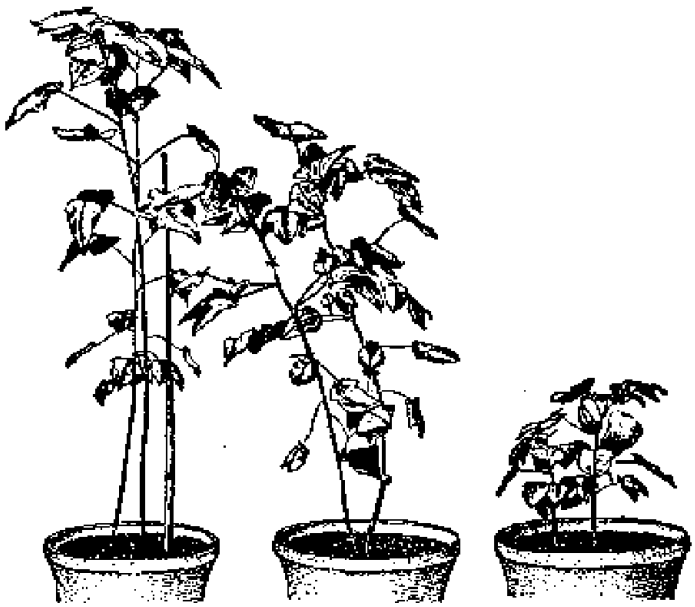

图 2. 棉花。栽培在不同条件下的植株：
左一生长迅速，但发育緩慢(尚未开花)；中一生长迅速，发育迅速(开花和形成棉鈴)，右一生长緩慢，发育迅速(开花和形成棉鈴)。

图 2 指出栽培于不同条件下的棉花生长与发育之間的不同关系。从上面引述的、在自然界中实际观察到的情况可以看出，发育的速度，就是說，质变的进行速度不仅决定于植物形成其体积的速度。

曾經观察到这样的情况，植物体增大极其微小，但却迅速过渡到形成花和种子的阶段。例如黍(*Panicum miliaceum*)，就很容易观察到类似現象。如果早春播种黍，当时日照还比較短，因此，黍很快地就抽穗，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

接着就开花。

另一方面，菊芋（*Helianthus tuberosus*）或者叶片顏色深的紫苏（*Perilla nankiensis*），栽培在花园里虽然生长得很好，但在苏联北部及中部地带却不能开花。

植物阶段发育学說 T. Д. 李森科根据 Н. В. 米丘林的研究工作及其本人的研究工作为基础，創立了植物的阶段发育学說。这是植物个体发育基本的生物学学說。我們前面談到如何理解植物的生长和发育問題时，已經討論过这个学說的第一个基本原理。

阶段发育学說的第二个原理，即原則上是新的而且重要的原理，就是正确理解外界条件对有机体发育的作用。根据阶段发育学說，应当从有机体及其生活条件（无論現时起着作用的或者以往起过作用的条件）的相互关系中找出发育的原因。根据阶段发育学說，植物在其生活周期的进程中，通过了一系列的发育阶段。植物是在周圍环境条件綜合影响下通过发育阶段的。阶段是植物生活的轉折点。这时植物細胞內含物发生质变，从而导致植物形成花和种子，也就是說，导致有性繁殖。因此，植物的整个生活周期，它的发育，是由各个性质不同的阶段，即发育阶段构成的。

发育阶段的通过，是有严格順序性的。植物只有通过第一个发育阶段之后，才能轉入第二个阶段。

絕不能把发育阶段同发育时期混为一談。发育时期的特点就是一系列的形态特征。双子叶植物具有幼苗期、营养生长期、孕蕾期、开花期和結实期等各个时期；禾本科植物則有幼苗期、第三片眞叶期、分蘖期、拔节期、抽穗期、开花期、籽粒乳熟期、蜡熟期和完熟期等等。

因此，发育阶段应該理解为植物发育过程中质变的轉折点。沒有这些质变，进一步正常发育的途徑，即形成不同特性和器官以达到結实的途徑，就不可能存在。

目前，发育的前两个阶段即春化阶段和光照阶段已被透彻研究了。

显花植物的整个发育周期，不是由两个发育阶段，而是由若干个发育阶段組成，这是非常可能的。

春化阶段　发育第一个阶段，即春化阶段，从种子刚开始萌动的一瞬間起，就在一定溫度和通气条件以及有机体細胞含水量的影响下通过春化阶段。干燥种子不可能通过春化阶段。应当指出，通过相应发育阶段时所处在的那些綜合条件，恰恰就是該植物种在該气候地区历代所适应的那些条件。因此可以清楚地看出，原产南方的植物（例如棉花）通过春化阶段的条件，与北方类型的植物（例如冬小麦）通过相同阶段的条件显然不同。譬如棉花，当气溫 20—25°C 时，便通过春化阶段，而冬小麦只有在 0—5°C 气溫范圍內才能通过春化阶段。

应当强調指出，細胞原生质中发生的阶段变化的本质究竟如何，目前我們还不清楚。

T. Д. 李森科强調指出，无数研究者所描述的生长点和植物本身的变化，并不是本质，而仅仅是春化过程的結果，这是完全正确的。A. A. 黎赫捷尔（Рихтер）所确定的原生质中蛋白质等电点的变化，酶活性的增强，以及黃血盐和氯化铁处理生长点形成普魯士藍（根据 M. A. 巴薩尔斯卡婭的資料，这是經过春化处理的植物的特有反应），都屬这类变化。

同通过春化阶段有关的阶段变化，发生于生长錐中，并且在細胞分裂过程中从一个細胞轉移到另一个細胞。T. Д. 李森科以大豆和棉花所作的扦插試驗，便是这一原理的证明。从莖的不同部分切取插条，在开花方面，表現不同的結果。自植物上部在靠近生长点的地方切取的插条长出的植株，开花迅速，而自基部切取的插条，尽管其年龄較老，但其阶段上却較年輕，就是說，开花較迟，或者完全不开花（图 3）。

波兰科学家赫罗波切克（Хроощек）用胶管装滿冷水以供应生长点的方法所进行的甜菜生长点冷却的直接試驗指出，只有当生长点冷却的情况下，春化作用才能进行。如果植株其他部分冷却，則春化阶段便

无法通过。

种子播种前的春化处理 Т. Д. 李森科制訂的播种前春化处理，是具有重大实踐意义的、非常重要的措施。原来，植物营养生长期生长点

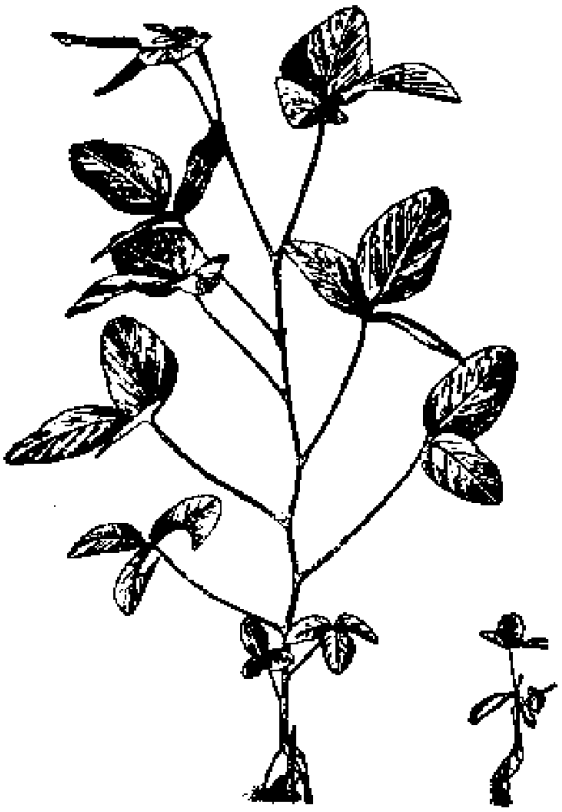

图 3. 大豆：[illegible]培在連續光照条件下的两棵植株：
左株—取自莖下端的插条所长成的植株；
右株—取自莖上端的插条所长成的植株。
左株尚未开花；右株已經开花，結果。

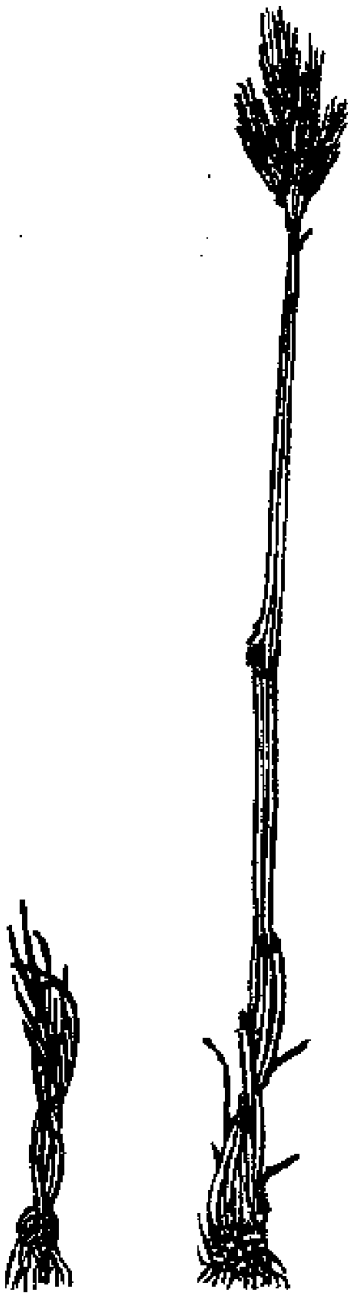

图 4. "Украинка"冬小麦的春播：
左—以未經春化的种子播种；
右—以經春化的种子播种。

中通过的阶段变化本身，也发生于刚萌动的种子中。供給这些种子最少量水分，便可抑制其生长。这时，只要給予通过春化阶段所需的綜合条件(通气、适宜溫度)，植物的发育就会毫无阻擋地进行。这些通过春化阶段的种子长出的冬性作物，在春天播种也能抽穗和結种子，这从图4可以清楚地看出。播种前春化处理的措施，除具有重大实踐意义以外，还能解决一系列理論問題。在这方面也值得注意闡明通过春化阶段的条件与植物营养水平之关系的試驗。И. М. 德罗任 (Дрожжин, 1937)及 Н. Н. 康諾瓦洛夫(Коновалов, 1937)的試驗表明，把脫离胚乳的小麦幼胚进行春化处理，則春化作用就不能进行。这时，如果人为地用糖及矿物质供給幼胚作为营养，則春化过程就能完滿地进行。这些工作非常清楚地表明綜合条件对通过春化阶段的意义。

不少研究者錯誤而且狹隘地把春化阶段理解为感溫阶段 (Температурная стадия)。这种不正确的理解便导致某些科学家否认春化阶段的普通生物学意义。前面引用有关离乳幼胚的春化处理試驗，指出剛才提出的那种观点①是毫无根据的。

阶段发育学說不止一次地强調指出个别条件对通过春化阶段的意义，但須視种子在田間或播种前在种堆中是否通过春化阶段而定。对于生长在土壤中的植物，其基本的决定性因子就是溫度，因为植物細胞中含有大量水分。播种前的春化处理，湿度因子較之溫度因子，从相对最小量来說，是更为常見的。

小麦播种前的春化处理，建議用下列含水量和溫度来通过春化阶段：冬性品种从溫度 0°C 至 +2°C，湿度为干重 55%；对晚熟春性品种的春化处理，溫度从 +3°C 至 +5°C，湿度 50%；而对早熟春性品种，則溫度从 +10°C 至 +12°C，湿度 48%。因此，通常可以认为，春化处理某品种播种材料所处在的溫度越低，則种子湿度的百分数就越高。

① 指感溫阶段——譯者注。

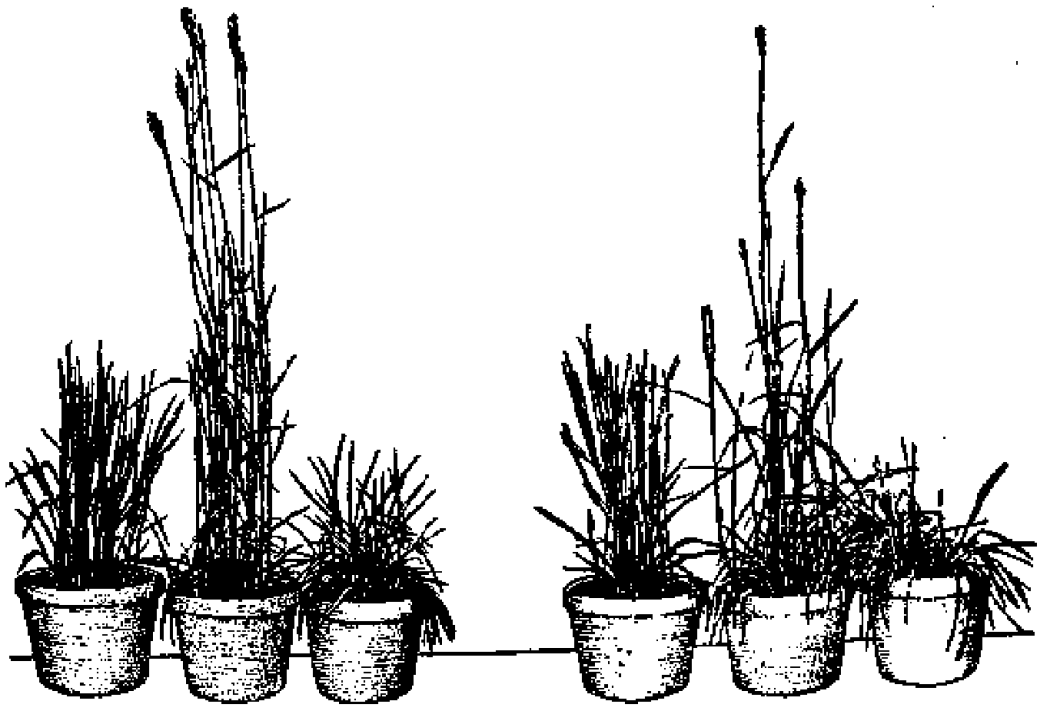

图 5. "Лютесценс 329"(左三盆)和"Украинка"(右三盆)冬小麦植株：两个品种左盆植株栽培在2—8°C温度条件下，植株通过春化阶段，但由于低温而未抽穗；两品种中盆植株栽培在8—15°C条件下，植株通过春化阶段，且已抽穗；两品种右盆植株栽培在15°C以上条件下，植株未通过春化阶段，且未抽穗。

从图5可以清楚看出温度对通过春化阶段以及随后发育的影响。温度 +2—+6°C 之間通过春化阶段的冬小麦，不会抽穗，因为通过春化阶段以后，它們需要更高的温度。通过春化处理并在 8—15°C 温度条件下栽培的冬小麦，既完成春化阶段，而且也抽穗。在 15°C 温度条件下栽培的植株，既不通过春化阶段，也不抽穗。

阶段发育学說解釋了为什么在一系列情况下研究者們在一定条件下沒有得到抽穗和开花的事实。我們回忆起繆勒(Мюллер)老的指示：一系列欧洲二年生植物，在巴西多年生长，但不开花。这种現象的原因，我們十分清楚，因为这些植物在巴西气候条件下，沒有得到通过春化阶段的条件。

春化阶段的时間，因不同小麦类型和品种，差异很大。例如，冬小麦"Новокрымка"品种通过春化阶段的最适宜条件为 35 天，"Коопера-

торка"品种为 40 天，而"Украинка"品种为 50 天。一般来說，冬小麦通过春化阶段的时間为 35—60 天，而晚熟春性品种則为 10—14 天，早熟春性品种只 5—6 天。

最近，В. Н. 拉祖莫夫(Разумов, 1954)确定，播种材料可以在比从前所认为的要低得多的溫度条件下通过春化阶段。他指出，冬性作物不仅在接近 0°C 的溫度条件下，而且在 −4°C 甚至 −5°C 的溫度条件下，也能够通过春化阶段。

春化进行极为迟緩，但它終归要通过的。例如，黑麦在溫度 +2°C 条件下，經 40 天春化处理，完全抽穗，而在溫度 −4°C 条件下，春化处理的时間則要延至 70 天。"Московская 2411" 品种小麦，在溫度 +2°C，經 60 天春化处理，完全抽穗，而溫度降到 −4°C，經过 70 天春化处理，只有 40% 抽穗。

В. Н. 拉祖莫夫的观察告訴我們，通过春化过程的溫度范圍非常广泛。我們用以使播种材料通过春化阶段的溫度范圍，只是最适宜的溫度，而冬性禾谷类作物是能够在較广的溫度范圍內通过春化阶段的。

几种二年生植物的春化阶段 有趣地指出，一系列二年生植物(甜菜、甘藍)在綠色幼苗状况下通过春化阶段，而不是在种子体內通过春化阶段(Л. В. Михайлова, 1941)。显然，这些植物的春化阶段是从植株由异养型营养(依靠母体植株种子积累的貯藏物质)过渡到自养型营养(依靠綠色叶片的同化作用)时就开始的。

Н. И. 瓦洛达尔斯基(Валодарский)指出，烟草既不在种子也不在幼苗期通过春化阶段。这种作物只在形成 9—10 片叶子以后才开始通过春化阶段。显然，只有到这个时候，植株才开始合成营养物质，因为沒有这些营养物质，就无法通过春化阶段。

春化阶段的不可逆性 阶段发育理論的基本原理之一，就是指明春化过程的不可逆性。辯证唯物主义教导我們，发展的过程永远是不会逆向进行，而始終是螺旋式前进的。日常經驗告訴我們，植物、动物以

需要全本请访问 www.ertongbook.com