

作物栽培與環境

華 埃 特 著

科 學 出 版 社

作物栽培與環境

R. O. 華 埃 特 原 著

H. A. 馬克西莫夫院士 俄譯本校訂

施 澄 張 嬰 合譯

科 學 出 版 社

1957 年 5 月

蘇聯科學院院士馬克西莫夫

俄譯本序

英國牧草與飼料作物研究所的領導人之一華埃特(R. O. Whyte)的這本書引起蘇聯學者們的重視；它論述了關於各種農作物的栽培方法與環境條件的關係這一重要而現實的問題。由於多年担任兩種關於牧草方面的評論和論著專刊〔“牧草評論”(“Herbage Review”)及“牧草文摘”(“Herbage Abstracts”)〕的主編，作者不僅可能而且必須注意這一方面的農業科學的文獻。這些雜誌在各國擁有自己特約的撰稿人，他們經常不斷地投寄在各國所進行的研究工作的報告和刊行的書籍和論文，這就特別促使了這些刊物的內容所包含的文獻至為廣博和豐富。利用這些廣泛的資料，華埃特寫成了這本書，它主要是關於環境條件影響農作物生長和發育的十分詳細的文獻彙編。這一問題的理論重要性和實踐意義，都說明用俄文出版華埃特的這本書是正確的。

這本書與西歐所出版的與此類似的關於農藝學與植物生態生理學各種問題的彙報在本質上的差異是在這本書內很好地介紹了在作者所主編的刊物中曾經廣泛討論過的蘇聯著者的作品。作者對於李森科院士和其同事的著作尤為重視；而且作者把李森科的某些最重要的原理如：嚴格區分生長與發育的必要性、植物在各發育階段中對周圍環境條件要求的不同、等等，作為自己說明問題的基礎，並強調指出它們的指導的意義。

必須指出，華埃特之所以能夠提出這些問題，只是因為他在一定程度上熟識了植物階段發育理論的基本原理。華埃特本人也承認這一點。他的不幸就在於：在這些原理的許多方面，他添上各種不同的臆語和修正，這些對於所提出問題的解答上，却解除了有效地應用這

些原理的可能性。在對植物階段發育理論的曲解中，最草率的是在編者的按語中作了附帶的說明。

華埃特不能超越統治外國生物科學的那些概念和理解的藩籬，並且企圖：或則將這些概念與階段發育理論相調和——當然，這是不可能的，或則爲了它們而犧牲階段發育理論中的個別原理。華埃特倔強地不想去瞭解：春化階段絕對不是“溫期”（“thermophase”）、在這個階段中溫度並非始終（只有在具體的情況下）是決定性的因子、光照階段之所以被如此稱呼完全不是因爲通過這一階段的唯一因子就是光（或是沒有光）。雖然他在書中多處提到通過這個或那個發育階段所必需的因子總體，但是通篇都貫穿着一種不顧具體條件的主要和次要發育因子的概念。同時，他對下列的觀點也寄以同情的態度：解除春化的“理論”和斷言發育的可逆性（例如第 53 頁）、企圖以光的作用代替溫度的作用或相反（第 51 頁）、否認通過發育階段的順序性（第 52 頁）以及其他對於植物階段發育學說的曲解。他也同情地敘述哈德爾（R. Harder）（第 30 頁）和考伯茲（L. M. Kopetz）（第 32 頁）的假說，雖然它們的孤立無援和無足輕重是一目了然的。其實，考伯茲的假說實質上是把科學推向以“積溫”爲主導作用的概念的時代，這種概念已被李森科院士在其早期著作“溫度因子對於植物發育期長短的影響”一文中，加以批判。

華埃特在這本書中不止一次地強調指出激素的假說，尤其是作爲發育過程的指示和調節物的開花激素。不僅如此，他採納了激素的發育“理論”的原理（第 5—6 頁、143 頁及其他各頁）。誰不知道，要想結合不能結合的東西——階段發育理論與激素的發育“理論”——是不會得到好的結果嗎？

華埃特企圖將孟德爾-摩爾根學說與發育理論相結合（見第十五章）更是徒勞無益的。由於感到了這種企圖的枉然，華埃特拒絕稍爲詳細地引述與此有關的實例。他只局限於個別試驗的詳細敘述並且輕描淡寫地提到一些以植物階段發育理論爲基礎的選種的前途。

尤其應當指出，華埃特很少採用植物階段發育理論創始人李森

科院士的原文著作，在闡明這一理論時，大部分是根據其他作者的論文。可能由於這個緣故，在說明這一理論和校訂它的個別原理當中，產生了許多錯誤。在這本書中階段發育理論擁護者們的主張和國內外研究者中對於這一理論的反對者們的意見，不分皂白地給混淆起來；這樣，不够成熟的讀者（尤其是外國的讀者）往往不瞭解華埃特以教授的“冷淡態度”引證他們文章的某些學者，究竟是從那一個學說立場出發的。

作者一面在許多論點上拒絕對一些可以作為發育理論論據的和進一步修正的著作加以說明；一面却不厭其煩地甚至於更加詳盡地敘述外國和少數蘇聯研究者們對於這一理論的全部或個別原理加以批評的那些著作。結果，作者本人在這一問題中究竟採取什麼樣的態度，讀者也就覺得莫明其妙了。

華埃特對於蘇聯的著作，在建立植物生長與發育規律的現代概念上所具有的巨大意義，還沒有能力作出充分的評價。他認為可以將創造植物階段發育學說的李森科院士的主要工作和格里格瑞（F. G. Gregory）、波維斯（O. N. Purvis）以及英國科學與技術學院植物生理實驗室的其他研究人員的許多解釋得很不正確的而且意義極小的一些工作和提並論。這裏表現着作者的資產階級的“客觀態度”，結果那些價值極小的英國作品掩蓋了蘇維埃學者的卓越成就。

也必須指出，在某些情況下，華埃特將蘇聯學者所做的工作和發現認為是屬於外國作者的。他不正確地估計克萊布斯（G. Klebs）在創立植物發育生理學基本原理上所起的作用。盡人皆知，克萊布斯是發育“機械論”的創始人，而植物發育生理學的初期工作應從米丘林從事科學活動的年代算起（在華埃特的這本書中關於米丘林的工作則一字不提）。

雖然有這些缺點，華埃特這本書的問世應該被認為是西歐科學文壇中的好現象。對於蘇聯讀者來說，這本書還是有意義的，因為它顯然指出，先進的蘇維埃生物科學，在戰勝一切困難中，如何取得資產階級國家的默認並如何使得那些西歐的科學集團對自己的重視，

在那些國家中孟德爾-摩爾根學說迄今似乎還佔據完全鞏固的地位。毫無疑問，日今在脫離魏斯曼學說的鎖鏈的蘇維埃生物學家中所看到的科學創作的如此空前高漲，也就能够迅速地引起外國科學界的優秀代表者們擺脫魏斯曼學說。

著 者 序

本書企圖把兩種人結合起來；一種是在實驗室內和試驗區上工作，而且討論反應、後效以及激素假說的植物學家，另一種是在農莊、園圃、溫室或森林內工作的作物栽培學家。這些章節的編寫好像是集合了古今的植物學家與各耕作地帶上熟識天氣變化的農民、手藝精良的老圃以及各種作物的生產者於一堂，而自己在此虛構的會議中擔任報告員。我希望能夠表達所有這些人的觀點和體驗，在許多情況下引用了他們的原文和語彙，以便正確地報道它們。我要求有意識地和無意識地參加這次交換意見聚會的人們，如果認為我對他們的原意有誤解，或者過分重視不重要的部分而忽略了重要部分者，提出抗議。我更歡迎凡發現在我的報告中，對於發育生理與作物栽培關係的舉例有遺漏者，加以指點。

此外，我對各位供給資料和說明，校閱手稿以及在整個印刷過程中細心核對等的熱心幫助，謹致忠誠的謝意。

目 錄

蘇聯科學院院士馬克西莫夫俄譯本序	i
著者序	v
第一章 緒論	1
第二章 生長與發育	10
第三章 生長與發育(續)	22
第四章 環境的溫度	47
第五章 種子在休眠前的發育	74
第六章 光與發育的關係	84
第七章 黑暗與發育	107
第八章 階段發育	118
第九章 植物對環境因子反應的部位	125
第十章 激素、生長與生殖	134
第十一章 激素與光週期性	143
第十二章 發育生理學與其他科學的關係	153
第十三章 植物對於惡劣環境的抵抗性	168
第十四章 作物生產及其地理分佈	186
第十五章 作物育種及作物所需求的環境的分析	207
第十六章 作物發育生理的控制	221
第十七章 經濟作物的發育生理	231
第十八章 經濟作物的發育生理(續)	249
第十九章 經濟作物的發育生理(續)	272
第二十章 熱帶及亞熱帶作物	299
參考文獻	309
譯後記	328
圖版	1—28

第一章 緒 論

一切農作物，在收穫或利用的時候，是不同程度的生長和發育以及它們之間種種配合的結果。禾穀類和其他以種子或果實為經濟產品的作物，必須完成其全部生殖過程。葉用或根用作物的最適產量，則依賴於生長者較發育為般。牧草多集品系之所以當選，即因其在該種中表現了最旺盛的生長，雖然它的最終產量，尤其是它的較高營養價值，非到達發育的某一階段不可。農業的操作即要保證給予上述生理過程以最適宜的條件，才能够獲得所希望的經濟報酬，不論穀物、青刈、蔬菜、塊根、綠肥、菸葉或森林的栽培均如此。

因此，植物（包括農作物）發育生理的研究，實有極大的經濟意義。本書的目的即要把實用的科學資料和實踐經驗儘量結合起來，用以說明作物如何對環境發生反應？何時發生反應？這種反應的本質又如何影響到作物的產量、分佈及一般的農藝習性和耕作技術？因此牽涉的問題至為廣泛：自植物體內的複雜的生化作用及假設的開花激素的生成與輸送，以至許多作物播種期及播種法的選擇，牧場的管理和牛、羊及其他家畜食草習性的比較等一般認為不甚關聯的問題，都在本書的討論範疇之內。

在以下各章中，“生長”和“發育”二詞的用法，殊為嚴格，其定義須予確定。“生長”是植物體內乾物質的積聚或植物體積的增大之謂，“發育”則指由植物外表可以辨認或不能辨認的各階段逐一向生殖而進展的整個過程。植物由生長狀態轉變到發育狀態（即相當於動物的性成熟），須在環境因子的影響下，始克完成。溫度及光（指光的有無而言）是控制植物的生長和發育的決定因子。一旦這兩種因子在適當的時期和所需的分量對植物起了作用，另一組環境因子如碳氮比率、水分、一般的代謝作用及養料等才能發生決定性的影響，於是使植物體最後表現其為營養生長，抑發揮其潛在的生殖。對

此問題，只作上面的解釋，自屬過簡，以下各章所述的實驗結果可以說明它的複雜性。

各種植物對於環境因子的反應能力，差異甚大，其生殖前所需的某種因子的恰當分量亦復不同。經濟植物的各不同品系或野生植物的各不同生態型，即是各該種生物型在生長或發育方面對其生活環境不同適應的表現。牧草的多葉“放牧”品系的培育，是根據這樣的類型選擇的，即它們不能遇到適合生殖的環境，因而在一個長時期中繼續生長。又如在不同的緯度上分佈極廣的作物和野生植物，其有性和無性繁殖對於溫度高低和日照長短的要求，一定不很嚴格；反之，只能在極狹隘的環境條件的範圍內繁殖的其他種或品種，其地理分佈的範圍，自然亦甚狹隘。

植物發育生理學的研究可謂自德人克萊布斯 (G. Klebs) 開始，其實驗工作於 1918 年以前即已開展。在克萊布斯之前雖然也有關於此類問題的試驗和解說，但他仍不失為植物生理學中這個部門近代發展的先驅。當時他的重要文獻就說明了控制植物生長的因子與控制植物發育的因子是可以分開的。因此，在人為的試驗環境下，予供試植物以各種因子的適當分量，就能够照試驗者的意圖控制植物的生長或發育。自此之後，許多學者乃追隨克萊布斯的工作而展開研究，譬如植物在種子或幼苗的發育初期或在生長較老的時期中，對於溫度所起的反應。前者的這種現象後來被稱為“春化”。又如植物對於每日光照的一定時數或明暗的交替（從此創用光週期性一名詞）的影響。

另一德國生理學家喀斯納 (G. Gassner) 是以低溫冷凍種子的早期工作者之一。他於試驗室中予禾穀類種子以冷凍處理，其所用的低溫與處理時間與德國冬季種子在田間所遭遇者相同。迨後，農業的植物生理學家們轉移其興趣於光照對於植物的生長與發育的關係一方面，尤其對美國哥爾奈爾 (W. W. Garner) 與阿拉爾德 (H. A. Allard) 等所主張的植物的光期反應與分類更感興趣。可是溫度對植物的生長和發育的關係，不久又引起許多學者的注意，並且對於整

個發育生理學的重視，因蘇聯敖德薩植物育種及遺傳研究所李森科 (Т. Д. Лысенко) 等的種子預措法、亦即春化法的發明而得到鼓勵。根據蘇聯學者的意見，他們的方法與喀斯納的顯然不同；他們認為在低溫處理的時候，種子胚芽的最低限度的生長對於發育的進行是必要的條件¹⁾。基於此類試驗資料而創立的學說原理，在蘇聯植物學界起了巨大的革命作用。關於此一學說的基本理論及實際應用作為科學及農藝文獻發表的，不勝枚舉。

自克萊布斯之後，學者已逐漸相信並假定植物從發育而到達其有性生殖的過程中，存在着連續的各個階段。這些階段有的可由植物的外部形態辨認出來，有的則否。克萊布斯曾提出三個發育階段：(1) 花前成熟 (ripeness-to-flower) 是一種質變階段，不能夠由外部形態識別出來，但受溫度和同化及異化作用的聯合影響。(2) 花原體的發端 (initiation of flower primordia) 及 (3) 花和花序的形成是量變階段，可由外部形態加以辨識。李森科根據自己有關春化處理的著作，創立一種學說，即日後聞名的階段發育理論。

李森科把光的作用以光照階段的說法包括在他的學說裏面。但是在光作為植物發育的決定因子的研究中，進一步的發展是：光期反應的研究者們尤其將植物分為短日性，長日性及其他各類的學者們，現在都已認識到把某種植物劃歸在某一類內是取決於植物的年齡和試驗期內的溫度及其他條件。因為在不同的溫度下，植物的光期反應不一定是一致的。

為要精確地研究個別因子或一羣因子對於生長與發育的關係，美國加利福尼亞州技術研究所 (California Institute of Technology, Pasadena) 建築了一座可以調節空氣的溫室 (air-conditioned greenhouse) 以便供試的作物從種子發芽到成熟及新種子的形成這一整個生活過程中的一切環境因子，均依照試驗的目標而加以調節。在這種設備下所得到的試驗結果，終可提出那些環境因子是植物發育的

1) 這些方法的差異更要深刻得多，這種差異在李森科的著作“春化的理論基礎”一文中早已指出——俄譯本，馬克西莫夫註。

決定因子，那些因子只能起附帶的或偶然的作用。

雖然，若干試驗尚證明這樣的結果仍有缺點，因為植物生命的開端不是種子的萌芽而是雌雄性配偶子在母體內的受精作用。在某些實例中證明植物對於外界溫度發生反應的能力是在胚珠受精之後即已開始，其中有一實例則證明是在受精後 5 或 6 日。當種子接近休眠時，這種反應的能力逐漸消失，但當成熟種子的休眠性打破而開始發芽生長時，反應又復發生。這一點在實用上的意義很大，因為植物對外界環境所引起的反應既自受精的時候即已開始，那麼種子成熟時的外界因子（尤其是溫度）實有密切記載的必要。

關於階段發育的可逆性，各學者所提的意見亦不相同。以李森科為首的大多數蘇聯學者認為發育是不可能逆行的，但根據其他學者的試驗結果，並不盡然。在南肯斯敦的試驗證明冬黑麥種子春化有效，但在春化之後可因乾燥、高溫或不通風的環境而使既得的春化性消失，又當解除春化（devernalization）完成之後，再把種子置於必要的環境下，仍可再行春化。此點在實用上頗有意義，如果冬季或早春的田間溫度升高到足以發生部份解除春化作用時，那麼冬作物的開花期可能受到影響。又當冬季多雨，在透濕的黏土中，因全部或局部的缺少空氣，類似的反常現象亦可發生。即作物種子於早冬播種於上述的土壤中，經低溫而進行春化，後如土中空氣缺乏，則所獲得的部分春化性將完全消失。

黑暗雖為控制植物發育的重要環境因子之一，但其作用尚未十分明瞭。根據原來的說法，光週期性是光期和暗期之間的有規律的交替，但是這種說法已為多數學者所放棄。至少有一部分的長日性植物顯然地不需要明暗交替的光照方式，它們縱使生活在連續照明的環境下，仍然無礙於發育。因此黑暗對於長日性植物的發育似乎是起了抑制的作用。反過來說，那麼短日性植物只需黑暗而完成其發育，對光照只能忍受而已。試驗的結果證明這種說法不一定正確。因為這裏存在一個複雜的問題，發育不能脫離生長而單獨進行，而生長又需要最低限度的光照時數以滿足其光合作用。但是美國及蘇

聯學者的試驗結果均指明促進短日性植物的發育，確是黑暗而與光期沒有關係，換言之即促進短日性植物發育的，是暗期的絕對長度而非每日日夜長短比例的大小。

植物體各部份對於外界環境的決定因子發生了反應，因類似激素物質的流動而傳遞其所接受的動力於新生的子細胞或植物體的其他部分。不論在割離胚 (excise embryo)*、幼苗或越冬時期的成長植株，均以生長點對低溫最先發生反應。葉片乃對另一個決定因子——日光 (須與適當的溫度相配合) 發生反應，並傳遞其所受的刺激到它所控制的生長點上，該生長點最後究竟起了營養的反應抑或生殖的反應，要看當時的外界環境條件而定。生長點所起的生殖反應與最適宜的環境條件在葉片內的表現 (即葉片所受的刺激) 的時期不一定相同，因為這裏還存在着光期後效 (photoperiodic after-effect) 的問題。對於光照的反應特別敏感的某些植物，只要把它的一片葉子短時間地暴露在適當的日長下，即令以後立即移置不適於其發育的環境中，也能夠使這株植物提早開花。

蘇聯的早期試驗和所創立的理論似乎指出春化作用可以用激素為基礎而予以解釋，他們認為春化的種子預措法可以刺激胚部不必等到正常的生長就可以開始活動。更有進者，他們假定胚部將大量吸收胚乳中所儲存的生長激素。因生長點細胞中激素濃度增加，幼嫩的細胞就能夠迅速地起變化而通過其發育的第一階段¹⁾。這種假說現由於倫敦皇家科學與技術學院 (Imperial College of Science and Technology, London) 的實驗結果而予以否定。

一般學者均同意因光期作用而起的反應係由具有激素性質的物質自植物的某部而傳達於他部。但迄今尚不能正確地鑑定或提取這種物質注射到植物體內，而達到控制植物開花的目的。關於此種物質的作用，說法很不一致。有人主張此種激素能自一株植物通過無

*割離胚指禾穀類的穎果除去胚乳之後所餘下的胚——譯者註。

1) 必須提醒讀者，華埃特所提到的這一假說是外國的發育“理論”的擁護者們所主張的，而李森科院士及其同事們與這種假說則絲毫沒有關係——俄譯本註。

生命的擴散接觸物 (non-living diffusion contact) 而傳遞於它株。這種接觸物體即用極薄的透鏡用紙間隔於兩株植物的貼接接合處。有的學者爲了解釋其研究的現象方便計，還假定控制植物開花的各種激素或一種激素在不同時期而有不同型的存在。開花素 (florigen) 及春化素 (vernalinalin) 就是它們所擬定的兩個名詞。但在這類物質未能確定之前，當難遽下正確的結論。

因植物對外界環境所起的營養的與生殖的反應將強烈地影響其內部的代謝作用和生化成分，那麼作物的經濟價值的高低顯然地與外界最適環境（即決定性因子和附帶因子）的存在與否有直接的關係。當禾穀類得到生殖的最適環境時，養分被正在成熟中的種子所吸收，而莖稈含的養分甚少。如生殖的條件不適，則穀實的產量減少並且成熟困難，而莖稈對於牲畜的營養價值提高。植物的延長生長，即發育減輕其對生長的限制作用所致。像那些英國爲全年栽培萵苣而選擇品種、在溫床或溫室中種植作物、放牧場的管理以及爲乾草和牧草生產種子的田地的封閉等實際經驗固然要經過多次的摸索與不斷的試驗才能獲得，但最後仍以作物的發育生理的基本知識爲依歸。所以蔬菜或牧草在某一季節中的最適產量係決定於生長與發育和外界環境間的協調。經過多年栽培而認爲適應當地環境的作物品種，它對於環境的適應性不是表現在生長方面即表現在發育方面或即表現在生長與發育兩方面，這樣才能產生質量俱佳的經濟產品。

植物在其生長期中往往遭受不利的外界環境，如酷熱、嚴寒、旱魃以及病菌、病毒、害蟲的侵襲等。它們對這些因子的反應及受害程度主要因發育生理而異。對某種真菌抵抗的品系較之感染品系之所以優越，蓋前者的發育與生長的過程與後者不同，即其最高染病期與病菌爲害最烈的時期相左。植物之宜於人類或牲畜食用者亦多能迎合昆蟲的口胃，對前者的營養價值高（生長與發育的適當配合）對後者往往也高。改變植物的發育速度，就可能減輕昆蟲的損害。

作物的耐寒力與發育過程中起始的階段有密切關係。作物的春化程度或作物處於其發育所需要低溫的程度與其抗霜能力的關係，

在某些地區對於選擇秋播作物的品種特別重要，因為這些品種以後將遭遇到相當大的冬季嚴酷條件的變化。

每一個農民都知道，某種特殊的作物品種之所以能够生長在某些地區，就是因為它能够適應該地的環境和管理的方式；在這地區以北或以南自有其他較為適應的作物品種。當他把所栽培的品種輸至不同緯度的地區栽培時，該品種往往較當地的品種為劣，有時甚至於得不到一點收成。這種品種可能分離出許多在它，原來環境中從未發現過的類型。像這樣的一個品種，在發育的各階段說，它是雜質的。在一地，作物品種因受到外界環境的限制而不能表現出它的真正的天然性，往往就被假定是一個純系，但當它輸到不同的緯度上栽培，純系中的某些類型因得到更適其生殖的新環境而繁衍起來，其他類型在新環境中的表現就比較差些，因此就形成了一個異型間錯的混合集團。

在發育生理學的一般問題中，比較複雜且多爭論的為遺傳學方面的研究。對於作物的春型及冬型，早熟及晚熟以及其他表現於外部形態的生理性狀，試以基因學說而研究其遺傳性者，多不能獲得肯定的結果。蘇聯的階段分析方法及根據植物的發育階段長度而創立的育種方法，則走向另一極端；但是作物的不同品種或同品種的不同植株對於環境的決定性因子（控制發育的因子）的不同需求，可予作物適應特殊新環境的作物育種及選種以正確的理論基礎。作物育種家如能與各方合作，在比較大的緯度範圍內分佈同一雜交組合的第二代種子以研究成熟期早晚的遺傳性，一定會獲得非常有趣的結果，因為成熟期早晚的分離比，將因緯度的高低而大相懸殊，亦即不同環境將使同一材料的真實的天然性都表現出來。

所有這些生物學問題的研究繼續發展，而可靠的資料累積益多，則此門學問就能够到達其最高的目標，即人類能够控制植物的習性（behaviour）*。農民及園藝經營者的許多寶貴的耕作經驗，實際上即

*此處植物的習性指的是營養生長或生殖——譯者註。

與發育生理學的原理暗合，雖然他們對此基本原理認識得很少。在此類問題中，近年來應用最廣的即為種子的低溫預措亦即衆所周知的作物的春化法¹⁾。若干學者且將春化一詞應用到短日照處理及其有關的後效一方面。作者建議春化一詞應該專用於播種前的溫度處理。

當春化的方法第一次在阿伯萊斯托伊士的英國農業部及劍橋大學的刊物中用英文介紹之後，當時形成了一種風氣：企圖為各種不同的目的應用各種不同的技術將各種植物都予以春化處理。春化的主要目的是使作物免受冬季的嚴寒及夏季的長期乾旱。在若干地區由於主要作物與增益作物的生長期的總和超過了生長季，那麼春化也就被應用在增益作物的栽培上。這種方法在德國似乎還沒有被應用在增益作物的栽培上（在德國這類作物近年栽培甚廣），但已被應用於工業價值極高的外來作物大豆的栽培方面。

雖然春化方法對於英國園藝作物的栽培或對於加拿大作物栽培業的向北推進，都可能有一些價值，但是實際上都不是這樣，農民們寧願栽培適於他們輪栽方式或環境條件的品種。只有在印度，學者們對於種子預措的方法尚感到興趣，他們報導關於水稻、小麥、芥菜、鷹嘴豆、*Crotalaria*、黃麻及其他作物的春化試驗，並且建議成立中心春化站或分站，農民可以從這些站上獲得春化的種子。印度學者所作的請求中最突出的是為了水稻的一個品種，這個品種當用“短日春化”而不是用溫度處理時，表現了開花期由 133 日縮短到 47 日，這是曾經報告過的晚稻品種中開花期最短的一種。

無論如何，對於廣大的作物種類的發育習性的研究還在進展着。美國農藝學家及作物育種家們，根據甜菜對於環境因子的反應的知識，曾經建立了甜菜種子自給的事業，劍橋大學農學院的研究又進一

1) 作者在此處與以後各節中的含糊說法，其目的在於抹煞蘇聯科學在創造春化處理的農業技術中的優先權。作者企圖造成一種印象，就是說這種方法似乎和“直接根據發育生理學的其他方法”一樣是由“農民園藝家”等所研究出來的。對於蘇聯讀者來說這些企圖的不誠實是很明顯的——俄譯本註。

步提供了關於這一作物的一些基本資料。劍橋大學的其他研究者也報導了關於馬鈴薯品種對於光照反應的資料，這些品種是由南美安第斯（Andes）山區植物採集隊為英國農業部搜集來的。倫敦皇家科學與技術學院在洋葱生理的詳細研究以及應用這種知識於生產實踐上，都有了很大的進展。蘇聯學者曾根據發育階段的分析，將小麥、大麥和其他禾穀類的品種作了不同的分類，並且根據這種知識進行其作物育種工作。

關於野生牧草或栽培牧草的研究工作還只是在開始階段，但已經提供了一些饒有興趣的資料。在芝加哥大學尚在進行中的美國一種牧草 *Bouteloua* 的研究工作，對於植物種的分佈及遷移問題以及對於在牧草育種上如此重要的生態型形成的整個問題，都提供了基本的知識。由於混播的禾本科與豆科牧草的發育習性的資料不斷增加，我們就有可能將放牧、乾草或採種牧場的管理與花原體的形成、激素由葉片輸送於生長點以及其他不易理解的現象，聯繫起來。

氣象學家與植物學家們曾屢次建議在他們之間必須合作從事於有關植物習性與氣候關係方面的物候觀察。許多被認為極端需要的記載都是有關於植物的生殖過程一方面，如在外表形態上可見的一些現象如拔節、開花、種子形成等等。一般的氣象資料對於植物的生長、生殖與季節變化之間的相關現象，並沒有提供我們所需要的知識。如果在控制植物的生長與發育的許多因子中肯定地指出那些因子確有決定性的作用，那麼這些因子如溫度、光期、暗期或對生殖有效的光照（按照某些學者的意見，甚至對於月光）的記錄，在每小時內都要作精確的記載。又如在株高方面，小氣候也是非常有意義的，因為當炎熱的天氣，植株稠密處的氣溫似較一般氣象記錄所表示的為低。這種資料對於一般採種作物、乾草場及密植作物的田區的安排與管理，均極重要。