

高等农业院校試用教材

植物生理学

上 册

北京农业大学編

农学类各专业用

农业出版社

高等农业院校試用教材

植 物 生 理 学

上 册

北京农业大学編

农学类各专业用

农 业 出 版 社

高等农业院校試用教材

植物生理学

上册

北京农业大学編

农业出版社出版

北京老錢局一号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

上海大众文化印刷厂印刷裝訂

統一书号 K 13144.96

1961年8月上海制型

开本 787×1092毫米

1961年9月初版

十六分之一

1963年4月上海第四次印刷

字数 232千字

印張 十一又四分之一

印数 30,071—36,070册

定价 (9) 一元一角

前 言

本书是由北京农业大学植物生理生化教研组以及外校进修教师参加编写的。内容曾经南京农学院、福建农学院与北京农业大学组成的审查小组审查，也承浙江农业大学、河北农业大学、沈阳农学院植物生理教研组的同志阅读并提出过修改意见。

大跃进以来，各院校对本课程的教学内容与教学方法在密切配合我国农业生产实践上都作了不少改进的尝试，并累积了一些经验。在编写的章次与内容上也作了一些更动。这些更动是针对着作物生育期的教学，而以华北农业生产的实践为主。各地使用本书时，也许不尽合用，但在本书编写中我们力求将这门学科已建立的系统的理论都包括进去。

限于编写人的思想与业务水平，内容错误或不妥之处，希望提出批评意见，以便再版时修正。

本书主要供高等农业院校植物生理课程教学用，也可以供综合大学与师范院校的参考。

目 录

前 言

緒 論	1
§0.1 植物生理学的任务	1
§0.2 植物生理学知識的发展	2
§0.3 我国植物生理学的現况	5
§0.4 研究植物生理学的方法	7
§0.5 植物生理学与其他科学的关系及其在农业科学中的地位	9
第一章 生活物质的特性	11
§1.1 生活物质的基本特征——新陳代謝及生命的起源	11
§1.2 植物的細胞結構	14
§1.3 原生质的化学組成与化学特性	16
§1.4 原生质的胶体性质与物理化学特性	24
第二章 种子和延存器官的萌发及幼苗的生长	29
§2.1 高等植物生活史与萌发过程	29
§2.2 萌发与内部生理状态的关系	34
§2.3 环境条件对萌发与幼苗生长的影响	37
§2.4 种子处理	44
§2.5 植物的抗寒性	46
第三章 种子萌发时有机物的轉化	50
§3.1 酶的一般性质	50
§3.2 在生活植物細胞內酶作用的特性	58
§3.3 植物体内的貯藏物质	61
§3.4 萌发时期碳水化合物化合物的代謝	63
§3.5 萌发时期脂肪的代謝	65
§3.6 蛋白质的代謝	66
第四章 植物的呼吸作用	75
§4.1 一般概念	75
§4.2 研究呼吸作用的方法	76

§4.3 呼吸商.....	78
§4.4 呼吸强度.....	80
§4.5 无氧呼吸.....	84
§4.6 有氧呼吸的化学过程.....	90
§4.7 呼吸过程中能量的传递与利用.....	101
第五章 植物的土壤营养	106
§5.1 根系的生长与分布特性.....	106
§5.2 水与几种主要矿质的生理作用.....	108
§5.3 根系的吸收机能与合成活动.....	127
§5.4 植物的蒸腾作用.....	149
§5.5 植物体内水分和溶质的传导与利用.....	160
§5.6 施肥与灌溉的生理基础.....	164
§5.7 植物的抗旱性.....	168
§5.8 植物的抗盐性.....	172

緒 論

§ 0.1 植物生理学的任务

大家都知道,不論那种农业經營,包括农、林、牧、副、漁在內,都要以綠色植物的生产作为依据。地球上一切生物的食料,人类生活所需要的燃料与許多工业材料都来自植物的生产。植物生产乃是各种各样植物生命活动的結果。植物生理学正是研究这些植物生命活动規律的科学,因而它是农业基础科学中的一个重要部門。

植物的生命活动与其所居住的环境有着非常密切的关系。各种植物的生活只有在一定的环境条件下才能实现,植物只有在与外界不断地进行物质交换时才能維持生存,才能从外界摄取营养来建立它的軀体(生长)与繁殖它的种类(发育)。植物生理学就是要揭发植物的营养、生长和发育在有机体内的相互关系以及其与环境相互作用的基本規律。

农业生产即是作物在栽培条件下的生命活动的結果,它的丰富經驗必然是这方面知識的无尽源泉。这門科学的发展有賴于农业生产經驗的总结,而随着这門科学知識的增长,我們可以更好地用来指导实践。因之植物生理学的任务必須与当前的农业生产密切地联系在一起。

农业是我国国民經济的基础。我国农业生产的特点:一方面是有着悠久的精耕細作的栽培技术,一方面是有着最大效率利用种植面积的多种多样的优良耕作制度。这两方面的結合就使得我国的农业向着充分利用一切自然因素,提高复种指数,巧妙运用“八字宪法”,不断增加单位面积产量的方向发展。为了促进我国社会主义的农业建設与支援工业的发展,我們必須迅速发展农业;为了提高产量与劳动生产率,我們必須把农业的現代化和我国农业生产的优良傳統結合起来。近几年来我国农业持續大跃进的許多事实都証明优越的人民公社制度与农业生产技术中的农业“八字宪法”是高速发展我国农业的基本保証。

全国人民热烈地响应党的号召,大办农业,大办粮食,各行各业支援农业,努力提前实现全国农业发展綱要,达到以粮为綱的多种农作物(粮、棉、油、麻、絲、茶、糖、菜、烟、果、药、杂等)的增产。同时也要进行农、林、牧、副、漁的全面发展。为了更迅速地开展农业生产,各地人民公社以农业“八字宪法”为依据,正在进行群众性的試驗研究工作。植物生理学工作者应当积极投入到农业科学技术革新的群众运动中去,与农民在一起,与有关部門协作来研究解决当前农业生产上提出的重要問題,学习总结高额丰产經驗,掌握住实践——理論——再实践的辯証方法,深入研究农作物生长发育的規律,运用农业“八字宪法”以控制其定向发

育,使得高额丰产經驗能普遍推广并不断提高。这样植物生理学才能在支援农业生产上发挥出更积极的作用。

增加农作物产量的途径是多种多收和高产多收并举。除了积极扩大耕地面积外,单位面积上增产的另一途径是靠复种。我国广大地区正在改变一熟为多熟,单作为间作套种,以充分利用土地。在这种间套作的复杂条件下,作物的生长发育有不同的适应,植物生理学工作者就应该研究其间的群体规律与自然因素的利用等等。

农业生产在很大程度上受着自然条件的支配,这就带来农业生产的不稳定性。自然条件是可以改造的,如兴修水利、改良土壤和植树造林等。但另一方面,植物生理学还要从改造植物本性方面进行工作,研究作物对环境多方面的适应性并增强其抗逆性,这就为扩大良种創立新种創造条件,并在不良气候与土壤条件下保証农业生产仍能有可靠的收成。

在改良土壤与控制气候的先决条件下,运用农业“八字宪法”得到稳定高额优质的产量,植物生理学还应有更远大的理想,掌握了綠色植物利用阳光制造食物与积累能量的规律以后,就能进一步探討离体的叶绿素与人工合成有机物的途径。这样就有可能摆脱人类有史以来靠天吃饭,完全依賴植物生产的局面。这对于科学文化的发展和人类社会的繁荣将有很大的推动作用。植物生理学工作者应该为实现这个远大的理想而奋斗。

§ 0.2 植物生理学知識的发展

自从人类开始有意識地栽培野生植物进行农业生产的时候,人們就已經注意到作物的生长发育要求一定的天时地利,并且也就不断地积累了控制植物的营养、生长与发育的經驗。我国农业历史最久,在植物生理学方面的知識也发展得很早。可是,植物生理学作为一个現代的专门科学来讲,除以农业实践为基础外,还需要物理学、化学、生物学等基础科学发展到一定的程度以后才能建立起来。西欧从工业革命后,資本主义代替了封建制度,工业生产与交通事业的日益发达促进了物质科学与生物科学的急剧发展。因此,十九世紀末叶植物生理学在西欧国家漸成为独立的科学。物质与生物科学的发展使得人們能够更深刻地認識到植物生理过程中所包括着物质的轉变、能量的轉变与形态的轉变。

十九世紀末期帝国主义的侵入和内部反动派的統治,使我国淪为半殖民地半封建的社会,生产力遭到了严重的破坏,生产的发展停滞,自然科学的发展也处于落后的状况。解放后这种情况才迅速地扭轉过来。植物生理学在資本主义制度下,始終得不到大力的支持,无法为农业生产服务,理論脱离实践,发展是极其迟緩的;而在社会主义制度下这门科学是在迅速地发展着。我国經過社会主义革命,解放了生产力,調动了各方面的积极因素,一切生产与科学事业都呈現欣欣向荣的气象。虽然,植物生理这门科学在我国成长比較迟,建国以来由于党和政府的领导和重視,特别是1958年工农业大跃进,农业生产空前的高漲,对植物生理学提出了新的任务。在密切联系生产的情况下,植物生理学的工作逐渐成为群众

运动。随着我国生产的不断发展,植物生理学也将会蓬勃地发展起来。

植物的营养生理 在农业中最早揭发的就是作物对外界物质的要求,也即是它的营养生理。远在我国青铜时代(紀元前 1400—1100 年)的甲骨卜辞就反映出对作物需要水分的認識。在禹貢(約紀元前七世紀)列举了当时九州的各种类型的土壤和主要农作物的关系。許多古书里都提到“土宜”,也就是那种土壤适宜于栽种那种作物。在繼續維持地力并进一步供給植物的营养上,我国远在紀元以前就已广泛地在田間使用肥料。例如,齐民要术(公元 416 年)就总结了古代所常用的多种肥料以及各种施肥的方法,其中特別提到豆科植物可以用作綠肥。可是构成植物軀体的物质究竟是那里来的,水、土、肥究竟起了什么作用,却是长期以来不能解决的問題。十六世紀有人作过只用清水灌溉盆栽柳树的試驗。柳树在 5 年内干重增长了一百多斤,而盆里的土壤的干重却只减少了几两。由此看来,构成柳树的物质絕大部分不是来自土壤中的固体成分。这个試驗的結果打破了植物体内的物质大部分来自土壤的傳統看法——腐植质学說。但是,由于那时空气营养的概念还没有建立,就不得不把柳树重量的增加籠統地推在水分的身上。

植物中絕大部分的干物质来自空气营养,是在十八世紀后半期空气的成分与燃燒过程的化学性质被發現以后才証实的。果然,在这些发现以后不久,就观察到植物在不同条件下可以改变空气成分,并确定了綠色植物在阳光下吸收 CO_2 放出 O_2 ,而在黑暗中和动物一样吸收 O_2 放出 CO_2 的現象。植物在阳光下体重的增加是由于吸收与利用 CO_2 的結果。从十八世紀末到十九世紀初这一时期的一系列研究,为植物光合作用与呼吸作用奠定了基础,又为矿质营养开辟了門徑。

在空气营养被确定以后的几十年中,由于无机化学工业与化学知識的发达,李比希(Liebig)等人进一步地肯定土壤与肥料中对植物营养的主要有效成分是矿质而不是腐植质,终于推翻了腐植质学說而代之以矿质营养学說。这一学說的支持者繼續用化学分析与盆栽、水培等試驗方法証明植物对个别矿质元素种类与数量的需要,建議以无机肥料施入土壤来补偿植物从土壤中摄取的营养元素,在农业中肥料施用上引起了重大的改革。龐大的化学肥料工业随着就蓬勃地发达起来。

然而矿质营养学說不能說明“美田之法,綠豆为上”。这个我国五世紀已經有記載的重要发现,以及长期农业实践証明的有机肥料对作物土壤营养的优越性,微生物及其生理过程的发现給这些問題作了进一步的解答。豆科植物根系上有根瘤細菌,可以固定大气中的氮素,同时土壤本身也存在着固定氮素与分解有机物的微生物,因此除了碳素以外,氮素营养的供应一部分也来自空气,而土壤中的复杂有机肥料要經過微生物作用分解以后才能被植物利用。

在綠色植物的空气营养中,除碳素来源問題外,还特別涉及到能量的供应問題。有些人主張有机体靠着特殊生命力来維持生命活动。光合作用被發現以后,植物的叶綠体能够吸收阳光的射綫漸次引起人們的注意。經過季米里亚捷夫(Тимирязев, К. А)等人的爭辨,能

量守恒的唯物論原則終于也在植物学界建立起来。植物制造食物所需要的能量来自叶綠体所吸收的阳光。

从上面的叙述可見綠色植物的基本特征在于它能利用周圍土壤与空气中简单的无机物质与太阳光的能量来制造本身生长发育所需的有机物质。植物体中有机物质的成分极其复杂多样,并且随种类不同而有差异。植物如何在体内有条不紊地进行各种有机物的轉变以及能量的利用,是植物营养生理中继水分、矿质与空气营养之后更进一步需要探討的問題。在这方面的发展,生物性催化剂“酶”的发现是个很重要的标志。

高等植物各部位間在营养的机能上既有高度的分工,如根自土壤吸收水分与矿质,叶子自空气吸收碳素,那么各部位摄取与制造的营养物质如何互相調济、水分与无机和有机溶质在植物体内如何进行运输与分布,便是联系各部位的特殊机能与維持植物整体的协调上的重要問題。

植物的生长与发育 植物生理的知識,除包括植物的各种营养外,还包括植物生长与发育的过程。植物的各种营养与其生长发育是相互影响与相互制約的。在农业实践中,我們一方面看到植物的生长与发育有賴于各种营养的条件;但是另一方面我們也看到植物对外界营养的摄取、有机物的合成、分配与利用也取决于植物生长与发育的进程。例如,种子不萌发就不能摄取外界的营养供应,果实建成时才能聚集枝叶所累积的食物等等。因之我們祖先从进入农业生产的时期起就不断的注意观察作物生长与发育的情况,以及各种作物生长发育所需要的条件,在实践上創造各种方法来加以控制。例如,在公元前一世紀华北一带已经开始在冬季用暖窖来栽培蔬菜^①,齐民要术中已提到用熏烟法来防止霜害。在长期的栽培中,我們祖先陸續发明了通过温度、水、肥等的調节,使用修剪、切割、摘芽、整枝、去叶、斬根、嫁接等技术来控制植物的生长与发育,或是促进某些部分的发达,或是限制植株的生长等等。这些技术至今还是农业生产措施中的重要环节。

植物的个体发育,由种子的萌发到开花结实需要經年累月,时期长短随植物的不同而有很大的差异。在原产地生长时,生活史完成的时期常常是一定的,但是当把植物从原产地引种到土壤气候大不相同的另一地区时,它的生殖或繁殖器官的出現时期往往会有显著的改变,甚至有“苗而不秀,秀而不实”,或是只长枝叶不結块根的情况。这类观察早已見諸記載^②。

生殖或繁殖器官出現的早晚与多少是农业收获的关键,因之在实践上就很需要知道是那些因素在影响着植物发育的进程。有一派学說根据一些生产經驗与試驗結果即认为外界营养条件(特别是碳氮营养供应的比例)是决定发育进程的主导因素。而另一派学說却主張

① 見汉书循吏郃信臣傳。

② 如齐民要术的著者賈思勰亲自观察到:“今并州无大蒜,朝歌取种,一岁之后遂而百子蒜矣。……蕪青根,其大如碗口,虽种他州子,一年亦变大。蒜瓣变小,蕪青变大,二事相反,其理难推。……并州豌豆,度并陞已东、山东谷子入壺关上党,苗而无实,非信傳疑,盖土地之异者也。”

在不同外界条件下植物体内形成一些微量的生理活性物质,即所谓激素,有控制植物发育与器官形成的作用。然而近年来的研究工作清楚地显示出植物的个体发育决不是单纯地受一般的营养条件或某一个激素所能支配的过程,而必须看作是由许多因素的相互作用,并且是按部就班地来进行的复杂程序。例如,一些两年生冬性作物(如冬小麦)的发育早期需要一段较低的温度(春化现象),而后期又需要一段白昼较长的日照(光周期现象)。不经过上述的两个阶段,作物就可以长期逗留在营养体的状态。李森科从这些观察发展出来的植物阶段发育学说,就更为确切地说明了移居引种的作物开花提早或延迟的原因。

十九世纪中叶生物学界两大重要的发现——细胞的概念与进化学说——指出了生物界形态转变中的内在联系。细胞以及原生质的发现把一切生物放在一个共同结构的基础上。不论是个体发育还是系统发育里,形态上的转变都要从细胞的繁殖与分化程度来考虑。达尔文的进化学说证明生物界有其共同的来源。各式各样的生物是随着地球上环境的改变由简至繁,由低级到高级逐渐演变出来的。有机界的发育是它们在全历史进程中与环境相互作用的结果。植物的个体发育是它的系统发育的一个环节,它在个体发育的各个阶段所需要的外界条件与它在原产地物种形成中所经历的遭遇是一致的。近来在苏联经过米丘林等的科学研究指出植物的个体发育,特别是在它的初期,受到外界生存条件的影响而发生改变时,首先出现的是生理机能上的适应,随后才导致形态上的改变,终于会影响到系统发育,也就是遗传上的转变。因之我们有可能通过影响植物生理的途径有定向地来改变植物的本性。

§ 0.3 我国植物生理学的现况

我国虽然从 1917 年起已经开始有现代植物生理学的研究报告,然而在反动统治下,这门科学的发展是十分缓慢的。在解放前三十余年的期间,由于国民党反动统治的摧残,植物生理学的研究得不到支持,无法为农业生产服务,理论脱离实际,研究成绩不显著。

解放以来,党和政府加强了对科学事业的领导,十分重视植物生理在农业生产中的重要性,大力支持它的发展,因而在短短的十年内植物生理学有了进一步的发展,教学研究机构不断地扩大,专门人材大量培养。中国科学院以及与农业有关的专业科学院都设立了植物生理研究机构,高等农林与师范院校及综合大学都先后成立了植物生理教研组,担任这门科学的教学与研究工作,其中有不少院校已经设有植物生理专业,培养本专业的人材。目前在这方面已培养出许多教学与科学研究人员,这是解放以前所无法比拟的。

近年来我国在植物生理学方面虽然取得了很多的成就,但是远不足以与目前蓬勃发展的局面相适应。如何依靠群众,通力协作,更加迅速地壮大队伍与普及知识,在人民公社中建立本门学科的研究基地,乃是当前刻不容缓的事情。

为了更好地为我国社会主义建设服务,植物生理学的发展必须是全面的与有计划的。解放前这门科学残缺不全,象光合作用,水分生理,抗性生理都是无人问津的空白部门,近年来

才逐一开展起来,使这门科学在中国的发展更为完备。

我国农业大约在战国与前汉时代已经建立了精耕细作的制度。氾胜之书(公元前一世纪)所提到的区种法已充分地反映出我国古代在栽培耕作方面已有了高度成就。这个优良的传统一直在我国的农业实践中不断地发展着。不仅见于文字的记载与农谚的流传,还广泛地出现在各地群众的生产经验里。农业“八字宪法”是以辩证唯物论的观点对我国农业精耕细作的特点与世界上先进的生产技术作出的理论总结。它明确地提出了农业的复杂性以及影响植物生产各种因素的相互关系。它不但推动了农业的发展,而且也引起了农业科学巨大的变革。

我国各地劳动模范创造了不少丰产指标,是由于他们对作物生命活动的特性以及丰产的关键有全面的了解,并运用农业“八字宪法”进行有效控制的结果。其中包括着丰富和完整的植物生理知识。现代植物生理学大多限于某些器官个别机能的分析以及个别因素对它的影响,还不能够概括这样丰富与复杂的内容。因之打破旧有的陈规,改变思想方法,虚心学习,努力钻研这些丰产经验,以求提高与充实植物生理学的理论就非常必要。近年来,植物生理工作者积极地响应党的号召,投入农村参加生产劳动,密切联系群众,改造思想,改进作风,总结丰产经验与农业“八字宪法”,打破一些陈旧的学术圈套,建立了新的科学观点与学术研究方向,在科学理论上有了新的成就和发展。

过去植物生理学多半偏重在单个植株的某些机能的研究,很少顾到它与作物栽培条件的关系。这样得来的结果与实际情况出入很大,就难于指导实践。在密植深耕等条件下作物的境遇与单株的生长大不相同。大田生产是群体活动的结果,不从群体来考虑问题,就不能了解在密植深耕下作物对光能利用、土壤营养与物质分配的特点,也就无从追究丰产的原因。近年来群体生理的研究得到有关方面的支持和协作,并与大田作物生产紧密地结合起来,同时也为光合作用的研究开拓了新的领域。

过去植物生理学只注意植物生长的一般情况,很少涉及各部位生长的相互关系。而丰产的经验却指出丰产成败的关键不仅在于一般生长的健旺而在于植物各个部分生长协调得宜,与新老器官更替得及时。象稻、麦的倒伏,棉花、大豆等的落花落果,果树产量的波动(大小年),仔细追究起来,都是营养生长与生殖生长关系的问题。发现与解决这些矛盾就能得到丰产。例如,陈永康在水稻栽培上利用施肥与灌水来控制植株黑黄色泽的变化,不仅是在于满足作物的生理需要,而是对于一系列的生理过程的相互关系的有效控制,既能达到穗大粒多,而又不致茎秆徒长,遭致倒伏。过去研究植物的发育问题只注意从营养体到生殖体中质的转变,却很少考虑到两者间量的关系,因之就提不出有效的增加产量的办法。吸收了丰产经验,植物各部位生长的相互关系的问题的研究,就变得十分生动活泼起来。全国许多地方都在进行地上部分和地下部分,主茎和分蘖,营养体和生殖体在生长发育上互相关系的研究,已累积起一些研究资料,并总结出切合实践的理论。这些研究对作物的基本代谢类型上以及物质运转的方向和分配上都提供了丰富的内容。

在闡明我国田間施用有机肥料傳統的优越性中，有机肥料在发酵过程中所产生的有机化合物已經証明是可以被植物吸收的(如胡敏酸、抗菌素)，对植物的生长有刺激作用。

許多控制植物生长与发育的化学处理(生长素、赤霉素等)与物理处理(电离辐射、超声波、紫外綫等)在农业上的应用与理論上的探討，几年来已經进行了許多工作。

农业大跃进还給植物生理学提出了許多新的課題。例如，我国正在开辟与利用各种植物的資源，有计划地进行荒山的綠化，野生植物的馴化，小球藻的养殖与外地經濟植物的引种。在大量推广各种植物的种植中，如何縮短它們的萌发期与收获期，增加它們的繁殖率、生长率、抗病率，急需植物生理学来研究解决。

为了实现农业大面积的操作，增加单位面积的产量，我們需要根据植物生理学的知識訂出控制植物生长与发育更为經濟而有效的方法。例如，利用化学药剂杀除田間杂草，棉花在成熟前人工脱叶以便于机器收获等。凡此均需要能够及时发觉作物的营养缺乏或失調的生理指标，以便于大量的处理与統一的操作；在农产品的儲藏加工里，也需要根据植物生理学的知識来减少儲藏中的耗損，延长保存的时间，簡化加工的程序与改善产品的质量等。

从我国广大群众的智慧与丰富的农业实践中成长起来的植物生理学，在近年来的蓬勃发展中已經突破了旧有的范疇，向着深远广闊的前途迈进。

§ 0.4 研究植物生理学的方法

辯証唯物主义是植物生理学研究方法的基础 从人們的阶级斗争与向自然斗争中屢經証明，理論的真实性与其在实践上的指导意义在很大程度上决定于它所根据的方法論、主导思想与哲学体系。从植物生理学的发展史中說明了辯証唯物主义是植物生理学研究方法的基础。

在我国农业生产中，每当遇到一些不能克服的灾难与不能控制的生命現象时就会有一些听天由命的唯心学說为之辯解。而每当在克服自然中作出卓越的創造与发明，如同用水利来克服干旱，施肥来改良土壤，嫁接来改造植物习性等时，同时也就有“人們知道了事物之所以如此，它就可以听人的使用”靠人为的努力可以“回天”、“胜天”的积极主張来^①。

自古以来，一切生命活动的唯心論都主張生命与无生命的物质是截然分开的，因而各种生命活动是由神秘莫测的“生命力”来維持，不能以因果規律来推断的。在植物生理学中最初也是这种学說占統治地位。可是大量的事实都确切无疑地証明了：构成植物有机体的物质来自空气与土壤的简单成分；維持生命活动的能量来自阳光的輻射能。各种生物不是自古皆然与神的創造，而是随外界条件的改变逐渐演化而来。

① 呂氏春秋：“古之人审其所以使，故物莫不为之用。”明朝邱浚曾說：“土性虽然有宜与不宜，人力也有尽到与没尽到，如果人力尽到，就可以胜天，更不用說是土壤了。”陈谟(1662—1720)著的花鏡里提到：“凡木之必須接換，实有至理存焉，花之小者可大，瓣單者可重……是人力可以回天，惟在接換之得其傳耳。”

从辩证唯物主义观点出发,植物生理科学技术的研究,必需与我国当前的生产实践密切相结合,虚心向农民学习,把农民群众的丰产事迹加以调查、比较与总结,以求出切合实际的先进理论。由量的累积进而求质的提高。这些理论要在实践中考验并起指导作用,再通过群众运动迅速加以推广与继续提高。

分析方法与综合方法 植物生理学已经成为一门独立的科学。在总结农业生产经验中,它的职责在于探讨作物生命活动方面的一些问题,揭发其中所存在的矛盾,详细地研究植物体各种营养与生长发育的内在关系,并深入地分析这些个别过程中所涉及到的物质、能量与形态的转变。但是植物生理学不仅要精致地研究个别器官的特殊机能,如叶子的光合作用,根系的矿质吸收,而且还需要把各种生理现象联系起来作综合的研究,了解其中错综复杂的关系。在植物的实际生活中各种营养并不是单独进行的,而是在互相制约与转化的情况下协调进行以维持整体活动的。虽然对生命现象的各个方面有必要加以深入地分析,然而分析之后必需加以综合,了解其中(各现象)的相互关系,并说明其在整个生命过程中的意义。只有这样,研究的结果才能不致限于片面,理论上才能更加完善,实践上才能得到应用。

实验方法与历史方法 每一门科学知识都是从现象的叙述,转到它们的解释,而随后进到对它们的控制。植物生理学不仅要对一些现象作仔细的观察,精确地叙述,与适当的解释,并且要广泛地运用实验方法来验证自己的解释是否属实,并从而制定出控制这些生理过程的方案。

可是实验所得的结果往往是植物在一段时期中于一定条件下个别生理过程的一些表现。单凭这种方法很难作出对整个植物生命活动的理解。根据达尔文学说,整个植物的生命活动与有机界的发展历史有着密切的关系,有机界随其所居的环境的改变而不断地改变着与发展着,有其过去、现在与将来。要深入了解生命现象与其环境的关系除了观察与实验的方法外,还有必要用历史的方法来进行探讨。季米里亚捷夫首先指出进化论中发展的概念应当贯穿在植物生理的工作中。有机体的生理特性,对于环境的要求与对外界变化的反应,必须从它在系统发育中所遭遇的条件及其对其生活环境的适应性来追究它们的根源。

总的说来,植物生理学者,固然要有专业的分工,但必需从实际出发,在生产实践中体会作物的整个的生命活动过程,学习和总结农民的丰产经验,与其他方面的工作者共同协作来贯彻科学研究的群众路线,参与解决农业生产上的问题,同时要学习与运用唯物辩证法,分析与综合并用,实验方法与历史方法相结合。在探讨问题中先要作全面的了解,追溯其历史的根源,善于揭发其矛盾的各个方面,分清主次依从以及其随时间与地点的不同而有所转变的关系。通过实验的方法逐步阐明问题的各个方面,确定其在生物学与农业上的意义,并以在生产实践中的应用作最后的考验。

§ 0.5 植物生理学与其他科学的关系及其在农业科学中的地位

按照辯證唯物論的观点，自然科学的各部門都是研究物质的各种运动形式。生命是高級物质的运动形式，与一般无生命的低級物质的运动形式有密切关系，而現代植物生理学的兴起从空气与矿质营养的发展可以看到，就在于揭发了生活物质与非生活物质的內在联系。因之現代生理学一直就以化学和物理学为依据。但是生活物质一方面遵循低級物质运动的一般規律，而另一方面却有与低級物质运动不同的特殊性质，自有其生物学的規律。因之切忌机械唯物論的看法，强把复杂的生命现象逐級还原为简单的物理与化学的变化，單純地认为生命活动不过是这些变化的总和。

植物生理学是由植物学分化出来的，因之在探討各种植物的生理机能时，必須与植物学中的解剖形态联系起来，求得内容与形式的統一。此外，还要从植物在分类学上的地位与亲緣关系以及它們在生态学上的特性，深入地了解它們在生理上的差异以及这些差异的历史根源。

現代科学的发展，一方面把不同部門分化出来，使得各部門研討的范围愈益专深。但随着科学的发展許多部門却又得十分密切的結合，以共同解决邊緣性問題。从植物生理学与邻近的科学間发展出一些新的邊緣科学，象普通生理学，生物化学，生物物理学等等。有不少植物生理学中的基本問題，如光合作用研究的幅度已經超乎本門科学所能照顾的范围，必須由生理学，化学，物理学等共同协作才能求得解决。这些研究也就越来越多地引用了物理化学中新发明的方法，如示踪原子，差示离心法，电子显微镜，分光光度計，滤紙层析法等等。

作物生产是在大面积多样化的土壤与变幻多端的气候条件下，經過长期的經營才能有所收获的。在研究作物生产的生理变化时必須顾及到气象、土壤等变化的規律。农业措施的执行要看天、看地、看庄稼，正是說明气象学、土壤学与植物生理学的密切联系。此外，微生物的活动也是作物的环境条件的重要因素。許多微生物本身是低等植物，时常寄生或共生在高等植物的軀体上。作物定居的土壤中也有无数的腐生或自养微生物的存在。这些微生物对高等植物的营养与生长会引起极其有利的与不利的影响。在实验中，农作物的营养与产量随土壤的肥沃程度与施肥的质与量而有很大的变动，因之农业化学研究的問題有时是与作物的营养生理分不开的。

栽培学与耕作学所討論的操作規程与技术措施，往往是为了控制与改善外界条件与作物本身的生长与发育，从而达到丰产的目的。合理的灌溉、施肥、深耕、密植、修剪等，要符合植物的生理，因之植物生理学常被认为是农业合理化的基础。

栽培的作物和飼养的家禽与垦殖的土壤一样，乃是自然界的素材而經過人类加工的产物。优良的品种是由长期的培育、选择以及人工杂交的方法得来的。只有在人們的經常照顾下，摸清了它們的生长特性，这些品种才能恰如人意的生长发育，使得某些有經濟价值的

部位特别发达。一旦脱离了人们的照管，它就不会有很高的经济产量，甚至很难生存下去。遗传学、选种学的目的是为了供应生产上的需要来选育更新的优良品种，一些特性（如抗旱性）的生理鉴定常用来作为选种的指标。另外，植物生理学的研究，还可以提供改变植物本性的具体措施。

植物病理学是研究植物不正常的病态生理的一门科学。显而易见，它需要知道植物的正常生理，才能分析病虫害的侵袭所引起的生理变化，以及辨明抗病品种的生理原因。引用农用药剂（特别是近来发明出来可以被植物吸收的药剂）来保护植物或刺激它们的生长，时常是根据其对不同类型生物在生理效应的差别而来，以致可以毒杀病菌、害虫，或莠草的剂量不会让作物受到伤害。

在农产品加工与贮藏中，作物产品的生理状态与内部变化，及其有效的控制乃是影响加工与贮藏的时间与程序的关键问题。

由此可见，植物的生理过程包括着许多种复杂程度不同的物理与化学的变化，并且要在一定的外界条件下才能实现。各种植物生命活动的不同与其特有的形态以及其物种形成的经过有密切关系。植物生理学的发展需要物质科学与生物科学的基本知识，并且要与一些农业基础的科学紧密相连。

植物生命活动的结果就是农产品的收获。凡是与植物生产有关的农业科学技术都要以植物生理的规律作为依据。而农业中先进的生产经验又是植物生理知识的泉源。

植物生理学在我国有着极其广阔的前途与光明的远景。在优秀的农业传统与丰富的生产经验的基础上，植物生理学可以多方面地为生产建设服务；从大量实践的考验中，可以迅速地发展出更为完整的理论来。它已在我国固有的肥沃土地上生根滋长，可以预期，它还将放出灿烂的花朵并结出丰硕的果实。

第一章 生活物质的特性

在上世紀中叶,細胞发现以后,逐渐确定下来在細胞内部半透明而不惹人注目的胶粘物质是一切有机体共有的生活物质,在其中进行着各种的生命活动,这部分的物质叫做原生质。不論是微生物、动物、还是植物,简单的还是复杂的,低等的以至高等的生物,都是由原生质这样的生活物质繁殖分化而发育出来的。这些发现使我們認識到一切生物的生命現象有其共有的物质基础与一些共同的規律。

植物生理学既是研究植物有机体生命現象的科学,那么生活物质——体现生命現象的物质基础——的一些主要特性便成为首先要探討的問題之一。以下分別从生活物质的基本特征,細胞結構,化学組成以及物理胶体化学特性等四方面叙述。

§ 1.1 生活物质的基本特征——新陳代謝及生命的起源

上世紀的末期,已經发现了这种构成一切生命的原生质的化学成分是以蛋白质为主。根据当时的自然科学的知識,恩格斯从辯証唯物主义的观点推断出来:“生命是蛋白体的存在形式,这个存在形式的重要因素是在于与其周圍的外部自然界不断的新陳代謝,而且这种新陳代謝如果停止,生命就随着停止,結果就是蛋白质的解体。”現代的科学进展愈益明确地証实了恩格斯的天才推断,生活物质与非生活物质的不同处正是在于前者以新陳代謝的特殊方式进行物质与能量的轉变,在不断地与外界环境进行物质交换中来維持生存,来建立其特有的形态并增大与繁殖自己。虽然非生活物质也不断与环境相互作用发生变化,象岩石的风化与鉄器的生鏽,却与生活物质的新陳代謝有本质的不同,因为它们經過了这些变化以后,就不再是原来的那样东西。非生活物质的新陳代謝不但不导致自己的繁荣,反而引起了它被破坏的效果。

有机体的新陳代謝包括許多物质与能量的轉变过程,可是,总起来看,不外乎两种不同的类型——同化过程和异化过程。生命系統的特征并不是指这些个别的轉变过程,而是指它們在有机体内进行中有条不紊的協調性和按部就班的順序性。这种協調与順序特別表现在同化过程和异化过程的相互配合上。

同化过程是有机体从外界吸取物质,經過各种变化,把它們綜合成为本身的一部分。同化过程时常是把非生活物质轉变成成为生活物质。反之,异化过程却是把生物体内的物质分解成为非生活物质而最后把它排泄到身体以外。因之,生活有机体与其环境間的物质經常