

植物生理生化讲义

广东农林学院

农学系植物生理教研组编

1974.10.

绪 论

一、植物生理学的任务

在农业生产实践中，我们都会看到，当把种子播到土地中后，这些种子在适宜的环境中，便萌发成幼苗，而后便长成高大的植株，以后又开花结实，产生出大量的种子。那么，种子是怎样萌发成幼苗的呢？幼苗又是如何变成高大的植株？为什么会开花结实呢？

要解决这些问题，我们首先要了解植物是怎样进行生命活动的。

植物生理学就是研究植物生命活动规律的科学。

植物的生命活动是在水分代谢、矿质营养、光合作和呼吸作用等基本代谢的基础上，表现如种子的萌发、营养器官的生长和开花结实等生长发育过程。这些生命活动过程，不是孤立进行，而是相互联系、相互依赖和相互制约的。

植物的生命活动虽然是在植物体内进行的，但和环境条件有着不可分割的联系，也就是在自然条件和栽培条件的不断影响下进行的。因此，脱离了环境条件，也就谈不上植物的生命活动。

然而，单纯的研究和认识植物生命活动的规律，还不是植物生理学的任务。毛主席教导我们：“马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”因此，植物生理学的任务不应只是消极地去认识自然，解释自然，而应该是积极地去参加改造自然。所以，植物生理学的任务应该是：揭露与认识与周围环境相联系的植物生命活动的基本规律，从而运用这些规律，在实践中有计划地控制和调节这些生命活动，使植物能按照人们需要的方向顺利地完成其生长发育过程，而达到农作物高产和优质的目的，以满

足人类的需要。

二. 植物生理学和农业生产的关系

基于植物生理学的任务，便决定了它是农业科学的理论基础之一，因为农业生产正是利用和控制植物的生长发育来生产人们所需要的生活资料，两者之间的关系是非常密切的，要想充分发挥作物的生产性能，就必须要有植物生理学作为理论基础。例如，要很好地解决农作物合理的水、肥管理技术，就必须了解植物在水分代谢和矿质营养方面的生理问题。在近种工作中用杂交的方法以选育良种，这首先必须明确植物品种的生理特性，如早熟性、抗寒性、抗旱性、营养期的长短以及与此种有关的其它特性等。要想使作物获得高产，就必须了解光合作用以及有机物积累与运输等方面有关系的問題。要想安全贮藏作物产品，就必须有呼吸作用方面的生理学知识。在引种工作上，更应该有植物发育方面的生理知识；此外，近二、三十年来由于植物激素的深入研究、应用于生产，对防止器官脱落，促进扦插生根，刺激果实生长以及除草等方面都起着较大的作用。这些都可以看出，植物生理学的研究成果，往往促进了农业生产的提高和发展。

但以上所谈的只是问题的一方面，即植物生理学对农业生产所起的作用，然而，还有另一方面，即农业实践对植物生理学的促进作用，这也同样重要或更为重要一些。在农业生产实践过程中不断地对植物生理学提出了新的课题和要求。例如1958年农业大跃进，全国各地都大搞多种高产试验，由于多种问题，就引起了对作物群体生理的研究。又如由于水稻晒田、花生蹲苗等栽培技术的改变而使作物获得高产，因而加深了对根系生理作用的研究。由于支援世界革命对农作物安全贮藏的更高要求，而促进了呼吸作用等方面的研究。

农业生产不仅对植物生理学提出了新的课题，更重要的是我国广大劳动人民在长期的生产斗争中积累了丰富的高产经验，

这些经验都是植物生理学的宝贵财富，是发展植物生理学的无尽源泉。农业是国民经济的基础，因此，植物生理学工作者应该积极投身到农业科学技术革命的群众运动中，与贫下中农一起，与有关部门合作来研究解决当前农业生产上提出的重要问题，总结高额丰产经验，掌握实践—理论—再实践的辩证方法，深入研究农作物的生长发育的规律，运用农业“八字宪法”以控制其定向发育，使得高额丰产的经验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更积极的作用。

三、植物生理学的产生和发展简况

恩格斯在《自然辩证法》中早就指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。同样地，植物生理学的产生和发展也是由于生产实践的需要而产生和发展起来的。

在农业中最早揭露的植物生理问题是作物对外界物质的要求，也即是它的营养生理。早在我国的青铜时代（纪元前1400—1100年）的甲骨文就反映出对作物需要水分的认识。在《齐民要术》里都提到“土宜”，也就是那种土地适宜于栽种那种作物。在《齐民要术》（公元416年）中就已经总结了古代所常用的各种肥料以及各种施肥的方法，其中特别提到豆科植物可以用作绿肥。所有这些都说明，古代劳动人民由于生产实践，已有植物生理学的萌芽，没有生产劳动，任何人都不能任意制造出植物生理学来。

植物生理学中最基本最古老的问题是：植物中的物质是从哪里来的，为什么植物不吃东西，就能成活。古代人很自然地想到它们是从土地中取得食物的。在十七世纪初，有人曾做过这样一个试验：将一棵柳条杆在盆中，每天淋以雨水，五年后，柳条长了一百六十磅，而盆中的土地只少了二两，证明构成柳条的物质绝大部分不是来自土地中的固体成分。但当时由于缺少对空气营养的认识，因此，人们便认为植物的物质

是从本里斐莱姆。在以后的一百年中，由于欧洲工业生产与交通事业的日益发达而促进了物理学与化学的发展，使植物生理学的研究工具有了较大的改进，因而通过实验，人们便逐渐知道只有水还不够，还必须要有阳光，更要有空气，植物在阳光下体系增加是由于吸收和利用 CO_2 的结果。从十八世纪末到十九世纪初这一时期一系列的研究，为了解植物的光合作用和呼吸作用奠定了基础。

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识的发展，进一步地肯定了土壤中与肥料中对植物营养的主要有效成分是矿质元素，并用化学分析与盆栽、水培等试验方法证明植物对个别矿质元素种类与数量的需要，提出以无机肥料施入土壤来补偿植物从土壤中获取的矿质元素，在农业中肥料的使用上引起了重大的改革。

然而矿质营养学还不能说明在长期农业实践证明的有机肥料对作物土壤营养的优越性。由于微生物及其生理过程的发现给这个问题作了进一步的解答。

在绿色植物的空气营养中，除碳素来源问题外，还涉及到能量的供应问题。自从光合作用被发现以后，植物的叶绿体能够吸收太阳光的射线，逐渐引起人们的注意，最后证明植物制造食物所需要的能量来自叶绿体所吸收的太阳光。

绿色植物能利用土壤与空气中简单的无机物质与太阳为的能量来制造其本身生长和发育所需要的有机物质。但植物体中有机物质的成份又是极其复杂多样，并且随植物种类不同而有很大的差异，那么植物如何在体内有条不紊地进行各种有机物的转变以及对能量的利用？这是继水分、矿质营养和光合作用之后更进一步需要解决的问题，因而生物催化剂——酶及植物的呼吸作用便跟着高速度地发展起来。到了十九世纪，在以往大量的生产实践经验和关于植物营养问题等研究工作的基础上，植物生理学逐渐成为一门独立的科学。

近几十年来，由于工农业生产的高速发展和新科学仪器的

不断发现和运用，使植物生理学在许多方面如酶、光合作用、呼吸作用、物质转化运输以及植物激素等的研究广度和深度方面都有很大的进展。

四、植物生理学上两种不同世界观的斗争

前面已经说过，植物生理学的形成和发展是由生产实践决定的，所以在植物生理学中，理论与实践是统一的，不可分割的。

可是长期以来，西方资产阶级植物生理学“专家”，却把植物生理学看成是一门“理论”科学，认为只要做出一套“理论”得到实验室的证实就行了，这才是植物生理学的任务，至于在农业上如何应用，则认为不是自己份内的事。因此，使植物生理学不能真正和农业生产紧密结合起来。这种“理论至上”的唯心主义观点，目前仍严重存在，例如，一些资本主义国家，对植物激素的理论研究已搞得相当深入，但对如何应用于农业生产则研究甚少。这是由于在资本主义腐朽没落的政治制度统治下，自然科学受到“理论至上”影响而产生的结果。

由于受了“理论至上”的唯心主义世界观的影响，在我国近代的植物生理学中是理论与实践统一还是理论与实践分离，一直存在着严重的斗争。

毛主席说：“为什么人的问题，是一个根本的问题，原则的问题。”解放以来，科技领域里两个阶级、两条路线的激烈斗争也正是围绕这个根本问题展开的。无产阶级文化大革命前，由于刘少奇及革命修正主义路线的干扰，使科研工作存在着严重脱离无产阶级政治，脱离工农业生产实际，脱离工农群众的问题。在这当中植物生理学的“三脱离”现象尤为突出，有些人沉醉于搞什么“机制”、“原理”。对农业生产上存在的大量需要解决的植物生理学问题则当成与自己无关的事，热衷于搞尖端的“理论”研究。

无产阶级文化大革命和批林批孔运动，猛烈地冲击了“三

脱离”的修正主义科研路线和一切剥削阶级的意识形态。广大的植物生理学工作者积极走毛主席指引的“五七”道路，深入农村生产第一线，和贫下中农一起进行科学试验，认真总结贫下中农创造的高额丰产经验，对我国的农业生产已做出了可喜的成绩。

当然，我们并不是笼统地反对搞一些综合性、探讨性和长远性的理论研究。但是在社会主义制度下的科学研究工作，首先必须为无产阶级政治服务。因此，我们的理论研究便不能不顾当前工农业生产的实际需要。毛主席指出：“马克思主义者认为人类的生产活动是最基本的实践活动，是决定其他一切活动的东西。”那种从理论到理论的所谓理论研究，正是脱离了人类最基本的实践活动——生产斗争，这就失去了科学技术发展的源泉。理论的基础是实践，又反过来为实践服务。那种离开实践而又不为实践所检验的从理论到理论的所谓理论研究，实际上是唯心论的先验论在科研领域内的反映。

我国的社会主义制度为科学的发展创造了有利的条件，今后植物生理学的发展必须结合我国的具体情况，面对生产，从实际生产问题出发，认真总结农民的经验，与工农相结合开门搞科研，开辟一条新的研究道路，以便为增产粮食及工业原料作出更大的贡献。

目 录

绪 论

第一章 植物的种子萌发与营养生长 1-1

第一节 种子的萌发 1-1

一、种子萌发的内在条件 1-1

<一> 种子新陈代谢潜力——生活力 1-1

<二> 种子休眠性的解除 1-2

<三> 生长调节物质的影响 1-3

<四> 种子生活力的检定 1-3

二、种子萌发的外界条件 1-4

<一> 水分 <二> 氧气 <三> 温度 <四> 光

<五> 光敏素 1-4

三、种子萌发过程中呼吸与物质代谢的变化 1-7

<一> 贮藏淀粉的变化 1-7

<二> 贮藏蛋白质的变化 1-9

<三> 贮藏脂肪的变化 1-9

四、种子处理 1-10

<一> 化学物质处理 1-11

<二> 植物激素处理 1-12

<三> 物理处理 1-13

第二节 植物的营养生长	1-15
一、植物生长的规律	1-17
二、细胞生长的生理变化	1-19
<一> 分裂期细胞生长的生理变化	1-20
<二> 扩大期细胞生长的生理变化	1-21
<三> 成熟期细胞生长的生理变化	1-22
三、营养器官生长的相关性	1-21
<一> 地上部与地下部生长的相关性	1-22
<二> 顶端与侧枝生长的相关性	1-25
<三> 营养器官和生殖器官生长的相关性	1-26
四、环境条件对植物生长的影响	1-27
<一> 温度 <二> 水分 <三> 氧气 <四> 光	1-28
五、植物的向性生长	1-35
<一> 向地性	1-35
<二> 向光性	1-39
<三> 向化性和向水性	1-40
第三节 植物离体培养的应用	1-41
第四节 植物的抗寒性	1-43
一、低温对植物的为害	1-43
二、植物对低温危害的适应性	1-46
三、植物抗寒性与外界条件的关系	1-48
四、提高植物抗寒性的途径	1-49
第二章 植物的开花结实	2-1

第一节 植物成花与气候条件的关系	2-1
一、温度对植物成花的诱导	2-2
<一> 春化作用	2-2
<二> 植物感受春化的时期及部位	2-3
<三> 春化的解除	2-4
<四> 春化诱导的生理变化	2-4
二、日照对植物成花的诱导	2-5
<一> 光週期现象	2-5
<二> 光週期诱导	2-7
<三> 光週期效应的生理生化变化	2-10
三、春化作用及光週期诱导的应用	2-13
<一> 春化作用的应用	2-13
<二> 光週期诱导的应用	2-13
第二节 关于植物形成花的部份见解	2-14
一、“碳氮比”理论	2-14
二、植物发育阶段理论	2-15
三、成花激素理论	2-15
四、关于光敏色素	2-16
第三节 植物性别的变化和转变	2-17
第四节 植物的授粉受精生理生化	2-18
第五节 种子和果实成熟的生理生化变化	2-19
一、种子成熟的生理生化变化	2-19
<一> 淀粉种子	2-20

<=> 油料种子	2-22
二、果实发育及成熟的生理生化变化	2-23
<-> 幼果期	2-23
<=> 中果期	2-24
<三> 果熟期	2-25
第六节 作物开花结实的一些生理障碍	2-26
一、落花落果问题	2-27
二、果树大小年问题	2-30
第三章 植物激素	3-1
第一节 生长素类	3-2
一、生长素的化学结构及性质	3-2
二、生长素和类生长素的生理作用	3-4
三、生长素在农业上的应用	3-6
<-> 促进作物生长	3-7
<=> 促进插条生根	3-7
<三> 结成果实	3-8
<四> 防止落花落果	3-9
<五> 抑制发芽	3-9
<六> 控制开花	3-10
第二节 赤霉素类	3-11
一、赤霉素的理化性质	3-11
二、赤霉素的生理作用	3-12
<-> 对根茎、叶生长的影响	3-12

<二> 对开花的作用	3-12
<三> 对结果的作用	3-13
<四> 对休眠与发芽的作用	3-13
三、赤霉素在农业上的应用	3-14
第三节 激动素(细胞分裂素)	3-14
第四节 脱落酸(ABA)及其它天然抑制剂	3-16
第五节 乙烯	3-21
一、乙烯的生物合成	3-22
二、乙烯利——乙烯的释放剂	3-24
第六节 人工合成的生长调节剂	3-25
一、三碘苯甲酸； 二、抑莽丹； 三、坛产灵	3-25
四、生长延缓剂	3-25
第四章 植物细胞生理	4-1
第一节 植物细胞各部分的生理功能及原生质的理化特性	4-1
一、植物细胞各部分的生理功能	4-2
二、原生质的理化特性	4-4
<一> 原生质的化学性质	4-5
<二> 原生质的胶体性质	4-6

第二节 植物细胞的渗透现象	4-10
一、渗透作用和渗透压	4-10
二、细胞的质壁分离现象	4-13
三、植物细胞渗透压的测定	4-15
四、植物渗透压的变化及其生理意义	4-16
五、细胞的吸水压反其与膨压和渗透压的 关系	4-18
六、植物组织内吸水力的测定及其变化	4-21
第三节 植物细胞的透性	4-22
一、原生质对不同物质的透性	4-23
二、细胞透性与环境条件的关系	4-25
第四节 植物细胞中的酶	4-26
一、酶的特性	4-27
二、酶催化作用的解说	4-28
三、酶的组成、结构与其催化作用的关系	4-30
<一> 酶的必需基团与活性中心	4-30
<二> 酶与辅酶	4-31
四、酶的分类	4-33
<一> 水解酶和裂酸化酶	4-33
<二> 裂解酶(或加合酶)类	4-34
<三> 氧化还原酶类	4-34
<四> 转移酶类	4-35
<五> 同分异构酶类	4-35
五、影响酶促反应的因素	4-35

<一> 温度；	<二> pH 值；	<三> 基质与酶	
浓度；	<四> 反应产物；	<五> 酶的抑制剂	
<六> 酶的激活剂			4-36
六、适应酶			4-40
七、酶的共同作用			4-40
第五章 植物的水分生理			5-1
第一节 水的生理意义及水分代谢的研究方法			5-1
一、水对植物的生理意义			5-1
二、植物水分代谢的研究方法			5-3
<一> 测定根部主动吸水能力的方法			5-3
<二> 测定蒸腾耗水的方法			5-5
<三> 测定植物体内水分状况的方法			5-7
第二节 植物的水分代谢			5-9
一、植物对水分的吸收			5-9
<一> 植物对水分吸收的部位			5-9
<二> 影响根系吸水的外界条件			5-10
二、水分在植物体内传导的途径			5-14
三、植物体内水份的散失——蒸腾作用			5-16
<一> 蒸腾作用的类型			5-16
<二> 影响蒸腾作用的因素			5-17
<三> 蒸腾系数（需水量）			5-23
四、植物吸水的动力			5-24
<一> 根的主动吸水力			5-24
<二> 蒸腾拉力			5-27

第三节	灌溉的生理基础	5-28
一、	植物的最大需水期和水分临界期	5-28
二、	灌溉的生理指标	5-29
第四节	植物的旱害和抗旱性	5-30
一、	干旱的类型	5-30
二、	干旱对植物的伤害	5-32
三、	植物对干旱的适应性	5-34
四、	植物抗旱性的测定	5-35
五、	提高植物抗旱性的途径	5-37
第五节	水分过多对植物的影响	5-39
一、	水分过多的类型及其对植物的影响	5-39
二、	与湿、涝害作斗争的途径	5-41
第六章	植物的矿质营养生理	6-1
第一节	构成植物体的矿质元素	6-1
第二节	研究植物生长必需的矿质元素的方法	6-2
第三节	各种必需的矿质元素的生理功能与缺乏时的症状	6-5
第四节	植物对矿质元素的吸收	6-19

一、根系对矿质元素的吸收、转移和运输	6-19
<一> 吸收的部位	6-20
<二> 吸收、转移和运输的机制	6-20
二、地上部器官对矿质元素的吸收——根外营养	6-24
三、环境条件对植物吸收矿质元素的影响	6-26
<一> 土壤酸度	6-27
<二> 土壤溶液的成分	6-28
<三> 土壤微生物	6-29
<四> 土壤空气	6-30

第五节 水、肥对植物生理的综合作用

一、水、肥的密切联系	6-31
二、水、肥的合理组合	6-32

第六节 植物的盐害和抗盐性

一、植物的盐害	6-34
<一> 盐害的症状	6-35
<二> 盐害的生理原因	6-35
二、植物对土壤中盐分过多的适应	6-36
三、向盐害作斗争的途径	6-38

第七章 植物的光合作用

第一节 植物光合作用的意义

第二节 光合作用强度的测定和指标

一、半叶法	7-3
二、测定二氧化碳的吸收	7-5
三、测定氧的放出	7-6
第三节 叶绿体和叶绿体色素	7-7
一、叶绿体的结构	7-7
二、叶绿体的形成和发育	7-9
三、叶绿体色素	7-11
四、叶色变化的生理生化	7-14
第四节 光合作用的过程	7-16
一、光反应和暗反应	7-18
二、水的光解和光合电子传递	7-19
三、光合磷酸化	7-23
四、光合作用的碳途径	7-24
\leftrightarrow 戊糖还原循环	7-24
\leftrightarrow C_4 二羧酸途径	7-27
五、光合作用的产物	7-30
第五节 光呼吸作用	7-30
一、光呼吸的测定	7-32
二、光呼吸植物与非光呼吸植物	7-33
三、光呼吸作用的生化过程——乙醇酸途径	7-35
第六节 大田条件下作物的光合作用	7-37
一、光 二、温度 三、二氧化碳 四、土壤	
水分 五、肥料	7-37