

物 生 理 学

(上 册)

(初稿)

广东师范学院生物系

1973年7月

毛 主 席 语 录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

古为今用，洋为中用。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录 (上册)

绪论.....	绪 1
一、植物生理学的定义和任务.....	绪 1
二、植物生理学的产生和发展.....	绪 2
三、植物生理学的学习方法.....	绪 6
第一编 植物的基本代谢.....	1. 1
第一章 植物的水分代谢.....	1. 1
第一节 植物对水分的需要.....	1. 2
第二节 植物对水分的吸收.....	1. 15
一、植物细胞对水分的吸收.....	1. 15
二、植物根系对水分的吸收.....	1. 15
第三节 蒸腾作用.....	1. 22
一、蒸腾作用的生理意义.....	1. 23
二、植物本身对蒸腾作用的调节.....	1. 23
三、外界条件对蒸腾作用的影响.....	1. 27
第四节 植物体内水分的运输.....	1. 30
一、水分运输的途径.....	1. 30
二、水分沿导管或管胞上升的动力.....	1. 30
三、水分运输的速度.....	1. 32
第五节 水分代谢与农业生产.....	1. 33
一、灌溉的生理基础.....	1. 33
二、作物的抗旱生理.....	1. 38
三、作物的抗涝生理.....	1. 43

第二章	植物的矿质营养	2.1
第一节	植物必需的矿质元素	2.2
一、	植物体内的元素	2.2
二、	确定植物必需矿质元素的方法	2.4
三、	植物必需的矿质元素	2.6
四、	植物必需的矿质元素的生理作用	2.7
五、	作物缺乏矿质元素的诊断法	2.14
第二节	植物对矿质元素的吸收	2.16
一、	植物细胞的透性和溶质进入细胞	2.16
二、	植物吸收矿质元素的特点	2.20
三、	根部吸收矿质元素的过程	2.22
四、	根部对土壤各种离子的吸收	2.30
五、	影响根部吸收矿物质的条件	2.31
六、	植物地上部分对矿质元素的吸收	2.35
第三节	矿物质在植物体内运输	2.36
一、	矿物质运输的形式、途径和速度	2.36
二、	矿物质的分布	2.37
第四节	矿质营养与农业生产	2.38
一、	施肥的生理基础	2.39
二、	作物的抗盐生理	2.47
第三章	植物的光合作用	3.1
第一节	光合作用的重要性	3.2
第二节	光合作用的细胞器——叶绿体	3.4
一、	叶绿体的结构	3.5
二、	叶绿体的化学成分	3.6
三、	叶绿体的化学性质	3.6

四、叶绿体色素的光学性质.....	3.10
五、叶绿素的形成与破坏.....	3.12
第三节 光合作用的过程.....	3.14
一、植物对二氧化碳的吸收.....	3.14
二、植物对于光能的利用.....	3.15
三、光合作用时的化学变化.....	3.17
四、光合作用的产物.....	3.28
第四节 光合作用的进化.....	3.29
第五节 外界条件和内部因素对光合作用的影响.....	3.31
一、光照程度对光合作用的影响.....	3.31
二、二氧化碳对光合作用的影响.....	3.34
三、温度对光合作用的影响.....	3.36
四、矿质元素对光合作用的影响.....	3.38
五、叶片含水量对光合作用的影响.....	3.39
六、光合强度在一天中的变化.....	3.39
七、作物一生中光合强度的变化.....	3.40
第六节 光合产物的运输.....	3.42
一、有机物运输的途径和方向.....	3.42
二、有机物运输的速度和形式.....	3.44
三、有机物运输的动力.....	3.44
四、外界条件对有机物运输的影响.....	3.47
五、同化物的分配利用.....	3.50
第七节 光合作用与农业生产.....	3.52
一、光合性能与作物产量.....	3.52
二、提高光能利用率的农业措施.....	3.55

第四章	植物的呼吸作用.....	4. 1
第一节	呼吸作用的概念及其生理意义.....	4. 2
第二节	呼吸作用的过程.....	4. 3
一、	高等植物的呼吸代谢途径.....	4. 3
二、	生物氧化.....	4. 15
三、	光合作用与呼吸作用的辩证关系.....	4. 22
第三节	影响呼吸作用的内外因素.....	4. 24
一、	内部因素对呼吸作用的影响.....	4. 24
二、	外界因素对呼吸作用的影响.....	4. 28
第四节	呼吸作用与农业生产.....	4. 34
一、	呼吸作用与作物栽培.....	4. 34
二、	呼吸作用与粮食贮藏.....	4. 35
三、	呼吸作用与果蔬贮藏.....	4. 37
四、	呼吸作用与作物抗病.....	4. 38
五、	呼吸作用与作物育种.....	4. 39

绪 论

一、植物生理学的定义和任务

植物生理学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、光合作用和呼吸作用等基本代谢的基础上，表现出种子萌发、营养器官生长和运动，开花、受精、果实和种子的成熟等生长发育的过程。这些生命活动不是孤立地进行的，而是相互联系、相互依赖和相互制约的。虽然它们在植物体内进行，但与环境条件有着不可分割的联系。所以说，植物脱离了环境条件，生命活动就会停止。

认识植物生命活动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”。“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。”植物生理学是自然科学中的一门科学，所以它的任务不应消极地限于认识自然，解释自然，更重要的是积极地去改造自然。植物生理学的任务在于，阐明植物的生命活动及其与环境条件的相互作用，从而应用这些知识，在实践中有计划地控制和调节这些生命活动，使植物能顺利地建造自己的躯体和完成生殖过程，同时使植物向着人们需要的方向生长发育，以满足人们的需要。简单一点说，植物生理学的任务就是认识与环境相联系的植物生命活动规律，从而控制植物的生长发育，以达到农作物高产优质。

基于植物生理学的任务，便确定了它是农业科学的理论基础之一。因为农业生产正是要利用和控制植物的生长发育来产生人们所需要的

生活资料，要想充分发挥作物的生产性能，必需有植物生理学作为理论基础。例如，要合理运用水肥技术，必须知道植物的水分代谢和矿质营养的生理问题；要想获得高产，必须了解光合性能各方面的关系问题；要安全贮藏作物产品，必须有呼吸的知识；等等。在科学发展的道路上，也可以看出，植物生理学上的新成就，往往促进农业生产的发展。例如，利用溶液培养法了解到植物必需的矿质元素后，就奠定了施用化学肥料的理论基础；植物激素的深入研究，应用于生产，在防止器官脱落、除莠、插条生根、贮藏、提高产量等方面起着较大的作用；春化现象和光周期现象的发现，对播种期、引种、育种等方面的贡献也很大，等等。由此可知，植物生理学是农业生产合理化的理论基础之一。

二、植物生理学的产生和发展

（一）植物生理学的产生和发展是由于生产实践所决定的

恩格斯早就指出“科学的发生和发展一开始起就是由生产决定的。”（《自然辩证法》）植物生理学产生于十九世纪中叶，不是偶然的，这首先是由于生产实践的需要所决定的。

在我们祖国，早在纪元前1400~1100年（即三千多年前），古代劳动人民在农业生产中就总结出许多植物生理学的知识。例如，在甲骨文上的卜辞上就写道：“贞禾有及雨？三月”（贞问庄稼有没有及时的雨水？三月卜问的），“雨弗足年”（雨水不够庄稼用吗？），“水弗_𠂔禾”（水分不伤害庄稼吗？），“日若兹晦惟年祸三月”（太阳如此的昏暗不是庄稼要有灾祸？三月卜问的），说明我们的祖先在那时已经发现农作物与水分和太阳有密切的关系。到了西周，把土壤分为三等九级，可知该时对土壤肥力有了一定的认识。同样，在西欧，罗马人已会使用有机肥料和无机肥料去肥田，其中有

很多方法与我国古时记载一样。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，任何人都不可能凭空创造出植物生理学。

科学的植物生理学开端于十六世纪到十七世纪的土壤营养的试验（包括矿质营养和水分管养）。从时代背景来看，这是由于在哲学方面受到文艺复兴哲学思想的影响，思想得到一定的解放，开始由对天与神的崇拜转为对物质世界的重视，这对发展植物生理学是非常有利的。因为在过去，由于宗教神权占统治地位，把许多植物生命活动的现象归结于上帝、神的权力，大大影响植物生理学的发展。从农业生产来看，由于生产发展，要求植物生理学回答的问题就越多，如植物体中的物质从哪里来的？植物怎样进行营养的？等等。那时还是偏重于解决土壤营养问题，后来发展到要解决空气营养问题。

在以后的岁月中，资本主义经济对农业生产提出更高的要求；同时，物理学和化学都有飞跃的发展，使植物生理学研究工具有较大的改进，而且应用物理、化学原理认识生理变化，这就大大推动了植物生理学的研究工作，到了十九世纪，植物生理学逐渐形成一门独立的科学。在以往大量的生产实践经验和前人的工作基础上，布森戈（1802~1899）对氮素营养和光合作用提出理论根据，并开始以植物为对象进行较细致的研究工作；李比西（1803~1873）提出施矿质肥料以补充土壤营养的消耗，成为利用化学肥料理论的创始人。他们两人的工作可以说是植物生理学成为一门独立科学的标志。

从我国来看也是如此。在解放以后，特别是无产阶级文化大革命以后，大大解放了生产力，农业生产迅速发展也促进植物生理学的发展。例如，1958年的合理密植的群众性科学实验运动，促进了我国群体生理的发展；赤霉素等激素应用的群众运动，促使植物激素的研究更深入、更广泛；作物丰产的叶色转变规律，对合理灌溉和施

肥的理论基础提出更高的要求；水稻的晒田、花生的蹲苗获得高产，加深了对植物生长的认识和根系生理的研究；等等。

由此可见，植物生理学绝不是少数资产阶级“专家”“权威”发明创造的。植物生理学的产生，是以广大劳动人民的实践经验为基础的，是与科学地继承与发展植物生理学上长期累积的研究成果分不开的。

当然，我们也并不否认能总结和反映当时劳动人民创造的某些个人的作用，例如，革命导师马克思、恩格斯、列宁和毛主席都对达尔文（发现生物进化）、虎克（发现细胞）、富兰克林（发现电）等人予以很高的评价。这正是由于他们能代表时代的要求，总结人民群众的经验和创造。就以达尔文来说吧，在他写书之前，当时英国和西欧许多国家的农民和农业工人，早已在实践中懂得了人工选择可以创造新品种，准备好大量的实际材料，达尔文以这些材料为基础，加上个人的钻研，在十九世纪写出“物种起源”一书，揭露了生物的起源、变异和发展的规律，为生物科学奠定理论基础。所以，我们决不能把劳动人民的创造和个人作用对立起来。我们正是在承认人民群众创造历史的前提下来谈个人的作用，反对以各种不同形式出现的“天才史观”。

毛主席教导我们：“知识分子如果不和工农民众相结合，则将一事无成。”无产阶级文化大革命以来，植物生理学工作者坚持走《五·七指示》道路，同工农相结合，这就为我国植物生理学的发展开辟了广阔的道路。

（二）植物生理学的形成和发展中贯穿着两种思想的斗争

在科学的植物生理学形成和发展的过程中，也充满着唯心论和唯物论的斗争，植物生理学也就是在斗争中逐渐形成和发展的。

在十九世纪中，由于生产力的蓬勃增长，科学进步，植物生理学

也得到很大的发展。可是，当时科学的指导思想，也反映了十八世纪英国工业革命以来的机械唯物论的观点，例如，将高级运动状态的复杂生命过程简化为单纯的理化现象。再加以在十九世纪初，由于受黑格尔唯心主义哲学的影响，使生机论一度在植物生理学中滋长起来，例如，生机论者常借用萤光对光合作用最有效率的错误试验结果，贩卖所谓生理过程受不可知的“生命力”所支配等黑货。季米里亚捷夫（1843~1920）以精密的试验和唯物主义观点，摧毁这种以形而上学的生命力去解释生命现象的生机论。

在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，也同样存在着严重的斗争。毛主席教导我们：“马克思主义的哲学辩证唯物论有两个最显著的特点：一个是它的阶级性……，再一个是它的实践性，强调理论对于实践的依赖关系，理论的基础是实践，又反过来为实践服务”。“理论和实践这样密切相结合”是我们共产党人区别于其他任何政党的显著标志之一”。植物生理学当然不能例外，它也具有实践性的特点，前面说过，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，资产阶级植物生理学“专家”，总是关起门来搞纯理论，认为这才是植物生理学的任务，至于如何应用于实践，那是别人的事。“我做理论，你去实践”。“今天的科学，明天的实践。”这些“理论至上”的错误思想，都是使理论与实践截然分离，脱离三大革命运动，对植物生理学的发展极为不利。固然，学科之间是有所分工，但不是断然分家，其基本原理都是相同的，那就是实践性的问题。“如果有了正确的理论，只是把它空谈一阵，束之高阁，并不实行，那末，这种理论再好也是没有意义的”。这种“理论至上”的唯心主义观点在植物生理学影响相当深。例如，一些资本主义国家对光

合作用机制的研究，目前搞得相当深入，也谈论光合作用对农业生产的重要意义，但从机制联系到农业生产的工作却少得可怜，一遇到生产实践问题，就束手无策，软弱无力。这就是由于资本主义腐朽没落的政治制度统治下，自然科学（包括植物生理学）受到“理论至上”影响而产生的恶果。

理论不仅要变为实践，而且必须在实践中来检验，来发展。例如，赤霉素、核酸降解物等物质在初步探明其生理作用之后，经过广大人民的应用实践，对其生理作用了解更深刻，对其使用规律性掌握得更全面。在国外，植物激素大多数应用于园艺作用，而我国将植物激素的应用扩展到粮食作物，打开一个新路子。这些成就，都是由于专业工作者和广大贫下中农结合、理论与实践结合而发展起来的。

三、植物生理学的学习方法

要学好植物生理学，一定要贯彻下列观点，才能掌握其精神实质，才能学以致用，才能分析问题和解决问题。

（一）生产实践观点 植物生理学产生于农业实践，没有农业，就没有植物生理学。我们学习植物生理学的目的，就是为我国社会主义农业生产服务，把植物生理学作为农业生产的理论武器之一。所以，我们学习植物生理学时，必须有生产实践观点，深入生产第一线，进行周密的观察和调查研究，对植物生命活动有丰富的感性认识，才能在理论上掌握其规律性，才能检验这些理论是否正确，才能进一步丰富和发展其内容。

科学实验是从生产实践中分化出来的。要解决植物内部某些生理活动，必须通过科学实验加以验证或探讨。植物生理学是一门实验的科学，我们往往借助物理或化学方法的帮助，才能发现其内在变化。所以，科学实验是一项非常重要的实践。不能轻视。

在強調生产实践的同时，我们也反对轻视理论，以干代学的倾向。我们要強調把实践提高到理论，以理论指导实践，要在实践的基础上着重向理论学习。

(二)辩证唯物主义观点 与外界环境密切联系的植物的生命活动是错综复杂的，因此我们学习植物生理学时，不能用孤立的、靜止的、片面的观点去分析问题，必须坚持辩证唯物主义的观点，尤其是用矛盾分析的方法去分析问题。

1. 生理过程就是一种矛盾运动 “马克思主义的哲学认为，对立统一规律是宇宙的根本规律。”这个规律在植物体中也存在。植物的生命活动本身就是一种矛盾运动：植物各个生理过程之间的矛盾、植物与环境之间的矛盾，等等。“这一矛盾一停止，生命亦即停止。”所以，我们不能靜止地、孤立地、片面地对待生理活动，例如，学习光合作用时，必须联系到水分代谢、矿质营养和呼吸作用，才能全面地掌握光合进程。植物生理过程大多数是同时並进的，相互影响的，我们在分析具体问题时，更应注意各个过程、各环境因子间的联系。矛盾着的对立面又统一，又斗争，由此推动事物运动的变化。”植物生命活动也是那样。吸水和蒸騰、光合和呼吸、同化和異化，都是矛盾着的现象。植物就是在各种矛盾过程中生长发育，而且也只有这样既矛盾又统一的过程中才能生长发育。

2. 內因是变化的根据。植物的生命活动是由植物本身的特性和外界环境共同影响的。不同植物在同一环境中表现不一（例如寒潮到来，秧苗有冻死的可能，而小麦不会冻死），同一植物在不同环境中表现也不相同（例如水稻在減数分裂时易受冻害，而其他时期对冻害的抵抗力则较强）。所以，任何一种生理过程都受內因和外因的影响。

“唯物辩证法认为外因是变化的条件，內因是变化的根据，外因通过內因而起作用。”我们必须重视內因。因为“植物和动物的单纯的增

长，数量的发展，主要地也是由于内部矛盾所引起的。”在处理生产问题时，既须重视外因的影响，应用各种措施去调节植物的生命活动；同时更必须注意内因的特性，因势利导，才能得到积极的效果。例如，水稻可在低洼田地生长，而花生、黄豆在过湿的田地上种植则会烂种、烂根；甘蔗、水稻的抗盐能力可用锻炼方式加以提高，蔬菜则不易接受锻炼。所以，在自然面前无能为力的消极态度，或是不管自然规律而一味蛮干的反科学态度，都是十分错误的。

3. 抓主要矛盾和矛盾的主要方面。尽管植物的几种生理过程同时进行，相互影响；外界因素和植物之间又相互作用；各外界因素又相互牵连，等等。头绪很多，植物的生命活动非常复杂。可是，一切事物不是孤立而是相互联系的，不是杂乱无章而是有内在的规律的。我们必须树立发展的观点、全局的观点、相互影响、相互制约的观点，才能正确理解植物的生命活动和揭发它们的内在规律。“在复杂的事物的发展过程中，有许多的矛盾存在，其中必有一种是主要的矛盾，由于它的存在和发展，规定或影响其他矛盾的存在和发展。”我们在处理生产上发生的生理问题时，一定要善于区别主要矛盾和次要矛盾、矛盾的主要方面和次要方面等，要用全力找出它的主要矛盾和矛盾的主要方面。才能看清问题，抓住关键，一切问题就可迎刃而解了，否则，就会被复杂的表面现象所迷惑，不是眉毛胡子一把抓，解决不了问题，就是“如堕烟海，找不到中心，也找不到解决矛盾的方法。”

4. “事物都是一分为二的”。植物生活离不开外界环境、温度、光照、水分、肥料等都是植物生存所不可缺的，但是过多了也能为害。毛主席报导我们：“在一定的条件下，坏的东西可以引出好的结果，好的东西也可以引出坏的结果。”因此我们必须树立一分为二的观点，充分发挥积极的一面，限制消极的一面，甚至将消极因素变为积极因素。例如，植物是需要水分，但水分过多反而使植物受湿害或涝害。

在生产实践上，要保证水分不过多也不过少，使植物生长正常。但是，也可以利用干旱进行播种前干旱锻炼，以增强抗旱性，或是利用干旱抑制生长（如水稻晒田、花生清棵），以促进后期的发育。

(三)进化发展观点。植物生理过程充满着矛盾，它是不断地运动着、发展着。一个植物有它的过去、现在和将来，换句话说，有它的发展过程，生命现象是连续的，个别的植物只不过是链条中的一个环节，它与以前的环节有因果的联系，同时它也影响以后的环节，所以，要正确理解植物的生理功能（例如各种向性运动、发育阶段所要求的外界环境等等），必须运用进化发展的观点），从植物历史上去追寻，才能得出完善的答案。如果没有进化发展观点或历史观点，而静止地、孤立地对待生理过程，那么，在各种适应性的生理现象面前，只能瞠目结舌，不知所以然。

(四)生理观点。植物生理学是研究生命活动规律的，生命活动包括物质的转化和能量的转化，也就是包含着物理学和化学的运动形式，所以，植物生理学工作者经常应用物理化学的实验方法去探索各个生理过程的各个步骤，使研究由整体水平发展到细胞水分、亚微结构水平、甚至分子水平，进步很快，但是要强调指出，我们是用物理学或化学的原理或技术去帮助分析植物体内的生理活动，而不是用植物做材料去研究物理学或化学，两者是有区别的。植物体中的物理学和化学变化虽然与无机界一样，都在同一规律下进行，但却不能用物理学或化学的原理去说明植物的生理活动，正如恩格斯所说：“生理学当然是有生命的物体的物理学，特别是它的化学，但同时它又不再专门是化学，因为一方面它的活动领域被限制了，另一方面它在这里又升到了更高的阶段。”（《自然辩证法》）。现在是大量借用数理化的进展以研究植物生理的时代，相信今后学科之间相互渗透、相互影响越来越频繁，越来越深入，我们更应该有强烈的生理观点，强调生命

活动的特殊性，才不会堕入机械唯物论的深渊中。

此外，现今的生理研究逐渐细致、深入，常常控制若干条件而只改变一个条件去探讨个别生理变化或某些局部变化，甚至将有关结构拆开再合回去（如光合结构的折合），获得大量的资料，较深入地认识某些生理步骤。但是，各生理过程不是孤立无关的，所以在分析之后必须进行综合工作，才能对植物整个生活状况有一个完整而明确的概念。必须注意，各个生理过程是相互影响、相互牵制的，各个生理过程的总和并不等于植物体的生活过程。由此可见，只有分析而没有综合，或把综合当作是机械的总和，都是错误的。我们应该具备生理观点，掌握生理活动的特殊性，在各生理过程相互关系和植物内环境相互作用的基础上，有机地进行综合工作，才能得出正确的结论。

第一章 植物的水分代谢

目 的 要 求

没有水，便没有生命。农谚也说：“有收无收在于水”。水分在植物的生命活动中是起着非常广泛的、重要的作用。

全章的重点是在了解植物水分代谢的基础上，进一步掌握灌溉的生理基础和作物的抗旱生理，并能初步应用这些理论去分析实际问题 and 指导生产实践。

一般说来，要保持作物的水分平衡，才有可能获得丰产。水分平衡是指吸收水分和丢失水分之间的平衡问题。

植物吸水主要是靠根部进行的，首先要弄清细胞吸水（重点在渗透吸水）的原理，然后才能掌握根系吸水的方式。深入体会根系吸水的本质（与呼吸、渗透、蒸腾有关），结合外界条件，把吸水理论与农业生产有关问题联系起来。

蒸腾作用是丢失水分的主要方式，其中以气孔蒸腾为主。弄清气孔蒸腾的两个步骤和气孔运动的原理。掌握蒸腾速度大小决定于植物内外蒸汽压差的原理后，就比较容易理解影响蒸腾作用的外界条件。与吸水一样，也要把蒸腾作用与生产实践挂上钩。

灌溉是防止干旱的积极办法。要做到合理灌溉，从生理上要明确作物的需水规律，特别是不同生育时期的需水情况，与及灌溉形态指标和灌溉生理指标的理论根据。

从进化的观点来看，陆生植物是由水生植物进化而来的，因此，是植物的一个重要的“先天”环境条件。事实上，植物的一切正常