

北京农业大学丛书

(I)

現代植物生理学若干問題

Б. А. 魯 宾

劉 華 傑

科学出版社

北京农业大学丛书 (I)

現代植物生理学若干問題

B. A. 魯 賓 著

科 学 出 版 社

1958

現代植物生理學若干問題

[蘇] B. A. 魯賓 著

北京農業大學植物生理學教研組譯

*

科學出版社出版 (北京朝陽門大街117號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第061號

中國科學院印刷廠印刷 新華書店總經售

*

1958年7月第一版

書號: 1264 字數: 99,000

1958年7月第一次印刷

開本: 850×1168 1/32

(京)0001—3,575

印張: 3 5/8 插頁: 2

定價: (10) 0.70元

Б. А. Рубин
О СОСТОЯНИИ И НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ
СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

內 容 提 要

本書系苏联莫斯科大学植物生理教研室主任兼苏联科学院生物化学研究所抗病实验室主任 Б. А. 魯賓(Рубин)教授应我国的聘請, 于 1957 年冬季来我国講学期中所作学术演講的講义, 介紹了現代植物生理學上若干重要的問題。此書可作为植物生理學、病理學与农业科学的参考書。

本書共有八講, 首先介紹了現代植物生理學的状况与任务, 随后論述了植物代謝作用, 呼吸系統适应性, 抗病性生理等方面的最新成就。

本書由北京农业大学农学系植物生理學教研組翻譯、整理及校訂。

目 录

第一講	現代植物生理学的状况及其若干任务	1
第二講	植物呼吸作用的一般意义及其在个体發育中的动态	13
第三講	植物的氧化系統	28
第四講	根在植物生命活动中的作用	40
第五講	植物适应环境的生理基础	52
第六講	自养和异养植物相互关系的一般生理学問題	67
第七講	氧化作用在植物对微生物的抗性中的作用	82
第八講	植物原料的某些生理及生化問題	102

現代植物生理學若干問題

第一講 現代植物生理學的狀況及其 若干任務

植物生理學是關於植物有機體生命活動的基本規律性的科學。它研究植物土壤營養和空氣營養的過程，植物的生長和發育，開花和結實，可塑性物質的合成和積累，也就是研究保證植物能夠建造自己軀體和生殖的全部過程的總和。植物生理學揭發這些過程與植物生活條件的關係，以及這些過程在有機體與外界環境相互關係中的作用，因而，它為滿足植物對各種營養、光和熱等等需要的措施創造了理論基礎。生理學的研究為在各種土壤氣候地帶合理地分布植物提供了科學基礎，這些地帶的條件最接近於各種種、變種和品種的自然特點和要求。植物生理學萌芽於植物學的內部，不斷順利地發展，而成為一個很重要的知識部門。植物生理學的研究和知識，在現階段特別有了蓬勃的發展。我們有理由可以說產生了新的生理學，它是以一系列原因和因素的綜合影響為前提的。生理學上思想的重新武裝，也就是在生物科學中確立唯物主義的原則，馬克思列寧主義的原則，無疑地首先有巨大的決定性的意義。辯證唯物主義以正確的關於生命的概念武裝了生理學家，使他們把生命看作是獨特的、質上特殊的物質存在形式，它是在物質發展的一定階段在實現發展的條件的直接影響之下產生的。在生物學中確立我們周圍世界的統一性和完整性的原則，生物界和物質界統一的原則，為理解生理機能在有機體爭取生存、自衛和生殖的鬥爭中的作用提供了無限的可能性。這並且為闡明植物有機體對外界影響的合理反應的本性指出了途徑，這種反應保證能夠在不斷變化的外界環境條件下保持作為種的特點的代謝過程的方向。

有人錯誤地認為，有機體和環境統一的思想，只是在最近幾十年

中由于唯物主义生物学的彻底胜利才产生的。关于有机体和环境相互影响的本質問題，在生物科学發展的全部历史过程中，成了生物学家的世界觀的試金石之一。早在十九世紀，許多杰出的生物学家坚持正确的观点，即把外界环境看作是决定生物界發展方向的基本因素。在拉馬克、达尔文、謝琴諾夫、路里耶、季米里亚捷夫和巴甫洛夫以及其他的学者思想家的著作中，經常強調指出：“有机体”这个概念必定要包括維持它生存的外界环境。唯物主义生物学家坚决地反对把發展的因素分为外部的和內部的，而把后者看作是外界环境在种存在的全部历史过程中在有机体中累积起来的影响的結果。例如，季米里亚捷夫曾經教导說：每一个有机体的特性，不仅是在現在的，而且是在所有过去的、远在生命开始时的影响下所形成的。种在自己的結構和机能中反映出它發展所处的环境，因为这个环境条件是不斷地变化的，所以只有用历史的观点才能理解种的特性。每个有机体必須看作是变动的現象，看作是过程。有机体和环境統一的思想在米丘林的著作中获得了本質上新的發展，米丘林創造性地領會了辯証唯物主义的原理，在自己的工作中以此作为指导，多方面促使在生物学中建立起机能先于形态的原則。根据米丘林的意見，任何有机体所有內部和外部的特点和特性，都决定于它的生存条件。如果植物的組織是像現在所有的那樣，那末这是因为它的每一个細微部分都在执行着只有在一定条件下可能的和必需的某种机能。米丘林写道：这些条件改变了，机能就成为不可實現的、不需要的，而执行机能的器官就逐漸退化了。

生理机能的特点，以及作为生理机能的基础的新陳代謝过程的特点，都在有机体适应于变化的生存条件的过程中有規律地發生变化。由此可見，有机体本性的变异，是在机能的即生理的基础上實現的。米丘林所确定的植物發育周期各个阶段不同性質、不同作用的事实也有巨大的意义。我們在李森科的阶段發育理論中可以看到这种思想的进一步發展，根据阶段發育理論，个体發育是由順序更替的、質上不同的新陳代謝的阶段結合起來的。

正确地、唯物主义地解释部分和整体、結構和机能的相互关系等

問題，有着特別重要的、決定生理學發展方向的意义。進化過程中有機體在形態、解剖和生理上的分化和特化，其結果曾是越來越顯著地表現出它們異質性的加強，同時也是生物體統一的必要基礎。高等植物有機體的異質性，其中有不同機能的大量器官和組織的存在，是它們正常生存的必要條件。只有具有作為所有生物體（不管它們的複雜性如何）結構的普遍原則的異質性，有機體中才能保持它們組成部分之間的不斷交換，以及整個有機體和它們周圍外界環境之間的不斷交換。

均一介質的特点是其中缺乏新陳代謝的條件，因而沒有存在像生物這種體系的可能性。

矛盾的巨大意义也就在這裡，矛盾是自然界和社會所有現象中的普遍原則，列寧曾經強調指出它的意义，中國人民領袖毛澤東同志在著作中也予以同樣巨大的注意。

唯物主義哲學的這些原理起了極為巨大的作用。這些原理指導生理學家注意研究不僅是個別細胞的特性和機能，而且注意研究較高度分化的部分的特性和機能，包括個別離體的細胞器。大家知道，這個方向現在在生理化學的研究中獲得很大的發展。這個方向使得確立了許多重要的事實，有關原生質體各個構成部分的生物學作用和生物化學機能。保證這些研究工作具有進步意义的必要條件，乃是考慮到分離出來的細胞器的機能，和作為原生質體部分的同一些細胞器的機能，是不同性質、不同作用的。因此，研究細胞的各個細胞器的機能時，生理學家不應忽略：在活的細胞中，這些機能是被原生質體其他部分和整個有機體的總和對它們的影響所制約的。在應用正確的方法之下，各個細胞器機能特點的研究，無疑地將促進而且在很大程度上已經促進了對整個有機體機能的詳細情形的了解。

除了上述以外，這門科學在方法上的重新武裝，在生理學的研究中越來越廣泛地利用示踪原子、差示離心法、電子顯微鏡和紫外綫顯微鏡、分光光度計等等方法，對於植物生理學的發展有着特別重大的意义。新的方法使許多內部深刻的過程的研究開始放到實驗的基礎上，而這些過程在不久之前還只能滿足於最一般的、往往是圖解式的

概念。

借助于新的技术而获得的实验材料，使得越来越有必要正确地解释它们，因为事实的累积，尽管它们有多大的意义，其本身不能成为而且永远不是科学发展的唯一条件。科学不是事实的简单搜集，而是事实基础上的知识体系，它是一种世界观。现象的单纯记录，哪怕是用最现代的方法所实现的，也只能是描述和消极的静观。实验中所获得的材料的真正实质，只有通过揭发作为这些材料的基础的普遍规律性才能理解。必须确定每一个过程在生命现象的总的体系中的地位，因为只有在这种条件下，各个实验的材料才能用来为实践服务。首先决定现代植物生理学的向前发展的基本因素就如上述。我将要叙述这门科学某些部分的知识状况，由于时间有限，这种探讨当然只能限于一两个实例。每门科学的特点在很大程度上与它所研究的对象的特点有关。作为植物生理学研究对象的绿色植物，最明显地体现出自养的原则，那就是能够依靠无机化合物和光能，而不利用现成的有机化合物及其中的化学能来建造有机物质。

现在已有无可争辩的证据，证明自养这种营养方法，进化上是在生命存在的较晚阶段上产生的，是在较早已有的异养的基础上产生的。以下事实首先可以证明这一点：利用现成的有机化合物作为营养物质和能的来源的本领，是地球上所有的生物所固有的，其中包括能够自养的有机体在内。以下另一个事实也可说明自养的方式是较晚出现的：大气中游离的分子态氧起源于生物发生过程，因为它是光合作用的产物，也就是绿色植物生命活动的产物。

在产生新的生理机能——自养的时候，发生在自养以前的用异养方式固定二氧化碳的作用不仅没有消失，而相反地成为光合作用过程的锁链中必要的环节，成为这个过程的第一阶段。现代生理学有大量的类似例子可以证明：新的性状和特性是由于旧的性状和特性的复杂化而形成的，并且大部分把后者作为阶段之一。

我们也有材料可以证明：自养有机体和异养有机体之间的差别不是绝对的、无条件的。例如，对地球上大多数生物来说，都有需要某种维生素或氨基酸的现成的分子的特征。这些有机体中包括大多

数的藻类，以及低等的含叶绿素的有机体。实际上所有光自养的有机体能够实现混合的营养型式，甚至完全转变成异养的生活方式。许多能够只靠二氧化碳作为碳素营养的化学自养的有机体，同时要求在介质中存在现成的维生素，没有这些维生素它们不能合成一定的酶系统。

与这些有机体相反的是霉菌，它们能合成大量各种生物学上活躍的物质（维生素、抗生素、酶），但同时它们在碳素营养上是典型的异养者。

这很好地证实了辩证唯物主义关于自然界中存在的界限的相对性和有条件性这一原理的正确。光合作用的发生，即利用光量子能同化二氧化碳的形式的发生，是与细胞催化机能的大大复杂化有关的。现代关于光合作用的基本环节和阶段的观念，是在几十年中由许多国家的大科学家们的紧张工作而建立起来的。

从现在公认的卡尔文 (Calvin) 圖式中可以看出：由無机的二氧化碳和水合成有机物质的过程必定与大量各种系统的参加有关，而且这个过程的正常进行，只有在各种系统的工作严密配合和相互协调的情况下才有可能。

在綠色細胞中，这个系统不断地进行工作，由于它的作用的结果，水发生光解，并形成游离的氧和活躍的氢。应当有实现暗的固定二氧化碳的系统。现在把二磷酸核酮糖認作是氢的受体，这种化合物是由一小部分磷酸从 ATP 轉到一磷酸核酮糖上而形成的。

二氧化碳的分子参加到二磷酸核酮糖中使得形成了带有 6 个碳原子的中間化合物。这种中間化合物分解成二个分子的磷酸甘油酸，现在把磷酸甘油酸看作是光合作用的最初产物。

下一个系统是氢的轉移和它用来把磷酸甘油酸还原到磷酸丙糖的水平。磷酸丙糖也包括在这些反应的鎖鏈中，其结果是形成貯藏的糖，以及再生磷酸核酮糖的分子，磷酸核酮糖是由 4 碳和 7 碳化合物系统中的复杂轉化而形成的。

此后，光合作用的正常进程就必须存在氧化的磷酸化系统，这个作用是保証不断形成 ATP ，即具有高能磷酸鍵的化合物。这种“能”

被用来在綠色細胞中重新产生固定二氧化碳的受体——二磷酸核酮糖。

所有这些反应的复杂总和,是由許多酶的系統所催化的。

从卡尔文的圖式中还可看出:在磷酸甘油酸还原之后所形成的丙糖,可以部分地参加到所謂克列布斯(Krebs)循环的轉化中去。此时所产生的有机酸很容易地与其他化合物起反应,形成氨基酸、脂肪酸等等。

这正可以說明:光合作用时所同化的 C^{14} 不仅在碳水化合物的部分中發現,而且也在蛋白質、有机酸和其他部分中發現。現代光合作用圖式的每一个基本原理,都是由完全令人信服的实验材料所証实的。季米里亚捷夫关于叶綠素直接参加氢的輸送的观点,以及叶綠素分子在光合作用时受到可逆的氧化还原轉化的观念,得到了完全証实。也証实了巴赫对光合作用的观点,他把光合作用看作是氧化还原过程的偶联系統。1893年巴赫所提出的光合作用过程的圖式假定:光合作用时所分解出来的氧的来源是水。只經過了50年借助于氧的重同位素就証实了这个假設。現代的光合作用圖式解释了光合作用对于氧化系統的特殊抑制剂有高度敏感性的原因,同时并且确定:光合作用与調节呼吸过程的系統,这两个方面之間存在着密切的联系。

最近几年中,关于植物中叶綠素生物合成途径的問題方面,获得了宝贵的材料。在这种情况下,研究的成功是取决于应用示踪原子的方法,以及利用射线来获得单細胞藻类的各种各样的突变。应当特別指出:同时非常清楚地看到綠色色素和鉄复肼酶的輔基的生物合成过程的第一阶段的共同性。

这些材料有着原則性的、一般生物学的意义。这些材料有力地說明了:活細胞中卟啉的机能与水的轉化有不可分割的联系。如果卟啉的鉄衍生物使水分解,那末,卟啉(Porphyrin)的鉄衍生物,則相反地促进氢的氧化,因而形成水。

莫斯科大学植物生理教研室最近所获得的材料証实了:若干种鉄复肼性質的酶直接与叶綠素的生物合成过程有关。

这里我們又一次証实了一个观点, 根据这个观点, 綠色色素 (或整个光合作用) 只是在进化的較晚阶段才产生的。在任何情况下, 叶啉的铁衍生物 (氧化酶) 在叶綠素形成之前早就形成了。同时, 这些材料还确立了光合作用 (一方面) 与呼吸过程总体 (另一方面) 之間相互关系的一条路綫。这就是問題情况进展的一个例証, 这些进展是在很短的时期內發生的, 簡直就在最近 8—10 年之內。生理学方面关于呼吸的气体交換的觀念, 在最近几年中也在原則上發生改变并且得到丰富了。大家知道: 在数十年之中, 都把呼吸作用看作是异化的过程, 把它的实質归結为有机物質被空气的氧所氧化, 并释放包含在被氧化的化合物中的能。用示踪原子的方法詳細研究了呼吸过程的化学机制, 研究了催化呼吸的酶系統的本性和它在原生質中分布的局限性的特点, 不得不坚决地放弃这种片面的观点。

在这种情况下应用进化的, 历史的方法去分析借新方法所获得的实验材料也是極有成效的。我沒有可能詳細地談到生物化学方面的細節, 只是指出: 根据現代的观点, 綠色植物特有的正常呼吸或需氧性的呼吸 (这里我們沒有涉及动物有机体), 只能在大气中出現游离的氧之后才能發生。

在这个时期之前, 地球上所有有机体的能的交換, 都是由嫌氧的途径实现的。与光合作用的情况一样, 新的机能 (需氧过程) 的發生, 并不随之以旧的机能的消失。相反地, 嫌氧过程被完全保留下来, 作为需氧性呼吸的必要的組成部分。結果, 現在地球上所有有机体都具有用嫌氧的方法分解有机物質的能力。具有需氧性氧化机构的那些有机体, 因而也具有这种特性。根据 A. И. 奥巴林的意見, 嫌氧呼吸系統的普遍性也証明了它的起源是比較早的。由嫌氧代謝过渡到好氧代謝是与生命的能量水平显著提高有关的, 这使得有机体大大有效地利用呼吸基質被氧化了的分子的能。同时, 随着进化过程中游离氧的出現, 必然产生了催化剂的系統, 使得細胞能够把被氧化的物質逐漸有步驟地由高的能量水平轉变为較低的能量水平, 借助于这种机制, 可以防止由于一次过程而把糖的全分子完全氧化。参加呼吸作用的酶系統, 極为分化而且数目極多正是为了这个目的。因

为呼吸作用問題在我的以后几講中将专门叙述，所以这里只談一下某些原則方面。由嫌氧代謝过渡到需氧，是与两种新的酶綜合体的形成有关。其中之一是使氢动員起来，在嫌氧的情况下氢的能不能利用的，因为这种氢是以各种还原产物(酸、醇等等)的形式被分离出来。第二种酶綜合体的作用是使空气的氧活化，达到这种氧能使氢氧化化的水平。

在第一种情况下指的是脫氢酶，第二种情况指的是氧化酶。在上述每一种酶中都包含大量成分，其化学性質、对于基質的特异性以及其他方面不同。由于存在着一大群中間傳遞者以及輔酶等等，綠色植物氧化还原系統的多多样性越来越增加了。

利用了差示离心法能够証明：这个巨大的綜合体的各个成分是被局限地分布在細胞的各种細胞器中，而且这种局限性的性質是不固定的。它在植物發育过程中随着組織的衰老而發生变化，并且决定于有机体的一般生理状况等等。

这些材料有特殊的意义，因为酶的位置对于它的作用的性質有着巨大的影响。因此用最新的实验技术所获得的材料表明：在构成細胞的氧化机构时，極完全地利用了多样性的原則(принцип множественности)，我們在講演之初已經強調指出其巨大的适应意义。正是这一点，使得植物能够把呼吸作用保持在一定的水平上，而不管有机体發育所处的外界环境条件的不断变化。詳細分析呼吸材料中分子分解的各个阶段，使得明确了呼吸作用的巨大意义，在呼吸过程中，形成了各种中間化合物，这些化合物被用来构成細胞原生質的必要成分。正是由于这一点，呼吸作用就其直接意义而言，在活細胞的全部代謝过程中占着中心的地位。碳水化合物、蛋白質和脂肪的代謝过程都交叉在中心点內并且得到协调。从旧的片面的把呼吸作用看作是异化过程的观点出發，像我們所看到的，沒有留下一点东西。实际上，呼吸作用是分解和合成过程的統一。在用来作为基質的非特殊的化合物的基础上，細胞合成了許多極重要的特殊的化合物。

可以举出戊糖的形成作为例子，戊糖是产生在植物細胞呼吸的

所謂 апотомический путь* 的过程中。葡萄糖氧化的 апотомический путь(又称为“直接的”)的特点是在于并不把糖預先分解为两部分丙糖磷酸酯。在这个过程中所形成的戊糖被細胞在合成核酸时所利用。所有上述这些事实使得呼吸作用成为植物有机体全部代謝过程中極重要的环节。呼吸作用乃是有机体合成机能、植物呼吸及同化营养物質过程、物質在植物組織和器官中轉移等等的直接調节者。呼吸作用保証原生質的正常状态，以及整个有机体对各种物理和生物学因素的不良影响的抵抗性。

在植物生理学的許多其他部分中也确立了許多有意义而重要的事实。我簡要地談一下某些例子。其中例如細胞透性的問題，这个問題与营养物質的进入植物的全部过程有关。借助于示踪原子的方法，已經确定不仅矿物盐类的阴离子和阳离子能透入原生質里，而且分子量很大的有机化合物(氨基酸、某些抗生素、蛋白質等等)也能透过。已經确定：在植物生命活动的过程中，許多有机化合物，其中也有各种酶，主要通过根系也分泌到外界环境中去。根的分泌在土壤营养中起着重要的作用，它能提高植物吸收营养物質的能力。这一些和許多其他的事实都使得有必要根本改变現代关于原生質表層所謂半透性的觀念。其中应当考虑吸附現象的特別重要的作用，进入原生質团聚系統中的物質的溶解度以及这些物質参加原生質中所进行的生化过程整个系統的速度。現在已經越来越清楚：某些化合物进入細胞的过程，不是由原生質表層的某些物理特性来調节，而是由历史上形成的新陳代謝的全部过程来調节的。我們关于矿質营养元素和維生素在植物有机体新陳代謝中的生理作用的觀念，現在是无可估量地扩展了。

已經証明，許多微量元素的作用在于它們进入極重要的酶的輔基的組成中。植物細胞所合成的許多維生素也有同样的作用。維生素 B 这一类在这方面有着特殊的作用。

例如，磷酸形式的維生素 B₁ (硫胺素、制神經素)，是輔羧化酶的成分。維生素 B₆ 的磷酸(吡哆醛 pyridoxale) 包含在促使氨基酸轉

* апотомический путь 即指磷酸己糖支路(hexose monophosphate shunt)。

化的酶类成分中，此类轉化中最重要的过程是氨基移換作用。磷酸化的烟草酸醯胺（維生素 PP）包含在活細胞中分布最广的脫氢酶的成分中，脫氢酶促使被氧化的呼吸基質脫氢（輔脫氢酶 I 和輔脫氢酶 II）。

有意义的是：在所有的情况下維生素的磷酸都参加构成酶的结构，这再次闡明了磷在生物有机体的新陈代謝中的巨大作用。

几年以前，李普曼（Lipmann）發現了另一个具有非常高度的催化活跃性的化合物，它的成分中也含有 B 族維生素的一种——泛酸。泛酸極其广泛地分布在自然界中，并且簡直在所有各类有机体中都能找到。所指的这种化合物称为輔酶 A (CoA)。輔酶 A 的成分中除了泛酸以外，还有腺甙磷酸和两个氨基酸： β 丙氨酸和硫乙醇胺（ β -аланин и тиоэтанол-амин。）輔酶 A 分子中最后的硫氢基 (SH) 起着主要的作用。在这一点上，在新陈代謝反应中起着某种轉化的各种化合物的甲基与輔酶 A 相化合。在有 ATP 参加的情况下，形成輔酶 A 与代謝物之間的化合物，而且所形成的鍵含能量很高，約有 8,200 卡。

与輔酶 A 化合的乙醯基能容易地轉移給其他的接受体，这使得細胞能够进行各种合成作用。

輔酶 A 的生物学作用是非常大的而且多样的。为了更清楚地想像这个作用，应当記得：呼吸循环中碳水化合物，蛋白質和脂肪代謝之間的联系，是通过丙酮酸而实现的。这种酸本身相当不活泼，借助于輔酶 A 而得到活化。輔酶 A 也能使其他的酸活化。

醋酸、琥珀酸和其他的酸由于輔酶 A 而达到的活化，也决定了这种催化剂在氨基酸、脂肪酸和細胞的其他化合物的生物合成过程中的特殊作用。輔酶 A 是万能的催化系統的例子。到現在为止，还没有發現任何一个有机体，它的細胞中沒有輔酶 A。有意义的是：有机体中所見到的泛酸都处在輔酶 A 的状态。輔酶 A 的發現也証实了硫 (S) 在細胞的新陈代謝中所起的特別重要的作用。除了磷以外，硫也能产生富于能的化学结构。在这些结构中所集中的能量，为原生質必要成分的合成的生命活动过程所利用。

在最近几年中也根本改变了关于根在植物生命活动中的一般作

用的觀念。米丘林早在上世紀末，就綜合了自己在嫁接、無性雜交和砧木與接穗互相影響方面的實驗材料，肯定的指出：植物的根無疑地具有特殊的合成的機能，因此，根積極地參加有機體遺傳性的形成。最近幾十年所獲得的大量事實，完全証實了這個觀點。這些事實証明：在根的組織中，實際上進行着多種多樣的、極其複雜的生物化學的變化，其中包括氨基酸、生物鹼和其他有機化合物的合成。有實驗的根據可以認為：根在葉的色素的合成中起着一定的作用。在專門的一講中將要更詳細地研討這個問題。這裡只指出：關於根的作用的新的材料，充分証明了植物是組成這個有機體的各個器官的複雜的辯證統一體的觀念。

生理學上植物對不良生存條件的抵抗性的研究結果，應當認為是極有成效的。生理學家們，主要是蘇聯的生理學家們，堅決地拋棄了如下的觀念：即認為每一種生物學特性，是決定於解剖結構或化學成分上個別的部分，而令人信服地証明了：抵抗性的任何種類，都是適應的特性，它決定於有機體新陳代謝過程的全部總和。

在抵抗性中可以看出有機體對環境積極的選擇關係的表現。Н. А. 馬克西莫夫、П. А. 金杰里、И. И. 杜曼諾夫、Л. С. 李特萬諾夫（Литванов）、Н. М. 西薩江和其他蘇聯學者的多年研究，不僅揭發了植物對溫度、供水等不利條件的抵抗性的本質，而且在這個基礎上制定了提高抗寒性、抗旱性、抵抗雜草能力等等的有效方法。

植物對微生物的免疫性的生理學的研究，也得到了重大的成就，將有專門一講來敘述。在這些研究中，有效地利用了植物階段發育理論的基本原理，根據這個理論，植物的每一個生物學特性、每一個性狀都是它發育的函數（функция）*。

根據階段發育的理論觀點，還制定了調節植物水分和礦物營養的有效方法，應用生長期中的灌溉、追肥及作物栽培的其他先進方法。

現在關於所謂生長刺激劑的學說已發展成為植物生理學中巨大

* 即生物學特性及性狀隨植物的發育過程而發生變化。——譯者注

而独立的部門。应当承認：這個問題的理論方面還研究得很不夠。這使得往往得出這樣的說法：生長刺激劑和它的衍生物起着似乎是控制植物有機體生長和發育的全部過程的作用。沒有必要來證明這種論斷的完全沒有根據，這種論斷與生理、生化方面的現代知識有着不可調和的矛盾。至於談到生長刺激劑及其衍生物的实际利用，那末，在最近几年中有了越來越大的利用範圍。這些物質可以很有效地用來防除雜草（化學除莠），加速無性繁殖時根的形成過程，防止子房脫落等等。毫無疑問，這方面將要順利地向前發展。

我們指出了近 10—20 年來生理學許多部門所發生的極為巨大的進展，但仍然不能不承認：我們的科學還遠不能完成实际農業生產向科學所提出的全部任務。在農業面前，擺着培育出新的更豐產的植物類型的任務，這些植物類型能抵抗病虫害，能有效地利用所得的每一分營養物質和水分。創造這些品種不能沒有生理學家直接而最積極的參加。

最近几年中，氣候馴化和引種的工作，植物向新的地區推進的工作，有着巨大的規模，這要求詳細地研究植物隨着土壤氣候因子的狀況的不同而發生的生理變異性的規律性。直到現在生理學在這方面還作得很少。農產品貯藏時的損失還很大，作為工廠加工（茶葉、煙草業、制糖工業、罐頭工業等）的原料的幾種植物的品質，還不够令人滿意。詳細研究各個作物的生理特性，並且在此基礎上建立所謂生理學各論，應當認為是最重要的任務之一。由現代的實驗方法和正確分析事實的方法——不朽的馬克思列寧主義學說所武裝起來的生理學家們，在與農業实际工作者，農業生產的革新者的密切的、不可分割的聯合中，將要进一步緊張地工作，去解決擺在我們科學面前的任務。我在中華人民共和國所看到的還很少，但已使我相信：在這些研究中，中國的生理學家們將要占着最光榮的地位之一。