

高等学校教学用书

# 植物生理学

第一册

B. A. 魯宾 著

高等教育出版社

高等学校教学用书



# 植物生理学

第一册

B. A. 魯宾 著

婁成后 等 译

高等教育出版社



本書系根据苏联“苏维埃科学”出版社（Государственное издательство “Советская наука”）1954年出版的魯宾（В. А. Рубин）教授所著“植物生理学”（Физиология растений）第一册譯出。原書經苏联高等教育部审定为国立大学和师范学院用教学参考書。

参加本書翻譯及校訂工作的有北京農業大学植物生理教研組婁成后、閻龙飞、韓碧文、祝宗嶺、孟繁靜、李华、邵莉桐同志。

## 植 物 生 理 学

### 第一册

В. А. 魯宾著

婁成后等譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

（北京市書刊出版業營業許可証出字第〇五四號）

京华印書局印刷 新华書店总經售

書号 16010·71 開本 850×1168 1/32 印張 12 字數 301,000

一九五六年十月北京第一版

一九五六年十月北京第一次印刷

印數 0001—9,000 定價（8）¥ 1.40

## 序

苏联共产党第十九次代表大会強調必須全面地發展蘇維埃科學，向之提出了要在世界上占居首位并且做到不愧為自己人民的偉大事業的任務。

為了保證工業與農業在五年計劃中巨大的增長，十九次代表大會的指示規定要增加熟練專家的畢業人數，全面改善教育與科學研究機關的工作。

在這方面最重要的措施之一在於保證學生與專家有教學參考書。這些教學參考書要能反映出這門知識的現況，蘇維埃科學的思想方針，其與共產主義建設的生產與實踐的密切關係。

本書試圖從這個觀點來敘述高等植物普通生理學的資料。

著者在國立莫斯科大學生物土壤系教授學生的講稿是本書的依據。全課程的內容準備在兩冊中陳述。

本書第一冊論到細胞生理學，水分代謝，光合作用，與呼吸作用。

第二冊中將要敘述礦質與氮素代謝，發育與生長，植物抵抗性生理學方面的材料。

在編著本書的全程中，著者經常得到奧巴林(А. И. Опарин)、西薩江(Н. М. Сисакян)、郭德涅夫(Г. Н. Годнев)、沙波希尼柯夫(В. Н. Шапошников)、拉奇欽(Ю. В. Ракитин)、克拉斯諾夫斯基(А. А. Кра-сновский)、巴森斯基(А. Г. Пасынский)、安德連科(С. С. Андреев)、庫別爾曼(Ф. М. Куперман)寶貴的意見與指示。現向所有上述諸位表示自己真誠的感謝。我還深切感謝我的學員們——大學生與研究生們——我的一向關心而要求嚴格和公正的評閱者。

著者當衷心感謝地接受所有為了消除書中存在的缺點與錯誤而提出的批判性的建議與要求。

В. 魯賓

# 目 錄

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 序                    |     |
| 第一章 植物生理学發展中的主要阶段    | 1   |
| 文献                   | 25  |
| 第二章 植物細胞生理学          | 26  |
| I. 細胞学說發展中的主要阶段      | 29  |
| II. 植物細胞的組織与原生質的化学特性 | 33  |
| 1. 細胞的結構与化学組成        | 33  |
| 2. 原生質的化学成分          | 38  |
| 3. 原生質是膠体系統          | 43  |
| III. 渗透現象及其本質        | 47  |
| 1. 扩散与渗透             | 47  |
| 2. 决定溶液渗透压大小的因素      | 51  |
| 3. 植物細胞是渗透上活躍的系統     | 52  |
| 4. 渗透过程的生理意义         | 57  |
| IV. 測量泡液渗透压的方法       | 62  |
| 1. 質壁分离法             | 62  |
| 2. 冰点下降法             | 64  |
| V. 細胞的透性             | 65  |
| VI. 細胞的催化系統          | 69  |
| 文献                   | 80  |
| 第三章 植物有机体的水分代謝       | 82  |
| I. 水分在植物生命活动中的作用     | 83  |
| II. 植物对水分的吸收         | 87  |
| 1. 植物对水分的一般需要        | 87  |
| 2. 根系的特点             | 88  |
| 3. 土壤水分的形式及其被植物利用的程度 | 89  |
| 4. 水分之进入植物体          | 91  |
| 5. 植物的伤流与吐水          | 96  |
| III. 蒸騰作用            | 100 |
| 1. 蒸發的一般概念           | 100 |

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 2. 研究蒸騰作用的方法 .....                                   | 101 |
| 3. 蒸騰作用的生物学意义 .....                                  | 103 |
| 4. 气孔蒸騰和角质層蒸騰 .....                                  | 104 |
| 5. 水分在植物体内的傳导 .....                                  | 112 |
| IV. 萎蔫現象及其对植物有机体的意义 .....                            | 114 |
| V. 植物的抗旱性 .....                                      | 121 |
| VI. 灌溉农业的几个生理学問題 .....                               | 139 |
| 文献 .....                                             | 144 |
| <b>第四章 参与植物有机体新陈代謝中的無机碳素</b><br>(光合作用及与其类似的过程) ..... | 146 |
| I. 光合作用的一般概念 .....                                   | 149 |
| II. 光合作用学說的發展史 .....                                 | 152 |
| III. 測定光合作用强度的方法 .....                               | 163 |
| 1. 半叶法 .....                                         | 164 |
| 2. 以計算植物消耗二氧化碳为基础的方法 .....                           | 164 |
| 3. 測压法 .....                                         | 169 |
| IV. 与光合作用有关的細胞結構 .....                               | 169 |
| 1. 叶綠体的形成与結構 .....                                   | 169 |
| 2. 叶綠体的化学成分 .....                                    | 175 |
| 3. 叶綠体中的酶类 .....                                     | 177 |
| V. 行光合作用的植物的色素 .....                                 | 178 |
| 1. 色素的分类 .....                                       | 179 |
| 2. 植物体内色素的形成 .....                                   | 192 |
| 3. 色素的状态及其与質体其它成分的关系 .....                           | 193 |
| VI. 光合过程的化学性質 .....                                  | 204 |
| VII. 光合作用的产物 .....                                   | 215 |
| VIII. 細菌光合作用和化能合成作用是固定 $\text{CO}_2$ 的形式 .....       | 220 |
| IX. 外界条件对光合强度的影响 .....                               | 223 |
| 1. 光合作用和光照条件 .....                                   | 224 |
| 2. 光合作用与空气中 $\text{CO}_2$ 含量 .....                   | 240 |
| 3. 光合作用与空气温度 .....                                   | 247 |
| 4. 光合作用与叶内水含量 .....                                  | 250 |
| 5. 光合强度的晝夜变动 .....                                   | 252 |
| 文献 .....                                             | 257 |
| <b>第五章 植物的呼吸作用</b> .....                             | 259 |
| I. 植物呼吸作用的一般概念 .....                                 | 259 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| II. 測定呼吸强度的方法               | 265 |
| 1. 測压法                      | 266 |
| 2. 測定植物整个器官的呼吸强度            | 268 |
| 3. 測定呼吸强度的簡易方法              | 270 |
| III. 植物呼吸强度及其与外界条件和有机体特性的关系 | 272 |
| 1. 植物个体發育中呼吸强度的变化           | 276 |
| 2. 呼吸作用与溫度                  | 279 |
| 3. 呼吸作用与植物組織內水分含量           | 286 |
| 4. 呼吸作用与光                   | 288 |
| 5. 呼吸作用与周圍环境中氧的含量           | 289 |
| IV. 發酵的一般概念 發酵的种类           | 298 |
| 1. 酒精發酵                     | 301 |
| 2. 乳酸發酵                     | 305 |
| 3. 丁酸發酵                     | 306 |
| 4. 氧化發酵                     | 307 |
| V. 呼吸与發酵过程的化学性質             | 308 |
| 1. 呼吸与發酵間的关系                | 308 |
| 2. 醱类不需氧分解过程的进程             | 312 |
| 3. 丙酮酸在有氧呼吸时的氧化作用           | 317 |
| 4. 催化呼吸与發酵的氧化还原反应的酶类 呼吸学說   | 321 |
| 5. 活組織中氧化过程的偶联性             | 342 |
| 6. 呼吸作用的基質                  | 346 |
| 文献                          | 350 |

## 索引

## 第一章 植物生理學發展中的 主要階段

植物生理學的任务在於根據研究植物體內發生的過程與明了這些過程在植物與其生存條件的相互關係上所起的作用來制訂控制植物有機體生活的方法。

生理學研究所確定的規律與事實是通過控制作物中進行的生命活動過程來提高農作物產量諸措施的依據。

季米里亞捷夫號召生理學家來“參加對自然的鬥爭，並以自己的智慧，以自己的邏輯來從中搜尋、試探自己問題的答案，為了可以占有自然，並且在使之屈服以後，能夠按照自己的願望來引起或停止、改變或指揮生命現象”<sup>①</sup>。

這種指示與偉大的自然改造者米丘林的主張完全符合，米丘林曾經常地強調，人們可以、並且應該比自然界創造還要完善的生物類型。米丘林號召積極地干預自然現象的進程，教導生物學家不要等待自然的恩賜。

任何一門知識的主要任務是用來作為實踐的依據。在為生產服務時，在用新的技術觀念與改進來充實生產時，科學本身的發生與存在，自己發展的全部進程，同時也有賴於實踐。

恩格斯早就強調過科學與生產的不可分割的聯繫，他寫道：“以前人們夸耀的只是生產有賴於科學，但是科學有賴於生產的卻要大得不知多少”。<sup>②</sup>

---

① 季米里亞捷夫全集，第4卷，國立農業書籍出版社，1938年，第35頁。

② Ф. 恩格斯：自然辯證法，人民出版社，1955年，北京，第180頁注解。

每門科学知識的發展要經過一系列的阶段。植物生理学的現况是这門科学在它誕生以后所經歷的長期發展道路的結果。

瀏覽植物生理学的历史显示出这种發展不是平坦而順利的。在这个領域中有过繁荣时期与卓越的發現，也曾看到进步得非常不显著而又往往是完全停頓的停滯时期。

这种兴衰交替絕非偶然。对植物生理学的發展上有巨大影响的是与其接近的自然科学部門而首先是物理与化学的成就与造詣。生物学中唯物論的宇宙觀之不断克服唯心論与反动势力对建立現代生理学有决定性的意义。生理研究所确定的試驗事实又巩固了唯物論在生物学中的地位。

总合起来組成植物生活的無穷尽的各种过程可以隶属于下列三类現象：

- a) 物質的轉化，
- b) 能量的轉化，
- B) 类型的轉化与改变。

季米里亞捷夫在他于1901年1月2日所作的演講“植物生理学百年总结”<sup>①</sup>里，着重指出所有上述三类轉化是彼此分不开的，有密切的联系并且多半同时發生。

然而植物生理学在它發展的初期，絕然沒有去了解生命現象中这三个項目的密切联系。几十年中間，上述每一項目在試驗上的探討都是脫离了其他項目的研究而孤立地进行的。各項中新知識的成果很不平衡，成績参差不齐。例如物質轉化过程的研究，向来是不估計与之有关的能量轉化而进行的。这种情形并不是例外，生理学者在植物类型轉化的試驗中，到最近几年以前，实际上还毫沒有注意到物質轉化过程，也正像沒有注意到能量轉化过程一样。

---

① 季米里亞捷夫选集，卷 II，国立农業書籍出版社，1948年，359頁。

這些研究者把形態和功能脫離，就給形而上學進獻了貢禮，形而上學過去在生理學中占優勢並且更為大多數與我們同時的資本主義國家這門科學工作者的特色。此外，這種片面分析生理現象的看法與化學及物理方面知識的發展水平不夠高有關係，也與生理學者不能充分利用這些科學中已經發現的事實有關係。正是因為這個緣故，生理學及其每一部門發展中的成就，就要依靠有成就地克服生命現象分析上形而上學的看法，要依靠在生理學中運用認識我們周圍世界的唯一科學方法——唯物辯證法。

唯物的宇宙觀，克服了來自反動勢力與唯心論的明顯的或隱藏的、但永遠是頑強而劇烈的反抗，就為自己在植物生命科學里开辟了道路。國外的反動思想雖然不時地滲到祖國生理學里來，它們時常受到俄國生理學個別工作者的擁護，但是一向沒有在其中占有重要與統治的位置。

這點，植物生理學首先得歸功於偉大的俄國生物學家與唯物主義者——季米里亞捷夫，他給唯物論的植物生理學奠定了基礎，並且因之而給自然科學中唯物論戰勝反動勢力的總事業上帶來了不可估計的貢獻。

植物生理學者研究問題的範圍大半決定於他們研究的對象，有機體的特殊屬性。

這些屬性中最典型的應該要算綠色植物特有的靠無機物來營養、將其轉化為有機物的本領。這就是綠色植物與動物以及缺乏葉綠素的植物最主要的區別之一，後者的正常生存向來僅在有現成的有機食料時方有可能。

因此，在植物生理學的全部歷史過程中，在該學科占中心位置的是植物有機體的營養問題，是使其所吸收的無機化合物轉化為植物本身的組織物質的問題。可以毫不夸大地認為生理學作為植物學的一支而存在是以植物營養科學的資格開始的。

在植物生理学發展的过程中不仅扩大了有关植物营养問題的資料数量，并且同时也改变了研究這個問題的門徑本身。生理学在最初阶段是植物土壤营养的科学，更进一步在它的範圍内包括了作为綠色植物生存的主要物質来源的大气环境。

物質与能量守恒定律的發現引起生理学进一步的發展。生理学在它的注意範圍内吸收了植物生命現象的新項目——能量轉化的問題。

生理学發展到以后的阶段对营养在植物生命活动中的作用的估价，在本質上标志出新的看法。这个与我們同时代的阶段与米丘林生物科学的胜利有关系。米丘林生物学，从辯証唯物論的有机体与环境統一的原則出發，認為营养不仅是滿足植物对能量与可塑性物質的要求的办法，并且也是对遺傳特性的形成上有影响的因素。唯物的生物学把营养問題按照这过程的广义来了解，紧密地与类型形成联系起来，并且首先从試驗上証明在生命現象的各方面之間存在着密切的相互关系。

植物生理学的历史提到大量的極其重要的科学發現，这些發現是与許多光荣的姓名連結在一起的。

在植物生理学發展的所有阶段中最重要的發現应当归功于俄国的科学工作者。俄国的先进学者站在唯物宇宙觀的立場上，屢次地把植物生理学从唯生論腐化的影响下挽救出来，因而保證了其繼續發展的可能性。

实际上不可能怎样准确地断定一門科学誕生的日期，尤其若是談到才从母体科学的怀抱分化出来的分支，剛剛立足的一門學問的發展。对植物生理学來說，这个母体科学就是植物学。

关于植物中物質的起源問題，关于形成植物軀体的物質来源問題，几百年来激發着植物学家的智慧。早期的学者之一想用試驗方法来答复這個問題的是荷蘭人凡海蒙(Van Helmont 1629年)。凡海蒙把柳枝栽培在盆中，里面裝滿一定量称过的干土，經過五年之久，用雨水或蒸

餾水來澆溉。試驗終結時，秤量小樹證明它的重量比起開始時增加到30倍；這時土壤的減重卻極其微小。凡海蒙沒有猜想到 $\text{CO}_2$ 參加植物的營養，因而他得出錯誤的結論，以為植物重量增加的主要來源是水分。

以後的觀察中（17與18世紀）累積了一些事實，確立了作為植物營養中物質來源的土壤的重要作用，就愈益排斥了認為在植物中找到的化學元素不是從外面進到其中的而是有機體本身靠着特殊“生活力”的作用在內部產生的那種假說。

在這方面十八世紀的成績特別豐富，偉大俄國學者米哈依爾·瓦西里耶維奇·羅蒙諾索夫（Михаил Васильевич Ломоносов）就在這個時期生活着與創作着。

深刻與多樣性是羅蒙諾索夫科學思想的特色，使得他能夠給植物營養科學帶來許多寶貴的東西。

在“論大氣現象”（1753年）以及較後在“論土層”的論文里，羅蒙諾索夫首先規劃出植物空氣營養的觀念，幾乎比普列司特來（Priestley）、森尼別（Senebier）、因根浩茲（Ingenhauz）要早二十年。

羅蒙諾索夫以及許多其他偉大自然科學家的工作促進了生物學中唯物思想的鞏固。俄國巴拉司（Паллас）與卡司柏拉-烏里夫（Каспар-Вольф）院士的研究，拉馬克（Lamarck），聖海樂（Saint Helaire）、拉普刺司（Laplace）的工作，愈益肯定了生命起源的統一性與共同性的主張，發育的主張。他們給達爾文進化學說的宏偉建築奠定了基礎。

這些事件不能不對植物生理學的發展上有極其良好的影響。對植物生理學的兴趣同時也是由大規模農業生產的兴趣引起的。

十八世紀里營養方面的大量工作一直到該世紀的最末尾主要是花費在下面的問題上，那就是土壤組成的那一部分（灰分物質還是有機物質），在這種情況下起主要功用。

這個時期的研究帶有片面性質。它們主要集中在從土壤里吸收物

質的事实証据上，当时生理学的工作实际上沒有考虑到吸收的物質之轉化問題。

在十八世紀的研究工作中植物利用水分的問題曾得到絕大的注意，但是这些工作也帶有片面性質。

光合作用的發現，空气成分的确定，法国化学家拉瓦錫(Lavoisier)对于測定化学变化的定量方法的运用，燃燒过程化学性質的闡明，都对营养方面工作的繼續發展进程上有特殊的影响。所有这些彼此極其密切关联的事件都自十八世紀的最后三十几年开始。

發現植物有同化大气中二氧化碳的本領就巩固了关于土壤是一些矿質化合物来源的說法。但是在森尼別与德騷苏尔(De Saussure)的工作以后几十年中还有許多所謂腐殖質学說的支持者，認為土壤里的有机物質在植物营养里有决定性的作用。这个学說最極端的代表是鉄尔(Tier)，他完全忽視了植物空气营养的作用而認為構成植物組織的一切有机物質都是植物从土壤里得来的。

植物营养这方面工作的急剧發展是十九世紀的特色。在十九世紀四十年代中澈底粉碎了腐殖質学說，尽管这个学說里还有些合理的精华，它整个來說成了对植物营养上正确观点的發展上严重的障碍。

代替腐殖質学說的是李比西(Liebig)創立的植物营养矿質学說。李比西是演繹与形式的思想方法突出的代表之一。

李比西拟定的所謂归还定律(закон возврата)使他远近馳名。在此学說中李比西非常坚持地強調需把矿質肥料施入土壤来代替植物每年从土壤里攝取的以及消耗掉的营养元素。馬克思着重指出这个主張在原則上的正确性。

談到資本主义制度下的工業与农業間的相互关系时，馬克思写道：

“資本主义生产方式在集合于大中心点的城市人口愈益占优势的同时，它一方面提前集合了社会的历史原动力，而另一方面又破坏了人与土地間的物質交換，那就是，使人类以食料衣物的形式所消費掉的土

壤成分不能歸還給土壤，也就是把土壤之持久肥力所賴以維持的自然條件破壞”<sup>①</sup>。

馬克思尖銳地嘲笑李比西的馬爾薩斯式大錯誤，却同時認為李比西的不朽功勛之一是：“他從自然科學的立場闡明了近代農業中消極的一方面”<sup>②</sup>。

季米里亞捷夫也認為“歸還定律”是科學中“最偉大的成果”之一<sup>③</sup>。

雖說它有進步的意義，但是李比西擬定的學說，除開一連串的其他本質上缺點以外，還有特別顯著的片面性。李比西最大的錯誤是斷言：必須歸還給土壤的僅是植物的礦質成分。至於談到氮，李比西根據大氣中有些數量的鉍存在，就錯誤地認為植物對氮的需要完全可以靠周圍的空氣來滿足。

同樣不正確的是土壤里必需補償硅酸的論斷，硅酸這部分在有些植物（如禾谷類）的收穫品中差一點占到總灰分的一半。其實在不計其數的用硅酸施肥的試驗中所得結果總一致是負的。

在所有這些場合中都顯示出李比西所特有的輕視試驗的態度與他的缺乏具體的農學知識。

李比西擬定的“最低限度定律”具有特殊顯著的形而上學的性質。李比西表達了任何生長條件的缺乏都會抑制其他條件的積極作用這種合理的想法，同時在他所宣布的“定律”里達到了以下的論斷，即土壤肥力的水平，因而也就是說植物收穫的水平，好像完全是決定於處在最低量的營養物質或物理條件。

李比西這些觀點與法國農學家兼生理學家布森戈（Boussingault）

① K. 馬克思：資本論，卷 I，人民出版社，1953 年，北京，618 頁（譯文略有修改——編者）。

② 同上。619 頁注解（譯文略有修改——編者）。

③ 季米里亞捷夫選集，卷 II，國立農業書籍出版社，1948 年，151 頁。

实验上的发现有不可调和的矛盾。布森戈是植物生理学中试验派的代表,首先在他的营养研究中广泛利用栽种植物于种植盆里的方法(盆栽法)。精细的试验使得布森戈推翻了李比西关于植物氮素营养的假说。

布森戈与黑乐锐格尔 (Hellriegel) 揭发了豆科植物是固氮者的特殊性,而早在 1866 年,也就是在巴斯德的工作以前,已由俄国植物学家沃罗宁 (М. С. Воронин) 的研究确定在豆科植物根部特殊结构中(所谓根瘤)有细菌的性质。

盆栽试验法使得建立一些涉及到矿质养料元素进入植物体的特性的重要事实。扩充了个别营养元素对植物正常生命活动的意义的概念。

根据微生物生理学方面的许多发现,就愈益显现出个别元素循环的规律性,以及低等植物在这些过程中所起的作用。这些工作是路易·巴斯德创始的。特别重要的是俄国微生物学者维诺格拉斯基 (С. Н. Виноградский) 发现的化能合成过程以及在自然界经济中占着非常重要地位的化能合成细菌的存在。

简短的历史概述里没有必要来仔细地分析所列举的工作。这个将在本书相应的章节中述及。但是这里很值得着重指出的是:尽管不断有一个接着一个的发现,生理学中关于植物营养问题的这部分并没有摆脱开歪曲真象的见解。可以用声名狼藉的“肥力递减定律”来举例,这个定律成为最反动而仇视人类的马尔萨斯人口过剩学说的根据。

“此‘定律’是统治着生理学的形而上学与唯心论的概念的产物,这些概念排除了正确地理解植物与外界环境相互关系的本质。

引导生理学走向“肥力递减定律”的最重要原因之一是完全不注意土壤的真正功用以及其本质。土壤仅被认为是根部的惰性的“居住环境”,是在风化过程中,母岩的分解过程中发生的。

“肥力递减定律”受到马克思与列宁否定的批评。这个“定律”的不能立足是由卓越的俄国农学家—土壤学家——道库恰耶夫 (Докучаев)、

考斯德切夫(Костычев)、威廉士(Вильямс)的工作从試驗上証明的,以唯物論哲學的基本理論為指導,上述這些學者們建立了關於土壤以及控制其肥力的方法之真正唯物的理論。這個理論中首先根據的概念是土壤為一複雜的生物系統,完全按照一切生物發展的規律發展着——其方向是從簡單到複雜,從低級到高級。威廉士的經典著作推翻了植物對土壤的消耗作用之馬爾薩斯式的主張。這些著作指出:以科學知識為基礎而其目的在於獲得農作物高產量的人類活動,同時也成為不斷提高土壤肥力水平的憑借。

按照威廉士的意見,土壤肥力必須認為是相互聯系的與相互作用的過程的複雜綜合的結果。這裡包括:岩石在地質上的改變,高等植物與土壤微生物的生命活動,最後還有由生產力發展水平與生產關係性質來決定的人類的影響。因此,土壤的肥力,照威廉士說,不僅決定栽培植物發育的性質,而且本身也隨植物而改變,是由植物建立起來的。土壤中進行的緊張的生物生活改變着土壤中礦質養料元素的含量,在其質上的成分也同時發生着從一些物質到另一些物質的不斷轉化。

威廉士的巨大功績在於他首先提出並且在試驗上証實了植物土壤營養的共生性質的看法。高等植物的營養,威廉士教導說,決不能脫離微生物的生命活動,首先是生長在土壤根部周圍區域(所謂根際)的微生物的生命活動。威廉士經常強調任何農業技術措施對土壤肥力要素不僅有直接的、而且有多方面間接的影響,何況在個別場合中這些間接的影響會有基本的與決定性的意義。

威廉士的這種主張完全被高等植物營養生理學方面所有以後的研究發展進程予以証實。它們終於揭穿了以所謂礦質農業化學來解決施肥問題看法上的片面性與形而上學性。

威廉士所建立的統一的土壤形成過程學說,他發現的所有生長因素相互依賴的規律是創造性地應用辯證唯物論基本理論的範例。

恰是由于這種主張,由創始人所提出的草田農作制就把農業實踐

与矿質营养生理学从它們已被反动的“肥力遞減定律”所陷入的絕境里拯救出来。

矿質营养方面在十九世紀，而大部分在二十世紀的工作特点在于它們向例不与对植物所吸收的物質繼續轉化的研究工作發生联系。这类工作多半是帶着單純分析的定量的性質，沒有与个别元素在植物有机体新陳代謝过程总体中的作用的研究配合起来。

这种情况妨碍了个别营养元素的生物学作用的概念的發展，就留下一大堆在实践上很重要的問題，特别是关于任一种营养物質进入植物体时的化合物形式問題，不能得到解决。克服营养过程研究中的形而上学观点，在这种場合下已对理論与实践尽了莫大的效力。进入植物体的含氮化合物形式問題可以用来作为这方面的显著例証之一。这个問題在十九世紀后半叶与二十世紀初期成为所有国外的生理学者与农業化学家的障碍物。科学上解决这个問題应当归功于卓越的俄国生理学者普里亞尼希尼可夫(Д. Н. Прянишников)。为解决这个問題进行了植物体内含氮化合物代謝的仔細研究，从而确定各种形式氮肥的有效程度并不是恒定的数值。这是随該植物特有的新陳代謝类型以及其栽培条件的全部总合而定的。

这些工作具有絕大的实践意义，因为它們証明鉍鹽完全可以用来作肥料。合成鉍鹽在技术上与經濟上比起在化学工厂制造氮的氧化物来更容易作到。

普里亞尼希尼可夫的工作在解决植物矿質营养的許多一般問題上起着很大的作用。农業科学与实践有賴于这位学者确定磷酸鹽与鉀鹽肥料的作用，闡明磷酸化合物吸收的不同程度与土壤类型及植物生理特性，根部分泌性質等的关系。普里亞尼希尼可夫的工作对創立提高非黑鈣土地帶鹽碱土产量上的綜合农業措施(施用石灰，施用有机和矿質肥料与播种苜蓿、羽扇豆等并用)有特殊貢獻。

同时普里亞尼希尼可夫的工作發現了含氮物質轉化与碳水化合物