高等学校教学用書

植物生理学

第一册

Б. А. 魯宾著

高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

高等学校教学用書



植物生理学

第一册

Б. А. 魯宾著
婁成后等譯

高等教育出版社

本書系根据苏联"苏維埃科学"出版社 (Государственное издательство "Советская наука") 1954年出版的魯宾 (Б. 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农業大学植物生理教研組裴成后、闔龙飞、韓碧文、祝宗嶺、孟繁静、李华、邵莉媚同志。

植物生理学

第一册

Б А. 魯宾著

裴成后等譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇五四号)

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强調必須全面地發展苏維埃科学，向之提出了要在世界上占居首位并且做到不愧为自己人民的偉大事業的任务。

为了保証工業与农業在五年計划中巨大的增長，十九次代表大会的指示規定要增加熟練專家的畢業人数，全面改善教育与科学研究机关的工作。

在这方面最重要的措施之一在于保証学生与專家有教学参考書。这些教学参考書要能反映出这門知識的現况，苏維埃科学的思想方針，其与共产主义建設的生产与实踐的密切关系。

本書試圖从这个观点来叙述高等植物普通生理学的資料。

著者在国立莫斯科大学生物土壤系教授学生的講稿是本書的依据。全課程的內容准备在兩册中陈述。

本書第一册論到細胞生理学，水分代謝，光合作用，与呼吸作用。

第二册中將要叙述矿質与氮素代謝，發育与生長，植物抵抗性生理学方面的材料。

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. Красновкий)、巴森斯基(А. Г. Пасынский)、安德連科(С. С. Андреенко)、庫別尔曼(Ф. М. Куперман)宝貴的意見与指示。現向所有上述諸位表示自己眞誠的感謝。我还深切感謝我的学員們—大学生与研究生們—我的一向关心而要求严格和公正的評閱者。

著者当衷心感謝地接受所有为了消除書中存在的缺点与錯誤而提出的批判性的建議与要求。

Б. 魯宾

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. 滲透現象及其本質 …… 47

1. 扩散与滲透 …… 47

2. 决定溶液滲透压大小的因素 …… 51

3. 植物細胞是滲透上活躍的系統 …… 52

4. 滲透过程的生理意义 …… 57

IV. 測量泡液滲透压的方法 …… 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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

2. 研究蒸騰作用的方法 ……101
3. 蒸騰作用的生物学意义 ……103
4. 气孔蒸騰和角質層蒸騰 ……104
5. 水分在植物体內的傳导 ……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. 灌溉农業的几个生理学問題 ……139
文献 ……144
第四章 参与植物有机体新陈代謝中的無机碳素（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. 测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. 植物体內色素的形成 ……192
3. 色素的狀态及其与質体其它成分的关系 ……199
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 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 CO_2 含量 ……240
3. 光合作用与空气溫度 ……247
4. 光合作用与叶內水含量 ……250
5. 光合强度的晝夜变动 ……252
文献 ……257
第五章 植物的呼吸作用 ……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. 醣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　植物生理学發展中的主要阶段

植物生理学的任务在于根据研究植物体內發生的过程与明了这些过程在植物与其生存条件的相互关系上所起的作用来制訂控制植物有机体生活的方法。

生理学研究所确定的規律与事实是通过控制作物中进行的生命活动过程来提高农作物产量諸措施的依据。

季米里亞捷夫号召生理学家来"参加对自然的斗爭，并以自己的智慧，以自己的邏輯来从中搜寻、試探自己問題的答案，为了可以占有自然，并且在使之屈服以后，能够按照自己的願望来引起或停止、改变或指揮生命現象"①。

这种指示与偉大的自然改造者米丘林的主張完全符合，米丘林曾經常地强調，人們可以、并且应該比自然界創造还要完善的生物类型。米丘林号召积極地干預自然現象的进程，教导生物学家不要等待自然的恩賜。

任何一門知識的主要任务是用来作为实踐的依据。在为生产服务时，在用新的技术观念与改进来充实生产时，科学本身的發生与存在，自己發展的全部进程，同时也有賴于实踐。

恩格斯早就强調过科学与生产的不可分割的联系，他写道："以前人們夸耀的只是生产有賴于科学，但是科学有賴于生产的却要大得不知多少"。②

---

① 季米里亞捷夫全集，第 4 卷，国立农業書籍出版社，1938 年，第 35 頁。

② Ф. 恩格斯：自然辯証法，人民出版社，1955 年，北京，第 150 頁注解。

每門科学知識的發展要經过一系列的阶段。植物生理学的現况是这門科学在它誕生以后所經历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观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屬于下列三类現象：

а）物質的轉化，

б）能量的轉化，

в）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"植物生理学百年总結"[1]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。

这些研究者把形态和功能脫离，就給形而上学进献了貢礼，形而上学过去在生理学中占优势并且更为大多数与我們同时的資本主义国家这門科学工作者的特色。此外，这种片面分析生理現象的看法与化学及物理方面知識的發展水平不够高有关系，也与生理学者不能充分利用这些科学中已經發現的事实有关系。正是因为这个緣故，生理学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学的看法，要依靠在生理学中运用認識我們周圍世界的唯一科学方法——唯物辯証法。

唯物的宇宙观，克服了来自反动势力与唯心論的明显的或隐藏的、但永远是頑强而剧烈的反抗，就为自己在植物生命科学里开辟了道路。国外的反动思想虽然不时地滲到祖国生理学里来，它們时常受到俄国生理学个别工作者的拥护，但是一向沒有在其中占有重要与統治的位置。

这点，植物生理学首先得归功于偉大的俄国生物学家与唯物主义者——季米里亞捷夫，他給唯物論的植物生理学奠定了基础，并且因之而給自然科学中唯物論战胜反动势力的总事業上帶来了不可估計的貢献。

植物生理学者研究問題的范圍大半决定于他們研究的对象，有机体的特殊屬性。

这些屬性中最典型的应該要算綠色植物特有的靠無机物来营养、將其轉化为有机物的本領。这就是綠色植物与动物以及缺乏叶綠素的植物最主要的区别之一，后者的正常生存向来仅在有現成的有机食料时方有可能。

因此，在植物生理学的全部历史过程中，在該学科占中心位置的是植物有机体的营养問題，是使其所吸收的無机化合物轉化为植物本身的組織物質的問題。可以毫不夸大地認为生理学作为植物学的一支而存在是以植物营养科学的資格开始的。

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这个問題的門徑本身。生理学在最初阶段是植物土壤营养的科学，更进一步在它的范圍內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。生理学在它的注意范圍內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。米丘林生物科学，从辯証唯物論的有机体与环境統一的原則出發，認为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观的立場上，屢次地把植物生理学从唯生論腐化的影响下挽救出来，因而保証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，剛剛立足的一門学問的發展。对植物生理学来說，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这个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，經过五年之久，用雨水或蒸

需要全本请访问 www.ertongbook.com

餾水来灌溉。試驗終結时，秤量小树証明它的重量比起开始时增加到30倍；这时土壤的减重却極其微小。凡海蒙沒有猜想到CO_2参加植物的营养，因而他得出錯誤的結論，以为植物重量增加的主要来源是水分。

以后的观察中（17与18世紀）累积了一些事实，确立了作为植物营养中物質来源的土壤的重要作用，就愈益排斥了認为在植物中找到的化学元素不是从外面进到其中的而是有机体本身靠着特殊"生活力"的作用在内部产生的那种假說。

在这方面十八世紀的成績特别丰富，偉大俄国学者米哈依尔·瓦西里耶維奇·罗蒙諾索夫(Михаил Васильевич Ломоносов)就在这个时期生活着与創作着。

深刻与多样性是罗蒙諾索夫科学思想的特色，使得他能够給植物营养科学帶来許多宝貴的东西。

在"論大气現象"(1753年)以及較后在"論土層"的論文里，罗蒙諾索夫首先規划出植物空气营养的观念，几乎比普列司特来(Priestley)、森尼别(Senebier)、因根浩兹(Ingenhauz)要早二十年。

罗蒙諾索夫以及許多其他偉大自然科学家的工作促进了生物学中唯物思想的巩固。俄国巴拉司(Паллас)与卡司柏拉-烏里夫(Каспара-Вольф)院士的研究，拉馬克(Lamarck)，聖海乐(Saint Helaire)、拉普剌司(Laplace)的工作，愈益肯定了生命起源的統一性与共同性的主張，發育的主張。他們給达尔文进化学說的宏偉建筑奠定了基础。

这些事件不能不对植物生理学的發展上有極其良好的影响。对植物生理学的兴趣同时也是由大規模农業生产的兴趣引起的。

十八世紀里营养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(灰分物質还是有机物質)，在这种情况下起主要功用。

这个时期的研究帶有片面性質。它們主要集中在从土壤里吸收物

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。但是在森尼别与德騷苏尔 (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，認为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为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，它整个来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强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

壤成分不能归还給土壤，也就是把土壤之持久肥力所賴以維持的自然条件破坏"①。

馬克思尖銳地嘲笑李比西的馬尔薩斯式大錯誤，却同时認为李比西的不朽功勛之一是："他从自然科学的立場闡明了近代农業中消極的一方面"②。

季米里亞捷夫也認为"归还定律"是科学中"最偉大的成果"之一③。

虽說它有进步的意义，但是李比西拟定的学說，除开一連串的其他本質上缺点以外，还有特别显著的片面性。李比西最大的錯誤是断言：必須归还給土壤的仅是植物的矿質成分。至于談到氮，李比西根据大气中有些数量的銨存在，就錯誤地認为植物对氮的需要完全可以靠周圍的空气来滿足。

同样不正确的是土壤里必需补償硅酸的論断，硅酸这部分在有些植物(如禾谷类)的收穫品中差一点占到总灰分的一半。其实在不計其数的用硅酸施肥的試驗中所得結果总一致是負的。

在所有这些場合中都显示出李比西所特有的輕視試驗的态度与他的缺乏具体的农学知識。

李比西拟定的"最低限度定律"具有特殊显著的形而上学的性質。李比西表达了任何生長条件的缺乏都会抑制其他条件的积極作用这种合理的想法，同时在他所宣布的"定律"里达到了以下的論断，即土壤肥力的水平，因而也就是說植物收穫的水平，好像完全是决定于处在最低量的营养物質或物理条件。

李比西这些观点与法国农学家兼生理学家布森戈（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 季米里亞捷夫选集，卷 II，国立农業書籍出版社，1948 年，151 頁。

实驗上的發現有不可調和的矛盾。布森戈是植物生理学中試驗派的代表，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)。精細的試驗使得布森戈推翻了李比西关于植物氮素营养的假說。

布森戈与黑乐銳格尔 (Hellriegel) 揭發了豆科植物是固氮者的特殊性質，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結構中(所謂根瘤)有細菌的性質。

盆栽試驗法使得建立一些涉及到矿質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許多發現，就愈益显現出个别元素循环的規律性，以及低等植物在这些过程中所起的作用。这些工作是路易·巴斯德創始的。特别重要的是俄国微生物学者維諾格拉斯基 (С. Н. Виноградский) 發現的化能合成过程以及在自然界經济中占着非常重要地位的化能合成細菌的存在。

簡短的历史概述里沒有必要来仔細地分析所列举的工作。这个將在本書相应的章节中述及。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發現，生理学中关于植物营养問題的这部分并沒有摆脫开歪曲眞象的見解。可以用声名狼借的"肥力遞減定律"来举例，这个定律成为最反动而仇視人类的馬尔薩斯人口过剩学說的根据。

此"定律"是統治着生理学的形而上学与唯心論的概念的产物，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質。

引导生理学走向"肥力遞減定律"的最重要原因之一是完全不注意土壤的眞正功用以及其本質。土壤仅被認为是根部的惰性的"居住环境"，是在風化过程中，母岩的分解过程中發生的。

"肥力遞減定律"受到馬克思与列宁否定的批評。这个"定律"的不能立足是由卓越的俄国农学家-土壤学家——道庫恰耶夫(Докучаев)、

考斯德切夫(Костычев)、威廉士(Вильямс)的工作从試驗上証明的，以唯物論哲学的基本理論为指导，上述这些学者們建立了关于土壤以及控制其肥力的方法之眞正唯物的理論。这个理論中首先根据的概念是土壤为一复杂的生物系統，完全按照一切生物發展的規律發展着——其方向是从簡單到复杂，从低級到高級。威廉士的經典著作推翻了植物对土壤的消耗作用之馬尔薩斯式的主張。这些著作指出：以科学知識为基础而其目的在于获得农作物高产量的人类活动，同时也成为不断提高土壤肥力水平的憑借。

按照威廉士的意見，土壤肥力必須認为是相互联系的与相互作用的过程的复杂綜合的結果。这里包括：岩石在地質上的改变，高等植物与土壤微生物的生命活动，最后还有由生产力發展水平与生产关系性質来决定的人类的影响。因此，土壤的肥力，照威廉士說，不仅决定栽培植物發育的性質，而且本身也随植物而改变，是由植物建立起来的。土壤中进行的紧張的生物生活改变着土壤中矿質养料元素的含量，在其質上的成分也同时發生着从一些物質到另一些物質的不断轉化。

威廉士的巨大功績在于他首先提出并且在試驗上証实了植物土壤营养的共生性質的看法。高等植物的营养，威廉士教导說，决不能脫离微生物的生命活动，首先是生長在土壤根部周圍区域(所謂根际)的微生物的生命活动。威廉士經常强調任何农業技术措施对土壤肥力要素不仅有直接的、而且有多方面間接的影响，何况在个别場合中这些間接的影响会有基本的与决定性的意义。

威廉士的这种主張完全被高等植物营养生理学方面所有以后的研究發展进程予以証实。它們終于揭穿了以所謂矿質农業化学来解决施肥問題看法上的片面性与形而上学性。

威廉士所建立的統一的土壤形成过程学說，他發現的所有生長因素相互依賴的規律是創造性地应用辯証唯物論基本理論的范例。

恰是由于这种主張，由創始人所提出的草田农作制就把农業实踐

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陈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，就留下一大堆在实踐上很重要的問題，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踐尽了莫大的效力。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內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陈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踐意义，因为它們証明銨鹽完全可以用来作肥料。合成銨鹽在技术上与經济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。农業科学与实踐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)有特殊貢献。

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

需要全本请访问 www.ertongbook.com