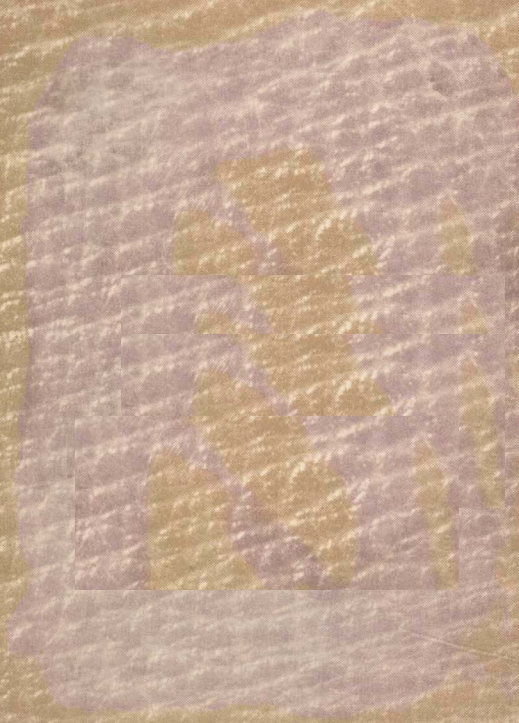


矿质营养与植物个体发育

Г. К. 薩摩赫瓦洛夫著



科学出版社

矿物质与植物个体发育

中国科学院植物研究所

礦質營養與植物個體發育

(原題爲礦質營養是植物個體發育的因素)

Г. К. 薩摩赫瓦洛夫著

科 學 出 版 社

1 9 5 8

Г. К. САМОХВАЛОВ
МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КАК ФАКТОР
ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ХАРЬКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, 1955

內 容 提 要

本書主要是論述了植物對礦質營養元素要求的指標和研究方法（例如根據外部特徵、生理學和生物化學過程、經濟係數、灰分成分、回收等來研究植物對礦質營養元素的要求）以及植物在其個體發育過程中對各種礦質營養條件的生物學反應（例如植物對氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫等的生物學反應、加強供應各個礦質元素對籽粒化學成分的影響、雙倍營養混合液對春小麥生長和發育的影響）和累積；並進而探討葉片和根系在植物生長和發育過程中的作用以及它們的活動與形態形成過程的關係，在“乾物質和礦質營養元素的累積與植物生長和發育速度的關係”這一節中，分別論述了春化與光週期對植物生長發育和礦質營養元素累積的影響。

本書可作為植物生理工作者、土壤肥料工作者及農業科學工作者的良好參考讀物。

礦質營養與植物個體發育

〔蘇〕Г. К. 薩摩赫瓦洛夫著

蘇 九 瑛 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證出字第061號

中国科学院印刷厂印刷 新華書店總經售

*

1958年4月第一版

1960年2月第二次印刷

（京）1,070—3,669

書號：1105 印張：6 1/4

開本：850×1168 1/32

字數：148,000

定價：(10) 1.20 元

著者的話

根據蘇聯共產黨第十九次代表大會與最高蘇維埃第五次常會的決議，以及蘇聯共產黨中央委員會九月的和以後的幾次全體會議關於進一步發展農業措施的決議可以看出，科學地研究植物營養理論的問題，具有特別重要的意義。顯然，如果沒有深刻而全面地了解植物對生存因素的要求，不了解怎樣才能最有利地滿足這些要求，那麼就不可能控制植物的生長和發育，從而也不可能有效地解決提高農作物產量——農產品生產急劇高漲的最主要條件——的任務。

本書提供一些植物礦物營養的研究資料，希望提請農業科學工作者們和專家們對這個問題予以注意。這個問題是農業科學和實踐中的非常重要的一部分，目前還很少從生物學的觀點來研究它。本書並不是一本專著，而只是作者對於植物礦質營養的時期性及其有關問題的研究彙報。

我們認為，有必要發表我們的研究成果，因為我們是抱着這樣一個簡單的希望：這些成果對於建立植物礦質營養的生物學理論方面和制定合理的施肥制度方面是能够有所幫助的。

序 言

根據蘇聯共產黨第十九次代表大會的決議以及共產黨中央委員會九月、二、三月和一月全體會議的各項決議，可以看出，關於進一步發展我國社會主義農業和提高產量的遠景，除了開墾生荒地與熟荒地並制定一系列的專門措施以外，農業化學化(химизация)的問題，特別是施肥的問題具有更為重大的意義。

社會主義農業先進工作者們廣泛地利用着追肥，他們在施肥方面提出了許多在原則上新的問題，然而對於植物礦質營養理論(這是施肥的科學基礎)的研究，却遠遠落後於實踐的成就與現今實踐的要求。

理論落後於實踐的現象之所以發生，首先是由於長期以來對於植物礦質營養問題的研究都是與農業的實際任務脫節的，沒有精確地研究植物發育的個體特性，沒有考慮到在植物的個體發育過程中，有機體發生了質的變化，並由於這個緣故，它對生存條件的要求就不可能始終是恆定的和不變的。不但如此，而且在不久以前，個別的植物生理學家甚至把“要求”(потребность)一詞當作是一個陳舊過時的概念。其實，在今天大家都知道：“植物對適宜的生活條件的要求並不是它們的怪癖、任性，植物對生活和發育條件的要求乃是活體在歷史上於發育過程中所形成的本性、遺傳特性。植物有機體的本性、遺傳性決定了必需具有某些外界環境條件，以便使植物得以正常地發育，從而給我們以最多的和最好的產量。

在應用農業技術方法給栽培植物創造條件以前，必須先了解，爲了植物的一般發育，特別是爲了那些決定產量的器官和部分的發育，植物的遺傳性在何時要求那些條件。

由此可知，了解植物的本性要求、遺傳性的要求，對於被稱為農業技術的農業科學中的最大部門（按指植物栽培和選育科學而言——譯者）來講，是何等的重要。如果農業技術科學不能建立在了解植物遺傳要求的基礎上，那麼這就不是一種能夠預見許多事物的科學，而只是一種盲目的經驗。植物有機體遺傳性要求的知識是農業技術的基礎。”^[1]

正像大家所知道的那樣，社會主義農業先進工作者們的高額產量的獲得，不僅是依靠着播種前的施肥，而且也依靠着播種後的施肥——追肥，以滿足植物隨着生長和發育的變化對營養物質的需要而取得的。先進的經驗與陳舊的實踐不同的地方就在於後者只是把施肥建立在播種前施用的基礎上。

農業先進工作者們施用追肥的經驗非常有力地令人信服地證明了，如果能考慮到使農業技術措施適應植物的要求，那麼在這些措施（尤其是施肥）中將潛藏着何等真正巨大的增產可能性。

然而，這不能說，施用追肥在任何情況下都會得到成功的結果。特別是在以前，不成功的事例是很多的。現在無論是在栽培技術作物或是在栽培穀類作物：棉花、糖用甜菜、小麥等，失敗的事例也仍然還重複地發生。例如：由於過度施肥和過度灌溉而使棉花植株得不到適宜的發育，結鈴延遲，營養器官徒長，結果，品質優良的霜前籽棉很少；過度施肥使糖用甜菜根部含糖量減低；使穗狀花序禾本科作物和馬鈴薯形成了倒伏的現象。

這些失敗事例之所以發生，是由於對植物的特性及植物對生存因素（水分、礦質營養元素、土壤及其物理化學特性等）的要求知識不夠，沒有以這些知識來武裝實踐的緣故。這與其說是經驗者的責任，不如說是科學的責任，因為 K. A. 季米里亞捷夫曾經說過：“通曉植物的要求，這是屬於理論的範圍；有效地來滿足植物這些要求，這是實踐的主要任務。”^[2]

回顧一下關於把較完善的工作方法和把對作物發生作用的方法

法運用於生產中去的這種先進經驗在農業上發展的初期情況，那麼就不能以緘默的態度來迴避下面的可悲的事實：農業科學和實踐的個別代表人物不了解也沒有適當地估價農業先進工作者們在施肥實踐中所提出的一些新的原則性的問題。有人企圖把追肥實踐和零碎的施肥混同起來，他們以公開的輕視態度來對待先進工作者們的經驗，他們把施用追肥看作是與“真正的”的農業科學很少有關係的一種局部的和過於講究實利的事情。

所有這些“理論家們”和“實踐家們”，一開始就不了解，先進工作者們施用追肥的經驗是我們社會主義農業實踐中一種完全自然的和合理的經驗，這樣把植物看作是一種生物體並控制植物個體發育的方法，是一種新的革命性的思想和科學觀念。他們也不了解，這種經驗反映了廣大農業勞動者，渴望把先進的蘇維埃農業生物科學的和社會主義農業先進工作者們的成就，運用到生產實踐中去。

這些“理論家們”和“實踐家們”當了陳舊觀念的俘虜，他們不了解先進經驗所提示的最主要之點。就是說，根據 B. B. 杜庫查耶夫、П. A. 科斯特切夫和 B. P. 威廉斯關於土壤肥沃性的學說，K. A. 季米里亞捷夫與 И. B. 米丘林關於控制植物的個體發育的方法以及改造植物本性的學說，來研究植物發育的規律和積極控制植物的方法的時候已經來到了，應該把這些學說創造性地運用到實踐中去，並對我們祖國科學上這些優秀的代表人物的科學遺產進行研究。

1948 年全蘇列寧農業科學院舉行的關於討論生物科學現狀的第四次大會，是決定那種為社會主義農業生產利益和進一步提高生產而服務的生物科學發展方向的轉捩點。

大會指出了，生物科學中的反動的唯心的魏斯曼方向是毫無成就的，這次大會是米丘林生物科學的一個勝利。大會指出：“生物學中的米丘林方向是達爾文學說的創造性的發展，是唯物主義

生物學的一個新的高級階段。”“生物學中的米丘林方向給集體農莊和國營農場以經常的幫助，為爭取社會主義農業生產的高度生產率而鬥爭。理論與實踐的統一是有成效地認識生物界發展規律的必要條件，這在米丘林農業生物科學中得到了完滿的和鮮明的體現。由於這種統一，現代的農業生物科學才在科學知識方面和在控制生物界方面取得了顯著的成就。”^[3]

全蘇列寧農業科學院大會號召農業科學工作者們、農學家們、動物飼養家們、集體農莊的先進的人們結成統一戰綫，來發展米丘林學說，發展能夠成功地解決黨和政府對農業勞動者面前所提出的任務的蘇維埃農業生物科學。

這次大會是生物科學發展的歷史里程碑，大會不僅為遺傳學家、選種家而且也同樣地為植物生理學家和農業化學家制定了宏偉的工作綱領，擺在他們面前的任務是進一步研究像植物礦質營養和施肥這樣重要的問題。

米丘林科學現在已成為蘇聯學者們在植物栽培學、動物飼養學和微生物學等領域的一切工作的一般的生物學原理。在今天，大概找不到任何一個生物科學部門是以其他的立場來解決科學研究的問題的，不論問題的大或小、主要或次要，我們蘇維埃學者由於根據米丘林農業生物科學的立場，來研究各種不同的生物學問題和個別的生物學問題，已獲得了卓越的成就。

“我們的農業科學在農業的高漲中作出了巨大的貢獻，農業科學中的那些反科學的、反動的思想已被揭破和摧毀，現在這門科學在唯一正確的基礎——唯物主義的米丘林學說——上發展着，並在發展農業的活動中來武裝我們的工作人員。雖然農業科學的現有成就是很大的，但它仍然落後於集體農莊和國營農場生產的需要。社會主義農業制度給科學開拓了廣闊的天地，使能迅速地推廣這些科學成就和先進經驗，並使這些成就和經驗成為所有的集體農莊、機器拖拉機站和國營農場的財富。黨、蘇維埃和農業機關

最重要的一項責任，就是用一切方法來發揮科學工作者和實際工作者的主動創造性，擴大豐產能手和在畜牧業上獲得高額產量的能手的隊伍，支持一切先進的進步的事物，更快地把農業上的科學成就和先進經驗運用到集體農莊和國營農場的各個生產部門中去。”^[4]

現在黨和政府向蘇聯人民面前提出了一項迫切的任務——在整個農業總的高漲和集體農莊在組織上和在經濟上進一步鞏固的基礎上，要求在最近的二、三年內，盡力設法使我國為人民生產出豐富的食品，為輕工業提供大量的原料。正當這個時候，農業科學落後於實踐的現象是特別不能容忍的。

目 錄

著者的話.....	i
序言.....	ii
一. 關於植物礦質營養的科學觀點發展的兩個時期.....	1
二. 研究植物對礦質營養元素要求的指標與方法.....	10
(一)根據外部特徵來研究植物對礦質營養元素的要求	10
(二)根據礦質營養元素對生理學過程與生物化學過程的作用來 研究植物對它們的要求	12
(三)根據經濟係數來研究植物對礦質營養元素的要求	22
(四)根據灰分成分來研究植物對礦質營養元素的要求	22
(五)根據回收來研究植物對礦質營養元素的要求	25
三. 研究的任務、方法與對象.....	27
四. 植物個體發育過程中對不同礦質營養條件的生物學 反應.....	33
(一)植物對氮素營養條件的生物學反應	35
(二)植物對磷素營養條件的生物學反應	40
(三)植物對鉀素營養條件的生物學反應	45
(四)植物對鈣素營養條件的生物學反應	48
(五)植物對鎂素營養條件的生物學反應	50
(六)植物對硫素營養條件的生物學反應	53
(七)加強供應小麥植株以個別礦質營養元素對籽粒化學成分的 影響	55
(八)雙倍營養液對於春小麥生長和發育的影響	59
五. 在植物個體發育過程中礦質營養元素的積累.....	66
六. 葉和根系在植物生長和發育過程中的作用以及它們的 活動對形態形成過程的關係.....	117

七. 乾物質和礦質營養元素的積累與植物生長和發育速度的關係.....	129
(一)春化及其對植物生長和發育與礦質營養元素積累的影響.....	130
(二)光週期及其對植物生長和發育與礦質營養元素積累的影響.....	136
八. 關於追肥在植物生活中的作用的問題的若干資料.....	165
結束語.....	181
參考文獻.....	184
索引.....	187

一、關於植物礦質營養的科學 觀點發展的兩個時期

索修爾(Saussure)^[5]、李比希(Liebig)^[6]、布辛格(Boussingault)^[7]、薩勒姆-霍斯特馬爾(Salm-Horstmar)^[8]、福斯特(Forster)^[9]創立了生物體必需礦物質的最初的科學概念，至於微生物必需礦物質的最初的科學概念是由巴斯德(Pasteur)^[10]創立的。正如С. П. 科斯特切夫(Костычев)^[11]所說，布辛格和薩勒姆-霍斯特馬爾的試驗，是植物生理學方面的帶有決定性意義的試驗；而在動物生理學方面，是從福斯特的試驗開始才發生了科學見解的轉變。

從索修爾、李比希和布辛格奠定植物礦質營養的理論基礎的時候算起，已經過了一個多世紀了。在這個時期內，農業科學有了長足的發展。有充分的理由可以說，在這個時期內，植物生理學已成了農業的理論基礎，一門完全嶄新的科學學科——農業化學也被創立起來了。

我不想詳細地論述植物礦質營養的科學觀點和施肥學說（關於這個問題特別是關於該學說發展初期情況的資料，可以在Д. Н. 普里亞尼什尼科夫院士^[12]的著作中找到）的歷史發展的各個階段的情況，只打算指出下列一點，即：如果沒有運用以前各個時期所積累的知識，就不可能解決農業化學化方面的許多理論問題與實際問題。

大家都知道，盆栽試驗（土培法、砂培法和水培法）的佈置和操作技術，已經達到了高度完善的程度，這些技術便能解決與植物礦質營養有關的一系列問題：如植物各個種對礦質營養元素的關係問題；植物生活對礦質元素的絕對需要性問題；由於植物的生物學

特性、根系的構造以及土壤特性的不同，植物對各種類型礦質肥料利用的性能問題；外界環境因素與離子成分對植物吸收和利用各種礦質營養元素的影響問題；各種不同的礦質肥料對作物產量及產品品質的影響問題等。

其次，只有在人工條件下，在現代高度發展的作物栽培技術的基礎上，才能嚴格地科學地解決微量元素（硼、錳、銅等）對植物生活必需性的問題。有關這一方面的資料已發表在一些綜合性的文集中 [這些論文為 А. А. 哈里澤夫 (Хализев)^[13]、М. Я. 施科里尼克 (Школьник)^[14]、М. В. 卡塔雷莫夫 (Каталымов)^[15] 等人所著]。

由盆栽試驗所獲得的許多理論性的結論，都在實踐當中經受過考驗，而且被有效地運用到農業中去。

我國盆栽試驗的技術，能夠達到高度完善的程度，主要應歸功於蘇維埃農業化學的創始人 Д. Н. 普里亞尼什尼科夫院士多年工作的結果。

生物學家們研究礦質營養元素對植物生活的作用問題，是在人們掌握了無機和有機化學的分析方法以後才開始的。在過去，對各個礦質營養元素在植物生理和生化過程中的作用的研究，工作是很多的。然而在這一方面科學知識所達到的總的水平仍然是不高的，特別表現在對各種元素作用的認識上。有關這一方面的資料往往不太可靠，而且帶有相互矛盾的性質，所以會產生這種現象，是由以下幾個原因造成的。

第一個原因，過去是，現在也經常是，主要地通過改變營養介質中某一元素含量的方法，來研究礦質營養元素的作用，這樣，不論研究者的意圖如何，都必然會引起環境中離子成分的改變，這不僅對被研究的植物有機體的機能，而且對它的總的狀態也發生着重大的影響。如果元素含量的變動範圍很大，甚至在一個長時間內，完全除去營養溶液中的某一元素，那麼這種影響就表現得特別

顯著。試驗者用這樣的研究方法，既給溶液創造了離子不平衡的情況，當然就會遇到許多不適宜的附帶因素，這些因素對於植物和被研究的過程的作用是不能消除或估計的。

第二個原因，研究礦質營養元素的同時，沒有考慮到植物的年齡變化和階段狀態，這種現象直到現在也還是存在的。不容置疑，植物各部分和器官的生理和生化過程的強度與方向，在其形態形成過程的不同階段上，都是各自不同的。由於對植物的年齡變化和階段變異缺乏適當的估計，因而對某一元素作用的解釋也是不同的，甚至是矛盾的。

第三個原因，以前研究礦質營養元素的作用時，課題是十分狹窄的，只求確定某一元素對某一過程的影響，與植物的其他過程及其產量是不發生聯系的。在進行生理學試驗時，他們忽略了 K. A. 季米里亞捷夫的一個極其重要的指示：植物生理學家不是消極的觀察者，而是積極的活動者。這是現代研究工作的基本法則，違反這個法則，就不會為研究工作提出農業任務，也不能通過植物生理學的方法，來解決這個任務。這樣一來，就使得所獲得的試驗資料，只是一些一般的、抽象的闡明，從中所得出的結論，也就缺乏明確的實踐目的性。

在蘇維埃政權的條件下，農業生產正以不斷增長的速度在一年年地發展着，這就給農業科學提出了許多新而又新的重大任務。為了成功地解決這些任務，不僅要創造和運用更完善的研究方法，而且也要創造和運用解決科學研究任務（在研究植物生命活動過程本身方面，或是在研究控制植物發育和產量方面）的新方法。然而，我們還沒有真正地建立研究問題的方法，因而對問題的研究，進行得非常緩慢。的確，近來植物生理學開始較多地運用示踪原子的方法。利用示踪原子來研究礦質營養，發現了許多有價值的新問題。但是如果認為：只要通過示踪原子和同位素的方法，就能夠解決生理學研究工作上一切問題，那是不正確的。

關於制定新的研究方法，並使方法趨於完善的必要性問題，布辛格早就指出過：“試驗研究工作的可靠性程度，直接決定於研究者所運用的方法。因為在現代的農業科學情況下，每當着手研究新問題的時候，幾乎總是要重新創造研究方法，或者至少要對方法加以改進。所以，非常明顯，對研究方法上的創造、改進和變更的研究，是應該受到農學家、化學家和生理學家的重視的。”^[16]

俄羅斯的偉大學者、卓越的思想家和無與倫比的試驗研究巨匠 K. A. 季米里亞捷夫也同樣的教導過我們。當他評述作為研究家的巴斯德的時候，他寫道：“巴斯德所表明的一切，使人不能不對它表示贊同。其所以如此，那是因為他不僅表明了自己的觀念，而且也創造了新的方法，利用這種方法，他把他的觀念轉變成了顛撲不破的事實。他最傑出的特點，不僅在於他那種非凡的洞察力和推測別人所不知道的事物的那種創造性的思想力，無疑地，而是在於那種實現自己思想的驚人能力，他把自己的思想以可以看到的實驗形式表現出來了，通過實驗，自然界就彷彿被扣住在虎頭鉗中一樣，不能夠跑掉，從而揭穿了它的秘密。”^[17]

目前的農業科學，對於農作物的發育生物學方面，或是農作物在其個體發育過程中對於礦質營養元素的關係方面都還沒有擁有足夠的正確知識，如果礦質營養元素的生理研究不向前推進，那末在各種土壤地區所進行的施肥理論的研究及其科學根據，仍然是不能令人滿意的。

和這個問題有着直接和間接關係的一些研究工作，大多數都表現了同樣的缺點。這些工作只是根據偶然制定的試驗方案來進行。在這種情況下，我們所指的是這樣一些工作（數量很多），在這些工作中，可以看到氮磷鉀量的關係的各種不同的處理和組合，但是找不到任何從真正科學試驗所提出的要求（試驗設計的根據），因而也找不到試驗的主旨與目的。像這樣的佈置研究工作和隨意制定試驗設計，經常會出現兩種極端不同的情況，一種是得到很好的

結果,另一種是得到很壞的結果。雖然每一種處理都是正確地、客觀地反映了植物對於人爲條件的反應,但是試問一下,這是否合乎試驗的要求?是否可以根據這樣的試驗,肯定地說明植物以什麼樣的機能變化反映在某些結果中呢?根據這種原則來制定試驗方案,就會使處理數量和它們可能的多樣性沒有止境。在這種原則指導之下,可以佈置大量的試驗,例如:同一種作物,換一換新處理和新組合又成爲另一個試驗設計了。在每一個這樣的新試驗中,一定會得到兩種極端不同的情況,一種得到很壞的結果,另一種則得到了很好的結果。在隨意選定試驗方案的情況下,如何能利用所獲得的結果,來解決科學問題和實踐任務呢?如何能作出科學總結和實際結論呢?

很少根據發育期來進行研究工作,往往只是按照隨意選定的日期,例如按照日曆上的時期、旬期等。沒有考慮到根據一些標誌着植物年齡狀態變化的固定性狀。此外,經常不注意栽培作物的土壤氣候條件,這種條件對於進行田間試驗具有重大的意義。

有關植物對礦質要求的許多研究工作,還存在着這樣的缺點:在植物對礦質營養元素關係的變化上的研究,通常只運用某一種方法,例如,從營養液中除去某種礦物質的方法(如果用水培法進行試驗),或者是測定礦質營養元素本身積累的方法。在第一種情況下,植物對礦質要求的指標是植物的生物學反應(產量的多少等);在第二種情況下,指標是礦質營養元素的積累。然而從這任何一種方法中所獲得的結果,都不能與應用另外一種方法所獲得的結果進行比較。因此,要確定礦質營養元素積累與生長過程動態——有機物質的積累——之間的相關性,在這樣的研究工作中常是不可能的。

不能完全正確理解植物乾物質積累和礦質營養元素積累之間的相關性的原因,是由於在不同的試驗條件下,對不同植物進行的片面性研究,結果得到的試驗資料是分割的和零碎的。個別的科