

科 學 譯 叢

矽 酸 鹽 細 菌

B. Г. 亞歷山大羅夫著

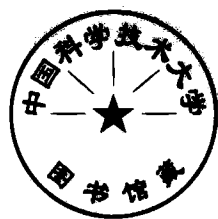
科 學 出 版 社

科學譯叢

菌 細 鹽 酸 砷

B. I. 亞歷山大羅夫著

葉維青譯



科學出版社

1955年10月

內 容 提 要

本書敘述了對最近發現的土壤微生物——矽酸鹽細菌進行的研究工作結果。作者根據許多盆栽試驗和田間試驗的資料，指出了矽酸鹽細菌的作用，並列舉了許多關於這些微生物對各種農作物的生長、發育和產量的影響的資料。

矽 酸 鹽 細 菌 СИЛИКАТНЫЕ БАКТЕРИИ

原 著 者	【蘇聯】亞歷山大羅夫 (В Г Александров)
翻 譯 者	葉 維 青
校 訂 者	葉 隆 後
出 版 者	科 學 出 版 社 北京東城皇根甲 42 號 北京市書刊出版業營業許可證出字第 961 號
原文出版者	蘇聯農業書籍出版社
印 刷 者	上海啓智印刷廠
總 經 售	新 華 書 店

書號: 0316	1955 年 10 月 第 一 版
(譯) 198	1955 年 10 月 第一次印刷
(瀋) 0001—1,205	開本: 787×1092 1/25
字數: 77,000	印張: 3 23/25

定價: (8) 0.63 元

序 言

在決定作物正常發育的良好的外界環境條件的各種因素中，營養有着特殊的作用。只有在充分和正常地供給一切必需的灰分營養元素的情況下，植物才可能得到豐產。植物的營養條件決定於土壤中的微生物作用。假使土壤中微生物作用表現出停滯狀態，那麼植物的生長也就延緩。爲了植物很好的生長和發育，應該不斷地更替外界條件，由於外界條件的更替改變着土壤微生物的量和質。

土壤的高度肥力的標誌不僅僅在於土壤中有大量的細菌，並且還在於有兩種不間斷的相反的作用，即細菌體有機物質的形成和分解。在這種循環中外界環境條件經常地變化着。決定土壤中生物作用的外界條件變化得愈頻繁，參加這種作用的土壤有機物愈多，那麼植物獲益亦愈大。

現代農作學的任務在於，根據決定土壤中生物作用特徵的規律，制定一系列新的農業措施，把這些措施結合成一個以創造土壤高度肥力和在提高栽培作物產量中獲得顯著進展爲目的的統一總體。農業技術措施的總體應該是更充分地保證供應土壤微生物羣以能量和營養料。

蘇維埃學者所制定的保證土壤中生物過程的發展有最良好條件的農業技術措施制度是深耕、土壤逐漸加深、消滅板結層和中耕時的鬆土等等。有些措施有增加土壤中能量和營養來源的作用。屬於這類措施的有創造富於大量有機質根羣的多年生牧草層、綠肥、施入有機質（廐肥）和礦物質肥料等。採用先進的有科學根據的綜合農業技術措施，使很多集體農莊和國營農場能夠提高土壤肥力，並獲得作物的高度豐產。

最近由本書作者所發現的前所未知的微生物——矽酸鹽細菌，在提高土壤肥力中應該是起着很大的作用。矽酸鹽細菌具有從土壤

礦物的總貯藏中釋放營養元素,以及固定大氣中氮素的能力。

最近幾年中我們在盆栽和田間條件下進行的各種土壤和各種作物的試驗證明,繁殖在根圈和分佈在植物根系上的矽酸鹽細菌,由於分解鋁矽酸鹽 (алюмосиликат)、磷灰岩和其他礦物,能夠在任何土層中把土壤營養物質總貯藏量中的營養元素供給根圈細菌和農作物,尤其是棉花。用矽酸鹽細菌製劑接種種子和土壤在提高棉花、春小麥、玉米和其他一些作物的產量上發生了很大的效果。最近矽酸鹽細菌的應用,作為提高農作物產量有效措施之一,在農業技術措施整體中,應該佔居重要的地位。

本書的目的是把我們對矽酸鹽細菌的形態學、生理學和生物學研究工作的結果,以及它們在創造土壤肥力和提高作物生產率上的作用,介紹給科學工作者和農業生產家。

目 錄

序言

微生物對創造和提高土壤肥力的意義·····	1
在灰鈣土、黑鈣土和栗鈣土中棉花、其他植物以及土壤微生物發 育的環境條件（土壤中可吸收態鉀的變動、固定和有效化與其他元素的關係）·····	12
灰鈣土中可吸收態鉀的轉化·····	14
黑鈣土中可吸收態鉀的轉化·····	29
栗鈣土中棉花、其他作物和土壤微生物發育的環境條件（溫度、氮、 磷、鉀和細菌數目的變動）·····	32
矽酸鹽細菌。分解土壤的鋁矽酸鹽同時釋放鉀和其他灰分元素 的生理機能。固氮作用和從磷灰岩中吸收磷·····	43
矽酸鹽細菌對春小麥的產量及對玉米和棉花植株生長和發育的 影響·····	58
玉米的水培·····	58
在黑鈣土中春小麥和玉米的試驗·····	65
棉花的盆栽試驗·····	70
棉花的田間試驗·····	82
參考文獻·····	87

微生物對創造和提高土壤肥力的意義

俄國偉大的農業學者所建立的基本原理——土壤肥力和高產量的獲得緊密地依賴着土壤微生物的生命活動，因為這些微生物保證植物的正常營養——現在已經是衆所周知和確定不移的了。B. B. 杜庫查也夫 (B. B. Докучаев) 是最初指出在土壤形成中生物因素的重要作用的人之一。他着重指出，應該把在水、空氣及各種活的與死的有機質的共同影響下而自然改變着的岩石的表層（不論那類的岩石都一樣）稱為土壤。П. А. 科斯蒂切夫 (П. А. Костычев) 奠定了土壤微生物學的基礎，提出了腐殖質是微生物生命活動產物的原理。他確定了土壤有機質的分解是在細菌和真菌的影響下進行的。П. А. 科斯蒂切夫研究了黑鈣土地區的撿荒地和既耕地，從而明確了這些土地上土壤間的顯著差異在於它們的結構狀況不同。

П. А. 科斯蒂切夫認為在生物因素作用下所創造的和土壤肥力相聯系的土壤結構具有重大的意義。他經常強調，黑鈣土的形成不是決定於地質因素的作用，而是生活在土壤中的高等和低等植物有機體的生理作用和生命活動的結果。對於腐殖質形成的條件，П. А. 科斯蒂切夫在頗大程度上預見了許多事實，並指出土壤中腐殖質能夠在微生物作用減弱時，亦即在有氧性微生物類羣的生命活動受到抑制時積累起來。他認為嫌氣條件在土壤積累腐殖質中起着重大的作用。

B. P. 威廉斯院士發展了 B. B. 杜庫查也夫和 П. А. 科斯蒂切夫所建立的基本原理，並且創造了完整的草田農作制學說。

B. P. 威廉斯首先把土壤的概念和肥力的概念聯系起來，明確了 B. B. 杜庫查也夫的定義，即土壤是地球陸地的疏鬆的能夠進行作物生產的表層。B. P. 威廉斯指出“肥力是土壤主要的特性，土壤的質的特徵……。”(B. P. 威廉斯：“土壤學”，1947 年，第 35 頁) 他確鑿地證

明了，只有在有構造的土壤中植物才可能同時獲得充分的水分和養料，也只有在這種土壤中肥料才能發揮最大的效果。B. P. 威廉斯寫道“……礦物質肥料只有在經常不斷地、充分地供給植物水分的土地上，也就是在有構造的土壤中才能夠表現出充分的效果。”(B. P. 威廉斯，“土壤學”，1947年，第438頁)在有穩固性團粒構造的土壤中，水分和營養之間的矛盾可以消除。

B. P. 威廉斯院士非常尖銳的提出了在創造土壤的結構和它的肥力中，土壤微生物的積極作用的問題。他指出了，在腐殖質形成時土壤中不僅進行着植物殘餘物的分解作用，同時也進行着與此相反的微生物細胞的更複雜的有機物的合成作用。根據 B. P. 威廉斯的學說，由於三種不同的植物羣社的發育，在土壤中形成的腐殖質的性質也不同。這是因為腐殖質的形成是各類不同的土壤微生物羣生命活動的結果：在本木植物羣社下土壤中主要發育着真菌；草地草本植物羣社下主要發育着嫌氣性細菌；草原草本植物羣社下則主要發育着好氣性細菌。

為了創造和保持土壤的高度肥力，必須使土壤中發生有效腐殖質形成過程，這種土壤微生物新合成的有效腐殖質分解時，就形成了植物的速效養料(готовая пища)。決定着土壤肥力的兩種相互矛盾的作用——合成和分解——只有在保證土壤微生物的能量來源時才能不間斷地進行。土壤中施入有機質和礦物質肥料可以達到這個目的，而最後藉以提高作物的產量。B. P. 威廉斯院士寫道：“……在同時施入礦物質肥料與有機質肥料的情況下，微生物類羣獲得有機物質做為能量和營養的來源，全部礦物質肥料則保留供給綠色植物利用，同時綠色植物還利用廐肥和細菌體分解後釋放出來的營養元素。”(B. P. 威廉斯：“土壤學”，1947年，第445頁)

所以，害怕施入土壤的肥料會由於土壤微生物的消耗而受到損失是沒有根據的。相反，由於這種作用土壤肥力將會增加，因為由於細菌體有機物質的分解植物可獲得大量補充的營養。

B. P. 威廉斯指出了，同時向土壤中施入有機質和礦物質肥料的

必要性,而不能單獨的施用礦物質肥料,並提出了下面的論證:“必需在一切施用礦物質肥料的場合同時施用充分的廐肥。其所以需要這樣是由於:必須記住,一切土壤微生物類羣都是異養型的微生物,在單獨施用礦物質肥料時土壤微生物類羣強烈地消耗這些養料,同時異養型細菌爲了吸收營養元素也強烈地分解土壤的腐殖質,從而使土壤很快地失掉其穩固的結構性。除此以外施入的大部分礦物質營養元素轉變成活微生物類羣的有機形態,這些活微生物類羣很快的繁殖時就把這些元素從微生物的這一代轉變到另一代。所以大部分礦物質肥料營養元素就不能爲綠色植物利用。”(B. P. 威廉斯:“土壤學”, 1947 年,第 445 頁)

B. P. 威廉斯院士證明了細菌除轉化土壤的潛藏富源成爲有效的肥料外,也參預植物的營養過程。

土壤中有大量的細菌。根據 B. П. 布欣斯基院士 (B. П. Бушинский) 的材料,在 1 克肥沃的土壤中有 100 億微生物。根據威廉斯的學說,植物和微生物(真菌、細菌或者藻類)間的相互關係帶有共生的特點。土壤微生物在根的周圍形成一個堅固的生物學堤牆(экран),因此根圈的空氣和土壤溶液就具有特殊的組成和其他理化特性。

Т. Д. 李森科院士發展了 B. P. 威廉斯關於土壤微生物是土壤和植物間的媒介的觀點,指出甚至在植物下面施肥的情況下植物也是通過微生物得到自己根部的營養。李森科寫道:“土壤中植物不是以我們用肥料的形態施入的簡單的無機鹽爲正常的營養。它們是以微生物類羣生命活動的產物爲營養。我們施於土壤的一切肥料,甚至是可吸收態的肥料均首先爲微生物類羣吸收,然後以微生物類羣生命活動的產物滋養我們的農作物。”

蘇維埃學者繼續創造性地豐富着 B. P. 威廉斯關於微生物在創造土壤結構和土壤肥力中的作用的學說。

Ф. Ю. 格里澤爾 (Ф. Ю. Гельцер) 最先進行了形成穩固結構的土壤元素的微生物作用的研究。Ф. Ю. 格里澤爾證實了 B. P. 威廉斯所

確立的原理：並不是所有的腐殖質都參加土壤結構的創造，而僅僅只有一部分土壤微生物形成的腐殖質參加。這部分腐殖質 B. P. 威廉斯稱之為“有效腐殖質”，大概只佔土壤中腐殖質總量的百分之一。

根據試驗室的試驗材料，Ф. Ю. 格里澤爾首先確定了微生物參加有效腐殖質的創造，確定了腐殖質不是分解的殘餘物而是微生物生命活動的產物，因為任何微生物的分解都不能沒有新的合成。其次，Ф. Ю. 格里澤爾更詳細地研究了土壤結構元素創造過程的機構。根據她的研究結果，土壤礦物質小粒黏合成大團粒是微生物用土壤微生物體，即菌體和莢膜（如存在莢膜時）的自溶作用產物進行的。根據 Ф. Ю. 格里澤爾的資料，土壤中有兩種微生物合成的來源——植物的有機殘餘物和綠色植物根的分泌物，靠這些分泌物創造了根圈細菌的發育條件。Ф. Ю. 格里澤爾認為，植物殘餘物的分解從真菌的活動開始，即真菌積累黏着的膠質。此後在土壤中有充分鈣的情況下，真菌類羣為發育在真菌自溶作用產物上的細菌所代替。

Ф. Ю. 格里澤爾闡明創造土壤結構的生物學過程機構的工作，無疑是具有重大的科學價值的，然而可惜這些工作還沒有完成。實際上當時在實驗室的試驗中 Ф. Ю. 格里澤爾僅只獲得了土壤外的真菌黑麴黴 (*Aspergillus niger*) 的“自溶物” (автолизат) 和發育在真菌上的細菌的“自溶物”。她並沒有獲得充分穩固的土壤團粒。在 Ф. Ю. 格里澤爾的試驗中並沒有反映出 B. P. 威廉斯提出的鈣對土壤團粒的黏結作用和冰凍對土壤結構形成的影響的原理。

И. И. 卡尼維茨 (И. И. Каннцев) 在自己的著作中發展了大致和 Ф. Ю. 格里澤爾相類似的思想。按照卡尼維茨的意見，土壤中有效腐殖質是由微生物，特別是真菌類羣而首先是毛皮菌 (*Trichoderma lignorum*) 參加下進行的生物過程創造的。土壤結構元素可以在農業植物下靠土壤的有機物和植物根的分泌物形成，也可以在休閒地中形成，尤其是在休閒地耕翻時施入有機肥料的情況下更易形成。為了加強土壤結構自然形成過程，И. И. 卡尼維茨建議在土壤中施入真菌 *Trichoderma lignorum* 製劑。

И. И. 卡尼維茨把形成土壤結構元素的生物化學過程解釋為“活蛋白”(живой белок)靠微生物體的分解,以及微生物體以後與根的分泌物在一起的自溶作用而積累。И. И. 卡尼維茨認為由於上述,土壤的小塊被具有高度穩固性的生物“膠”所被覆。然而 И. И. 卡尼維茨沒有對自己的理論加以有力的證明。土壤團粒結構形成的機構在他的試驗中仍未弄清楚,應用真菌 *Trichoderma lignorum* 製劑的優越性也沒有充分的根據。

斯大林獎金獲得者 Е. Н. 米蘇斯金 (Е. Н. Мишустин) 根據他和其他工作者所進行的研究指出,一般說來腐殖質即古敏酸類型的可溶於鹼並被酸沉澱的有機礦物質,即使沒有微生物參加在土壤中也可以形成,例如靠植物的和微生物的酶的氧化作用而使顆粒自然發熱 (самосогревание) 時也可以形成。

Е. Н. 米蘇斯金認為在植物殘餘物和微生物細胞的有機化合物的聚合作用之後所發生的結構是“腐殖質的結構”(гумусовая структура),與靠真菌、放線菌、細菌作用所發生的“生物的結構形成作用”(биологическое оструктуривание) 不同。

在形成穩固的土壤團粒結構的生物學過程中,按照 Е. Н. 米蘇斯金的意見,主要是真菌和具有形成團粒能力不大的放線菌參加。與真菌和放線菌同時存在的細菌減低真菌和放線菌形成團粒的作用,而破壞土壤的結構。Е. Н. 米蘇斯金把他的土壤腐殖質形成原理簡單地陳述於下:“腐殖質的形成是在微生物的外界環境中發生的外細胞過程 (эктоцеллюлярный процесс)。微生物自然催化這一過程,因為微生物酶的活動分解着有機殘餘物,也間接地促進有機殘餘物化合成腐殖質的次生反應。我們認為,這種次生反應只有在細菌的作用受到顯著抑制的情況下才有可能。”

由於 Е. Н. 米蘇斯金的工作,關於創造土壤結構的生物學過程問題,有很多地方是比較清楚了。特別是在他的工作中進一步說明了 В. Р. 威廉斯的下列原理:第一,土壤中有效腐殖質的形成需要嫌氧條件,因此 В. Р. 威廉斯建議在晚秋耕翻牧草層,當時好氣性細菌的

作用已顯著地受到抑制；第二，在牧草層下創造的土壤結構在牧草層耕翻後，由於好氧性細菌作用的加強，不可避免地要遭到破壞。然而就是在 E. H. 米蘇斯金的工作中，無論其深入的程度如何，土壤中腐殖質的形成和創造土壤結構的複雜問題並沒有獲得充分的說明。

M. M. 科諾娜娃(M. M. Кононова)和她的同事關於土壤腐殖質形成問題的工作，有很大的科學價值。她採用了顯微鏡和其他現代的分析方法，在實驗室中研究了自然植物殘餘物的微生物分解過程以及腐殖質起源的問題，並確定了於植物分解的第二階段，在分解的物質上出現了大量的纖維素分解細菌和黏合土壤微粒的物質。然而，所分離的纖維素分解細菌的純粹培養，在纖維素上發育時並未產生具有形成團粒性質的化合物。

M. M. 科諾娜娃把這種具有形成團粒性質的物質稱為異多縮合物(гетерополиконденсат)，它的組成是複雜的，在實驗中獲得它們時也證實了這種情況。這些物質能夠用蛋白腴和各種芳香族的化合物(苯二酚，間苯三酚，對氫醌等等)製取，也可以用纖維素分解細菌的產物——過氧化酶(пироксидазы)類型的酶的作用從芳香族化合物和纖維素分解細菌的原生質中製取。

M. M. 科諾娜娃根據她的工作首先提出了關於腐殖質是從蛋白質、醣類和芳香族化合物形成的三種成分的體系的原理。以後在她的實驗中只用兩種成分——蛋白質(蛋白腴)或與它相類似的含氮物質和芳香族化合物，在“古敏酸”類型的物質縮合時獲取它們。如果以纖維素分解細菌的原生質代替蛋白腴或者與其相類似的含氮物質時，則縮合的效果顯著地高，雖然這時所獲得的是淺色的產物而不是深色的產物。更詳細的研究揭示了腐殖質成分的各個細小部分。芳香族化合物由微生物在它們的細胞中形成，也在細菌分解蛋白質時形成。在微生物分解的情況下，木素的組成簡單化之後，木素也可能轉化成腐殖質。植物殘餘物的脂肪族化合物也可能轉變成腐殖質。各種成分轉化成腐殖質並不是簡單的化學縮合反應，而是非常複雜的反應，其中進行着深刻的氧化還原過程。靠微生物分泌到外界環

境的酶對這種反應起接觸作用，例如氧化酶中的多元酚氧化酶和過氧化酶的作用。E. H. 米蘇斯金指出，根據 M. M. 科諾娜娃的工作可以假定：“……腐殖質的形成是在微量好氣條件下，即在氧的來源很少的情況下進行的。” E. H. 米蘇斯金的這種觀點，完全符合於 B. P. 威廉斯院士的關於腐殖質的積累必需有嫌氣性條件和腐殖質形成的過程是兩種相反的作用：分解 $\rightleftharpoons$ 合成的結果的觀點。

在 M. M. 科諾娜娃的工作中非常詳細和清楚地指出了發源植物組織分解過程第一階段的機構，而第二階段的機構，即腐殖質分子的合成，則仍未闡明。

К. И. 魯達科夫 (К. И. Рудаков) 根據他的實驗材料發展着在微生物參加下形成土壤結構的原始的理論。他首先否認植物根系分泌物的存在，按 Ф. Ю. 格里澤爾的意見，這種分泌物是根圈細菌藉以進行合成作用的物質，根據 И. И. 卡尼維茨的理論則是真菌 *Trichoderma lignorum* 藉以發育的物質。

根據 К. И. 魯達科夫的理論，原果膠細菌 (протопектиназные бактерии) 在分解豆科植物根的細胞間質時，釋放水解乳糖醛酸。根瘤菌在細胞內部完成着有效腐殖質的合成作用，在自溶作用過程釋放尿素蛋白質綜合體，這種綜合體是具有形成團粒性質的有效腐殖質。

根據 К. И. 魯達科夫的意見，根瘤菌能在豆科植物根的外面合成有效腐殖質。然而由於在土壤中這些細菌生活在豆科植物根上，又因為所有豆科植物的細胞間隙都有由作為水解乳糖醛酸原料的半乳糖和阿拉伯糖所組成的多醣類，所以土壤結構的形成和豆科植物的生長有關。

在 К. И. 魯達科夫的實驗工作中，以半乳糖代替培養基中的蔗糖時，在根瘤菌的影響下每克培養基中形成了 53.2 毫克的水解乳糖醛酸。在以蔗糖或葡萄糖作為對照的培養基中都沒有形成水解乳糖醛酸。

以含有水解乳糖醛酸的根瘤菌的自溶物作用於含有鈣鹽的無結

構的土壤時，К. И. 魯達科夫在沒有經過冰凍的土壤中得到了46%的水穩性團粒，而在經過10天冰凍之後，就獲得了95%的水穩性團粒。在對照中不含水解乳糖醛酸的根瘤菌的自溶作用產物，對土壤結構的形成沒有任何效果。在這個試驗中經過冰凍之後水穩性團粒增加一倍的事實證明了，在形成穩固的土壤結構中冬季冰凍具有重大的作用。

К. И. 魯達科夫建議用原果膠細菌製劑在播種之前接種車軸草種子以改善土壤結構並減少輪作中牧草層佔據的時期。К. И. 魯達科夫在灰化土上進行的田間試驗中獲得了下列結果：在播種車軸草以前大於0.5毫米的團粒有2.7%；播種車軸草後這樣的團粒就變成8.74%；而在播種車軸草同時施入原果膠細菌之後，結構團粒的數量增加到18.6—26.4%。

Н. М. 拉查列夫 (Н. М. Лазарев) 進行了研究土壤的生物-有機-無機綜合體 (био-органоминеральный комплекс) 的非常有意義的工作。他以生態學的觀點處理土壤的微生物區系，並認為各類微生物在土壤中的發育是緊密相關的。根據他的意見，土壤中發生着一組微生物為另一組微生物自然更替的情況。根據 Н. М. 拉查列夫的理論，在土壤中應該識別在富有蛋白質的微生物組影響下形成的“原始結構的團粒”。Н. М. 拉查列夫把這組富有蛋白質的微生物稱為“ α -古敏-古敏鹽羣”。它們形成的土壤團粒是不穩固的。較穩固的結構是“ β -古敏-古敏鹽羣”形成的，在這種羣體中鈣代替了蛋白質，而這個過程是在氧氣不充分的情況下進行的。Н. М. 拉查列夫把土壤中的微生物過程分成下列四個體系（有機體——環境）。

1. “發酵性”微生物羣 (зимогенная микрофлора)——吸收蛋白質類有機物的類羣。

2. 當地的微生物羣 А (АМА) (аутохтонная микрофлора)——利用碳氮比率大的植物殘餘物——缺氮土壤中的類羣。

3. 當地的微生物羣 В (АМВ)——吸收腐殖質的類羣。

4. β -古敏鹽羣即發育在有鈣鹽而氧氣難以透入的土壤中的生物

-有機-無機綜合體。

根據 H. M. 拉查列夫的意見，上述四個體系中 AMB 是植物根系營養物質的直接供應者。第四類型不能供給植物氮素，也不參加植物營養。在黑鈣土中這種“死的”有機物佔土壤中腐殖質總含量的 $\frac{2}{3}$ 。

H. M. 拉查列夫根據他的實驗工作建議應用 AMB 細菌製劑，以促進土壤中創造穩固的結構和高度肥力的過程。促進腐殖質礦物質化作用（在腐殖質的作用下形成植物的可吸收態養料）的 AMB 綜合細菌製劑是一系列好氣性細菌的組合，這些好氣性細菌是氨化細菌、硝化細菌、反硝化細菌、分解纖維素的細菌、分解含磷有機化合物的細菌和好氣性固氮菌。AMB 微生物體系所實現的過程是創造土壤高度肥力和保證植物根部良好營養的十分必需的條件。

創造植物營養的良好條件問題是和土壤結構問題緊密地相聯系的。只有在有結構的土壤中才能不間斷地供給水分和空氣，才能確保好氣性微生物過程所必需的條件，從而形成植物可吸收態的養料。

由於生物作用在創造土壤肥力中起着決定性的作用，所以在沒有土壤微生物參預下，植物自己不能正常地生長和發育，不能形成高額の產量。在肥沃的土壤中必然含有大量的微生物。假使破壞（粉碎）母岩而不使受到微生物作用，那麼就不能得到土壤，正像威廉斯所說的只是“無生命的死的母質”。在 Л. М. 多羅欣斯基 (Л. М. Доро-
спинский) 和 H. M. 拉查列夫的試驗中，將植物栽培在消毒的植鉢時發現它們甚至在土壤中施入死亡的細菌體形態的有機物質以及無機氮肥和磷肥的情況下，也生長得非常不好。看來植物生長不好的原因並不是有機質和營養元素的缺乏，而是由於在消毒的情況下沒有活的微生物。爲了改善植物的生長，就需要在土壤中施入活細菌的懸浮液。

目前在蘇維埃農業生物學面前擺着一項任務：科學地制定創造更符合植物要求之外界環境條件的方法，而以這種方法來保證獲得農作物最高額の產量。

B. P. 威廉斯在其著作中寫過，在研究有機質的形成和分解過程的相互關係時，必需了解參加過程的有機體的一般特性和它們的組成土壤形成過程實質的生命活動結果的總合。

T. Л. 李森科根據上述理由指出，掌握新陳代謝過程，換句話說掌握有機體營養的詳細情況和細節（從廣義的意義上來理解營養這個字），就可以更好地掌握植物有機體。

爲了解決上述任務，就需要學會掌握土壤微生物的生活。

既然植物的營養是藉助於土壤微生物而實現的，所以不通曉掌握土壤微生物生活的途徑和方法，當然就不能掌握植物的營養。

B. P. 威廉斯在當時所提出的，並爲 T. Л. 李森科推進的這項任務的正確解決之重要和引人注意，也就是說通曉土壤有機體的特性和學會掌握它們的生活的必要性，是由於土壤中有大量活細菌而引起的。例如根據新區棉花栽培科學研究所實驗室的材料，取自栽培棉花的 1 米深土層的 1 克栗鈣土中含有 3 億到 14.4 億個細菌。假使以 10 億細菌約重 1 毫克計算，那麼 1 米深土層的 1 公頃栗鈣土中活細菌的重量將達 5—20 噸，而通常這種土壤含微生物還是比較少的。

根據蘇聯科學院通訊院士斯大林獎金獲得者 Н. А. 克拉西里尼科夫 (Н. А. Красильников) 的材料，細菌細胞的平均年齡在土壤中整個生育期間大約是 15—20 晝夜。每經 15—20 晝夜就進行一次世代更替——老細胞死亡，新的細菌產生。如此則在棉花的整個生育期中，可以更換 12—16 次細菌的世代。這意味着栗鈣土中 5—20 噸的細菌物質在棉花的整個生育期間能有多次的死亡和新生。這些細菌物質中含有植物所必需的一切營養元素。

斯大林獎金獲得者 E. H. 米蘇斯金從微生物影響土壤肥力的觀點出發，長期地研究了土壤微生物的生態學並得出如下的結論：雖然土壤中有芽孢桿菌顯著地少於無芽孢細菌，可是土壤中最重要根本的過程的實現，主要是決定於有芽孢細菌——有芽孢桿菌。無芽孢細菌在根圈優越地發育着，雖然它們積極地參預了植物營養過程，而它們的生命活動完全決定於植物根系的分泌物。所以土壤中這些

細菌的數目，在生育期間隨着植物的發育階段和氣候條件而顯著地變化着。我們近幾年發現的矽酸鹽細菌也屬於有芽孢細菌。矽酸鹽細菌不僅對植物有重大影響，對於土壤形成以及土壤肥力的創造過程也有重大的影響。這種微生物被稱為矽酸鹽細菌是由於它們具有分解土壤中鋁矽酸鹽和從空氣中固定氮素的能力。

矽酸鹽細菌可能是分解原始的僅僅由矽酸鹽和鋁矽酸鹽組成的地球硬殼的最早的生物。很可能這些細菌是 B. P. 威廉斯在談到土壤形成過程最初階段的問題時所記載過的那些化性細菌 (хемотроф)。隨着嫌氣性和好氣性細菌在地球上的出現，矽酸鹽細菌的生命活動也複雜化起來了，因為矽酸鹽細菌能夠暫時為其他能分解有機物質並把它們礦物質化成為植物可吸收態養料的細菌所抑制或為這些細菌所刺激。但是由於其他的細菌需要現成的能量以及可吸收態的營養元素以資生存，矽酸鹽細菌也就能夠暫時地吸收可吸收態的營養元素並把這些元素轉化為它們的體內的蛋白質。

因此，土壤中各種微生物類羣之間，在它們的發育過程中建立起非常複雜的相互關係，於是隨時都能發現一類微生物不斷地為其他類型所更替。這種新的、研究得還不充分的矽酸鹽細菌和其他土壤微生物間存在着什麼樣的關係，現在還很難說。可能是當土壤中全部可吸收態的礦物質營養元素暫時變為其他各種土壤微生物體，並在土壤中沒有大量可給態營養時，是矽酸鹽細菌最良好的條件。這時土壤中創造了與矽酸鹽細菌在最初土壤形成時相類似的條件。矽酸鹽細菌的生命活動和對土壤中鋁矽酸鹽的分解現在仍然繼續着，並靠吸收土壤中的礦物總貯藏量和空氣中的氮，在補充土壤的能量來源和營養來源中起着巨大的作用。各種土壤微生物其生命活動與土壤肥力以及與提高一切農作物的產量有關，都需要營養元素和能量。矽酸鹽細菌的應用是影響土壤的自然生物學過程的措施之一。