

蘇聯非黑鈣土地帶農業中 的微量元素

比伊·維 著

3/20-2

科學出版社

蘇聯非黑鈣土地帶農業中 的微量元素

Я. В. 比伊維 著
鄧 漢 生 譯
梁 式 弘 校

科 學 出 版 社

1956年12月

Я. В. Пейве
**Микроэлементы в сельском
хозяйстве нечерноземной
полосы СССР**
Издательство АН СССР,
Москва, 1954

內 容 提 要

使用微量元素是我國農業生產實踐提高農作物收穫量和提高畜牧業生產量仍未被利用的潛在力。微量元素不僅能提高農作物及畜牧業的產量，而且也能改良其品質。

本書總結了蘇聯農業中使用微量元素的輝煌成就。

本書共分九章，主要介紹了許多種微量元素在植物中的生理作用以及對植物微生物相互關係的作用，不同土壤條件的使用，述及亞麻、糖用甜菜、穀類及其他各種作物使用微量元素的問題。在最後一章，簡略地敘述了微量元素在畜牧業中的應用。

本書是關於農業選用微量元素文獻中有價值的貢獻，有非常必要的參考價值。為我國農業研究人員及一般農業工作者參考之用。對於農業大學生也有很大的幫助。

蘇聯非黑鈣土地帶農業中 的微量元素

原著者	〔蘇聯〕 比	伊	維
翻譯者	鄧	漢	生
校訂者	梁	式	弘
出版者	科	學	出 版 社

北京 朝陽門大街 117 號

北京市書刊出版營業許可證出字第 061 號

印刷者	北 京 新 華 印 刷 廠
總經售	新 華 書 店

1956 年 12 月 第 一 版

書號：0613 印張：3

1956 年 12 月 第一次印刷

開本：850×1168 1/32

(京) 0001—4,346

字數：74,000

定價：(10) 0.55 元

緒 論

蘇聯共產黨十九次代表大會的指示規定今後要大量增加一切農作物的產量和公營畜牧業的生產率。我們的社會主義農業必須變得生產效能更強大和更熟練。在集體農莊和國營農場的實踐中應該廣泛運用先進的蘇聯科學成就。

Г. М. 馬林科夫同志在 1953 年 8 月蘇聯最高蘇維埃第五次常會上的發言中曾指出：現在的任務是急劇地轉變人民消費品的生產事業。

“但爲了保證人民消費品生產急劇增長，首先我們應該關懷供給居民糧食、輕工業原料的農業進一步發展和提高。”¹⁾

在最近 2—3 年內在我國務必使居民的糧食和輕工業原料達到富足的程度。

全蘇聯的勞動人民以高度的熱忱來接受蘇聯共產黨中央委員會九月全體會議的決議及蘇聯政府和共產黨中央委員會的最後決定，在這決定中規定了農業進一步迅速和急劇增長的有效和具體措施。

集體農莊的高度技術裝備使各種農產品能更加大量地生產。和使農業勞動生產率更加提高。

爲了保證農業的急劇增長，必需消滅農業最主要生產部門的嚴重落後現象和領導上的缺點。在許多集體農莊和區重要農作物的產量及畜牧業的生產率仍然很低。在蘇聯北部非黑鈣土地帶馬鈴薯和蔬菜的生產相當落後，車軸草、苜蓿、禾本科牧草及其他飼料作物播種面積的增長完全不能令人滿意。

提高多年生牧草種子的生產規模是特別重要的。

研究機關曾研究過車軸草、苜蓿及其他牧草種子豐產的農業技

1) Г. М. 馬林科夫在蘇聯最高蘇維埃第五次常會上的發言。國家出版社，1953 年，第 10 頁。

術。必需強調指出在這些措施中用磷鉀肥作追肥和將石灰配合微量元素肥使用對豆科牧草有特別重要的意義。

蘇聯共產黨中央委員會九月全體會議指出：目前國民經濟已提高到新的、更高程度的時期中居民對畜牧業產品的需要已無比地增加；而畜牧業的長期落後已經成為改善勞動人民物質福利和輕工業與食品工業發展道路上的巨大障礙。為了消除畜牧業的落後，非常必要改良飼料基地：保障牲畜有足量的青飼料、乾草、青貯料、直根類作物、精料及礦質飼料。

蘇聯共產黨中央委員會全體會議指出：在穀物、工藝作物和油料作物的生產方面雖然有顯著的成就，但也存在着許多嚴重缺點。“我國許多區的穀類作物、油料作物和工藝作物單位面積產量很低，其主要原因之一是沒有充分使用有機肥料和無機肥料，特別是廐肥、泥炭和泥炭堆肥。”¹⁾

酸性生草灰化土施用的石灰的規模還不大。必需大規模組織配製和使用堆肥及有機無機混合肥料，以保證於最近 2—3 年內集體農莊施用的有機肥料比 1952 年多半倍到一倍。

蘇聯共產黨中央委員會全體會議也責成化學工業部和冶金工業部要大大增加無機肥料的生產。在這種情況下必須顯著地增加無機顆粒肥料的生產。

在蘇聯已建立了強大的社會主義農業生產。這種生產需要考慮運用蘇聯農業科學一切成就的熟練領導。“現在，已經為廣泛使用現代技術、蘇聯農業科學成就，以及農業先進人物和革新者的極豐富的經驗，創造了一切必要的條件。”²⁾

目前許多熟練的農業專家都已成為集體農莊、國營農場和機器拖拉機站的領導。每個集體農莊都將有一兩個在機器拖拉機站編制

1) 關於進一步發展蘇聯農業的措施。蘇聯共產黨中央全體會議 1953 年 9 月 7 日就 H. C. 赫魯曉夫同志的報告所通過的決議。國家政治出版社，1953 年，32 頁。

2) 關於進一步發展蘇聯農業的措施。蘇聯共產黨中央全體會議 1953 年 9 月 7 日就 H. C. 赫魯曉夫同志的報告所通過的決議。國家政治出版社，1953 年，8—9 頁。

中的農學專家服務。在個別最大的集體農莊每個生產隊和分場將有一個屬於機器拖拉機站編制的專家。這些專家的任務是將先進工作者的經驗和農業科學上的成就推廣到生產中去。科學工作者在集體農莊和國營農場生產中的堅固支柱不僅能將科學上早已研究出來的、已知的農業技術和動物飼養措施擴充到實踐中去，而且也能研究和提出提高農作物產量和畜牧業生產率的新方法。

在蘇聯非黑鈣土地帶的條件下，把正確的輪作和能顯著提高土壤肥力、產量及產品品質的綜合農業技術措施運用到集體農莊和國營農場的實踐中去有着重大的意義。

施肥制在這綜合措施中起着巨大的作用。

在輪作中要針對所有輪作作物的需要正確地建立施肥制度，在蘇聯非黑鈣土條件下常常未能將微量元素——硼、銅、鋳、及其他——列入這種制度中去。

由於非黑鈣土地帶酸性灰化土施用石灰和已開墾新的土地對硼肥的需要強烈增加。為了獲得多年生牧草（車軸草和苜蓿）種子的高額產量，也必需加強施用硼肥。目前，多年生牧草種子不足是非黑鈣土地帶集體農莊在推行草田輪作時落後的主要原因之一。

在非黑鈣土地帶大規模開墾沼澤和沼澤化土壤的工作不可避免地會使銅肥的使用增加，因為在多數疏乾的沼澤上不施銅肥，穀類作物和工藝作物就不可能豐產。在拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國條件下進行的研究證明：蘇聯西部各區的生草潛育和生草灰化砂質土也需施用銅肥。

在蘇聯非黑鈣土地帶的許多土壤在施用石灰的條件下使用鋳肥也很適合。

近年來許多蘇聯研究者進行的工作證明：當土壤中缺乏植物可給態的微量元素鉬和鋅時，對豆科作物施鉬，對穀類作物和工藝作物施鋅都能產生很高的肥效。

用微量元素進行作物根外追肥和以微量元素的鹽溶液進行播種前浸種都很有前途。在有機無機混合肥料和制作泥炭腐殖質營養液

的混合物中也必需加微量元素。微量元素不僅可用於作物栽培上，而且也可用在家畜飼養業上。拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國科學院畜牧和家畜衛生研究所進行的工作證明：用鈷和銅劑，在許多情況下也用鋅和硼飼家畜效能很高。

鈷劑已相當廣泛地運用在拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國的畜牧業的實踐中。鈷能預防家畜的特種地方性疾病，並能顯著提高它們的生產率。

作者在本著作中列舉了自己關於微量元素實驗研究的結果，以及其他蘇聯研究者在農業實踐上獲得的有價值的結果。

作者的小冊子“農業上的微量元素肥料”曾於 1949 年由拉脫維亞國家出版社用拉脫維亞文出版。現在這本小冊子經過基本上的改編和補充近年來的新材料後以俄文出版。

比伊維寫於拉脫維亞科學院土壤和耕作研究所

目 錄

緒論.....	i
第一章 多年生牧草輪作中的微量元素肥料.....	1
第二章 微量元素在植物體中的生理作用.....	10
第三章 硼和其他微量元素對植物和微生物相互關係的影響.....	22
第四章 土壤條件和植物的微量元素施肥.....	30
第五章 微量元素肥料的種類及其施用法.....	44
第六章 用於亞麻的微量元素肥料.....	52
第七章 用於糖用甜菜和某些其他作物的微量元素肥料.....	66
第八章 用於穀類作物的微量元素肥料.....	74
第九章 微量元素在畜牧業中的運用.....	79
參考文獻.....	84

第一章 多年生牧草輪作中的微量元素肥料

蘇聯非黑鈣土地帶的生草灰化土缺乏營養物質，呈有酸性反應而且結構很壞。除施用石灰、有機和無機肥料外，施行多年生豆科牧草，首先是車軸草的合理輪作。也是提高這些土壤肥力的最有效手段之一。衆所周知，車軸草栽培地是纖維用亞麻，以及冬蔘和春蔘穀類作物最好的前作。但是，多年生牧草不應該公式化地、不考慮各省、各區或各集體農莊的具體土壤氣候條件而運用於實踐中。

衆所周知，在烏克蘭南部乾旱地區、摩爾達維亞、北高加索多年生牧草的產量很低。這些牧草不能促進提高土壤肥力。在這些地區毫無根據的擴大多年生牧草的播種面積曾招致穀類作物總產量減少。

在蘇聯非黑鈣土地帶條件下我們完全可能獲得多年生牧草的豐產，首先是車軸草，在許多地區也能獲得苜蓿豐產。豐產的車軸草和苜蓿由生活於其根上的根瘤菌積累大量的氮——每公頃可達 200 公斤或 200 公斤以上，而且豐產的車軸草和苜蓿也能改良土壤的結構和豐富土壤的有機質。

在酸性的生草灰化土上，祇有施用石灰之後和在輪作中不斷使用有機及無機肥料才可能獲得多年生牧草乾草和種子豐產。播種牧草的合理輪播作是在蘇聯非黑鈣土地帶提高土壤肥力、提高一切大田作物和創造畜牧業堅固飼料基地的強大要素。

施肥制應該規定在酸性灰化土施用石灰時配合施用廐肥、泥炭堆肥、無機肥料和微量元素。

有機和無機肥料能保證植物必需的營養物質並能創造土壤中微生物過程的有利條件。

植物生活和發育必需各種營養元素。

B. P. 威廉斯在其土壤學教程中寫道：“綠色植物的養料是複雜的因素。至少應該有十種元素：碳、氧、氫、氮、磷、硫、鉀、鈣、鎂和

鐵,其中的每種元素都必須呈具有一定特性的化合物形態存在。”¹⁾

在近數十年來,除這些農業科學中早已知道的普通營養元素外,已經證實還有其他的一些化學元素是植物以及微生物所必需的,如硼、銅、錳、鋅等等。由於植物對這些元素需要的量極微少,所以稱為微量元素,而含有這些微量元素的肥料則稱為微量元素肥料。在土壤、水、岩石,以及在植物和土壤微生物中微量元素含量都很少。

雖然植物對許多營養元素的需要量很小,但沒有它們植物便不能正常發育。土壤中有呈植物易吸收態的這些微量元素存在是獲得農作物高額產量的必備條件。

酶、維生素和荷爾蒙中都含有微量元素,因而它們能參加調節植物和動物有機體中進行的生物化學過程。

例如,植物許多氧化酶中都含有錳、銅是許多呼吸和氧化酶(多酚氧化酶、抗壞血酸氧化酶、酪氨酸酶、漆氧化酶等等)必須的組成部分:維生素 B₁₂ 含有鈷。鋅含於碳酸酐酶以及複蛋白質中。

B. P. 威廉斯院士曾不祇一次的指出:植物生活要素的同等重要性和不可代替性。植物生活要素中任一要素都不能被其他任何要素所代替。

“理論上說諸要素之間,沒有較重要和較不重要之分,其重要性不決定於植物對它們的需要量。植物可以需要極微量的某些物質,植物對鐵便是如此,但是,如果這些微量的某些物質不存在,那末植物的生活便完全中止,正如沒有植物大量需要的要素,如水、光、二氧化碳、氧存在一樣。”²⁾

在生產實踐中,由於某種程度上難於實際滿足植物的需要,關於同等重要的概念只有相對的意義。許多元素,如鐵,在土壤中的含量足能是植物所需數量。因此,在實踐中不需使用特制的“含鐵”肥料。

至於這些微量元素,如硼、錳、銅、鋅、鉬,在許多土壤中植物和微

1) B. P. 威廉斯:土壤學,1939年,21頁。

2) B. P. 威廉斯:土壤學,1939年。

生物都感覺缺乏。植物須要用特制的微量元素肥料——硼、鋳、銅、鋅肥來施肥。因此，微量元素在許多土壤上應該成為輪作中有機和無機肥料的組成部分。

根據 A. П. 維諾格拉多夫的材料，土壤含有的微量元素數量不一，有的含量正常，有的含量很多，有的缺乏。這決定於母質、植被、土壤熟化程度和微量元素從外部以各種有機和無機肥料形態進入土壤的數量，以及隨隕石落入土中的數量。衆所周知，在酸性岩石上發育成的酸性灰化土，特別是機械組成輕的灰化土最缺鋁和銅。同時，在基性岩石上形成的土壤，含這些微量元素却相當多。

微量元素在土壤中可能呈不同的形態：一部分含於土壤礦物中，另一部分土壤膠體表面上呈吸收狀態。在這種情況下微量元素能够參加代換反應和部分以複雜的有機和無機化合物的形態固定在膠粒的表面上。

微量元素的生物吸收和固定在植物體和微生物體中有着特別重要的作用。微生物和高等植物在利用微量元素來進行生命上重要的生物化學過程時，就很強烈地影響土壤中不同形態微量元素的變化。這特別涉及到微量元素的易移動態化合物，如水溶性的，代換性的和弱酸中可溶性的。

根據 A. П. 維諾格拉多夫的材料，在土壤中呈水溶性形態的微量元素祇有其總含量的 1—10%（表 1）。

表 1 幾種微量元素在土壤中的總含量及其水溶性部分
(根據 A. П. 維諾格拉多夫的材料)

元 素	總 含 量 (%)	可溶性部分(佔總量%)
B	$1 \cdot 10^{-3}$	約 10
Mn	$8.5 \cdot 10^{-2}$	1—10
Cu	$2 \cdot 10^{-3}$	約 1
Zn	$5 \cdot 10^{-3}$	約 1

微量元素能很容易地由水溶性化合物轉變成代換狀態，並被植

物和微生物吸收。

同時，土壤中微量元素的水溶性化合物數量在土壤礦物分解過程中，以及在植物有機質、肥料和微生物礦質化時會不斷添增。

微量元素在生草灰化土腐殖質層，照例隨有機質的積累而積累起來，並在腐殖質、植物殘體和微生物細胞礦質化時釋放出來。

一些微量元素，如銅、錳、鈷能和土壤有機質化合。由微生物所進行的土壤腐殖質合成和礦質化過程在很大的程度上決定着土壤中微量元素的生物動態，並影響植物對這些元素的利用。在輪作中微量元素不應該公式化的施用，而是要考慮土壤性質和不同土壤中存在的微量元素類型嚴格地分別施用，並且要注意不同作物種和品種的生理特性。

* * *

以微量元素作為施用石灰後之生草灰化土上，車軸草和苜蓿的肥料和作為播種在新墾沼澤地上禾本科牧草的肥料有着特別重要的意義。

要在生草灰化土上推行合理的輪作不保證每年完成多年生牧草的播種計劃是不可能成功的，能否完成計劃多半決定於是否有足夠的多年生牧草、（車軸草、苜蓿、貓尾草等）的種子。因此，獲得多年生牧草種子豐產的問題就有特別重要的意義。科學研究結果和先進集體農莊的實踐已經證明，微量元素不論在礦質灰化土，特別是在此土施用石灰之後，抑或在開墾的沼澤和沼澤化土地時都能促進多年生牧草種子產量顯著提高。

硼肥在提高生草灰化土上多年生豆科牧草種子產量上，有着重要的意義。在沼澤土上無論豆科或禾本科牧草都特別需要銅。

車軸草用的微量元素肥料 1938 年全蘇飼料科學研究所在田間條件下（其中包括在集體農莊的生產條件下）進行了一系列的車軸草使用硼肥及錳肥的試驗。

在施用石灰後的灰化壤土上曾獲得下列結果（參看表 2）。

表2 硼在施石灰後的灰化壤土上對車軸草種子和乾草產量的影響

肥 料	產 量 (公担/公頃)	
	種 子	乾 草
未施硼	2.18	41.0
硼砂(每公頃 2 公斤硼)	3.92	46.8
硼酸(每公頃 2 公斤硼)	4.17	47.1

在這些試驗中施用硼肥幾乎使紅車軸草的種子產量增加一倍。雖然增產的數量極小，但乾草也增產了。根據全蘇飼料研究所的材料，不同類型硼肥對車軸草種子產量都能發生良好的作用(表3)。

表3 不同類型硼肥對車軸草種子產量的影響

肥 料	每平方米 頭狀花序 的數量	產 量			
		種 子		乾 草	
		公担/公頃	%	公担/公頃	%
沒有硼(施用石灰之後)	476	2.18	100	41.0	100
硼砂(每公頃 2 公斤硼)	579	3.92	179.8	46.8	114.3
硼酸(每公頃 2 公斤硼)	587	4.17	191.3	47.1	114.9
硫酸硼鎂(每公頃 2 公斤硼)	593	3.78	173.4	45.4	110.8

在這些試驗中施用硼使車軸草種子增產 73—91%；同時，凡被採用的硼肥都發生了有利的作用。

根據 E. B. 德雅科娃的材料，在土壤施用石灰後鹽提取液 pH 值約為 6.5—7.0 的情況下，硼對車軸草留種植株能發生最大的效力。E. B. 德雅科娃材料的部分數據列於表 4 中。試驗是在全蘇飼料研究所土壤上進行的。

車軸草種子因施硼而增產 31—75%。在介質反應約呈 pH 5.5 的弱酸性生草灰化土上，施硼不施石灰能使車軸草種子增產 35—55%，苜蓿種子增產 23%。

表4 硼在施用石灰後的灰化土上對車軸草留種植株的影響

(根據 E. B. 德雅科夫的材料)

土 壤	種子產量 (公担/公頃)		因 硼 增 產	
	無 硼	有 硼	公担/公頃	%
生草灰化壤土	1.6	2.7	1.0	41
施石灰後的生草灰化壤土	2.7	3.5	0.8	31
同 上	0.8	1.4	0.6	75

硼肥對紅車軸草種子產量的影響在集體農莊的生產條件中也已證實。

在莫斯科州“前進”和“舒卡羅沃”集體農莊的條件下曾獲得下列結果(參看表5)。

表5 硼肥對紅車軸草種子產量的作用

肥 料	“舒卡羅沃”集體農莊			“前進”集體農莊		
	每平方米 頭狀花序 的數量	產 量		每平方米 頭狀花序 的數量	產 量	
		種子	葉桿		種子	葉桿
沒有硼(施用石灰後+PK)	645	2.68	32.0	212	0.96	25.2
硼(施用石灰後+PK)	778	3.52	34.5	305	1.45	27.1

在“舒卡羅沃”集體農莊，由於以硼肥作追肥，每公頃用量2公斤，致使紅車軸草種子產量增加84公斤，在“前進”集體農莊增加49公斤。

根據 E. П. 特列帕契夫在莫斯科州集體農莊進行的試驗，硼鎂肥使紅車軸草種子產量平均每公頃增產了67公斤。硼最好的用量是每公頃1公斤。施硼肥給車軸草能促進硼進入植物體內(表6)。

在雅羅斯拉夫和高爾基畜牧試驗站的試驗中也獲得了硼肥對紅車軸草種子產量有良好作用的結果。

表6 硼肥對運進入車軸草植株的影響

試驗處理	每公斤乾物質含硼量 (毫克)		
	根	莖	葉
對 照	18.7	31.2	37.5
硼 酸	25.0	50.0	84.3
硼錳肥料	25.0	50.0	93.7

根據雅羅斯拉夫畜牧試驗站的材料，鋁肥和銅肥也能對車軸草乾草產量發生良好的作用。

在全蘇飼料研究所的試驗中，施鋁促使車軸草的葉量增加，並提高了乾草產量和品質。鋁對車軸草種子產量的作用較小。

根據 O. K. 肯德羅夫—津黑瑪院士的材料，在施用石灰後的土壤上硼肥不僅能提高車軸草種子的產量，而且也能提高生物學品質：提高種子的大小、種子重量、發芽率和發芽勢。已改良的生物學品質並能一代代地遺傳下去。

苜蓿用的微量元素肥料 在拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國的條件下可以成功地栽培苜蓿。在該處苜蓿能抵抗不利的越冬條件，並能在一個夏種收割乾草數次。但苜蓿種子產量仍然是很低的。

使用微量元素肥料可解決在拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國土壤上獲得苜蓿種子豐產的問題，特別是在這些土壤施用石灰之後。

在莫斯科州全蘇飼料研究所進行的試驗中，未施硼苜蓿種子產量每公頃最多祇達 47.3 公斤；但是施用石灰不施硼種子增產不大——每公頃 82.4 公斤。每公頃施用 6 噸石灰並配合施硼曾保證每公頃苜蓿種子產量達 470 公斤。

應該指出，單施硼肥而不向土壤施用石灰不能很顯著地提高苜蓿種子產量。苜蓿留種地硼的平均用量為每公頃 3 公斤。

多年生禾本科牧草用的微量元素肥料 施用銅可以提高栽培於沼澤和沼澤化土壤上多年生禾本科牧草種子和乾草的產量，開墾沼

澤並於其上栽培多年生牧草是社會主義畜牧業的飼料基地。銅肥不但能提高多年生牧草的乾草產量，而且也能提高對種子產量。

根據 H. K. 謝爾格也夫斯基的材料，含銅的黃鐵礦渣能使多年生牧草種子的產量顯著提高（表 7）。

表 7 含銅肥料對牧草種子產量的影響

（根據 H. K. 謝爾格也夫斯基的材料）

植 物	PK	PK + 黃鐵礦渣
	牧草種子的產量（公担/公頃）	
貓尾草	3.8	6.6—7.9
牛狐茅	3.2	4.3—4.9
草原早熟禾	2.8	3.2—3.8

銅肥能提高放牧場中牧草的產量及品質，同時能改善牧草的適口性和提高草叢中豆科植物的數量。在拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國條件下每公頃施 5 公担黃鐵礦渣能增產乾草 8.7—11.1 公担。

在施用銅的情況下放牧場的放牧期可以延長。

牧草中銅的含量增加能促進畜牧業的生產率提高，因為在許多缺銅和鈷的土壤上動物常因飼料中缺乏這些微量元素而受害。

在 A. H. 霍特科進行的試驗中，乾草的產量在黃鐵礦渣的影響下有所提高（表 8）。

表 8 含銅肥料對牧草乾草產量的影響

試 驗 處 理	乾草產量（公担/公頃）	
	在施礦渣和播種牧草的當年（1935 年）	在施礦渣後的第二年（1936 年有兩次收割）
P ₆₀ K ₆₀	10.3	50.0
P ₆₀ K ₆₀ + 每公頃黃鐵礦渣 4.5 公担	23.8	60.8

根據 M. Д. 巴胡林的材料, 1951 年莫斯科州季米特洛夫集體農莊在沼澤地上種植貓尾草施用銅(每公頃 25 公斤銅渣), 獲得了下列的結果。

	種子(公担/公頃)	乾草(公担/公頃)
未施銅	0.9	33
每公頃 25 公斤銅渣	3.8	54

在此集體農莊的另一試驗中狐茅的乾草產量未施銅每公頃為 27 公担, 而施銅渣則為每公頃 40 公担。鋅、碘和鉬在沼澤土上沒有顯著的效果。

微量元素和施用石灰 大田輪作中在酸性土和灰化土施石灰的情況下, 會使多年生豆科牧草、亞麻、糖用甜菜、馬鈴薯以及部分穀類作物對硼肥及錳肥的需要量增加。

不施用石灰牧草不可能豐產, 沒有牧草的豐產便不會顯示出草田輪作的良好作用。

O. K. 肯德羅夫-津黑瑪院士曾經肯定在土壤施用石灰的情況下, 除硼外, 鎂也有良好作用。因此, 建議在土壤施用石灰時使用含鎂的白雲石化石灰石和白雲石。

在拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國這種含鎂的石灰石有大量的儲藏。

O. K. 肯德羅夫-津黑瑪寫道: “在土壤施用石灰的情況下鎂和硼的良好作用在下列農作物上表現最為清楚: 車軸草、苜蓿、羽扇豆、烏足豆和其他豆科作物。飼用和食用甜菜、胡蘿蔔和其他直根類作物, 飼用甘藍、亞麻、芥菜、大麥。在土壤施用石灰的情況下鎂和硼的良好作用在禾本科穀類作物上的表現較在上列植物上的表現要差得多。”¹⁾

在拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國條件下在許多土壤中植物對鎂的需要都被這種元素的土壤蓄藏量所遮隱, 而在缺鎂的酸性土壤上施用白雲石化石灰石才能滿足植物對鎂的需要。

1) O. K. 肯德羅夫-津黑瑪: 季米里亞捷夫農學院論文集, 第 5 卷, 第 1 期, 211 頁。