

土壤的施用石灰和 微量元素的应用

O. K. 盖德罗夫—纪赫曼著

科学出版社

土壤的施用石灰和微量元素的应用

[苏] O. K. 盖德罗夫 - 纪赫曼著

王 統 正 譯

科 学 出 版 社

1 9 6 1

О. К. КЕДРОВ-ЗИХМАН
ИЗВЕСТКОВАНИЕ ПОЧВ И
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Сельхозгиз, 1957

內 容 簡 介

本书是論文集,包括作者及其与同事們合写的十九篇論文。30多年来,作者全面地研究了石灰、鎂和微量元素对土壤性質和結構的影响,闡明了它們在提高农作物产量和产品质量方面的作用。本书收集的資料概括地反映了这些研究成果。

全书共分为三編。第一編:施用石灰对土壤性質和营养物質生效化的影响;第二編:酸性生草灰化土的施用石灰及有机和无机肥料的应用;第三編:在生草灰化土施用石灰情况下鎂和微量元素的意義。

土壤的施用石灰和微量元素的应用

[苏] О. К. 盖德罗夫-紀赫曼 著

王 統 正 譯

※

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

※

1961 年 6 月第 一 版

书号: 2352 字数: 344,000

1961 年 6 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/27

(京) 0001—5,500

印张: 15 19/27 插頁: 2

定价: 1.95 元

序 言

苏联相当大部分灰化土具有較高的酸度。在这种土壤的土壤溶液中可能出現在数量上对大多数农作物足以有害的鋁、錳,有时也有鉄。因此,不仅氫离子的高浓度是三叶草、小麦、不少蔬菜作物和許多其他有价值作物在这种土壤上生长不好或者甚至完全死亡的直接原因,而且氫离子的伴生离子也应认为是这些作物生长不好甚至完全死亡的直接原因。

此外,已經确定,土壤的強酸度妨碍着植物的鈣和鎂营养,引起鉬的进入量的不足(这对豆科作物特別有害),并降低对农业有益的微生物区系的生命活动。象根瘤菌和自生細菌大气氮素固定作用、硝化作用以及其他等等对高等植物营养如此重要的微生物过程,在环境高酸度条件下几乎都宣告停頓。自然,这样就破坏了植物所必需的营养物質的生效化。

不但如此,而且由于土壤的高酸度,在土壤中还会发生所施的可溶性磷酸鈣盐的化学固定的不良反应,使之轉变为难溶性的、而实际上对大多数农作物为不能利用的鉄和鋁的磷酸盐。

酸性土壤上农作物的生长,远不是經常可以由无机肥料的施用来改善的,因为有些无机肥料,特別是銨盐和鉀盐(炉灰和霞石例外),在經常施用时会引起土壤酸度的进一步活化,包括鋁和錳的移動性的加强,自然,这就使这些肥料的肥效降低。

酸性土壤的不良性质,往往会由于經常施用高量的磷矿粉而得到消除,就其对产量的作用看来,在这种土壤上磷矿粉一般比过磷酸鈣要好。

磷矿粉与羽扇豆或腐肥和泥炭腐肥堆肥相配合,会产生更好的結果。上述有机質略能緩和土壤酸度,而主要的作用則是使鋁和錳轉变为非活动的形态,从而减少土壤磷酸盐的化学固定。在

有机肥料影响下,土壤微生物的生命活动得到改善。可是,只有在反复利用上述有机肥料和采用高用量时,才能达到熟化土壤的目的。

在同时施用有机肥料、无机肥料和数量足够的石灰的情况下,迅速地从根本上熟化强酸性土壤是可能的。

关于土壤潜性酸度的原因的最初概念,是在46年以前才由K. K. 盖德罗依茨(Гедройц)建立的。这种酸度的现代理论,在他的著作出版之后过了20年始宣告建立,同时直到今天它们仍然是实验研究的对象。怪不得,从理论上说明酸性土壤施用石灰对土壤、土壤微生物区系和高等植物这样复杂作用的许多方面,现在还遭遇着严重的困难。

K. K. 盖德罗依茨对施用石灰理论作出了杰出的贡献。由于深入地研究了土壤的吸收性能和吸收性阳离子的性质,他揭露了土壤酸度的根源并阐明石灰与酸性土壤相互作用的反应。以后,他详细阐明了农作物与所谓土壤吸收性复合体所含有的各种阳离子的关系,由此他了解到能够起离子交换吸收能力的土壤胶体部分(无论有机的或无机的),以及这些阳离子对土壤性质的影响。

俄国革命以前,关于结合其他肥料施用石灰的有价值试验,是在有些地区的试验站(恩杰尔格勒、弗雅特斯克、莫斯科)和许多试验田里开始的。但是这一措施在实践中未能得到贯彻,因为三叶草种植发展得极为缓慢,而在大多数三区轮作田中,冬黑麦和燕麦忍受灰化土壤的酸度为害。

在播种甜菜的地区(其土被主要是黑钙土),曾作了不止一次的对甜菜施用糖厂废物——富含石灰和有机质的糖渣的试验。但是,因为在确定用量时,仅仅从与厩肥相似出发,于是往往由于土壤碱化对植物有害而得到不良的效果,终于使施用石灰这一概念本身的威信扫地。

只有在革命以后的时期,情况才开始好转,那时确定糖渣的用量时已考虑到土壤的酸度和盐基饱和度。虽然灰色森林草原土和灰化黑钙土、淋溶黑钙土的酸度,比起非黑土带的灰化土来弱得无

法比拟，糖用甜菜对施用石灰依然有良好的反应。在 1953—1955 年間，仅在乌克兰西北部，糖渣的施用面积即达 130 万公顷左右。这一方法在俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国甜菜种植区的类似的土壤条件下也有应用。

根据全苏肥料和农业土壤科学研究所的资料，仅在苏联灰化土部分的北方地带就有 1,500 万公顷以上中酸性和强酸性土壤。这里施用石灰在提高农作物产量中起着重要作用。为了获得关于苏联所有酸性土壤面积的概念，至少应将上列数字加倍。

苏联非黑土地带的酸性土壤大面积地施用石灰，只有在农业集体化和从田间播种牧草过渡到轮作以后方才开始。可是，多年以来，这一措施的实施进展缓慢，这可能是由于石灰缺乏及其价格昂贵所致。随着石灰质材料——石灰华和湖成石灰（灰泥）以及泥炭白垩地方资源的查明，情况就会好转。在许多地区，都有几百处这种石灰来源，就一个来源来说数量虽然不多，但其总量却可作为廉价的石灰质材料的重要后备力量，因为它们往往分布在酸性土壤的田地附近，而且又不需磨碎。

苏联共产党中央委员会九月全会（1953 年）和二月—三月全会（1954 年）在决议中指出了我国施用石灰的状况不能令人满意，并责成建筑材料工业、地方工业和工艺合作社组织农业用石灰岩的磨碎工作。

苏联农业部和国营农场部联合决定，降低石灰的价格，并使与翻土前准备撒布石灰和与撒布石灰有关的繁重过程机械化。在施用石灰的进度方面，已于 1955 年开始转变，这一重要措施在苏联 908,000 公顷面积上已经得到贯彻，而整个第二个五年期间，施用石灰的土地不过 300,000 公顷左右。

酸性土壤施用石灰的规模近年应当更进一步地扩大。苏联共产党第二十次代表大会关于到 1960 年我国谷物总产量达到 110 亿普特，并大大增加技术作物、马铃薯和蔬菜的产量，以及为发展畜牧业创造巩固的饲料基地的有历史意义的决议要求这样做。

酸性土壤施用石灰之所以重要还在于，如果不这样做，就不能

在这种土壤上合理利用大量的生理酸性的无机肥料，到第六个五年计划期末，这种肥料的生产量将比 1955 年增加一倍以上。

苏联共产党第二十次代表大会关于 1956—1960 年发展苏联国民经济的第六个五年计划的指示中指出，必须组织工业生产出足以保证农业需要的石灰。这就为在灰土带更广泛地采用这种肥料创造了条件。但是，除了得自工业的石灰以外，集体农庄、机器拖拉机站和国营农场今后应当注意草木灰、泥炭、页岩及其他废物可利用于施用石灰的地方的石灰质肥料来源。

施用石灰的年年扩大要求进一步开展这个领域的研究工作，并在生产中运用科学成就。由于这个缘故，全苏列宁农业科学院院士 O. K. 盖德罗夫-纪赫曼 (Кедров-Зихман) 关于土壤施用石灰和微量元素的应用问题 30 多年的研究的著作，对所有农学家来说是很很有意义的。

在最近 25 年期间，奥斯卡尔·卡尔洛维奇·盖德罗夫-纪赫曼主持了苏联土壤施用石灰有关问题的研究。从 1931 年在全苏列宁农业科学院系统中组织关于肥料、农业技术和农业土壤问题的基本科学研究所的时候起，O. K. 盖德罗夫-纪赫曼就领导了这个研究所的土壤施用石灰实验室，并与该所学者和工作人员一起全面而深刻地研究了施用石灰的大量理论问题和实践问题，以及与之有关的微量元素肥料问题。

1955 年 10 月 31 日是奥斯卡尔·卡尔洛维奇的 70 诞生，同时也是他从事科学、教育和社会活动的四十周年。农学界人士都亲切地纪念这个日子。

孜孜不倦地力求使自己的工作密切结合农业生产的需要，是奥斯卡尔·卡尔洛维奇作为一个学者的特点。他的许多试验都是直接设置在集体农庄中。他经常努力普及既得的结果。他的不止一次地用苏联各种文字出版的多数关于土壤施用石灰的小册子是负有盛名的。

奥斯卡尔·卡尔洛维奇重视青年科学干部的培养工作。他在白俄罗斯农学院和季米里亚捷夫农学院（从 1931 年到 1942 年他

任季米里亚捷夫农学院教授)从事教学活动期间以及在白俄罗斯苏维埃社会主义共和国科学院工作期间,从研究生和科学工作人员中培养了40名科学硕士。O. K. 盖德罗夫-纪赫曼有4个学生考受了博士学位并获得教授称号,两位是共和国科学院院士,他们在科学研究所和高等学校中都担任着重要职务。

在O. K. 盖德罗夫-纪赫曼发表的159种科学著作中,有109种是直接涉及施用石灰和与之相联系的微量元素对植物的意义和作用问题。

本论文集所包括的著作,可分为三类:(1)施用石灰对土壤性质和营养物质生效化的影响;(2)酸性生草灰化土的施用石灰及有机和无机肥料的应用;(3)在生草灰化土施用石灰情况下镁和微量元素的意义。

在第一类著作中,读者可了解到作者早在1925年所发表的关于石灰对土壤的物理、化学和生物学性质的影响的详细研究情况。由于利用了实验室方法对石灰与土壤相互作用过程进行探测,O. K. 盖德罗夫-纪赫曼指出,在施用石灰影响下,灰化土中氮、磷、钾的活动性增加了。如果说,在П. A. 考斯特切夫(Костычев)和K. K. 盖德罗依茨的工作中,对于磷的类似探测是人所共知的,那末对于钾来说,文献中却是存在着相对立的意见。作者阐明,这是由于将现象的两个方面——土壤中钾的活动性和钾进入植物体内混淆起来所致。据研究,在施用石灰影响下,这种阳离子的活动性增加了,但这不一定就伴随着植物对钾的吸收加强,因为植物对钾的吸收决定于溶液中钙和钾这两种阳离子的比例。这两种离子会发生拮抗作用:在钙进入植物体内时(如果含量很高的话),会妨碍植物根部对钾的吸收。

最近的研究证实,施用石灰往往会提高土壤中钾的活动性,只有钙的饱和程度极高的土壤才可能发生例外的情形。

谈到石灰对土壤中氮的活动性的影响,现在公认,这照例是生物学过程(大气氮的固定,土壤和肥料中有机化合物的矿质化)的加强的结果。

在 1934 年曾用单行本出版的“灰化土施用石灰对营养物质生物化的影响”这篇文章后一部分中,作者作出了他关于石灰对土壤中不仅 3 种主要元素而且植物矿质营养的其他元素的最近研究的总结。从那时起,只有土壤中磷酸状况与施用石灰的联系得到更充分的研究。因此,作者的资料仍保持原有的意义。这篇著作中所收集的材料曾作过作者在莫斯科举行的第二届国际土壤学会(1930 年)上报告的题材。

关于与土壤施用石灰有关的农作物和土壤酸度的关系的论文(1933 年),简述了 O. K. 盖德罗夫-纪赫曼及其同事用盆栽法和田间法研究生草灰化土和泥炭土的酸度对多种作物(30 种以上)的影响的大量著作的总结。在土壤施用石灰时,必须将生草灰化土的反应(pH)调整到 6.2—6.5(水提取液)或 5.6—5.8(盐提取液),这一为苏联和外国其他学者所充分证实的理论,应当认为是这一著作中对施用石灰的理论和实践极为重要的结论。在确定石灰用量时,将 pH 调整到上述数值,现在认为是适宜的。如果进一步降低土壤酸度,象不同作者的多数试验所得到的结论一样,植物可能要受到许多因缺乏微量元素的损害,并减低磷酸盐的活动性。

1936 年以单行本出版的关于吸收性阳离子和碳酸盐对植物产量和土壤溶液化学成分的影响一文,继续了 K. K. 盖德罗夫院士对这个问题的卓越研究,在土壤反应(pH)对该种植物发育有利的条件下,确定土壤吸收性钙和其他阳离子之间的比例相当大时作物良好发育的可能性,是奥斯卡尔·卡尔洛维奇这一著作的重要成果。还查明,各种作物对施入土壤中的碳酸镁的反应有所不同,而且高浓度碳酸镁的有害影响,可以用额外施入碳酸钙的办法求得消除。

在关于 K. K. 盖德罗夫院士学说的论文(1952)中,奥斯卡尔·卡尔洛维奇清晰地阐明了土壤农业化学家在发展土壤施用石灰理论方面的杰出作用,并指出在盖德罗夫逝世后 20 年内苏维埃农业化学研究这个课题的成就。

O. K. 盖德罗夫-纪赫曼关于酸性生草灰化土施用石灰这一

共同課題进行了許多工作。这里仅編入4篇論文。其中之一为“結合施用厩肥和无机肥料,在不同石灰施用量条件下生草灰化土施用石灰对多年生牧草輪作中农作物产量的影响”(1950年首次发表,編入选集时作者根据最新資料加以修改),闡明了关于这些肥料配合問題的各个重要方面。

早已确定,酸性土壤施用石灰无疑是有效地应用无机肥料所必需的基础,而在无机肥料中,有些往往是生理酸性盐。在作者多数試驗中令人信服地証明,当不可能一次施用必要数量的石灰时,可以分数次施用,以求得提高无机肥料的肥效,但在此条件下,在一个輪作周期內施入的石灰数量相当于土壤水解酸度的一半。正象不同作者在試驗中所确定的,相当于一半水解酸度的石灰用量,虽然引起了石灰对作物产量的良好作用略有減弱,但毕竟保証了相当于全量增产量50%以上的增产量。从經營管理和經濟方面看来,显然目前仍以一半用量较为合理和较为有利。

依靠土壤中生物学过程的加强,而使厩肥分解加快,石灰提高了这一极为重要的地方性肥料的作用。結果,厩肥、石灰与无机肥料配合,使酸性土壤上輪作生产力显著提高。

在牧草合理輪作的整个輪作周期中进行一系列的試驗,应当說是 O. K. 盖德罗夫-紀赫曼关于研究石灰的作用的工作的无可置疑的优点。所得資料叙述在此选集的这篇以及以下的論文中:“結合对生草灰化土施用石灰,有机肥料在多年生牧草輪作中的作用”(1950年)。

在文献中也遇到許多施用石灰对各个作物有惊人影响的令人信服的例証,但不是对于非黑土带的一切地区,都有在整个輪作周期中多年試驗的資料。在上述著作中,綜合了在白俄罗斯9区輪作中这种試驗的結果。

应当談談本編的下列論文:“施用石灰与施用有机肥料相配合是提高酸性生草灰化土肥力的基本措施”(1955年)。Д. Н. 普里尼施尼科夫(Прянишников)已經指出,用反复施用以灰分物質丰富的厩肥可代替施用石灰。当石灰与厩肥配合时,可以減少石灰用

量的原因之一就在于此。奥斯卡尔·卡尔洛維奇成功地指出上述理論的正确性及其进一步发展的可能性,即:当石灰与腐肥配合施用时,两种肥料的定額可以减少而并不損害它們对产量的作用。这个結果的获得不仅考虑到它們对第一熟作物的影响,而且考虑到它們以后的輪作作物的影响。

这一編的最后一篇論文“苏联酸性生草灰化土施用石灰的基本任务”,作出了苏联关于探討石灰的作用各个方面的科学研究工作的最新总结,并指出了今后研究的迫切任务。这篇文章对在“巴雷維諾”全苏肥料和农业土壤研究所試驗基地上石灰在輪作中的肥效的例子所作的总的評价,是十分令人信服的。在这里由于相当于土壤水解酸度 $1/4$ 的每吨石灰施用量的作用,在 11 年的总和中和,所有一个跟一个作物的增产量折合为每公頃 13.9 公担籽粒,当将石灰提高到水解酸度 $1/2$ 施用量时,每吨石灰的增产量与上述情况很接近,为 12.8 公担,而在采用全量*时则为每公頃 10.6 公担。

在第一个輪作周期中所有作物的总产量,在第一种情况下折合谷实单位为每公頃 187.0 公担,在第二种情况则为 210.4 公担,但是对照产量只有 179.8 公担。

本文集第三类著作闡明了在生草灰化土施用石灰情况下鎂和微量元素的意义。

由于注意到土壤中的鎂, O. K. 盖德罗夫-紀赫曼对鎂作为石灰质肥料的伴随元素感到兴趣,这就促使他在这方面着手进行长期的試驗性的探討,并很快得到有价值的科学的和实践的成果。这些工作繼續到 1936 年在牛津举行的第三届国际土壤学家會議。O. K. 盖德罗夫-紀赫曼是这次會議的苏联代表。

在农业中大家都知道,在酸性土壤上輪作中有羽扇豆、烏足豆、馬鈴薯和亚麻存在,就不得不特別仔細地去决定施用石灰和选择石灰用量,因为,石灰不仅会对多年生牧草和谷类作物产量和收获物品質有良好的作用,而且会对上述植物发生不良的影响。石

* 按水解酸度的 100% 計算石灰施用量——譯校者。

灰对这些植物可能发生的不良影响的预防方法，长期以来是不了解的。只有在三十年代初，苏维埃农业化学家对于这点提出报导，施用不大数量的硼，可以消除土壤过度的施用石灰对糖用甜菜的有害影响，由于按每公斤土壤 1 毫克硼计算施用硼酸或硼砂可以消除心病。

关于探讨在土壤施用石灰时硼和镁对乌足豆、马铃薯、三叶草和其他作物的作用的许多著作，是 O. K. 盖德罗夫-纪赫曼完成的，这些著作曾先后发表于 1939—1953 年。其中一部分编入本文集中。这些文章清晰地指出，生草灰化土施用石灰对羽扇豆、乌足豆、马铃薯、亚麻的不良作用，主要是表现在施用石灰伴随着植物营养环境中缺乏硼和镁，而石灰中含有很少的镁的情况下，用富含镁的石灰质物质给酸性土壤施用，会对这些作物大有好处。

在奥斯卡尔·卡尔洛维奇的工作以前通常认为，富含镁的石灰质岩石，对于用来施用石灰来说是不大适宜的。特别认为，不应采用每 100 份碳酸钙就有 50 份以上碳酸镁的石灰。经作者查明之后，两种碳酸盐含量大致各半的岩石（白云石、白云灰岩），就成为完全适用的了，因而改变了对土壤施用石灰所适用的石灰质岩石的貯量的概念，从而使这种岩石的貯量大大增多。

上述 O. K. 盖德罗夫-纪赫曼的工作比较详细地叙述在下列论文中：“镁和硼是提高苏联灰化土施用石灰的肥效的因素”（首次发表于季米里亚捷夫农学院 75 周年纪念文集）和“在土壤施用石灰条件下硼对农作物产量高低和收获物品质的影响”（首次发表于基辅农业研究所文集，纪念乌克兰苏维埃社会主义共和国院士 A. И. 都舍奇尼金（Душечкин）诞生 75 周年）。

由于深入地研究了镁和硼在酸性土壤施用石灰时的意义，奥斯卡尔·卡尔洛维奇断定，在镁和硼的影响下，不仅产量提高，收获物化学成分改善，而且能显著地提高种子的丰产品质和播种品质，甚至还会影响到植株的后代。这些结果不仅对农业化学家有重大的意义，而且对于选种家和良种繁殖家也同样具有重大的意义。这些结果乃是通过改变营养条件可定向影响植物本性的令人

信服的例証。

在关于这方面的一系列研究中，列入本文集的有两篇論文：“肥料是改善农作物种子生产力的因素”(1948年)和“肥料对农作物种子丰产品質的影响”(由两篇以前发表的著作—1948年发表的“結合鎂和硼的施用，土壤施用石灰对农作物产量的影响”和1949年发表的“肥料对玉米和荞麦产量及其生物学性質的作用”綜合改写而成)。这些研究是在温室和田間条件下进行的。

除了硼以外，其他微量元素(特别是鈷)在 O. K. 盖德罗夫-紀赫曼的工作中占有重要地位。近年来，这种微量元素引起了生理学家、医师和兽医的巨大注意。鈷对于有机体正常的新陈代谢过程无疑是必需的，因为它含于某些 B 組酶中。缺鈷会引起动物的特种疾病，并使生产率降低，在这种情况下，可以服用微量的氯化鈷。

至于談到鈷在植物生活中的作用，那末，目前文献中对这个问题还没有一致的看法，大多数研究者到目前为止不认为鈷是农作物一定必需的营养元素。是否应将鈷看作为在农业化学中的微量元素肥料未被查明。但是，已經确定，禾本科和豆科植物所含的鈷比蔬菜植物要多。例如，在苜蓿中，每公斤干物質含鈷 0.05—0.22 毫克。随着 pH 的提高，也就是說，随着土壤酸度的降低，植物体内鈷的含量減少了。例如，在 pH 为 7.2 的土壤上栽培苜蓿时，同在 pH 为 5.8 的同样土壤上栽培的苜蓿相比，植物体内鈷的含量降低了一半。在施用石灰土壤上，植物有时会遭受鈷的缺乏这一假定，从此将是十分可能的。O. K. 盖德罗夫-紀赫曼在橡胶草試驗中曾观察到这种情况，該項試驗的結果在 1942 年就发表了。

从 1947 年开始，奥斯卡尔·卡尔洛維奇与其他工作人員一起进行的最新試驗中，无容置疑地查明，在原先是酸性的、施用石灰的生草灰化土上，各种植株确实会感到缺鈷，無論在盆栽試驗中或者田間試驗中施用适当用量的鈷，都会产生明显的良好效果。

不但如此，近年来的試驗結果还表明，在白俄罗斯低注泥炭土壤上，即使在不施石灰时鈷也有作用。所有这一切都使关于鈷作

为微量元素肥料的意义问题大为明确了。在初步研究中，用适当的生产废物代替贵重的纯钴盐也是很重要的。

近年，O. K. 盖德罗夫-纪赫曼在他的试验中利用了放射性同位素钴(Co^{60})，从而使他能够查明这种元素进入植物体并在植物各部分固定的过程。也值得注意的，已查明钴(Co^{60})的 γ -射线对作物生长有良好作用，无疑地应当成为今后更多方面的研究的对象。

O. K. 盖德罗夫-纪赫曼有 4 篇关于钴的文章编入本论文集内，即：“微量元素在苏联农业中的应用”（包括其他微量元素的资料）（1952 年），“结合生草灰化土施用石灰，钴对农作物的作用”（曾得苏联科学院奖）（1955 年），“钴是在低位型泥炭沼泽土上提高农作物产量的因素”（1955 年），“应用 Co^{60} 研究钴在植物营养中的作用”（本文 O. K. 盖德罗夫-纪赫曼在 1955 年日内瓦国际和平利用原子能会议上报告过）。

这本 O. K. 盖德罗夫-纪赫曼的著作选集，包括土壤施用石灰和应用微量元素肥料的材料，这些材料对所有在我国非黑土带工作的农学家、研究所和试验站的科学工作者，以及在农业高等学校和中等技术学校教师都是有价值的。

农业科学博士 A. B. Петербургский 教授

目 录

序言	i
第一編 施用石灰对土壤性质和营养物质生效化的影响	1
一、石灰对于土壤物理、化学和生物学性质的影响	1
石灰对磷化合物的影响	4
石灰对氮化合物的影响	13
石灰对钾化合物的影响	16
石灰对土壤物理性质的影响	17
結論	21
二、灰化土施用石灰对营养物质生效化的影响	23
土壤施用石灰对磷酸生效化的影响	23
土壤施用石灰对土壤氮素生效化的影响	39
土壤施用石灰对土壤钾素生效化的影响	42
土壤施用石灰对土壤中镁化合物生效化的影响	44
营养元素在施用石灰和无机肥料影响下的生效化	47
营养元素在施用石灰和有机肥料影响下的生效化	48
总结	48
結論	49
三、与土壤施用石灰有关的农作物与土壤酸度的关系	53
四、吸收性阳离子和碳酸盐对农作物产量和土壤溶液化学组成的影响	76
前言	76
試驗部分	84
分析研究	113
总结	123
五、K. K. 盖德罗依茨院士关于土壤吸收性复合体和土壤施用石灰的学說	134

第二編 酸性生草灰化土的施用石灰及有机和无机肥料的应
用..... 147

六、結合施用厩肥和无机肥料，在不同石灰施用量条件下生
草灰化土施用石灰对多年生牧草輪作中农作物产量的影
响..... 147

七、結合对生草灰化土施用石灰，有机肥料在多年生牧草輪
作中的作用..... 179

八、施用石灰与施用有机肥料相配合是提高酸性生草灰化土
肥力的基本措施..... 200

九、苏联酸性生草灰化土施用石灰的基本任务..... 219

第三編 在生草灰化土施用石灰情况下鎂和微量元素的意义
..... 247

十、关于烏足豆与土壤施用石灰的关系問題..... 247

十一、結合施鎂和硼，馬鈴薯与土壤施用石灰的关系..... 266

十二、鎂和硼是提高苏联灰化土施用石灰的肥效的因素..... 292

十三、在土壤施用石灰条件下硼对农作物产量高低和收获物
品質的影响..... 306

十四、肥料对农作物种子丰产品質的影响..... 327

十五、肥料是改善农作物种子生产力的因素..... 348

十六、微量元素在苏联农业中的应用..... 356

十七、結合生草灰化土施用石灰，鈷对农作物的作用..... 370

十八、鈷是在低位型泥炭沼泽土上提高农作物产量的因素... 389

十九、应用 Co^{60} 研究鈷在植物营养中的作用..... 399

第一編 施用石灰对土壤性質和 营养物質生效化的影响

一、石灰对于土壤物理、化学和 生物学性質的影响

石灰对土壤肥力的良好作用,人們很早就知道了。約在兩千年以前,古羅馬为了提高栽培植物的产量,已經在农业上应用了石灰。

在西欧和北美,对土壤施用石灰作为一項极普遍的土壤改良措施,在农业上得到广泛的采用。

可惜,对土壤施用石灰这一問題,在苏联却很少注意。但是,施用石灰在提高苏联辽闊的非黑土带土壤肥力方面无疑会起到特别重要的作用。

近来关于查明灰化土化学本性的研究,特别是 K. K. 盖特罗依茨*关于土壤吸收性复合体的研究工作,闡明了以前所不了解的石灰同土壤相互作用这一复杂过程的一些新的方面。

根据这些研究結果,灰化土应属于盐基不飽和的土壤类型。由于灰化过程的結果,这种土壤的大部分能为中性盐阳离子置換的吸收性盐基,为氢离子所置換了。但是,最普遍的吸收性盐基——鈣和鎂——为氢离子置換之后,所产生的吸收性复合体就不够穩

* K. K. Гедройн: 土壤的吸收性能和土壤吸收性盐基,“Опытная агрономия”杂志,1916年17卷472頁。認識土壤吸收性能的材料、吸收速度、吸收量以及吸收能和代換能,“Опытная агрономия”杂志1919年20卷269頁。土壤吸收能力的学說,1922年。土壤吸收性复合体和土壤吸收性阳离子是土壤发生分类型的基础。