

酸性土壤及其改良

Б.А.高罗别夫

科学出版社

酸性土壤及其改良

Б. А. 高 罗 别 夫 著

陆 行 正 译

李庆逵 鲁如坤 等校
臧向瑩 潘衍庆

科 学 出 版 社

1957年11月

酸性土壤及其改良

B. A. 高罗别夫著

陆 行 正 译

李庆逵等校订

*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街117号)

北京市書刊出版業營業許可證出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1957年11月第一版

1957年11月第一次印刷

(京)0001-1,575

書号:0962 印張:5 15/27

开本:787×1092 1/27

字数:115,000

定价:(10)0.90元

Б. А. ГОЛУБЕВ
КИСЛЫЕ ПОЧВЫ И
ИХ УЛУЧШЕНИЕ

Сельхозгиз

1954

內 容 提 要

这本书是高罗别夫教授多年研究酸性土壤时试验的彙集，它討論了下列几个問題：

1. 碳酸鈣同土壤的相互作用及各种作物的發育与土壤酸度的关系。
2. 磷灰土粉同土壤的相互作用。
3. 鉛对植物發育的影响。

論述了磷灰土粉在酸性土壤中应用的問題。

作者在書中列举了許多具体的試驗來說明在酸性灰化土壤上栽种各种作物时施用磷灰土粉及石灰等提高作物产量的方法及意义。

出版者言

在这本 Б. А. 高罗别夫所著的書中闡明了他多年来对灰化土壤酸度本性的研究,其中詳細探討了以下几个問題:

1. 碳酸鈣与土壤的相互作用; 2. 磷灰土粉与土壤的相互作用; 3. 鋁对植物發育的影响,並且提出了关于确定酸性土壤对石灰施用感应性和施用磷灰土粉以代替过磷酸鈣的方法的具体建議。

在本書中作者根据試驗結果敘述了可以保証其大大提高收获量的磷灰土粉的集中施用方法。

Б. А. 高罗别夫指出,碳酸鈣的分解,在黑鈣土中也能进行。这一点必將使制糖工業中的廢物——糖糟得到更为广泛的应用。

本書是專为从事於提高酸性土壤肥力的科学工作者而写的,它对农化研究室的工作者和农学家亦將同样适用。

对本書的意見請寄“莫斯科 1-й Басманный пер., 3, Сельхозгиз”。

布利斯·亞历山大罗維奇·高罗別夫傳略

著名的蘇維埃農業化學家之一布利斯·亞历山大罗維奇·高罗別夫，於1952年2月13日逝世，享年59歲。

Б. А. 高罗別夫，生於亞历山大罗夫城，他的父親是一位鐵路火車司機，同時也是鐵路上一些操作規程的作者。

Б. А. 高罗別夫的中等教育是在奔薩城的實驗中學受的，1918年他畢業於國立莫斯科大学，然後進入彼得洛夫（現在名季米里亞捷夫）農學院農學系攻讀，畢業後（1922年）Б. А. 高罗別夫繼續在該校工作，起初是在農作學教研室工作，從1925年——轉到農業化學教研室工作，而該室主任即是Д. Н. 普里亞尼施尼柯夫院士。

Б. А. 高罗別夫，把自己的科學工作與中央非黑土帶生產上所需要的問題密切結

合起來。Б. А. 高罗別夫從開始自己的研究工作起就對在植物生命中起重大作用的酸度予以注意。Б. А. 高罗別夫第一個確定土壤的鹽基愈豐富，緩衝力越大吸收量越高時，則植物對酸性的適應範圍也越大。其後，國外的學者普也爾及明契爾也得到同樣的結論。



B. A. 高罗别夫进一步的研究指出,植物在不同的土壤中对酸度敏感性發生差別的原因,是在很大程度上与土壤中鋁的不同活动性和某些离子所产生的保护作用不同有关。例如,鈣离子在不同代換量的土壤上,既可防止氫离子的毒性,也可防止鋁离子的不良作用。

这一結論促使 B. A. 高罗别夫进行了一系列關於鋁对植物生長影响問題的研究。

这些研究使可能: 1) 將植物按照对活性鋁的灵敏性不同而进行分組, 2) 使可能确定鋁的有害作用和各种植物根吸收鋁的速度之間的关系, 3) 也使可能說明植物不同發育阶段及其年齡对鋁的敏感性的影响, 4) 可以闡明磷素营养和伴随加入的离子的濃度对減少鋁的毒害的作用。

事实上,最主要的結論是: 对鋁敏感的植物能强烈地从溶液中吸收鋁,同时这些植物的另一特点是对磷酸的吸收很慢,而時間上又很長,至少,在生長初期是如此。这些植物的地上部分,並不感到强烈的磷的缺乏。

大家知道,用鋁做試驗是極為困难的,这是由於缺乏測定該元素的完善方法, B. A. 高罗别夫和 Г. A. 保尔柯夫一起研究出了鋁的比色測定法,並在土壤分析中作了驗正。B. A. 高罗别夫,非常注意磷肥的施用量和施用技術問題,他曾經編制了这样一个規範,即如果土壤总的潜在酸度在 100 克土中大於 2.0—2.5 毫克当量时,施用磷灰土,就会有效。

B. A. 高罗别夫在我国第一个教授了农業化学研究法的課程,其中包括排水采集器的研究法,盆栽試驗的不同处理方法,微生物及田間試驗法等。

B. A. 高罗别夫在自己研究工作中,善於把理論与实践密切結合起来。

作者主要根据他自己与其同事們的試驗結果,編写了“肥料及

其在莫斯科省的应用”一書，該書出了三版。

Б. А. 高羅別夫具有卓越的演說天才，同時又是學校中受到愛戴的教授之一，他在擔任農業化學及土壤系主任和教研室主任的十一年余的時間里，把教學工作及科學研究工作提到了很高的水平。Б. А. 高羅別夫將他很多精力放在組織莫斯科中央制糖工業科學研究所的農業化學部門中（1928—1930），他積極參加組織全蘇肥料研究所（ВИУ），這個機關後來改成全蘇肥料農業技術及農業土壤研究所（ВИУАА），Б. А. 高羅別夫是 Д. Н. 普里亞尼施尼柯夫最親近的学生及同事之一，他的卓越的工作作風使自己成為一個熱情而嚴肅的研究家，他也是一個追求科學真理、研究複雜而有實際意義的施肥理論和實踐的堅強戰士。

Б. А. 高羅別夫付出了極大的精力和熱情來培養年青的農業化學科學幹部，他所培養的幾百個在我國各個角落工作的學生，時常懷着極大的謝意來回想起自己的系主任和教授。

布利斯·亞历山大羅維奇發表了有關土壤改良、土壤化學和施肥理論及實際的近 60 篇論文。

Б. А. 高羅別夫晚年是蘇聯農業部農業宣傳總局的科學顧問，在那里他領導着很多的科學組織工作和方法試驗工作。

Б. А. 高羅別夫的逝世，使農業科學及全體蘇維埃農業化學喪失了一位卓越的科學實踐家和宣傳家，喪失了一位畢生從事於發展蘇維埃農業化學、培養幹部及促進社會主義農業高漲的熱心愛國者。

Е. В. 波布柯， Ф. В. 契里柯夫， Н. Н. 古那爾，
А. В. 彼切爾布爾斯基， З. В. 洛葛維諾娃， А. Ф. 尤金，
А. В. 索柯洛夫， Д. Л. 阿斯基納茲， Э. Н. 斯康傑

波布柯序言

为了正确的应用肥料，必需有评价土壤肥力的方法。在非黑土帶决定土壤肥力的主要因素是土壤酸度。

在这本书中讀者可以获得关于土壤酸度問題的許多有价值材料，作者所进行的研究接触到三个主要的問題：

1. 碳酸鈣与土壤的相互作用，
2. 磷灰土与土壤的相互作用，
3. 土壤鋁及它对植物的影响。

消除有害於大多数作物的土壤酸度的基本方法是在土壤中施用各种状态的石灰，包括最活潑的但也是最昂貴的石灰以及泥灰石、湖泥及各种廢物等。为了查明土壤的石灰需要量，我們要測定土壤的活性酸度、代換性酸度以及水解性酸度。用醋酸钠測定水解性酸度的方法是最常用的方法。

这个方法最大的缺点，在於必需引入換算系数，而这项系数是單憑經驗測得的。而且不同类型的土壤，系数都不相同。

在这本书中所敘述方法的优点，在於土壤鈣的不饱和度是用石灰来測定的，以一定稀釋的石灰乳来处理土壤一次，而全部土壤的潛在酸度可以由測定土壤最后的 pH 而完全求得，用这方法測得的酸度值，可能和以卡本氏 (Кашен) 法測得的水解性酸度值有差別。

如果把用碳酸鈣法(土壤与水的比例为1:40)进行土壤研究所得到的結果与卡本法比較时，对弱酸性的土壤，第一个方法測得的酸度較高，然而在强酸性的土壤中，碳酸鈣法測得的結果比卡本法为低。

与土壤悬液的滴定曲線法相比較，碳酸鈣法的优点是比較簡

單,並且适於例行分析。

可惜作者对这个工作沒有做完,也沒有提出在实际情况下,各种土壤类型石灰需要量的計算基础,而这个問題亟待进一步研究。

作者研究了植物对土壤的酸度的关系,得到下列的結論:

1. 植物对酸度的忍耐力随其品种而異,但一般在高吸收量的土壤中,它們的耐酸性显著的較高。

2. 这种差別的原因,主要的是由於土壤中鋁的活性不同及鈣离子在对抗鋁离子及对抗氫离子上所起的保护作用程度不同所致。

3. 当黑鈣土酸化时,鋁仅在十分低的 pH 值(近乎 3)时始在土壤溶液中出現,而在灰化土中,随着土壤的酸化而鋁便很快的在土壤溶液中出現。

4. 在吸收量小的土壤中,在 pH 4.5 时,鋁即可在土壤溶液中出現,而在吸收量大的土壤中,在 pH 4.5 时,鋁却不至大量变为活性状态。並且也沒有吸收态鋁存在,虽然这种土壤在酸化以后,可以形成大量的代換性酸度。所以,在北方的酸性土上,經常与植物相随的活性鋁对产量的影响要較土壤反应为大。

这个事实應該引起对吸收量問題研究的極大注意,應該記住,我国 К. К. 盖得洛依茲(Гедрош)曾对这个問題进行过卓越的研究。

鋁对植物發育的影响,直到現在为止还不能完全正确的确定,其实,这个元素的活性形态对大多数植物都是有害的。

研究鋁对作物生長影响的水培試驗,使我們可能按照植物对培养液中氫离子及鋁离子的不同关系来划分植物类型。这試驗証明了大多数植物对活性鋁比对活性氫为敏感。

研究各种植物根对鋁的吸收能力的試驗,是很有意义的,研究指出:植物对鋁的吸收能力和它对鋁的敏感性有直接关系,吸收鋁愈多的植物(主要在發育初期),对鋁的敏感也愈大,在測定营养条件对燕麦、小麦及大麦等(这些作物对鋁的敏感性有显著差別)吸

收鋁的影响的試驗証明,植物营养液的濃度越高,則植物对鋁离子的吸收也越强,对磷來說,也有同样情况。除此以外,在幼苗中磷的濃度越高,在以后的生長期中,植物对鋁的吸收也愈强。試驗証明,根所吸收的鋁則集中在根的皮層中(在細胞核中),在水培条件下,鋁对幼苗的作用也是如此,在土壤中,鋁的有害作用,可能表現得更为明显。

显然,在某些酸性土壤中,磷鹽有甚高的肥效,其原因即在这里。这里还必須寻找关于在酸性土壤中局部施用石灰时(和肥料一起条施)的高度肥效的原因,这种施用方法使植物的根系同其周圍的鋁隔离开来。

在拟定根据周圍环境特性来計算施用磷灰土的肥效的方法时,作者是根据下述的基本情况,即溶液中磷鹽的濃度是随着氫离子濃度的增加而增加,和随着鈣离子濃度的增加而減少,这个物理化学規律所拟定的。

高罗別夫所进行的試驗得出了土壤对磷灰石的反应与吸收性复合体的数量和代換性陽离子間的比例有关,並得出下列結論。

假若一个土壤仅有很少的有效性磷,其潛性酸度大於2.0—2.5毫当量/100克土时,則土壤对磷灰石的施用將有所增产。

Б. А. 高罗別夫偉大的成就是他确定了在磷矿粉中磷素的最大有效性时,土壤饱和度、土壤吸收量及水解性酸度之間的关系。关于伴随肥料,特別含氮肥料对磷灰土分解的影响問題,已由Д. Н. 普里亞尼施尼柯夫詳細研究过。在不久以前,列別姜茲夫(Лебедев)研究了在沙契洛夫黑鈣土中,硝化作用形成硝酸的过程,得到了这样的結論,即这项作用对于加入土壤中磷灰土的分解有重大意义。

高罗別夫的研究証明,在銨态氮硝化过程中所游离出来硫酸¹⁾

1) 此处可能是硝酸之誤——譯者註。

直接参与分解作用，一般講起来硝化作用的酸对分解磷灰土的能力与土壤鹽基饱和度有关，土壤吸收量愈大及土壤饱和度愈高时，分解能力越小。

因此，在黑土帶的土壤中（这些土壤一般均有大量的吸收性鹽基及極高的饱和度）硝化作用对提高磷灰土中 P_2O_5 的可給性，不能起显著作用。

能强烈的分解磷灰土的土壤，一般也同时具有把植物所能利用的磷酸轉变成为难溶性化合物的性能。因此必須根据肥料与植物根系及土壤的关系来安排肥料的位置，即可使肥料不与大量的土壤相接触，但同时又可使根系能經常的接触肥料。並使在植物生長初期也能利用它們，这点可由各种局部的肥料（特别是磷肥）施用方法来达到。

盆栽試驗及田間試驗得出下列結論：

1. 在不同生成方式的强酸性土壤上，特别是在紅壤上，磷灰土粉及过磷酸鈣的局部施用比散施时有效。
2. 用其他方法施肥时，在这些土壤中，在許多情況下，磷灰土粉的功效比过磷酸鹽为好。
3. 在大量施用磷灰土作为土壤改良的方法时，磷肥應該散施而不是局部施用。

E. B. 波布柯

目 录

出版者言.....	i
布利斯·亞历山大罗維奇·高罗別夫傳略.....	iii
波布柯序言.....	vii
緒論.....	1
土壤酸度的本質及其測定的方法.....	4
各种植物与土壤酸度的关系.....	17
土壤中的硝化作用.....	17
植物發育与土壤吸收量的关系.....	23
鋁的有害作用出現的条件和鈣的作用.....	34
鋁对植物生長的影响.....	50
营养介質中的鋁对植物根系的伤害特征.....	62
植物生長期對於鋁鹽敏感性的影响.....	65
活性鉄和活性鋁对植物發育所起作用的比較研究.....	68
鋁对植物的危害作用和鹽份濃度及磷酸营养状况的关系.....	71
磷灰土粉在酸性土壤上的使用.....	76
土壤施用磷肥的方法.....	76
伴随肥料對於磷灰土分解的影响.....	102
氮肥.....	102
鉀肥.....	108
土壤分解磷灰土与吸收性陽离子性質的关系.....	117
施用磷灰土粉的方法.....	120
参考文献.....	131
Б. А. 高罗別夫教授著作表.....	134

緒 論

在決定土壤肥力的許多土壤特性中，土壤反應的問題亦即是土壤酸度或鹼度大小問題，早已吸引了研究工作者的注意。關於活性酸理論的發展（這種酸是因氫及氫氧離子存在而產生的）和酸度某些狀態測定的簡易方法的擬定，都有很大的實際意義。

化學分析方法的應用使能相當精確的決定最適當的石灰及磷灰土用量，從而避免了農場在肥料購置及運輸上的額外損失。

如果土壤 pH 低於 7 我們稱它為酸性土壤，但我們很少見到土壤的 pH 低於 4，僅僅十分酸性的沼澤土及泥炭可能顯得更酸些，他們常常沒有礦質基體（минеральный скелет）常常由於黃鐵礦氧化的結果而含有硫酸。

另一方面，我們也很少遇到 pH 大於 8，甚或達到 8.5 的土壤，僅在中亞細亞的強度鹽漬化及含碳酸鈣的土壤中，當具有硫酸鈉聚積的趨向時，可以顯得更咸些。

但是未經預先改良及根本改善，無論是酸性泥炭或強度鹽漬化的土壤都不可能利用，並且不能算作農地，同樣的，在主要的農業土壤帶中，許多 pH 由 4 到 8 的土壤，也都屬於需加以改良的範圍之內，在這範圍中包括有從中亞細亞灰鈣土到泰加帶（таежной зоны）灰壤，從烏克蘭肥沃黑鈣土到遠東的各種灰化土壤等地區中的大量土地，在國外的情況也是如此。

在普拉索洛夫（Прасолов）及羅卓夫（Розов）的工作中，得到了關於世界土類分佈的極有意義而重要的結果。把蘇聯各種土壤的分佈面積及它們某些通性與這些結果相比較時（克拉夫柯夫，1934；索柯洛夫斯基，1934；柯夫達，1946；普拉索洛夫，1935；烈米卓夫，1935），便可得到這樣的情況（表 1）。

表1 世界土类的分佈

土帶及土类	在苏联的总面积		耕地面积的百分数	
	公 頃	佔总額%	在苏联土地中	在世界土地中
冰沼土及森林冰沼	311,650,000	14.7	0	0
灰化土及沼澤土	1,115,825,000	52.5	5—6	6
黑土及灰色森林土	250,750,000	11.8	40	35
栗鈣土及棕鈣土	186,150,000	8.8	7	7
淡棕鈣土及灰鈣土	121,225,000	5.7	2	2
高山土	67,200,000	3.2	7—9	4—8
潮湿及半湿润区的亚热带紅壤	2,900,000	—	30	13
沙 漠	68,250,000	3.3	0	0
总 計	2,121,050,000	100.0		

表2 中是六个主要土类的基本农业化学性状的数据。

表2 各种土壤的农业化学性状

土 壤	腐 植 質 %	吸 收 量 (毫克当量)	pH	
			水浸提液 (活性酸)	中 性 鹽 浸 提 液
亚热带紅壤	—	10—5	4.5—5	5.0—5.5
灰化土	2—7	5—15	5—5.7	5.0 左右
变質黑土及灰色森林土	—	25—40	6—6.5	3.5—4.5
黑鈣土	20以下	55以下	6.5—7	3.0—3.5
栗鈣土	2—6	15—30	6.7—7.2	4.9
灰鈣土	1—1.5	10—15	8—8.5	—

苏联土地面积的大半是灰化土，被耕地約佔5—6%（沒有計算大面积的沼澤土帶），在苏联的欧洲部分，这个百分数增加到10%或更大些，在全国中約有陆仟万公頃的播种面积。

在全世界的土地中，灰化土的平均开垦程度也同苏联相似，但

是在西欧国家,則有显著的增加,可达到 27%。

随着土壤酸度的增加,由於大量鈣的損失,使土壤遭到了變質作用,並且使之有了許多不良的性質。土壤有机物質的活動性增加,並開始被排水淋失,如果不先行施用石灰,即在施用廐肥、泥炭、綠肥等的情况下,變質作用是不能停止的,變質作用使土壤陽离子吸收量減少,而使陰离子(磷酸)的固定作用增加,因为真菌羣落明显的出現,而且有时佔了优势,因而就使土壤中各种生物作用的速度改变,甚至改变了生物作用的方向。土壤構造被破坏了,而具有泥濘狀及形成結皮的傾向,这就明显地反映在水与空气的狀況上。酸性土較難於耕作,並且難於保持良好的農業化学情况,而通常由於营养物質缺乏,酸性土壤在它的施肥上需要多加照料。

土壤酸度的本質及其測定的方法

土壤水浸提取液或濾液的 pH 是土壤固相的性質及其特征的質的指标,也是土壤酸度的主要代表。通常活性酸为量不大,完全中和 1 公頃土地上的活性酸还要不到 $\frac{1}{3}$ 吨石灰,活性酸的稳定性,首先決定於土壤的緩冲性質。

由於我們用於測定土壤潛性酸度方法的不完善,随着用於測定的試剂不同而得到不同的数字。試剂愈鹼,則所測得的土壤潛性酸度越高。因此,土壤吸收量的大小也不穩定,随着环境的鹼化,土壤吸收量也随之增大。

酸度及土壤吸收量随着鹼化而增大的原因,並不仅仅是由於土壤固相中各部分氫离子的活动性的不一致,而且也由於鹼化的关系而使土壤膠体表面出現了新的活潑的部位。

当酸性土用中性鹽处理后,在濾液中有鋁的出現时,可以發現濾液中的活性酸和因鋁鹽而产生的水解性酸之間,常常有当量关系,这种現象的产生或者可以用鹽类的陽离子与吸收性鋁間的直接代換来解釋,或者是由於氫离子把土壤固体的鋁代出随后溶解而形成酸度。

当研究在鹼性环境中鹽基的吸收問題时,我們常用溶度很大的化合物,如醋酸鹽等来处理土壤,我們佈置了許多土壤对 CaCO_3 (CaCO_3 在不含 CO_2 的水中,溶度很小)¹⁾ 的分解試驗,操作如下:

1. 將全部土壤風干並通过 0.5 毫米篩孔的篩子。
2. 称一定数量的土壤置於瓶中与純粹的碳酸鈣²⁾ 相混和,碳

1) 18°C 时每升溶解 13 毫克(科尔拉烏舒)。

2) 洗到洗滌液加入酚酞时現微紅色。