

酸性土壤石灰改良調查研究資料

汇 編

(农学系土化教研組)

貴州学农院

1978.6

黔西北高寒地区石灰施用量及其作用本质的试验研究

一、试验研究方法

二、石灰在改良培肥土壤中的作用

三 (一) 石灰对土壤配度的影响

(二) 石灰在活化土壤磷素中的作用

(三) 石灰对土壤氮素有效化的影响

(四) 石灰对土壤有机的作用

三 石灰对玉米的增产作用

四 讨论

(一) 关于石灰施用量的问题

(二) 关于石灰作用本质的问题

五 几点结论与建议

酸性黄壤上施用石灰对作物产量品质及土壤肥力的影响

一 试验地基本特性与试验设计

二 施用石灰对农作物产量品质的影响

三 施用石灰对黄泥肥力特征的影响

四 几点结论

黔西北高寒地区石灰改土的调查总结

前言

- 一 生产实践及科学试验的一般总结
- 二 1972年调查及分析资料小结
- 三 关于今后研究工作的意见

(附录) 有关本省石灰改土调查研究资料目录

黔西北高寒地区石灰施用易 及其作用本质的试验研究

黔西北地区耕地土地中，大部分属酸性土地，主要是黄泥与灰泡土。这些土地在未改良前，大都具有酸性重、物理性不良、养分缺乏、供肥力低等特性，因而作物生长不良，单产很低。长期以来，当地广大干部和贫下中农在为改良这类土地的低产面貌，增加粮食生产的斗争中，积累了用石灰改良这类土地的丰富经验。

近年来，随着“农业学大寨”群众运动的深入发展，用石灰改良土地的规模越来越大，施用易也增加很多，出现了象赫章县中坪公社等这样一批大易施用石灰（每亩达万斤）获得改土增产显著效果的典型。群众的生产实践向科研部门提出了新的问题，即在黔西北这样的条件下，石灰除中和土地酸度之外，它在改造酸性土地的不良农业性质，提高土地肥力上主要作用是什么？这样大易施用石灰是否合理？合理施用石灰的根据是什么？为探讨这些问题，我们曾于1972年与1973年分别到大方县草坪公社，毕节县相菱公社，赫章县中坪公社、拉禾公社、花泥公社、威宁县龙子公社、炉山公社、星火公社等地进行调查。在此基础上，我们又与赫章县、威宁县农业局、毕节地区农科所协作，分别在毕节县德沟公社中坝生产队，赫章县白果公社大山三队和威宁县小海公社长林生产队布置了田间试验，研究了不同石灰用易在培肥土地与提高玉米产量中的作用。

一、试验研究方法

定点试验于1974年开始，试验设计如表1

表 1 各试验点试验设计

处理代号 地点	石灰用量 斤/亩					小区面积 (亩)	重复 次数
	I	II	III	IV	V		
毕 节	0	500	1000	3000	5000	0.058	3
赫 章	0	1000	3000	5000	7000	0.1	3
威 宁	0	1000	3000	5000	7000	0.2	2

石灰施用时间，除赫章点在 73 年 10 月 29 日施下之外，其余两点均在 74 年 3 月施放。有机肥于每年玉米播种时穴施，每亩每年用至廐肥 2500 斤（威宁）与 3000 斤（赫章、毕节）。

三点土样，在施用石灰前采样进行分析，试验地基本特性见表 2，玉米生长期中对其生长情况进行调查，每年于玉米收后进行采样，对土壤理化特性进行分析。

表 2 供试土壤基本特性

地 点	土壤名称	成土母质	海拔 (米)	活性有 机质 %	质地	PH (水)	含氮 %	含磷 %
毕 节	黄泥	页岩	1500	1.445	轻粘	5.75		0.214
赫 章	小黄泥 夹灰泥	页岩	1800	1.995	轻粘	4.40		0.240
威 宁	黄泥	红色 粘土	2200	2.237	中粘	6.05		0.258

地 点	水 解 酸	代 换 酸			吸收量	盐基 饱和 度%	水 解 氮 mg/100克土	有效磷 (盐酸-氟 化钼) PPM
		总基	代换氢	活性铝				
	m.e / 100 克 土							
毕 节	2.04	0.110	0.054	0.056	12.4	83.9	7.61	21.4
赫 章	7.22	0.142	0.055	0.087	15.4	53.0	11.60	18.8
威 宁	2.97	0.039	0.033	0.006	15.0	80.5	9.02	18.8

二、石灰在改良培肥土壤中的作用

(一) 石灰对土壤酸度的影响

施用石灰能降低土壤酸度，消除活性铝的毒害，这一点是大众都知道的。但在不同气候土壤条件下，消除土壤酸度需要的石灰数量是很不一样的。在黔西北条件下，要使土壤活性酸提高到微酸性与中性，需要石灰数量并不很大，但要使土壤PH提高到7.5或以上，彻底消除潜在酸，需要石灰数量就比较大了。如赫章试验点，施用石灰1000斤/亩，PH即由4.48增至6.60，但要达到PH 7.5则需要每亩施石灰5000斤。(见表3)

表3 不同石灰用量对土壤活性酸的影响

地点	年分	处理	I	II	III	IV	V
威宁	1974		6.10	6.70	7.29	8.00	8.20
	1975		6.12	6.51	7.15	8.00	8.18
	1976		6.08	6.36	7.02	8.00	8.20
赫章	1974		4.48	6.60	7.20	7.50	7.90
	1975		4.20	6.25	6.60	7.20	—
	1976		4.13	6.32	6.73	7.30	7.59
毕节	1974		5.49	7.20	7.70	8.00	8.20
	1975		5.80	6.90	7.68	8.00	8.20

石灰降低土壤酸度的作用，还可保持一个相当长的时间，但由于雨水淋失与作物吸收，土壤PH逐渐有所下降，其中以赫章下降得较快，这可能与赫章点试验地坡度较大，水土流失较严重，石灰流失大有关。在石灰用量大的处理，由于耕层中仍含有许多石灰颗粒，所以PH很少或基本上没有下降。至于潜在酸，石灰用量达3000斤/亩以上的各处理，都全部消除了。

(二) 石灰在活化土壤磷素中的作用

过去和现在的调查试验都说明适量施用石灰可以增加土壤中有效磷的畝量，提高磷的有效性。而且这种促进磷酸有效化的作用可以维持相当长的时间。

从三个试验点情况看，施用石灰各处理土壤中 0.5 M 碳酸氢钠溶性磷都比对照有明显增加，特别是当石灰用量较多，PH 达 7 以上，有效磷增加更多，可达一倍以上。这与我们过去的工作以及高寒山区工作组试验结果基本上是一致的。(1.2)

为了进一步了解施用石灰后，土壤中磷活化的机制，我们

表 4 施用石灰对土壤有机磷的影响

地点	处理 年 分	0.5 M NaHCO_3 溶性磷 (ppm)				
		I	II	III	IV	V
威 宁	1974	9.6	9.6	18.0	32.4	25.8
	1975	12.0	12.9	19.5	20.7	18.0
	1976	13.2	16.8	27.0	31.8	28.8
赫 章	1974	7.2	15.0	18.0	13.5	11.4
	1975	11.4	12.9	18.9	15.6	13.5
	1976	9.0	11.4	11.4	14.7	13.2
毕 节	1974	7.2	12.0	15.6	16.8	18.6
	1975	7.8	8.4	11.4	16.5	16.5

採用 Гинзбург-Лебедева (6) 的方法，对各组磷进行了分析，结果见表 5。从表 5 可见，施用石灰与对照比较，第三组钙磷，即最难溶的磷灰石形态的磷变化不大，铁磷与铝磷显著减少，第一组钙磷（主要是水溶性与盐溶性磷酸盐）特别是第二组钙磷（弱酸溶性磷酸二钙、三钙）有了显著增加。可见，这类土

土在未施石灰前酸性強，代換酸中活性鋁占 90% 以上，土

表 5 石灰对土中无机磷素形态组成的影响 (赫章白果公社)

处理	含磷 量	磷素形态组成					无机 磷总 量	有效 磷 (PPM)	全磷 %
		Ca-P ₁	Ca-P ₂	Al-P	Fe-P	Ca-P ₃			
对照	PPM	61.0	69.7	24.0	268.0	45.8	468.5	7.2	0.268
	%	13.1	14.9	5.1	57.4	9.5			
石灰 3000斤/亩	PPM	106.2	202.0	10.3	165.5	43.6	527.6	18.0	0.298
	%	21.0	38.3	1.95	31.3	7.45			
石灰 7000斤/亩	PPM	87.2	147.8	9.8	141.5	42.7	429.0	11.4	0.276
	%	20.4	34.5	2.3	33.0	9.8			

中活性铁铝是十分活跃的，被铁铝固定的磷酸盐的比例相当大，(在 50% 以上)。施石灰后，铁铝从难溶的磷化合物中为钙代换出来，磷酸与钙形成比磷酸铁、铝化合物较易溶的化合物。施石灰后水溶性与酸溶性磷酸钙盐比例超过 50%，铁、铝的磷酸化合物则降至近 30%，这可能是施石灰后活化磷的原因之一。

(三) 石灰对土中氮素有效化的影响

从试验结果可见石灰能活化土中氮素，增加土中水解氮的数目，为作物提供更多的氮素养料。这一点与玉米的生长情况是完全一致的，施石灰的各处理不仅植株生长高大，而且叶色始终较对照深。当地贫下中农也普遍反映，施用石灰的玉米到成熟时叶片仍“透脚变”，比施用尿粪还强，说明石灰的确能活化土中氮素。

石灰活化土中的氮素与石灰用量以及土中有机质含量有关。从石灰用量看，以 3000 斤—5000 斤/亩，水解氮增加最多，用量到 7000 斤/亩，水解氮数目又有所降低。从土中活性有机质含量看，毕节最低，其水解氮增加幅度也最小，最高才 2.809 毫克/百克土。赫章、威宁两试点，土中活性有机质较高，水

鲜氮增加的幅度也较大，如赫章点，第一年水鲜氮最低也有4.82毫克/百克土，高的可达6.79毫克/百克土，因施石灰增加的氮素供应易，可相当尿素30斤以上。但是，这种活化土壤的作用，随着时间的进展而逐渐减少，到第三年，水鲜氮的差别就不大了。

表6 石灰对土壤水鲜氮的影响

地点	年分	水 鲜 氮 mg / 100克土				
		I	II	III	IV	V
威 宁	1974	12.44	16.50	—	19.60	12.18
	1975	9.30	12.73	10.20	10.68	8.06
	1976	3.96	4.70	4.72	3.77	2.21
赫 章	1974	4.90	11.64	11.69	10.49	9.72
	1975	4.68	10.90	13.40	13.45	—
	1976	4.85	4.74	5.13	5.53	4.82
毕 节	1974	5.85	6.08	6.81	8.66	5.76
	1975	7.75	7.42	8.30	7.80	7.30

(四) 石灰对土壤有机质的影响

从过去与现在的调查研究看，在黔西北高寒地区，施用石灰的确可以活化土壤氮素，但这种对氮的活化是否会寻致土壤潜在肥力的降低，即导致土壤有机质的下降？

从我们的试验中，还不能得出明确的结论。活性有机质含量各年度变化较大，但对照与施石灰各处理比较起来，有增有减（见表7）也可能与样品处理及分析过程有关，所以还不可能有肯定的结论。

从腐殖质的组成看，在我们试验条件下，还看不出有什么明显的影响，胡敏酸与类非酸的比值施石灰与对照之间没有显

腐殖质的区别表 8) (见表 8)

表 7 施用石灰对土壤活性有机质的影响

地点	年分	处理	I	II	III	IV	V
威宁	1974		2.206	2.632	2.905	2.883	2.973
	1975		2.080	2.700	2.685	2.745	2.165
	1976		1.800	3.650	2.955	2.200	1.920
赫章	1974		2.202	2.238	2.311	2.193	2.222
	1975		2.165	1.775	2.120	1.980	—
	1976		1.715	1.510	1.680	1.460	1.310
毕节	1974		1.533	1.179	1.323	1.534	1.794
	1975		1.720	1.680	1.447	1.570	1.755

表 8 石灰对土壤腐殖质组成的影响 *

	赫 章				威 宁			
	腐殖酸 C %	胡敏酸 C %	奥非酸 C %	C _胡 / C _奥	腐殖酸 C %	胡敏酸 C %	奥非酸 C %	C _胡 / C _奥
对 照	0.582	0.148	0.434	0.342	0.549	0.187	0.362	0.517
石 灰 3000斤/亩	0.335	0.077	0.258	0.288	0.494	0.187	0.307	0.610
7000斤/亩	0.335	0.077	0.258	0.288	0.483	0.164	0.319	0.515

* 用 0.1 m $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 与 0.1 m NaOH 混合液提取

三、石灰对玉米的增产作用

施用石灰是提高黔西北地区主要粮食作物——玉米的重要措施。由于施用石灰显著改善土壤的理化性质，提高土壤氮、磷养分的供应能力，所以可以显著改善玉米的生长发育，从三个试验点三年试验结果看，施石灰各处理，无论是株高、茎粗以及生长速度都显著优于对照（见图 1.2），在田间一眼就可以看

出。所以贫下中农反映：“石灰压到那里就好到那里”。施石灰各处理，玉米果穗显著大于对照，千粒重也显著高于对照。（见表9）所以石灰对玉米的增产作用也很显著。（见表10）不仅施石灰当年明显增产，而且后效也很显著。从石灰用量看，各点都以每亩施用石灰3000斤增产幅度为最大，随着施用量增至7000斤，增产幅度有逐渐减少的趋势。

表9 石灰对玉米千粒重的影响

		I	II	III	IV	V
赫章	1974	209.9	223.8	241.8	228.8	223.0
	1975	272.0	285.5	325.0	295.5	290.0
毕节	1974	319.2	337.0	347.7	355.4	352.7
	1975	306.1	333.1	344.2	346.7	347.5

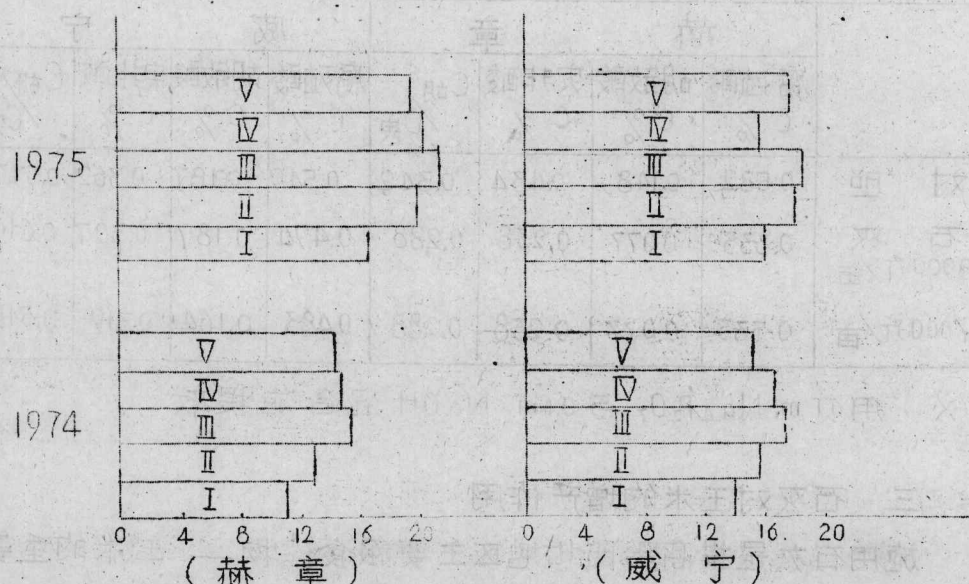


图1 石灰对玉米茎粗的影响
(直径 毫米)

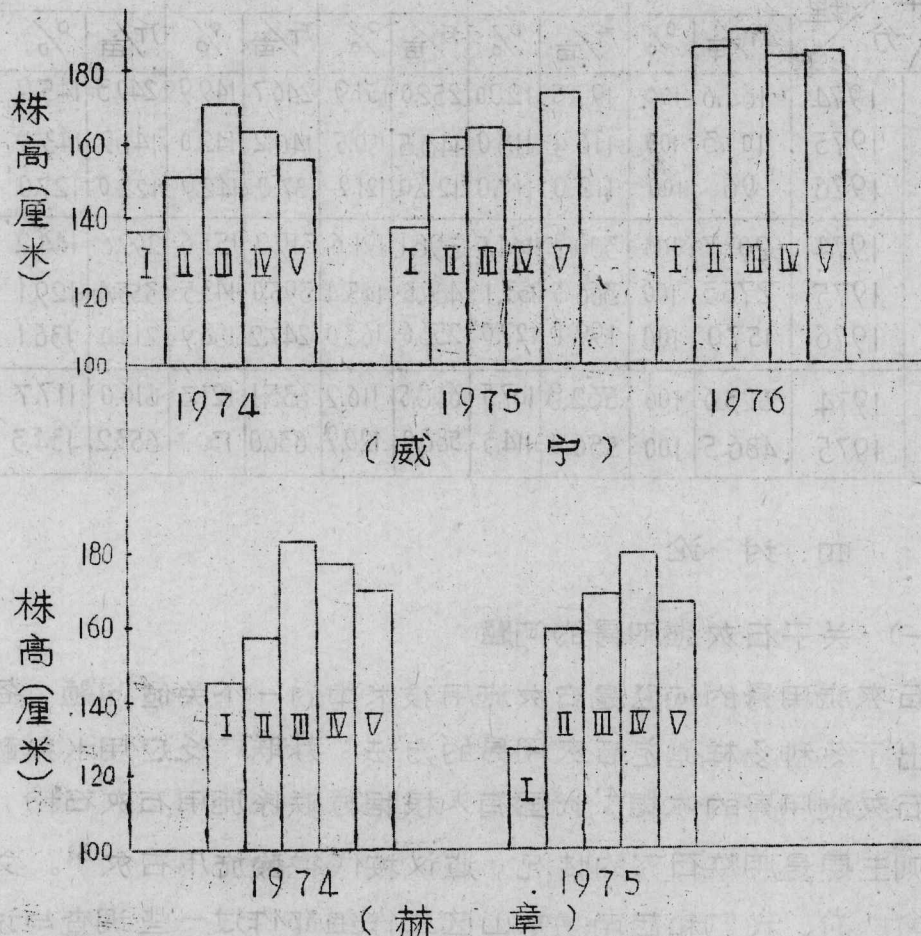


图2 石灰对玉米株高的影响

从地点看，赫章点增产幅度最大，最低增产 27%，高的增产 91.6%，将近成倍增加。这显然与赫章试验点土壤酸性最强有关。威宁、毕节的增产幅度则要小些。

从后效看，总的说石灰的增产效果是逐年有所减低。但三年内增产都很明显，特别是施用量比较大的，增产幅度变动不很大。

表10 石灰对玉米产量的影响

地 点	年 分	处 理		I		II		III		IV		V	
		斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩	%
威 宁	1974	164.6	100	197.5	120.0	252.0	151.9	246.7	149.9	240.3	145.9		
	1975	101.3	100	116.4	118.0	148.5	150.5	140.2	142.0	141.9	143.9		
	1976	96	100	112.0	117.0	126.0	121.2	137.0	142.9	122.0	127.0		
赫 章	1974	207.7	100	300.2	144.5	398.1	191.6	319.0	153.6	299.6	144.2		
	1975	275.3	100	366.5	133.1	400.3	145.4	395.0	143.5	355.4	129.1		
	1976	157.0	100	199.1	127.0	256.6	163.0	247.2	156.9	213.4	136.1		
毕 节	1974	523.6	100	562.8	107.5	608.5	116.2	635.1	121.3	616.0	117.7		
	1975	486.5	100	556.0	114.3	588.0	120.9	636.0	130.7	653.2	134.3		

四. 讨 论

(一) 关于石灰施用量的问题

石灰施用量的问题是石灰施用技术中的一个关键问题，各国提出了多种多样确定石灰用量的方法。苏联广泛应用水解酸作为石灰施用量的依据⁽⁴⁾我国有人根据苏联施用石灰石粉，我国则主要是用烧石灰的情况，建议按代换酸施用石灰⁽³⁾。文化革命以前，我们和西南高寒山区工作组都作过一些调查与试验，当时比较一致的看法是，按代换酸施用石灰用量太低，不适合黔西北高寒地区的情况。那时，我们曾经提出：“目前在更好的方法尚未研究出来以前，将水解酸作为施用石灰用量的依据还是可行的”。⁽²⁾从现在的试验与调查看来，这个结论是不全石的，石灰用量不仅与土壤酸度及土壤特性有关，而且与海拔高度、气候条件有密切关系。一般在低海拔地区，气候炎热，石灰用量不宜过大，石灰用量过大，会产生很明显的不良作用。随着海拔升高，气候逐渐冷凉，石灰需要则逐渐增加。象黔西北这样，海拔1800—2400公尺的高寒地区，石灰用量超过每亩

万斤，也没有发现有减产及土质变坏的情况。很明显，不同地区应该有不同的施用石灰标准与要求。例如江南丘陵红土区，石灰用量一般只需 100 — 200 斤，将土壤酸度从强酸性降至微酸性就能获得最大增产效果，据浙江安吉农场试验新垦红土荒地，每亩施石灰 150 斤，将 PH 从 5.5 升至 6.5，可获得良好的增产效果。贵州高亢黄土区，海拔在 1000 公尺左右，冬无严寒，夏无酷暑，湿度大，施用石灰用量就要求多些。据我们在本院农场与分场多年田间试验，酸性黄泥土需要每亩施用 400 — 500 — 1000 斤石灰，即要求消除土壤代换酸，使土壤反应至中性。在黔西北高寒地区，海拔在 1500 米以上，气候冷凉湿润，则要求更高的石灰用量，即彻底地消除土壤潜在酸，使土壤达微硷性，据我们的调查与定点试验，玉米最高产量多在 PH 7.5 — 8.0 之间，甚至 PH 超过 8 时，也还比对照增产。如上所述，当将土壤酸度从强酸性降至微酸性时，所需石灰用量并不太多，如要将土壤从微酸性或中性调节至微硷性时，需要石灰用量就更多了。我们应用 Реме́зов-Иенсен 滴定曲线法测定了三个试验土样，在加入氢氧化钙溶液时 PH 的变化见图 3。当最初加入氢氧化钙溶液时，土壤 PH 上升很快，以后则逐渐减缓。所以在黔西北高寒地区往往需要施用相当于水解酸几倍乃至十几倍的石灰。

大量的生产实践以及科学实验都说明石灰用量与海拔高度、气候条件有密切关系，不能单纯从土壤酸度确定石灰用量。当然，在气候条件相同，土壤其它性质相似的情况下，土壤酸度仍是确定石灰用量的重要根据。

根据国外资料看，计算酸性土壤石灰施用量的方法，目前都不成熟，由于施用石灰的条件不同，所采用的计算石灰施用量的方法也是多种多样的。^(5,6) 在我国、我省也应根据各地

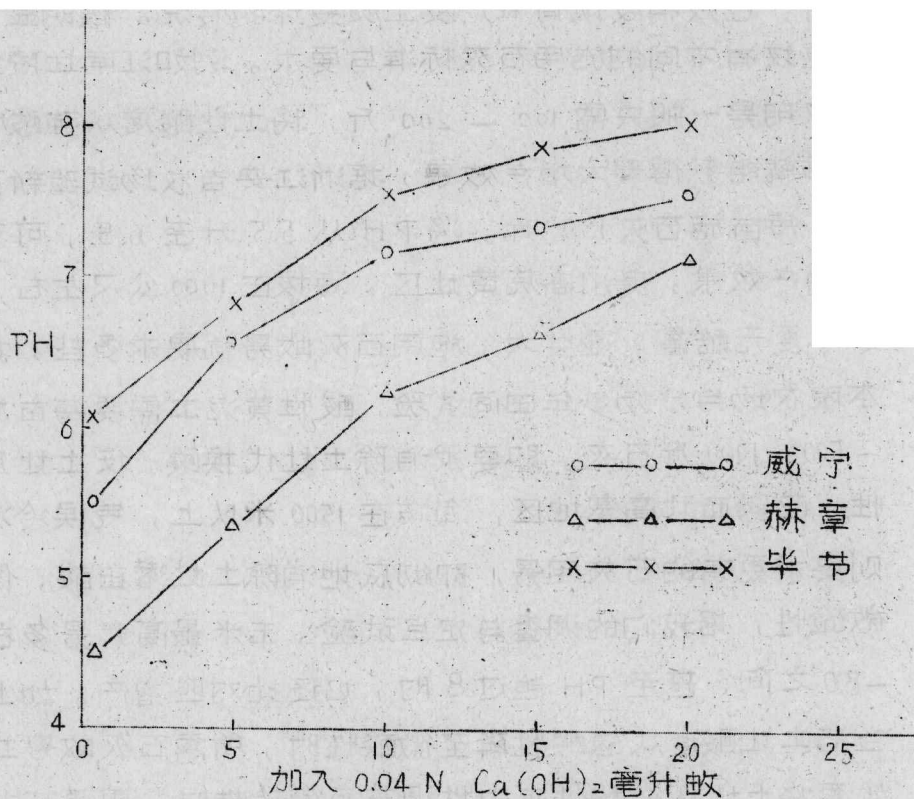


图3 土样在加入氢氧化钙溶液时 pH 的变化

区不同气候条件、土壤类型与特性，在调查研究的基础上，找出适合本地区测定土壤石灰需要量的方法。根据我们调查研究结果初步认为：在贵州高原中、海拔 1000 米左右的粘质黄壤中，以水解酸作为施用石灰的根据还是可行的。田间试验表明一般以相当水解酸用量增产最高，超过水解酸太多，例如超过三倍水解酸，就会导致减产。（见表 II）在黔西北高寒地区，最高增产时所需石灰用量为水解酸的几倍乃至十几倍，甚至超过水解酸几十倍，也没有发生减产现象。所以在黔西北高寒地区就不宜以水解酸作为石灰施用量的根据。虽然过量使用石灰在这类地区并没有发生减产及土性变劣等不良作用，但考虑到培肥土壤与经济效益，我们认为石灰用量以使土壤 pH 达 7.5 左右是

较为合适的。超过PH 6, 增产幅度减小, 经济效益降低, 同时对土壤培肥也不是最有利的。

应当指出, 除上面讨论的因素外, 石灰施用量还以土壤质地, 有机质含量、有机肥数量、石灰施用时间、间隔年数、作物种类等多种因素有关。因此, 不可能也不应该要求适应各种情况的统一的确定石灰用量的指标。

至于为什么海拔高度对石灰施用量有这样大的影响? 还需要进一步研究。据我们初步看法, 似乎主要与水土条件以及土壤中有有机质与养分转化问题有关。关于这一点将结合下石灰作用本质来讨论。

表II 不同海拔高度石灰用量与土壤酸度及增产率的关系

地点	海拔 (米)	土壤 名称	PH	水解酸 m.c/ 百克土	最大 增产 率%	最大增产率 所需石灰量		最大增 产率时 PH	试验中 最高石 灰用量 (斤/亩)	最高用量时	
						斤/亩	相当水解 酸倍数			PH	增产 率%
贵阳 花溪	1100	黄泥	6.9	4.50	30	150	1.06	7.2	450	7.7	-27
	1100	黄泥	5.8	10.48	39 -45	570 -1140	0.5 -1	6.5 -7.2	1610	7.8	31
织金 桂果	1300	小黄泥	5.5	—	148.1	1500	—	7.3	4000	8.0	50.1
毕节 农科 所	1500	黄泥		3.59	31	900	3.16	—	900		
	1500	黄泥		5.06	24	1500	2.70	—	1500		
	1500	黄泥		6.20	37	1500	2.20	—	1500		
毕节 德公社	1500	黄泥	5.75	2.04	21.3	1000 -3000	4.4 -13.2	7.2 -7.7	5000	8.20	17.7
赫章 白果	1800	黄泥 夹灰泡	4.40	7.22	91.6	3000 -5000	3.75 -6.30	7.2 -7.5	7000	8.20	44.2
赫章 中坪	2000	黄泥	5.0	—	108	3000 -5000	—	—	10000	—	30.0
威宁 小海	2200	黄泥	6.08	2.97	51.9	3000 -5000	10 -17	7.29 -8.0	7000	8.20	45.9

(二) 关于石灰作用本质的问题

中和土壤酸性，消除活性铝等物质的毒害，无疑是石灰的重要作用，特别是在酸性强的土壤上。但是在黔西北地区，自农业合作化以来，即大规模烧石灰改良土壤，许多土壤已多次施用过石灰，这些土壤已並不很酸，而广大社员仍继续施用石灰。很显然，在这些土壤上，中和酸性已不是石灰改土作用的主要方面了。根据几年来的调查研究，我们认为促进有机质的转化，活化土壤养分，改善土壤物理性质，乃是石灰作用的主要方面。

在黔西北高寒地区这样的条件下，气候冷凉润湿，如威宁年平均温度只有 11°C ，几乎无夏季，温度低、云雾大，土壤蒸发较小，湿度较大，这些条件都不利于土壤中有机质的转化。所以广大群众反映未施石灰前，土壤“不烂肥”。大暑施用石灰后，可加速土壤水分蒸发，⁽¹⁾同时土壤中存在大暑小块状石灰，可吸收相当大暑水分，有利于改善土壤水分条件；另一方面，石灰所造成的硷性环境可促进部分有机质的溶解与转化成溶胶状态，所以石灰可加速土壤中有机质的转化，有利于促进土肥相竭。据我们测定，施石灰后土壤纤维分解强度都显著增加。这是黔西北地区石灰培肥土壤的一个很重要的方面。

此外，我们在调查总结群众经验中还发现赫章县拖子生产队，连续的大暑施用石灰，（每亩万斤以上，隔1—2年施一次）配合大暑施用有机肥，（每年每亩8000至10000斤）不但土壤有机质含量显著增加，而且土壤腐殖质组成也有显著变化，胡敏酸所占比例显著增加。（见表12）而定点试验则没有这种情况。因此，这是否是一个普遍规律还有待进一步研究。定点试验中腐殖质组成基本没有什么改变，是否由于石灰大暑与有机质大暑都未达到拖子生产队的水平？也有待进一步研究明确。